

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA



“Trabajo final para optar al título de Ingeniero Agrónomo”

**IMPACTO DE LA INOCULACIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO DE CULTIVARES
DE MANÍ (*Arachis hypogaea* L.) CON TOLERANCIA DIFERENCIAL AL ESTRÉS
HÍDRICO**

ALUMNO:

Martin, Matías Leonel

36.029.649

DIRECTOR

Dra. Ana Laura Furlan

Co-DIRECTOR:

Dr. Federico D. Morla

Río Cuarto-Córdoba

Septiembre de 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: IMPACTO DE LA INOCULACIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO DE CULTIVARES DE MANÍ (*Arachis hypogaea L.*) CON TOLERANCIA DIFERENCIAL AL ESTRÉS HÍDRICO

Autor: Martin, Matías Leonel.

DNI: 36.029.649

Director: Furlan, Ana Laura

Co Director: Morla Federico

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

Fecha de Presentación: ____/____/____.

Aprobado por Secretaría Académica: ____/____/____.

Secretaria Académica

AGRADECIMIENTOS

A mi familia (Mama Pequioca, Papa Ñañel, Joaco y mi negra More) por hacer todo por mi e impulsarme hasta donde estoy hoy, más en los primeros años de carrera que todo esto era un cambio muy grande para todos. Lo único que puedo decir de ellos es que los AMO con todo mi corazón y voy a estar toda la vida orgulloso de mi FAMILIA.

A mi novia Delfina que se banco cada una de mis locuras, bajones y tropezones en todos estos años. Jamás me dejó solo ni en los momentos más difíciles pudimos haber vivido. Sabes lo importante que sos para mí. Te amo Lalos.

A mis amigos tanto de la uni, del barrio y rugby que siempre me hicieron sentir una persona querida y cuidada. Muchas gracias a todos ellos que siempre me tuvieron en cuenta y los voy a llevar en mi corazón toda la vida AMIGOS MIOS! Los QUEIRO mucho.

También quiero agradecer al resto de mi familia (abuelos, tíos, primos) que siempre tuvo una palabra de aliento para superar esta etapa de mi vida, por esto y mucho más les agradezco de corazón todo el apoyo que me dieron.

A mis directores Ana y Fede, que siempre estuvieron conmigo a lo largo de todo este trabajo y me ayudaron muchísimo ante cualquier inconveniente. Siempre los voy a recordar como las excelentes personas que fueron conmigo.

Índice General

• Certificado de aprobación.....	I
• Agradecimientos.....	II
• Índice general	III
• Índice de cuadros.....	V
• Índice de figuras	VI
• Resumen	VII
• Summary	VIII
• Introducción.....	1
♦ <i>Fertilidad del suelo</i>	1
♦ <i>Fijación biológica del nitrógeno en leguminosas de interés regional</i>	1
♦ <i>Impacto del estrés hídrico sobre la producción de cultivos</i>	3
• Hipótesis de trabajo	5
• Objetivos	5
▪ Objetivo general	5
▪ Objetivos específicos.....	5
• Materiales y métodos.....	6
♦ Localización y ambiente.....	6
▪ Ubicación	6
▪ Características climáticas	6
▪ Características edáficas	8
♦ Materiales	9
▪ Cultivares de maní.....	9
▪ Inoculante	9
• Cepa de bradirizobios inoculante de maní.....	9
• Medio de cultivo.....	9
• Conservación de la cepa bacteriana.....	10
• Formulación del inoculante para ensayo a campo...	10
♦ Características del ensayo.....	10
▪ Siembra.....	10
▪ Control fitosanitario	10
▪ Diseño del sistema de ensayo	10
▪ Sistema de ensayo	11

● Observaciones y mediciones	12
◆ Del cultivo	12
▪ Crecimiento y fijación de nitrógeno en los cultivares de maní.....	12
▪ Indicadores de estrés hídrico y oxidativo	12
◆ A cosecha	13
▪ Evaluación del rendimiento en los cultivares de maní	13
◆ Análisis estadístico	13
● Resultados y discusiones	14
◆ Crecimiento y fijación de nitrógeno en los cultivares de maní	14
▪ Contenido de clorofilas totales	14
▪ Peso seco de la raíz y parte aérea	14
▪ Número de nódulos por planta	15
◆ Indicadores de estrés hídrico y oxidativo	16
▪ Cuantificación del aminoácido prolina como indicador de estrés hídrico.....	16
▪ Cuantificación del contenido de H ₂ O ₂	18
▪ Estimación del daño oxidativo a lípidos por medición del contenido de malondialdehído (MDA)	19
◆ Evaluación de los componentes del rendimiento en cultivares de maní.....	20
▪ Número de plantas por m ²	20
▪ Biomasa total.....	21
▪ Número de frutos por m ²	22
▪ Peso de 1 fruto.....	24
▪ Rendimiento de fruto y semilla	25
▪ Índice de cosecha.....	27
▪ Relación grano/caja	28
▪ % Confitería	28
● Conclusiones	30
● Referencias bibliograficas	31-34
● Anexo	35-43

Índice de Cuadros

- **Cuadro 1:** Resultados del análisis de suelo y métodos utilizados8
- **Cuadro 2:** Tabla comparativa de cultivares utilizados en ensayo.....9

Índice de Figuras

❖ Figura 1: Temperatura durante el ciclo del cultivo	7
❖ Figura 2: Precipitaciones acumuladas mensuales campaña 16/17	7
❖ Figura 3: Croquis del sistema de ensayo	11
❖ Figura 4: Contenido de clorofilas totales	14
❖ Figura 5: Peso (g) de plantas de maní en la etapa fenológica R1	15
❖ Figura 6: Número de nódulos totales por planta en cada tratamiento	15
❖ Figura 7: Contenido promedio de prolina en las plantas de maní en los diferentes tratamientos	16
❖ Figura 8: Contenido promedio de prolina en dos cultivares diferentes	17
❖ Figura 9: Contenido promedio de prolina en plantas inoculadas y sin inocular	17
❖ Figura 10: Concentración promedio de MDA en las plantas de maní en los diferentes tratamientos	18
❖ Figura 11: Concentración promedio de MDA para diferentes cultivares	19
❖ Figura 12: Concentración promedio de MDA en relación a plantas inoculadas y sin inocular	19
❖ Figura 13: Cuantificación del contenido de H ₂ O ₂	20
❖ Figura 14: Número de planta por m ² en relación a todos los tratamientos bajo estudio	21
❖ Figura 15: Biomasa total representada en gramos/m ²	21
❖ Figura 16: Número granos por m ² en relación a todos los tratamientos	22
❖ Figura 17: Número de frutos por m ² para diferentes cultivares	22
❖ Figura 18: Número de frutos en relación a la inoculación	23
❖ Figura 19: Peso de 1 grano en gramos para los diferentes tratamientos	24
❖ Figura 20: Peso promedio de 1 grano para diferentes cultivares	24
❖ Figura 21: Peso promedio de 1 grano con respecto a la inoculación	25
❖ Figura 22: Rendimiento de fruto y semilla en relación a los diferentes tratamientos utilizados en el ensayo	25
❖ Figura 23: Rendimiento de frutos y semilla para diferentes cultivares	26
❖ Figura 24: Rendimiento de frutos y semilla de plantas inoculadas y sin inocular	26
❖ Figura 25: Índice de cosecha para los diferentes cultivares	27
❖ Figura 26: Relación grano/caja para los diferentes tratamientos	28
❖ Figura 27: Porcentaje de maní confitería y porcentajes de cada categoría granométrica, de los diferentes tratamientos	29

RESUMEN

El maní es una leguminosa con altos requerimientos de nitrógeno (N), que la planta obtiene tanto del suelo como de la fijación biológica (FBN) en simbiosis con rizobios. La interacción rizobio-leguminosa se ve desfavorecida en presencia de diferentes estreses abióticos, dentro de los cuales el estrés hídrico es considerado uno de los factores más importantes y limitantes del crecimiento y desarrollo vegetal. En estas condiciones, otro proceso que causa inhibición de la actividad de la enzima bacteriana que reduce el N₂ atmosférico, la nitrogenasa, es el estrés oxidativo. El objetivo fue contribuir al conocimiento del impacto de la inoculación sobre el rendimiento de cultivares de maní con diferente nivel de tolerancia al estrés hídrico. Para ello se utilizaron dos cultivares: EC-98 registrado como tolerante a estrés hídrico (Criadero “El Carmen” General Cabrera, Córdoba) y Granoleico cultivar de referencia de amplio uso en la zona. Ambos fueron inoculados con cepa de *Bradyrhizobium* sp. SEMIA6144. Se realizó el ensayo en la campaña 2016/2017, con cuatro tratamientos: EC-98 sin inocular, EC-98 inoculado, Granoleico sin inocular, Granoleico inoculado; en los cuales se realizaron las siguientes determinaciones: (1) evaluación del crecimiento y fijación de nitrógeno en los cultivares de maní (40DDS), (2) estimación de indicadores de estrés hídrico y oxidativo (40DDS), (3) evaluación del rendimiento en los cultivares de maní (a cosecha). Los indicadores de estrés no arrojaron diferencias significativas para los diferentes tratamientos del estudio. Se encontraron aumentos de rendimientos y calidad de la producción para los tratamientos inoculados. La relación grano/caja e índice de cosecha no arrojaron resultados significativos para los diferentes tratamientos. El porcentaje de maní confitería y el peso de un fruto presentaron diferencias significativas entre los cultivares utilizados. Los niveles de los indicadores de estrés hídrico y oxidativo permanecieron inalterados en los diferentes tratamientos, esto puede ser debido a que las condiciones agroclimáticas fueron las esperadas para un año normal. La inoculación de cultivares de maní con la cepa *Bradyrhizobium* sp. SEMIA6144 aumentó los principales componentes del rendimiento, validando el uso de la técnica.

Palabras claves: *Bradyrhizobium* sp., calidad, EC-98, estrés hídrico, Granoleico, inoculante, maní, rendimiento.

