

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

Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero  
Agrónomo

Modalidad: Proyecto

**Contribuir a la optimización de la fijación de Nitrógeno por**  
***Bradyrhizobium* spp en el cultivo de maní**

**Juan Manuel Cortés Moisés**  
**DNI: 29.908.826**

**Directora: Dra. Alicia Thuar**

**Río Cuarto - Córdoba**  
**Mayo 2018**

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

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

Título del Trabajo Final: **Contribuir a la optimización de la fijación de Nitrógeno por *Bradyrhizobium* spp en el cultivo de maní**

Autor: Juan Manuel Cortés Moisés

DNI: 29.908.826

Directora: Dra. Alicia Thuar

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

Dra. Novaira, Ana Inés .....

Dra. Malpassi, Roxana .....

Dra. Thuar, Alicia .....

Fecha de presentación: \_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Secretaría Académica

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional de Río Cuarto, por abrir sus puertas a jóvenes como yo, darme la oportunidad de estudiar y formarme como persona.

A mi mujer y mis dos hijos, quienes son mi pilar en la vida.

A mis padres y hermana por apoyarme durante toda la carrera dándome fuerzas para seguir adelante y culminar mis estudios.

A mis amigos siempre fieles en las buenas y en las no tan buenas.

A la niñera de mis hijos, Priscila Zabala, que sin su colaboración no hubiera sido posible.

A mi directora de tesis, Alicia Thuar, quien dedicó su tiempo para ayudarme con mi Trabajo Final de Grado.

**MUCHAS GRACIAS!!!**

## ÍNDICE DEL TEXTO

INTRODUCCIÓN.....	1
HIPÓTESIS.....	4
OBJETIVO GENERAL.....	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
CONCLUSIONES.....	14
BIBLIOGRAFÍA.....	15
ANEXO.....	19

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Análisis de suelo.....	8
Tabla 2: Distribución granulométrica media en los tres tratamientos evaluados.....	12

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Precipitaciones registradas durante el período comprendido de abril 2015 a marzo 2016 y la media histórica respectivamente.....	8
Figura 2. Número de nódulos en la raíz principal para los distintos tratamientos en el cultivo de maní y las diferencias que fueron estadísticamente significativas según HSD de Tukey.....	9
Figura 3. Peso medio de nódulos en la raíz principal en los diferentes tratamientos y sus diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) según HSD de Tukey.....	10
Figura 4. Peso medio de los granos y diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) registradas según HSD de Tukey.....	11
Figura 5. Rendimiento y diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) encontradas entre los tratamientos según HSD de Tukey.....	13

## RESUMEN

La inoculación de maní con bacterias se realiza en la región manisera de Córdoba, detectándose una mejora en la relación grano/caja y granulometría. Esta leguminosa tiene la capacidad de asociarse simbióticamente con bacterias del género *Bradyrhizobium* y llevar a cabo la fijación biológica de Nitrógeno (FBN), mecanismo que aporta una importante proporción de dicho nutriente al cultivo. El objetivo de este trabajo fue evaluar la inoculación con *Bradyrhizobium* spp en semillas de maní (*Arachis hypogaea*) y, de esta manera, optimizar la productividad. El ensayo se realizó en el campo experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Se emplearon los siguientes tratamientos: Control (C): Semillas sin inocular; Inoculado con cepas de *Bradyrhizobium* spp. (Rizoliq Maní) en el momento de la siembra (I); Inoculado + protector (I + P) con semillas tratadas con Rizoliq Maní + Premax cada 50 kg de semilla en el momento de la siembra (0 ddi), los cuales se asignaron en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Durante el ciclo del cultivo se determinaron parámetros de crecimiento como peso seco de raíz y de parte aérea. Se observó el número, el peso de los nódulos. Además, se estimó el rendimiento por medio del peso y número de granos en los diferentes tratamientos realizados y finalmente, se determinaron los tipos de granulometría encontrados. Los resultados obtenidos mostraron que el rendimiento presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos control, inoculado e inoculado más protector, con el mayor valor para este último tratamiento.

## SUMMARY

Inoculation with bacteria is used in the peanut sowing region of Córdoba, getting an improvement both in grain/box and granometry ratio. This legume has the ability to associate symbiotically with *Bradyrhizobium*spp bacteria and complete a biological fixation with nitrogen (BNF). That mechanism contributes to provide this nutrient to the crop in a meaningful way. The aim of this project was to evaluate the inoculation with *Bradyrhizobium*spp in peanuts seed (*Arachis hypogaea*) in order to improve productivity. Testing's was executed on experimental field of National University of Rio Cuarto. Treatments were: Seeds without inoculating; I: Seeds Inoculated with *Bradyrhizobium* spp. (Rizoliq Peanuts)at sowing; I + protector ( I + P): Seeds treated with Rizoliq (200ml) + Premax (70ml) each 50kg of seeds at sowing 0 ddi,. Treatments were randomly assigned in an experimental block design, with four replications. During the crop cycle, growth parameters were determined, as such root and aerea dry weight Nodule number and weight. Also, was estimate performance according weight and number of grains in the different treatments executed, as well as types of granulometry found on representative samples used. The results obtained showed that the yield presented statistically significant differences between the control treatments, inoculated and inoculated more protective, with the highest value for this last treatment.

## INTRODUCCIÓN

El maní es uno de los cultivos regionales típicos que presenta la agricultura de Argentina en el centro sur de la provincia de Córdoba. El 96% de la producción primaria nacional y la totalidad del proceso transformador de la misma tiene un alto impacto económico y social, ya sea directa o indirectamente, no sólo por la generación de divisas sino por la exportación de sus productos (U\$S 176.551.000 y 255.695 Tn en el año 2005) (Cholaky, 1984).

El maní cultivado, clasificado por el botánico Linneo en 1753 como *Arachis hypogaea*, se cree originario del territorio correspondiente en la actualidad a Bolivia, donde se encuentra un centro de variación muy importante, o del NO de Argentina donde crece espontáneamente *Arachis monticola*, especie silvestre anual con la cual se han obtenido hibridaciones fértiles. También en el SE de Bolivia y NO de Argentina se ubica el área de las especies diploides involucradas en el origen del maní cultivado según (Krapovickas y Gregory, 1994).

En la provincia de Córdoba las primeras referencias corresponden a fines del siglo XIX, con siembras en los márgenes del río Segundo, entre las actuales localidades de Río Segundo, Pilar y Villa del Rosario. No obstante, la etapa de expansión corresponde al siglo XX, cuando comienza a sembrarse en las localidades de Colazo, Matorrales, Las Junturas hacia el NE; Oliva, al este, y Corralito, Villa Ascasubi y Río Tercero, al sur. (Peticari *et al.*, 2007)

Su permanencia en la región central de la provincia de Córdoba resultó un factor determinante de la demanda sostenida de mano de obra configurando una importante fuente de trabajo para sus pobladores. En este sentido, cabe destacar que durante un período considerable el maní fue prácticamente la única fuente de materia prima para las fábricas de aceite instaladas en la zona. También movilizó el asentamiento de otras fábricas productoras de implementos y maquinarias agrícolas especializadas para las operaciones de siembra, labores culturales y recolección (arrancado y descapotado). (Giayetto y Fernandez, 2017).

La obtención de elevados rendimientos y su sostenibilidad en el tiempo están estrechamente vinculados a la viabilidad de las explotaciones agrícolas. La restricción

hídrica es una de las más frecuentes e importantes limitaciones, pero no siempre explica la totalidad de las diferencias entre rendimientos. Así, de Prada *et al.* (1994), en un estudio realizado en una cuenca de 22.000 ha que aporta sus aguas a la localidad de General Deheza (Córdoba), citan diferencias de rendimientos en años secos y en años húmedos y las atribuyen a la fertilidad del suelo.

