

**FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO**

“Proyecto de Trabajo Final presentado

para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo”

**EVALUACIÓN DE MANÍ (*Arachis hypogaea L.*) INOCULADO CON DIFERENTES  
CEPAS COMERCIALES (*Bradyrhizobium sp.*), APLICADOS EN EL SURCO DE SIEMBRA**

**CAFFA, Guido Eduardo**

**DNI N° 29.113.106**

**Director**

**CERIONI, Guillermo**

**Co Director**

**VALETTI, Lucio**

**Río Cuarto – Córdoba**

**Diciembre 2010**

*Dedicado a:*

*María Belén Rosso, quien confió en mí para este proyecto.*

*María Paula Pozzi, con quien compartí los buenos y difíciles momentos de esta hermosa carrera.*

*Leandro Daniel Rosa, por enseñarme lo bueno de esta profesión.*

*Agradecimientos:*

*A mis padres.*

*A Guillermo Cerioni y Lucio Valetti, por su tiempo y su dedicación brindada.*

*A Natalia Accastello, Edgar Garetto, Luis Alberto Pozzi y su familia por su apoyo durante toda la carrera.*

*A la cátedra de Cultivos Oleaginosos.*

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

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

**Título del Trabajo Final:** EVALUACIÓN DE MANÍ (*Arachis hipogaea L.*) INOCULADO CON DIFERENTES CEPAS COMERCIALES (*Bradyrhizobium sp.*), APLICADOS EN EL SURCO DE LA SIEMBRA.

**Autor:** Caffa, Guido Eduardo  
**DNI:** 29.113.106

**Director:** Ing. Agr. MSc. Cerioni, Guillermo  
**Co Director:** Mic. Valetti, Lucio

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

**LILIANA E. GROSSO**

\_\_\_\_\_

**GAGRIEL ESPOSITO**

\_\_\_\_\_

**GUILLERMO A. CERIONI**

\_\_\_\_\_

**Fecha de Presentación:** \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_.

**Aprobado por Secretaría Académica:** \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_.

**Secretario Académico**

\_\_\_\_\_

## INDICE GENERAL

	<i>Página</i>
Certificado de aprobación	I
Índice general	II
Índice de figuras	III
Índice de tablas	V
Índice de fotografías	VI
Resumen	VII
Summary	VIII
Introducción	1
Objetivo	5
Objetivos específicos	5
Materiales y métodos	6
Observaciones y mediciones	7
Análisis e interpretación de los resultados	8
Resultados y discusión	9
Numero y Peso de nódulos	9
Biomasa	13
Componentes del rendimiento	16
Número de plantas	16
Números de frutos maduros y números de frutos por planta	17
Peso de un fruto	19
Índice de cosecha	21
Rendimiento de frutos y semillas	23
Calidad comercial	26
Rendimiento confitería	26
Relación grano/caja	29
Relación entre variables	29
Conclusiones	32
Bibliografía	33
Anexo Figuras	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

Página

<u>Figura 1:</u> Número de nódulos por planta en R2 en Sampacho para los tratamientos, testigo, J-81, J-237 e inoculante comercial	9
<u>Figura 2:</u> Número de nódulos por planta en R2 en Suco para los tratamientos, testigo, J-81, J-237 e inoculante comercial	10
<u>Figura 3:</u> Número de nódulos por planta en R2 en Pizarro para los tratamientos, testigo, J-81, J-237 e inoculante comercial	10
<u>Figura 4:</u> Peso secos de nódulos por planta en R2 en Sampacho para los tratamientos, testigo, J-81, J-237 e inoculante comercial	12
<u>Figura 5:</u> Peso secos de nódulos por planta en R2 en Suco para los tratamientos, testigo, J-81, J-237 e inoculante comercial	12
<u>Figura 6:</u> Peso secos de nódulos por planta en R2 en Pizarro para los tratamientos, testigo, J-81, J-237 e inoculante comercial	13
<u>Figura 7:</u> Peso seco de hojas + tallos, frutos, total, semillas y pericarpio (m <sup>-2</sup> ) en la etapa R8, bajo los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Sampacho	13
<u>Figura 8:</u> Peso seco de hojas + tallos, frutos, total, semillas y pericarpio (m <sup>-2</sup> ) en la etapa R8, bajo los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Suco	15
<u>Figura 9:</u> Peso seco de hojas + tallos, frutos, total, semillas y pericarpio (m <sup>-2</sup> ) en la etapa R8, bajo los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Pizarro	15
<u>Figura 10:</u> Número de frutos m <sup>-2</sup> y Número de frutos planta <sup>-1</sup> en la etapa R8, bajo los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Sampacho	17
<u>Figura 11:</u> Número de frutos m <sup>-2</sup> y Número de frutos planta <sup>-1</sup> en la etapa R8, bajo los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Suco	18
<u>Figura 12:</u> Número de frutos m <sup>-2</sup> y Número de frutos planta <sup>-1</sup> en la etapa R8, bajo los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Pizarro	18
<u>Figura 13:</u> Peso de un fruto (gramos) en la etapa R8, en los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Sampacho	19
<u>Figura 14:</u> Peso de un fruto (gramos) en la etapa R8, en los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Suco	20
<u>Figura 15:</u> Peso de un fruto (gramos) en la etapa R8, en los tratamientos	

inoculados y testigo sin inocular en Pizarro	20
<u>Figura 16:</u> Índice de cosecha en la etapa R8, en los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Sampacho	21
<u>Figura 17:</u> Índice de cosecha en la etapa R8, en los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Suco	22
<u>Figura 18:</u> Índice de cosecha en la etapa R8, en los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Pizarro	22
<u>Figura 19:</u> Rendimiento de frutos y semillas ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en la etapa R8, en los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Sampacho	24
<u>Figura 20:</u> Rendimiento de frutos y semillas ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en la etapa R8, en los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Suco	24
<u>Figura 21:</u> Rendimientos de frutos y semillas ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en la etapa R8, en los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Pizarro	25
<u>Figura 22:</u> Porcentaje de maní confitería y porcentajes de cada categoría granométricas, de la media de los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Sampacho	27
<u>Figura 23:</u> Porcentaje de maní confitería y porcentajes de cada categoría granométrica, de la media de los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Suco	27
<u>Figura 24:</u> Porcentaje de maní confitería y porcentajes de cada categoría granométricas, de la media de los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Pizarro	28

## ÍNDICE DE TABLAS

	<u>Página</u>
<u>Tabla 1:</u> Relación grano/caja de los sitios Sampacho, Suco y Pizarro y sus tratamientos	29
<u>Tabla 2:</u> Coeficiente de correlación entre variables en Sampacho	30
<u>Tabla 3:</u> Coeficiente de correlación entre variables en Suco	31
<u>Tabla 4:</u> Coeficiente de correlación entre variables en Pizarro	31



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<i><u>Página</u></i>
<u>Figura N°1:</u> “Kit” inoculador instalado en sembradora, durante siembra de maní	35
<u>Figura N°2:</u> Caldo de inoculante aplicado en el surco de siembra, (la sembradora esta levantada para la observación del mecanismo)	35
<u>Figura N°3:</u> Raíces de planta de maní en etapa R8, en Pizarro del tratamiento sin inocular (testigo) observándose los nódulos	36
<u>Figura N°4:</u> Raíces de planta de maní en etapa R8, en Pizarro del tratamiento inoculado observándose los nódulos	36
<u>Figura N°5:</u> Cultivo de maní en etapa R8 en Pizarro	37

## **RESUMEN**

Se evaluó la respuesta de inoculación en el surco en el cultivo de maní, en tres sitios al suroeste de la provincia de Córdoba, en las localidades de Sampacho, Suco y Pizarro, sin antecedentes de maní en la rotación. Los tratamientos fueron: inoculados con cepas experimentales de la Universidad Nacional de Río Cuarto (J-81 y J-237) y comerciales. La siembra se realizó con una sembradora de granos gruesos y kit inoculador instalado el cual tiene un depósito de 350 l., una bomba eléctrica y caños que bajan a los abresurco de cada cuerpo de siembra. Las dosis de inoculante que fue de 1,5 l. ha<sup>-1</sup>, disueltos en 50 l. ha<sup>-1</sup> de agua, aplicados debajo de la semilla. Se utilizó un cultivar tipo *runner Granoleico*. En los tres sitios estudiados se registraron incrementos significativos en el número de nódulos/planta y el peso de los nódulos. Aunque en las mediciones realizadas (R8) de biomasa, número de frutos maduros, números de frutos/planta, índice de cosecha, rendimiento de frutos y rendimiento de semillas solo hubo incrementos significativos en Pizarro. En lo que respecta a calidad comercial, no hubo respuestas significativas en los tres sitios estudiados, en las variables de rendimiento de confitería y relación grano/caja. Las relaciones entre variables se observó una semejanza en Sampacho y Pizarro, en Suco esas relaciones no fueron semejantes debido a la siembra tardía con que se realizó este sitio.

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

## SUMMARY

The responses of inoculation in the groove in the peanut crop were evaluated in three sites in the southwest of the Cordoba province, in the towns of Sampacho, Suco and Pizarro, with no history of peanut in the rotation. The treatments were inoculated with test strains of Rio Cuarto National University (J-81 and J-237) and commercial strains. The sowing was done with a coarse grain seeder with inoculants kit installed, which has a reservoir of 350 liters, an electric pump and pipes that go down to the openers each body stocking. The dose applied below the seed was: 1.5 liters of inoculum dissolved in 50 liters of water per hectare. It was used a cultivar *runner Granoleico* type. In the three sites studied were significant increases in the number of nodules per plant and the weight of them. Although only in Pizarro, in measurements made (R8) of biomass, number of mature fruits, numbers of fruits per plant, harvest index, fruit and seed performance, there was significant increases. In regard to commercial quality, performance variables in confectionery and related grain per box, there were no significant responses at the three sites studied. In relations between variables showed a similarity in Sampacho and Pizarro. In Suco, because of the late planting, the relationships were not similar.

**Key Word:** Inoculación, *Arachis hypogaea*, *runner Granoleico*, rendimiento, calidad.

## INTRODUCCIÓN

El maní es uno de los cultivos regionales típicos que presenta la agricultura de Argentina, localizado en el centro-sur de la provincia de Córdoba, donde se concentra casi el 96% de la producción primaria nacional y la totalidad del proceso de transformador o industrial de la misma. Ambos aspectos impactan económica y socialmente en la provincia, ya sea directa o indirectamente, no solo por la generación de divisas por la exportación de sus productos sino también por la generación de trabajo a nivel predial e industrial. (Fernández y Giayetto, 2006). Argentina es uno de los tres principales exportadores mundiales de maní de alta calidad o maní confitería, a pesar de que su producción representa menos del 2% de la producción mundial. (Pedelini, 2008).

El maní responde en forma errática a la aplicación directa de fertilizantes que contengan nitrógeno, fosforo y potasio. Es más seguro fertilizar adecuadamente el cultivo anterior, especialmente si es un cultivo de maíz o sorgo granífero, los cuales incrementa su producción y la fertilidad residual será aprovechada por el maní. Los requerimientos nutricionales más importantes para el cultivo de maní son nitrógeno, fosforo, potasio y calcio (Pedelini, 2008).

La mayoría de los cultivares de maní forman órganos especializados en la fijación de nitrógeno llamados nódulos. Los mismos son producidos a partir de una interacción simbiótica entre de bacterias de los géneros *Rhizobium* y *Bradyrhizobium* con la planta. No se observó especificidad de las cepas con el cultivar, excepto en algunos genotipos con cepas procedentes del centro de origen del género *Arachis* (Fernández y Giayetto, 2006). Desde el punto de vista de la simbiosis, el maní es considerado un cultivo promiscuo (poco específico), ya que establece relación simbiótica con rizobios de diferente género, capaces de infectar a un grupo diverso de leguminosas (Castro *et al.*, 2006).

El maní es una leguminosa con alto requerimiento de nitrógeno (N), en el cual lo obtiene tanto del suelo como de la fijación biológica de nitrógeno (FBN) en simbiosis con los 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 por fijación simbiótica adquieren gran relevancia para el logro de altos rendimientos. El área manisera tradicional se ubica mayoritariamente en la región central de Córdoba, extendiéndose en el último lustro hacia el sur y sudoeste, donde predominan ambientes con algunas limitantes para la producción de cultivos ya que son suelos arenosos, con bajos contenidos de materia orgánica, moderada a la baja retención de humedad y limitada producción 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 con

otras leguminosas (soja, alfalfa etc.), la incorporación de cepas seleccionadas por su alta eficiencia de FBN, mejora el aporte de nitrógeno y consecuencia, mejora la productividad del cultivo de maní.

