



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

“Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero  
Agrónomo”

**EFECTO DE LA CO-INOCULACIÓN CON  
*PSEUDOMONAS FLUORESCENS* Y *AZOSPIRILLUM  
BRASILENSE* EN PARÁMETROS VEGETATIVOS Y  
REPRODUCTIVOS DE *ARACHIS HYPOGAEA* L. “MANÍ”**



**Alumno: Picco Jesús Mariano  
30.538.156**

**Directora: Dra. Grosso Mónica  
Co-Directora: Dra. Basconsuelo Sara**

**Río Cuarto – Córdoba  
Noviembre 2010**

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

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

**EFFECTO DE LA CO-INOCULACIÓN CON *PSEUDOMONAS  
FLUORESCENS* Y *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* EN  
PARÁMETROS VEGETATIVOS Y REPRODUCTIVOS DE  
*ARACHIS HYPOGAEA* L. “MANÍ”**

Autor: Picco Jesús Mariano  
DNI: 30.538.156

Directora: Dra. Grosso Mónica  
Co-Directora: Dra. Basconsuelo Sara

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la Comisión  
Evaluadora:

Dra. Grosso Mónica. \_\_\_\_\_

Ing. Agr. Alcalde Mónica. \_\_\_\_\_

Dr. Andrés Javier \_\_\_\_\_

Fecha de Presentación: Noviembre de 2010

---

Secretario Académico

A Laura y nuestro bebé a quienes amo...

## AGRADECIMIENTOS

A Dios...

A mis padres por su ayuda y apoyo incondicional durante toda mi carrera y por haberme dado la posibilidad de estudiar.

A Laura, quien con su incondicional apoyo me acompaña en todo momento.

A mis directoras de tesis Dra. Mónica Grosso y Dra. Sara Basconsuelo, por su inmensa capacidad, paciencia y generosidad manifestadas desde que comencé con este trabajo.

A los miembros del jurado, Dr. Javier Andrés, Ing. Agr. Mónica Alcalde y Dra. Mónica Grosso, quienes con su lectura crítica enriquecieron este trabajo.

A mis hermanos quienes siempre me alentaron y apoyaron.

A mi ahijado Bruno.

A toda mi familia.

A todos mis amigos.

A la Dra. Teresa Kraus, Dra. Rosana Malpassi, Dr. César Bianco, Ing. Agr. Valeria Autrán, Darío Vileta, Luciana Bianco a quienes agradezco especialmente todo su apoyo y colaboración.

A María Eugenia Dondío con quién compartí el ensayo y agradezco especialmente.

Al Ing. Agr. Claudio Odino por su generosa colaboración.

A todos los que estuvieron siempre a mi lado, apoyándome y acompañándome y ya no están.

## ÍNDICE (Textos)

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	6
MATERIAL Y MÉTODOS.....	7
VARIABLES A DETERMINAR.....	8
RESULTADOS.....	11
DISCUSIÓN.....	20
CONCLUSIONES.....	22
BIBLIOGRAFÍA.....	23
ANEXO.....	31

## ÍNDICE (Figuras)

FIGURA 1.....	7
FIGURA 2.....	8
FIGURA 3.....	10
FIGURA 4.....	11
FIGURA 5.....	13
FIGURA 6.....	14
FIGURA 7.....	14
FIGURA 8.....	15
FIGURA 9.....	16
FIGURA 10.....	17
FIGURA 11.....	17
FIGURA 12.....	18
FIGURA 13.....	19

## RESUMEN

La importancia del cultivo de maní (*Arachis hypogaea*) radica especialmente en que constituye uno de los alimentos más completos para el ser humano. En este cultivo la inoculación con bacterias promotoras de crecimiento vegetal no es una práctica común en Argentina, sin embargo en la actualidad está comenzando a ser utilizada con éxito. Los objetivos fueron evaluar el efecto de la co-inoculación con *Pseudomonas fluorescens* y *Azospirillum brasilense* y diferentes métodos de aplicación en parámetros vegetativos y reproductivos de “Maní”. El ensayo se llevó a cabo en el Campo Experimental de la UNRC en una parcela de 20 m x 40 m. El experimento tuvo un diseño en bloques aleatorizados con tres repeticiones y cuatro tratamientos (Testigo, Aplicación Foliar de biofertilizante Phoebus® Dosis 250 cc.ha<sup>-1</sup>, Inoculación en Semilla con bifertilizante Phoebus®, Aplicación Foliar del biofertilizante Phoebus® Dosis 500 cc.ha<sup>-1</sup>). La inoculación en semilla se realizó durante la siembra el 02/11/2007, mientras que la aplicación foliar fue realizada el 21/12/2007 (R1). Los parámetros vegetativos longitud y ancho de folíolo, altura de planta, longitud de rama cotiledonar, biomasa seca aérea y subterránea, fueron medidas en R1, R3, R5 y R6. Todas las variables manifestaron respuesta positiva a la fertilización conjunta de *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens* en todos los tratamientos. El tratamiento Aplicación Foliar Dosis 500 cc.ha<sup>-1</sup> alcanzó el mayor rendimiento en grano cuya media fue de 5732 Kg.ha<sup>-1</sup>. Asimismo el rendimiento de Aplicación Foliar Dosis 250cc.ha<sup>-1</sup> e Inoculación en Semilla fue similar y promedió los 4328 Kg.ha<sup>-1</sup> y 4440 Kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. El Testigo manifestó el menor valor de rendimiento en grano (3000 Kg.ha<sup>-1</sup>). El tratamiento que demostró el mejor comportamiento en relación al costo beneficio fue Aplicación Foliar Dosis 250 cc.ha<sup>-1</sup>, ya que la duplicación de la dosis (Aplicación foliar Dosis 500 cc.ha<sup>-1</sup>) no se traduce en una duplicación del rendimiento.

**Palabras claves:** *Arachis hypogaea*, Maní, Co-inoculación, Aplicación foliar, *Azospirillum brasilense*, *Pseudomonas fluorescens*.

## SUMMARY

**EFFECT OF *PSEUDOMONAS FLUORESCENS* AND *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* CO-INOCULATION ON VEGETATIVE AND REPRODUCTIVE CHARACTERISTICS IN *ARACHIS HYPOGAEA* L. “PEANUT”**

Peanut is an important crop because of its high nutritional value for human food. Plant growth-promoting bacteria inoculation of peanut is not a common practice in Argentina, but during the last years there have been some successful attempts. The objectives of this work are to evaluate the effect of *Pseudomonas fluorescens* and *Azospirillum brasilense* co-inoculation and to analyze different application methods on vegetative and reproductive characteristics of *Arachis hypogaea* “peanut”. The experiment was carried out in a 20 m x 40 m plot located in the experimental field of Universidad Nacional de Río Cuarto. The experiment had a completely randomized block design with three repetitions and four treatments (Control, Foliar application of Phoebus<sup>®</sup> biofertilizer-250 cc.ha<sup>-1</sup> dose, Seed inoculation with Phoebus<sup>®</sup>, Foliar application of Phoebus<sup>®</sup>-500 cc.ha<sup>-1</sup> dose). Seed inoculation was carried out on November 2<sup>nd</sup>, 2007 (planting date), whereas both doses of Foliar application were applied on December 21<sup>st</sup>, 2007 (vegetative stage). The variables: leaflet length and width, plant height, cotyledonary branch length, and aerial and subterranean biomass were measured at R1, R3, R5 and R5-R6. All vegetative variables show positive response to *Pseudomonas fluorescens* and *Azospirillum brasilense* application in comparison to control. The Foliar application-500cc.ha<sup>-1</sup> dose treatment shows the highest grain yield with a mean of 5732 kg.ha<sup>-1</sup>. The Foliar application-250 cc.ha<sup>-1</sup> dose and seed inoculation treatments show yields that are similar between them (4328 kg.ha<sup>-1</sup> and 4440 kg.ha<sup>-1</sup>, respectively). The Control shows the lowest grain yield (3000 kg.ha<sup>-1</sup>). The Foliar Application-250 cc.ha<sup>-1</sup> dose treatment shows the best cost/benefit behaviour.

**Key words:** *Arachis hypogaea*, Peanut, Co-Inoculation, Foliar application, *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum brasilense*.

## INTRODUCCIÓN

La importancia del cultivo de maní (*Arachis hypogaea*), radica especialmente en que constituye uno de los alimentos más completos para el ser humano (Bianco *et al.*, 2006a). Es una especie herbácea anual estival de la familia de las leguminosas (Bianco, *et al.*, 2006b), que fue clasificada por el botánico Linneo en 1753 como *Arachis hypogaea*. Se presume que es originaria del sudeste del territorio boliviano y noroeste argentino (Giayetto, 2006).

Los principales países que cultivan maní a nivel mundial son India, China y EE.UU con un incremento en la producción en los últimos años de un 15% (Georgalos, 2001; Agüero, 2006). En EE.UU se está trabajando desde el año 1980 en la obtención de cultivares con alto contenido en ácidos grasos oleico, por su incidencia en la calidad de los subproductos y en la salud humana (Knauft *et al.*, 1993; Gorbet y Knauft, 1997; Soave, 1997; Gorbet, 2000; Branch, 2003; Simpson *et al.*, 2003). En este contexto vale decir que, según un informe del Banco Mundial, en lo que respecta a la dinámica del mercado manisero global, Estados Unidos fue perdiendo terreno en el mercado europeo frente a la Argentina la cual se ha convertido en el principal proveedor manisero de la Unión Europea entre 1996 y 2001 (Agüero, 2006).

El maní argentino es considerado como uno de los de mayor calidad y sanidad en el mercado mundial, ocupando el segundo lugar en volumen de exportación después de China, este liderazgo se debe a que mientras los otros países destinan gran parte del volumen producido al consumo doméstico, más del 90 % de la producción nacional está íntegramente dedicada a la exportación (Agüero, 2006). Este maní tiene como principal destino el consumo humano, ya sea en forma directa (maní confitería) o a través de productos elaborados en base a maní y para la extracción de aceites (maní tipo industria) (Fernández y Giayetto, 2006).

En Argentina, Córdoba es la principal provincia productora de maní, donde se concentra el 95 % de la superficie cultivada (Faucher, 2001). Por este motivo, la actividad “manisera” produce una influencia muy importante en el aspecto socioeconómico y cultural de la región, generándose millonarios ingresos al país que aseguran nuevas inversiones (Soave, 1997). Muchas de ellas están orientadas a crear nuevos cultivares de maní que por su calidad, tamaño de semillas y contenido graso adecuado tengan una mayor demanda y valor comercial (Soave *et al.*, 2004).

El cultivo de maní constituye un verdadero complejo agroalimentario con marcado perfil regional que articula las distintas etapas del proceso productivo primario, la industrialización de la materia prima, su comercialización y exportación (Giayetto, 2006).

La región manisera de Córdoba, ha registrado últimamente una pérdida importante de la productividad de los suelos y una declinación aleatoria del rendimiento de los cultivos (Castro *et al.*, 2006). Entre los indicadores del deterioro Cisneros *et al.*, (1996) y Moreno *et al.*, (1996) destacan la disminución del contenido de materia orgánica en la capa arable del suelo y la consecuente pérdida de estabilidad estructural de los agregados, que se relacionan con la formación de costras superficiales dificultando el ingreso de agua de lluvia. Sumado a esto, la agricultura industrial se enfrenta a una problemática importante debido a una mayor sensibilidad de la sociedad ante los problemas medioambientales, conjuntamente con una mayor valoración de los productos ecológicos por parte de los consumidores de los países desarrollados. Existe por lo tanto, un interés creciente en desarrollar una agricultura sostenible que sustituya la utilización masiva de plaguicidas, fertilizantes y reguladores del crecimiento sintéticos (análogos a las fitohormonas) por productos naturales (Castillo *et al.*, 2005).

Numerosos estudios han intentado lograr sistemas de producción sustentables a lo largo del tiempo (López, 2006), formulando nuevos productos biológicos para mejorar el rendimiento de los cultivos, protegiendo su sanidad y minimizando el impacto ambiental (Fabra *et al.*, 2007).

Entre las prácticas agronómicas que tienden a optimizar la producción de los sistemas agropecuarios disminuyendo los efectos nocivos sobre el ambiente, se propone la biofertilización utilizando bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR's) (Acero *et al.* 1998). Las mismas se definen como bacterias de vida libre del suelo, rizósfera, rizoplano, filósfera y simbióticas que bajo ciertas condiciones son benéficas para las plantas (Daimon y Yoshioka, 2001; Bashan y Bashan, 2005).