SUMMARY

Peanut is a legume with high nitrogen requirements that the plant fulfills from both soil and biological fixation in symbiosis with rhizobia. The legume-rhizobia interaction is disadvantaged in the presence of different abiotic stresses, within which water deficit is considered one of the most important and limiting factors of plant growth and development. In those conditions, another process that causes inhibition of the activity of the bacterial enzyme that reduces the atmospheric N₂, nitrogenase, is the oxidative stress. Thus, the objective of this work was to contribute to the knowledge of the impact of inoculation on the performance of peanut cultivars with differential tolerance to water deficit. Two cultivars were used: EC-98 registered as drought stress-tolerant and Granoleico, the reference cultivar of wide usage in the peanut growing-area. Both were inoculated with the strain *Bradyrhizobium* sp. SEMIA6144. The field assay was made in the 2016/2017 campaign with four treatments: EC-98 without inoculation, EC-98 inoculated, Granoleico without inoculation, Granoleico inoculated. The following determinations were made (1) evaluation of growth and nitrogen fixation in peanut cultivars (40 days after sowing (DAS)), (2) estimation of indicators of water deficit and oxidative stress (40DAS), (3) yield. Increases in performance and quality of production were found for the inoculated treatments. The pod / grain ratio and harvest index did not showed significant variations among the different treatments. The percentage of confectionery peanuts and the weight of one fruit showed significant differences between the cultivars used. The levels of the water stress and oxidative stress-indicators remained unchanged in the different treatments; which correlated to the agroclimatic conditions found, those expected for a normal year. The inoculation of peanut cultivars with the strain *Bradyrhizobium* sp. SEMIA6144 increased the main components of the performance, validating the use of the inoculation technique.

Keywords: *Bradyrhizobium* sp., quality, EC-98, water deficit, Granoleico, inoculant, peanut, performance.

INTRODUCCIÓN

Fertilidad del suelo

Cuando se aborda el recurso edáfico desde la perspectiva de la producción de cultivos surge el concepto de fertilidad del suelo. Así, por definición agronómica, la fertilidad del suelo es la capacidad que tiene el mismo de sostener el crecimiento de los cultivos. En definiciones más modernas se incluye la rentabilidad y la sustentabilidad de los agro-ecosistemas y se tienen en cuenta aspectos químicos, físicos y biológicos. La intensificación y expansión de la agricultura en los últimos 15 años y las perspectivas mundiales de creciente demanda de alimentos, forrajes, fibras, y en particular, biocombustibles plantean interrogantes significativos en lo que hace a la sustentabilidad de los sistemas de producción y de los suelos en particular. En este marco, el rol de la fertilidad y su relación con la biología del suelo es de vital importancia para definir sistemas de producción agronómica, económica y ambientalmente sustentables (García y González, 2010).

Para contribuir a mantener la fertilidad del suelo, en el ciclo biogeoquímico del nitrógeno (N_2) uno de los procesos claves es la fijación biológica del nitrógeno (FBN), en el cual los microorganismos son capaces de reducir el N_2 atmosférico en amonio favoreciendo el aporte de N a las plantas.

Fijación biológica del nitrógeno en leguminosas de interés regional

La familia de las leguminosas con 750 géneros y 20.000 especies es la tercera más numerosa luego de las compuestas y gramíneas. Las leguminosas son importantes desde el punto de vista agronómico por su uso como forraje o grano. Desde el punto de vista ecológico poseen un efecto beneficioso para el medio ambiente al poder fijar el N_2 atmosférico, producto de la interacción con rizobios, como alternativa a los fertilizantes químicos (Broughton *et al.*, 2003).

De los cultivos de leguminosas, el maní (*Arachis hypogaea* L.) es importante a nivel regional. La planta de maní posee entre 30 y 60 cm de altura, floración aérea y fructificación hipogea, y entre los requerimientos para el cultivo se encuentran: suelos livianos, de textura franco arenosa, profundos, con buen drenaje y libres de sales, que permiten un buen desarrollo del sistema radicular produciendo vainas de buen tamaño. Además, el cultivo requiere de la ocurrencia de precipitaciones entre 600 y 1200 mm anuales y temperaturas superiores a los 20°C (Pedelini, 2018).

El maní es capaz de establecer asociaciones simbióticas con bacterias del género *Bradyrhizobium*. Como resultado de esta interacción se forma un nuevo órgano en la planta llamado nódulo; en este órgano ocurre la FBN. En el interior del nódulo se establece una relación metabólica entre la planta y la bacteria (transformada en bacteroide), por la que la planta suministra compuestos derivados de la fotosíntesis a cambio de amonio producto de la FBN, proceso llevado a cabo por la

enzima bacteriana, nitrogenasa. La sacarosa, procedente de la parte aérea de la planta vía floema, es catabolizada por las enzimas sacarosa sintasa (SS) e invertasa alcalina (IA). El amonio, formado por la nitrogenasa del bacteroide, es excretado al citosol de la planta y asimilado en aminoácidos. De esta manera, los nódulos exportan el N asimilado en forma de amidas o ureidos (alantoína y ácido alantoico) a la parte aérea de la planta (Peoples *et al.*, 1991).

El maní es una leguminosa con altos requerimientos de N₂, que la planta obtiene tanto del suelo como de la FBN en simbiosis con rizobios. El área tradicional del cultivo de maní se ubica en la región central de la provincia de Córdoba, extendiéndose en el último lustro hacia el sur y el sudoeste, donde predominan ambientes con algunas limitantes para la producción de cultivos ya que son suelos arenosos, con bajos contenidos de materia orgánica, moderada a baja capacidad de retención de humedad y limitada provisión de N. En estos ambientes, es frecuente detectar nodulaciones espontáneas debido a la presencia de rizobios naturalizados, muy infectivos pero con limitada eficiencia para la FBN. Tal como ocurre en otras leguminosas (Ej.: soja, alfalfa), la incorporación de cepas seleccionadas por su alta eficiencia de FBN, mejora el aporte de N y en consecuencia, mejora la productividad del cultivo de maní (Baliña y Díaz Zorita, 2006).

El uso de inoculantes está dirigido a aumentar la fijación de nitrógeno en los cultivos de leguminosas y resulta más conveniente y económico que la fertilización química, evitando además la contaminación ambiental. El cultivo de maní se destaca en la producción agrícola de Córdoba, ya que en esta provincia se concentra casi la totalidad de la producción nacional y adquiere especial significación porque Argentina es el segundo exportador mundial con perspectivas muy favorables para incrementar su participación en los mercados internacionales (Bogino *et al.*, 2005).

Al cultivarse en suelos arenosos, con bajos contenidos de materia orgánica, la oferta edáfica de N es escasa, por lo que los aportes por fijación simbiótica adquieren gran relevancia para el logro de altos rendimientos (Baliña y Díaz Zorita, 2006). La producción de maní en suelos arenosos con bajos contenidos de materia orgánica y presencia de cepas de rizobios nativos con variada eficiencia en fijación biológica de nitrógeno limita la oferta nitrogenada y restringe su normal producción de frutos. La aplicación de inoculantes con cepas seleccionadas de *Bradyrhizobium* spp. permite mejorar la eficiencia de fijación simbiótica de nitrógeno y aumentar los rendimientos de maní en estos suelos (Díaz Zorita y Baliña, 2004).

En el caso del maní, dichas inoculaciones se vienen realizando con la aplicación de bacterias en la línea de siembra. Sin embargo, recientemente, se ha comenzado a trabajar la inoculación directa de las semillas con tecnologías de pre inoculación. Esta práctica es una nueva herramienta que asegura un tratamiento cuidadoso y de alta eficiencia aumentando la supervivencia microbiana, alta compatibilidad con curasemillas y alta capacidad de fijación de nitrógeno en los cultivos de maní (González Anta, 2015).

La inoculación de maní es una práctica común en Argentina, siendo 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 granometría (Bonadeo y Moreno, 2006).

Impacto del estrés hídrico sobre la producción de cultivos

La interacción rizobio-leguminosa se ve desfavorecida en presencia de diferentes estreses abióticos, dentro de los cuales el estrés hídrico es considerado uno de los factores más importantes y limitantes del crecimiento y desarrollo vegetal. En estas condiciones, en nódulos de algunas leguminosas (soja, arveja y poroto) se demostró que el estrés hídrico produce una inhibición de la FBN, incluso antes que la caída de la fotosíntesis en la parte aérea. En concreto, se encontró que la actividad SS, a diferencia de otras enzimas del metabolismo del C, disminuye rápidamente siendo determinante de la inhibición de la actividad nitrogenasa (Ramos *et al.*, 1999). Por otra parte, se demostró que otro proceso que causa inhibición de la nitrogenasa es el estrés oxidativo (Becana *et al.*, 2010). Así, la aplicación de bajas concentraciones de metilviológeno, un inductor de especies reactivas del oxígeno (EROs), a plantas de arveja, inhibió la actividad SS sin cambios en la actividad nitrogenasa (Marino *et al.*, 2006). Naya *et al.* (2007) no observaron cambios en la expresión y actividad de SS pero si inhibición de la actividad nitrogenasa en nódulos de alfalfa en condiciones de estrés hídrico. Estos autores atribuyeron esta disminución de la actividad nitrogenasa al daño oxidativo producido por la acumulación de EROs.