La pérdida de productividad de las tierras de la región manisera de Córdoba y la inestabilidad de los cultivos asociada ha sido claramente documentada (Cisneros *et al.*, 1998; Giayetto *et al.*, 1998). Entre los indicadores de deterioro, uno de los más importantes corresponde a las propiedades físicas del suelo y como afectan al cultivo de maní en el clavado e ingreso del agua al ser modificada las densificaciones superficiales. Además, se pierde materia orgánica en su capa arable, estabilidad estructural de los agregados y residuos en la superficie del suelo.

Los macronutrientes esenciales son Calcio (Ca), Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K). El N es el nutriente de interés para este proyecto y son numerosos los factores del cultivo y del suelo que condicionan su disponibilidad como: el cultivar, la presencia de inóculo, el tipo de suelo (Gascho y Davis, 1995), tipo y oportunidad de labranzas, cantidad y naturaleza de los residuos. Los mismos autores dicen que son necesarios 190 kg ha<sup>-1</sup> de N para producir 3.000 kg ha<sup>-1</sup> de frutos de maní. El cultivo de maní se caracteriza por extraer una elevada cantidad de N del suelo. Esta leguminosa tiene la capacidad de asociarse simbióticamente con bacterias del género *Bradyrhizobium* y llevar a cabo la fijación biológica de Nitrógeno (FBN), mecanismo que aporta una importante proporción de dicho nutriente al cultivo. Las diferencias en rendimiento cuando se inocula en maní, ya se trate de suelos con o sin antecedentes muestra una respuesta bien diferenciada. Esta respuesta a la inoculación está relacionada con la presencia de cepas nativas en los suelos con historia de maní, las cuales son muy competitivas aunque a menudo ineficientes en la fijación de Nitrógeno (Peticari y Lodeiro, 2008).

En estudios realizados en Río Cuarto y General Deheza, Giayetto *et al.*, (1998, 1999, 2000) y Castro *et al.*, (1999 a, b), corroboraron la complementariedad entre fuentes de aporte de N al cultivo de maní y la influencia que ejerce la condición ambiental. Estos autores constataron que un mayor contenido de N en el suelo, disponible a la siembra, favorece su

absorción por la planta y se constituye en el principal aporte (superior al 60% del N total acumulado). Contrariamente, cuando los valores de N en el suelo son bajos, la fijación biológica se convierte en la fuente de aprovisionamiento del nutriente más importante para el cultivo (cercana al 60%). Además, la extracción de N del suelo por el cultivo es mayor en suelos con alto contenido de materia orgánica y sin limitaciones hídricas.

La inoculación de maní no es una práctica común en Argentina, sin embargo recientemente está comenzando a ser utilizada con éxito en algunas zonas de la región manisera de Córdoba. En los departamentos Río Cuarto y Juárez Celman no se observaron efectos de la inoculación en la semilla sobre los rendimientos de frutos y semillas, aunque si se detectó una tendencia a mejorar la relación grano/caja y granulometría (Bonadeo *et al.*, 1997; Bombillani, 2016).

La cantidad de nódulos por planta durante estadios vegetativos y en inicio de floración fue en general mayor en los tratamientos con aplicación de inoculante que sin esta práctica (Salvagno y Thuar, 2003). En promedio para todos los sitios evaluados, las plantas en cultivos inoculados presentaron más del doble de nodulación que los tratamientos sin inocular (Díaz Zorita *et al.*, 2003).

La variabilidad de los rendimientos de grano en el cultivo de maní se puede atribuir a una inadecuada nutrición nitrogenada como consecuencia de una baja disponibilidad de N en el suelo y una pobre FBN de cepas rizobianas nativas, aun cuando éstas inducen la formación de nódulos. Los beneficios de la inoculación con cepas eficientes han sido demostrados para diversas leguminosas (Cholaky *et al.*, 1983; Salvagno y Thuar, 2003).

Dado el crecimiento de los costos de producción, la inoculación con cepas eficientes de rizobios constituye una alternativa para elevar la productividad en cultivos de leguminosas, propiciando el empleo de técnicas que mantienen los sistemas ecológicos y amigables con el medio ambiente.

## **HIPÓTESIS**

La inoculación con bacteria *Bradyrhizobium* spp en maní produce aumentos en la producción del cultivo.

Los diferentes tratamientos evaluados (testigo, inoculado e inoculado más protector) producen desarrollos y respuestas diferentes en el cultivo de maní.

## **OBJETIVO GENERAL**

Optimizar la fijación biológica de Nitrógeno a través de la inoculación de semillas de maní con *Bradyrhizobium* spp para lograr mayor producción en este cultivo.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el peso seco aéreo y radical en los diferentes tratamientos aplicados a maní a los 60 días después de la siembra cuando el cultivo se encuentra en plena floración (R2)
- Cuantificar el peso seco y número de nódulos en los diferentes tratamientos aplicados a maní después de la siembra cuando el cultivo se encuentra en el estado fenológico R6.
- Determinar el número y peso de frutos y semillas para cada tratamiento aplicado a maní durante la cosecha.
- Evaluar el rendimiento en granos y los componentes del mismo (número de granos por superficie y peso de los 1000 granos) en maní en estado de madurez fisiológica (R8).
- Separar las semillas del cultivo de maní por tamaño de grano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplir con los objetivos propuestos, el ensayo se realizó durante la campaña 2015/16 en el campo experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina 33° 07' S, 64° 14' O, a 421 msnm. El clima del área se caracteriza por ser de tipo mesotermal, subhúmedo (Cantero *et al.*, 1986). El régimen térmico es de tipo templado continental con una temperatura media anual de 16,3°C. La temperatura media del mes más cálido (enero) es de 23,5°C para toda el área mientras que la temperatura del mes más frío (julio) es entre 9,5 y 8,5°C disminuyendo hacia el sector SO. La amplitud térmica media anual es 14°C en el sector NNO y de 16°C en el sector SSE. Las lluvias de la región presentan un patrón similar tanto en la ocurrencia como en la cantidad precipitada. La distribución estacional se ajusta a un régimen monzónico siendo diciembre-enero y junio-julio los períodos de mayores y menores precipitaciones respectivamente (Jarsún *et al.*, 2003).

Las precipitaciones medias anuales oscilan entre 700-800 mm, con régimen de precipitación monzónico que concentra el 80% de las lluvias entre octubre y abril (Degioanni, 1998).

El suelo es un Haplustol típico de textura franca arenosa muy fina, cuya granulometría en los primeros centímetros es: 16% de arcilla, 41% de limo, 33% de arena muy fina, 10 % de otras fracciones de arenas (Bricchi, 1996).

Se tomaron submuestras de suelo de los primeros 20 cm de profundidad utilizando transectas para analizar las propiedades físico-químicas del suelo midiendo los siguientes parámetros: pH (1:2,5 suelo/agua) (Mc Lean, 1982), materia orgánica (Bremmer y Mulvaney, 1982), Calcio intercambiable (Jackson, 1982), Fósforo (Bray y Kurtz, 1945), N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> por el método de reducción de Cadmio (Lambert y Dubois, 1971).

Se usaron semillas de maní (variedad granoleico tipo runner).

Se aplicaron los siguientes tratamientos:

**C:** Control: Semillas sin inocular.

**I:** Inoculado con cepas de *Bradyrhizobium* spp. (Rizoliq Maní, 200ml) en el momento de la siembra.

**I + protector:** Semillas tratadas con Rizoliq Maní Pre-Inoculado (200ml) + Premax (70ml) cada 50 kg de semilla Oddi.

El experimento tuvo un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 40 metros (m) de largo y 9 surcos de ancho distanciados a 0,52 m. El sistema de labranza fue en siembra directa y el desarrollo del cultivo se realizó bajo condiciones de secano.