Los diferentes mecanismos involucrados en la interacción planta-microorganismo pueden ser directos o indirectos. Los primeros corresponden a la producción de fitohormonas, liberación de fosfatos y micronutrientes, fijación de nitrógeno y producción de sideróforos. Los indirectos incluyen alteración de la ecología y del ambiente de la raíz, actuando como agentes de biocontrol y de reducción de enfermedades (Dobbelaere *et al.*, 2003; Sartori, 2005).

Un gran número de bacterias fijan nitrógeno, pero solo algunas se destacan por su potencial como biofertilizante o promotor de crecimiento (Beringer, 1984). Entre las bacterias de vida libre que se comportan como promotoras del crecimiento vegetal se encuentran las pertenecientes a los géneros *Azospirillum* y *Pseudomonas* entre otras.

*Azospirillum* se caracteriza por la fijación de nitrógeno. Esta función la realiza muy cerca de la superficie radical de forma tal, que lo que no es aprovechado por la bacteria, queda a disposición de la planta constituyendo una fuente de nitrógeno suplementaria (Gutiérrez Mañero *et al.* 2006). Este género también ha sido aislado de raíces de cultivos (asociativas) favoreciendo a las mismas en su crecimiento por el aporte de nitrógeno en la rizósfera (Bouillant, 1997; Felipe, 2006). *Azospirillum* posee la capacidad de producir fitohormonas promotoras del crecimiento vegetal tales como citoquininas, giberelinas y ácido indol-acético (auxina) (Vande Broek *et al.*, 1996). Las giberelinas provocan un mayor desarrollo de la parte aérea, incrementándose los procesos fisiológicos y la actividad enzimática (Hernández, 1998). Mientras que el ácido indol-acético, representa la fracción más abundante de fitohormonas secretadas por *Azospirillum*, además de ser el principal responsable de la estimulación radical, que incluye desarrollo de raíces adventicias, alargamiento del sistema radical y mayor permeabilidad de las membranas (Bloemberg y Lugtenberg, 2001). Éste mayor desarrollo radical inducido por la inoculación con *Azospirillum* conduce a un aumento en la absorción de agua y nutrientes del suelo que se refleja en un importante crecimiento del tallo y follaje con un mayor contenido de fósforo, nitrógeno, potasio y diversos micronutrientes (Faggioli *et al.*, 2007).

Casas *et al.* (1998) demostraron en soja, que la co-inoculación con los géneros *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium*, *Azospirillum* y *Bacillus* en condiciones de esterilidad, produce efectos positivos en los parámetros referentes a biomasa que se traduce en una nodulación temprana, un aumento del número de nódulos, con un incremento de la actividad nitrogenasa y de la respiración radicular, lo cual mejora la absorción de agua y nutrientes.

Otro grupo de bacterias utilizadas como biofertilizantes son las pertenecientes al género *Pseudomonas* (Fernández – Larrea Vega, 2001). La actividad de distintas cepas de *Pseudomonas fluorescens* como promotoras del crecimiento vegetal, se atribuye a la capacidad de solubilizar fosfatos, producir fitohormonas, sideróforos (pigmentos fluorescentes) y antibióticos, que mejoran no solo la nutrición de la

planta sino que también dificultan el crecimiento de microorganismos patógenos (principalmente hongos), actuando como agentes de biocontrol (Rodríguez y Fraga, 1999; Compant *et al.* 2005; Perotti *et al.* 2005; Gutiérrez Mañero *et al.* 2006). Los sideróforos, metabolitos secundarios no asociados al crecimiento (Hernández *et al.* 1999), permiten capturar el hierro presente en el suelo provocando una reducción en la capacidad de producir enfermedades por parte de los hongos habitantes del suelo tales como *Fusarium spp.* y *Phyitium spp.* (Loper y Buyer, 1991; Duijff *et al.*, 1993) debido a que éstos no tienen mecanismos adecuados para capturar el complejo hierro-sideróforo (quelato) (Gutiérrez Mañero *et al.* 2006). Otros estudios demostraron además, la capacidad de los sideróforos de inducir resistencia sistemática adquirida (ISR) en plantas contra enfermedades bacterianas y virales (Maurhofer *et al.*, 1998; Van Loon, 2007), como así también contra insectos y nemátodos (Mohamed *et al.*, 2009).

También se ha estudiado la capacidad de algunas cepas de *Pseudomonas* de sintetizar ácido cianhídrico (HCN), que inhibe algunos hongos patógenos (Voisard *et al.*, 1989), entre los que se puede mencionar *Septoria tritici* y *Puccinia recondita* en el cultivo de trigo (Blumer y Hass, 2000).

Dey *et al.* (2004) en un experimento repetido en tres años, tanto en macetas como a campo, inocularon semillas de *Arachis hypogaea* con nueve cepas de *Pseudomonas fluorescens*, de las cuales cuatro mostraron un aumento en la producción de ácido indol-acético (AIA) y sideróforos, que al solubilizar fosfato tri-cálcico inhibieron el crecimiento de *Aspergillus niger* y *A. flavus*, como así también de *Sclerotium rolfsii*.

Respecto a la acción conjunta de *Azospirillum* y *Pseudomonas* la misma ha sido poco estudiada y no se encuentran antecedentes de esta co-inoculación en maní. Sin embargo, en *Sorghum bicolor* la co-inoculación con *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas* provocó un aumento significativo del rendimiento en grano y materia seca, debido a una mayor asimilación de fósforo y nitrógeno (Alagawadi y Gaur 1992). En arroz, Sharief *et al.* (2006), estudiaron el efecto de la biofertilización foliar con *Azospirillum spp.* y algas verde azuladas conjuntamente con cuatro tipos de fertilizantes nitrogenados, encontrando un aumento en la producción de los parámetros reproductivos (peso y número de granos).

En relación al cultivo de maní, la inoculación con bacterias promotoras del crecimiento vegetal no es una práctica común en Argentina, sin embargo en la actualidad está comenzando a ser utilizada con éxito (Bonadeo y Moreno, 2006).

Existen distintos métodos de aplicación de biofertilizantes: en surco, en semilla y aplicación foliar (Micucci *et al.*, 2007; Di Barbaro *et al.*, 2007; Ferlini Micheli *et al.*, 2007; Palanca *et al.*, 2007). En el cultivo de maní, la técnica de inoculación más utilizada es en semilla, pero debido a la ruptura del tegumento seminal por su fragilidad, se están implementando nuevas prácticas. En surco, en estudios realizados en el sur de la provincia de Córdoba, se observó un aumento en el rendimiento (Cerioni *et al.*, 2007). Con respecto a la aplicación foliar de biofertilizantes, si bien se han realizado experiencias en otros cultivos, en *Arachis hypogaea* no hay antecedentes.

Debido a que los sistemas actuales de producción de cultivos tendientes a optimizar los rendimientos, traen aparejados efectos perjudiciales sobre el ambiente como por ejemplo, la pérdida de la potencialidad productiva de los suelos (degradación) y, considerando la importancia del cultivo de maní en la región centro-sur de Córdoba conjuntamente con la reciente incorporación de biofertilizantes en las prácticas de manejo, se propone el estudio del efecto de la co-inoculación con *Pseudomonas fluorescens* y *Azospirillum brasilense* con diferentes métodos de aplicación, sobre los parámetros vegetativos y reproductivos de maní.

## OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la co-inoculación con *Pseudomonas fluorescens* y *Azospirillum brasilense* presentes en el producto comercial Phoebus<sup>®</sup> y diferentes métodos de aplicación en parámetros vegetativos y reproductivos de *Arachis hypogaea* “Maní”.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto de la co-inoculación con *Pseudomonas fluorescens* y *Azospirillum brasilense* en el número de días desde la siembra hasta la emergencia de la plántula; emergencia de plántula hasta la aparición de las ramas cotiledonares; emergencia de la plántula hasta plenitud de floración y emergencia de la plántula hasta la madurez.
- Determinar el efecto de la co-inoculación con *Pseudomonas fluorescens* y *Azospirillum brasilense* sobre la altura de planta en R1 (comienzo de floración), R3 (inicio formación de fruto), R5-R6 (inicio formación de semillas - inicio de madurez respectivamente), grado de ramificación entre R1-R3 y longitud de ramas cotiledonares en R5-R6.
- Medir el efecto de la co-inoculación con *Pseudomonas fluorescens* y *Azospirillum brasilense* en la longitud y el ancho de los folíolos en partir de R1, R3 y R5-R6.
- Estudiar el efecto de la co-inoculación con *Pseudomonas fluorescens* y *Azospirillum brasilense* sobre biomasa aérea y subterránea, y patrón de nodulación del sistema radical en R5 (inicio formación de semilla).
- Evaluar el efecto de la co-inoculación con *Pseudomonas fluorescens* y *Azospirillum brasilense*, sobre el peso de granos (kg.ha-1), relación caja-grano en %, y granometría (% de grano confitería, industria y descarte) a cosecha.
- Comparar el efecto de diferentes tipos de aplicaciones del inoculante en caracteres vegetativos y reproductivos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en el Campo Experimental de la UNRC (CAMDOCEX) (33° 05' S-64° 20' O) ubicado frente al campus universitario en una parcela de 20 m x 40 m. El experimento tuvo un diseño en bloques aleatorizados con cuatro tratamientos y tres repeticiones (Fig. 1).

Previo a la siembra se realizó labranza convencional (una pasada de arado) y barbecho químico (7 días presiembra con aplicación de glifosato).

El 02/11/07 se realizó la siembra a mano de *Arachis hypogaea* “Maní” Tipo Virginia Runner cv. Granoleico a una densidad de 12,5 semillas por metro lineal distanciando a 0,70 m. entre surcos (17,8 semillas.m<sup>-2</sup>).

Durante el desarrollo del cultivo se monitoreó la presencia de malezas, plagas y enfermedades. Para el control de malezas se aplicó Cletodim el 17/12/07 y 2,4 DB el 04/01/08 según dosis comerciales. Para el control de viruela (*Cercospora arachidicola* Hori) se aplicó el 06/02/08 y el 28/02/08 Sphere<sup>®</sup>-Bayer (trifloxystrobin + ciproconazole).

El día 21/12/2007 (R1), se realizó la aplicación foliar de *Pseudomonas fluorescens* y *Azospirillum brasilense* presentes en el producto comercial Phoebus<sup>®</sup> en una dosis 250 cc.ha<sup>-1</sup> para el tratamiento 2 y 500 cc.ha<sup>-1</sup> para el tratamiento 4. La inoculación convencional en semilla (tratamiento 3), se realizó en el momento de la siembra según dosis recomendada por el fabricante (100 cc.100 kg de semilla<sup>-1</sup>). El biofertilizante contiene, a la fecha de elaboración, 1 x 10<sup>9</sup>.cc<sup>-1</sup> bacterias de *Pseudomonas fluorescens* y 5 x 10<sup>8</sup>.cc<sup>-1</sup> bacterias de *Azospirillum brasilense*.