El uso de inoculantes microbianos representa una alternativa adecuada como nueva tecnología tendiente a mejorar la productividad a largo plazo del sistema. Particularmente, puede considerarse como una tecnología alineada con principios de agricultura sustentable, frente al uso incrementado de fertilizantes y pesticidas (Satorre *et al.*, 2003).

Por otro lado, las semillas de maní presenta tegumentos débiles, sensibles al manipuleo y además es frecuente el uso de curasemillas con posibles efectos deletéreos sobre la población de rizobios aportados por el inoculante en tratamiento de semillas. En referencia de 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) durante esta práctica (Baliña y Díaz-Zorita, 2006). Estos autores demostraron diferencias entre ambientes de producción y tratamientos de inoculación, de 5 campañas seguidas, obteniendo como resultado incrementos de rendimientos en el 76% de los sitios evaluados y un aumento promedio del 5% en granos para confitería, en los tratamiento inoculados con respecto al control sin inoculación.

La respuesta en el incremento del rendimiento con la inoculación varía de acuerdo a los ambientes dentro de la zona manisera de Córdoba, Giayetto *et al.* (1998), Casto *et al.*, (2006) y Chiavazza (2009) no encontraron diferencias en el rendimiento de frutos y semillas de maní con la inoculación. Por su parte Díaz-Zorita y Baliña (2004), Toniotti (2008), Cerioni (2009), Francisetti (2010) y Haro *et al.*, (2010) reportaron aumentos en el rendimiento de frutos y semillas con la inoculación.

Los resultados obtenidos en la región centro sur de Córdoba indican que las cepas nativas de rizobios están bien adaptadas, ya que no se encontró respuesta en el rendimiento a la inoculación con diferentes cepas y se observó una gran cantidad de nódulos en el control sin inocular (Castro *et al.*, 2006). Cerioni *et al.*, (2007) reportaron resultados de diferentes estudios realizados en la región central y sudoeste de Córdoba a partir de la inoculación aplicada en el surco, un 25% de aumento del rendimiento cuando no había registro del cultivo previo. Los autores destacaron esta técnica respecto a la falta de efectividad de la inoculación de semillas debido al tegumento delicado de maní y a la interacción de bacterias con el fungicida. Además del rendimiento se noto un 65% más de nódulos y un 79% más de actividad de la nitrogenasa por planta inoculadas, como así también un aumento del 11,3% en el índice de cosecha, al igual que los componentes de rendimiento número de frutos maduros  $m^{-2}$  (21,9%), peso de frutos (24,4%), peso de semillas (24,9%) y pericarpio  $m^{-2}$  (18,6%) comparativamente con el testigo.

Entre las practicas de presiembra la aplicación de insecticidas y fungicidas a la semilla de maní es imprescindible, como es conocido también el resultado positivo de la aplicación de inoculantes al cultivo. Sin embargo, se desconoce el efecto de la combinación de ambos tratamientos aplicados a lotes de diferente calidad sobre el desempeño de plantas jóvenes (Pérez *et al.*, 2008) Los resultados demuestran que todos los tratamientos mejoraron el crecimiento en plantas jóvenes, en término de Peso seco total. Pero no se encontró interacción entre el inoculante y los insecticidas usados. El número de nódulos en R2 y R6, la biomasa de hojas, tallos, frutos, el peso de frutos y semillas por superficie tuvieron un aumento en los tratamientos inoculados con respecto a los testigos sin inocular (Cerioni *et al.*, 2008).

Por tal motivo, la utilización de inoculantes capaces de aportar bacterias específicas seleccionadas por su eficiencia en el proceso de FBN, en alta concentración y estado fisiológico óptimo, es considerada una alternativa beneficiosa para lograr un adecuado aporte de nitrógeno al cultivo y lograr incrementos en el rendimiento del mismo. Numerosas razones como, nuevos cultivares, y prácticas de manejo, precios en alza, han llevado los rindes actuales del cultivo por encima de los 3000 kg ha<sup>-1</sup>. Lo que incrementa la cantidad de nitrógeno demandada. El incremento en cultivos inoculados ha llegado a ser de hasta 1200 kg ha<sup>-1</sup>. Queda claro que los lotes donde nunca se sembró maní es imprescindible el agregado de inoculantes específicos, ya que en dichos lotes, los tratamientos inoculados obtuvieron incrementos tanto en rendimiento como la cantidad de maní confitería (promedio 616,50 kg vaina ha<sup>-1</sup>) pero también puede inferir que la práctica de inoculación siempre tiende a producir aumentos en la producción (promedio de 364,5 kg vaina ha<sup>-1</sup>). En lotes con antecedentes de cultivo de maní se observó nodulación de todos los tratamientos pero un mayor número de nódulos y de mayor tamaño en los tratamientos donde se aplicó inoculantes (Nutinez *et al.*, 2008).

Valetti *et al.* (2008) realizaron un estudio para seleccionar y evaluar aislamientos nativos que sean altamente eficientes en FBN y competitivos, utilizando cepas nativas de la provincia de Córdoba del género *Bradyrhizobium* las que denominaron J-237 y J-81. Los resultados obtenidos indicaron que en el estadio R2 el número de nódulos obtenidos con inoculantes formulados a partir de dichos aislamientos nativos fue mayor al testigo sin inocular y los tratados con inoculantes comerciales.

El principal destino de la producción argentina de maní es la industria alimenticia, por lo que la calidad es un aspecto relevante. Uno de los parámetros para valorar esa calidad es el rendimiento de confitería (proporción de semillas retenidas en una zaranda de 7,5mm) asociado con el tamaño de la semillas y su uniformidad (Castro *et al.*, 2006). La calidad medida a través de la relación grano/caja y el rendimiento de maní confitería, está asociada a

los componentes del rendimiento y pesos de las semillas. Estudios previos indican que estos parámetros aumentan con la inoculación (Harte *et al.*, 2005, Castro *et al.*, 2006).

## **OBJETIVO**

Evaluar la técnica de inoculación en surco con cepas comerciales y experimentales de *Bradyrhizobium sp.*, en el cultivo de maní, en diferentes localidades del S.O de la provincia de Córdoba, sobre rendimiento y calidad.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Cuantificar la nodulación entre las etapas fenológicas en R2.
- Evaluar el rendimiento y sus componentes.
- Evaluar la granometría y el rendimiento de maní confitería.



## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se desarrolló en tres sitios en el S.O de la provincia de Córdoba bajo condiciones de secano, durante la campaña agrícola 2008/2009, en Sampacho (a 5 km al este de esta localidad), Suco (a 10 km al noreste de esta localidad) y Pizarro (a 5 km al noreste de esta localidad).

Estos sitios presentan un clima templado, la temperatura media del mes más cálido es superior a 22°C mientras que en invierno es menor a 18°C. La precipitación media anual es de 600 mm presentando un régimen Monzonico caracterizado por un período de lluvias que se extiende de octubre a marzo, y otro seco entre abril y septiembre. Desde el punto de vista dinámico, el clima es de una gran uniformidad térmica, con un verano que se presenta cálido y con aumento en la humedad relativa, mientras que el invierno es seco y no muy riguroso. En otoño y primavera, en general, se presenta buen tiempo, con marcada amplitud térmica, con frío en las noches y primeras horas de la mañana. Los vientos preponderantes son del sector Norte, Noreste y Sur, siendo agosto y los meses de primavera el período de mayor actividad eólica (INTA 2003).

Los suelos fueron clasificados, para los dos primeros sitios ubicado en Córdoba, en el ensayo de de Sampacho como Haplustol údico, familia textural franco-arenosa, estos suelos son provistos de poca materia orgánica (M.O), poseen baja capacidad de retención de humedad, salinidad y sodicidad moderada. En el ensayo de Suco se clasifican como Haplustol éntico de textura franco- limosa estos suelos presentan un excesivo drenaje, baja capacidad de retención de agua y moderada erosión hídrica. En el tercer sitio, localizado en Pizarro, el suelo fue clasificado como Ustorthent típico, familia textural arenoso-franco, pobre en M.O, algo excesivamente drenado susceptible a la erosión eólica y moderada capacidad de intercambio (INTA 2003). Es necesario aclarar que en ninguno de ellos se registró antecedentes de maní en la rotación.

El diseño experimental fue en franjas, las parcelas se distribuyo de la siguiente manera: en la localidad de Sampacho 24 surcos de 600 m. de largo, en Suco 24 surcos de 400 m. de largo, y en Pizarro 16 surco con 840 m de largo. Para llevar a cabo el experimento se contó con sembradoras de 12 y 16 cuerpos de siembra, y con un “kit” inoculador (Figura N° 1 del anexo). Este equipo consta de un tanque contenedor del caldo de inoculante y agua, una bomba y un sistema distribuidor con mangueras y discos dosificadores. Los picos de bajada están ubicados detrás de los caños de bajada de la semilla de manera que el caldo con inoculantes se aplica directamente sobre las semillas y en el surco de siembra (Figura N° 2 del anexo).

En Sampacho (Establecimiento: Olivatto) la siembra se realizó el 21/10/08 con una sembradora marca Migra<sup>®</sup> de 12 surcos a 0,70 m, con cultivo antecesor de soja, una densidad de 16-18 semillas/m lineal, calibre de 50-60 semillas/onza y se cosechó el 26/03/09. En Suco (Establecimiento: Mónaco) se sembró el 4/12/08 con una sembradora marca Migra<sup>®</sup> de 12 surcos a 0,70 m, con cultivo antecesor de soja, una densidad de 16-18 semillas/m lineal, calibre 50-60 semillas/onza y la cosecha fue el 20/04/09. En Pizarro (Establecimiento: Los Tigres) la siembra se realizó el 22/10/08 con una sembradora marca Fercam<sup>®</sup> de 16 surcos a 0,70 m, con cultivo antecesor girasol, una densidad de 16-18 semillas/m lineal, calibre 38-42 semillas/onza y la cosecha se realizó el 19/03/09.

Las dosis de inoculante que se aplicó fueron de 1,5 l. ha<sup>-1</sup>, a razón de 1 x 10<sup>9</sup> ufc (unidades formadoras de colonia ml<sup>-1</sup>), diluidos en 40 l. de agua. Se utilizó un cultivar tipo *runner Granoleico*. La semilla previo a la siembra se desinfectó con Maxim<sup>®</sup> (Fludioxonil y Metalaxil-M).

Los tratamientos realizados en los sitios de estudios fueron tratados con los siguientes inoculantes que se detallan a continuación:

- TESTIGO sin inocular
- NITRAGIN LIFT<sup>®</sup>
- J-81\* (*Bradyrhizobium sp*)
- J-237\* (*Bradyrhizobium sp*)
- HISTICK 2 maní<sup>®</sup> (Se aplicó en Pizarro)
- NITRASOL<sup>®</sup> (Se aplicó en Sampacho y Suco)

\* *Inoculantes Experimentales (Dpto. de Cs. Naturales, UNRC)*  
® *Inoculantes comerciales*

En Sampacho y Suco se aplicaron los inoculantes NITRAGIN LIFT<sup>®</sup>, J-81, J-237 y NITRASOL<sup>®</sup>, en Pizarro se aplicó NITRAGIN LIFT<sup>®</sup>, J81, J237 y HISTICK 2 maní<sup>®</sup>.

### **Observaciones y mediciones**

#### Del cultivo:

- Nodulación: se evaluó en cada sitio el número y peso de nódulos por plantas entre R2 (inicio de formación de clavo), para ello se tomaron muestras de 12 plantas por tratamiento.
- Materia seca por planta en la etapa fenológica R8: se cosecharon 5 muestras de 1.43 m lineales de surco en laboratorio se separaron los frutos y la parte aérea (hojas y tallos), se secaron en estufa de circulación de aire forzado a 70° C hasta peso constante.

- Componentes del rendimiento: de las muestras para materia seca indicadas anteriormente se evaluó el número de frutos maduros (Boote, 1982), peso de frutos y semillas, peso individual de fruto e IC (índice de cosecha).
- Rendimiento de frutos y semillas: se calcularon a partir de los pesos individuales.
- Porcentaje de maní apto para selección tipo confitería: se analizó la relación grano/caja y la granometría. Se procesaron las muestra de frutos de cada tratamiento empleando la separación por zarandas calibradas, metodología utilizada en las plantas industrializadoras de maní confitería instaladas en la región productora de Córdoba. Se usarán 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. La relación grano caja se obtuvo de la relación entre el peso de las semilla y el peso de la cascara y de la sumatoria de las zarandas 10, 9, 8 y 7.5 se obtuvo el porcentaje de maní confitería.