Características de la variedad tipo Runner:

Hábito de crecimiento	Rastrero
Duración del ciclo del cultivo	150/175 días (largo)
Ramificación	Alterna
Tipo de yemas en tallo principal	Vegetativas
Número de semillas por fruto	Dos
% Ácido oleico	76-80% (alto)
Color de grano	Rosa Pálido
Forma de grano	Ovalado
Peso de 100 semillas	75g

En las etapas fenológicas R2 (plena floración) y R6 (semilla completamente desarrollada) se tomaron muestras de 10 plantas de cada tratamiento y repetición, determinándose peso seco de raíz y de parte aérea. Para ello, fueron secadas en estufa a 70°C hasta obtener un peso constante. También se determinó el número de nódulos y peso seco de los mismos, los cuales se secaron en estufa a 50°C hasta peso constante.

Durante la etapa fenológica R8 (madurez fisiológica), se estimó el rendimiento en ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en base a los componentes del mismo es decir número de granos por superficie (influenciado por número de plantas  $\text{m}^{-2}$ , número de cajas planta $^{-1}$ , número de granos caja $^{-1}$ ) y peso de los 1000 granos.

Para determinar el tipo de granulometría se tomaron las plantas encontradas en una superficie de un metro cuadrado por estación en cuatro repeticiones distribuidas al azar y por medio de una zaranda se las clasificó.

Los datos obtenidos fueron analizados a través del ANOVA y las medias comparadas con el test de Tukey con un nivel de significancia de 5 %. Se realizaron regresiones entre

variables que se consideraron apropiadas mediante el programa estadístico INFOSTAT (Di Renzo *et al.*, 2012).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Precipitaciones

Las precipitaciones totales fueron de 846,4 mm distribuida de la siguiente manera: (figura1)

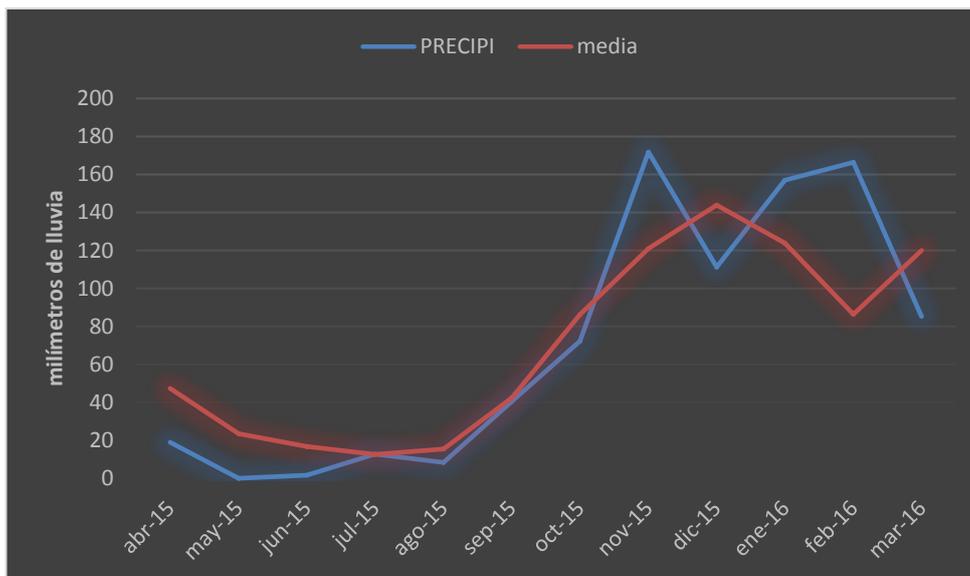


Figura 1. Precipitaciones registradas durante el período comprendido de abril 2015 a marzo 2016 y la media histórica respectivamente.

Observando los resultados del análisis de suelo (Tabla 1) y comparándolo con el perfil típico del lugar (Atlas de suelos, 2006), se pudo comprobar que se encuentra dentro de los niveles establecidos para ese tipo de suelo y zona de influencia. Y que los resultados no mostraron ningún tipo de impedimento para el normal desarrollo del cultivo estudiado.

Tabla 1. Análisis de suelo

Materia Orgánica:	%	2,1
Nitrógeno de Nitrato:	ppm	15,7
Nitrato:	ppm	69,6
Fósforo:	ppm	34,15
Humedad:	%	17,6
pH:		7,1

### Números de nódulos en raíz principal

El número de nódulos de la raíz principal, como se observa en la figura 2, muestra diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos inoculado vs testigo, e inoculado más protector vs testigo. Resultados similares fueron encontrados por Díaz Zorita *et al.*, (2003), ya que los tratamientos con inoculación desarrollan un mayor número de nódulos en relación a los tratamientos sin inoculación. Además, se pudo observar que la mayor diferencia fue obtenida entre el tratamiento testigo y el inoculado más protector, ya que este último produjo un 96% más de nódulos.

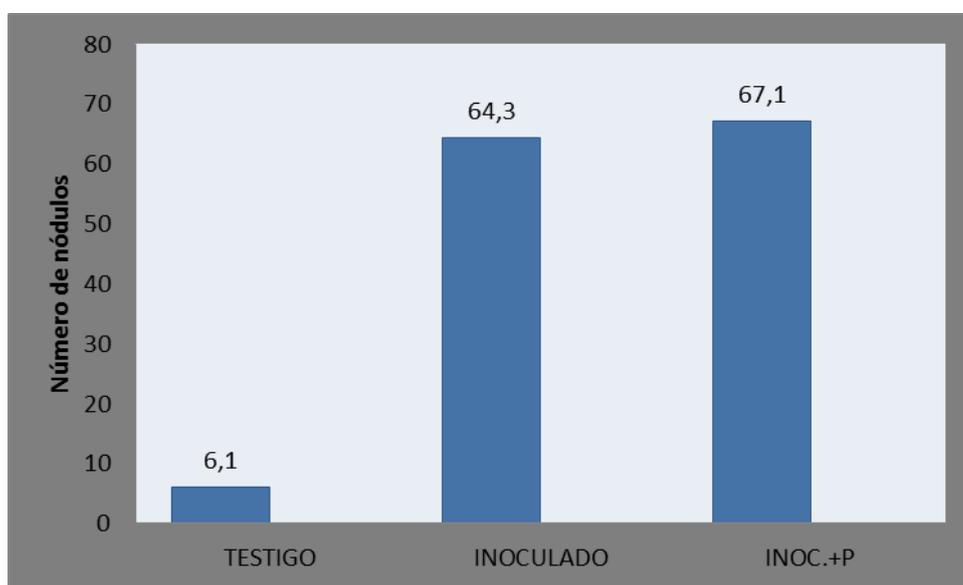


Figura 2. Número de nódulos en raíz principal para los distintos tratamientos en el cultivo de maní según HSD de Tukey.

### Peso medio de nódulos en la raíz principal

El peso medio de los nódulos encontrados en la raíz principal muestra diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tres tratamientos (figura 3).

