

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA



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

**EMERGENCIA, NODULACIÓN Y RENDIMIENTO DEL
CULTIVO DE MANÍ (*Arachis hypogaea* L.), UTILIZANDO
INOCULANTE Y REGULADORES DE CRECIMIENTO
DE BASE HORMONAL**

Mattana, Fabricio Diego

DNI N° 35.672.317

Director: Ing. Agr. MSc CERIONI, Guillermo

Co-Director: Ing. Agr. MSc KEARNEY, Marcelo

Río Cuarto – Córdoba

Octubre 2015

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

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: EMERGENCIA, NODULACIÓN Y
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MANÍ (*Arachis hypogaea* L.),
UTILIZANDO INOCULANTE Y REGULADORES DE
CRECIMIENTO DE BASE HORMONAL

Autor: Mattana, Fabricio Diego
DNI: 35.672.317

Director: Ing. Agr. MSc. Cerioni Guillermo
Co-director: Ing. Agr. MSc. Marcelo Kearney

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

Ing. Agr. MSc. Oscar Giayetto _____

Ing. Agr. Carla Bruno _____

Ing. Agr. MSc. Cerioni Guillermo _____

Fecha de Presentación: _____ / _____ / _____

Aprobado por Secretaría Académica: _____ / _____ / _____

Secretario Académico

AGRADECIMIENTOS

A Guillermo Cerioni y Marcelo Kearney, quienes me orientaron y guiaron, no sólo el plano intelectual, sino también en lo afectivo y humano, conformando un grupo de trabajo.

A toda mi familia por el apoyo incondicional que me brindaron a lo largo de la carrera tanto desde el punto de vista económico como en el afectivo, y a todos mis amigos de la universidad que colaboraron y me ayudaron en estos años.

ÍNDICE GENERAL

	Páginas
Certificado de aprobación	I
Agradecimientos	II
Índice general	III
Índice de figuras	V
Índice de tablas	VI
Índice fotográfico	VII
Resumen	VIII
Summary	IX
Introducción	1
Antecedentes	2
Hipótesis	7
Objetivo general	7
Materiales y métodos	7
Condiciones meteorológicas	10
Resultados y discusiones	12
1° Evaluación (28/11/2013)	12
Número de plántulas 10 m de surco	12
Peso de la materia seca/ plántula (g)	13
Longitud de la raíz principal (cm)	14
Altura de las plántulas (cm)	15
Número de hojas por plántula	15
Número de raíces secundarias	16
2° Evaluación (12/12/2013)	18
Número de plántulas 10 m de surco	18
Longitud de la raíz principal (cm)	19
Evaluación de nodulación (08/01/2014)	21
Número de nódulos	21
Variables medidas a Cosecha (26/03/2014)	23
Número de plantas por m ²	23
Biomasa total	24
Índice de cosecha	25
Número de frutos/m ² y número de frutos/planta	27
Peso de un fruto	28
Relación grano/caja	29

Rendimiento de frutos y de semillas	30
Calidad comercial	31
Conclusiones	33
Bibliografía	34
Anexo	39

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura N°1: Precipitaciones (milímetros) mensuales de la campaña agrícola 2013/14 y promedio	10
Figura N°2: Temperaturas promedio máximas, medias, mínimas (°C) mensuales por mes de la campaña agrícola 2013/2014	11
Figura N°3: Número de plántulas en 10 m de surco, a los 20 DDS.	13
Figura N°4: Peso de la materia seca por plántulas (g), a los 20 DDS.	14
Figura N°5: Longitud de la raíz principal (cm), a los 20 DDS.	14
Figura N°6: Altura de las plántulas (cm), a los 20 DDS.	15
Figura N°7: Número de hojas por plántula, a los 20 DDS.	16
Figura N°8: Número de raíces secundarias por plántula, a los 20 DDS.	17
Figura N°9: Número de plántulas en 10 m de surco, a los 35 DDS.	19
Figura N°10: Longitud de la raíz principal (cm), a los 35 DDS.	19
Figura N°11: Número de nódulos en raíz principal, secundarias y totales por planta	21
Figura N°12: Número de plantas por superficie (pl/m ²)	23
Figura N°13: Biomasa Total, hojas + tallos, frutos, semillas y pericarpio (g/m ²)	24
Figura N°14: Índice de cosecha	26
Figura N°15: Número de frutos por superficie y por planta	27
Figura N°16: Peso medio 1 fruto (gr)	28
Figura N°17: Relación grano/caja	29
Figura N°18: Rendimiento de frutos y semillas en kg/ha según tratamientos evaluados	30
Figura N°19: Porcentajes de los tamaños granométricos por zarandas y % confitería	32

ÍNDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla 1: Número de plántulas, peso de la materia seca por plántula, longitud de raíz principal, altura de las plántulas, n° de hojas por plántula y n° de raíces secundarias, a los 20 días después de la siembra	12
Tabla 2: Número de plántulas en 10 m de surco y longitud de la raíz principal, : los 35 días después de la siembra	18
Tabla 3: Número de nódulos en raíz principal, secundarias y totales por planta	21
Tabla 4: Número de plantas por m ²	23
Tabla 5: Biomasa total, hojas + tallos, frutos, semillas y pericarpio (gr/m ²)	25
Tabla 6: Índice de cosecha	26
Tabla 7: Número de frutos por superficie y por planta	27
Tabla 8: Valores medios de peso de un fruto (gr)	28
Tabla 9: Relación grano/caja	29
Tabla 10: Rendimiento de frutos y semillas en kg/ha	30
Tabla 11: Porcentajes de los tamaños granométricos de zarandas de tajo y % confitería	32

ÍNDICE FOTOGRÁFICO

	Páginas
Foto N°1: Bioestimulante y testigo.	39
Foto N°2: Bioestimulante + inoculante y testigo.	39
Foto N°3: Inoculante y testigo.	40
Foto N°4: Inoculante, testigo, bioestimulante + inoculante y bioestimulante.	40

RESUMEN

La experiencia se realizó durante la campaña agrícola 2013/14 en un cultivo de maní ubicado en la zona rural de Sol de Mayo (Río Cuarto). El objetivo fue: evaluar el número de plantas establecidas, su crecimiento inicial, la nodulación, biomasa y su efecto sobre el rendimiento y calidad en el cultivo de maní con la aplicación de biestimulante, inoculante y su combinación. El diseño experimental fue en bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones. Cada unidad experimental tuvo una longitud de 50 m y 12 surcos de ancho.

Los tratamientos fueron bioestimulante Stimulate®, inoculante Masterfix®, su combinación y un testigo sin aplicación. Previo a la siembra se realizó el tratamiento en semilla con Stimulate®, y para la inoculación se utilizó un “kit” inoculador que consta de un tanque contenedor del caldo, 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 sembradora. El testigo tuvo menor stand de plantas, crecimiento inicial, biomasa y rendimiento, pero similar número de nódulos. A cosecha (R8), el stand de plantas, la biomasa total, el número de frutos por superficie y el rendimiento de frutos y semillas en los tratamientos con aplicación de ambos productos aumentaron significativamente, sin efecto sinérgico. No se observaron diferencias en la calidad comercial del maní (granometría y confitería), para los diferentes tratamientos.

Palabras claves: maní, *Arachis hypogaea*, bioestimulante, inoculante.

SUMMARY

The experience was carried out during the agricultural campaign 2013/14 in peanut crop located in the rural zone of Sol de Mayo (Río Cuarto). The aim was to evaluate the establishment, growth, nodulation, performance and quality of peanut in response to the application of biostimulation, inoculants and their combination. The experimental design was made in blocks completely randomized with three repetitions. Every unit of experiment had 50 m of length and 12 grooves of wideness.

During the treatment, Stimulate® biostimulating, Masterfix® inoculants, their combination and a witness without application were utilized. Previous to the sowing, treatment with Stimulate® was given to seeds, and for inoculation, an inoculant “kit” was used which in turn has a tank containing the broth, a bomb and a distributing system with hoses and dozer discs. The peaks which go down are located behind the seeder’s downward pipes. The witness had a minor plant stand, initial growth, biomass and performance, but a similar number of nodules. The crop (R8), the plant stand, the total biomass, the number of fruits per surface and the fruits’ and seeds’ performance under treatment with the application of both products, grew significantly, without synergic effect. Differences in peanut commercial quality were not observed (grain metric and confectionery) for the different treatments.

Key Words: peanut, *Arachis hypogaea*, biostimulating, inoculant.

INTRODUCCIÓN

El maní (*Arachis hypogaea* L.) es uno de los cultivos regionales típicos que presenta la agricultura de Argentina, en el centro-sur de la provincia de Córdoba se concentra el 96% de la producción nacional y la totalidad de los procesos industriales de la misma, con alto impacto económico y social en la provincia, ya sea de forma directa o indirecta, no sólo por la generación de divisas por la exportación de sus productos; sino también por la generación de trabajo a nivel predial e industrial (Fernández *et al.*, 2006a). Anualmente se siembran en Argentina entre 300 y 350 mil hectáreas con maní. El rendimiento promedio oscila entre 3,3 y 3,5 toneladas de maní en vainas por hectárea representando 1 millón de toneladas anuales de granos. Argentina es el mayor exportador mundial de maní de alta calidad o maní confitería, a pesar que su producción representa menos del 2% de la producción mundial (Pedelini *et al.*, 2012).

La planta de maní morfológicamente, tiene una estructura básica conformada por un tallo central (eje n) y dos ramificaciones primarias (n+1) que se originan en las axilas de los cotiledones (de donde reciben su nombre de ramificaciones cotiledonares), pudiendo presentar, además, otras ramificaciones n+1 y de orden superior (n+2, n+3). El número de ramificaciones varía con los genotipos (Fernández *et al.*, 2006b).

El maní es una planta herbácea, de porte erecto, semierecto o rastrero. El sistema radicular está formado por una raíz principal y raíces laterales que salen a diferentes alturas de la raíz principal. Los nudos pueden ser vegetativos cuando dan origen a una rama o bien reproductivos cuando en ellos se forman inflorescencias. Las hojas son estipuladas, formadas generalmente por cuatro folíolos. Las inflorescencias que se originan en los nudos reproductivos comprenden 3 a 5 flores generalmente de corola amarilla. Una vez producida la fecundación, se alarga la base del ovario generando una estructura denominada comúnmente “clavo” que lleva en su extremo el ó los óvulos fecundados. El clavo se dirige hacia el suelo donde se entierra y se transforma en el fruto, comúnmente denominado “caja”. Los frutos son indehiscentes, constituidos por una cubierta (pericarpo) y 1 a 5 semillas. El pericarpo está formado por tres capas de tejidos: exo, meso y endocarpo. En etapas tempranas de su desarrollo los frutos pueden absorber agua y nutrientes, entre estos principalmente Ca. Las semillas son alargadas o redondeadas, con tegumento muy delgado y la característica de tener muy expuesto el extremo correspondiente a la radícula lo cual predispone a la ocurrencia de daño mecánico. El peso de la semilla puede variar entre 0.3 a 1.5 g. (Giambastiani, 2003).

El maní es una leguminosa con altos requerimientos de nitrógeno (N), éste es el nutriente más importante de los cultivos por su rol en los sistemas biológicos, la complejidad de su ciclo y su participación en los sistemas de producción, el mismo se obtiene del suelo y de la fijación biológica de nitrógeno (FBN) en simbiosis con rizobios de diferente género (Castro *et al.*, 2006). Estas bacterias son bacilos móviles gram negativo con un tamaño aproximado de 0.5 a 0.9 por 1.2 a 3.0 μm , utilizan fuentes de carbono muy variadas, establecen simbiosis mayoritariamente con plantas leguminosas y la infección de las plantas conduce a la formación de nódulos en raíces o tallos (Sánchez, 2015).

El maní tradicionalmente se concentraba en regiones de suelo limo-arenosos (Hapludoles y Haplustoles típicos) y actualmente la superficie de siembra en esos suelos ha sido ganada por el cultivo de soja. En la década del 90 por diferentes factores el maní se fue desplazando al sur de la Pcia de Córdoba en razón de un creciente deterioro físico y biológico de los suelos donde antiguamente se realizaba, concentrándose en los departamentos Río Cuarto, Juárez Celman, Roque Sáenz Peña y Gral. Roca en suelos de textura arenosa-franca (Haplustoles énticos, Ustipsament típicos y Ustorthent típicos) con baja capacidad de retención de agua y provisión de nutrientes (Cisneros *et al.*, 2006).

Debido a este desplazamiento del maní hacia suelos más livianos y distintas condiciones ambientales del sur de la Pcia de Córdoba, es interesante tener en cuenta nuevas herramientas técnicas que permitan una mejor adaptación a esos ambientes. La aplicación de bioestimulantes e inoculantes ha sido descripta como una práctica de manejo recomendable para estimular las defensas naturales de las plantas y lograr condiciones favorables de nutrición de las mismas. Al respecto, los productos bajo estudio mejoran la germinación y emergencia, la nodulación, estimulan el desarrollo del sistema radicular aumentando la absorción de agua y de nutrientes por las plantas, favoreciendo el equilibrio hormonal y mejorando el comportamiento frente a stress (Stoller, 2014a).

Antecedentes

Gran cantidad de factores afectan a la semilla (PG y vigor) y al establecimiento del cultivo del maní (Cerioni *et al.*, 2010). En el área manisera de Córdoba la siembra de maní se realiza en primavera y se recomienda comenzar cuando el suelo tiene, como mínimo, 18°C a 10 cm de profundidad durante tres días consecutivos condición que se produce en la tercera década del mes de octubre en Río Cuarto (Giayetto *et al.*, 2006). En siembras tempranas (1° quincena de octubre) la temperatura sub-óptima que se presenta dificulta la germinación y emergencia a campo, esta situación puede ser aún de mayor gravedad, si la calidad

fisiológica de la semilla es regular a mala (Giayetto *et al.*, 2006, Cerioni *et al.*, 2011). Por su parte, Cavigaliasso (2012) indica que debido al manipuleo y daños mecánicos que se producen durante la cosecha y procesos de descascarado y acondicionamiento, el grano de maní puede ser afectado marcadamente en sus características intrínsecas como futura semilla y que la exposición del cultivo a bajas temperaturas resultó en una menor emergencia de plántulas. Debido a esta interacción de factores para obtener una densidad de plantas adecuada los productores siembran hasta un 50% más de la cantidad recomendada (18 semillas por metro lineal) por lo que resulta importante contar con herramientas técnicas que permitan minimizar este problema (Cerioni *et al.*, 2011).