El cultivo de maní se destaca entre la producción agrícola de Córdoba, ya que en esta provincia se concentra casi la totalidad de la producción nacional y adquiere especial significación porque Argentina es el segundo exportador mundial con perspectivas muy favorables para incrementar su participación en los mercados internacionales (Bogino *et al.*, 2005). Sin embargo, es frecuente la ocurrencia de episodios de déficit hídrico durante el período de desarrollo del cultivo (Morla *et al.*, 2012). Por eso, los grupos de mejoramiento invierten recursos en el desarrollo de nuevas variedades que muestren rasgos de tolerancia a la sequía. La selección de poblaciones segregantes bajo condiciones de estrés hídrico se utiliza para desarrollar cultivares con tolerancia/resistencia a la sequía. La selección directa por rendimiento bajo condiciones de estrés puede ser efectiva, sin embargo existen algunas limitaciones como: la alta inversión de recursos y la pobre repetitividad de los resultados debido a la alta interacción genotipo/ambiente (Wright *et al.*, 1988). Un programa de mejoramiento más dinámico y rápido se puede conseguir mediante la selección conjunta de rasgos morfológicos-fisiológicos como el índice de cosecha, eficiencia en el uso del agua, área foliar específica y contenido de clorofila; junto con rasgos bioquímicos, como la medición del estrés oxidativo (Nigam *et al.*, 2005; Songsri *et al.*, 2008). Faustinelli *et al.* (2012) evaluaron, el contenido de

clorofila, el de malondialdehído (MDA) (un indicador de estrés oxidativo), el índice de cosecha y el rendimiento en 50 genotipos de maní y mostraron que el genotipo-línea 7698-7-A (AO) presentó una alta calidad y rendimiento en condiciones de estrés hídrico. Posteriormente, este genotipo fue inscripto como EC-98 y actualmente se ofrece en el Criadero de Semillas “El Carmen” de General Cabrera, Córdoba (Soave *et al.*, 2013). Soave *et al.*, 2012, informaron que más del 70% de la superficie sembrada con maní en Córdoba y en el NOA se emplea solo una variedad “Granoleico”.

El desarrollo normal y la alta productividad del cultivo pueden verse afectados por condiciones ambientales desfavorables. Dentro de los estreses abióticos, el estrés hídrico es el que especialmente preocupa. La obtención de plantas con mayor tolerancia no sólo aseguraría la estabilidad de los rendimientos en años con déficit hídrico, sino que permitiría extender la frontera productiva a regiones marginales.

Teniendo en cuenta la importancia del proceso de FBN en la interacción maní - *Bradyrhizobium spp.* y su implicancia en el rendimiento de cultivares de maní, la asociación simbiótica entre las leguminosas y las bacterias fijadoras de nitrógeno constituye una alternativa ecoamigable frente al uso de fertilizantes nitrogenados contribuyendo al desarrollo de una agricultura sustentable. En este plan de trabajo se propuso evaluar el efecto de la inoculación de plantas de maní que tienen diferente nivel de tolerancia al estrés hídrico, para determinar la contribución del proceso de FBN al rendimiento del cultivo.

Hipótesis de trabajo

La inoculación con bacterias fijadoras de nitrógeno en la siembra de cultivares de maní tolerantes a estrés hídrico mejora la producción de biomasa y el rendimiento del cultivo.

Objetivo general

Contribuir al conocimiento del impacto de la inoculación sobre el rendimiento de cultivares de maní con tolerancia diferencial al estrés hídrico.

Objetivos específicos

1. Determinar el impacto de la inoculación en el crecimiento y fijación biológica del nitrógeno en cultivares de maní con tolerancia diferencial al estrés hídrico.
2. Estimar los niveles de indicadores de estrés hídrico y oxidativo en cultivares de maní inoculados con cepas de *Bradyrhizobium* sp.
3. Evaluar la contribución de la inoculación al rendimiento y calidad de cultivares de maní que poseen tolerancia diferencial al estrés hídrico.

Materiales y Métodos

Localización y ambiente

Ubicación

El ensayo se realizó durante el ciclo agrícola 2016/17, en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, (Latitud: -33.105849°; Longitud: -64.299008°).

Características Climáticas

El clima de la región es templado-subhúmedo, con un régimen de precipitaciones monzónico, concentrando el 80% de las lluvias en el período primavera-estival entre los meses de octubre y abril.

El régimen térmico es templado o mesotermal, siendo la temperatura media anual de 17° C, con valores medios para el mes más cálido de 23° C (enero) y de 10° C para el mes más frío (julio). El período libre de heladas es de 256 días y va desde mediados de septiembre a mediados de mayo.

Los vientos frecuentes tienen dirección NNE con velocidades medias de 8 km/h, aunque las intensidades altas la dirección es S y SO y ocurren principalmente en los meses de julio, agosto y septiembre, en ambos casos con baja humedad relativa. Asociados a frentes de tormentas, hay ráfagas intensas del NE y SO.

El balance hídrico manifiesta déficit que van desde 50 mm para los años húmedos hasta los 300 mm en los años secos, con un valor medio para la serie estadística 1977-2006 de 146 mm año⁻¹. Estos períodos de déficit se dan principalmente en los meses de diciembre a febrero (por las altas temperaturas que ocasionan una gran demanda atmosférica) y de agosto a septiembre (de acuerdo a la variabilidad en el comienzo de las lluvias primaverales).

Durante el ciclo del cultivo se llevó un registro diario de variables meteorológicas (temperatura, precipitaciones y evapotranspiración) a través de la Estación Agrometeorológica instalada en el Área Experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, ubicada en cercanías del ensayo experimental.

En la figura 1 se puede observar el comportamiento de las temperaturas medias, mínimas y máximas durante la campaña 2016/17. Los valores promedio fueron semejantes a las medias de la región sur de la provincia de Córdoba, siendo la temperatura media del mes más cálido de 23,5° C. Por su parte, las precipitaciones de diciembre y enero fueron de 110 mm y 123 mm, valores cercanos a la media de la región en un año normal (Fig. 2).

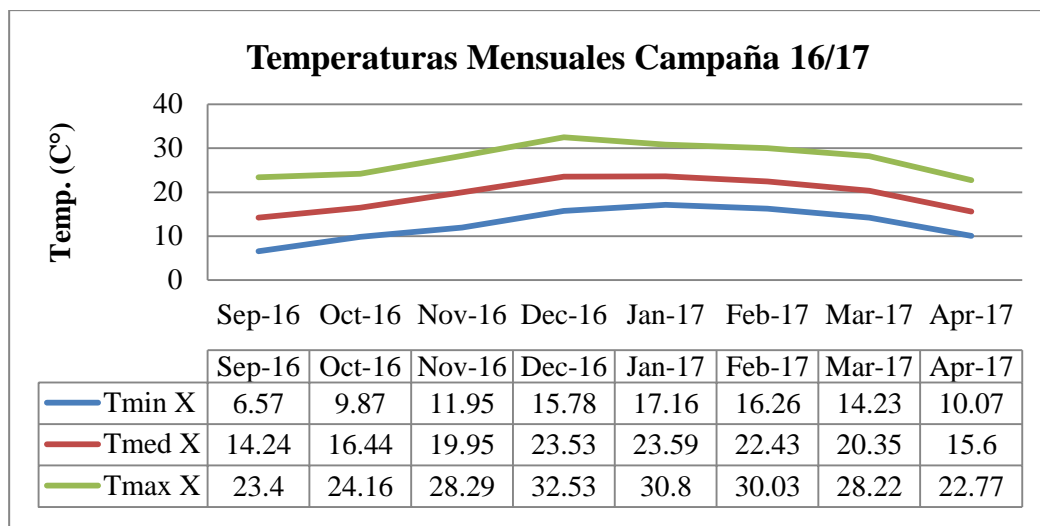


Figura 1. Temperaturas durante el ciclo de cultivo de maní.

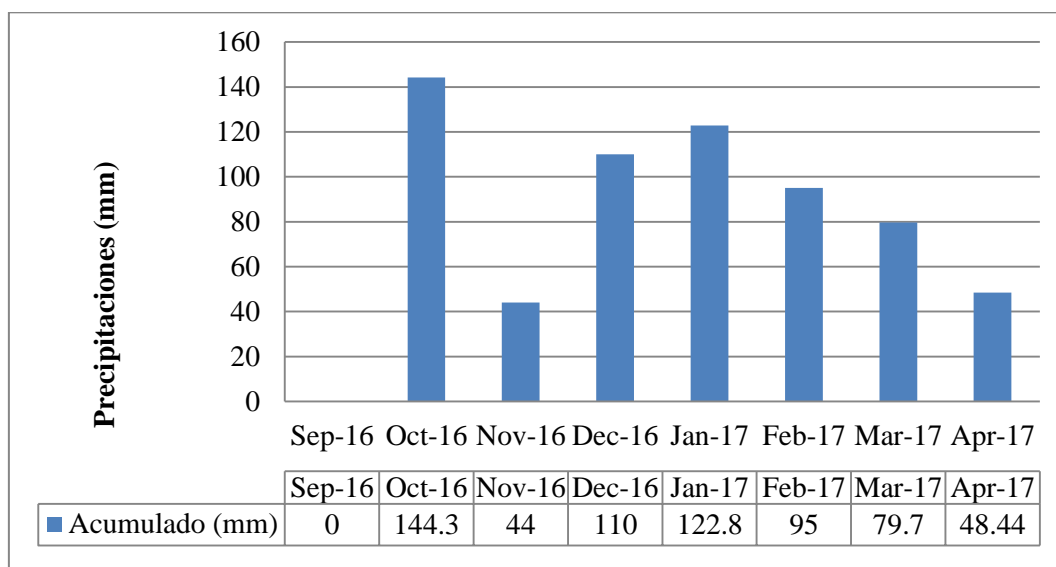


Figura 2. Precipitaciones acumuladas mensuales durante la campaña 16/17.

Según las mediciones meteorológicas observadas en la campaña 2016/2017, se observa que en general las condiciones agrometeorológicas bajo las que se realizó el presente trabajo fueron similares a un año normal, descrito por (Seiler *et al.*, 1995), con respecto a las precipitaciones y temperaturas registradas.

Características Edáficas

El suelo donde se montó el ensayo experimental es un Haplustol típico (Taxonomía de Suelos del USDA), presenta relieve normal, es profundo, bien drenado, de bajo contenido de materia orgánica, desarrollado a partir de material loésico de textura franca arenosa muy fina, con baja diferenciación horizontal y características de buen suelo agrícola.

Previo a la siembra se tomaron submuestras de suelo de los primeros 20 cm de profundidad utilizando transectas para analizar las propiedades del suelo midiendo las siguientes variables: pH (1:2,5 suelo/agua); Materia Orgánica; Calcio intercambiable; Fósforo; N-NO₃⁻ y Bases-CIC. También se determinó el número de rizobios naturalizados por gramo de suelo mediante la técnica del Número Más Probable.

El cuadro 1 exhibe los resultados del análisis químico de suelo y método con el cual cada variable fue determinada.