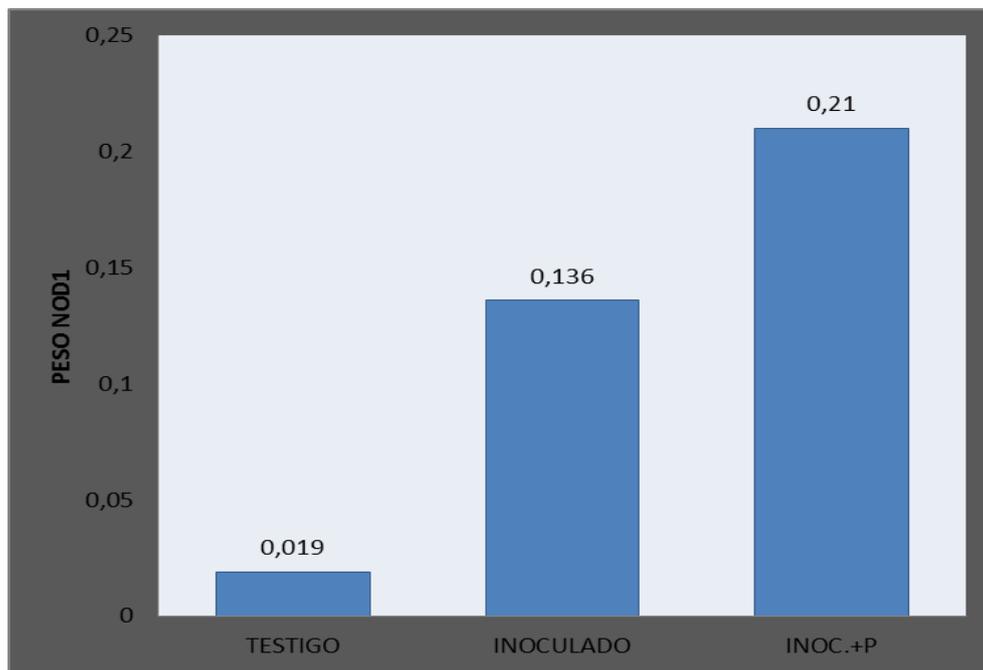


Figura 3. Peso medio de nódulos en la raíz principal en los diferentes tratamientos según HSD de Tukey.

Estos resultados coinciden con lo expresado por Peticari *et al.*, (2008), en donde las bacterias del inoculante infectan principalmente la raíz principal y tienen mayor peso.

Se observa además, que el peso seco de la parte aérea y de la raíz de la planta de maní no tuvieron diferencias estadísticamente significativas (Anexo).

### **Peso medio de granos**

En el peso medio de los granos se observa que hay diferencias estadísticamente significativas  $P (<0,05)$  entre el tratamiento inoculado más protector vs inoculado (figura 4).

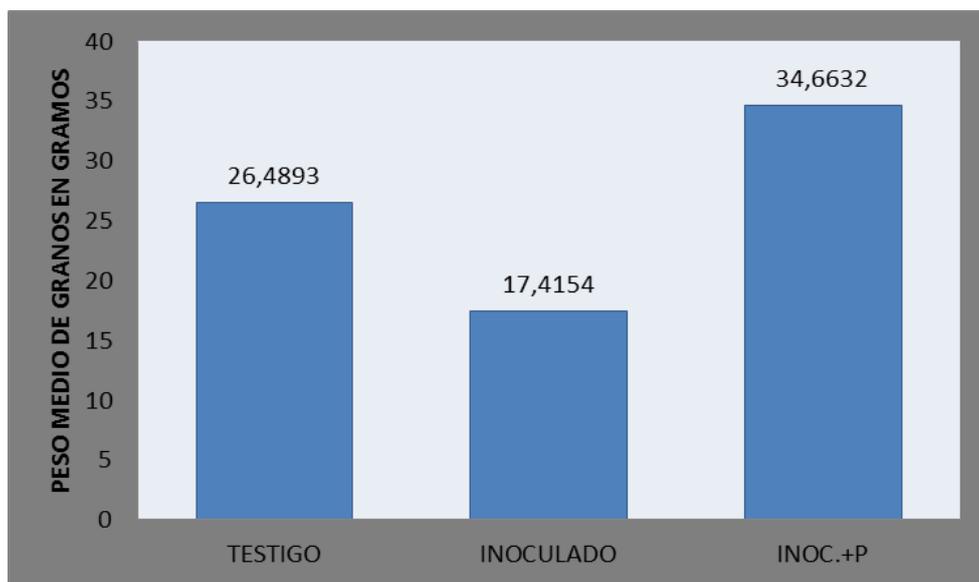


Figura 4. Peso medio de granos y diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) registradas según HSD de Tukey.

### Granulometría

En la Tabla 2 se muestra la distribución granulométrica de las semillas de maní obtenidas durante la cosecha según los tres tipos de tratamientos (testigo, inoculado e inoculado más protector). El tipo de granulometría es expresada en número de semillas que representa una onza (28g).

Al observar la distribución de granos se registra que el tratamiento inoculado más protector es el que mayor rendimiento registra entre las granulometrías 50-60 y 60-70. Resultados similares fueron encontrados por Bombillani, (2016) quien indica que la proporción de granos aptos para confitería fue mayor en el tratamiento inoculado más protector en relación al testigo.

Tabla 2. Distribución granulométrica media en los tres tratamientos evaluados

Granulometría	Media		
	testigo	Inoculado	Inoculado + Protector
38-42			10
40-50	64	57	92
50-60	63	53	106
60-70	67	57	116
70-80	92	42	89
80-100	80	29	80
>100	55	11	45
% confitería	32%	46%	39%
% industria	68%	54%	61%

### Rendimiento

Entre los factores principales que determinan el rendimiento de maní, se encuentran las condiciones edafoclimáticas (temperatura, radiación, precipitaciones, disponibilidad de nutrientes condiciones de la cama de siembra etc.), las características propias del cultivar (genotipo) y las prácticas de manejo (densidad y fecha de siembra, manejo del agua). Dentro de estas últimas está incluida la práctica de la inoculación (Arias 2010). Analizando el rendimiento (figura 5) se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Se puede decir que el tratamiento inoculado más protector supera al resto llegando a  $2584 \text{ kg ha}^{-1}$ .

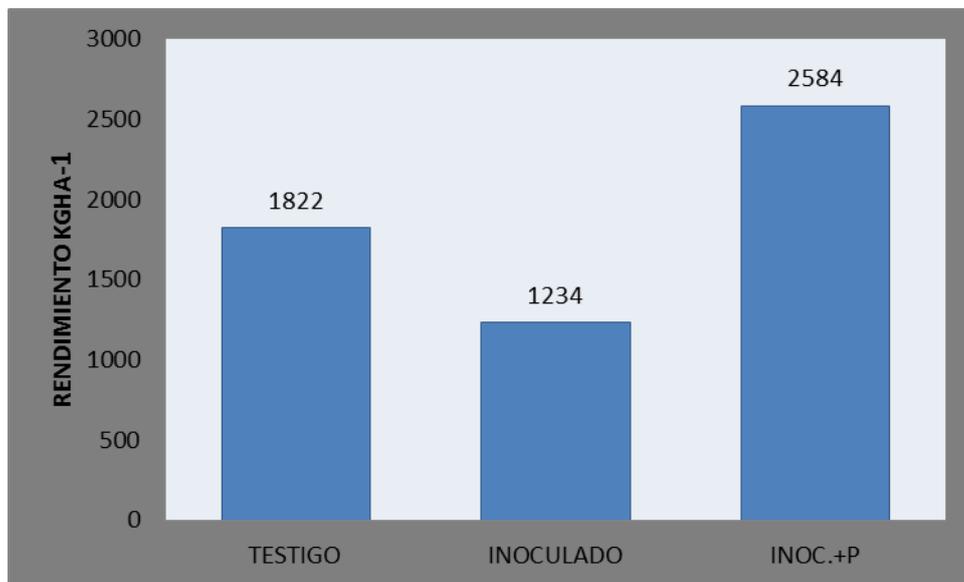


Figura 5. Rendimiento y diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) encontradas entre los tratamientos según HSD de Tukey.