#### **Análisis estadístico e interpretación de los resultados**

Los resultados obtenidos se procesaron mediante A.N.A.V.A. y separación de medias según el test de DUNCAN (5%) usando el programa estadístico INFOSTAT (2008).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

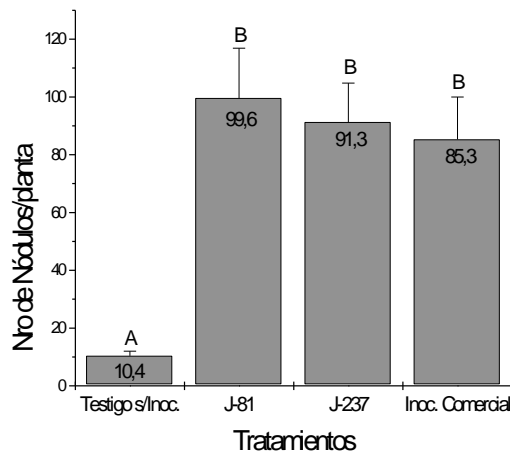
### Número y peso de nódulos

Las figuras 1, 2 y 3 muestran el número de nódulos (R2) por planta para los diferentes tratamientos de las localidades de Sampacho, Suco y Pizarro respectivamente, comparando las cepas nativas J-81, J-237 e inoculante comercial (Nitragin®).

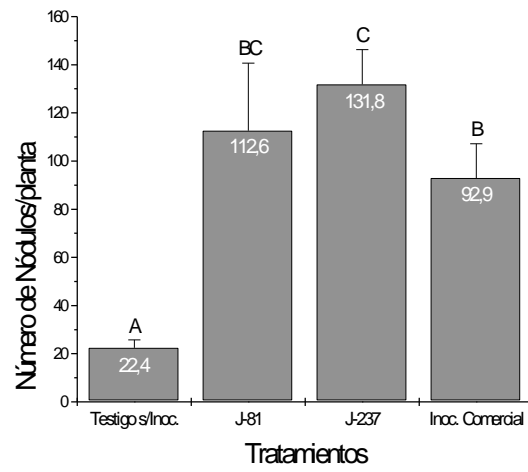
En estos sitios se registraron aumentos significativos en el número de nódulos en R2 (etapa inicio de clavado) en los tratamientos inoculados. En Sampacho los resultados presentan diferencias significativas ( $p < 0,0001$ ) con el testigo sin inocular, respecto de los tratamientos inoculados, 10,4 nódulos planta<sup>-1</sup> y 92,1 nódulos planta<sup>-1</sup> respectivamente (figura 1).

Similar respuesta se observó en Suco (figura 2) en donde los tratamientos inoculados tuvieron mayor cantidad de nódulos respecto al testigo ( $p < 0,0001$ ) sin inocular (22,4 nódulos planta<sup>-1</sup>), de todos modos se observó una mayor respuestas en las cepas experimentales J-81 y J-237 (112,6 nódulos planta<sup>-1</sup> y 131,8 nódulos planta<sup>-1</sup> respectivamente), superando la cantidad de nódulos de los inoculantes comerciales, 92,9 nódulos planta<sup>-1</sup>.

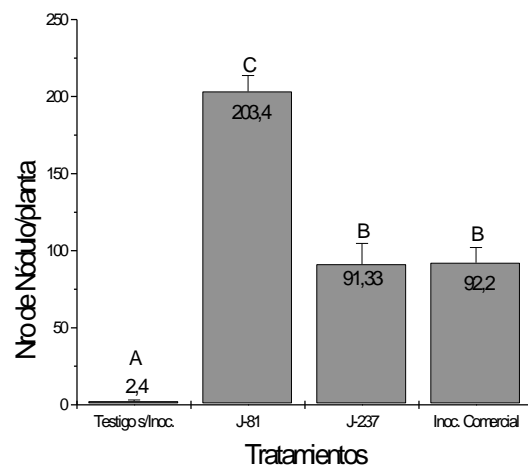
En Pizarro, (figura 3) fue el sitio donde se observó una mayor cantidad de nódulos. Además la diferencia entre los tratamientos inoculados con respecto al testigo sin inocular ( $p < 0,0001$ ) fue superior que en los demás sitios (Figura N° 3 y 4, Anexo), llegando a 203,4 nódulos planta<sup>-1</sup> en el tratamiento J81 contra 2,4 nódulos planta<sup>-1</sup> que se observó en el testigo sin inocular.



**Figura 1:** Número de nódulos por planta en R2 en Sampacho para los tratamientos, testigo, J-81, J-237 e inoculante comercial. Barras verticales representan desvíos estándares. Las letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.



**Figura 2:** Número de nódulos por planta en R2 en Suco para los tratamientos, testigo, J-81, J-237 e inoculante comercial. Barras verticales representan desvíos estándares. Las letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.



**Figura 3:** Número de nódulos por planta en R2 en Pizarro para los tratamientos, testigo, J-81, J-237 e inoculante comercial. Barras verticales representan desvíos estándares. Las letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.

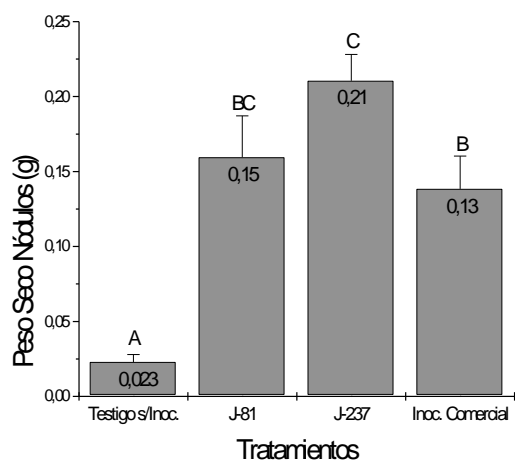
Se considera que el maní es un cultivo promiscuo, ya que establece una relación simbiótica con rizobios de diferentes géneros, capaces de infectar a un grupo diverso de leguminosas, pero las cepas nativas bien adaptadas a las condiciones edáficas y climáticas del lugar son, en general, de baja capacidad de fijación y/o alta habilidad de nodulación (infectividad), pero puede dominar y competir a otras cepas altamente eficientes seleccionadas en condiciones de laboratorio. (Castro *et al.*, 2006). Estos autores no encontraron diferencias significativas en el parámetro de nodulación cuando se practicó la inoculación en semillas en suelos de baja fertilidad química ubicados en cercanía de General Deheza, Córdoba.

Díaz-Zorita *et al.* (2004), demostraron en varias campañas, que los tratamientos inoculados mostraron mayor nodulación con respecto al testigo sin inocular,  $9 (\pm 2,6)$  y  $4 (\pm 2,2)$  nódulos planta<sup>-1</sup> respectivamente a los 45 días desde la siembra. 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.

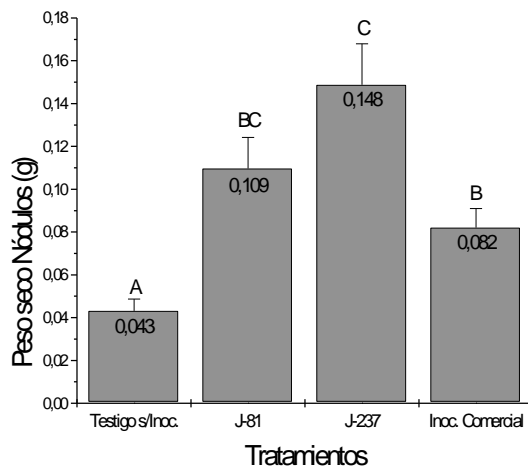
El mismo resultado observaron Nutinez *et al.* (2008) donde observaron mayor nodulación en todos los tratamientos inoculados en cuatro años de ensayos. Toniotti (2008) registró un incremento significativo en el número de nódulos y en la actividad nitrogenasa por plantas. Además no encontró cambios en la actividad nitrogenasa por gramo de nódulos, indicando que los rizobios naturalizados poseen similar capacidad de fijar nitrógeno, entre los tratamientos formados por cepas inoculadas y el testigo sin inocular.

Las figuras 4, 5 y 6, muestran el peso seco de los nódulos. Todos los tratamientos presentan un aumento en el peso seco de los nódulos con respecto a los testigos sin inocular. En Sampacho (figura 4) el peso seco de los nódulos en los tratamientos inoculados superó ( $p < 0,0001$ ) un 86% a los testigos sin inocular (0,163 g. y 0,023 g. respectivamente). De los tres sitios analizados Suco (figura 5) fue en el que se obtuvo menor respuesta en cuanto al peso seco de los nódulos. Los datos obtenidos no superaron los 0,15 g. (0,148 g. del tratamiento J-237 fue el valor mayor) con valores de 0,043 g. para el testigo sin inocular y un promedio de 0,113 g. para los tratamientos inoculados.

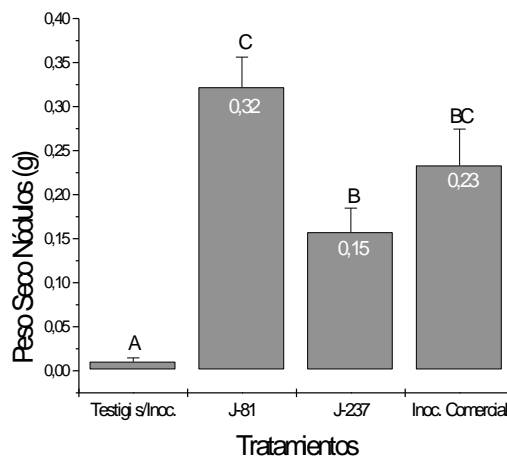
En Pizarro (figura 6) los valores presentan una respuesta marcada de los tratamientos inoculados con respecto al testigo sin inocular ( $p < 0,0001$ ), los datos muestran un amplio rango de 0,01 g. del testigo sin inocular y 0,23 g. promedio de los tratamientos inoculados, con una marcada respuesta en el tratamiento J-81 con un peso seco de nódulos de 0,32 g.



**Figura 4:** Peso secos de nódulos por planta en R2 en Sampacho para los tratamientos, testigo, J-81, J-237 y inoculante comercial. Barras verticales representan desvíos estándares. Las letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.



**Figura 5:** Peso secos de nódulos por planta en R2 en Suco para los tratamientos, testigo, J-81, J-237 y inoculante comercial. Barras verticales representan desvíos estándares. Las letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.



**Figura 6:** Peso secos de nódulos por planta en R2 en Pizarro para los tratamientos, testigo, J-81, J-237 y inoculante comercial. Barras verticales representan desvíos estándares. Las letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.

Datos reportados por Toniotti (2008) estudiando la actividad de la nitrogenasa por planta, concluye que no hubo cambios en la actividad de la nitrogenasa por gramo de nódulo indicando que los rizobios naturalizados poseen similar capacidad en fijar nitrógeno. Por su parte Méndez-Natera (2002) en un estudio de relación entre el peso seco total, caracteres vegetativos y la nodulación de plantas de maní, concluye que los caracteres de la nodulación (número de nódulos planta<sup>-1</sup> y peso seco de los nódulos) presentaron aumentos en el peso seco de las plantas, cuando el suelo ha sido cultivado previamente con otra leguminosa o el suelo no ha sido cultivado con maní, estos mismos caracteres no influyeron en el peso seco de las plantas cuando el cultivo previo no es una leguminosa (algodón y maíz).

### Biomasa

Las figura 7 y 8, muestran la biomasa (g m<sup>-2</sup>) expresada en peso seco de hojas + tallos, frutos, semilla, pericarpio y total en Sampacho y Suco con los tratamientos Nitrasoil<sup>®</sup>, Testigo s/inocular, Nitragin Lift<sup>®</sup>, J-81 y J-237. Al igual que Pizarro (figura 9) con los tratamientos Histick 2 mani<sup>®</sup>, Testigo s/inocular, Nitragin Lift<sup>®</sup>, J-81 y J-237.

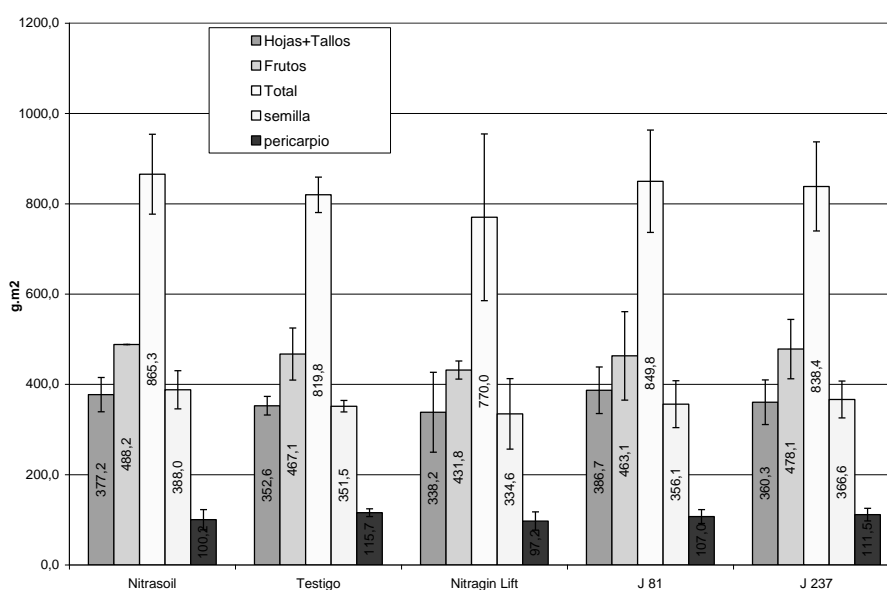
En Sampacho (figura 7), no se observaron diferencias significativas (p=0,7279) entre los diferentes tratamientos, solo se observó una leve disminución de los peso secos en el tratamiento inoculado con Nitragin Lift<sup>®</sup> registrando una disminución del peso total de 6%



menos que el testigo sin inocular, pero no produce diferencias significativas con el resto de los tratamientos.