Las plantas, para crecer, además de agua, nutrientes, luz solar y dióxido de carbono, necesitan hormonas. Las fases del desarrollo vegetal están reguladas por diferentes sustancias químicas reguladores de crecimiento, hormonas vegetales. Los bioestimulantes son compuestos orgánicos naturales o sintéticos que pueden ser aplicados en las plantas (hojas, frutos, semillas) provocando alteraciones en los procesos vitales y estructurales con la finalidad de incrementar la producción, mejorar la calidad y facilitar la cosecha. A través de esas sustancias se puede interferir en diferentes procesos fisiológicos y/o morfológicos tales como germinación, crecimiento vegetativo, floración, fructificación, senescencia y abscisión. Estos productos favorecen un equilibrio hormonal en la planta y producen una relación adecuada del sistema radicular aumentando el número y profundidad de raíces, las cuales aportan con una mayor absorción de agua y nutrientes. Además mantienen por más tiempo las hojas con una fotosíntesis activa. Esos reguladores son definidos como sustancias naturales o sintéticas que pueden ser aplicadas directamente a las plantas y semillas con la finalidad de incrementar el rendimiento y mejorar la calidad de las semillas (Tanismare *et al.*, 2008).

Existen algunos antecedentes recientes del uso de bioestimulantes en el cultivo de maní donde se evaluó rendimiento en cajas (kg/ha) como sucedió en la localidad de Berrotaran-Elena durante la campaña 2007/2008, utilizando la variedad Granoleico, con una densidad de 21 semillas/metro, con una dosis del producto (Stimulate®) de 300cc/100kg de semilla y en otra parcela se realizó el mismo procedimiento pero sin la aplicación del producto (testigo), observándose un aumento en el rendimiento del 14% (Stoller, 2014b).

Kearney *et al.*, (2011) en tres sitios de la Pcia de Córdoba (Chaján, La Carolina, Holmberg) durante la campaña 2010/11 utilizando la variedad Granoleico, los tratamientos fueron control y aplicación del producto (Stimulate®) en una dosis de 300cc/100 kg de semillas, donde se evaluó el poder germinativo (PG %), vigor (%), n° de plantas establecidas, índice de cosecha (IC) y rendimiento (kg/ha). Los resultados observados fueron un aumento

del PG y vigor. También se observó un efecto positivo en el rendimiento de frutos y de semillas para los tres sitios, debido al rápido y mejor establecimiento de las plantas.

Carrara *et al.*, (2011) durante la misma campaña en un lote ubicado a 5 km al oeste de la localidad de Adelia María-Córdoba sembraron un cultivar alto oleico y realizó la aplicación del bioestimulante Fertileader Quality® a una dosis de 4 l/ha, en 50 l/ha de agua conjuntamente al fungicida (Pyraclostrobin-Epoxiconazole) correspondiente al primer tratamiento fungicida el día 4/2/2011, el control (sin bioestimulante), correspondió a la aplicación del fungicida solamente. El objetivo del trabajo fue evaluar la respuesta en biomasa, rendimiento y sus componentes con la aplicación foliar del bioestimulante Fertileader Quality®, observándose que la aplicación del bioestimulante tuvo una respuesta significativa respecto al control en las variables analizadas.

Kearney *et al.*, (2014) evaluaron en dos sitios agrícolas de la Pcia de Córdoba (Gral. Deheza y Río Cuarto) el control de viruela del maní y rendimiento con la aplicación de un producto comercial compuesto por tres tipos de fosfitos (Mn, Fe y Zn) + un componente bioestimulante activador de defensas naturales (Eurofit Max®). Los tratamientos fueron Ve: una aplicación de Eurofit Max® en estado vegetativo y Ve+Re: aplicación de Eurofit Max® en estado vegetativo y reproductivo, ambos en dosis de 0,5 l p.c./ha + 120 l/ha de agua. En Río Cuarto los dos tratamientos fueron aplicados en un cultivo de maní con protección de fungicidas (Estrobirulinas+Triazoles); mientras que en Gral. Deheza, los tratamientos Ve y Ve+Re se aplicaron sobre un cultivo sin fungicidas y con un testigo sin Eurofit Max®, observándose en ambos sitios (con y sin aplicación de fungicidas) una demora en el inicio de la enfermedad, reduciendo entre un 39 y 62% los valores de severidad final de viruela del maní y aumentos en el rendimiento de frutos y semillas con la aplicación de Eurofit Max®.

Cerioni *et al.*, (2013) en la localidad de Río Cuarto evaluaron el efecto del bioestimulante Stimulate® en el cultivo de soja (GM V) aplicado a la semilla y foliar, sobre el establecimiento y rendimiento del cultivo. Los tratamientos fueron 5: aplicaciones de Stimulate® en semillas (300 cc/100 kg) y foliares (250 cc/ha) en las etapas R1 y R3, sus combinaciones y un tratamiento control, obteniéndose resultados positivos en las variables evaluadas.

Con respecto a 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 gran grupo diverso de leguminosas (Castro *et al.*, 2006).

Resultados obtenidos en la región centro sur de la Pcia de Córdoba indican que las cepas nativas de rizobios están muy adaptadas, razón por la que no se encontró respuesta en el rendimiento a la inoculación con diferentes cepas en el departamento Río Cuarto (Fabra *et al.*, 1998, Giayetto *et al.*, 1999; Bogino *et al.*, 2005; Bogino *et al.*, 2006, Castro *et al.*, 2006). Estudios recientes realizados en la zona sur de la Pcia de Córdoba, reportan incrementos del rendimiento con inoculantes aplicados en el surco de la siembra, al igual que la calidad comercial del grano (Cerioni *et al.*, 2008).

Toniotti (2008) observó que la respuesta a la inoculación en el surco aumento los rendimientos de frutos y semillas, esta respuesta estuvo asociada a incrementos en el número de nódulos y la actividad nitrogenasa por planta (nanomoles de etileno producidos por hora por gramos de nódulos frescos), peso de la biomasa total, componentes del rendimiento y en estrecha relación con la cantidad de $N-NO_3^-$ en el suelo, donde los niveles fueron menores la respuesta a la inoculación fue mayor.

Monteleone *et al.*, (2011) por otra parte vienen evaluando la inoculación en campos con y sin historia de maní, concluyendo que el aumento de rendimiento dado por la inoculación en campos con historia de maní es del 7% vs. 26 % cuando no había historia del cultivo (datos promedio de las evaluaciones realizadas en INTA Gral Cabrera). Se realizó un ensayo en la localidad de Sampacho (campo sin antecedente de maní) y en el Módulo Experimental de INTA Gral Cabrera (campo con antecedente del cultivo), ambos en la provincia de Córdoba, Argentina; donde se analizó si es necesario incluir modificaciones en la formulación o en la estrategia de inoculación, para acortar las diferencias entre ambas situaciones. El cultivar utilizado fue ASEM 485 INTA. En todos los casos se utilizó el inoculante Nitrasoil-L Maní conteniendo más de 2×10^9 ufc/ml de *Bradyrhizobium* sp. a razón de 1,5 l/ha con un volumen final de aplicación de 45 l caldo/ha. Los tratamientos de coinoculación incluyeron 0,5 o 1 l/ha de un inoculante formulado por Nitrasoil Argentina S.A. con *Azospirillum*. Los productos fueron aplicados sobre el surco de siembra previo al tapado de la semilla.

En el campo con antecedentes se pudo observar un incremento del rendimiento del 3% por inocular con Nitrasoil-L Maní, del 5% por coinocular con 0,5 l/ha de inoculante formulado con *Azospirillum* y un 7% por coinocular con la dosis más alta de *Azospirillum* (1 l/ha). En el campo sin antecedentes se pudo observar un 13% de incremento del rendimiento debido al agregado de inoculantes, pero no hubo efecto sinérgico por la coinoculación con *Azospirillum*.

Monteleone *et al.*, (2013) realizaron otro ensayo en el Módulo Experimental de INTA Gral Cabrera, para evaluar diferentes alternativas para incorporar nuevas tecnologías o estrategias de inoculación con el objetivo de acortar la diferencia en la respuesta a la inoculación entre los campos con y sin historia del cultivo. El cultivar utilizado fue Granoleico. Se utilizó una nueva formulación de inoculante desarrollada con cepas provistas por INTX Microbials (USA), denominada para este ensayo FCA013 y se la comparó con la formulación actual de Nitrasoil denominada NF012. El ensayo contó con un testigo sin inocular. En ambos casos, las formulaciones de inoculantes, tenían una concentración de 2×10^9 ufc/ml de *Bradyrhizobium* sp. Se inoculó a razón de 1,5 l/ha con un volumen final de aplicación de 40 l caldo/ha. Los productos fueron aplicados sobre el surco de siembra previo al tapado de la semilla.

La respuesta a la inoculación se vio reflejada en un aumento de rendimiento del 6% para la formulación NF012 y del 14% para la formulación FCA013. Demostrando de esta manera que con innovación e incorporación de nuevas tecnologías es posible mejorar la respuesta del cultivo a la práctica de inoculación.

Hipótesis del trabajo

- Los bioestimulantes sintéticos de base hormonal en el cultivo de maní aumentan el establecimiento y el crecimiento radical de las plántulas logrando a cosecha mayor rendimiento.
- La inoculación con *bradyrhizobium* sp. en el cultivo de maní permiten mejorar la nodulación, crecimiento (biomasa) y rendimiento de granos respecto al cultivo no inoculado.
- La combinación de bioestimulantes e inoculantes en el cultivo de maní produce un efecto sinérgico respecto al control y a los tratamientos en forma individual.

Objetivo

- Evaluar el establecimiento, crecimiento, nodulación, rendimiento y calidad del maní en respuesta a la aplicación de bioestimulante, inoculante y su combinación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó sobre un lote de producción comercial en la zona rural de Sol de mayo (Río Cuarto). Este ambiente se caracteriza por tener un régimen de precipitaciones tipo monzónico, concentrándose las lluvias en el semestre cálido (octubre-marzo) con alto porcentaje de tormentas eléctricas y ocurrencia de granizo. La precipitación media anual es cercana a los 800 mm. La temperatura media anual es de 17 °C y una amplitud térmica de 14 °C. El período libre de heladas es de 248 días (Cátedra Agrometeorología, FAV-UNRC).

El suelo es un Hapludol típico, de textura franco-arenosa sin impedimentos naturales para el normal desarrollo de las raíces.

El lote elegido presenta pendientes menores al 1%, los cultivos realizados anteriormente fueron soja y maíz tomando como referencia las últimas dos campañas. Como labor previa se realizó una rastra de discos. La siembra se llevó a cabo el 08 de noviembre de 2013 con sembradora de grano grueso 12 surcos apareados a 70 cm entre hileras y 12 cm entre las hileras apareadas. Se utilizó el cultivar Granoleico y al momento de la siembra se instalaron los siguientes tratamientos:

	Tratamientos	Dosis (litros/ ha)
T0	Testigo	
T1	Stimulate®	0,3 l/ 100 Kg semilla
T2	Inoculante + (stimulate semilla)	1,5 l/ha + 30 l/ha agua + (0,3 l/ 100 Kg semilla)
T3	Inoculante	1,5 l/ha + 30 l/ha agua

Stimulate: 0,005% ácido indolbutírico (auxina); 0,005% ácido giberelico y 0,009% cinetina (citocinina).

Inoculante: Masterfix® (*Bradyrhizobium* sp. 1×10^9 ufc= unidades formadoras de colonia/ml).

El tratamiento en semilla (Stimulate®) se realizó previo a la siembra. La inoculación se realizó en surco con un “kit” inoculador que 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 sembradora de manera que el caldo con inoculantes se aplica directamente sobre las semillas y en el surco de siembra (Baliña *et al.*, 2013). El inoculante se aplicó diluido en 30 l/ha de agua. La semilla se desinfectó con Maxim® (Fludioxonil y Metalaxil-M) una semana antes de la siembra utilizando una dosis de 1,25 cc/kg de semilla disueltos en 10cc de agua.

El diseño experimental fue en bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones. Cada unidad experimental tuvo una longitud de 50 m y 12 surcos de ancho.

Para evaluar el efecto de los productos utilizados sobre la emergencia, establecimiento, nodulación y la producción se realizaron en el cultivo las siguientes observaciones y mediciones:

Emergencia: se evaluó a los 20 y 35 días después de la siembra. En cada bloque se evaluó la emergencia de las plántulas en 10 m de surco (tres repeticiones por tratamiento). Con los datos se obtuvo el stand de plantas.

Evaluación de plántulas: en la dos fechas de evaluación de emergencia se recolectaron 3 muestras de plántulas en 1 m^2 por cada tratamiento, a los 20 días después de siembra (DDS) a todas las plántulas se les midió longitud de raíz principal, número de raíces secundarias, altura y número de hojas. Posteriormente se secaron en estufa de aire forzado hasta peso constante y se registró el peso seco de las plántulas. A los 35 DDS a todas las plántulas, sólo se les midió la longitud de raíz principal.

Nodulación: se evaluó el número de nódulos por planta, a partir del recuento de nódulos en 12 plantas por tratamiento en la etapa fenológica R2 (inicio de formación de clavo).

Seguimiento del cultivo: se realizaron controles sanitarios de malezas, plagas y enfermedades de acuerdo al manejo del lote comercial.

Componentes del rendimiento: el 26 de marzo del 2014 en estado fenológico R8, se recolectaron 3 muestras de 1 m² por tratamiento y repetición, sobre ellos se midió: n° de plantas, peso de biomasa aérea (hojas + tallos), número de frutos, peso de frutos, de semillas y pericarpio. Con los datos anteriores se calculó, el IC (índice de cosecha), la relación grano/caja y se estimó el rendimiento (Kg/ha).