Lo mismo fue observado por Cerioni *et al.*, (2017) el cual encontró que el rendimiento en caja es mayor en los tratamientos inoculados más protector. Las precipitaciones registradas durante la campaña fueron superiores a la media imposibilitando un normal desempeño de las bacterias sin protector debido a su carácter aeróbico.

## **CONCLUSIONES**

El número de nódulos en la raíz principal y su peso medio en los tratamientos inoculado e inoculado más protector obtuvieron el mayor valor en relación al testigo.

La implementación del inoculante más protector generó un mayor peso medio de los granos en relación a los otros dos tratamientos evaluados.

El porcentaje de granos para confitería (rango que va desde 38-42 hasta 50-60), fue mayor, tanto en el tratamiento inoculado como en el tratamiento inoculado más protector en comparación al testigo.

El tratamiento inoculado más protector logro el mayor rendimiento en relación a los otros tratamientos.

Los resultados expresados en este trabajo permiten concluir, que el uso de inoculantes en las explotaciones maniseras es beneficioso, como parte de un conjunto de diferentes prácticas pendientes a mantener una agricultura sustentable.

## BIBLIOGRAFÍA

- ATLAS DEL SUELO. 2006. Agencia Córdoba Ambiente S.E. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA. Manfredi Córdoba.
- ARIAS, N. 2010. Comportamiento de cultivares de maní. Campaña 2009/10. INTA pp15.
- BONADEO, E.; I. MORENO y R. PEDELINI. 1997. Algunos aspectos nutricionales del cultivo de maní (*ArachisHypogaeaL.*). 12<sup>o</sup> Jornada Nacional del Maní. Gral. Cabrera-Cba. P: 29- 31.
- BOMBILLANI, 2016. Inoculación en semillas de maní con *Bradyrhizobium*spp, en el departamento Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Tesis biblioteca UNRC: Río Cuarto. Córdoba.
- BRAY, R. H. y L. T. KURTZ. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. *SoilSci.* 59:39-45.
- BREMNER JM, CS. MULVANEY.1982. Nitrógeno total. En *Métodos de Análisis de Suelos, Parte 2, Químico yMicrobiologicalProperties*, 2<sup>da</sup> ed. (Eds Page AL, Miller RH y Keeney DR), pp. 595-624. Madison, WI: Sociedad Americana de Agronomía.
- BRICCHI, E. 1996. Relaciones entre la compactación, la morfología y propiedades físicas de un hapludol típico de Río Cuarto. Tesis. Magister en Ciencias de Suelo. UBA. Buenos Aires. 163 p.
- CANTERO, G., E. BRICCHI, V.H. BECERRA, J.M. CISNEROS, y H. GIL. 1986. Descripción y zonificación de las tierras del departamento Río Cuarto. 1 carta 1:250.000. FAV, UNRC, Río Cuarto. 88p.
- CASTRO, S.; G. CERIONI; O. GIAYETTO y A. FABRA. 1999 a. Peanut inoculation in low fertility soil. **XII International congress on Nitrogen Fixation:** 88. Foz do Iguazu-PR, Brasil.
- CASTRO, S.; M: PERMIGIANI; M. VINOCUR y A. FABRA. 1999 b. Nodulation in peanut (*Arachishypogaea L.*) roots in the presence of native and inoculated rhizobia strains.En: [www.scholar.google.ar](http://www.scholar.google.ar). Consultado: 21/05/17

CERIONI, G.A., F.D. MORLA, O. GIAYETTO, L.E. NICOLINO, E.M. FERNANDEZ, y R. BALIÑA. 2017. Preinoculación en maní (*Arachishypogaea*L.): Su impacto sobre rendimiento y calidad. **XXXII Jornada Nacional del Maní**.

CHOLAKY, L.; O. GIAYETTO, E.C. NEUMANN y S. CAVAIGNAC. 1983. Respuesta del maní (*Arachishypogaea* L.) a la inoculación al suelo con *Rhizobium* spp. Rev. UNRC. 3 (2): 173-179.

CHOLAKY, L. 1984. Maní. Influencia de los factores climáticos sobre el crecimiento-desarrollo, morfología, fotosíntesis, componentes del rendimientos, composición ácido graso del aceite y producción. FAV-UNRC. Mimeo. 125 p.

CISNEROS, J.M., C. CHOLAKY, O. GIAYETTO, E. BRICCHI, J. MARCOS y G.A. CERIONI. 1998. Homogeneidad Física, resistencia a la penetración y humedad del suelo en sistemas agrícolas maniseros de Córdoba. **XVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo (AASC)**: 253-254. Villa Carlos Paz, Argentina.

DEGIOANNI, A. 1998. Organización territorial de la producción agraria en la región de Río Cuarto. Tesis doctoral. Universidad de Alcala de Henares. Dpto de geografía. Alcala Henares. España.

DE PRADA, J., J. BORETTO, M. FERRANDO, A. GARCIA y M. SÁNCHEZ. 1994. Proyecto de Conservación y ordenamiento de tierras – General Deheza- Córdoba. Tesis. Maestría en Formulación, Evaluación y Administración de Proyectos de Inversión. UNC. Córdoba. 306 p.

DÍAZ ZORITA, M.; R. BALIÑA y E. RIBERI. 2003. Inoculación en cultivos de maní del sudeste de Córdoba: campaña 2002/2003 **XXVII Jornada Nacional de Maní**: 38. General Cabrera, Argentina.

DI RENZO, M. A., M.A. IBAÑEZ, N.C. BONAMICO. 2012. Diseño de Experimentos. Universidad Nacional de Rio Cuarto, Córdoba, Argentina.

GASCHO, G.J. y J.G. DAVIS. 1995. Soil Fertility and Plant Nutrition. En: Patee, H.E. y H.T. Stalker(Ed.). Advances in Peanut Science. APRES. Stillwater – OK. EE.UU. Cap.11. p: 383-418.

GIAYETTO, O.; G.A. CERIONI; S. CASTRO y A. FABRA. 1998. Nutrición nitrogenada de maní. Contribución de la fijación biológica. 13<sup>a</sup>. Jornada Nacional del Maní. Gral. Cabrera- Cba. 24/09/98. P: 28-29.

GIAYETTO, O.; G.A. CERIONI; S. CASTRO y A. FABRA. 1999. Nutrición nitrogenada de maní. Contribución de la fijación biológica. 14<sup>a</sup>. Jornada Nacional del Maní. Gral. Cabrera- Cba. 30/09/99. P: 3-4.

GIAYETTO, O.; G.A. CERIONI; S. CASTRO y A. FABRA. 2000. de la fijación biológica y balance de nitrógeno en maní. XXIII Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. Rio Cuarto 29/11-01/12. P: 490-491.

GIAYETTO, O., E. FERNANDEZ. 2017. En: El cultivo de Maní en Córdoba. 2<sup>da</sup> edición.

JACKSON, M. L. 1982. Análisis químico de suelos. Omega. S.A. 662 p

JARSÚN, B., J.A. GORGAS, E. ZAMORA, E. BOSNERO, E. LOVERA, A. RAVELO, y J. L. TASSILE. 2003. Recursos Naturales de la provincia de Córdoba: Los suelos. Agencia Córdoba D.A.C.y T.S.E.M Dirección de Ambiente, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Manfredi, Córdoba.

KRAPOVICKAS, A. y W.C. GREGORY. 1994. Taxonomía del género *Arachis* (Leguminosae). Bonplandia, Revista del Instituto de Botánica del Nordeste. Tomo VIII, 1-4: 1-186.