En Suco (figura 8), tampoco se encontró diferencias significativas ( $p=0,4030$ ) en la biomasa. En el peso seco de hojas + tallos se presentó una pequeña disminución en el tratamiento J-81 con respecto al testigo sin inocular, 387,5 g. y 429,4 g. respectivamente. También se observó disminuciones pequeñas, pero que no mostraron diferencias significativas, en el peso total, peso de frutos y peso de pericarpio en el tratamiento J-237 con una disminución de 8,3; 10,6 y 26,3% respectivamente con respecto al testigo sin inocular.

En Pizarro (figura 9) no hubo diferencias significativas ( $p=0,4524$ ) en el peso de hojas + tallos, pero hubo diferencias estadísticamente en el peso de frutos, biomasa total, peso de semillas y peso de pericarpio ( $p<0,0001$ ,  $p=0,0011$ ,  $p=0,0001$  y  $p=0,0608$  respectivamente), observándose un incremento en la biomasa total de 38,4% del promedio de los tratamientos inoculados con respecto al testigo sin inocular. En el peso de frutos, semillas y pericarpio los incrementos registrados de los tratamientos inoculados fueron del 79; 90,9 y 59,6% respectivamente.



**Figura 7:** Peso seco de hojas + tallos, frutos, total, semillas y pericarpio ( $m^{-2}$ ) en la etapa R8, bajo los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Sampacho. Barras verticales representan desvíos estándares.

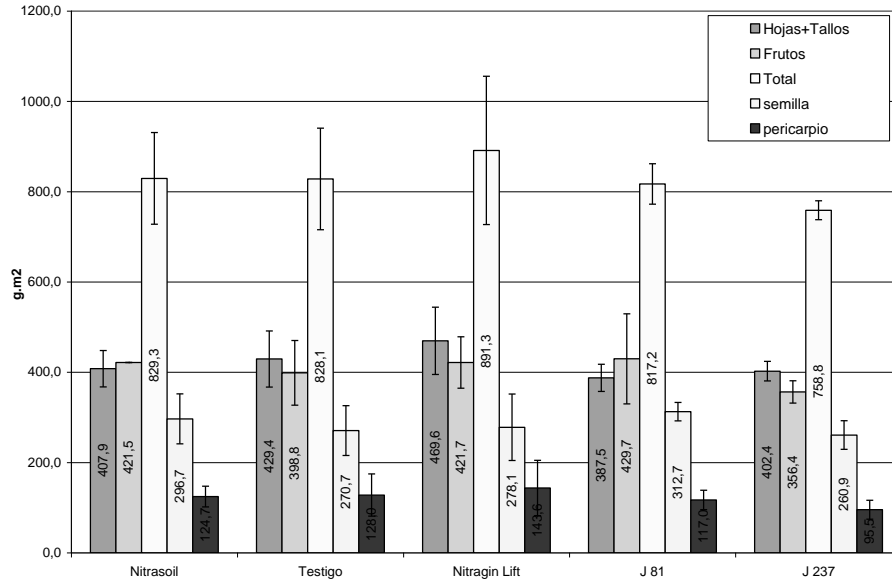


Figura 8: Peso seco de hojas + tallos, frutos, total, semillas y pericarpio ( $m^{-2}$ ) en la etapa R8, bajo los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Suco. Barras verticales representan desvíos estándares.

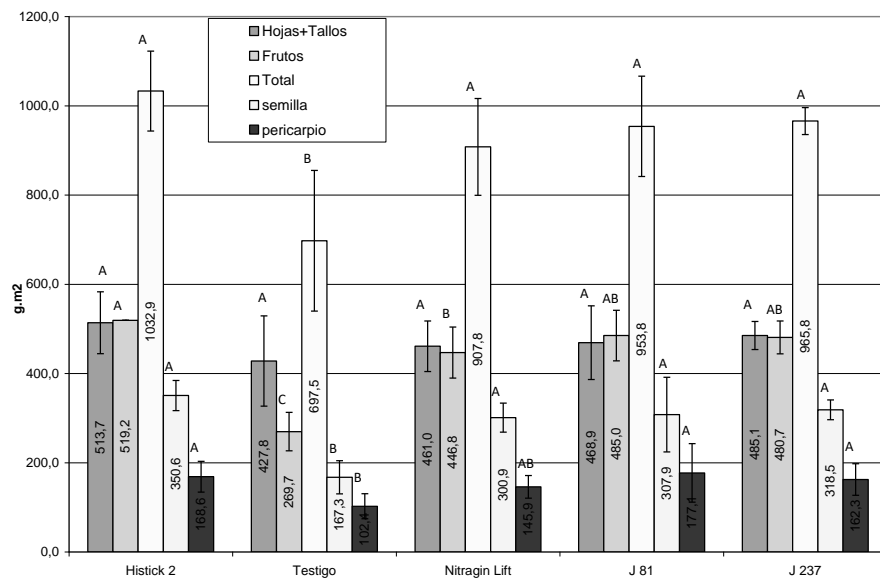


Figura 9: Peso seco de hojas + tallos, frutos, total, semillas y pericarpio ( $m^{-2}$ ) en la etapa R8, bajo los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Pizarro. Barras verticales representan desvíos estándares. Para cada variable, letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.

En todos los sitios se observó una diferencia de coloración en la órganos vegetativos entre los tratamientos inoculados y los testigos sin inocular, siendo verde más oscuro en los

inoculados y verde mas claro en los controles. Esta diferencia de coloración fue muy marcada en Pizarro y en menor medida en Suco y Sampacho (Figura N° 5 Anexo).

Resultado similares fueron descriptos por Díaz-Zorita *et al.* (2004) ya que observaron mayor intensidad de color verde en tratamientos inoculados 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, sugiriendo que los cultivos de maní en los tratamientos inoculados presentarían una mayor concentración de nitrógeno que los sin inocular.

Cerioni *et al.* (2007) obtuvieron a cosecha (R8) entre un 11,5 y 22,8% de incremento a la biomasa total por planta en los tratamientos inoculados, destacándose el aumento de peso seco de los tallos (16,5%), mientras que el de hojas se mantuvo casi sin diferencias.

Por su parte Castro *et al.* (2006) estudiando la contribución relativa de nitrógeno del suelo observaron diferencias 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) relacionando el peso seco total y la nodulación de planta de maní, observó que el número y el peso seco de nódulos planta<sup>-1</sup> tiene un efecto directo en la expresión del peso seco de las plantas en los suelos previamente cultivados con frijol (*Vigna unguilata* (L.) Walp.) y sin cultivar (barbecho), lo que conlleva un aumento del peso seco de las plantas. El modelo propuesto explicó alrededor del 71% de la variación en el peso seco de las plantas de maní.

Datos obtenidos por Toniotti (2008) evaluando tres sitios ubicados al sur, sureste de Córdoba, concluye que hay un aumento en la biomasa vegetativa y total por planta de los tratamientos inoculados en el surco. En los sitios donde hubo respuesta al inoculante se observó una marcada diferencia en la coloración del follaje entre los tratamientos inoculados (verde intenso) y el control (verde pálido). El peso seco de la biomasa total registró incrementos de hasta 54%, en comparación con el tratamiento control.

## Componentes del rendimiento

### Número de plantas

En cuanto al número de plantas m<sup>-2</sup> en todos los sitios estudiados, no se observó diferencias significativas (p=0,6877, p=0,2773, p=0,9018) entre los distintos tratamientos (Tabla 1 Anexo).

### Números de frutos maduros y números de frutos por planta

Las figuras 10, 11 y 12 muestran el número de frutos maduros  $m^{-2}$  y número de frutos planta $^{-1}$  en Sampacho, Suco y Pizarro.

En Sampacho (figura 10) no se observaron diferencias significativas ( $p=0,5228$ ) en el número de frutos  $m^{-2}$  y tampoco en el número de frutos planta $^{-1}$  ( $p=0,3663$ ). En Suco (figura 11) Tampoco se observaron diferencias estadísticas significativas en el número de frutos maduros  $m^{-2}$  y número de frutos planta $^{-1}$  ( $p=0,4192$  y  $p=0,3788$  respectivamente).

Por el contrario en Pizarro (figura 12) se observaron diferencias significativas en el número de frutos  $m^{-2}$  y número de frutos planta $^{-1}$  ( $p=0,0197$  y  $p=0,0321$  respectivamente) de los tratamientos inoculados con respecto con el testigo sin inocular. Se observó un aumento promedio (tratamientos inoculados) de 54,5% en el número de frutos  $m^{-2}$  y 63,1% en el número de frutos planta $^{-1}$  con respecto al testigo sin inocular. La mayor respuesta obtenida fue en el tratamiento con Histick 2 mani $^{\circledR}$  con un 62,8% en frutos por superficie y 75,6% en frutos planta $^{-1}$  con respecto al testigo sin inocular.

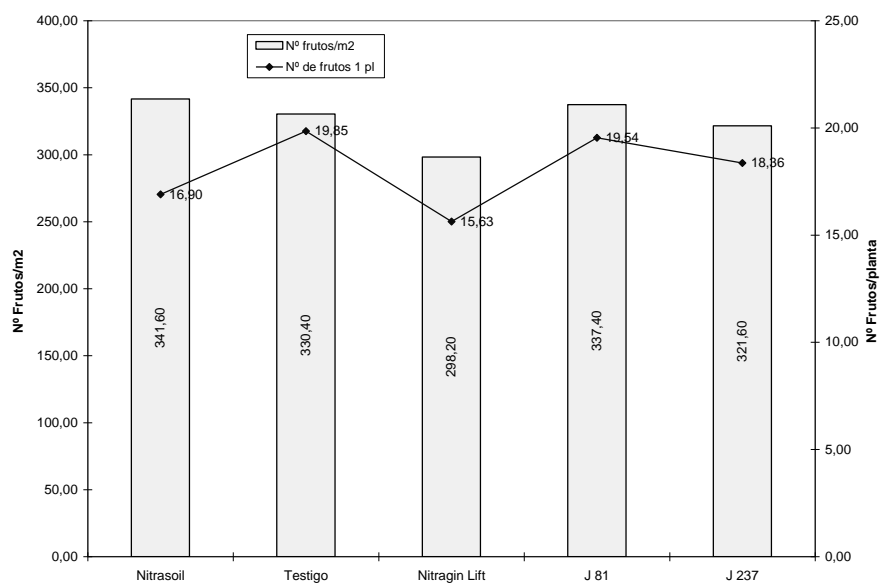


Figura 10: Número de frutos  $m^{-2}$  y Número de frutos planta $^{-1}$  en la etapa R8, bajo los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Sampacho.

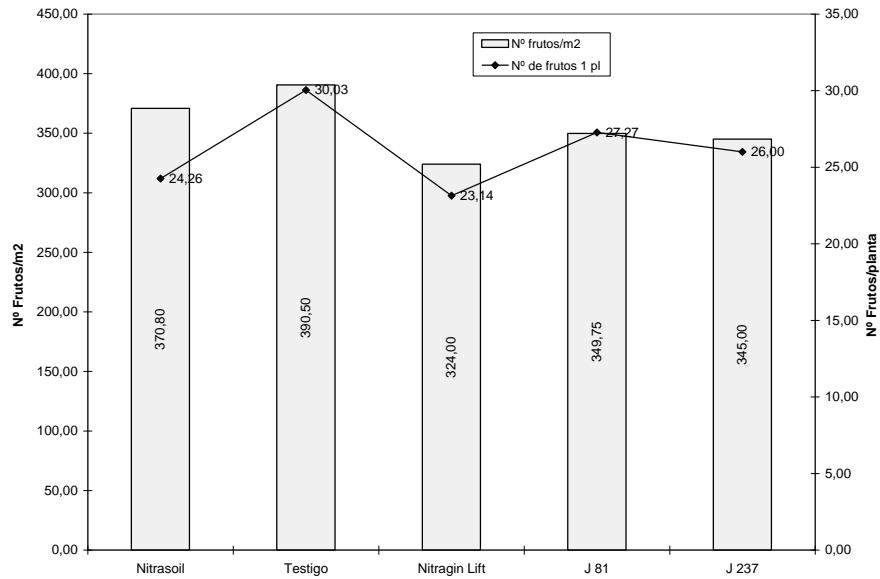


Figura 11: Número de frutos  $m^{-2}$  y Número de frutos  $planta^{-1}$  en la etapa R8, bajo los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Suco.