Calidad comercial: porcentaje de maní apto para selección tipo confitería, relación grano/caja y granometría. Se procesaron muestras de 500 g de frutos en cada tratamiento empleando la metodología utilizada en las plantas industrializadoras de maní confitería instaladas en la región productora de Córdoba. Se usaron zarandas de tajo de 10,0, 9,0, 8,0, 7,5, 7,0, 6,5, 6,0 mm. de ancho, de las que se obtuvieron las siguientes categorías de tamaños, expresadas en base al número de semillas por onza (28,35): < 38, 38-42, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80, 80-100 y descarte, respectivamente.

Análisis estadísticos: los resultados obtenidos fueron procesados mediante A.N.A.V.A. y comparación de medias según el test de Duncan. Se utilizó el programa estadístico INFOSTAT (Di Renzo *et al.*, 2012).

CONDICIONES METEOROLÓGICAS DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO

En la Figura N°1 se muestran las precipitaciones en milímetros, registradas durante los meses de septiembre a mayo para la campaña 2013/14 y el promedio de las mismas desde el año 2000 al 2012 en la zona del ensayo. Como podemos observar en la figura, las lluvias ocurridas en la campaña 2013-14 estuvieron por debajo del promedio de las últimas 12 campañas, siendo, de 732 mm para la campaña 2013-14 y de 748 mm para el promedio. Así para la campaña en estudio las precipitaciones fueron mayores en los meses de septiembre, octubre, noviembre, diciembre y enero, y en los meses de febrero, marzo, abril y mayo se registraron lluvias menores al promedio registrado.

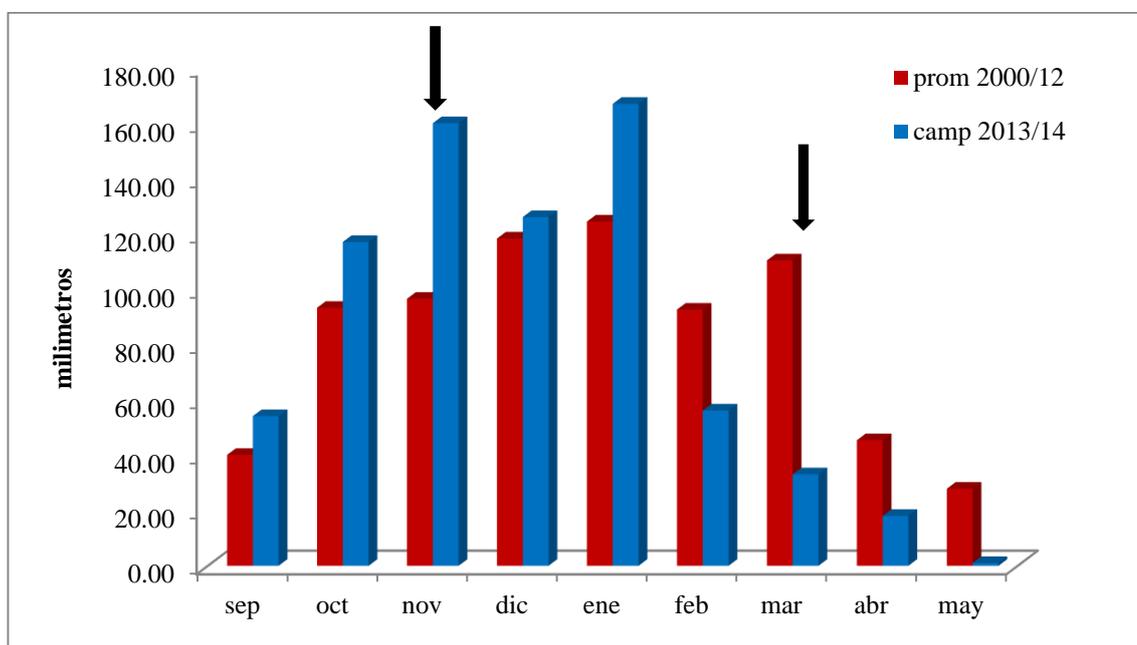


Figura N°1. Precipitaciones (milímetros) mensuales de la campaña agrícola 2013/14 y promedio de las últimas 12 campañas. Las flechas indican mes de siembra y cosecha respectivamente para la campaña en estudio.

En la Figura N° 2 se muestran las temperaturas máximas, medias y mínimas, mensuales durante el ciclo del cultivo de maní. Al igual que las precipitaciones, estos datos fueron obtenidos de la Estación Meteorológica de la U.N.R.C. (ubicada a 4,5 km del experimento).

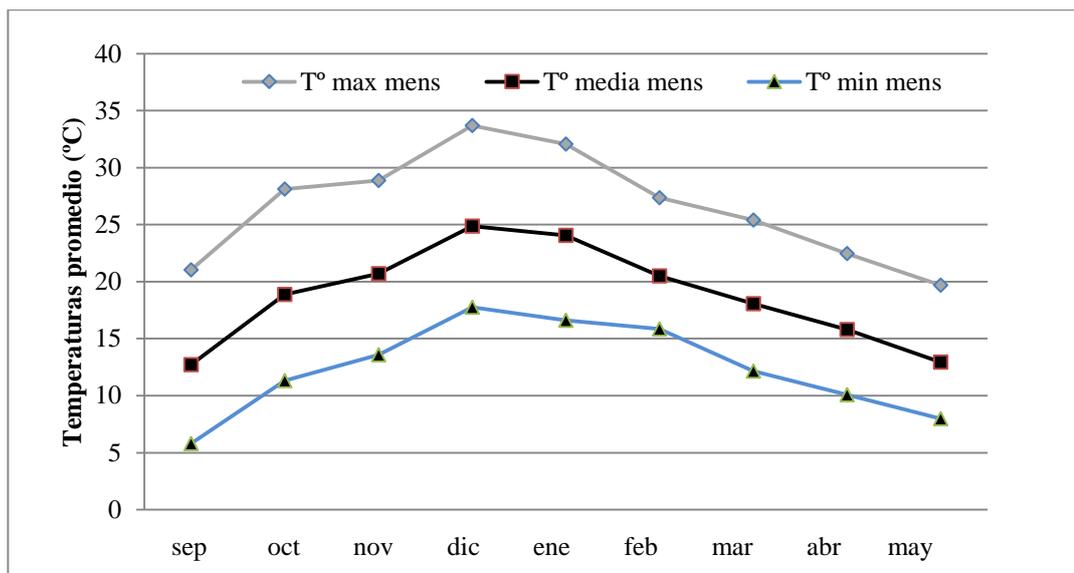


Figura N° 2. Valores promedios de temperaturas máximas, medias, mínimas (°C) mensuales de la campaña agrícola 2013/2014.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1) 1º Evaluación del establecimiento y crecimiento de plántulas a los 20 DDS (28/11/2013):

En la Tabla 1 se muestra los valores medios del número, peso de la materia seca, longitud de la raíz principal, altura, número de hojas y número de raíces secundarias por plántula, con la probabilidad estadística y coeficiente de variación.

Tabla 1. Número, peso de la materia seca, longitud de la raíz principal, altura, nº de hojas y nº de raíces secundarias por plántulas, a los 20 días después de la siembra.

	Nº plántulas (10 m surco)	Peso (g)	Raíz Principal (cm)	Altura (cm)	Hojas (nº)	Nº Raíces Secundarias
Testigo	45,15 a	0.31 a	6.58 a	4.52 a	1.93 a	0.00 a
Stimulate®	55,7 b	0.33 ab	7.10 a	5.75 b	2.41 b	14.00 b
Inoculante + stimulate	58 b	0.34 ab	7.17 a	5.95 b	2.33 b	19.00 c
Inoculante	59,3 b	0.36 b	6.83 a	4.85 a	2.59 b	0.00 a
<i>P</i>	<0,0001	0,0856	0,3659	<0,0001	0,0001	<0,0001
CV	15,79	11,40	11,68	11,61	12,05	36,70

P: probabilidad- CV: coeficiente de variación- Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para cada tratamiento (Duncan).

a) Número de plántulas en 10 m de surco

En la Figura Nº 3 se muestra el número de plántulas en 10 metros de surco a los 20 días después de la siembra para los diferentes tratamientos. Se puede observar que los tres tratamientos superaron al testigo, con diferencias altamente significativas.

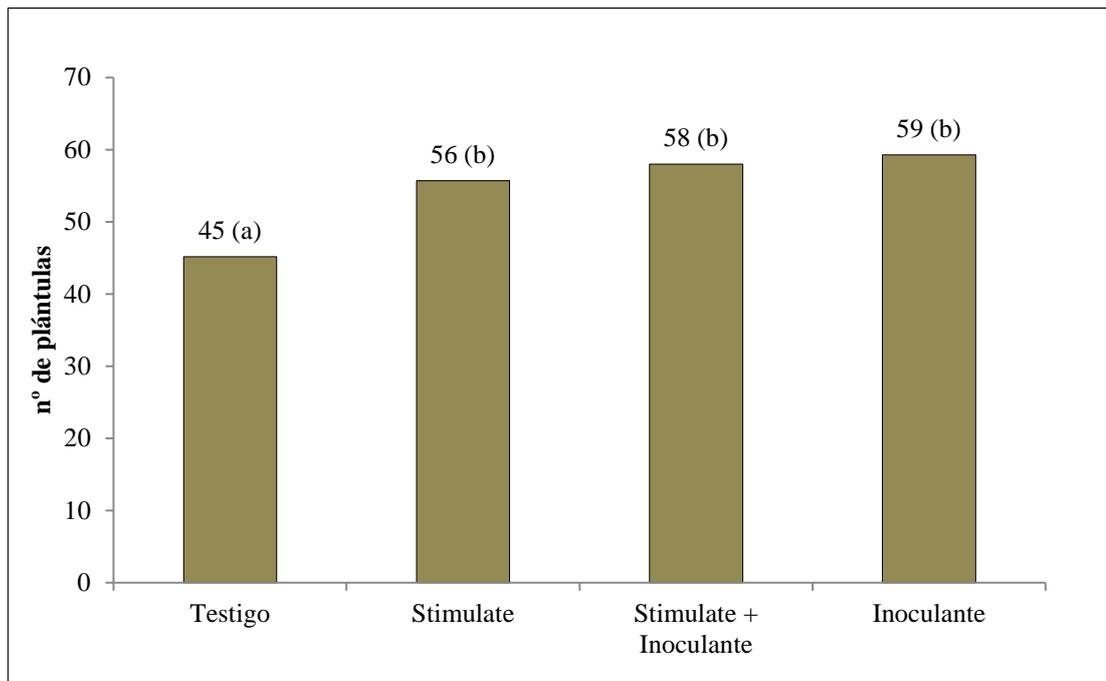


Figura N° 3. Número de plántulas en 10 m de surco, a los 20 DDS.

Resultados similares fueron obtenidos por Kearney *et al.*, (2011) en dos sitios de la provincia de Córdoba y Morla *et al.*, (2013) en once sitios de Córdoba durante cinco años (2007-2012), quienes utilizando el mismo bioestimulante en el cultivo de maní observaron un incremento significativo del número de plántulas establecidas.

b) Peso de la materia seca/ plántula (g)

El peso de la materia seca por plántula se muestra en la Figura N°4. El mismo presentó una variación entre 0,31-0,36 g, observándose diferencias estadísticas significativas sólo entre el testigo y T3 (inoculante).

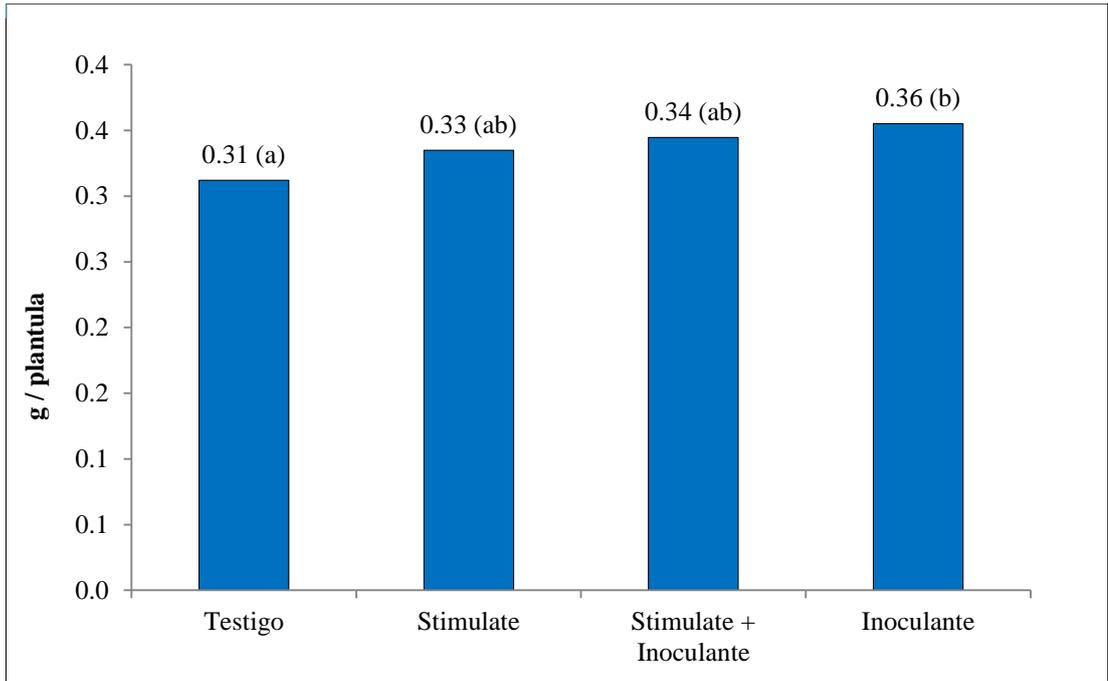


Figura N° 4. Peso de la materia seca por plántula (g), a los 20 DDS.

c) Longitud de la raíz principal (cm)

En la Figura N° 5 se muestra la longitud de la raíz principal en centímetros para los diferentes tratamientos, que superaron al testigo, aunque sin diferencias estadísticas significativas entre ellos.