↑ N

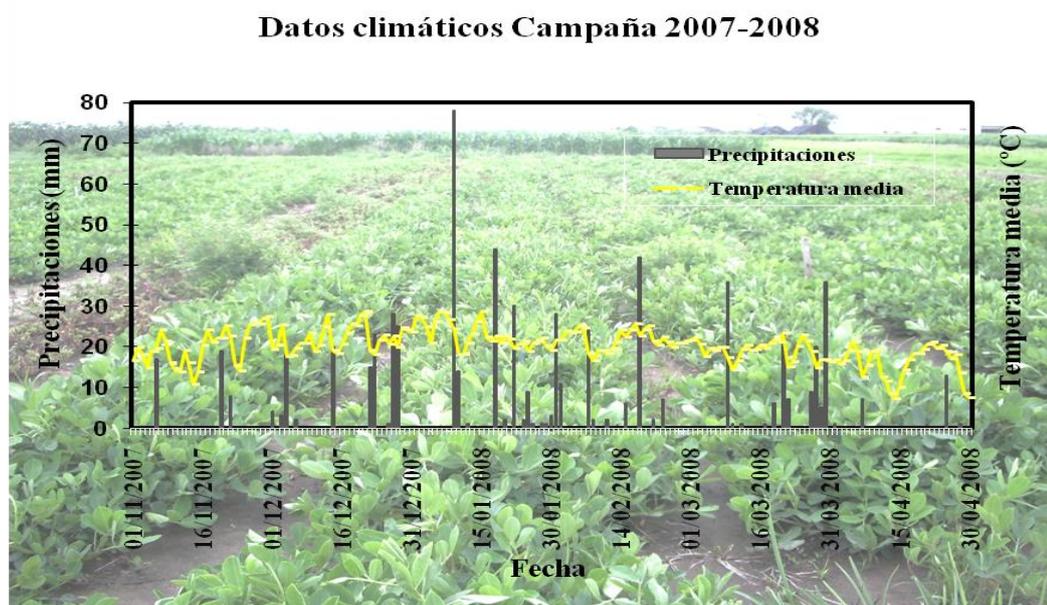
BLOQUE 1 TRATAMIENTO 2	BLOQUE 1 TRATAMIENTO 4	BLOQUE 1 TRATAMIENTO 3	BLOQUE 1 TRATAMIENTO 1
BLOQUE 2 TRATAMIENTO 3	BLOQUE 2 TRATAMIENTO 4	BLOQUE 2 TRATAMIENTO 2	BLOQUE 2 TRATAMIENTO 1
BLOQUE 3 TRATAMIENTO 4	BLOQUE 3 TRATAMIENTO 3	BLOQUE 3 TRATAMIENTO 1	BLOQUE 3 TRATAMIENTO 2

Fig. 1. Esquema de diseño experimental aplicado.

Los tratamientos se describen a continuación:

- 1- Testigo, sin inocular
- 2- Biofertilizado con *Pseudomonas fluorescens* y *Azospirillum brasilense* (Phoebus®). Aplicación Foliar Dosis 250 cc.ha<sup>-1</sup>.
- 3- Semilla inoculada con *Pseudomonas fluorescens* y *Azospirillum brasilense* (Phoebus®). Inoculación en Semilla (Convencional).
- 4- Biofertilizado con *Pseudomonas fluorescens* y *Azospirillum brasilense* (Phoebus®). Aplicación Foliar Dosis 500 cc.ha<sup>-1</sup>.

Los datos climáticos correspondientes a la campaña 2007-2008 (temperaturas diarias y precipitaciones ocurridas durante el desarrollo del cultivo) se obtuvieron de la estación meteorológica de la UNRC ubicada en el campo experimental (CAMDOCEX) (Fig. 2).



**Fig. 2.** Precipitaciones y temperaturas medias diarias desde 01/11/07 al 30/04/08. CAMDOCEX. Río Cuarto, Argentina

## VARIABLES A DETERMINAR

- 1- *Altura de planta*: se determinó sobre 10 plantas en tres repeticiones de cada tratamiento en R1 (comienzo de floración), R3 (inicio formación de fruto) y R5-R6 (inicio formación de semillas - inicio de madurez respectivamente).

2- *Grado de ramificación de ramas cotiledonares y número de hojas sobre tallo principal*: se determinó sobre 10 plantas en tres repeticiones de cada tratamiento entre R1 y R3.

3- *Tamaño del folíolo*: la misma se obtuvo a partir de la medición de longitud y ancho en mm. del folíolo basal de la hoja más joven completamente expandida, en un promedio de diez folíolos en R1, R3 y R5-R6 (inicio formación de semillas - inicio de madurez respectivamente).

4- *Producción de materia seca*: se cuantificó la biomasa aérea y subterránea (sin caja). Para los muestreos de raíz se tomó una muestra por tratamiento en las tres repeticiones. Para ello se utilizó un cilindro de 19 cm de diámetro y 24 cm de profundidad (volumen = 283,39 cm<sup>3</sup>), en la fase de inicio de formación de semillas (R5). Luego se lavaron las muestras y el material se colocó en estufa a 55° C hasta lograr peso constante.

5- *Patrón de nodulación*: se contó el número de nódulos sobre raíz principal y laterales de primer orden en plantas correspondientes a cada tratamiento en inicio de formación de semillas (R5). Para ello se utilizó una lupa ZEISS modelo Stemi SV 6.

6- *Rendimiento*: la cosecha se realizó el 28/04/08, en dos surcos al azar por tratamiento en las tres repeticiones (sobre 1,43 m. lineales, equivalente a 1 m<sup>2</sup>). Posteriormente se procedió al descapotado manual de las muestras las cuales fueron secadas a temperatura ambiente durante 15 días. Se determinó humedad sobre una alícuota de 150 gr. para cada muestra y se llevó a humedad comercial (12,5 %). Asimismo se determinó la relación caja/grano en % y por último la granometría (tamaño de grano), discriminando a partir del tamizado, en tres categorías según calidad (confitería, industria y descarte). Para ello se utilizó una zaranda de tajo.

7- En la evaluación de los parámetros vegetativos y reproductivos los resultados fueron documentados con fotografías digitales. Los datos se

analizaron mediante ANOVA y test de comparación de medias, acorde al diseño experimental utilizando el Programa INFOSTAT 2007/P.1 (UNC, Argentina).



**Fig. 3.** Cultivo de maní (*Arachis hypogaea*). CAMDOCEX. Río Cuarto, Argentina. **A.** Lote al momento de la siembra 02/11/2007. **B-C.** Toma de muestras de biomasa aérea y subterránea 22/02/2008. **D.** Arrancado manual 28/04/2008. **E.** Muestras recolectadas de los 4 tratamientos en el bloque 1 (28/04/2008).

## RESULTADOS

El cultivo de maní comenzó su emergencia once días posteriores a la siembra (13/11/2007) alcanzando la plenitud (Ve) el 17/12/2007, coincidente con la aparición de las primeras ramas cotiledonares. A los 25 días post-siembra el cultivo ya se encontraba en V5, es decir con 5 hojas tetrafolioladas. En estas primeras etapas de desarrollo las plantas evidenciaron un estrés hídrico por falta de precipitaciones, situación que mejoró recién hacia comienzos de enero, por lo que en general el cultivo se desarrolló con buena disponibilidad de agua. El inicio de la fase reproductiva (R1) se evidenció alrededor de los 35 días desde la emergencia (DDE) y el comienzo de fructificación (R3) 45 DDE. En la figura 4 se puede apreciar el estado general del cultivo alrededor de R5-R6 correspondientes a las fases de inicio de formación de semillas y semilla completamente desarrollada, respectivamente. La madurez de cosecha (R8), el cultivo la alcanzó el 28/04/2008, momento en el que se procedió al arrancado manual.



**Fig. 4.** Estado del cultivo de “Maní”. *Arachis hypogaea* alrededor de R5 (bloque 2). **A.** Testigo. **B.** Aplicación foliar con *Pseudomonas fluorescens* y *Azospirillum brasilense*. Dosis 250 cc.ha<sup>-1</sup>. **C.** Inoculación en semilla con *Pseudomonas fluorescens* y *Azospirillum brasilense*. **D.** Aplicación foliar con *Pseudomonas fluorescens* y *Azospirillum brasilense*. Dosis 500 cc.ha<sup>-1</sup>.

En relación al diseño experimental llevado a cabo en este trabajo se observaron diferencias estadísticamente significativas entre bloques para algunas variables, lo que nos indica que el experimento contempló la variación ambiental existente en el terreno.

### **Parámetros Vegetativos**

El primer muestreo de los parámetros vegetativos, se realizó sólo en los tratamientos 1 y 3, Testigo e Inoculación en Semilla, respectivamente, ya que en este momento, todavía no se había realizado la aplicación foliar en los tratamientos 2 y 4, motivo por el cual se consideraron para éstos últimos, los valores del Testigo.

#### **Longitud de Folíolo:**

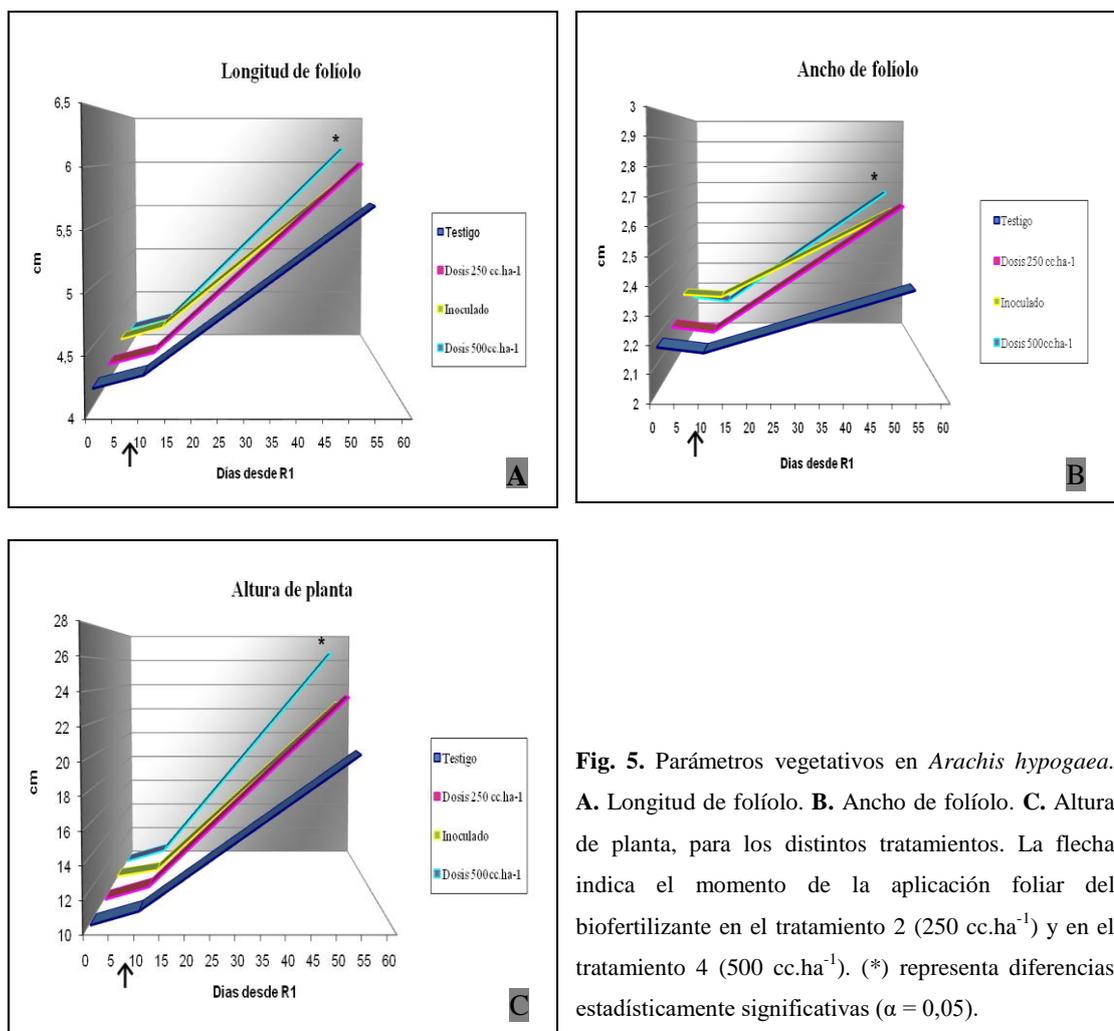
Esta variable no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ( $p= 0,5818$ ) al comienzo de floración (R1). Sin embargo, entre R5-R6 los tratamientos 2 y 4 superaron al Testigo y al Inoculado en Semilla. La longitud foliar media para el tratamiento con dosis  $250 \text{ cc.ha}^{-1}$  fue de 6,01 cm y 6,15 cm para el que recibió la dosis de  $500 \text{ cc.ha}^{-1}$ . Mientras que la longitud media de los folíolos para el Testigo y el Inoculado en Semilla fue de 5,68 cm y 5,91 cm respectivamente. Estos valores muestran diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con un  $p=0,0113$  (Fig. 5A).