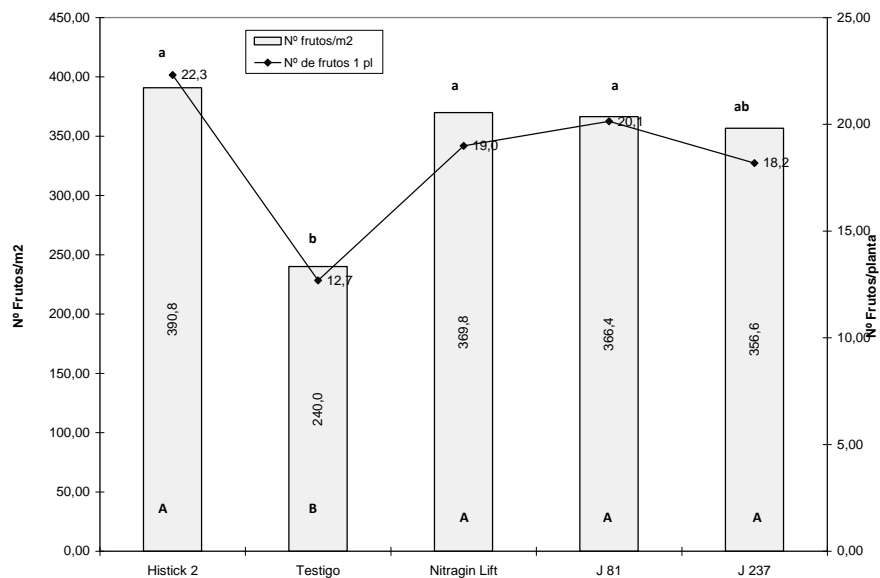


Figura 12: Número de frutos  $m^{-2}$  y Número de frutos  $planta^{-1}$  en la etapa R8, bajo los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Pizarro. Para cada variable, letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad, mayúsculas número de frutos por  $m^{-2}$  y minúsculas número de frutos por  $planta^{-1}$ .

Similares resultados obtuvo Toniotti (2008), en dos sitios ubicados en la localidad de Jovita (Córdoba) donde el número de frutos totales tuvo un aumento significativo ( $p=0,0001$ ) de 80,3% en el tratamiento inoculado.

Cerioni *et al.* (2007) encontraron que el rendimiento de frutos y semillas (24,4 y 24,9%, respectivamente) de los tratamientos inoculados en el surco de la siembra, estuvo asociado a los componentes directos del rendimiento (número y peso de los frutos y semillas) además del número de nódulos, la actividad de la nitrogenasa y la biomasa. Estos autores obtuvieron los mismo resultados (Cerioni *et al.*, 2008) en un ensayo realizado con inoculantes e insecticidas, llevado a cabo en la localidad de Jovita (Córdoba), donde los tratamientos inoculados tuvieron un aumento en la cantidad y peso de frutos y semillas por superficie (45,9; 45,5 y 48,8% respectivamente).

### Peso de un fruto

Las figuras 13, 14 y 15 muestran el peso medio de un fruto expresado en gramos, en la etapa R8, en Sampacho, Suco y Pizarro.

En ninguno de los sitios evaluados se encontraron diferencias estadísticamente significativas, ( $p=0,4727$ ;  $p=0,2978$ ;  $p=0,3551$  para Sampacho, Suco y Pizarro respectivamente).

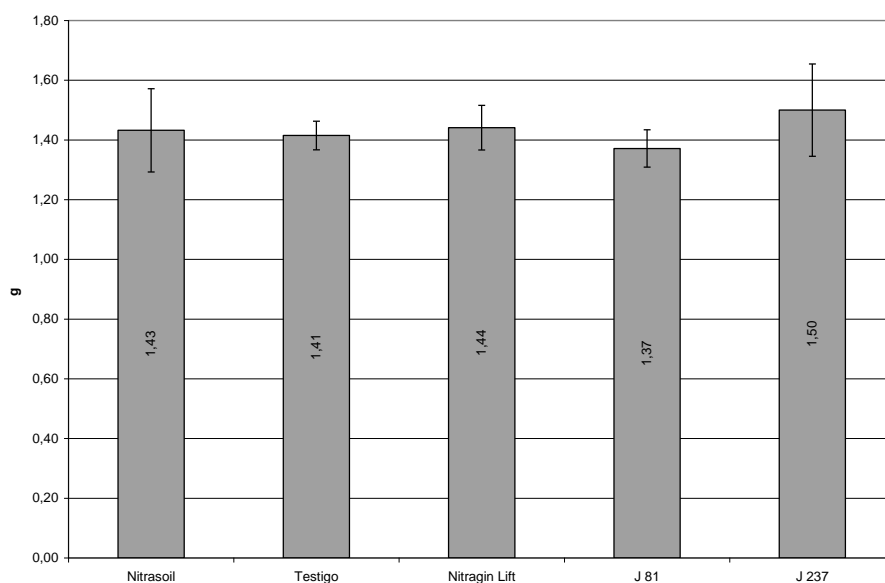
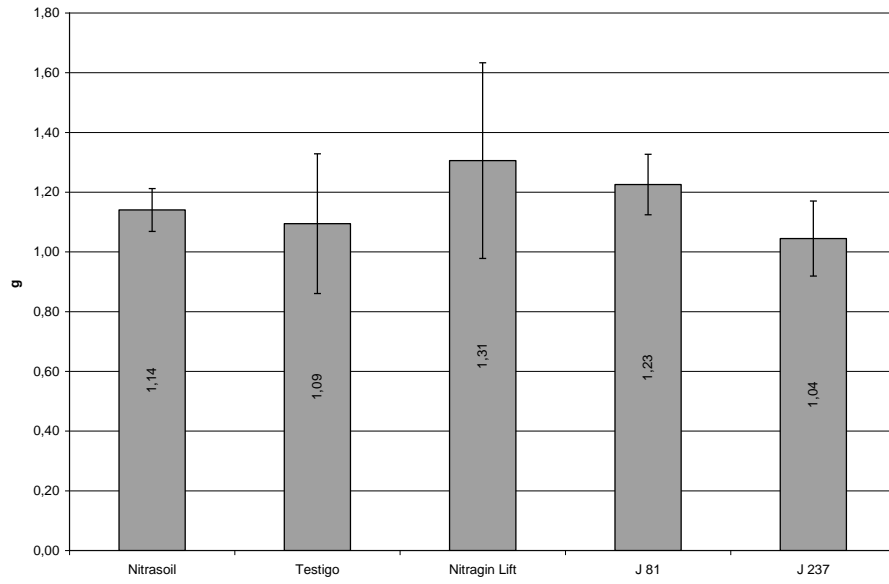
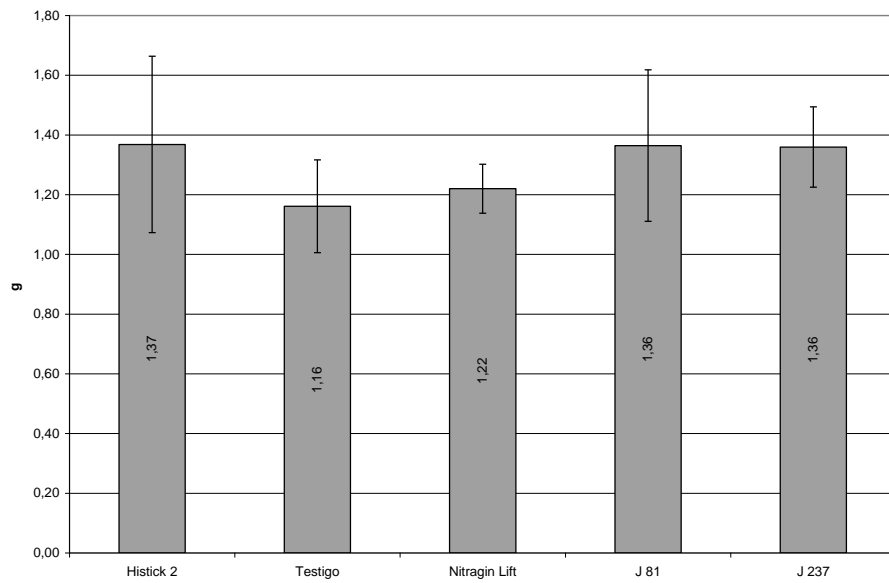


Figura 13: Peso de un fruto (gramos) en la etapa R8, en los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Sampacho. Barras verticales representan desvíos estándares.



**Figura 14:** Peso de un fruto (gramos) en la etapa R8, en los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Suco. Barras verticales representan desvíos estándares.



**Figura 15:** Peso de un fruto (gramos) en la etapa R8, en los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Pizarro. Barras verticales representan desvíos estándares.

Los sitios evaluados no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. En Pizarro se observó en general que los tratamientos inoculados tuvieron un incremento en el peso individual respecto al testigo.

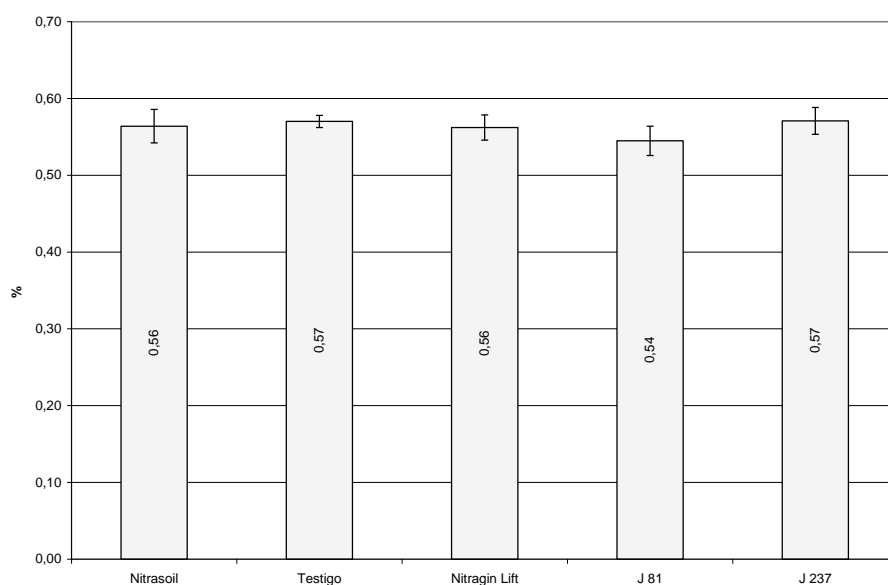
### Índice de cosecha

En las figuras 16, 17 y 18 muestran el índice de cosecha (IC) en Sampacho, Suco y Pizarro.

En Sampacho (figura 16) no se encontró diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,2428$ ) entre los tratamientos inoculados con respecto al testigo, con un valor medio de 0,56.

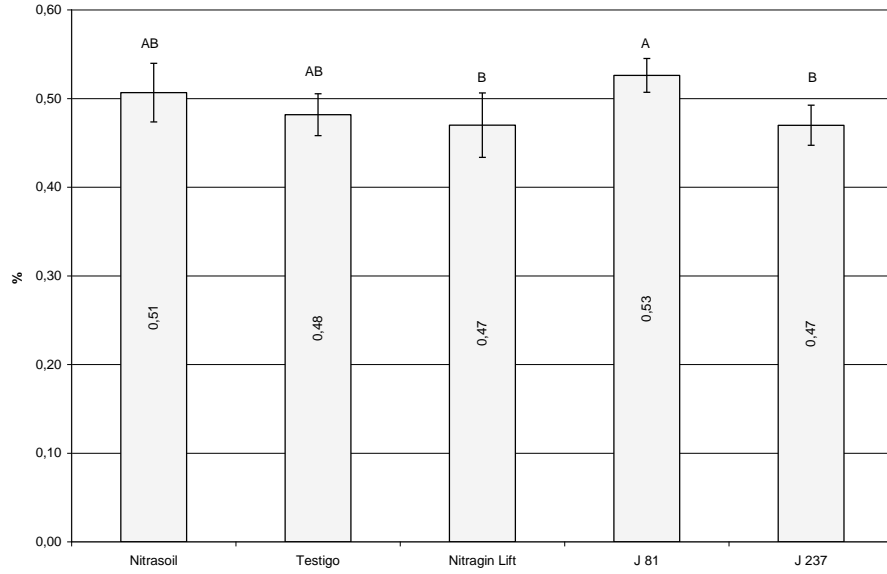
En suco hubo diferencias significativas ( $p=0,0159$ ) en el índice de cosecha (figura 17), con un aumento del 8,3% para los tratamientos Nitrasoil® y J-81, y una disminución del 2,1% para los tratamientos Nitragin Lift® y J-237 con respecto al control.