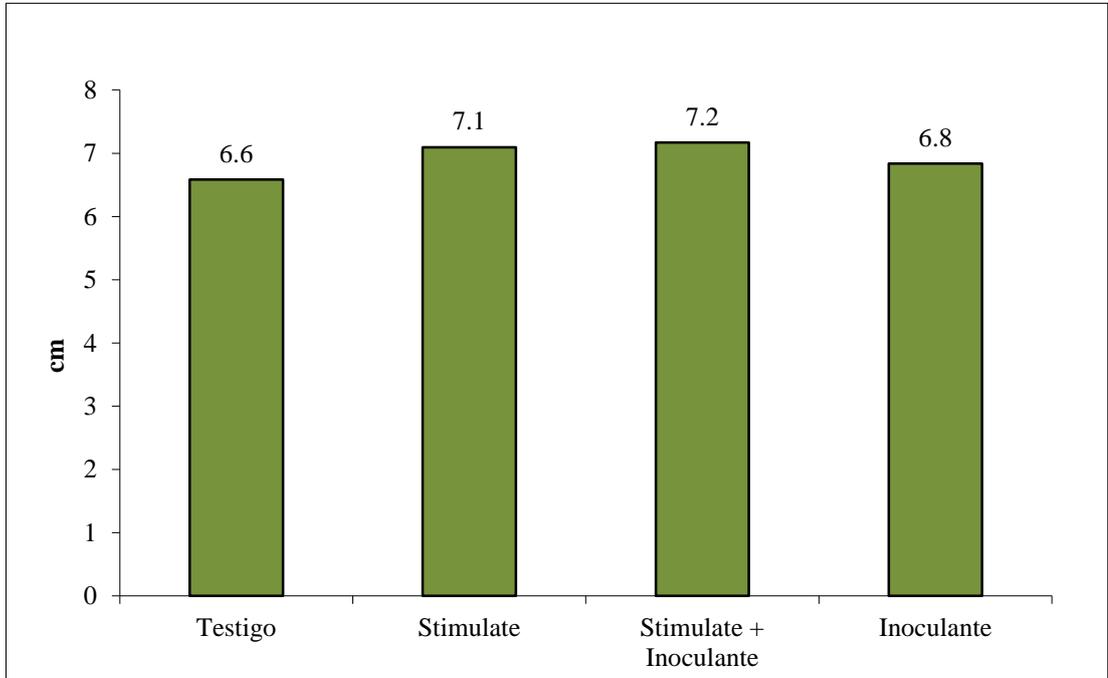


Figura N° 5. Longitud de la raíz principal (cm), a los 20 DDS.

Los resultados obtenidos en este trabajo no concuerdan con los obtenidos por Cerioni *et al.* (2013) quienes observaron un incremento significativo en la longitud de la raíz principal con la aplicación del mismo bioestimulante en semillas de soja a los 15 DDS.

Por su parte Kearney *et al.* (2011) y Morla *et al.* (2013) también encontraron diferencias significativas en la longitud de la raíz principal en el cultivo de maní utilizando Stimulate®.

d) Altura de las plántulas (cm)

En la Figura N°6 se muestra la altura de las plántulas en centímetros para los diferentes tratamientos. Esta variable presentó diferencias estadísticas significativas entre el testigo respecto al T1 y T2, no así para el T3.

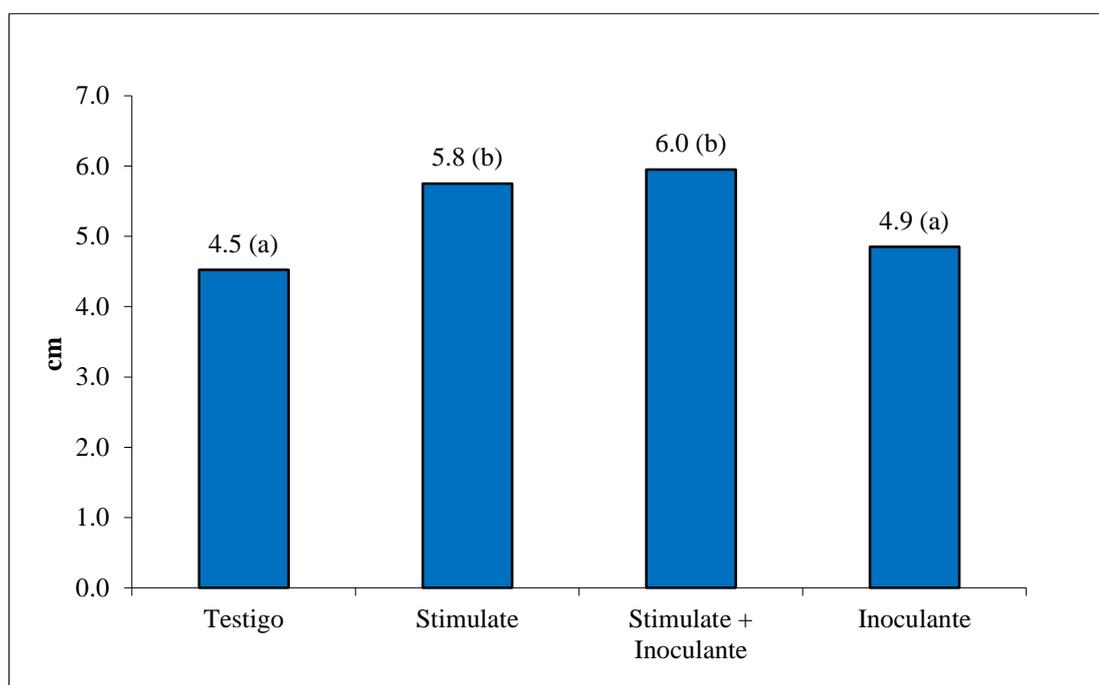


Figura N° 6. Altura de las plántulas (cm), a los 20 DDS.

e) Número de hojas por plántula

El número de hojas por plántula se muestra en la Figura N° 7. Esta variable presentó diferencias estadísticas altamente significativas, los tratamientos con bioestimulante e inoculante y su combinación tuvieron mayor cantidad de hojas por planta que el testigo y sin diferencias entre ellos.

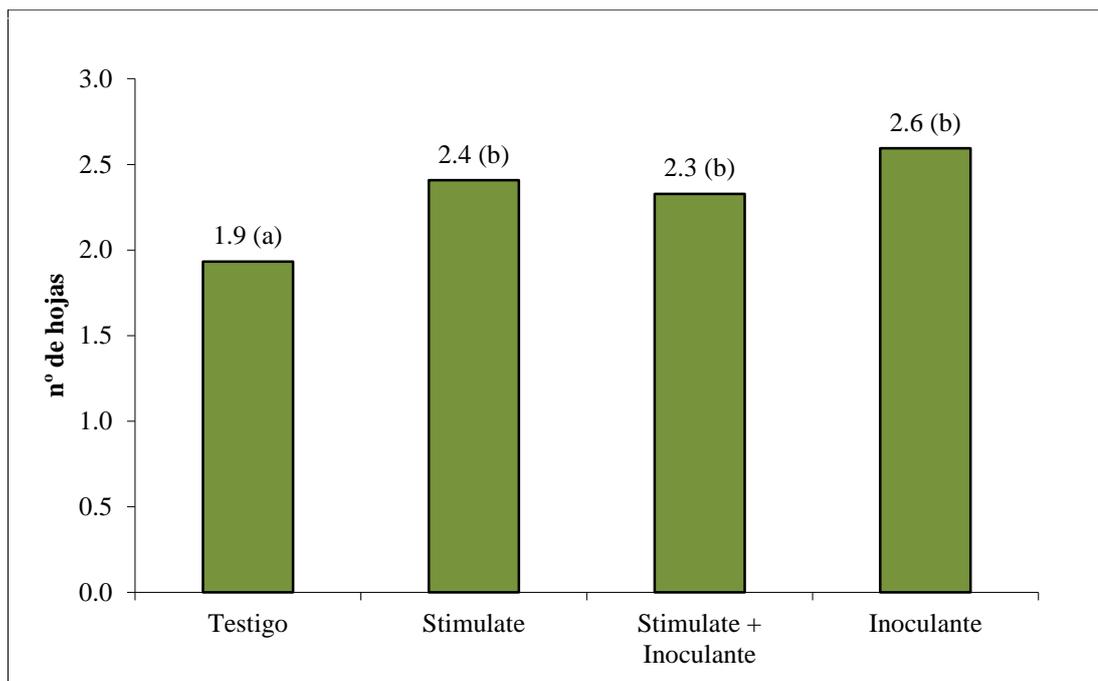


Figura N° 7. Número de hojas por plántula, a los 20 DDS.

Estos resultados son similares a los que obtuvieron Kearney *et al.* (2011), Cerioni *et al.* (2011) y Morla *et al.* (2013) en el cultivo de maní en distintos sitios de la provincia de Córdoba y Cerioni *et al.* (2013) en el cultivo de soja en la localidad de Río Cuarto, utilizando Stimulate.

f) Número de raíces secundarias

En la Figura N°8 se muestra el número de raíces secundarias de los tratamientos bajo estudio. Esta variable presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre el testigo respecto a los tratamientos y entre ellos.

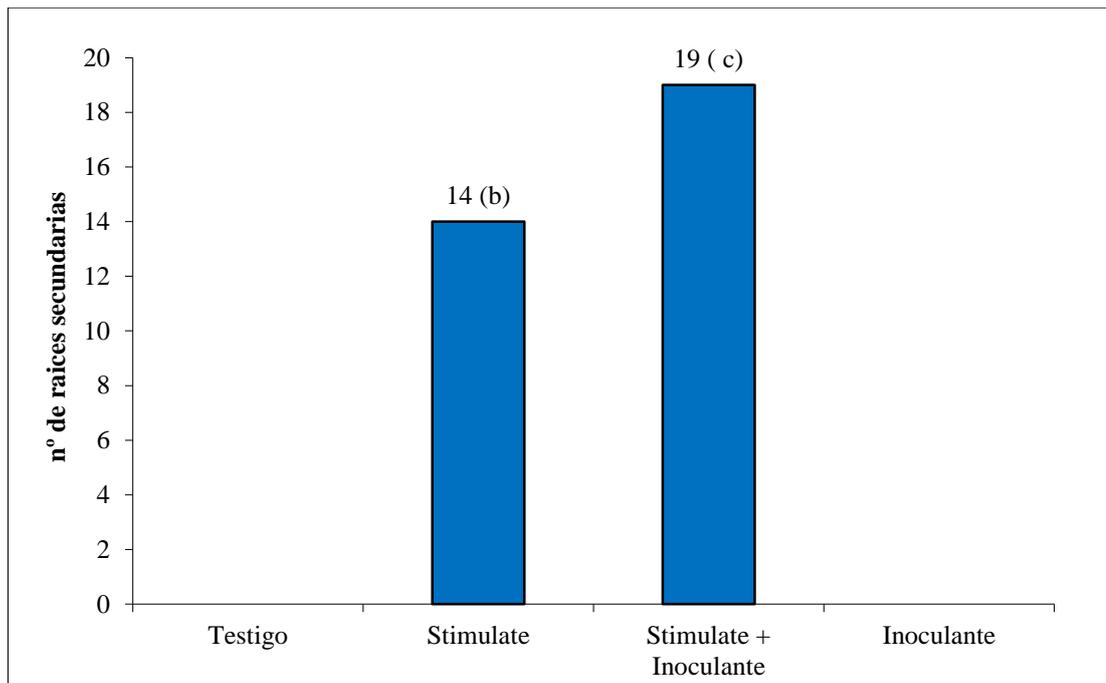


Figura N° 8. Número de raíces secundarias por plántula, a los 20 DDS.

Se puede observar que el T2 presentó el mayor número de raíces secundarias, luego T1 y que el testigo y T3 no presentaron raíces secundarias. Probablemente las raíces secundarias manifestaron el efecto de las hormonas sintéticas de los tratamientos con Stimulate respecto a los demás. En estudios locales Kearney *et al.* (2011) y Morla *et al.* (2013) obtuvieron aumentos significativos en el número de raíces secundarias con el uso del mismo bioestimulante en el cultivo de maní. Por su parte Cerioni *et al.* (2013) también obtuvieron resultados similares en el cultivo de soja.

2) 2º Evaluación del establecimiento y crecimiento de plántulas a los 35 DDS (12/12/2013):

En la Tabla 2 se muestran los valores medios del número de plántulas en 10 metros de surco y longitud de la raíz principal, con la probabilidad estadística y coeficiente de variación.

Tabla 2. Número de plántulas en 10 m de surco y longitud de la raíz principal, a los 35 días después de la siembra.

	Número de plántulas (10 m de surco)	Longitud de la raíz principal (cm)
Testigo	49,95 a	14,42 a
Stimulate®	67,80 b	17,19 b
Inoculante + stimulate	65,05 c	16,79 c
Inoculante	55,95 c	15,65 c
<i>P</i>	<0,0001	<0,0001
CV	10,87	22,31

P: probabilidad- CV: coeficiente de variación- Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para cada tratamiento (Duncan 5%).

a) Número de plántulas 10 m de surco

En la Figura N° 9 se muestra el número de plántulas en 10 m de surco a los 35 días después de la siembra para los diferentes tratamientos. Se puede observar que el T1 tiene mayor número de plántula, presentando diferencias estadísticas significativas con respecto al testigo, T2 y T3. Los tratamientos T2 y T3 también superaron al testigo mostrando diferencias estadísticas significativas.