LAMBERT, R.J. y R.J. DUBOIS. 1971. Spectrophotometric determination of nitrate in the presence of chloride. *Analytical Chemistry*. 43:955-957.

MC LEAN, E. O. 1982. Soil ph and lime requeriment. In Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney (eds). *Methods of soil analysis. Part 2- Chemical and microbiological properties.* (2<sup>nd</sup> Ed.). *Agronomy*. 9: 199-223.

PERTICARI A., PUENTE M., ECHEGARAY R., Y C. PICCINETTI. 2007. De la Biología del suelo a la Agricultura. (eds) Thuar A, Cassan F, y C. Olmedo. . 17:277-291.

PERTICARI, A. y A. LODEIRO. 2008. Strain Selection for improvement of *Bradyrhizobium japonicum* competitiveness for nodulation of soybean. Departamento de

Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata,  
CONICET, La plata, Argentina.

SALVAGNO, Y.C. y A.THUAR. 2003. Tesis: efecto de la promoción del crecimiento en  
un cultivo de maíz con Bacterias Simbióticas y de Vida Libre. Biblioteca U.N.R.C. Pág.  
30

## ANEXO

### PESO DE GRANO

#### PESO

#### Descriptivos

	N	Media	Desviación tí	Error típico	Intervalo de confianza par		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite sup		
Testigo	28	26,4893	16,62264	3,14138	20,0437	32,9349	2,08	71,76
Inoc	28	17,4154	12,09872	2,28644	12,7240	22,1067	2,26	40,89
Inoc+prot	28	34,6632	19,99859	3,77938	26,9086	42,4179	5,42	66,68
Total	84	26,1893	17,82774	1,94517	22,3204	30,0581	2,08	71,76

#### Prueba de homogeneidad de varianzas

#### PESO

Estadístico de	gl1	gl2	Sig.
4,064	2	81	,021

## ANOVA

PESO

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadr	F	Sig.
Inter-grupos	4168,620	2	2084,310	7,601	,001
Intra-grupos	22211,136	81	274,212		
Total	26379,756	83			

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: PESO

	(I) TRATAM	(J) TRATA	Diferencia de m	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD de Tukey	Testigo	Inoc	9,0739	4,42567	,107	-1,4926	19,6404
		Inoc+prot	-8,1739	4,42567	,161	-18,7404	2,3926
	Inoc	Testigo	-9,0739	4,42567	,107	-19,6404	1,4926
		Inoc+prot	-17,2479(*)	4,42567	,001	-27,8143	-6,6814
	Inoc+prot	Testigo	8,1739	4,42567	,161	-2,3926	18,7404
		Inoc	17,2479(*)	4,42567	,001	6,6814	27,8143
Bonferroni	Testigo	Inoc	9,0739	4,42567	,131	-1,7456	19,8934
		Inoc+prot	-8,1739	4,42567	,205	-18,9934	2,6456
	Inoc	Testigo	-9,0739	4,42567	,131	-19,8934	1,7456
		Inoc+prot	-17,2479(*)	4,42567	,001	-28,0674	-6,4284
	Inoc+prot	Testigo	8,1739	4,42567	,205	-2,6456	18,9934
		Inoc	17,2479(*)	4,42567	,001	6,4284	28,0674

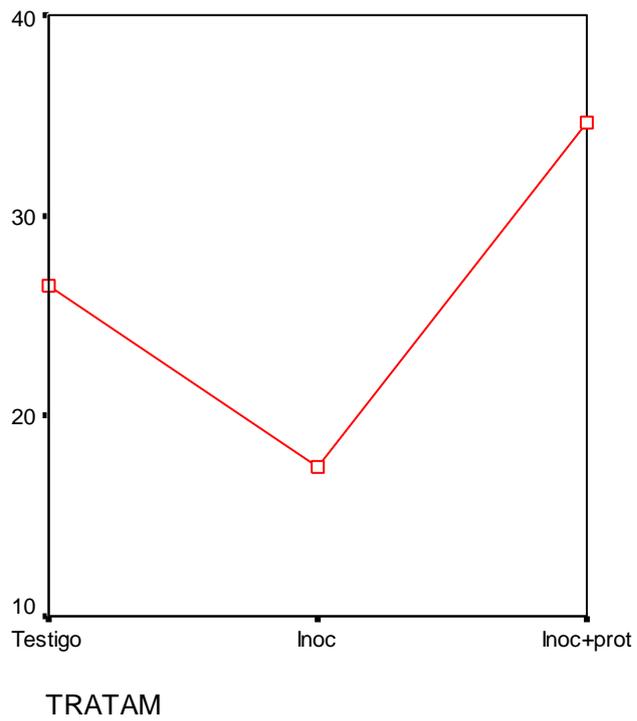
\* La diferencia entre las medias es significativa al nivel .05.

## PESO

	TRATAM	N	Subconjunto para alfa = .05	
			1	2
HSD de Tukey	Inoc	28	17,4154	
	Testigo	28	26,4893	26,4893
	Inoc+prot	28		34,6632
	Sig.		,107	,161

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 28,000.



RINDE

### Descriptivos

RINDE

	N	Media	Desviación tí	Error típico	Intervalo de confianza par		Mínimo	Máximo
					al 95%			
					Límite inferior	Límite superior		
Testigo	4	182,2050	12,63038	6,31519	162,1073	202,3027	170,65	200,21
Inoc	4	123,3675	20,50298	10,25149	90,7427	155,9923	108,58	153,40
Imoc+prot	4	258,4000	44,39300	22,19650	187,7608	329,0392	198,50	305,40
Total	12	187,9908	63,47535	18,32375	147,6605	228,3211	108,58	305,40

### Prueba de homogeneidad de varianzas

RINDE

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1,476	2	9	,279

ANOVA

RINDE

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	36668,407	2	18334,204	21,564	,000
Intra-grupos	7651,911	9	850,212		
Total	44320,318	11			

## Comparaciones múltiples

Variable dependiente: RINDE

	(I) TRATAM	(J) TRATAM	Diferencia de medias (I - J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
						Límite inferior	Límite superior	
HSD de Tukey	Testigo	Inoc	58,8375(*)	20,61810	,045	1,2716	116,4034	
		Imoc+prot	-76,1950(*)	20,61810	,012	-133,7609	-18,6291	
	Inoc	Testigo	-58,8375(*)	20,61810	,045	-116,4034	-1,2716	
		Imoc+prot	-135,0325(*)	20,61810	,000	-192,5984	-77,4666	
	Imoc+prot	Testigo	76,1950(*)	20,61810	,012	18,6291	133,7609	
		Inoc	135,0325(*)	20,61810	,000	77,4666	192,5984	
	Bonferroni	Testigo	Inoc	58,8375	20,61810	,057	-1,6421	119,3171
			Imoc+prot	-76,1950(*)	20,61810	,015	-136,6746	-15,7154
		Inoc	Testigo	-58,8375	20,61810	,057	-119,3171	1,6421
			Imoc+prot	-135,0325(*)	20,61810	,000	-195,5121	-74,5529
		Imoc+prot	Testigo	76,1950(*)	20,61810	,015	15,7154	136,6746
			Inoc	135,0325(*)	20,61810	,000	74,5529	195,5121

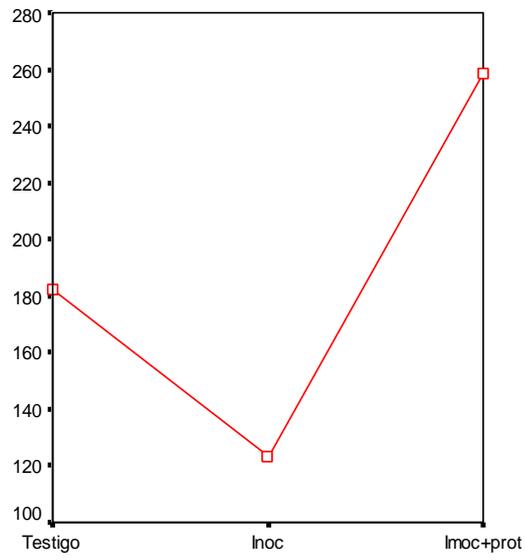
\* La diferencia entre las medias es significativa al nivel .05.