También se encontró diferencias estadísticamente significativas ( $p<0,0001$ ) en Pizarro (figura 18) entre los tratamientos inoculados y el control. Se observó un valor medio de los tratamientos inoculados de 0,50 que presentó un aumento del 28,2% con respecto al control con un valor de 0,39.

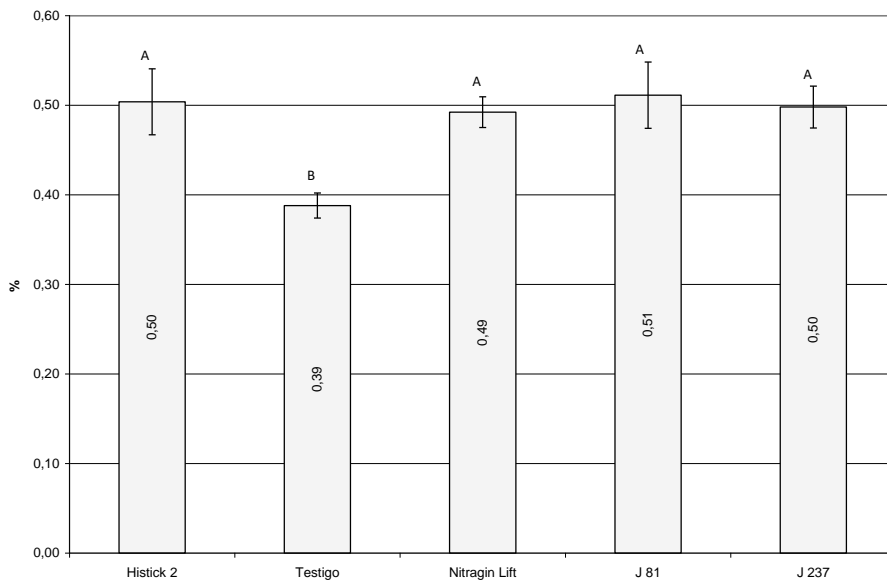


**Figura 16:** Índice de cosecha en la etapa R8, en los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Sampacho. Barras verticales representan desvíos estándares.





**Figura 17:** Índice de cosecha en la etapa R8, en los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Suco. Para cada variable, letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad. Barras verticales representan desvíos estándares.



**Figura 18:** Índice de cosecha en la etapa R8, en los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Pizarro. Para cada variable, letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad. Barras verticales representan desvíos estándares.

En Suco y Pizarro (figura 17 y 18) hubo diferencias estadísticamente significativas, una marcada respuesta se produjo en Pizarro, donde se observó aumentos entre los tratamientos inoculados con el testigo sin inocular de 0,50 y 0,39 respectivamente. Estos valores concuerda con las respuestas que obtuvieron Cerioni *et al.*, (2007) donde observaron un aumento en el índice de cosecha del 11,3% con respecto al control en tratamientos inoculados en el surco de siembra.

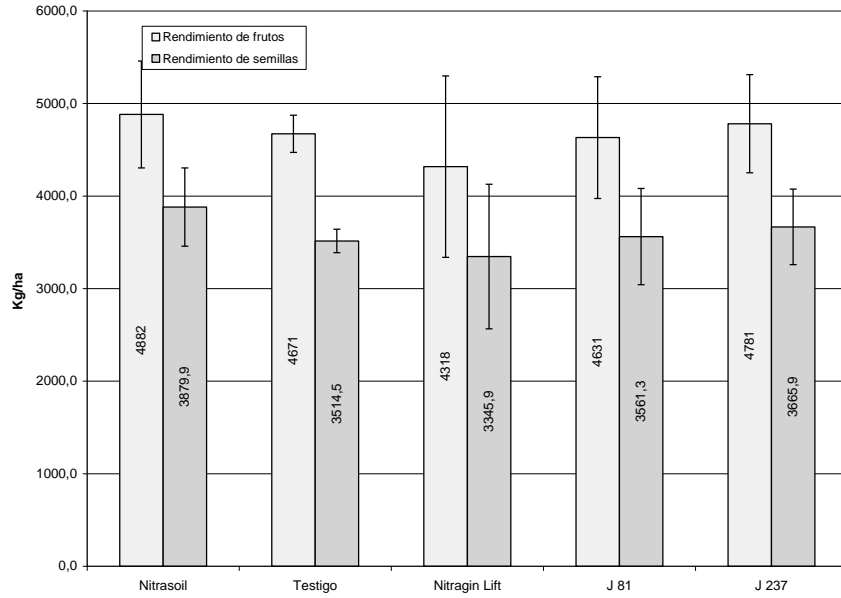
#### Rendimiento de frutos y semillas

Las figuras 19, 20 y 21 muestran el rendimiento de frutos y semillas en kg ha<sup>-1</sup>, en Sampacho, Suco y Pizarro.

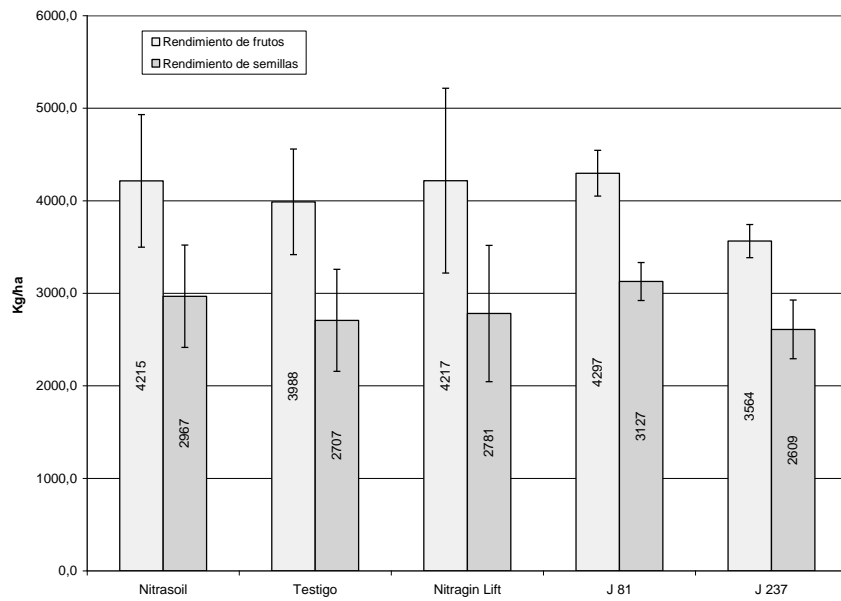
En Sampacho (figura 19) no hubo diferencias estadísticas significativas en cuanto al rendimiento de los frutos (p=0,6980) y semillas (p=0,5484) con valores medios de 4656,6 y 3593,5 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente.

En Suco (figura 20) se observó que no hubo respuestas significativas en el rendimiento de frutos (p=0,3608) y de semillas (p=0,5183). El rendimiento promedio general de todos los tratamientos fue de 4063,4 kg ha<sup>-1</sup> para los frutos y 2838,2 kg ha<sup>-1</sup> para las semillas.

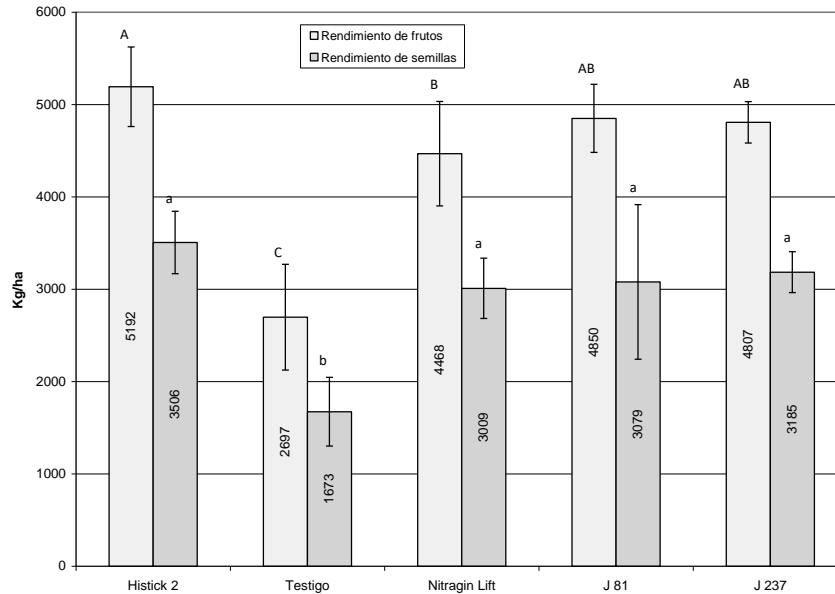
En Pizarro (figura 21) hubo diferencias altamente significativas en el rendimiento de los frutos (p<0,0001) y de semillas (p=0,0001) con un aumento en el rendimiento de frutos y semillas del 79 y 90,9% respectivamente, de los tratamientos inoculados con respecto al control. El rendimiento de frutos de los tratamientos inoculados fue de 4829,2 kg ha<sup>-1</sup> y el rendimiento de semillas de 3194,7 kg ha<sup>-1</sup>, el testigo tuvo un rendimiento de 2697 y 1673 kg ha<sup>-1</sup> de frutos y semillas respectivamente. El inoculante Histick 2 mani<sup>®</sup> fue el que mayor respuesta tuvo de los tratamientos con un aumento de 92,7% en el rendimiento de los frutos y 109,5% en el de semillas con respecto al control sin inocular.



**Figura 19:** Rendimiento de frutos y semillas ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en la etapa R8, en los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Sompacho. Barras verticales representan desvíos estándares.



**Figura 20:** Rendimiento de frutos y semillas ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en la etapa R8, en los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Suco. Barras verticales representan desvíos estándares.



**Figura 21:** Rendimientos de frutos y semillas ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en la etapa R8, en los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Pizarro. Para cada variable, letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad. Barras verticales representan desvíos estándares.

Solo en Pizarro hubo respuestas estadísticamente significativas con la aplicación de inoculantes en el surco de la siembra, se observó una diferencia marcada en los tratamientos inoculados con respecto al control. Similar resultado obtuvieron Díaz-Zorita *et al.* (2004) evaluaron dos campañas donde los tratamientos inoculados presentaron mayor producción que sin la aplicación de esta práctica ( $p < 0,06$ ),  $3489$  y  $2859 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Baliña *et al.* (2006) estudiando 5 campañas (2001/02 al 2005/06) observaron que en promedio, la inoculación aumentó los rendimientos en  $547 \text{ kg ha}^{-1}$  ( $p < 0,10$ ), equivalentemente a una respuesta sobre el control sin inocular del 17%. Tomando como respuestas positivas a las diferencias mayores de  $70 \text{ kg ha}^{-1}$  entre tratamiento inoculado y el control, se observó que en el 76% de los sitios evaluados se registraron mejoras en los rendimientos.

La inoculación del cultivo de maní aplicada al surco de siembra en campos sin registro previo de este cultivo en la rotación aumentó significativamente los rendimientos de frutos y semillas (Cerioni *et al.*, 2007). La respuesta observada en cada sitio fue de diferente magnitud y estuvo asociada con cada ambiente. En particular la cantidad de nitratos del suelo medida a cosecha mostro una estrecha relación con el incremento de la respuesta de cada sitio con un aumento de 24,4% en el rendimiento de los frutos y 24,9% en las semillas. También se obtuvo un aumento del rendimiento de frutos y semillas con la aplicación de insecticidas conjuntamente con el inoculante, de 21 y 22% respectivamente (Cerioni *et al.*

2008). Similares resultados obtuvieron Haro *et al.* (2010) con un amplio rango de variación (425,2 – 299,7 g m<sup>-2</sup>) con tratamientos con inoculantes comerciales.

Por su parte Valetti *et al.*, (2008) utilizando inoculantes formulados a partir de aislamientos rizobianos nativos, en la localidad de Pizarro, obtuvo como respuesta un aumento significativos del 44,5% en los rendimientos de frutos en comparación a los observados en los testigos sin inocular. Dichos inoculantes no mostraron diferencias significativas con respecto a los inoculantes comerciales.

Al respecto Toniotti (2008) encontró diferencias significativas en dos sitios ubicados en la localidad de Jovita (Córdoba) donde alcanzo rendimientos máximos de frutos y semillas (6625 kg ha<sup>-1</sup> y 4193 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente), en los tratamientos inoculados.