#### **Ancho de folíolo:**

Según se observa en la figura 5B, los tratamientos mostraron diferencias estadísticamente significativas respecto al Testigo, tanto en R2-R3 ( $p=0,0168$ ) como en R5-R6 ( $p=0,0006$ ). En R2-R3 el valor medio del Testigo fue de 2,15 cm. mientras que para el Inoculado en Semilla fue de 2,23 cm. En el muestreo realizado entre R5-R6 el ancho medio de los folíolos fue de 2,64 cm. para la Aplicación Foliar  $250 \text{ cc.ha}^{-1}$ , 2,6 cm. para Inoculación en Semilla y 2,65 cm. para Aplicación Foliar  $500 \text{ cc.ha}^{-1}$ , mientras que el Testigo alcanzó un ancho medio de folíolo de 2,37 cm.

Altura de Planta:

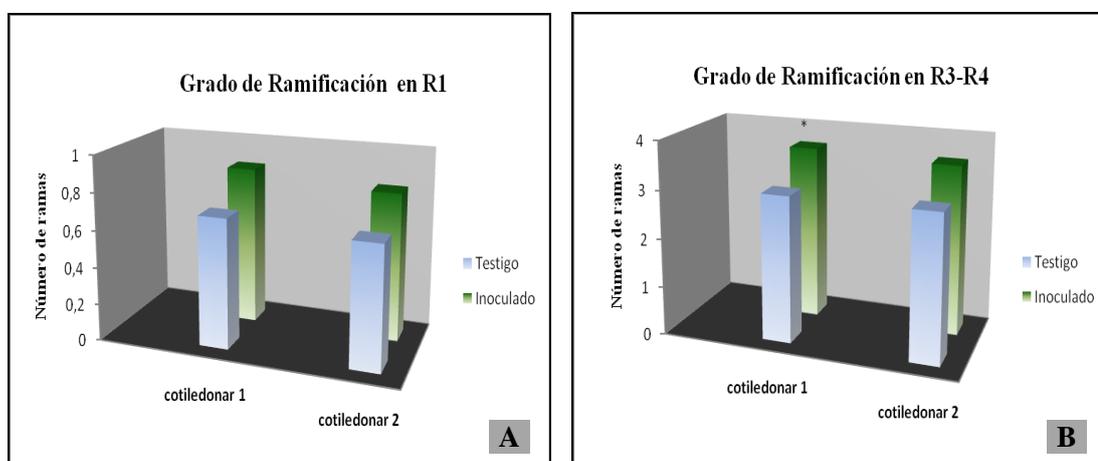
En lo que respecta a altura de las plantas, los tratamientos Testigo e Inoculación en Semilla no manifestaron diferencias estadísticamente significativas desde R1 hasta R3. Posteriormente, entre R5-R6, se observó que los cuatro tratamientos presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,0001$ ). El tratamiento con la mayor dosis ( $500 \text{ cc.ha}^{-1}$ ) superó a los demás con una altura media de 26, 53 cm. Para los tratamientos 2 y 3 los valores fueron de 23,4 cm y 22,8 cm respectivamente, mientras que el Testigo alcanzó una altura promedio de 20, 25cm (Fig. 5C).



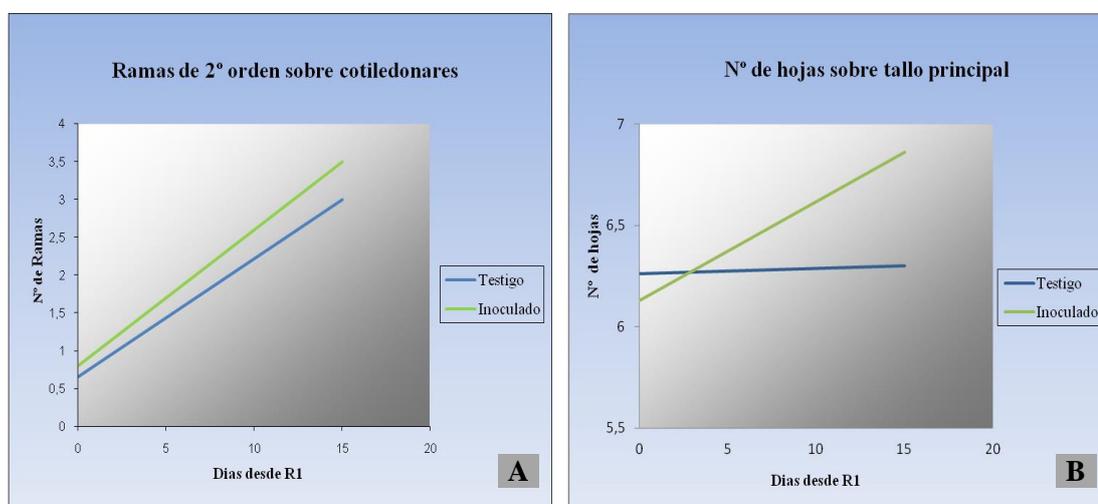
**Fig. 5.** Parámetros vegetativos en *Arachis hypogaea*. **A.** Longitud de folíolo. **B.** Ancho de folíolo. **C.** Altura de planta, para los distintos tratamientos. La flecha indica el momento de la aplicación foliar del biofertilizante en el tratamiento 2 ( $250 \text{ cc.ha}^{-1}$ ) y en el tratamiento 4 ( $500 \text{ cc.ha}^{-1}$ ). (\*) representa diferencias estadísticamente significativas ( $\alpha = 0,05$ ).

Grado de Ramificación y Número de Hojas Sobre Tallo Principal:

Como se observa en la figura 6A y 7A, tanto al comienzo de la fase reproductiva (R1) como en la fase R3-R4, el número de ramas de segundo orden es mayor en el tratamiento Inoculación en Semilla que en el Testigo. En R3-R4 se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con un  $p=0,0304$ . Un comportamiento similar se observó en el número de hojas sobre el tallo principal. El tratamiento Inoculación en Semilla mostró a partir de R1, un mayor valor con respecto al Testigo, aunque no se registraron diferencias estadísticamente significativas (Fig. 7B).



**Fig. 6.** Número de ramas de segundo orden sobre ramas cotiledonares en *Arachis hypogaea* para los tratamientos: Testigo e Inoculación en Semilla. **A.** Estado fenológico R1. **B.** Estado fenológico R3-R4. (\*) representa diferencias estadísticamente significativas ( $\alpha = 0,05$ ).



**Fig. 7.** *Arachis hypogaea*. **A.** Número de ramas de segundo orden sobre ramas cotiledonares. **B.** Número de hojas sobre el tallo principal, para los tratamientos: Testigo e Inoculación en semilla.

Longitud de Rama Cotiledonar:

Entre R5- R6, correspondientes al período de formación de semilla, los tratamientos manifestaron diferencias estadísticamente significativas para esta variable, con un  $p = 0,0001$ . Se observó una diferencia de aproximadamente 10 cm. entre el Testigo y el tratamiento que recibió la doble dosis foliar ( $500 \text{ cc.ha}^{-1}$ ), con 35,92 cm de longitud media de rama cotiledonar para el primero y 44,23 cm para el segundo. Por otro lado los tratamientos Inoculación en Semilla y Aplicación Foliar 250  $\text{cc.ha}^{-1}$  alcanzaron una longitud media de rama cotiledonar de 40,90 y 41,12 respectivamente, aunque como se puede observar en la figura 8 la diferencia no es estadísticamente significativa.

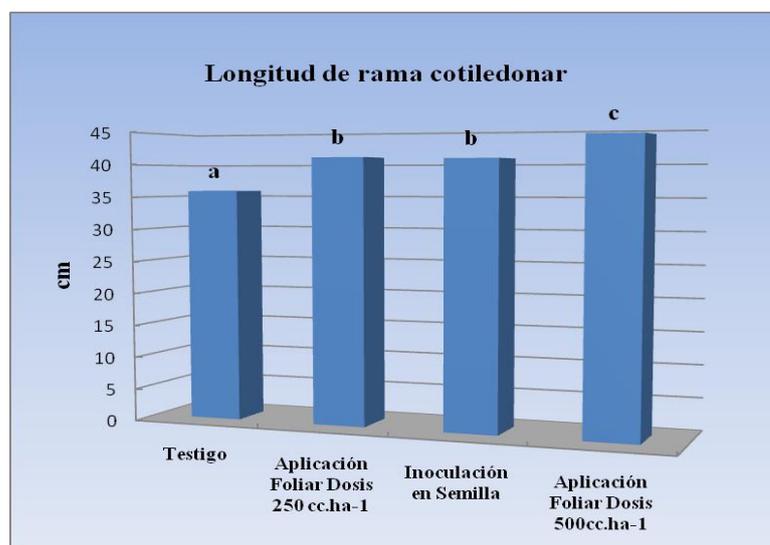


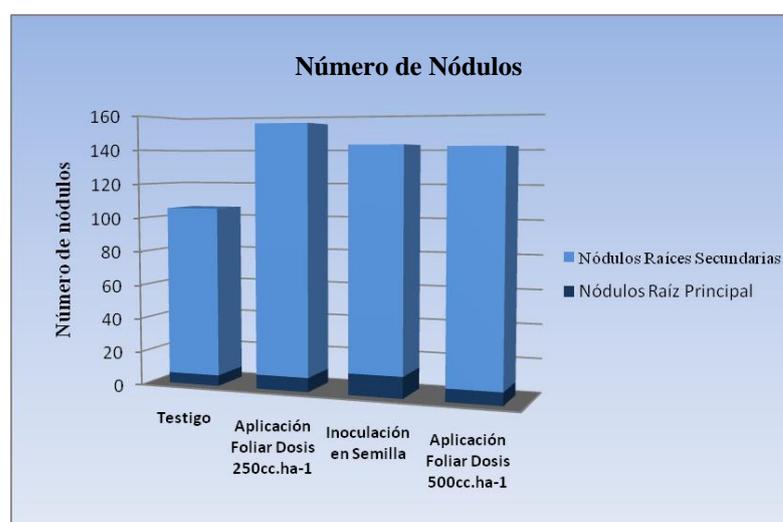
Fig. 8. *Arachis hypogaea*. Longitud de rama cotiledonar entre R5 y R6.

Número de Nódulos:

A los 95 días desde emergencia (R5), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el número de nódulos entre los tratamientos. No obstante según se observa en la fig. 9, el tratamiento Dosis Foliar 250  $\text{cc.ha}^{-1}$  mostró en promedio, el mayor número de nódulos totales (155,3) mientras que las medias de los tratamientos Dosis Foliar 500  $\text{cc.ha}^{-1}$  e Inoculación en Semilla, fueron de 142 y 142,9 respectivamente, en comparación al Testigo quien tuvo una media de 105,6 nódulos totales.

En la raíz principal el mayor número de nódulos correspondió al tratamiento Inoculación en Semilla (12,6), mientras que Dosis foliar 250 cc.ha<sup>-1</sup>, Dosis Foliar 500 cc.ha<sup>-1</sup> y el Testigo tuvieron una media de 8,33; 7,66 y 6,3 nódulos respectivamente.

En las raíces secundarias el mayor número promedio de nódulos fue de 147 en el tratamiento con la menor dosis foliar. En el Testigo, Inoculación en Semilla y Dosis Foliar 500cc.ha<sup>-1</sup> el promedio fue de 99,3; 130,3 y 134,3 nódulos respectivamente.