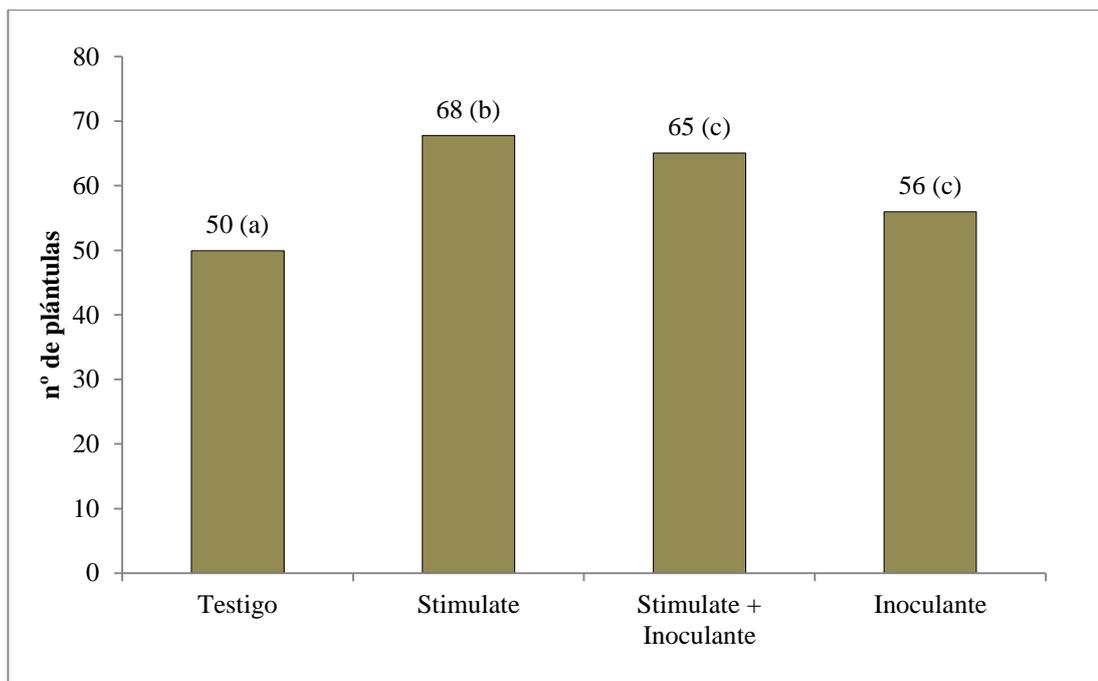


Figura N° 9. Número de plántulas en 10 m de surco, a los 35 DDS.

b) Longitud de la raíz principal (cm)

La longitud de la raíz principal en centímetros se muestra en la Figura N° 10. El tratamiento con bioestimulante (T1) presentó diferencias estadísticas con respecto al T2, T3 y testigo. El tratamiento con inoculante (T3) y su combinación (T2) también presentaron diferencias estadísticas con respecto al testigo (ver anexo fotográfico).

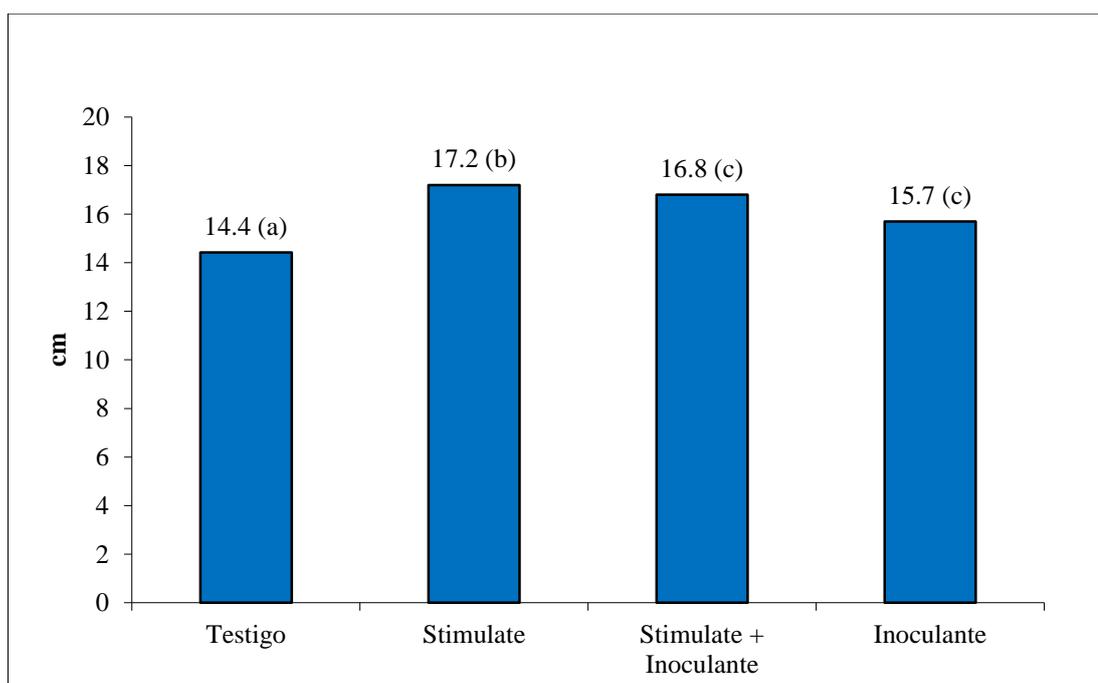


Figura N° 10. Longitud de la raíz principal (cm), a los 35 DDS.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Kearney *et al.* (2011) y Morla *et al.* (2013) en diferentes sitios de la provincia de Córdoba. Cerioni *et al.* (2013) también obtuvieron aumentos significativos para estas variables con el uso de bioestimulantes en el cultivo de soja.

Los resultados obtenidos en la primera y segunda evaluación (20 y 35 DDS, respectivamente) muestran que el bioestimulante impactó positivamente en el establecimiento y crecimiento de las plántulas de maní. Esto puede ser atribuido a que los tratamientos con bioestimulante favorecen un equilibrio hormonal en la planta, mejoran el crecimiento inicial del cultivo, producen una relación adecuada del sistema radicular aumentando el número y profundidad de raíces (Tanismare *et al.*, 2008). Similar respuesta produjo el inoculante, donde la promoción del crecimiento puede deberse a la síntesis de ciertas sustancias reguladoras de crecimiento, como giberelinas, citocininas y auxinas, las cuales estimulan la densidad y longitud de los pelos radicales, aumentando así la cantidad de raíces en las plantas, lo que incrementará a su vez la capacidad de absorción de agua y nutrimentos y permita que las plantas sean más vigorosas, productivas y tolerantes a condiciones climáticas adversas, o a aumentos en el aporte de nitrógeno aunque en los primeros 30 días el aporte por la FBN es muy bajo debido a que el nódulo simbiótico se está desarrollando y tiene baja funcionalidad (Hernández Montiel y Escalona Aguilar, 2003).

3) Evaluación de nodulación (08/01/2014):

Número de nódulos por planta

En la Figura N° 11 se muestra el número de nódulos en la raíz principal, raíces secundarias y totales para los diferentes tratamientos. En la Tabla 3 se muestran los valores medios del número de nódulos en raíz principal, secundarias y totales por planta, con la probabilidad estadística y el coeficiente de variación.

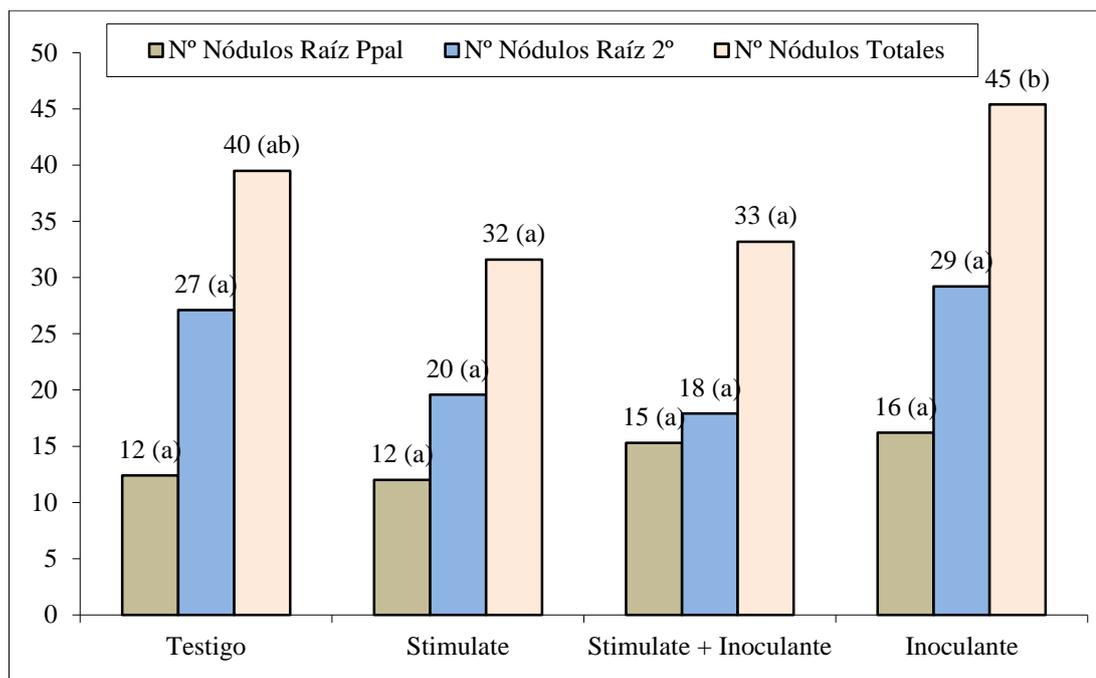


Figura N° 11. Número de nódulos en raíz principal, secundarias y totales por planta.

Tabla 3. Número de nódulos en raíz principal, secundarias y totales por planta.

	N° nódulos raíz principal	N° nódulos raíces secundarias	N° nódulos totales
Testigo	12.4 a	27.1 a	39.5 ab
Stimulate®	12 a	19.6 a	31.6 a
Inoculante + stimulate	15.3 a	17.9 a	33.2 a
Inoculante	16.2 a	29.2 a	45.4 b
<i>P</i>	0,5304	0,1610	0,0376
	54,63	55,36	30,19

P: probabilidad- CV: coeficiente de variación- Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para cada tratamiento (Duncan 5%).

Los resultados obtenidos muestran que las variables n° de nódulos en la raíz principal y en raíces secundarias no presentaron diferencias estadísticas significativas entre

el testigo y los tratamientos. El T3 (inoculante) presentó mayores valores con diferencia estadísticas significativas para la variable nº de nódulos totales respecto al T1 y T2, pero no con respecto al testigo.

Francisetti (2010) obtuvo resultados diferentes en dos sitios experimentales (Huinca Renancó y Chaján) al de este estudio. Este autor reportó incrementos significativos en el número de nódulos por planta, respecto al tratamiento sin inocular. Las respuestas de mayor magnitud la observó en los sitios con menor cantidad de $N-NO_3^-$ en el suelo a la siembra. En promedio, las plantas de los tratamientos inoculados duplicaron la cantidad de nódulos respecto de aquellas sin inocular, con diferencias entre inoculantes. Por su parte, Toniotti (2008), quien evaluó la aplicación de inoculantes al surco de siembra en suelos franco arenosos del sur de la provincia de Córdoba, señala que las plantas inoculadas tuvieron, en promedio, un 65% más de nódulos y como consecuencia un 79% más de actividad nitrogenasa por planta. Díaz Zorita *et al.* (2004) encontraron que la cantidad de nódulos por planta durante los estadios vegetativos y en inicio de floración fue mayor en los tratamientos con aplicación de inoculante que sin esta práctica, y que en promedio, para todos los sitios donde se inoculó, las plantas presentaron más del doble de nodulación que en los tratamientos sin inocular.

Castro *et al.* (2006), en estudios donde se evaluó el efecto de cepas de rizobios sobre el rendimiento y el balance de nitrógeno, no detectaron diferencias significativas en el parámetro nodulación cuando se practicó la inoculación en semilla en suelos con baja fertilidad química, ubicados en las cercanías de Gral. Deheza. Ello se corresponde con lo hallado en estudios anteriores (Giayetto *et al.*, 2000).

4) Variables medidas a Cosecha, estado fenológico (R8) (26/03/2014):

a) Número de plantas por m²

En la Figura N° 12 se muestra el número de plantas por superficie para los diferentes tratamientos a madurez de cosecha (R8). Esta variable presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos respecto al testigo. En la Tabla 4 se muestran los valores medios del número de plantas por m², con la probabilidad estadística y coeficiente de variación.

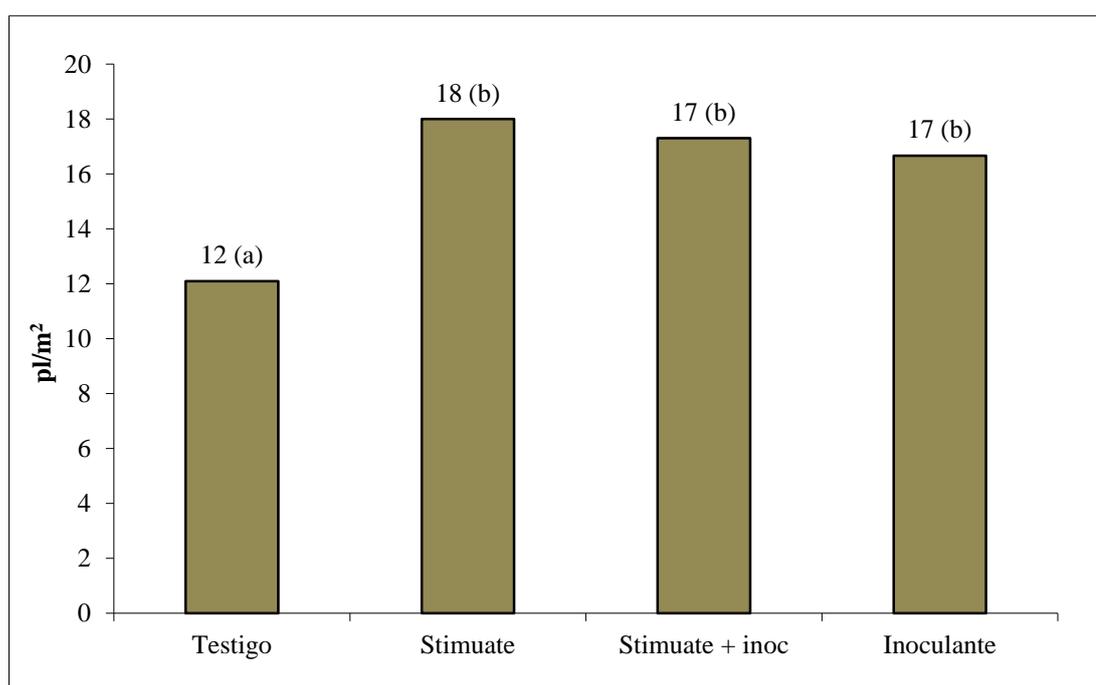


Figura N° 12. Número de plantas por superficie (pl/m²).