Parámetro	Unidad	Resultado	Método
<i>Materia Orgánica:</i>	%	2.16	Método Walkley - Black
<i>Nitrógeno de Nitratos:</i>	ppm	18.29	Reducción por Cadmio
<i>Nitratos:</i>	ppm	81.0	-
<i>Humedad:</i>	%	20.4	100-105 °C
<i>Fósforo:</i>	ppm	16.20	Bray - Kurtz
<i>pH:</i>	-	5.96	Potenciometría 1/2,5
<i>Calcio:</i>	cmol/kg	7.0	-
<i>CIC</i>	cmol/kg	16.5	Acetato de amonio pH 7
<i>Nº de rizobios naturalizados</i>	#???	1.45 *10 ²	Número Más Probable

Cuadro 1: Características edáficas y métodos utilizados.

Materiales

Cultivares de maní

Se emplearon el cultivar comercial de referencia Granoleico, de amplio uso en la zona manisera de Córdoba, y el cultivar EC-98 tolerante al estrés hídrico (obtenidos por el Programa de Mejoramiento del Criadero “El Carmen” General Cabrera, Córdoba). En el cuadro 1 se exhiben las características principales de cada cultivar.

Características principales ⁽¹⁾	Granoleico	EC-98
Hábito de crecimiento	Rastrero	Decumbente
Ciclo de cultivo(DDS)	150-175	145-165
Tipo de ramificación	Muy ramificada	Muy ramificada
% Ácido Oleico ⁽²⁾	76-80%	77-81%
Color de grano	Rosa pálido	Rosa pálido
Forma del grano	Ovalado	Ovalado/redondeado
Eje central	Marcado	Poco marcado
Peso de 100 semillas (gramos)	75	78
(1)Evaluaciones realizadas en General Cabrera		
(2)DDS(Días después de la siembra)		

Cuadro 2. Tabla comparativa de cultivares utilizados en el ensayo experimental (Fuente: Criadero “El Carmen” General Cabrera, Córdoba).

Inoculante

◆ *Cepa de Bradirhizobio inoculante de maní*

Bradyrhizobium sp. SEMIA6144 recomendado por MIRCEN (Microbiological Resource Center, Porto Alegre, Brasil).

◆ *Medio de cultivo*

La cepa fue cultivada en medio de cultivo extracto de levadura-manitol (YEM) (Vincent, 1970). Para el medio YEMA se agrego agar-agar en una concentración de 15 g/l y 10 ml/l de una solución 0,25% (p/v) del colorante Rojo Congo. La esterilización del medio se realizó en autoclave a ¾ atm durante 20 minutos.

◆ *Conservación de la cepa bacteriana*

El aislamiento se mantuvo a 4°C en placas de medio YEMA y para su mantenimiento a largo plazo, se tomaron alícuotas de cultivos en fase exponencial y se colocaron en tubos Eppendorf conteniendo glicerol estéril a una concentración final 40% (v/v) y se conservaron a -20°C.

◆ *Formulación del inoculante*

Se usó un cultivo bacteriano en medio YEM con un recuento igual o superior a 1×10^8 UFC/ml y se almacenó a 4°C hasta su utilización.

Características del Ensayo

Siembra

La siembra se realizó en forma manual a principios de noviembre con una densidad de 14 semillas m^{-1} en hileras separadas a 0,70 m entre sí y una profundidad de 3 a 4 cm. La inoculación se realizó directamente sobre la semilla con la cepa de *Bradyrhizobium* sp. SEMIA6144 minutos previos a la siembra donde se utilizó una formulación líquida de rizobios que fue vertida en la bolsa donde estaba contenida la semilla, se homogeneizó y se procedió a la siembra de la semilla.

Control Fitosanitario

Se realizaron los tratamientos fitosanitarios para el control de malezas, plagas y patógenos durante todo el ciclo de cultivo con el objetivo de que no interfieran con los tratamientos.

Diseño del sistema de ensayo

El diseño experimental utilizado en este trabajo fue de bloques completos aleatorios, con un arreglo factorial de parcelas divididas (*Di Rienzo et al.*, 2008) y tres repeticiones espaciales por tratamiento, siendo el factor principal el cultivar y el secundario el tratamiento de inoculación (Fig. 3).

Tratamientos:

- Cultivar EC-98 sin inocular
- Cultivar EC-98 inoculado con *Bradyrhizobium*. sp. SEMIA6144
- Cultivar Granoleico sin inocular
- Cultivar Granoleico inoculado con *Bradyrhizobium*. sp. SEMIA6144

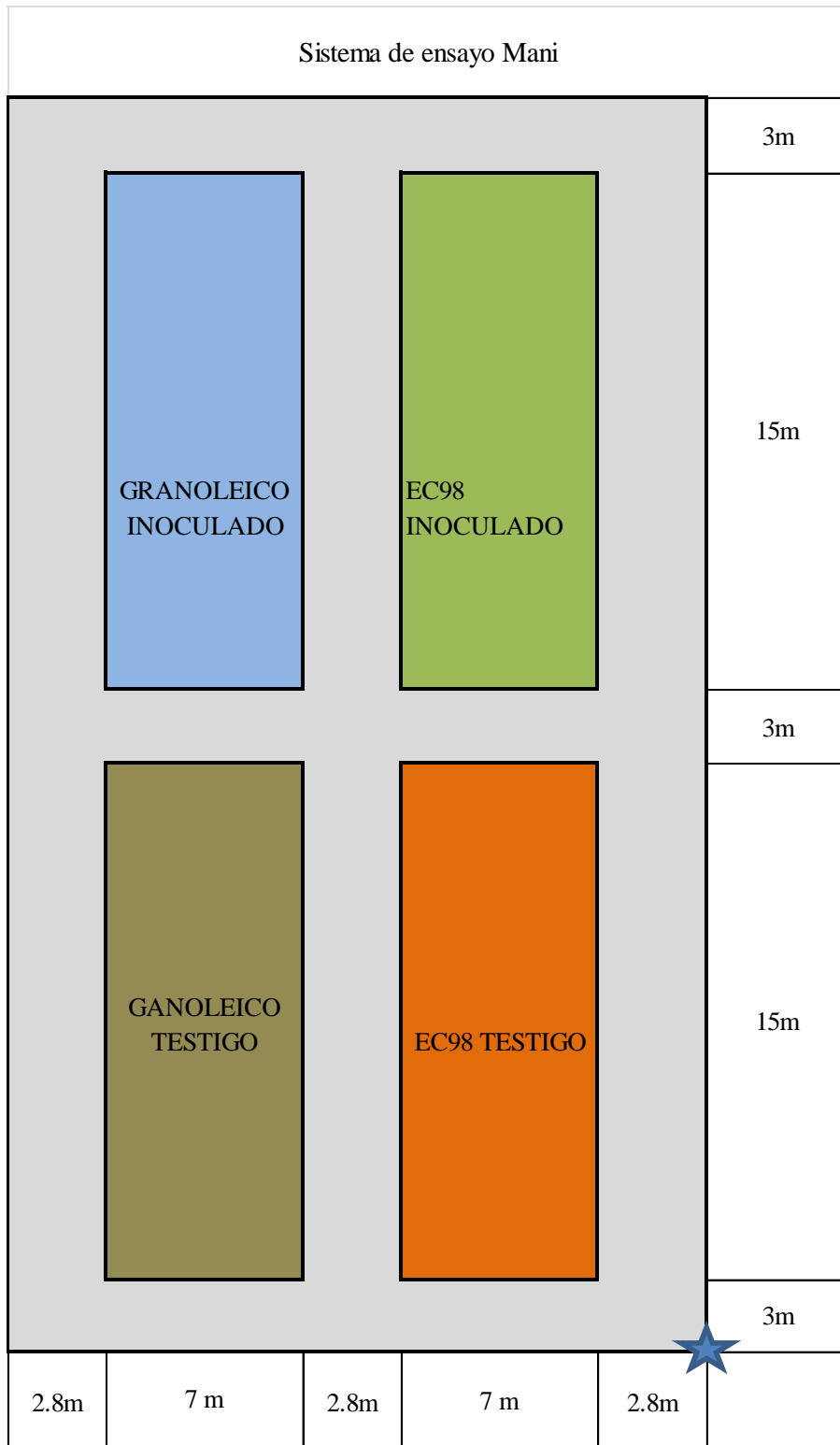


Figura 3. Sistema de ensayo.

Bordura

★ Coordenadas georeferenciales: -33.105849° -64.299008°

Observaciones y mediciones

Del Cultivo

Las plantas obtenidas en la etapa fenológica R1 (floración, aproximadamente 40 días después de la siembra) (DDS) se usaron para determinar:

Crecimiento y fijación de nitrógeno en los cultivares de maní

a) Contenido de clorofilas totales: se realizó mediante la utilización de un clorofilómetro (Hansatech CL-O1).

b) Peso seco de raíz y de parte aérea: las muestras fueron secadas en estufa a 60 °C hasta peso constante.

c) Número y peso seco de nódulos: los nódulos se secaron en estufa a 60 °C hasta peso constante.

Indicadores de estreses hídrico y oxidativo

Muestras de hojas se conservaron a -80°C para determinar:

*Cuantificación del aminoácido **prolina** como indicador de estrés hídrico:* se realizó siguiendo el método de *Bates (1973)* que consiste en la determinación colorimétrica del aminoácido después de la reacción con ninhidrina ácida en tolueno. La curva de calibración se realizó usando L-prolina 1mM (Sigma).

*Cuantificación del contenido de **H₂O₂**:* la cuantificación de H₂O₂ se realizó de acuerdo a la técnica de *Alexieva et al., (2001)*, de acuerdo a este protocolo el H₂O₂ reacciona con el ioduro (IO⁻) en medio ácido liberando Iodo (I₂) lo cual origina un color amarillo. Para la extracción, se homogeneizaron 0,3 g de hojas en 10 volúmenes de ácido tricloroacético (TCA) 0,1% (p/v). Se centrifugó a 12.000 g por 15 minutos y se obtuvo el sobrenadante. Para la determinación, la mezcla de reacción consistió en 160 µl de sobrenadante de extracto de hojas y nódulos, igual volumen de buffer fosfato de potasio 100 mM pH 6,8 y solución de IK 0,68 M para lograr un volumen final de 1 ml. El blanco consistió en TCA 0,1% (p/v) en ausencia de extracto. La mezcla fue incubada durante una hora en oscuridad para favorecer la reacción. Luego, se determinó la absorbancia a 390 nm y la concentración de H₂O₂ se calculó de acuerdo a una curva patrón realizada a partir de una solución de H₂O₂ 1mM.