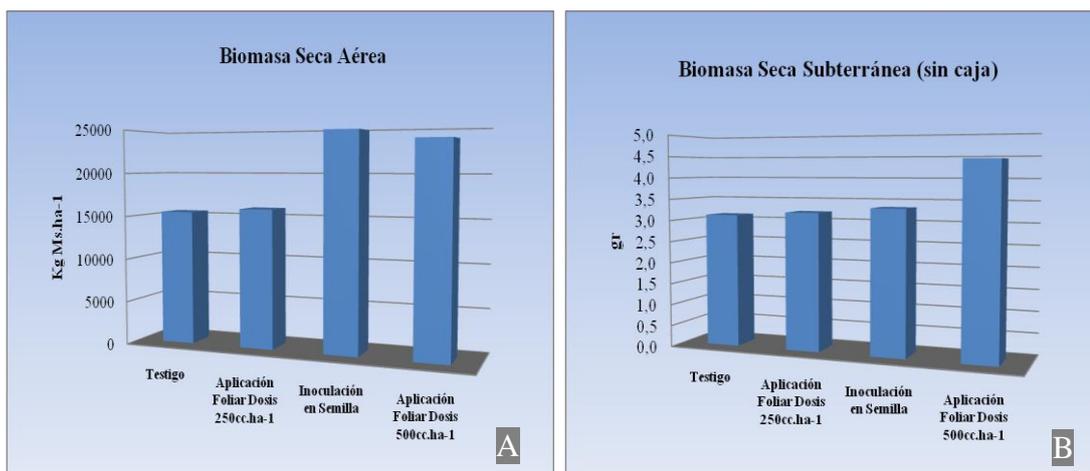


**Fig. 9.** *Arachis hypogaea*. Número de nódulos en raíz principal y raíces secundarias en R5.

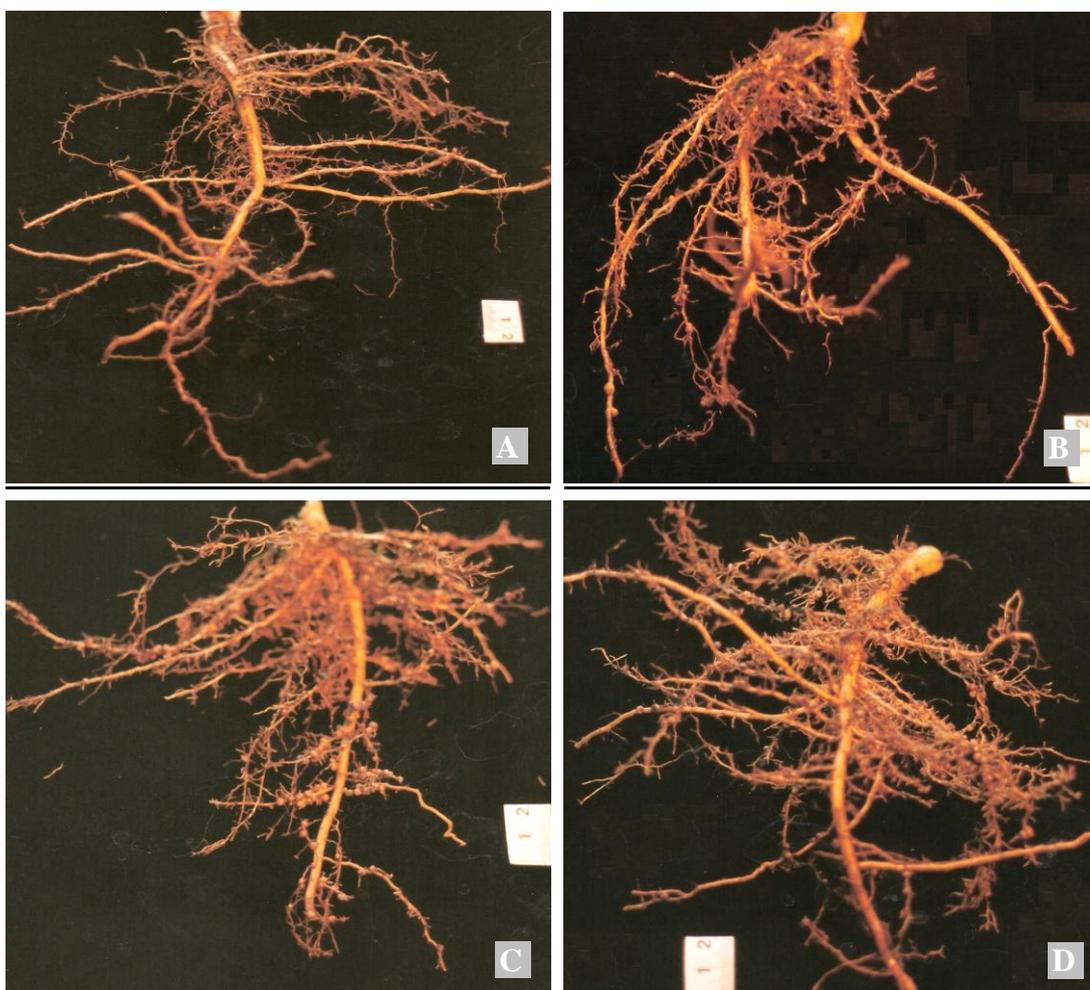
### Biomasa Seca Aérea y Subterránea (sin caja)

En R5 la mayor biomasa seca aérea (Fig. 10A) correspondió a los tratamientos Inoculación en Semilla (24.876,3 kg MS.ha<sup>-1</sup>) y Dosis Foliar 500 cc.ha<sup>-1</sup> (23.886,9 kg MS.ha<sup>-1</sup>). Para Dosis Foliar 250 cc.ha<sup>-1</sup> y Testigo los valores medios fueron de 15.968,20 y 15.466,4 kg MS.ha<sup>-1</sup> respectivamente.

La biomasa seca subterránea (sin caja) fue mayor en el tratamiento con la doble dosis foliar que en promedio alcanzó 4,44 gr. Por otro lado en los tratamientos Dosis Foliar 250cc.ha<sup>-1</sup> e Inoculación en Semilla, los valores medios para esta variable fueron de 3,21 gr. y 3,34 gr. respectivamente mientras que el Testigo alcanzó 3,12 gr. (Fig. 10B). Si bien estas diferencias no son estadísticamente significativas muestran una tendencia a un mayor valor de biomasa en las plantas tratadas con *Pseudomonas fluorescens* y *Azospirillum brasilense*.



**Fig. 10.** *Arachis hypogaea*. **A.** Biomasa seca aérea para los diferentes tratamientos en R5. **B.** Biomasa seca subterránea (sin caja) en volumen de suelo constante (0,0068 m<sup>3</sup>), para los distintos tratamientos en R5.



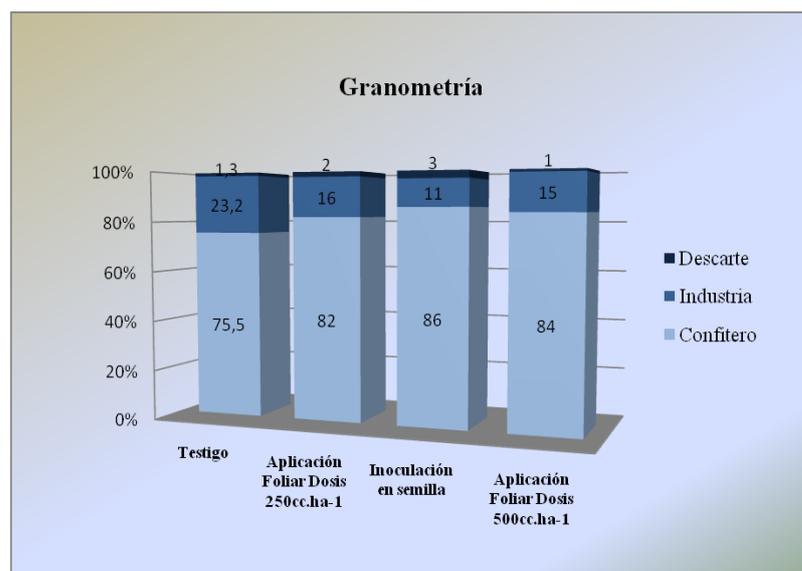
**Fig. 11.** *Arachis hypogaea*. Sistema radical de individuos con distintos tratamientos en R5. **A.** Testigo. **B.** Aplicación foliar con *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens* Dosis 250 cc.ha<sup>-1</sup>. **C.** Inoculación en semilla con *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens*. **D.** Aplicación foliar con *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens* Dosis 500 cc.ha<sup>-1</sup>.

## Parámetros Reproductivos:

### Granometría:

En la distribución de granometría, se observó que los porcentajes de semilla tamaño confitería fueron superiores en los tres tratamientos biofertilizados respecto del Testigo. Los mismos fueron de 84 % para el tratamiento Aplicación Foliar Dosis 500 cc.ha<sup>-1</sup>, 86 % Inoculación en Semilla, 82 % en la aplicación Foliar 250 cc.ha<sup>-1</sup> y 75,5 % en el Testigo (Fig. 12).

Si bien se manifestaron diferencias entre los tratamientos, las mismas no fueron estadísticamente significativas.

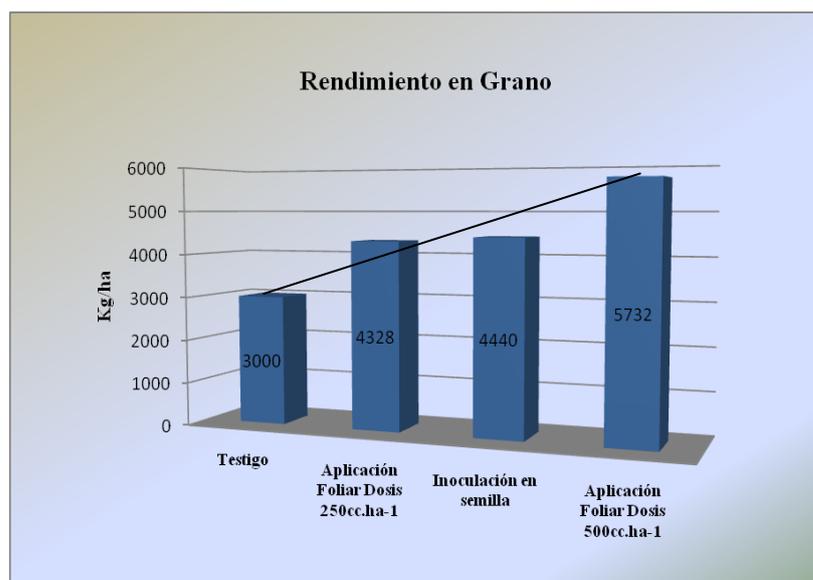


**Fig. 12.** Distribución de la granometría en *Arachis hypogaea* (rendimiento confitería, industria y descarte) para los distintos tratamientos, obtenida con zaranda de tajo. El rendimiento confitería representa la fracción de maní retenida en la zaranda de tajo de 6,25 mm.

### Rendimiento en Grano:

El tratamiento Aplicación Foliar Dosis 500 cc.ha<sup>-1</sup> alcanzó el mayor rendimiento en grano cuya media fue de 5732 kg.ha<sup>-1</sup>. Asimismo el rendimiento de los tratamientos Aplicación Foliar Dosis 250 cc.ha<sup>-1</sup> e Inoculación en Semilla, fue similar y promedió los 4328 Kg.ha<sup>-1</sup> y 4440 Kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente. El Testigo manifestó el menor valor de rendimiento en grano (3000 kg.ha<sup>-1</sup>).

Si bien las diferencias encontradas no fueron estadísticamente significativas, se evidenció una clara tendencia en aumento para la variable rendimiento en grano en las plantas tratadas con *Pseudomonas fluorescens* y *Azospirillum brasilense* (Fig. 13).



**Fig. 13.** Rendimiento en grano de *Arachis hypogaea* expresado en kilogramos por hectárea para los diferentes tratamientos. La línea representa la tendencia de los rendimientos.

## DISCUSIÓN

En concordancia con lo expresado por Acero *et al.*, 1998, Beringer, 1984 y Fabra *et al.*, 2007 sobre la actividad de bacterias promotoras del crecimiento vegetal, el presente trabajo muestra la importancia de la utilización de biofertilizantes en la obtención de mayores rendimientos en los cultivos mitigando el impacto ambiental.

En relación a lo mencionado por Bonadeo y Moreno (2006), la técnica de inoculación con bacterias promotoras del crecimiento vegetal, utilizada en el presente trabajo en el cultivo de maní, permitió demostrar la importancia de esta alternativa de fertilización, en especial en regiones marginales de la provincia de Córdoba, la cual últimamente ha manifestado un importante deterioro de los suelos con la consecuente pérdida de su productividad (Castro *et al.*, 2006).

Entre los distintos métodos existentes de aplicación de biofertilizantes (Micucci *et al.*, 2007; Di Barbaro *et al.*, 2007; Ferlini Micheli *et al.*, 2007; Palanca *et al.*, 2007) se ha podido comprobar en esta experiencia, que la técnica de aplicación foliar podría ser la apropiada para evitar el posible daño mecánico que se genera en el tegumento seminal con la técnica de inoculación tradicional. Aunque cabe señalar que los resultados obtenidos con la utilización de una doble dosis en aplicación foliar ( $500 \text{ cc.ha}^{-1}$ ) no se correlacionan linealmente con la dosis simple de  $250 \text{ cc.ha}^{-1}$ .