Tabla 4. Número de plantas por m².

	Testigo	Stimulate®	Inoculante + stimulate	Inoculante	<i>P</i>	CV
N° plantas /m ²	12.10 a	18.00 b	17.30 b	16,67 b	<0,0001	14,75

P: probabilidad- *CV*: coeficiente de variación- Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para cada tratamiento (Duncan 5%).

Los resultados obtenidos muestran que los tratamientos con bioestimulante, inoculante y su combinación fueron mayores que el testigo. Se puede decir además que no solo se hubo mayor número de plantas establecidas a los 20 y 35 DDS, sino que se mantuvieron hasta cosecha. Esto no concuerda con los obtenidos por Caffa (2012) quien no

observó diferencias estadísticas significativas cuando evaluó la inoculación en tres sitios diferentes (Sampacho, Suco y Pizarro). Aunque coincide con los reportados por Morla *et al.*, (2013) quienes sí observaron diferencias significativas en el número de plantas a cosecha con el uso de bioestimulante en diferentes sitios de la provincia de Córdoba. Por su parte, Cerioni *et al.*, (2011) también observaron en tres sitios evaluados (en la provincia de Córdoba), un aumento promedio en el número final de plantas establecidas y a cosecha.

b) Biomasa Total

La biomasa por superficie se muestra en la Figura N° 13. Para esta variable se observaron diferencias estadísticas significativas en el peso de biomasa total ($p=0,0131$) y vegetativa ($p=0,0447$) y diferencias estadísticas altamente significativas para peso de frutos ($p<0,0001$), de semilla ($p=0,0001$) y pericarpio ($p=0,0008$) entre los tratamientos respecto al testigo. En la Tabla 5 se muestran los valores medios de biomasa total, hojas + tallos, frutos, semillas y pericarpio, con las probabilidades estadísticas y coeficiente de variación.

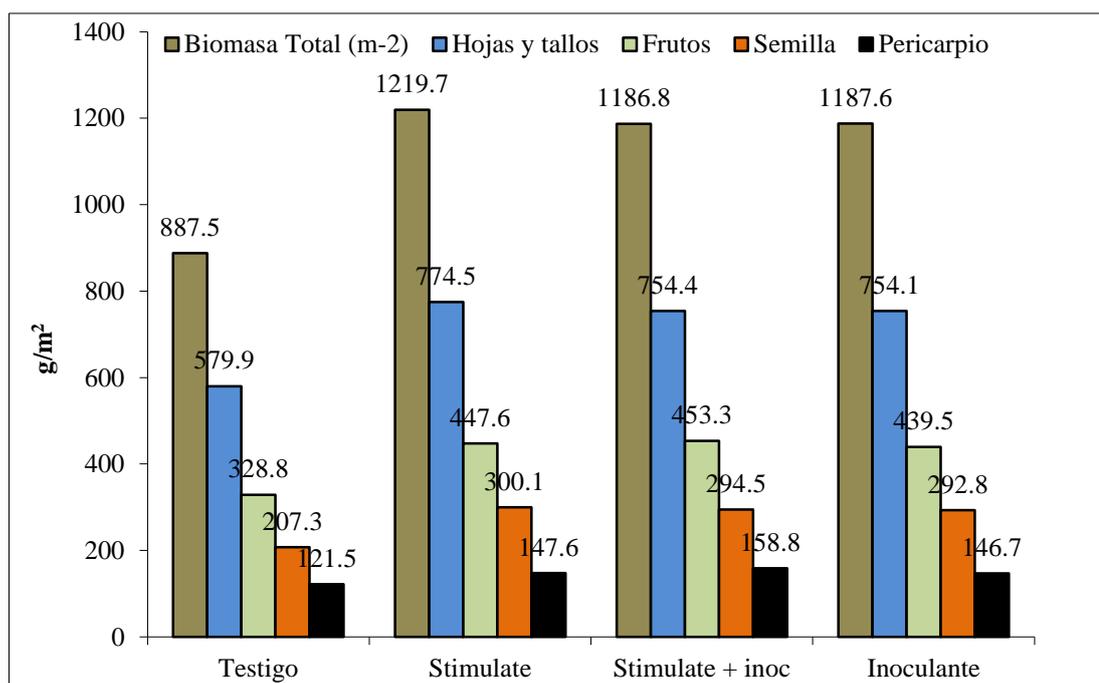


Figura N° 13. Biomasa Total, hojas + tallos, frutos, semillas y pericarpio (g/m²).

Tabla 5. Biomasa total, hojas + tallos, frutos, semillas y pericarpio (gr/m²).

	Biomasa total(gr)/ m ²	Hojas + tallos(gr)/m ²	Frutos(gr) /m ²	Semillas(gr)/ m ²	Pericarpio(gr)/ m ²
Testigo	887.5 a	579.9 a	328.8 a	207.3 a	121.5 a
Stimulate®	1219.7 b	774.5 b	447.6 b	300.1 b	147.6 b
Inoculante + stimulate	1186.8 b	754.4 b	453.3 b	294.5 b	158.8 b
Inoculante	1187.6 b	754.1 b	439.5 b	292.8 b	146.7 b
<i>P</i>	0,0131	0,0447	0,0001	0,0001	0,0008
CV	14,04	15,49	12,83	16,64	13,10

P: probabilidad- CV: coeficiente de variación- Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para cada tratamiento (Duncan 5%).

Se puede observar que los tratamientos con bioestimulante e inoculante y su combinación mostraron valores superiores en la bioamasa respecto al testigo. Estos resultados son similares a los reportados por Kearney *et al.* (2011) y Cerioni *et al.* (2013) utilizando bioestimulante (Stimulate) en el cultivo de maní y soja, respectivamente. Por otra parte Cerioni *et al.* (2007) y Toniotti (2008) utilizando diferentes tipos de inoculantes también obtuvieron incrementos significativos en dichas variables.

c) Índice de cosecha

En la Figura N° 14 se muestra el índice de cosecha. El rango de la relación biomasa de frutos respecto a la total fue de 0,35 a 0,37 sin diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. En la Tabla 6 se muestran los valores medios del índice de cosecha, con la probabilidad estadística y coeficiente de variación.

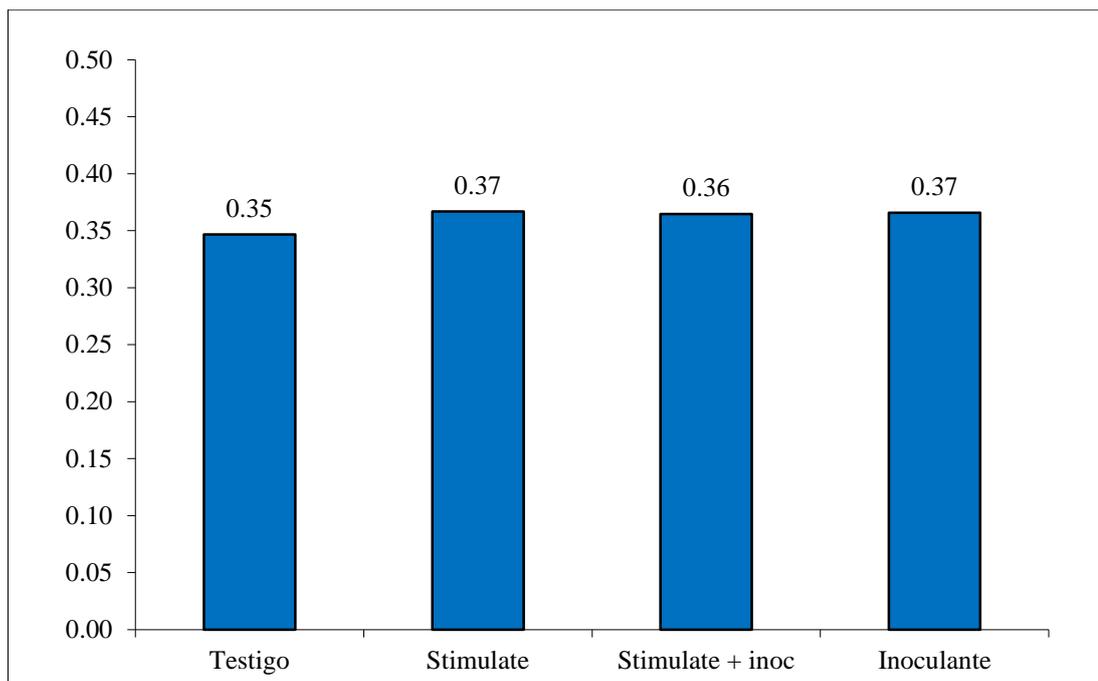


Figura N° 14. Índice de cosecha.

Tabla 6. Índice de cosecha.

	Testigo	Stimulate®	Inoculante + stimulate	Inoculante	<i>P</i>	CV
Índice de cosecha	0,35 a	0,37 a	0,36 a	0,37 a	0,3159	5,03

P: probabilidad- CV: coeficiente de variación - Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para cada tratamiento (Duncan 5%).

El IC no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Cerioni *et al.* (2013) quienes utilizando bioestimulantes en el cultivo de soja no observaron diferencias estadísticas significativas. También concuerdan con los reportados por Kearney *et al.* (2011) quienes no observaron diferencias significativas entre los tratamientos.

Caffa (2012) encontró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0001$) en una localidad de estudio entre los tratamientos inoculados y el control. 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. Por otra parte Cerioni *et al.* (2007) obtuvieron un aumento en el índice de cosecha del 11,3% con respecto al control en tratamientos inoculados en el surco de siembra.

d) Número de frutos/m² y número de frutos/planta

El número de frutos por superficie y por planta se muestran en la Figura N° 15. Se puede observar que por superficie hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos y el testigo, pero no así entre ellos. En cambio por planta no se observaron diferencias estadísticas. En la Tabla 7 se muestran los valores medios del número de frutos por superficie y número de frutos por planta, con las probabilidades estadísticas y coeficiente de variación.

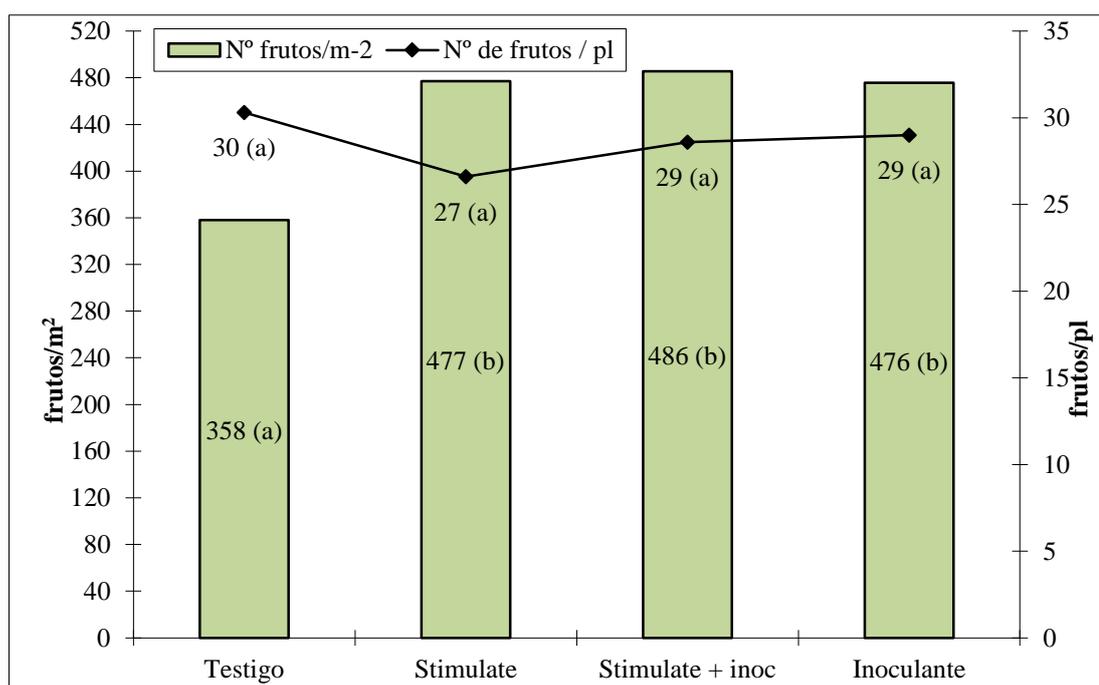


Figura N° 15. Número de frutos por superficie y por planta.

Tabla 7. Número de frutos por superficie y por planta.

	Número de frutos/m ²	Números de frutos /planta
Testigo	358 a	30 a
Stimulate®	477 b	27 a
Inoculante+ Stimulate	486 b	29 a
Inoculante	476 b	29 a
<i>P</i>	0,0001	0,3560
<i>CV</i>	11,96	16,12

P: probabilidad- *CV*: coeficiente de variación -Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para cada tratamiento (Duncan 5%).

Los resultados obtenidos muestran que el número de frutos /m² promedio de los tratamientos (T1-T2-T3) fue de 480 fr/m² y el testigo de 358 fr/m² (incremento del 34 %). Por su parte el número de frutos /planta no fue diferente entre los tratamientos. Estos resultados no concuerdan a los reportados por Kearney *et al.* (2011) quienes no encontraron

diferencias significativas en el número de frutos/ m². En otros estudio Kearney *et al.* (2014) y Caffa (2012) obtuvieron resultados similares al presente estudio.

e) Peso de un fruto

El peso de un fruto expresado en gramos se muestra en la Figura N° 16. El mismo tuvo una variación entre 0,92-0,94 sin diferencias estadísticas significativas. En la Tabla 8 se muestran los valores medios de peso de un fruto, con la probabilidad estadística y coeficiente de variación.