Estimación del daño oxidativo a lípidos por medición del contenido de malondialdehído (MDA): la concentración de MDA se determinó según Heath y Packer (1968). El ácido tiobarbitúrico (TBA) reacciona con el grupo aldehído del MDA dando un compuesto de color rosado que posee su máximo de absorbancia en 532 nm. Para la extracción, el material vegetal (0,5 g) se homogeneizó en 10 volúmenes de ácido tricloroacético (TCA) 20% (p/v) y se centrifugó a 12.000 g durante 4 minutos. Luego, se tomaron 750 µl de sobrenadante y se agregó igual volumen de reactivo de determinación (TBA 0,5% (v/v) en TCA 20% (p/v)). Se calentaron las muestras a 95°C por 25 minutos, luego se enfriaron en baño de hielo y se centrifugaron a 9000 g durante 6 minutos. Se midió la absorbancia a 532 nm en el sobrenadante usando un blanco de TBA y sustrayendo la absorbancia de turbidez a 600 nm. La cantidad de MDA se calculó en base a una curva realizada con concentraciones conocidas de tetraetoxipropano 1 mM.

A cosecha

Evaluación del rendimiento en los cultivares de maní

En la etapa fenológica R8 (madurez de arrancado) se realizaron cosechas de plantas por tratamiento y repetición (muestras de 1,43 m de surco). Sobre ellas se evaluó el rendimiento final del cultivo y sus componentes numéricos principales: número de frutos maduros y granos, y peso individual de los mismos.

También se evaluó la producción de materia seca por superficie, partición de biomasa (índice de cosecha) y calidad comercial de maní: porcentaje de maní apto para selección tipo confitería, relación grano/vaina y categorías granométricas.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados a través del ANOVA y las medias comparadas con la prueba de mínimas diferencias significativas de Fisher con un nivel de significancia de 5%. Antes de la prueba de significancia, se verificó la normalidad y homogeneidad de varianza utilizando las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. Si alguno de los supuestos no se cumplió, los datos fueron transformados usando funciones apropiadas. Se realizaron regresiones y análisis de correlación entre las variables que se consideraron apropiadas. Para esto se utilizó el programa estadístico Infostat Versión 2017 (Di Rienzo *et al.*, 2017).

Resultados y Discusión

Crecimiento y fijación de nitrógeno en los cultivares de maní

Clorofilas totales

En la figura 4 se observa el contenido promedio de clorofilas totales en la etapa R1, que se obtuvo mediante la utilización de un clorofilometro (Hansatech CL-O1), se puede observar que los tratamientos inoculados tuvieron mayor contenido de clorofila con respecto a los tratamientos testigos. Con respecto a los cultivares, el EC-98 registró mayor clorofila que el Granoleico, esto estaría indicando que el cultivar EC-98 pudiese tener mayor capacidad de aprovechamiento de nitrógeno (nutriente importante en la síntesis de clorofila) lo que se traduce en una mayor cantidad de clorofilas totales.

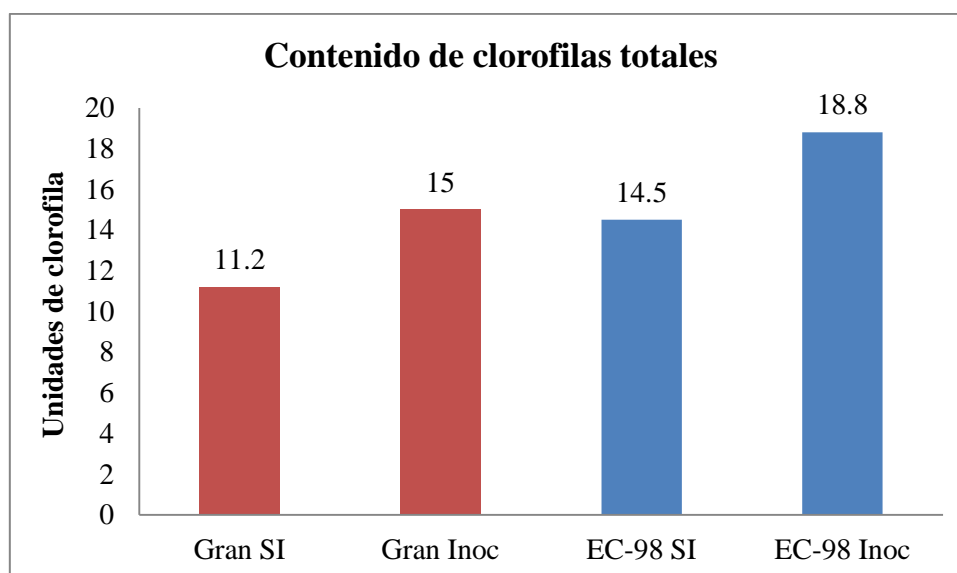


Figura 4. Contenido de clorofilas totales.

Peso seco de la raíz y parte aérea

El peso seco promedio de la raíz y de la parte se obtuvo de las plantas obtenidas en la etapa R1 (Fig. 5). Aquí se puede observar que no hubo diferencias entre cultivares, inoculación e interacción cultivar-inoculación. Pero se puede observar una tendencia donde el cultivar EC-98 presenta una diferencia positiva frente al Granoleico.

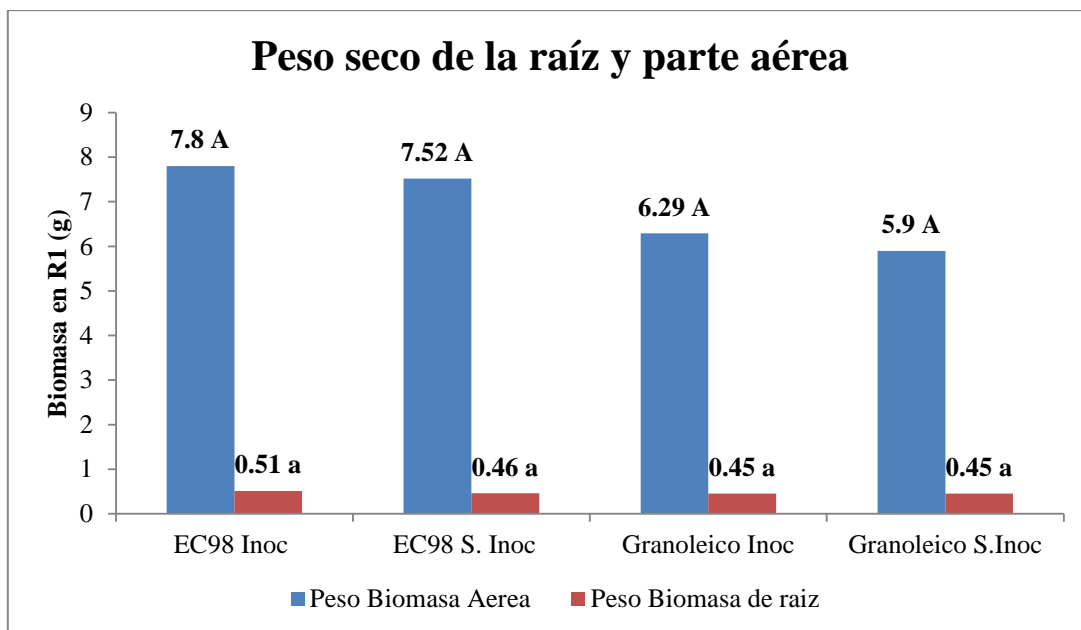


Figura 5: Peso biomasa por planta para la etapa fenológica R1. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según el Test LSD de Fisher ($p \leq 0,05$).

Número de nódulos por planta

El número de nódulos promedio en raíz primaria, secundaria y total por planta para cada tratamiento arrojó una respuesta positiva a la inoculación para ambos cultivares, donde cada uno presentó un aumento de más del 50% en el número de nódulos respecto al control sin inocular (Fig. 6).

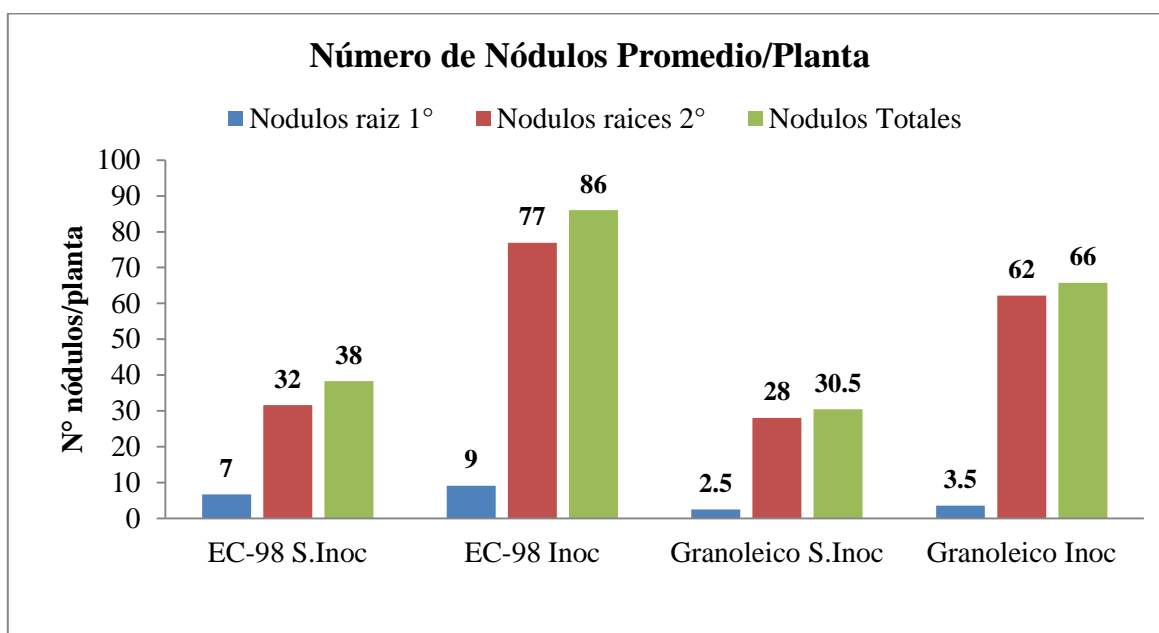


Figura 6: Número de nódulos totales por planta en cada tratamiento.