Según lo expresado por Fabra *et al.* (2007) acerca del uso de nuevos productos biológicos con el fin de optimizar la producción de los cultivos y su sanidad, en maní se comprobó que los mayores valores obtenidos en los componentes de la biomasa aérea como son longitud y ancho de folíolo, altura de planta y longitud de ramas cotiledonares obtenidos en los tratamientos biofertilizados estarían asociados a la acción de las giberelinas secretadas por *Azospirillum brasilense* (Vande Broek *et al.*, 1996 y Hernández, 1998). Asimismo la aparición temprana de un mayor número de ramas secundarias sobre cotiledonares y de hojas sobre el tallo principal, que favorece un cierre anticipado de canopia, podría ser también consecuencia de la acción de estas hormonas.

Por otro lado los valores obtenidos para biomasa subterránea en los tratamientos biofertilizados representarían la acción del ácido-indol acético responsable del aumento en el desarrollo del sistema radical (Bloemberg y Lugtenberg, 2001). Esto se reflejaría en el mayor crecimiento de la biomasa aérea, debido a una mayor absorción de agua y nutrientes según lo expresado por Faggioli

*et al.* (2007). La acción de los reguladores de crecimiento (fitohormonas) tanto en la parte aérea como subterránea son algunos de los mecanismos directos involucrados en la interacción planta-microorganismo planteados por Dobbelaere *et al.* (2003) y Sartori, (2005).

Teniendo en cuenta que la inoculación de soja (*Glycine max*) con bacterias promotoras del crecimiento vegetal, entre ellas *Azospirillum*, produce un aumento en la nodulación (Casas *et al.*, 1998), la aparición de un mayor número de nódulos en las plantas de maní tratadas podría ser provocado por la acción de esta bacteria.

Siguiendo con lo propuesto por Fernández – Larrea Vega (2001) y Dey *et al.* (2004), el buen comportamiento sanitario que manifestó el cultivo durante su ciclo, con una baja incidencia de enfermedades predominantes en la región, podría estar asociado a la capacidad de *Pseudomonas fluorescens* de solubilizar fosfatos y producir sideróforos, como control biológico. Asimismo la aparente resistencia sistemática adquirida, planteada por Maurhofer *et al.* (1998); Van Loon, (2007) y Mohamed *et al.* (2009), inducida por la producción de sideróforos, sería la responsable de la ausencia de virus e insectos (principalmente trips) en el cultivo.

En este trabajo se observa que los componentes del rendimiento (peso y número de granos) muestran una marcada tendencia en aumento, asociado a un mayor porcentaje de semilla calidad confitería. En coincidencia con lo encontrado en *Sorghum bicolor* por Alagawadi y Gaur (1992), la acción conjunta de ambas bacterias (*Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens*) provocaría en *Arachis hypogaea* un aumento significativo de materia seca y rendimiento.

## CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos de la co-inoculación con *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens* en plantas de *Arachis hypogaea* “maní” se concluye que:

- Los parámetros vegetativos: ancho y largo de folíolo, longitud de rama cotiledonar y altura de planta, manifestaron respuesta positiva a la fertilización conjunta de ambas bacterias en todos los tratamientos.
- Las variables biomasa seca aérea y subterránea, si bien no tuvieron diferencias estadísticamente significativas demostraron una clara respuesta al tratamiento con las bacterias, lo que se correlaciona con el aumento en las variables expresadas en el inciso anterior.
- La utilización de biofertilizantes favorece el cierre de la canopia en forma anticipada, ya que provoca un mayor número de ramas de segundo orden y hojas sobre el tallo principal.
- La utilización de biofertilizantes en el cultivo de maní aumentó considerablemente los componentes del rendimiento, como así también la calidad de la semilla, que se reflejó en un aumento del porcentaje de semilla tamaño confitería.
- El tratamiento que demostró el mejor comportamiento en relación al costo beneficio, fue el tratamiento Aplicación Foliar Dosis 250 cc.ha<sup>-1</sup>, ya que como se pudo observar a partir de los resultados obtenidos, duplicando la dosis (Aplicación foliar Dosis 500 cc.ha<sup>-1</sup>) no se duplicó el rendimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACERO, N.; A. PROBANZA; J. A. LUCAS; B. RAMOS; M. L. BARRIENTOS y F. J. GUTIÉRREZ MAÑERO. 1998. Influencia de Rizobacterias pertenecientes al género *Pseudomonas* en el crecimiento y desarrollo de dos variedades comerciales de *Vicia villosa roth*. **Perspectivas de la Fijación Biológica de Nitrogeno en el Umbral del Siglo XXI**. Universidad Pública de Navarra, Navarra, España. p: 161-163.
- AGÜERO D. 2006. Mercado Internacional y Nacional de Maní. **En:** Fernandez, E. M. y O. Giayetto (comp.). *El Cultivo de Maní en Córdoba*. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto. Argentina. 1<sup>er</sup> Edición. Cap. 15. p: 259-280.
- ALAGAWADI, A. R. y A. C. GAUR. 1992. Inoculation of *Azospirillum brasilense* y phosphate-solubilizing bacteria on yield of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in dry land. *Tropical Agricultural Science*. 69 (4): 347-350.
- BASHAN, Y. y L. E. BASHAN. 2005. Bacteria. **En:** Hillel, D. (ed.). Encyclopaedia of soils in the environment. **Oxford, Uk**. Vol. 1: p. 103-115.
- BERINGER, J. E. 1984. The Significance of Symbiotic Nitrogen Fixation in Plant Production. *Plant Science* 2: 269-286.
- BIANCO, C. A.; J. H. SOAVE; A. O. MORESI y T. A. KRAUS. 2006 a. *Malezas del Cultivo de Maní. Identificación y Control*. 1<sup>er</sup> ed. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto, Argentina. 118p.
- BIANCO, A. C., T. A. KRAUS y C. O. NUÑEZ. 2006 b. *Botánica Agrícola*. 2<sup>da</sup> Edición. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto. Argentina. 498p.
- BLOEMBERG, G. V. y B. J. J. LUGTENBERG. 2001. Molecular basis of plant growth promotion and biocontrol by rhizobacteria. *Current Opinion in Plant Biology*. 4: 343-350

- BLUMER, C. y D. HASS. 2000. Mechanism, regulation, and ecological role of bacterial cyanide biosynthesis. *Archives of Microbiology*. 173: 170-177.
- BONADEO, E. y I. MORENO. 2006. Nutrición Mineral **En:** Fernandez, E. M. y O. Giayetto (comp.). *El Cultivo de Maní en Córdoba*. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto. Argentina. 1<sup>er</sup> Edición. Cap. 6. p: 113-120.
- BOUILLANT, M. 1997. Inhibition of Striga seed germination with Sorghum growth promotion by soil bacteria. *Science de la Vie* 320 (2): 159–162.
- BRANCH, W. D. 2003. Registration of “Georgia-02C” peanut. *Crop Science* 43 (5): 1883-1884.
- CASAS, M. A.; M. R. de FELIPE; J. ROLDÓS; C. RUBIO; L. M. GUASCH y M. FERNANDEZ-PASCUAL. 1998. Co-inoculaciones de plantas de soja con bacterias de los generos: *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium*, *Azospirillum* y *Bacillus*. **Perspectivas de la Fijación Biológica de Nitrogeno en el Umbral del Siglo XXI**. Universidad Pública de Navarra, Navarra, España. p: 198-199.
- CASTILLO, G.; B. ALTUNA; G. MICHELENA; J. SÁNCHEZ-BRAVO, y M. ACOSTA. 2005. Cuantificación del Contenido de Ácido Indol-Acético (AIA) en un caldo de fermentación microbiana. *Anales de Biología* 27: 137-142.
- CASTRO, S.; G. CERIONI; O. GIAYETTO 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. *Agriscientia* 23 (2): 55-56.
- CERIONI, G. A.; BALIÑA, R.; TONIOTTI, D. R.; O. GIAYETTYO 2007. Inoculación en surco del cultivo de maní (*Arachis hypogaea L.*) en el sur de la provincia de Córdoba. Componentes del rendimiento y calidad. **En:** Olmedo, C.; A. Thuar y E. Castro (comp). **VI Reunión Nacional Científico**

**Técnica de Biología del Suelo. VI Encuentro Sobre Fijación Biológica de Nitrógeno:** 108. Río Cuarto, Argentina.

CISNEROS, J.M.; C. CHOLAKY; E. BRICCHI; J.J. CANTERO Y O. GIAYETTO.

1996. Evaluación del efecto del uso sobre las propiedades físicas de un Haplustol típico del centro de Córdoba. **XV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo (AACCS)**. Santa Rosa, La Pampa. Argentina. p: 23-24.

COMPANT S.; DUFFY B.; NOWAK J.; CLEMENT C. y E.A. BARKA 2005

Minireview: Use of plant Growth-Promoting Bacteria for Biocontrol of Plant Diseases: Principles mechanisms of action, and future prospects. *Applied and Environmental Microbiology* 71 (9): 4951-4959.

DEY, R.; K.K. PAL; D.M. BHATT y S.M. CHAUHAN. 2004. Growth promotion and yield enhancement of peanut (*Arachis hypogaea*) by application of plant growth-promoting rhizobacteria. *Microbiological Research*. 159 (4): 371-394.

DAIMON, H. y M. YOSHIOKA. 2001. Responses of Root Nodule Formation and Nitrogen Fixation Activity to Nitrate in a Split-root System in Peanut (*Arachis hypogaea* L.) *Journal of Agronomy & Crop Science*. 187: 89-95.

DI BARBARO, M. G.; PALANCA, E. I.; PERNASETTI, S.; LUCENA, V. y A. STEGMAYER 2007 Efecto de *Azospirillum brasilense* sobre semillas de soja (*Glycine max* L. Merr.) en condiciones de estrés salino. **En:** Olmedo, C.; A. Thuar y E. Castro (comp). **VI Reunión Nacional Científico Técnica de Biología del Suelo. VI Encuentro Sobre Fijación Biológica de Nitrógeno:** 57. Río Cuarto, Argentina.

DOBBELAERE S.; VANDERLEYDEN J. y OKON Y. 2003 Plant. Growth-Promoting effects of diazotrophos in the rhizosphere. *Critical Reviews in Plant Science*. 22 (2): 107-149.

- DUIJFF, B. J.; J. W. MEIJER, P. BAKKER y B. SCHIPPERS. 1993. Siderophore-mediated competition for iron and induced resistance in the suppression of Fusarium wilt of carnation by *Pseudomonas fluorescens* spp. *Netherlands Journal of Plant Pathology*. 99: 277-289.
- FABRA, A.; T. TAURIAN y J. ANGELINI. 2007. Los Rizobios: Taxonomía, actividad promotora del crecimiento vegetal y mecanismos de infección en leguminosas. **En:** Thuar, A.; F. Cassán y C. Olmedo (comp.). **De la Biología del Suelo a la Agricultura**. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto. Cap. 5 p: 81-93.
- FAGGIOLI, V. S.; C. R. CAZORLA; A. VIGNA y M. F. BERTI. 2007. Fertilizantes biológicos en maíz. Ensayo de inoculación con cepas de *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens*. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez.
- FAUCHER, R. 2001. Área de de siembra. *Agro mercado*. 22 (63): 22.
- FELIPE, M. R. de. 2006. Fijación biológica de dinitrógeno atmosférico en vida libre. **En:** Bedmar, J. E.; González, J.; Lluch, C. y B. Rodelas (ed.). **Fijación del Nitrógeno: Fundamentos y aplicaciones**. Sociedad Española de Fijación de Nitrógeno, Granada.
- FERLINI MICHELI, H.; S. DIAZ y C. OLMEDO. 2007. Efectos de la inoculación con bacterias PGPRs (*Azospirillum brasilense*) en el Cultivo de maní (*Arachis hypogaea*). **En:** Olmedo, C.; A. Thuar y E. Castro (comp). **VI Reunión Nacional Científico Técnica de Biología del Suelo. VI Encuentro Sobre Fijación Biológica de Nitrógeno:** 61. Río Cuarto, Argentina.
- FERNANDEZ E. M. y GIAYETO O. 2006. Calidad Comercial y Alimenticia de los Granos. **En:** Fernández, E. M. y O. Giayetto (comp.). **El Cultivo de Maní en Córdoba**. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto. Argentina. 1<sup>er</sup> Edición. Cap. 3 p: 49-69.