Francisetti (2010) evaluando la inoculación aplicada en el surco en la región de Pizarro, en la campaña 2007/2008, obtuvo diferencias altamente significativas, con rendimientos de frutos de 4409,7 Kg ha<sup>-1</sup> en los tratamientos inoculados y 2422,5 Kg ha<sup>-1</sup> en los tratamientos sin inocular, con un incremento del 82%. También observó un incremento en el rendimiento de semillas de 92% en los tratamientos inoculados con respecto al testigo sin inocular, con valores de 3580,2 Kg ha<sup>-1</sup> y 1861 Kg ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Por lo contrario Chiavazza (2009) evaluando la inoculación en suelos con distinto historial manisero, no obtuvo respuestas significativas en el rendimiento de granos.

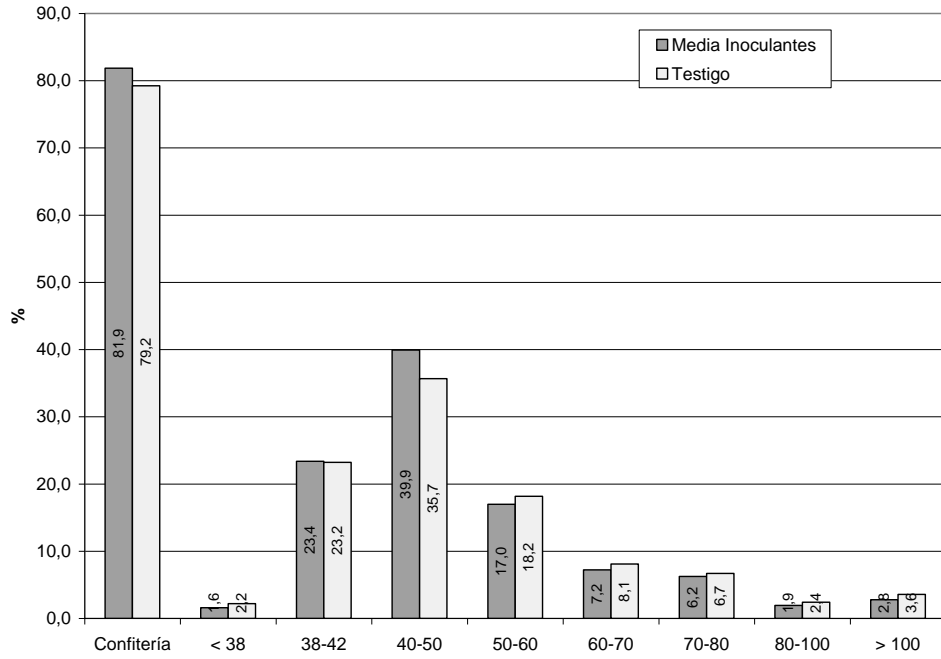
### Calidad comercial

#### Rendimiento confitería

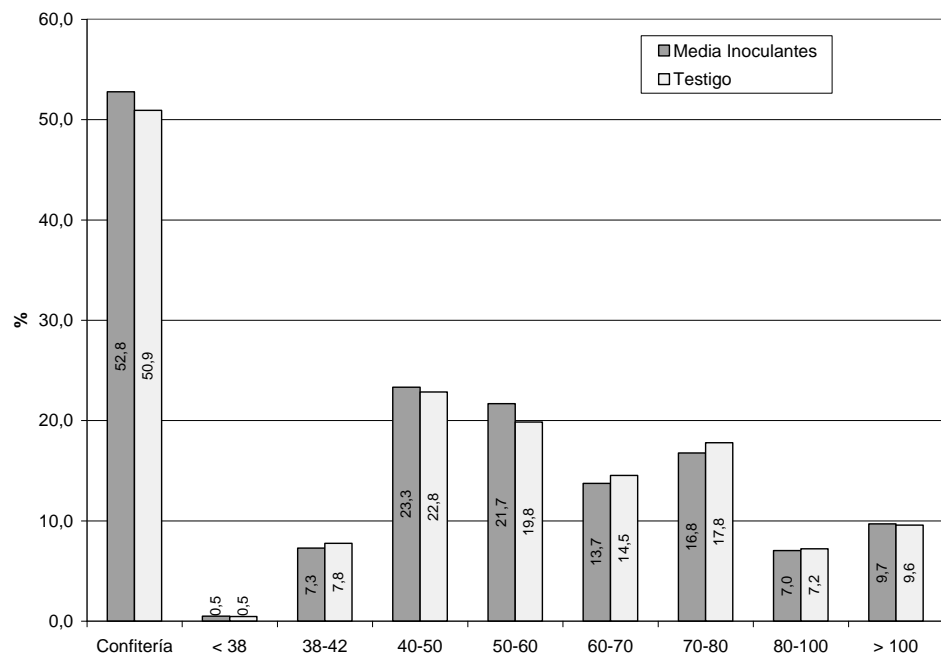
Las figuras 22, 23 y 24 muestran la calidad comercial, en porcentaje de grano para confitería (sumatorias de zarandas 10, 9, 8, y 7,5 mm.) y los porcentajes de cada una de las categorías granométricas, en Sampacho, Suco y Pizarro respectivamente.

En Sampacho, Suco y Pizarro (figura 22, 23 y 24) no se observaron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de confitería (p=0,2978; p=0,2998 y p=0,8881).

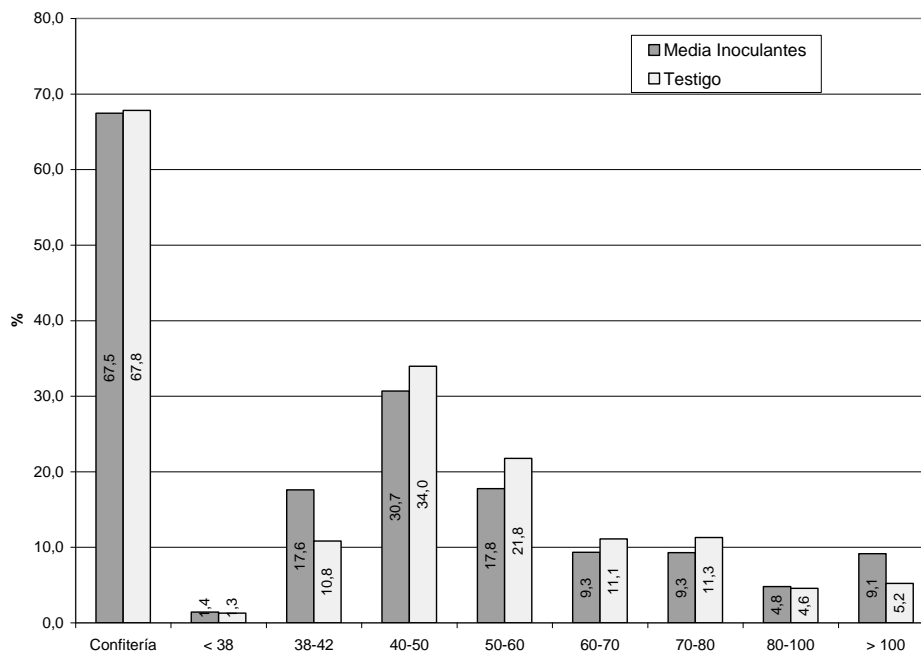
De los sitios evaluados Suco fue el que obtuvo menor porcentaje de confitería (52,8% inoculados y 50,9% control) esto se debió a la siembra tardía de los tratamientos.



**Figura 22:** Porcentaje de maní confitería y porcentajes de cada categoría granométricas, de la media de los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Sompacho. Diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.



**Figura 23:** Porcentaje de maní confitería y porcentajes de cada categoría granométricas, de la media de los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Suco. Diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.



**Figura 24:** Porcentaje de maní confitería y porcentajes de cada categoría granométricas, de la media de los tratamientos inoculados y testigo sin inocular en Pizarro. Diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.

Estos estudios difieren de los observados por Castro *et al.* (2006) en el departamento Río Cuarto, donde la inoculación con cepas seleccionadas aumentó el rendimiento de maní confitería de 6, 10 y 11% en tres ciclos de estudio respectivamente. Por otra parte en un estudio donde se evaluaron 5 campañas del cultivo de maní inoculado, Baliña *et al.* (2006) observaron que la proporción de granos aptos para confitería en los tratamientos inoculados, se incremento en promedio 5%. Díaz-Zorita *et al.* (2004) estudiando la respuesta de la inoculación al cultivo de maní obtuvo valores en maní de confitería entre el 47 y 86% con un 4,7% mayor en los tratamientos inoculados que en los sin tratar (diferencia estadísticamente no significativa). El mismo resultado obtuvo Cerioni *et al.* (2007) donde el rendimiento confitería y la granometría sólo mostraron un aumento leve (no significativo) en respuesta a la inoculación en el surco. Estos resultados también concuerdan con los estudios realizados por Toniotti (2008).

En un estudio de compatibilidad entre insecticidas e inoculantes aplicados en el surco de siembra en el cultivo de maní (Cerioni *et al.*, 2008) se obtuvo como respuesta que la calidad comercial del grano mejoró con la aplicación del inoculante. El rendimiento confitería superó al testigo entre un 9 y 12% debido a las mayores proporciones de granos de los tamaños 38-42, 40-50 y 50-60. En Villa Dolores, Harte *et al.* (2005), a calidad de los

granos aumentó con una mayor proporción de los calibres 38/42 y 40/50 granos/onza y de la relación grano/caja en el cultivo inoculado (75%) *versus* el control (73%).

### Relación grano/caja

La tabla 1 muestra la relación grano/caja para los tratamientos inoculados y testigo sin inocular, en Sampacho, Suco y Pizarro. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, ( $p=0,1680$ ,  $p=0,5062$  y  $p=0,0992$  respectivamente). En Sampacho los valores medios fueron de de 0,77, Suco 0,7 y Pizarro 0,65.

Tabla 1: Relación grano/caja de los sitios Sampacho, Suco y Pizarro y sus tratamientos

<b><i>Relación Grano/Caja</i></b>	<b><i>Sampacho</i></b>	<b><i>Suco</i></b>	<b><i>Pizarro</i></b>
<i>Inoculante comercial</i>	0,80	0,70	0,68
<i>Testigo</i>	0,75	0,68	0,62
<i>Nitrágin Lift<sup>®</sup></i>	0,77	0,66	0,67
<i>J-81</i>	0,77	0,73	0,63
<i>J-237</i>	0,77	0,73	0,66
<b><i>P</i></b>	<b>0,77</b>	<b>0,70</b>	<b>0,65</b>
<b><i>Desvío standar</i></b>	<b>0,01</b>	<b>0,03</b>	<b>0,02</b>

En un estudio realizado en cultivos de maní inoculado por Díaz-Zorita *et al.* (2004), observaron que la relación grano/caja fue en promedio del 65% y resultó independientemente de los tratamientos evaluados. Cerioni *et al.* (2007) concluyeron que la relación grano/caja mostró un leve aumento no significativo con la inoculación en el surco. Por su parte Toniotti (2008) obtuvo diferencias significativas en las localidades de Pincén y Jovita (Córdoba) ( $p=0,0006$  y  $p=0,0078$  respectivamente) con valores máximos de 0,82 para los tratamientos inoculados y 0,78 para el control.

### Relación entre variables

En la tabla 2 se muestran los coeficientes de correlación de Pearson entre las variables estudiadas en Sampacho. El peso de hojas+tallos  $m^{-2}$  tuvo una alta relación (0,96) con el peso de biomasa total  $m^{-2}$ , el rendimiento de frutos (0,86) y semillas (0,87). También hubo relación con el número de frutos  $m^{-2}$  (0,75). El peso de biomasa total tuvo una alta relación con el número de frutos  $m^{-2}$  (0,83), el rendimiento de frutos (0,97) y semillas (0,96). El número de frutos  $m^{-2}$  tuvo una alta relación con el rendimiento de frutos (0,84) y de semillas (0,82). Por último se observó una alta relación entre el rendimiento de frutos con el rendimiento de semillas (0,98).

En Suco (tabla 3), el peso de hoja+tallo  $m^{-2}$  tuvo una alta relación con el peso de biomasa total  $m^{-2}$  (0,86), y una relación con el rendimientos de frutos (0,55). El peso de



biomasa tuvo relación con el número de plantas  $m^{-2}$  (0,52), rendimientos de semillas (0,61) y una alta relación (0,9). El índice cosecha tuvo una relación con el rendimientos de frutos (0,61), rendimiento de semillas (0,64) y rendimiento confitería (0,58). La menor relación entre variables de crecimiento y rendimiento en este sitio podría deberse a la influencia de la fecha de siembra tardía en cual se realizó en este sitio. También se observó relación entre el peso de un fruto con el rendimiento de frutos (0,64) y una alta relación en el rendimientos de frutos con el rendimientos de semillas (0,89).