Díaz Zorita y Baliña (2004) estudiaron cultivos de maní en la región central y sudeste de Córdoba en condiciones de secano durante las campañas 2001-02 (11 sitios) y 2002-03 (5 sitios). Las plantas fueron inoculadas con una cepa de *Bradyrhizobium sp.* en el surco sobre las semillas durante la siembra y su respectivo control sin inocular. Estos autores obtuvieron que en ambas campañas, los tratamientos inoculados mostraron mayor nodulación que aquellos sin esta práctica. Esta misma respuesta, de una mayor nodulación para los tratamientos inoculados, se observa en el presente trabajo para ambos cultivares.

Indicadores de estrés hídrico y oxidativo

*Cuantificación del aminoácido **prolina** como indicador de estrés hídrico*

El contenido promedio de prolina de los diferentes tratamientos no mostró diferencias estadísticamente significativas ($p=0.2741$) (Figura 7). Cuando se analizó la concentración promedio de prolina en relación a los dos cultivares que se utilizaron en el ensayo, tampoco se observaron diferencias entre ellos ($p=0.4421$) (Figura 8). Por último, la concentración promedio de prolina tampoco varió en relación a los diferentes tratamientos de inoculación ($p=0.6969$) (Fig. 9).

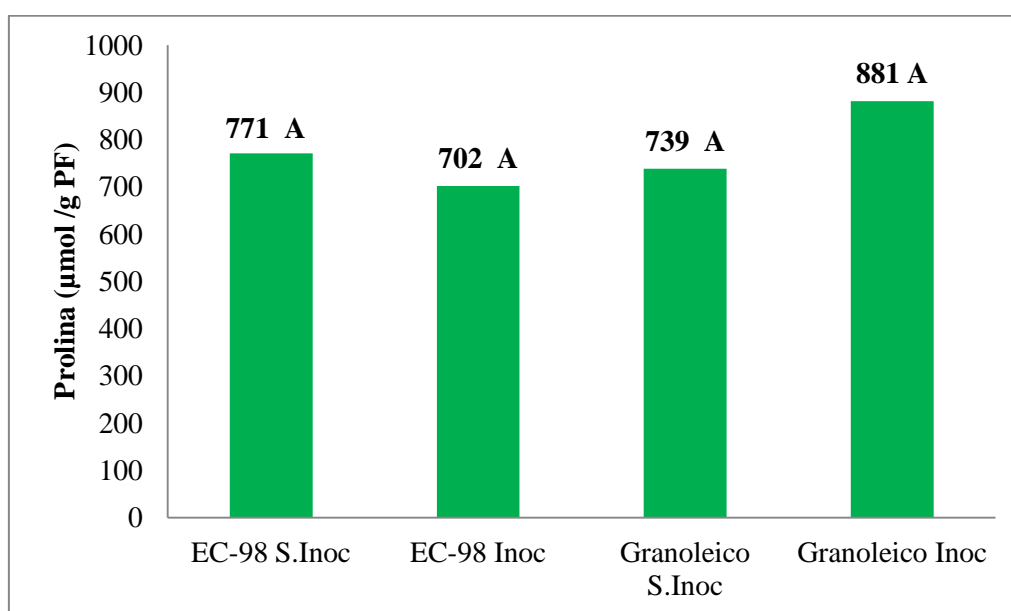


Figura 7: Contenido promedio de prolina en las plantas de maní en los diferentes tratamientos. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Test de Duncan ($p<=0,05$).

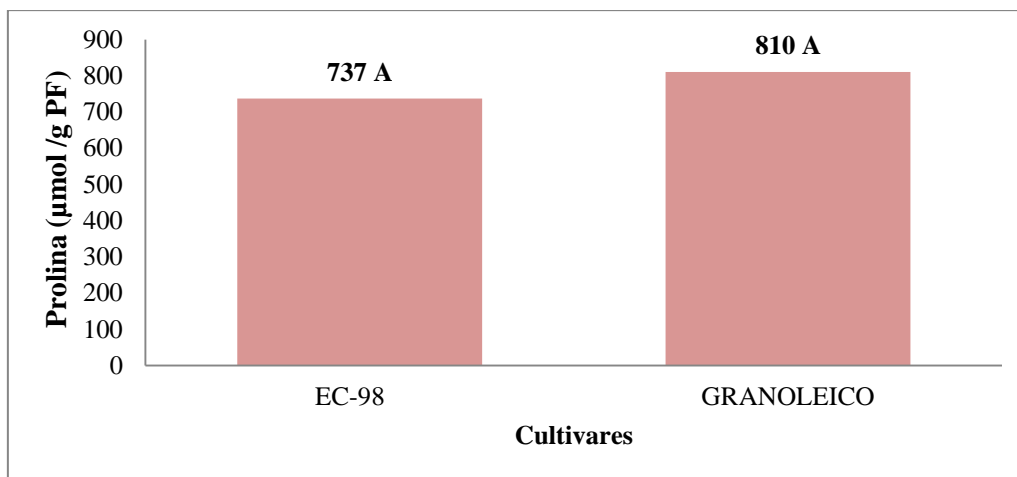


Figura 8: Contenido promedio de prolina en dos cultivares diferentes. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Test de Duncan ($p \leq 0,05$).

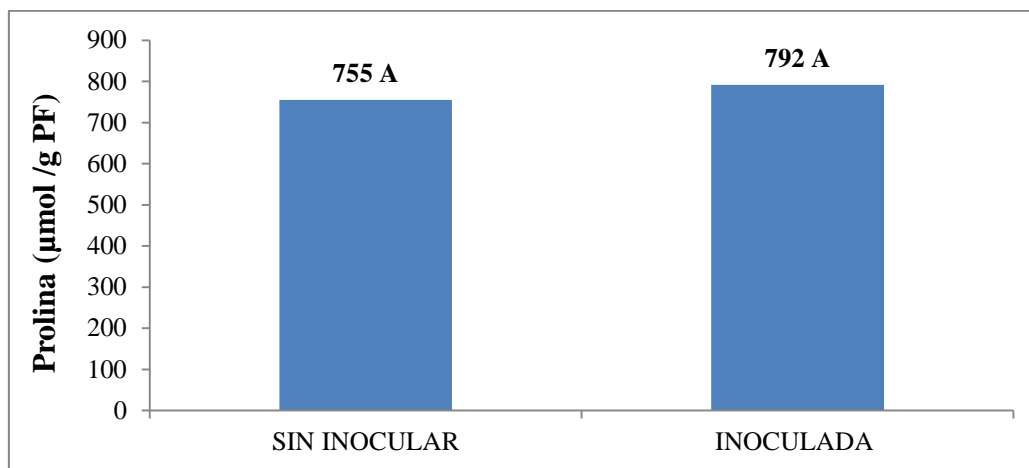


Figura 9: Contenido promedio de prolina en plantas inoculadas y sin inocular. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Test de Duncan ($p \leq 0,05$).

La determinación de la concentración de prolina en los tejidos de la hoja se ha recomendado como un marcador bioquímico que indica tolerancia de genotipos al estrés hídrico (Naser et al., 2010). En general, hay una fuerte relación positiva entre la tolerancia al estrés y la acumulación de prolina en plantas superiores (Ashraf et al., 2007). Ozdemir y col. (2004) indicaron que el estrés salino causó un notable aumento en el contenido de prolina libre en plántulas de arroz (*Oryza sativa* L.). La asociación entre la tolerancia de las plantas y el contenido de prolina está ligada a sus funciones de osmoprotección, chaperona molecular y contribución al balance redox celular. Este resultado es coherente con lo que se esperaría en un año normal debido a las condiciones climáticas presentes en campaña 2016/17, donde no hubo sequía que genere una respuesta diferencial del presente indicador para los distintos tratamientos.

Contenido de H_2O_2

El análisis del contenido de H_2O_2 en plantas de maní no arrojó diferencias significativas entre los tratamientos analizados (Fig. 10).

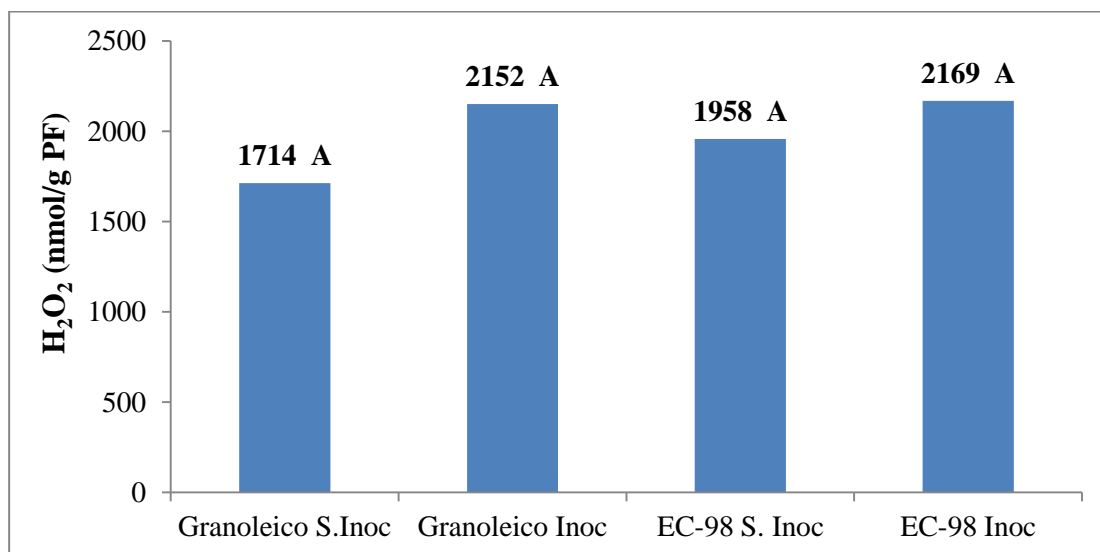


Figura 10. Cuantificación del contenido de H_2O_2 . Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Test de Duncan ($p < 0,05$).