- FERNANDEZ – LARREA VEGA, O. 2001. Micronutrientes Antagonistas para el Control Fitosanitario. *Manejo Integrado de Plagas*. 62:96-100.
- GEORGALOS, A. H. 2001. Actualidad manisera. *Agro mercado*. 22 (63): 15-19.
- GIAYETTO, O. 2006. Origen, Historia y Clasificación. **En:** Fernández, E. M. y O. Giayetto (comp.). **El Cultivo de Maní en Córdoba**. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto. Argentina. 1<sup>er</sup> Edición. Cap. 1 p: 25-35.
- GORBET, D. W. 2000. Registration of “SunOleic 97R” peanut. *Crop Science* 40: 1190-1191.
- GORBET, D. W. y D. A. KNAUFT 1997. Registration of “SunOleic 95R” peanut. *Crop Science* 37: 1392.
- GUTIERREZ MAÑERO, J. A.; J. A. GARCÍA; A. PROBANZA LOBO y B. RAMOS SOLANO. 2006. Interacción planta-microorganismos en un ecosistema denominado rizósfera. **En:** Bedmar, J. E.; González, j.; Lluch, C. y B. Rodelas (eds.). **Fijación del Nitrógeno: Fundamentos y Aplicaciones**. Sociedad Española de Fijación de Nitrógeno, Granada.
- HERNANDEZ, A.; A. FERNANDEZ; E. PEREZ; S. MIRANDA; C. FONS; A. HERNANDEZ y J. L. SANTANDER. 1999. Producción, Purificación y Diagnóstico de Sideróforos a partir de la Cepa de *Pseudomonas fluorescens* J-143. *Cultivos Tropicales*. 20 (1): 21.
- HERNÁNDEZ, Y. 1998. La Fijación Biológica del Nitrógeno. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 32: 233-245.
- KNAUFT, D. A.; D. M. MOORE y D. W. GORBET. 1993. Further studies on the inheritance of fatty acid composition in peanut. *Peanut Science* 20: 74-76.
- LOPER, J. E. y J. S. BUYER. 1991. Siderophores in microbial interactions on plant surfaces. *Molecular Plant-Microbe Interaction*. 4: 5-13.

- LOPEZ, L. E. 2006. *Evaluación del efecto de la inoculación en Maíz con Azospirillum brasilense bajo distintas formulaciones*. Tesis. Fac. de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto. Argentina.
- MAURHOFER, M.; D. HASS y G. DÉFAGO. 1998. Salicylic acid biosynthetic genes expressed in *Pseudomonas Fluorescens* strain P3 improve the induction of systematic resistance in tobacco against tobacco necrosis virus. *Phytopathology* 88: 678-684.
- MICUCCI, F. G.; R. M. BALIÑA; M. V. FERNANDEZ CANIGLIA y M. DIAZ-ZORITA. 2007. Inoculación en el surco de siembra de soja: Resumen de cuatro años de ensayos en Sudamérica **En: Olmedo, C.; Thuar, A. y E. Castro (comp). VI Reunión Nacional Científico Técnica de Biología del Suelo. VI Encuentro Sobre Fijación Biológica de Nitrógeno: 71.** Río Cuarto, Argentina.
- MOHAMED, Z. K.; S. A. EL-SAYED; T. E. E. RADWAN y G. S. ABD EL-WAHAB. 2009. Potency evaluation of *Serratia marcescens* and *Pseudomonas fluorescens* as biocontrol agent for root-knot nemotodes in Egypt. *Journal of Applied Sciences Research* 1: 93-103.
- MORENO, I.; C. CHOLAKY; M. LESSER y J. MARCOS. 1996. Efecto de la labranza sobre el contenido de carbono orgánico y su implicancia en la estabilidad estructural. **Actas Resúmenes del XV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo (AACS).** Santa Rosa, La Pampa, Argentina. p: 26a-26b.
- PALANCA, E. I.; M. G. DI BARBARO; S. PERNASETTI; V. LUCENA; V. HERRERA y A. STEGMAYER. 2007. Inoculación de semillas de soja (*Glycine max* L. Merr.) con *Bradyrhizobium japonicum* en condiciones de estrés salino. **En: Olmedo, C.; Thuar, A. y E. Castro (comp). VI Reunión Nacional Científico Técnica de Biología del Suelo. VI Encuentro Sobre Fijación Biológica de Nitrógeno: 73.** Río Cuarto, Argentina.

- PEROTTI, E. B. R.; L. T. MENÉNDEZ; O. E. GAIA y A. PIDELLO. 2005. Supervivencia de *Pseudomonas fluorescens* en suelos con diferente contenido de materia orgánica. *Revista Argentina de Microbiología*. 37: 102-105.
- RODRIGUEZ H. y R. FRAGA. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnol Advances*. (4-5): 319-39.
- SARTORI, M. V. 2005. *Efecto de la inoculación de bacterias promotoras de crecimiento en un cultivo de soja*. Tesis. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina.
- SHARIEF, A.E.; S.E. EL-KALLA; A.T. EL-KASSABY; M.H. GHONEMA y G.M.Q. ABDO. 2006. Effect of bio-chemical fertilization and times of nutrient foliar application on growth, yield and yield components of rice. *Journal of Agronomy*. 5 (2): 212-219.
- SIMPSON, C. E.; M. R. BARING; A. M. SCHUBERT; H. A. MELOUK; M. C. BLACK; Y. LOPEZ y K. A. KEIM. 2003. Registration of “Tamrum OL 01” peanut. *Crop Science* 43 (6): 2298.
- SOAVE, J. H. 1997. 20 años de maní tipo “Runner” en la Argentina. Koltsch Imp. Gráficos. Gral. Cabrera. 28 pp.
- SOAVE, J. H., C. A. BIANCO y T. A. KRAUS. 2004. Descripción de dos nuevos cultivares de maní (*Arachis hypogaea* L. Subs. *hypogaea* var. *hypogaea*). *Agriscientia* 21 (2): 85-88.
- VOISARD, C.; C. KEEL; D. HAAS y G. DÉFAGO. 1989. Cyanide production by *Pseudomonas fluorescens* helps suppress black root rot of tobacco under gnotobiotic conditions. *EMBO Journal*. 8: 351-358.
- VANDE BROEK, A.; A.M. BEKRI; F. DOSSELAERE; D. FAURE; M. LAMBERCHT; Y. OKON; A. COSTACURATA; E. PRINSEN; P. DE TROCH; J. DESAIR; V. KEIJERS y J. VANDERLEYDEN. 1996.

*Azospirillum*-Plant root associations. **Biological Nitrogen Fixation for the 21<sup>st</sup> Century**. París 1997. P: 375.

VAN LOON, L. C. 2007. Plant responses to plant growth-promoting rhizobacteria. *European Journal of Plant Pathology*. 119: 243-254.

## ANEXO

**PRIMER MUESTREO (R1)****Altura de Planta. Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de planta.	60	0,24	0,20	13,11

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0,82	1	0,82	0,46	0,5006
Bloques	30,01	2	15,00	8,44	0,0006
Error	99,51	56	1,78		
Total	130,33	59			

## Estadística descriptiva

Tratamientos	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
Inoculación en semilla	Altura de pl.	30	10,28	1,55	15,09	7,00	12,50
Testigo	Altura de pl.	30	10,05	1,43	14,27	7,50	12,50

**Longitud de Folíolo. Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud de foliolo	60	0,11	0,07	10,51

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0,06	1	0,06	0,31	0,5818
Bloques	1,36	2	0,68	3,48	0,0376
Error	10,98	56	0,20		
Total	12,40	59			

## Estadística descriptiva

Tratamientos	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
Inoculación en semilla	Longitud de foliolo	30	4,24	0,42	9,80	3,50	5,00
Testigo	Longitud de foliolo	30	4,18	0,50	12,03	2,50	5,00

**Ancho de Folíolo. Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ancho de foliolo	60	0,10	0,06	9,27

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,20	2	0,10	2,35	0,1051
Tratamientos	0,07	1	0,07	1,76	0,1900
Error	2,34	56	0,04		
Total	2,61	59			

## Estadística descriptiva

Tratamientos	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
Inoculación en semilla	Ancho de foliolo	30	2,24	0,19	2,00	2,60
Testigo	Ancho de foliolo	30	2,17	0,23	1,50	2,90

**Grado de ramificación. Análisis de la varianza**

Ramas Profilares sobre cotiledonar 1

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rama Prof. sobre Cotiledonar 1	60	0,05	0,00	13,13

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,13	2	0,07	1,00	0,3744
Tratamientos	0,07	1	0,07	1,00	0,3216
Error	3,73	56	0,07		
Total	3,93	59			

*Shapiro-Wilks (modificado) Normalidad*

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO Rama Prof. sobre Cot 1	60	0,00	0,25	0,32	<0,0001

*Prueba de Friedman*

Testigo	Inoculado semilla	T <sup>2</sup>	p
1,52	1,48	1,00	0,3256

*Mínima diferencia significativa entre suma de rangos (2,045)*

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
Inoculación en semilla	44,50	1,48	30	A
Testigo	45,50	1,52	30	A

Ramas de segundo orden sobre cotiledonar 1

*Prueba de Friedman*

Testigo	Inoculación en semilla	T <sup>2</sup>	p
1,43	1,57	1,00	0,3256

*Mínima diferencia significativa entre suma de rangos (8,181)*

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
Testigo	43,00	1,43	30	A
Inoculación en semilla	47,00	1,57	30	A

Ramas Profilares sobre Cotiledonar 2

*Prueba de Friedman*

Testigo	Inoculación en semilla	T <sup>2</sup>	p
1,58	1,42	5,80	0,0226 P < 0,

*Mínima diferencia significativa entre suma de rangos (4,246)*

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
Inoculación en semilla	42,50	1,42	30	A
Testigo	47,50	1,58	30	B

Ramas de segundo orden sobre cotiledonar 2

*Prueba de Friedman*

Testigo	Inoculación en semilla	T <sup>2</sup>	p
1,45	1,55	0,52	0,4762

*Mínima diferencia significativa entre suma de rangos (8,501)*

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
Testigo	43,50	1,45	30	A
Inoculación en semilla	46,50	1,55	30	A

**SEGUNDO MUESTRO (R2-R3).****Análisis de la varianza. Altura de Planta**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de planta.	60	0,25	0,21	12,46

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	32,47	2	16,24	8,98	0,0004
Tratamientos	0,66	1	0,66	0,37	0,5478
Error	101,27	56	1,81		
Total	134,41	59			

## Shapiro-Wilks para normalidad

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO Altura de pl.	60	0,00	1,31	0,94	0,0312*

## Transformación logarítmica para la variable Altura de planta

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LOG10 Altura de pl.	60	0,25	0,21	5,03

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,05	2	0,02	9,09	0,0004
Tratamientos	6,3E-04	1	6,3E-04	0,24	0,6297
Error	0,15	56	2,7E-03		
Total	0,20	59			

## Estadística descriptiva

Tratamientos	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
Inoculación en semilla	Al de pl.	30	10,69	1,29	12,10	9,00	13,50	10,50
Testigo	Al de pl.	30	10,90	1,71	15,73	8,50	14,50	10,00

## Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO LOG10 Altura de pl	60	0,00	0,05	0,95	0,1055

## Prueba de levene Para homogeneidad

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS LOG10 Altura de pl	60	0,01	0,00	69,28

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	4,3E-04	1	4,3E-04	0,53	0,4698
Error	0,05	58	8,2E-04		
Total	0,05	59			

**Análisis de la varianza. Longitud de folíolo**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud de folíolo	60	0,17	0,12	10,84

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0,07	1	0,07	0,33	0,5657
Bloques	2,38	2	1,19	5,41	0,0071
Error	12,33	56	0,22		
Total	14,78	59			

Shapiro-Wilks para normalidad

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO Longitud de folíolo	60	0,00	0,46	0,93	0,0130

Transformación logarítmica para la variable Longitud de folíolo

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LOG10 Longitud de folíolo	60	0,15	0,11	7,39

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,02	2	0,01	4,94	0,0105
Tratamientos	8,3E-04	1	8,3E-04	0,38	0,5396
Error	0,12	56	2,2E-03		
Total	0,15	59			

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO LOG10 Longitud	60	0,00	0,05	0,94	0,0340*