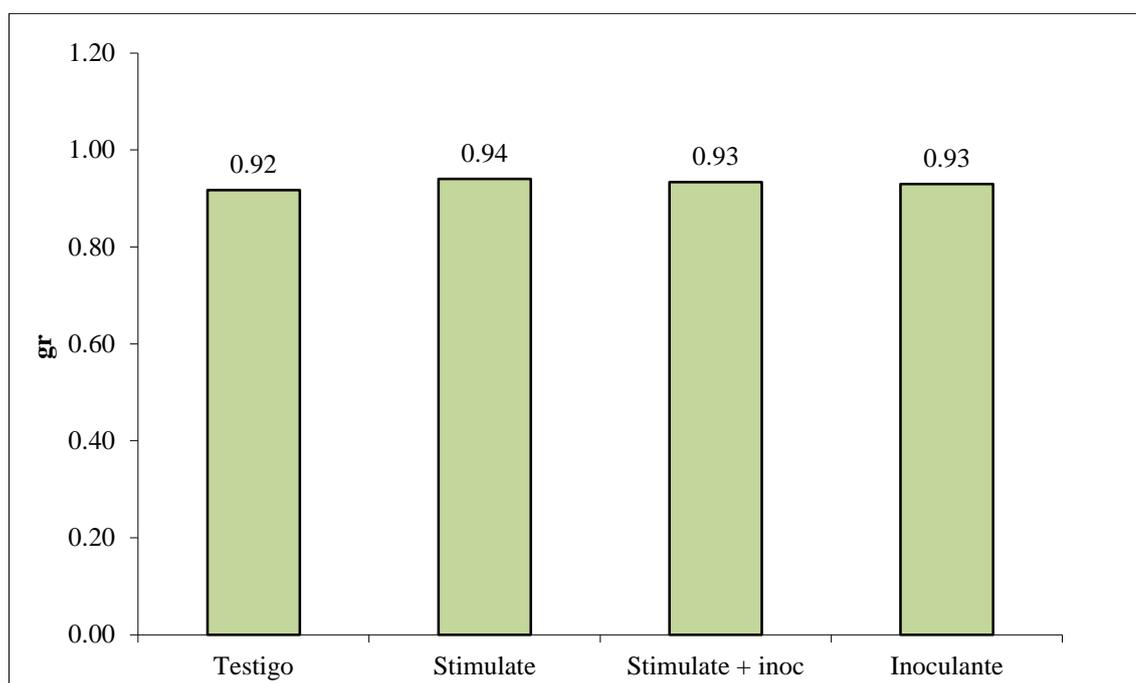


Figura N° 16. Peso medio 1 fruto (gr).

Tabla 8. Valores medios de peso de un fruto (gr).

	Testigo	Stimulate®	Inoculante + stimulate	Inoculante	P	CV
Peso de un fruto (gr)	0,92 a	0,94 a	0,93 a	0,93 a	0,9225	8,13

P: probabilidad- CV: coeficiente de variación - Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para cada tratamiento (Duncan 5%).

Estos resultados son similares a los reportados por Kearney *et al.* (2011) utilizando bioestimulante (Stimulate) en tres sitios de la provincia de Córdoba y a los obtenidos por Caffa (2012) en un estudio realizado sobre la inoculación en el surco.

f) Relación grano/caja

En la Figura N° 17 se muestran los valores de la relación grano/caja, observándose que el rango de variación estuvo entre 0,63-0,67, pero sin diferencias estadísticas significativas. En la Tabla 9 se muestran los valores medios de la relación grano/caja, con la probabilidad estadística y coeficiente de variación.

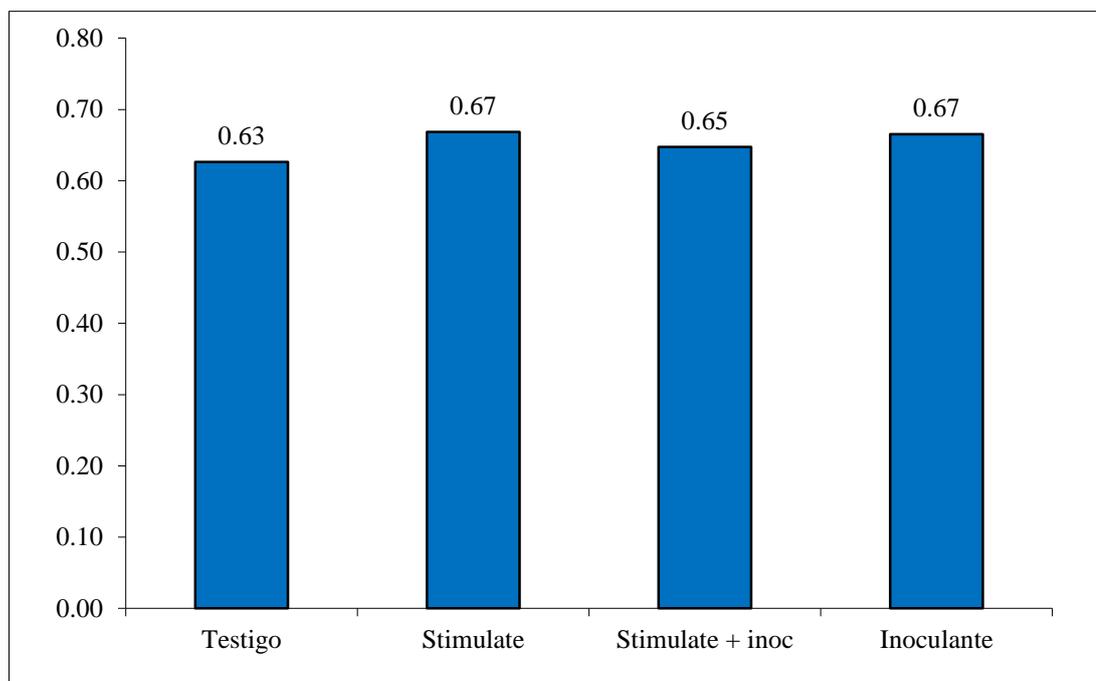


Figura N° 17. Relación grano/caja.

Tabla 9. Relación grano/caja.

	Testigo	Stimulate®	Inoculante + stimulate	Inoculante	P	CV
Relación grano/caja	0,63 a	0,67 b	0,65 ab	0,67 b	0,0994	6,43

P: probabilidad- CV: coeficiente de variación - Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para cada tratamiento (Duncan).

La probabilidad estadística de esta variable fue $p=0,0994$ ($p>0,05$), y el test Duncan mostró diferencia entre los tratamientos. T1 y T3 fueron mayores que el testigo y sin diferencia entre ellos. Por su parte T2 no fue diferente al respecto de los otros tratamientos.

Cavigliasso (2012), observó que la relación grano/caja variaba con respecto a las fechas de siembra, siendo 0,75 para octubre, 0,74 noviembre y 0,44 correspondiente a la siembra de diciembre ($p<0,0001$). 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. Por otro lado Kearney *et al.* (2011) con la aplicación de bioestimulante no observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y el testigo (Stimulate Mo® 0,70; Testigo 0,71; $p=0,3970$), pero si observó diferencias significativas entre los diferentes sitios (Chaján 0,76; Holmber 0,69; La Carolina 0,67; $p=0,0001$).

g) Rendimiento de frutos y de semillas

En la Figura N° 18 se muestra el rendimiento de frutos y semillas en kg/ha. Se observa que los tres tratamientos superaron al testigo con diferencias altamente significativas. En la Tabla 10 se muestran los valores medios del rendimiento de frutos y semillas en kg/ha, con las probabilidades estadísticas y coeficiente de variación.

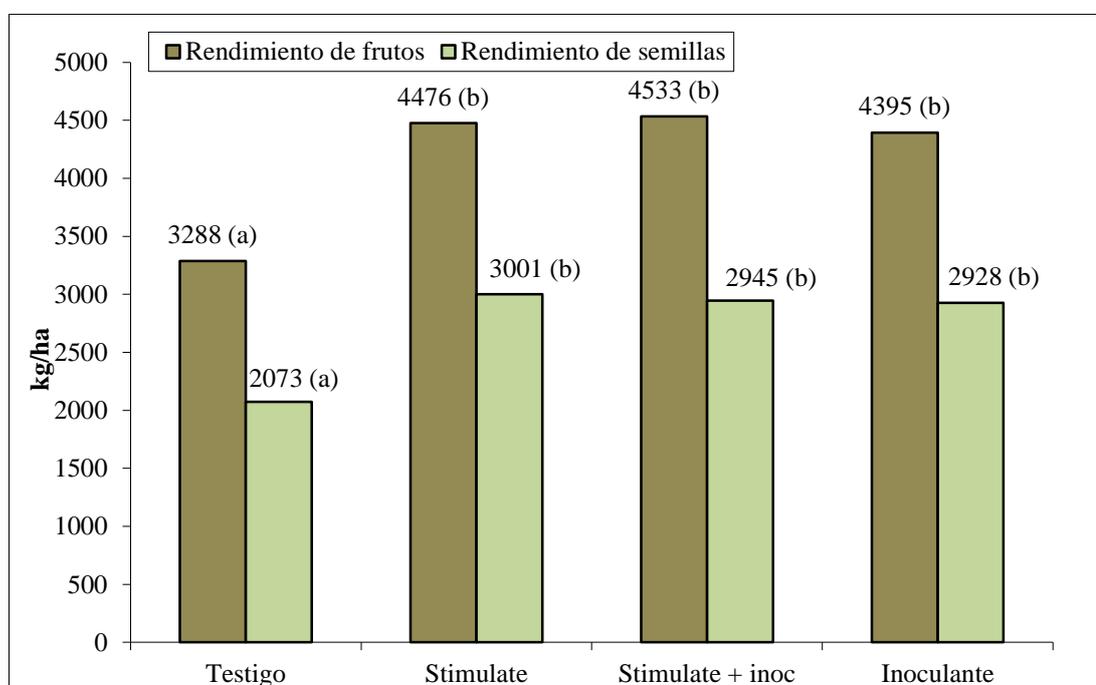


Figura N° 18. Rendimiento de frutos y semillas en kg/ha según tratamientos evaluados.

Tabla 10. Rendimiento de frutos y semillas en kg/ha.

	Testigo	Stimulate®	Inoculante + stimulate	Inoculante	P	CV
Rendimiento en frutos	3288 a	4476,21 b	4532,87 b	4394,5 b	<0,0001	12,83
Rendimiento en semillas	2073,3 a	3000,5 b	2944,83 b	2927,75 b	0,0001	16,64

P: probabilidad- CV: coeficiente de variación - Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para cada tratamiento (Duncan 5%).

El más rápido y mejor establecimiento de las plantas de maní en respuesta a los productos bajo estudio, tuvieron su incidencia positiva en el rendimiento superando al testigo y sin diferencias entre los tratamientos con bioestimulantes, inoculante y su combinación. En cuanto al rendimiento en caja, T1-T2-T3 superaron al testigo por 1188-1245-1108 kg/ha respectivamente (incremento promedio del 36 %). En el rendimiento de semillas el testigo fue inferior al T1-T2-T3, donde hubo una diferencia de 928-872-855 kg/ha respectivamente (incremento promedio del 42%) con diferencias significativas ($p < 0.0001$ y $p = 0.0001$ en frutos y semillas, respectivamente).

El tratamiento con inoculante no presentó diferencias significativas en el parámetro nodulación, pero si en cuanto a rendimiento con respecto al testigo. Esto podría deberse a que la microflora nativa del suelo tiene capacidad de colonización aunque son menos eficientes en la FBN respecto a cepas comerciales y experimentales de *Bradyrhizobium* sp.

Los resultados obtenidos son similares a los indicados por Toniotti (2008) donde el uso de inoculantes mostró diferencias significativas en dos sitios ubicados en la localidad de Jovita (Córdoba) alcanzando rendimientos máximos de frutos y semillas (6625 kg ha^{-1} y 4193 kg ha^{-1}), al igual que los reportados por Cerioni *et al.* (2011) quienes observaron con el uso de bioestimulante un aumento del rendimiento en caja de 609 kg/ha en Holmberg ($p = 0.0098$) y de 336 kg/ha Chaján ($p = 0.0018$) y a los obtenidos por Morla *et al.*, (2013) con incrementos significativos en el rendimiento de frutos independientemente del sitio y el año, ($p < 0,0001$).

h) Calidad comercial

En la Figura N°19 se muestra la calidad comercial, en porcentaje de grano para confitería (zarandas $> 7,5 \text{ mm}$) y los porcentajes de cada una de las categorías granométricas, para los diferentes tratamientos. No se observó diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de confitería ($p = 0,591$). En la Tabla 11 se muestran los valores medios de los tamaños granométricos de zarandas de tajo y confitería, con las probabilidades estadísticas y coeficiente de variación.

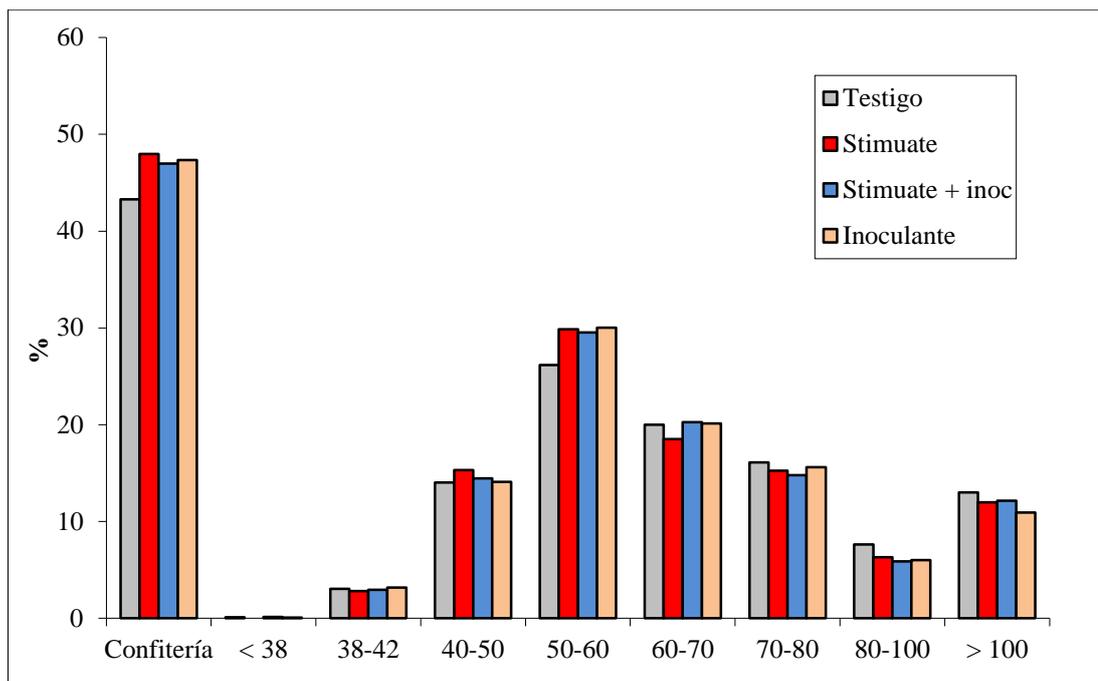


Figura N° 19. Porcentajes de los tamaños granométricos por zarandas y % confitería.