En condiciones de estrés, una concentración elevada de especies reactivas del oxígeno, en particular de H_2O_2 es dañina para las células, resultando en una posible oxidación de lípidos y proteínas que pueden causar disrupción del metabolismo celular y pérdida de la integridad de la misma (Foyer y Noctor, 2009). Además, la molécula posee un rol de señalización en los estadios tempranos de respuesta al estrés y puede difundir a distancias relativamente grandes, originando cambios en el estado redox de las células y tejidos circundantes, donde incluso en bajas concentraciones puede desencadenar la respuesta antioxidante (Foyer y Noctor, 2009). Furlan *et al.* (2014) analizaron algunas de las respuestas fisiológicas y bioquímicas de las plantas de maní cv. Granoleico al estrés hídrico. Los resultados obtenidos mostraron un incremento en la producción de O_2^- y H_2O_2 con el consiguiente daño oxidativo a biomoléculas (lípidos y proteínas) y la inducción de las enzimas antioxidantes en nódulos revelando un estado de estrés oxidativo. En base a los resultados del presente trabajo, es posible sugerir que las plantas no estuvieron bajo estrés debido que el ensayo transcurrió bajo condiciones agrometeorológicas normales en la etapa fenológica R1.

Estimación del daño oxidativo a lípidos por medición del contenido de malondialdehído (MDA)

La concentración promedio de MDA no presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p=0.3075$) (Fig. 11). Lo mismo sucedió cuando se compararon los diferentes cultivares que se utilizaron en el ensayo ($p=0.1020$) (Fig. 12). Tampoco se observaron diferencias estadísticamente significativas entre plantas inoculadas y sin inocular ($p=0.4593$) (Fig. 13).

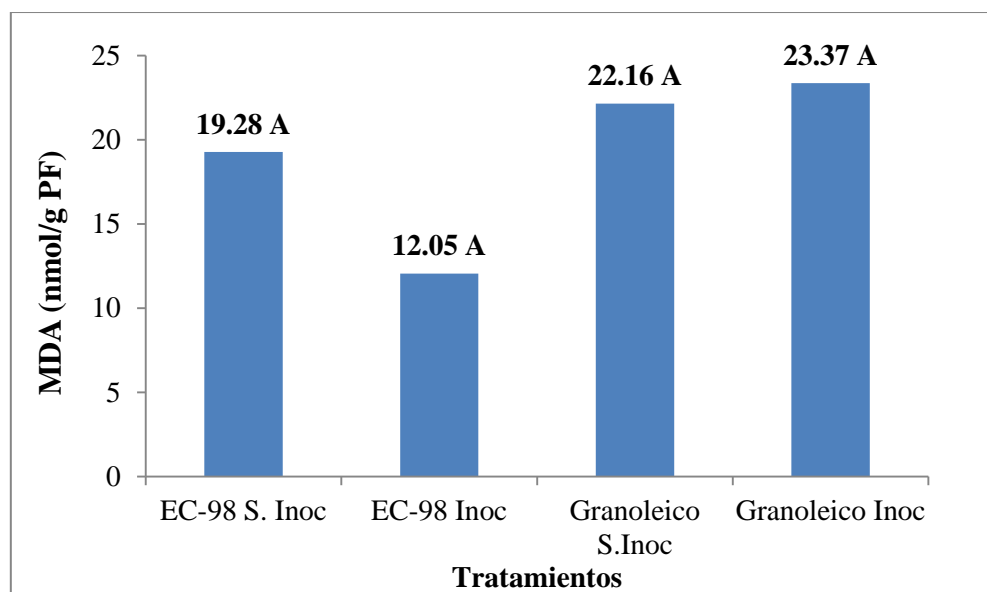


Figura 11. Concentración promedio de MDA en las plantas de maní en los diferentes tratamientos. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Test de Duncan ($p \leq 0,05$).

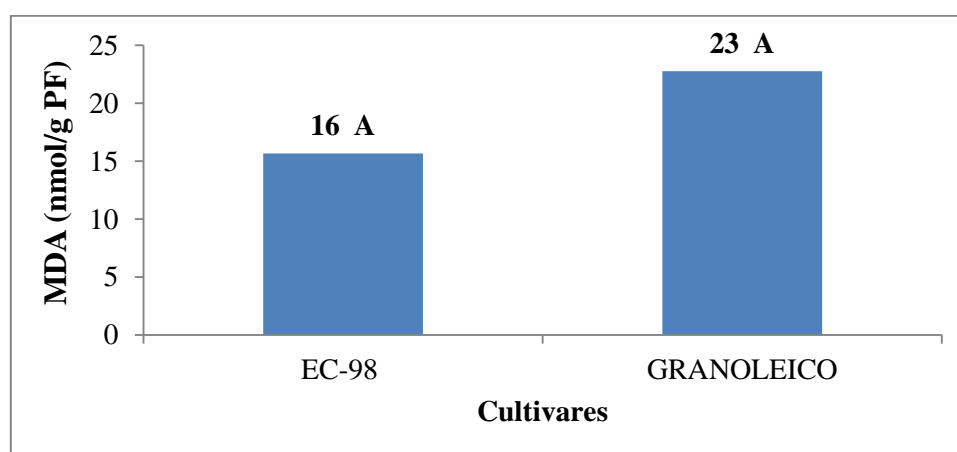


Figura 12. Concentración promedio de MDA en diferentes cultivares de mani. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Test de Duncan ($p \leq 0,05$).

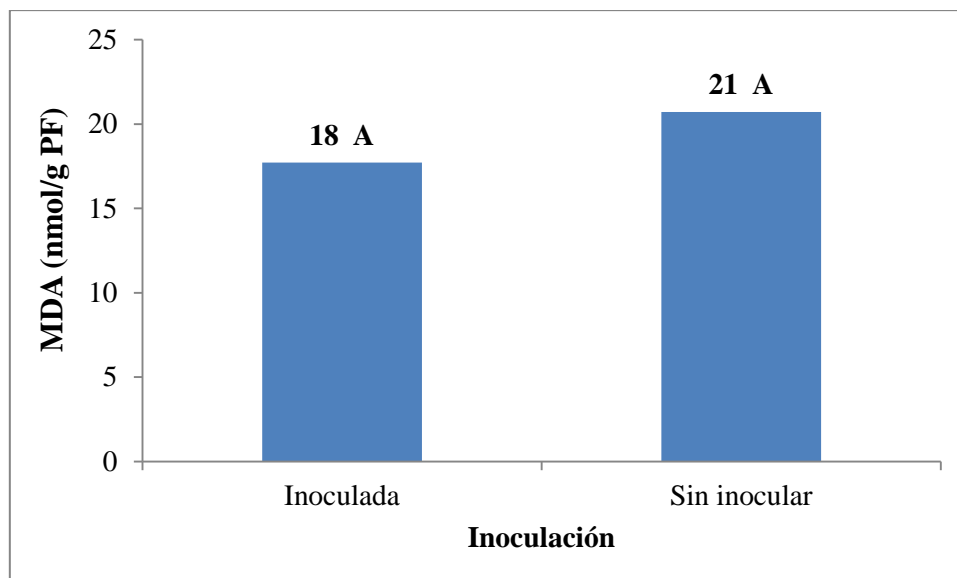


Figura 13. Concentración promedio de MDA en plantas inoculadas y sin inocular. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Test de Duncan ($p \leq 0,05$).

El MDA, ha sido ampliamente utilizado como marcador bioquímico para evaluar el grado de estrés oxidativo de las plantas a condiciones de estrés por déficit hídrico (Türkan *et al.*, 2005; Cao *et al.*, 2008; Keyvan, 2010). Así, plantas de trigo, arveja, poroto y maní expuestas a estrés hídrico por el agregado de PEG (polietilenglicol) mostraron incrementos en el contenido de MDA en hojas (Alexieva *et al.*, 2001; Türkan *et al.*, 2005; Akcay *et al.*, 2010; Sánchez Reinoso, 2016). Los resultados de este trabajo indican que el ensayo no estuvo expuesto a condiciones ambientales desfavorables que desencadenaran estrés oxidativo en las plantas, en coincidencia con los bajos valores de H_2O_2 y como lo demuestran las variables ambientales medidas.

Evaluación de los componentes del rendimiento en cultivares de maní.

Número de plantas por m^2

El número de plantas/ m^2 promedio para todos los tratamientos bajo estudio, no mostró diferencias significativas ($p > 0,9999$). No se observó cambios cuando se comparó plantas inoculadas y sin inocular, entre cultivares o la interacción inoculación-cultivar (Fig. 14).

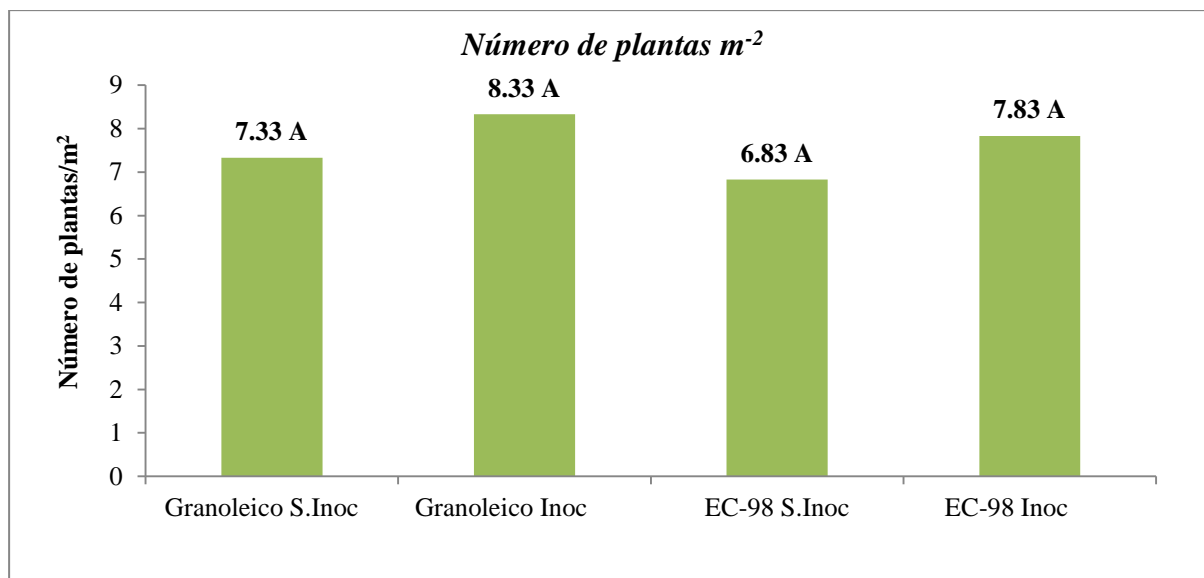


Figura 14. Número de planta por m² en todos los tratamientos bajo estudio. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según el Test LSD de Fisher ($p \leq 0,05$).