## RINDE

	TRATAM	N	Subconjunto para alfa = .05		
			1	2	3
HSD de Tukey(a)	Inoc	4	123,3675	182,2050	258,4000
	Testigo	4			
	Imoc+prot	4	1,000	1,000	1,000
	Sig.				

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000.



TRATAM

**PLANTAS Descriptivos**

		N	Media	Desviación	Error típico	Intervalo de confianza media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
NODRAL	Testigo	10	6,1000	4,65355	1,47158	2,7710	9,4290	,00	16,00
	Inoc	10	64,3000	25,45606	8,04991	46,0898	82,5102	36,00	117,00
	Inoc+prot	10	67,1000	39,70013	12,55428	38,7002	95,4998	,00	126,00
	Total	30	45,8333	38,92175	7,10611	31,2997	60,3670	,00	126,00
NODRAL	Testigo	10	40,0000	31,09484	9,83305	17,7561	62,2439	2,00	110,00
	Inoc	10	39,2000	27,79209	8,78863	19,3187	59,0813	10,00	84,00
	Inoc+prot	10	40,6000	25,22433	7,97663	22,5556	58,6444	8,00	79,00
	Total	30	39,9333	27,15845	4,95843	29,7922	50,0745	2,00	110,00
PESONO	Testigo	10	,0190	,01729	,00547	,0066	,0314	,00	,05
	Inoc	10	,1360	,06257	,01979	,0912	,1808	,07	,26
	Inoc+prot	10	,2100	,16918	,05350	,0890	,3310	,00	,50
	Total	30	,1217	,12879	,02351	,0736	,1698	,00	,50
PESONO	Testigo	10	,0930	,08327	,02633	,0334	,1526	,01	,30
	Inoc	10	,0990	,10577	,03345	,0233	,1747	,01	,27
	Inoc+prot	10	,1540	,12989	,04107	,0611	,2469	,03	,42
	Total	30	,1153	,10789	,01970	,0750	,1556	,01	,42
PESARE	Testigo	10	32,7000	10,03837	3,17441	25,5190	39,8810	19,60	53,60
	Inoc	10	24,2800	14,84339	4,69389	13,6617	34,8983	5,50	51,00
	Inoc+prot	10	37,3700	12,44151	3,93435	28,4699	46,2701	21,40	57,10
	Total	30	31,4500	13,34316	2,43612	26,4676	36,4324	5,50	57,10
PESORA	Testigo	10	1,2300	,16364	,05175	1,1129	1,3471	,90	1,40
	Inoc	10	,9200	,40497	,12806	,6303	1,2097	,30	1,50
	Inoc+prot	10	1,0300	,37431	,11837	,7622	1,2978	,40	1,50
	Total	30	1,0600	,34601	,06317	,9308	1,1892	,30	1,50

### Prueba de homogeneidad de varianzas

	Estadístico de Le	gl1	gl2	Sig.
NODRAIZ1	9,415	2	27	,001
NODRAIZ2	,117	2	27	,890
PESONOD1	11,209	2	27	,000
PESONOD2	1,927	2	27	,165
PESAREA	,902	2	27	,418
PESORAIZ	4,441	2	27	,022

### ANOVA

		Suma de cuadr	gl	Media cuadr	F	Sig.
NODRAIZ1	Inter-grupos	23720,267	2	11860,133	15,843	,000
	Intra-grupos	20211,900	27	748,589		
	Total	43932,167	29			
NODRAIZ2	Inter-grupos	9,867	2	4,933	,006	,994
	Intra-grupos	21380,000	27	791,852		
	Total	21389,867	29			
PESONOD1	Inter-grupos	,185	2	,093	8,473	,001
	Intra-grupos	,296	27	,011		
	Total	,481	29			
PESONOD2	Inter-grupos	,023	2	,011	,969	,392
	Intra-grupos	,315	27	,012		
	Total	,338	29			
PESAREA	Inter-grupos	880,178	2	440,089	2,774	,080
	Intra-grupos	4282,977	27	158,629		
	Total	5163,155	29			

PESORAIZ	Inter-grupos	,494	2	,247	2,239	,126
	Intra-grupos	2,978	27	,110		
	Total	3,472	29			

## Comparaciones múltiples

### HSD de Tukey

Variable depend	(I) TRATA	(J) TRATA	Diferencia de r (I - J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza		
						Límite inf	Límite sup	
NODRAIZ1	Testigo	Inoc	-58,2000(*)	12,23592	,000	-88,5380	-27,8620	
		Inoc+prot	-61,0000(*)	12,23592	,000	-91,3380	-30,6620	
	Inoc	Testigo	58,2000(*)	12,23592	,000	27,8620	88,5380	
		Inoc+prot	-2,8000	12,23592	,972	-33,1380	27,5380	
	Inoc+prot	Testigo	61,0000(*)	12,23592	,000	30,6620	91,3380	
		Inoc	2,8000	12,23592	,972	-27,5380	33,1380	
	NODRAIZ2	Testigo	Inoc	,8000	12,58453	,998	-30,4023	32,0023
			Inoc+prot	-,6000	12,58453	,999	-31,8023	30,6023
Inoc		Testigo	-,8000	12,58453	,998	-32,0023	30,4023	
		Inoc+prot	-1,4000	12,58453	,993	-32,6023	29,8023	
Inoc+prot		Testigo	,6000	12,58453	,999	-30,6023	31,8023	
		Inoc	1,4000	12,58453	,993	-29,8023	32,6023	
PESONOD1		Testigo	Inoc	-,1170(*)	,04679	,048	-,2330	-,0010
			Inoc+prot	-,1910(*)	,04679	,001	-,3070	-,0750
	Inoc	Testigo	,1170(*)	,04679	,048	,0010	,2330	
		Inoc+prot	-,0740	,04679	,271	-,1900	,0420	
	Inoc+prot	Testigo	,1910(*)	,04679	,001	,0750	,3070	
		Inoc	,0740	,04679	,271	-,0420	,1900	
	PESONOD2	Testigo	Inoc	-,0060	,04830	,992	-,1258	,1138
			Inoc+prot	-,0610	,04830	,428	-,1808	,0588
Inoc		Testigo	,0060	,04830	,992	-,1138	,1258	
		Inoc+prot	-,0550	,04830	,499	-,1748	,0648	
Inoc+prot		Testigo	,0610	,04830	,428	-,0588	,1808	
		Inoc	,0550	,04830	,499	-,0648	,1748	
PESAREAA		Testigo	Inoc	8,4200	5,63256	,309	-5,5455	22,3855
			Inoc+prot	-4,6700	5,63256	,689	-18,6355	9,2955
	Inoc	Testigo	-8,4200	5,63256	,309	-22,3855	5,5455	
		Inoc+prot	-13,0900	5,63256	,069	-27,0555	,8755	
	Inoc+prot	Testigo	4,6700	5,63256	,689	-9,2955	18,6355	
		Inoc	13,0900	5,63256	,069	-,8755	27,0555	
	PESORAIZ	Testigo	Inoc	,3100	,14852	,111	-,0583	,6783
			Inoc+prot	,2000	,14852	,383	-,1683	,5683
Inoc		Testigo	-,3100	,14852	,111	-,6783	,0583	

	Inoc+prot	Inoc+prot	-,1100	,14852	,742	-,4783	,2583
		Testigo	-,2000	,14852	,383	-,5683	,1683
		Inoc	,1100	,14852	,742	-,2583	,4783

\* La diferencia entre las medias es significativa al nivel .05.