Tabla 11. Porcentajes de los tamaños granométricos de zarandas de tajo y % confitería.

	Confitería	< 38	38-42	40-50	50-60	60-70	70-80	80-100	> 100
Testigo	43.3 a	0.1 a	3.0 a	14.0 a	26.2 a	20.0 a	16.1 a	7.6 a	13.0 a
Stimulate®	48.0 a	0.0 a	2.8 a	15.3 a	29.9 b	18.5 a	15.2 a	6.3 a	12.0 a
Inoculante + Stimulate	47.0 a	0.1 a	2.9 a	14.4 a	29.5 b	20.2 a	14.8 a	5.9 a	12.1 a
Inoculante	47.3 a	0.1 a	3.2 a	14.1 a	30.0 b	20.1 a	15.6 a	6.0 a	10.9 a
<i>p</i>	0,591	0,602	0,982	0,918	0,072	0,516	0,848	0,252	0,469
CV	17,92	319,23	67,61	32,10	12,64	15,14	22,11	32,90	23,98

P: probabilidad- *CV*: coeficiente de variación -Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas para cada tratamiento (Duncan 5%).

En los porcentajes de confitería obtenidos en este estudio no se observó diferencias estadísticas significativas ($p=0,591$), los valores obtenidos estuvieron entre 40-50%, lo cual están por debajo de los normales 50-60% de la zona manisera de Córdoba (Cerioni, 2003). Si hubo diferencias estadísticas para el tamaño 50-60 entre los tratamientos respecto al testigo, pero no así entre ellos ($p=0,072$).

Los resultados hallados en este estudio, respecto a los parámetros de calidad del cultivo de maní, concuerdan con los obtenidos por Kearney *et al.* (2011). Por otra parte coinciden con los obtenidos por Caffa (2012) en sus estudio acerca del efecto de la inoculación, quien no observó diferencias significativas en respuesta a la inoculación en el surco de siembra.

Conclusiones

La aplicación de bioestimulantes, inoculante y su combinación mejoraron el establecimiento del cultivo por un aumento en el n° de plantas y mayor crecimiento inicial (altura, n° de raíces secundarias, n° de hojas y peso de las plántulas).

La aplicación al surco de inoculantes con cepas seleccionadas de *Bradyrhizobium* sp, no aumentó significativamente el número de nódulos, pero si la producción del cultivo de maní, indicando que las cepas seleccionadas poseen alta eficiencia en al FBN.

El bioestimulante, inoculante y su combinación aumentaron la producción de biomasa total en un 37, 33 y 34% respectivamente con respecto al testigo. La partición a frutos evaluada en el índice de cosecha mostró un leve aumento con los productos utilizados.

El número de frutos por superficie fue significativamente superior con el uso de los productos bajo estudio, no observándose lo mismo por planta y en el peso de un fruto, por lo que el aumento en el rendimiento estaría atribuido al mayor número de plantas establecidas.

El bioestimulante aumentó en un 36% y el inoculante un 34% el rendimiento en caja respecto al testigo. Se observó una leve sinergia entre el bioestimulante e inoculante (aumento el rendimiento en un 2% respecto a bioestimulante sólo y un 4 % respecto al inoculante sólo).

En cuanto a calidad comercial no hubo cambios significativos en la relación grano/caja y el rendimiento confitería. Los valores de % de confitería estuvieron por debajo de los normales para la zona manisera de Córdoba.

Los resultados previamente expuestos al igual que estudios previos, avalan el uso de estos productos como herramientas orientadas a incrementar la producción del cultivo de maní.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BALIÑA, R; DIAZ-ZORITA, M; KEARNEY, M; MORLA, F; GIAYETTO, O; BARBERO, V; CERIONI, G; 2013. Combinación de microorganismos y rendimiento de maní. **XXVIII Jornada Nacional Del Maní**. P: 79. General Cabrera-Córdoba-Argentina.
- BOGINO P., E. BANCHIO, L. RINAUDI, G. CERIONI, E. JOFFRE Y W. GIORDANO. 2005. Efectos de la inoculación con cepas de *Bradyrhizobium* sp. en cultivo de maní. **V Encuentro sobre Fijación biológica de Nitrógeno**. San Salvador de Jujuy 6-8/07. Libro de resúmenes p: 28.
- BOGINO P., BANCHIO, E., RINAUDI, L., CERIONI, G., BONFIGLIO, C. y W. GIORDANO. 2006. Peanut (*Arachis hypogaea* L.) response to inoculation with *Bradyrhizobium* sp. in soil of Argentina. **Annals of Applied Biology**. 148. 207-212.
- CAFFA, G. 2012. *Evaluación de maní (Arachis hypogaea L.) inoculado con diferentes cepas comerciales (Bradyrhizobium sp.), aplicados en el surco de la siembra*. Tesis. Fac. de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto.
- CARRARA, L; DÍAZ MENACHES, J; SEGOVIA, P; ULLA, D. 2011. Evaluación de aplicación foliar con Fertileader Quality® en el cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.). **XXVIII jornada Nacional de Maní**. General Cabrera-Córdoba-Argentina.
- 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 hypogaea* L.) en diferentes condiciones de fertilidad. **Agriscientia XXIII**: 55.
- CAVIGLIASSO, M. 2012. *Influencia de la temperatura del suelo sobre la emergencia, rendimiento y calidad de tres cultivares de maní (Arachis hypogaea L.)*. Tesis. Fac. de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto.
- CERIONI, G. 2003. *Déficit hídrico en la etapa reproductiva del Maní (Arachis hypogaea L.) su Influencia sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad*. Tesis. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto.

- 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^{er} 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 siembra. **XXIII Jornada Nacional de maní.** General Cabrera-Córdoba-Argentina.
- CERIONI G., KEARNEY M., DELLA MEA D., FERNANDEZ E., MORLA F. Y O. GIAYETTO. 2010. Disminución del stand de plantas en el cultivo de maní y su incidencia sobre el rendimiento y calidad. **XXV Jornada Nacional de maní.** General Cabrera-Córdoba-Argentina.
- CERIONI G.A; R. STEFANI; MORLA F.; O. GIAYETTO; KEARNEY M.; Y J. DELLA MEA. 2011. Bioestimulante aplicado a la semilla de maní (*Arachis hypogaea* L.) sobre la emergencia y el rendimiento. **Brazilian Journal of Plant Physiology.**Vol 23 Sup.2011.p: 164.
- CERIONI, G; KEARNEY, M; MORLA, F; GIAYETTO, O; ROMERO, E; STEFANI, R; FERNANDEZ, E; BARBERO, V .2013. **Bioestimulantes en cultivos. i soja.** bco org-f06. pag30. bco org-f10. Pag 31.**XIX Jornadas Científicas – Sociedad de Biología de Córdoba.** La Falda 8-10/08/2013.
- CISNEROS J.M, GIAYETTO O., CHOLAKY C., CERIONI G.A., CANTERO GUTIERREZ A. y UBERTO M. 2006.Cap VII, Suelos, rotaciones y labranzas. En: FERNANDEZ, E.M. y O. GIAYETTO (Eds.). El cultivo de maní en Córdoba. Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina. p: 128 .
- DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALES L., TABLADA M., ROBLEDO C.W. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- DÍAZ ZORITA, M. y R. BALIÑA. 2004. Respuesta de cultivos de maní a la inoculación con *Bradyrhizobium* sp. Ciencia del suelo. 22 (1): 7-10.

- FABRA, A.; O. GIAYETTO; G. CERIONI y S. CASTRO.1998. Estudios de la inoculación de maní en la provincia de Córdoba. **XIX Congreso Latinoamericano de Rhizobiología**: 221-223. Maturín Venezuela.
- FERNANDEZ, E.M.; O. GIAYETTO y L. CHOLAKY SOBARI. 2006a. Prólogo. En: FERNANDEZ, E.M. y O. GIAYETTO (Eds.). El cultivo de maní en Córdoba. Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina. p: 21.
- FERNANDEZ, E.M.; O. GIAYETTO y L. CHOLAKY SOBARI. 2006b. Cap IV. En: FERNANDEZ, E.M. y O. GIAYETTO (Eds.). El cultivo de maní en Córdoba. Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina. p: 73.
- FRANCISETTI, M. 2010. *Inoculación aplicada al surco en el cultivo de maní (Arachis hypogaea L.) con cepas comerciales y experimentales de Bradyrhizobium sp.* Tesis. Fac. de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto.
- GIAYETTO, O; CERIONI, G.A; CASTRO, S; FABRA, A. 1999. Nutrición nitrogenada de maní. Contribución de la fijación biológica. **XIV Jornada Nacional de Maní**. P:3-4. General Cabrera-Córdoba-Argentina.
- GIAYETTO, O.; G. CERIONI; S. CASTRO Y A. FABRA.2000. Fijación Biológica y balance de Nitrógeno en maní. XXIII Reunión Argentina de fisiología vegetal. Río Cuarto 29/11-01/12. P:3-4
- GIAYETTO, O., E. M. FERNANDEZ, G. A. CERIONI. 2006. Fecha y Modelos de siembra. En: Fernandez, E.M. y O. Giayetto. El cultivo de maní en Córdoba. Capítulo IX. p: 157-158.
- GIAMBASTIANI G. 2003. Cultivo de maní. En: <http://agro.uncor.edu/~ceryol/documentos/mani/mani.pdf>. Consultado el 10/14/2012.
- HERNÁNDEZ MONTIEL, L.G. Y M.A. ESCALONA AGUILAR. 2003. Microorganismos que benefician a las plantas: las bacterias PGPR. Vol. 16, N° 1. <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol16num1/articulos/microorganismos/micro.htm>. Consultado: 10/08/2015.

KEARNEY, M.I.T; CERIONI, G.A; STEFANI, R; MORLA, F.D; GIAYETTO, O; ROSSO, M.B Y J. DELLA MEA; 2011. Bioestimulantes aplicados a la semilla de maní sobre emergencia, el rendimiento y calidad. **XXVI Jornada Nacional de Maní**. P:90-92 General Cabrera-Córdoba-Argentina

KEARNEY, M.I.T.; G.A. CERIONI; L. PICHETTI; L. CAVIGLIASSO; F.D. MORLA; O. GIAYETTO; I. PRACK MC CORMICK; M. AVELLANEDA; J. DÍAZ MENACHES; F. PICCO; A. ZABINI Y SEGOVIA; 2014. Fosfitos combinados con fungicidas para el control de viruela del maní (*Cercosporidium personatum*). **XXIX Jornada Nacional de Maní**: 84-85 General Cabrera-Córdoba-Argentina.

MARTÍN SANCHEZ, I. 2015. Grupo de *rhizobium* características generales. En:http://www.diversidadmicrobiana.com/index.php?option=com_content&view=article&id=122&Itemid=128. Consultado en: mayo de 2015.

MONTELEONE, M.E; MANESCOTTO, M; ECHALECU, G; RUÍZ, D; ACOSTA, M. 2011. Nuevas estrategias para mejorar la respuesta a la inoculación de maní. Coinoculación con *Azospirillum*. **XXVI Jornada Nacional de Maní**. General Cabrera-Córdoba-Argentina.

MONTELEONE, M.E.; RUÍZ, D.2013. Efecto de un nuevo inoculante para maní sobre la productividad del cultivo. **XXVIII Jornada Nacional de Maní**. General Cabrera-Córdoba-Argentina.

MORLA FD, KEARNEY MIT, CERIONI GA, GIAYETTO O, ROMERO E, STEFANI R, FERNANDEZ EM. 2013. **Bioestimulantes en cultivos. ii maní**. bcm – bq 10. Pag: 21. bco org-f08.p. 31**XIX Jornadas Científicas – Sociedad de Biología de Córdoba**. La Falda 8-10/08/2013.

PEDELINI, R; 2012. Maní: Guía práctica para su cultivo. **Boletín de divulgación técnica N°2 Ediciones INTA**.

STOLLER J. H. 2014a. Entendiendo el idioma de las plantas. En www.stoller.com.ar

STOLLER J. H. 2014b. Catalogo STIMULATE. Plantas más eficientes y productivas. En: http://www.stoller.com.ar/stimulate/descarga_de_informes.html .

TANISMARE T. DE ALMEIDA SILVA, É. VILELA DE REZENDE VON PINHO, D. L. CARDOSO, C. ALVES FERREIRA, P. DE OLIVEIRA ALVIM, A. A. FERNADES DA COSTA. 2008. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciênc. agrotec., Lavras.** v. 32, n. 3, p: 840-846.

TONIOTI, D. 2008. *Efecto de la inoculación en el cultivo de maní sobre los componentes del rendimiento y la calidad comercial en el sur de la provincia de Córdoba.* Tesis. Fac. de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto.

ANEXO FOTOGRAFICO



Foto N°1: Bioestimulante y testigo.



Foto N°2: Bioestimulante + inoculante y testigo.



Foto N°3: Inoculante y testigo.



Foto N°4: Inoculante, testigo, bioestimulante + inoculante y bioestimulante.