Prueba de Friedman

Testigo	Inoculación en semilla	T <sup>2</sup>	p
1,50	1,50	0,00	>0,9999

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos (10,607)

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
Testigo	45,00	1,50	30	A
Inoculación en semilla	45,00	1,50	30	A

**Análisis de la varianza. Ancho de folíolo**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ancho de folíolo	60	0,59	0,57	5,50

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	1,08	2	0,54	37,33	<0,0001
Tratamientos	0,09	1	0,09	6,07	0,0168 P < 0,05
Error	0,81	56	0,01		
Total	1,99	59			

Shapiro-Wilks Normalidad

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO Ancho de folíolo	60	0,00	0,12	0,96	0,2732

Prueba de levene

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Ancho de folíolo	60	1,0	E-03	0,00

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	3,8E-04	1	3,8E-04	0,06	0,8072
Error	0,36	58	0,01		
Total	0,36	59			

Test: LSD Fisher Alfa = 0,05 DMS = 0,06233

Tratamientos	Medias	n	
Testigo	2,15	30	A
Inoculación en semilla	2,23	30	B

**Análisis de la varianza. Grado de ramificación.**

Ramas filiales sobre cotiledonar 1

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rama Profilar sobre Cot 1	60	0,12	0,07	14,00

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,13	2	0,07	0,93	0,4023
Tratamientos	0,42	1	0,42	5,79	0,0195
Error	4,03	56	0,07		
Total	4,58	59			

Shapiro-Wilks Normalidad

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO Rama Profilar sobre Cot 1	60	0,00	0,26	0,62	<0,0001

Prueba de Friedman

Testigo	Inoculado semilla	T <sup>2</sup>	p
1,58	1,42	5,80	0,0226

*Mínima diferencia significativa entre suma de rangos (4,246)*

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
Inoculación en semilla	42,50	1,42	30	A
Testigo	47,50	1,58	30	B

Ramas de segundo sobre cotiledonar 1

Prueba de Friedman

Testigo	Inoculación en semilla	T <sup>2</sup>	p
1,33	1,67	5,18	0,0304

*Mínima diferencia significativa entre suma de rangos (8,987)*

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
Testigo	40,00	1,33	30	A
Inoculado semilla	50,00	1,67	30	B

Ramas filiales sobre Cotiledonar 2

Prueba de Friedman

Testigo	Inoculación en semilla	T <sup>2</sup>	p
1,57	1,43	2,83	0,1033

*Mínima diferencia significativa entre suma de rangos (4,864)*

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
Inoculación en semilla	43,00	1,43	30	A
Testigo	47,00	1,57	30	A

Ramas de segundo orden sobre cotiledonar 2

Prueba de Friedman

Testigo	Inoculación en semilla	T <sup>2</sup>	p
1,40	1,60	3,22	0,0831

*Mínima diferencia significativa entre suma de rangos (6,836)*

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
Testigo	42,00	1,40	30	A
Inoculación en semilla	48,00	1,60	30	A

### **TERCER MUESTREO (R5-R6).**

#### **Análisis de la varianza. Altura de planta**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de planta	120	0,48	0,46	12,61

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	310,14	2	155,07	18,02	<0,0001
Tratamientos	600,87	3	200,29	23,28	<0,0001
Error	980,97	114	8,61		
Total	1891,98		119		

#### Shapiro-Wilks Normalidad

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO Altura de planta	120	0,00	2,87	0,98	0,3824

#### Prueba de Levene. Homogeneidad

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Altura de planta	120	0,04	0,02	73,51

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	15,13	3	5,04	1,77	0,1577
Error	331,39	116	2,86		
Total	346,52	119			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,70612

Error: 11,1302 gl: 116

Tratamientos	Medias	n	
Testigo	20,25	30	A
Inoculación en semilla	22,80	30	B
Dosis 250cc	23,47	30	B
Dosis 500cc	26,53	30	C

#### **Análisis de la varianza. Longitud de Foliolo**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud de foliolo	120	0,11	0,07	9,37

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	3,59	3	1,20	3,86	0,0113
Bloques	0,63	2	0,31	1,01	0,3670
Error	35,29	114	0,31		
Total	39,50	119			

Supuestos para la variable Longitud de foliolo.

#### Shapiro-Wilks Normalidad

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO Longitud de foliolo	120	0,00	0,54	0,97	0,0506

Prueba de Levene

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Longitud de folíolo	120	0,04	0,02	86,66

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0,66	3	0,22	1,75	0,1614
Error	14,57	116	0,13		
Total	15,22	119			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,28456

Error: 0,3096 gl: 116

Tratamientos	Medias	n	
Testigo	5,68	30	A
Inoculación en semilla	5,91	30	A B
Dosis 250cc	6,01	30	B
Dosis 500cc	6,15	30	B

### Análisis de la varianza. Ancho de foliolo

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ancho de foliolo	120	0,15	0,12	11,12

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,17	2	0,09	1,05	0,3522
Tratamientos	1,50	3	0,50	6,16	0,0006
Error	9,26	114	0,08		
Total	10,94	119			

Prueba de Levene

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Ancho de folíolo	120	0,01	0,00	89,13

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0,03	3	0,01	0,28	0,8384
Error	4,01	116	0,03		
Total	4,04	119			

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO Ancho de folíolo	120	0,00	0,28	0,95	0,0018

Transformación Logarítmica para la variable Ancho de Foliolo

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LOG10 Ancho de folíolo	20	0,15	0,11	12,64

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	0,01	2	2,8E-03	1,06	0,3498
Tratamientos	0,05	3	0,02	5,82	0,0010
Error	0,30	114	2,6E-03		
Total	0,35	119			

Test: LSD Fisher Alfa = 0,05 DMS = 0,14585

Error: 0,0813 gl: 116

Tratamientos	Medias n		
Testigo	2,37	30	A
Inoculación en semilla	2,60	30	B
Dosis 250cc	2,64	30	B
Dosis 500cc	2,65	30	B

### Análisis de la varianza. Largo de rama cotiledonar 1

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Largo de rama cot. 1	120	0,29	0,26	13,12

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	238,23	2	119,11	4,21	0,0172
Tratamientos	1064,34	3	354,78	12,54	<0,0001
Error	3224,72	114	28,29		
Total	4527,29	119			

#### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO Largo de rama cot.1	120	0,00	5,21	0,99	0,7645

#### Prueba de Levene

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Largo de rama cot.1	120	1,0E-03	0,00	81,17

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	1,29	3	0,43	0,04	0,9893
Error	1254,11	116	10,81		
Total	1255,41	119			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,79416

Error: 29,8530 gl: 116

Tratamientos	Medias n		
Testigo	35,92	30	A
Inoculación en semilla	40,90	30	B
Dosis 250cc	41,12	30	B
Dosis 500cc	44,23	30	C

### Análisis de la varianza. Largo de rama cotiledonar 2

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Largo de rama cot. 2	120	0,22	0,19	16,28

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	124,40	2	62,20	1,48	0,2327
Tratamientos	1258,9	3	419,64	9,96	<0,0001
Error	4802,05	114	42,12		
Total	6185,37	119			

#### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO Largo de rama cot 2	120	0,00	6,35	0,99	0,9475

## Prueba de Levene

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Largo de rama cot 2	120	0,02	0,00	79,90

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	33,28	3	11,09	0,71	0,5497
Error	1819,88	116	15,69		
Total	1853,16	119			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=3,33269

Error: 42,4694 gl: 116

Tratamientos	Medias	n	
Testigo	34,63	30	A
Inoculación en semilla	40,65	30	B
Dosis 250cc	40,67	30	B
Dosis 500cc	43,52	30	B

**CUARTO MUESTREO (R5).****Análisis de la varianza. Materia Seca Aérea**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Materia seca aérea	12	0,24	0,00	59,53

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	285,70	2	142,85	0,13	0,8846
Tratamiento	1818,0	3	606,01	0,53	0,6774
Error	6846,2	6	1141,04		
Total	8949,97	11			

## Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO Materia seca aérea	12	0,00	24,95	0,85	0,0703

## Prueba de Levene homogeneidad

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Materia seca aérea	12	0,49	0,30	54,45

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	943,03	3	314,34	2,58	0,1261
Error	974,30	8	121,79		
Total	1917,32	11			

**Análisis de la varianza. Materia Seca subterránea**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Materia seca subterránea	12	0,50	0,09	36,36

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	3,42	3	1,14	0,69	0,5897
Bloques	6,58	2	3,29	2,00	0,2164
Error	9,88	6	1,65		
Total	19,87	11			

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO Materia seca subterránea	12	0,00	0,95	0,95	0,7341

Prueba de Levene

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Materia seca subterránea	12	0,23	0,00	65,24

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,63	3	0,21	0,82	0,5207
Error	2,05	8	0,26		
Total	2,67	11			

**Análisis de la varianza. Nodulación en Raíz Principal**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
N° de nódulos Raíz principal	12	0,38	0,00	50,07

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	3,50	2	1,75	0,09	0,9141
Tratamiento	67,58	3	22,53	1,17	0,3951
Error	115,17	6	19,19		
Total	186,25	11			

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO N° de nódulos Raíz P.	12	0,00	3,24	0,96	0,8728

Prueba de Levene

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS N° de nódulos Raíz P.	12	0,37	0,14	95,45

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	21,10	3	7,03	1,58	0,2680
Error	35,55	8	4,44		
Total	56,65	11			

**Análisis de la varianza. Nodulación en Raíces Secundarias**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
N° de nódulos Raíz S.	12	0,39	0,00	25,16

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	3684,25	3	1228,08	1,19	0,3905
Bloques	339,50	2	169,75	0,16	0,8522
Error	6200,50	6	1033,42		
Total	10224,25	11			

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO N° de nódulos Raíz S.	12	0,00	23,74	0,96	0,8086

## Prueba de Levene

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS N° de nódulos	12	0,55	0,37	72,08

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	1462,34	3	487,45	3,20	0,0837
Error	1218,9	8	152,37		
Total	2681,31	11			

**MUESTREO DE PARÁMETROS REPRODUCTIVOS.****Análisis de la varianza. Rendimiento en Grano**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento kg.ha-1	12	0.33	0.00	29.62

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	557102.61	2	278551.31	0.15	0.8658
Tratamiento	5031716.38	3	1677238.79	0.89	0.4987
Error	11319983.81	6	1886663.97		
Total	16908802.80	11			

## Shapiro-Wilks. Normalidad

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO Rendimiento kg.ha-1	12	0.00	1014.44	0.93	0.5270

## Prueba de Levene

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Rendimiento kg/ha	12	0.30	0.04	70.15

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	1103088.94	3	367696.31	1.17	0.3813
Error	2523641.16	8	315455.14		
Total	3626730.09	11			

## Estadística descriptiva

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
Dosis 250cc	Rto kg.ha-1	3	4327.77	574.78	13.28	3896.10	4980.20
Dosis 500cc	Rto kg.ha-1	3	5731.59	1422.02	24.81	4232.00	7060.66
Inoculación en semilla	Rto kg.ha-1	3	4440.60	1376.55		31.00	2892.50
5526.80							
Testigo	Rto kg.ha-1	3	4049.70	1300.44	32.11	3182.90	5545.00

**Análisis de la varianza. Rendimiento Tipo Confitería (%)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Tamaño confitería %	12	0,53	0,15	7,27

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	189,18	3	63,06	1,78	0,2508
Bloques	54,09	2	27,05	0,76	0,5066
Error	212,58	6	35,43		
Total	455,85	11			

**Análisis de la varianza. Rendimiento Tipo Industria (%)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Tamaño Industria %	12	0,61	0,29	33,28

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	234,03	3	78,01	2,68	0,1408
Bloques	44,21	2	22,11	0,76	0,5086
Error	174,91	6	29,15		
Total	453,15	11			

**Análisis de la varianza. Rendimiento Tipo Descarte (%)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Tamaño descarte %	12	0,36	0,00	80,61

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	6,80	3	2,27	0,99	0,4575
Bloques	0,95	2	0,47	0,21	0,8187
Error	13,71	6	2,28		
Total	21,46	11			

**Análisis de la varianza. Relación caja/grano (%)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Relación caja/grano	12	0,30	0,00	3,21

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	13,44	3	4,48	0,70	0,5844
Bloques	2,60	2	1,30	0,20	0,8210
Error	38,27	6	6,38		
Total	54,31	11			