### NODRAIZ1

HSD de Tukey

TRATAM	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
Testigo	10	6,1000	
Inoc	10		64,3000
Inoc+prot	10		67,1000
Sig.		1,000	,972

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10,000.

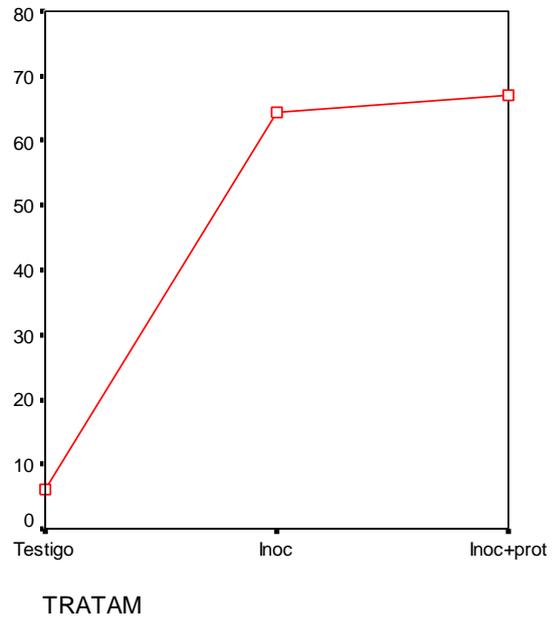
### PESONOD1

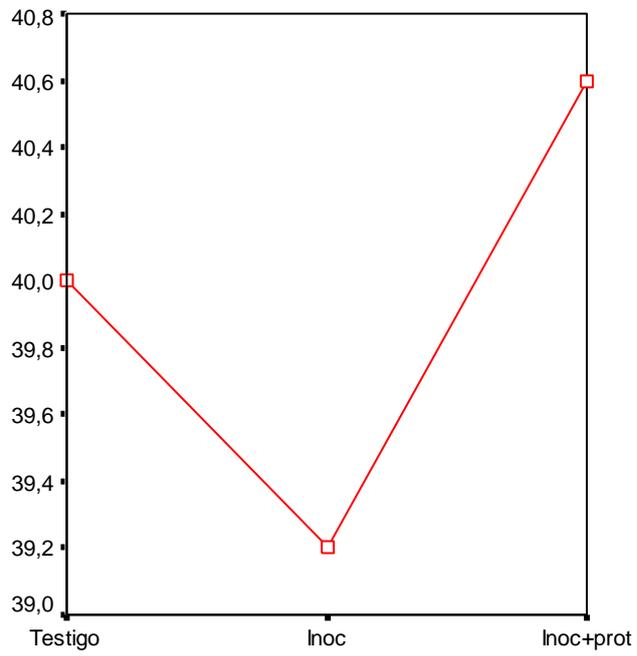
HSD de Tukey

TRATAM	N	Subconjunto para	
		1	2
Testigo	10	,0190	
Inoc	10		,1360
Inoc+prot	10		,2100
Sig.		1,000	,271

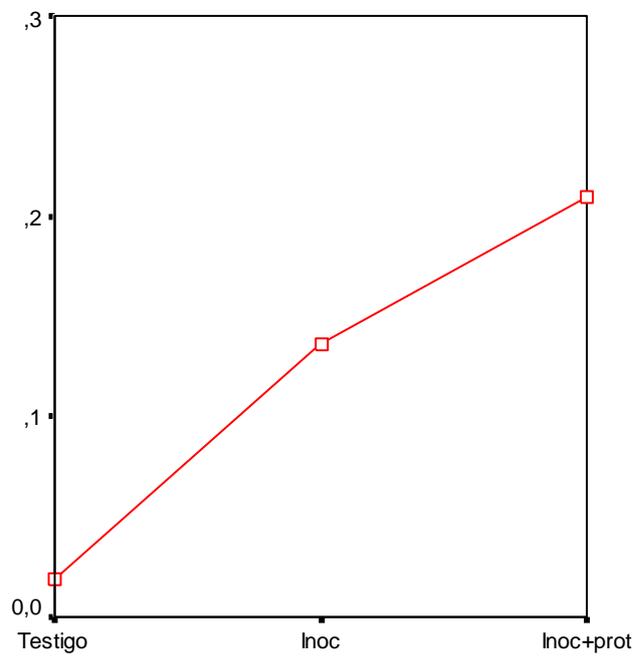
Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10,000.

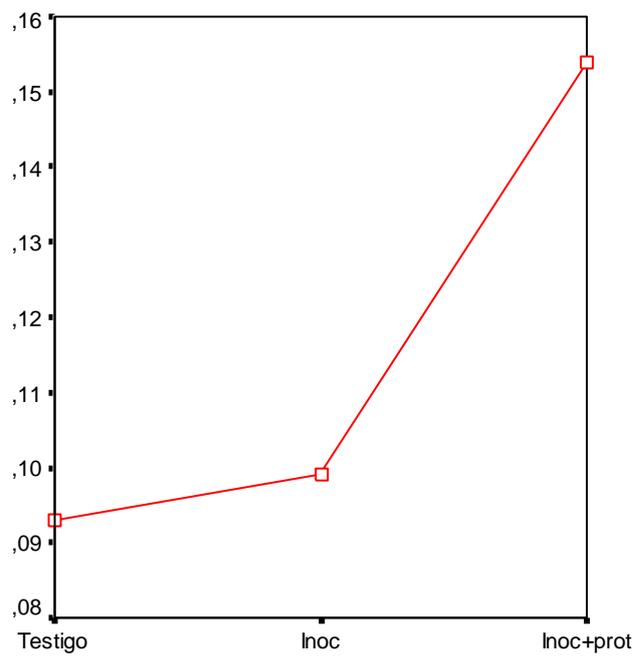




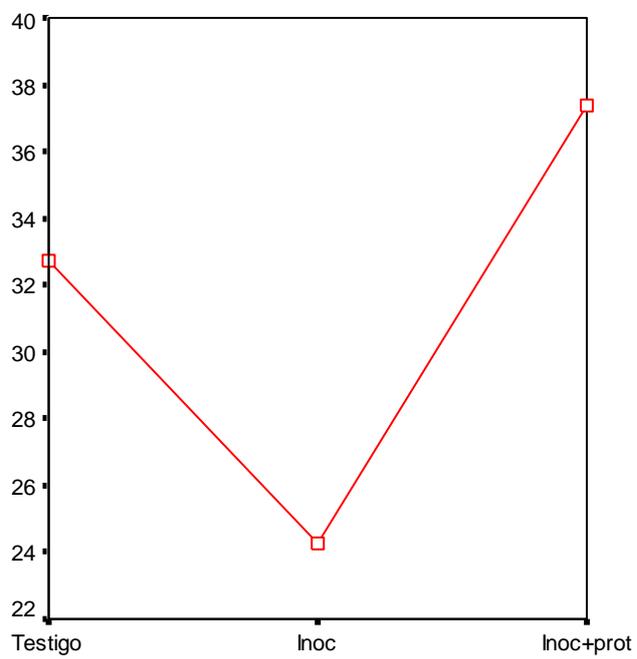
TRATAM



TRATAM



TRATAM



TRATAM