En Pizarro (tabla 4), el peso de hojas+tallos  $m^{-2}$  tuvo una alta relación con el peso de biomasa  $m^{-2}$  (0,85), el número de frutos  $m^{-2}$  (0,75) y el rendimiento de semillas (0,7), y una relación con el rendimiento de frutos (0,58). El peso de biomasa  $m^{-2}$  tuvo una alta relación con el número de frutos  $m^{-2}$  (0,88), rendimiento de frutos (0,92) y rendimiento de semillas (0,91). El número de frutos  $m^{-2}$  tuvo una alta relación con el rendimiento de frutos (0,81) y rendimiento de semillas (0,84). El índice de cosecha tuvo una alta relación (0,8) con el rendimiento de frutos y una relación con el rendimiento de semillas (0,57). También se observó una alta relación de el rendimiento de frutos y rendimiento de semillas (0,89).

Las relaciones obtenidas en Sampacho y Pizarro son similares mientras que las observadas en Suco, difieren a causa de la siembra tardía de este sitio.

Tabla 2: Coeficiente de correlación entre variables en Sampacho.

<i>Sampacho</i>	Peso hojas+tallo/ $m^2$	Peso Biomasa total/m	n° frutos/ $m^2$	grano/ caja	IC	Peso 1 fruto	Rend. frutos	Rend. semillas
<b>Peso Biomasa total/m</b>	0,96							
<b>n° plantas/<math>m^2</math></b>	0,31	0,34						
<b>n° frutos/<math>m^2</math></b>	0,75	0,83						
<b>grano/ caja</b>	0,18	0,12	-0,002					
<b>IC</b>	-0,46	-0,18	0,01	-0,29				
<b>Peso 1 fruto</b>	0,24	0,31	-0,21	0,1	0,1			
<b>Rend. frutos</b>	0,86	0,97	0,84	0,05	0,06	0,35		
<b>Rend.semillas</b>	0,87	0,96	0,82	0,25	-0,0016	0,35	0,98	
<b>Confitería</b>	-0,31	-0,28	-0,42	0,11	0,18	0,28	-0,24	-0,22

Tabla 3: Coeficiente de correlación entre variables en Suco

<i>Suco</i>	Peso hojas+tallo/m <sup>2</sup>	Peso Biomasa total/m	n° frutos/m <sup>2</sup>	grano/ caja	IC	Peso 1 fruto	Rend. frutos	Rend. semillas
Peso Biomasa total/m	0,86							
n° plantas/m <sup>2</sup>	0,4	0,52						
n° frutos/m <sup>2</sup>	0,3	0,36						
grano/ caja	-0,36	-0,27	0,23					
IC	-0,32	0,21	0,08	0,14				
Peso 1 fruto	0,25	0,53	-0,5	-0,31	0,48			
Rend. frutos	0,55	0,9	0,32	-0,14	0,61	0,64		
Rend. semillas	0,24	0,61	0,42	0,49	0,64	0,39	0,79	
Confitería	-0,25	0,05	0,13	0,38	0,58	0,11	0,3	0,48

Tabla 4: Coeficiente de correlación entre variables en Pizarro.

<i>Pizarro</i>	Peso hojas+tallo/m <sup>2</sup>	Peso Biomasa total/m	n° frutos/m <sup>2</sup>	grano/ caja	IC	Peso 1 fruto	Rendimi frutos	Rendimi semillas
Peso Biomasa total/m	0,85							
n° plantas/m <sup>2</sup>	0,42	0,2						
n° frutos/m <sup>2</sup>	0,75	0,88						
grano/ caja	-0,07	-0,23	-0,03					
IC	-0,01	0,51	0,44	-0,29				
Peso 1 fruto	-0,38	-0,02	-0,37	-0,41	0,57			
Rend. frutos	0,58	0,92	0,81	-0,3	0,8	0,24		
Rend. semillas	0,7	0,91	0,84	-0,32	0,57	0,01	0,89	
Confitería	-0,52	-0,4	-0,25	-0,17	0,06	0,09	-0,23	-0,11

## CONCLUSIONES

El número y el peso seco de nódulos tuvieron un incremento significativo en respuesta a la inoculación, con mayor respuesta en las cepas obtenidas en la Universidad Nacional de Río Cuarto respecto a las cepas comerciales

La relación entre variables, en Sampacho y Pizarro, el peso de hojas+tallos  $m^{-2}$  fue alta con la biomasa total  $m^{-1}$ , el número de plantas  $m^{-2}$ , el número de frutos  $m^{-2}$ , rendimiento de frutos y rendimiento de semillas. El peso de biomasa  $m^{-1}$  con el número de frutos  $m^{-2}$ , rendimiento de frutos y rendimiento de semillas. El número de frutos  $m^{-2}$  con el rendimiento de frutos y rendimiento de semillas, y el rendimiento de frutos con el rendimiento de semillas. También en Pizarro se observó una alta relación del IC con el rendimiento de frutos. En Suco se observó una alta relación entre el peso de hoja+tallo  $m^{-2}$  con el peso de biomasa  $m^{-1}$  y el peso de biomasa  $m^{-1}$  con el rendimiento de frutos. Esto se debió a la siembra tardía de este sitio.

La técnica de aplicación de inoculantes en el surco de la siembra, en el suroeste de la provincia de Córdoba, en campos sin antecedentes de cultivos de maní en la rotación, con cepas desarrolladas en la universidad y comerciales, tuvo respuestas significativas en el rendimiento de frutos y semillas en Pizarro no así en Sampacho y Suco, debido a la diferencias de ambientes que presentaron estos sitios. En Pizarro los suelos son menos desarrollados y de menor contenido en materia orgánica (<1%) con respecto a Sampacho y Suco, lo que se concluyó la alta respuesta de inoculación de este sitio, similares resultados fueron reportados por Toniotti (2008) y Francisetti (2010) evaluando sitios con las mismas características y con diferentes tratamientos.

En ninguno de los sitios evaluados se observaron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento confitería y en la relación grano/caja.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- BALIÑA, R; DIAZ ZORITA, M; 2006. Aportes de la inoculación en cultivos de maní: resumen de 5 años de evaluaciones. **XXI Jornada nacional de maní**. 8-10 Gral. Cabrera, Córdoba.
- BOOTE, K, J; 1982. Growth stages of peanut (*Arachis hipogaea*. L.). **Peanut Science** **9**, 35-40.
- CASTRO, S.; CERIONI, G; GIAYETTO, O.; y FABRA A; 2006. Contribución relativa del nitrógeno del suelo y del fijado biológicamente a la economía de la nutrición nitrogenada de maní (*Arachis hipogaea* L.) en diferentes condiciones de fertilidad. **Agriscientia XXIII** (2): 55-66.
- CERIONI, G; BALIÑA, R; TONIOTTI, G; GIAYETTO, O; FERNANDEZ, E; 2007. Inoculación de maní aplicada en el surco. Biomasa, componentes del rendimiento y calidad. **XXII Jornada nacional de maní. 1<sup>er</sup> Simposio de maní en el Mercosur**. 52-53 Gral. Cabrera, Córdoba.
- CERIONI, G; GIAYETTO, O; FERNANDEZ, E; BALIÑA, R; CORNEJO, J; 2008. Compatibilidad de insecticidas e inoculantes aplicados al maní en el surco de la siembra. **XXIII Jornada nacional de maní**. 18-20 Gral. Cabrera, Córdoba.
- CERIONI G.; BALIÑA R; GIAYETTO O.; FERNANDEZ E.M. Y KEARNEY M. 2009 Inoculación en surco en el cultivo de maní. **VII Rebios. Reunión nacional científico técnica de biología del suelo y FBN**. Pág.85. San Miguel de Tucumán.
- CHIAVAZZA, A, 2009. Respuesta del cultivo de maní a la inoculación en suelos con distinto historial manisero. **XXIV Jornada Nacional de maní**. 7 Gral. Cabrera, Córdoba.
- DIAZ-ZORITA, M; BALIÑA, R; 2004. Respuesta de cultivos de maní a la inoculación con *Bradyrhizobium* sp. **Ciencia del suelo**. 22 (1): 7-10.
- FERNANDEZ, E; GIAYETTO, O; 2006. **El cultivo de maní en Córdoba** (Comp.)Ediciones Universidad Nacional de Rio Cuarto.
- FRANCISSETTI, M; 2010. **Inoculación aplicada al surco en el cultivo de maní (*Arachis hipogaea* L.) con cepas comerciales y experimentales de *Bradyrhizobium* sp.** Tesis. Facultad de agronomía y veterinaria. Universidad Nacional de Rio Cuarto.
- GIAYETTO, O.; G.A. CERIONI; S. CASTRO Y A. FABRA, 1998. Fijación biológica y balance de nitrógeno en maní. **XIII Jornada Nacional de maní**. 28 Gral. Cabrera, Córdoba.

- HARO R.G., M. MURGIO Y L. GASTALDI. 2010. Respuesta del cultivo de maní a la inoculación. **XXV Jornada Nacional de Maní**. 56-58. Gral. Cabrera, Córdoba.
- HARTE M.; BALIÑA R.; DIAZ ZORITA M.; 2005. Calidad de granos de maní según tratamientos de inoculación. **XX Jornada Nacional de Maní**. 26-28 Gral. Cabrera, Córdoba.
- INFOSTAT. 2008. Programa estadístico. En: [www.infostat.com.ar](http://www.infostat.com.ar) .
- INTA MANFREDI Y AGENCIA CÓRDOBA AMBIENTE. 2003. **Recursos Naturales de la provincia de Córdoba “Los suelos”**: 236-384.
- 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, 46-53.
- NUTINEZ, D; MANESCOTTO, M; MONTELONE, E; 2008. Práctica de inoculación en el cultivo de maní. Porque inocular. Evolución de cuatro años de ensayos. **XXIII Jornada nacional de maní**. 34-35 Gral. Cabrera, Córdoba.
- PEDELINI, R; 2008 **Maní: Guía práctica para su cultivo**. Boletín de divulgación técnica N°2 Ediciones INTA.
- PEREZ, M; KOPP, S; CAVALLO, A; PEDELINI, R; HEREDIA, M; DIAZ, A; TOMASSINI, F; ILLIA, C; 2008. Efectos de la aplicación combinada de fungicida más inoculante en semilla de maní de diferente calidad fitosanitaria. **XXIII Jornada nacional de maní**. 6-7 Gral. Cabrera, Córdoba.
- SATORRE, E; BENECH ARNOLD, R; SLAFER, G; B. DE LA FUENTE, E; MIRALLES, D; OTEGUI, M; y SAVIN, R. 2003. **Producción de Granos**. Bases funcionales para su manejo. Editorial Facultad de Agronomía. UBA. Buenos Aires.
- TONIOTTI, D; 2008. **Efecto 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**. Tesis. Facultad de agronomía y veterinaria. Universidad Nacional de Rio Cuarto.
- VALETTI, L; ANGELINI, J; CERIONI, G; FABRA, A; 2008. Desarrollo y evaluación a campo de un inoculante para maní, elaborado a partir de aislamientos rizobianos nativos de la zona manisera de la provincia de Córdoba. **XXIII Jornada nacional de maní**. 36-38 Gral. Cabrera, Córdoba.

## ANEXO FIGURAS



Figura N°1: “Kit” inoculador instalado en sembradora, durante siembra de maní



Figura N°2: Caldo de inoculante aplicado en el surco de siembra, (la sembradora esta levantada para la observación del mecanismo)



Figura N°3: Raíces de planta de maní en etapa R8, en Pizarro del tratamiento sin inocular (testigo) observándose los nódulos.



Figura N°4: Raíces de planta de maní en etapa R8, en Pizarro del tratamiento inoculado observándose los nódulos.



Figura N°5: Cultivo de maní en etapa R8 en Pizarro, obsérvese el tratamiento sin inocular a la derecha (verde claro) y el tratamiento inoculado a la izquierda (verde oscuro).

Tabla 1: Número de plantas  $m^{-2}$  en Sampacho, Suco, Pizarro bajo diferentes tratamientos de inoculación en surco

<i>Número de plantas /m<sup>2</sup></i>	<i>Sampacho</i>	<i>Suco</i>	<i>Pizarro</i>
<i>Inoculante comercial</i>	20,8	15,4	18,2
<i>Testigo</i>	16,8	12,8	18,8
<i>Nitragin Lift</i>	19,0	14,6	19,6
<i>J-81</i>	18,0	14,2	18,6
<i>J-237</i>	17,8	13,4	19,8
<b><i>Promedio</i></b>	<b>18,4</b>	<b>14,0</b>	<b>19,0</b>
<b><i>Desvío estándar</i></b>	<b>1,55</b>	<b>1,00</b>	<b>0,67</b>