Biomasa total

La producción de biomasa total por unidad de superficie (gr/m²) de los tratamientos bajo estudio no mostro diferencias estadísticamente significativas. Tampoco se observaron diferencias entre cultivares utilizados, entre factores de inoculación o en la interacción inoculación-cultivar ($p = 0,9475$) (Fig. 15).

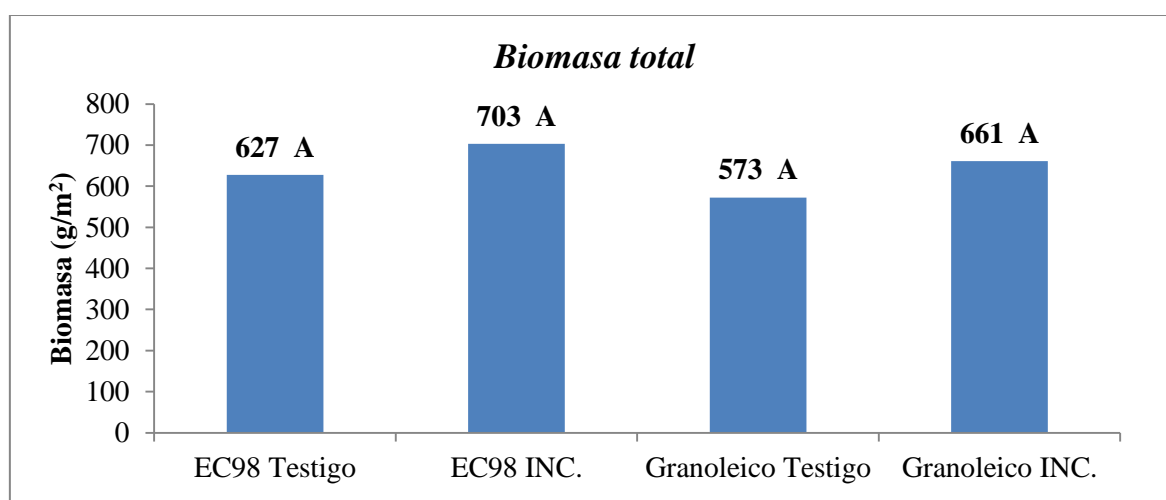


Figura 15. Biomasa total de plantas de maní. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según el Test LSD de Fisher ($p \leq 0,05$).

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

Por su parte Castro *et al.* (2006) estudiando la contribución relativa de nitrógeno del suelo observaron diferencias estadísticas significativas entre el tratamiento inoculado y el control (sin inocular) en la materia seca producida por el cultivo.

Número de Frutos por m^2

La figura 16 muestra el número de frutos por m^2 , donde se puede observar que no hubo diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos ($p=0,8714$) y entre los cultivares ($p=0,6658$) (Fig. 17). En cambio, la respuesta a la inoculación presentó diferencias significativas ($p=0,0345$), donde las plantas inoculadas presentaron 14% más de granos por superficie que las plantas sin inocular (Fig. 18).

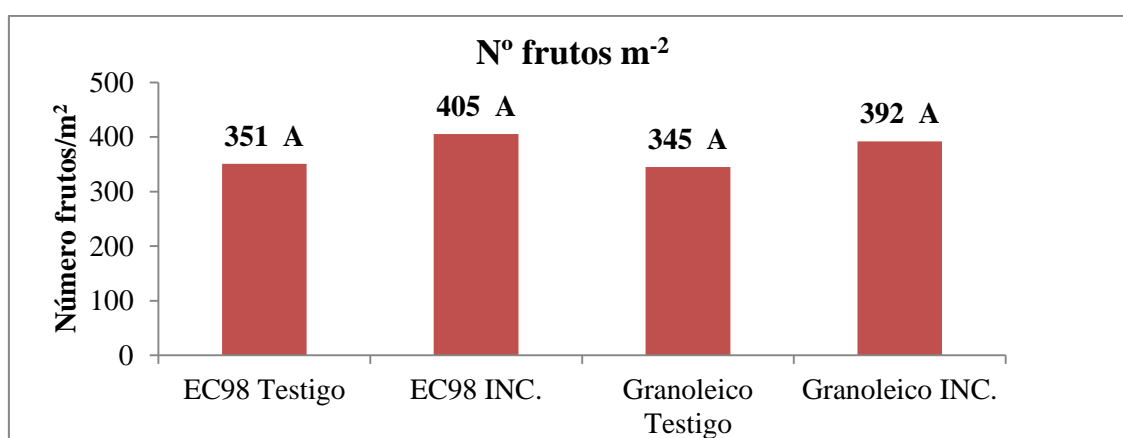


Figura 16. Número de frutos por superficie de cultivo de maní. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según el Test LSD de Fisher ($p \leq 0,05$).

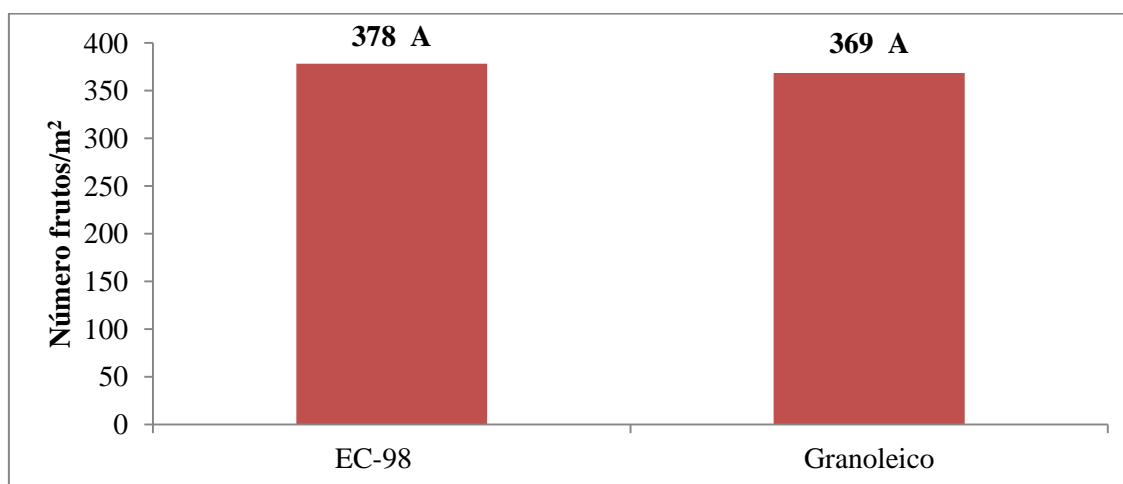


Figura 17. Número de frutos por superficie de diferentes cultivares de maní. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según el Test LSD de Fisher ($p \leq 0,05$).

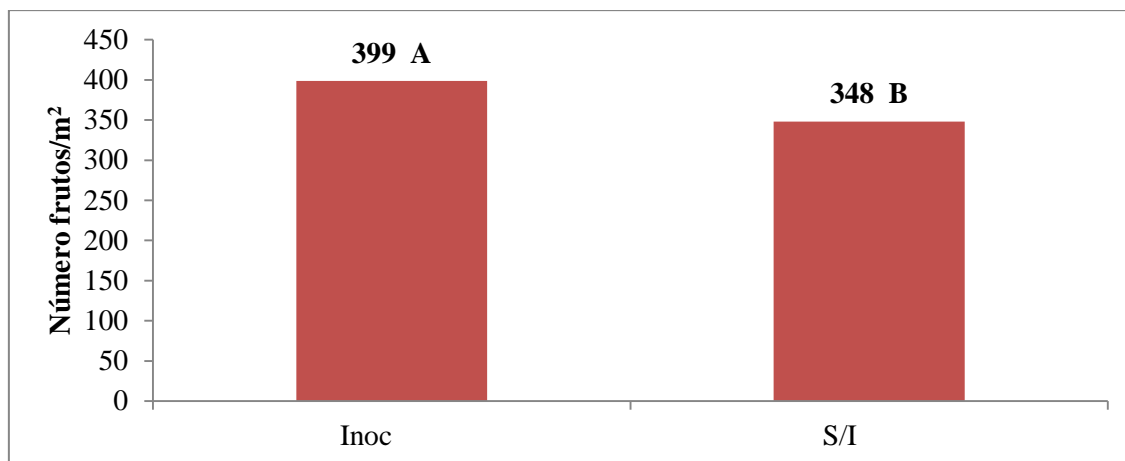


Figura 18. Número de frutos por superficie en respuesta a la inoculación. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según el Test LSD de Fisher ($p \leq 0,05$).

Cerioni *et al.* (2007) encontraron que el rendimiento de frutos y el de semillas de los tratamientos inoculados en el surco de la siembra aumentó en un 24,4% y 24,9%, respectivamente, con respecto a los tratamientos sin inocular. Dichos aumentos estuvieron asociados a los componentes directos del rendimiento (número y peso de los frutos y semillas) además del número de nódulos, la actividad de la nitrogenasa y la biomasa. Estos autores obtuvieron los mismos resultados en un ensayo realizado en la localidad de Jovita (Córdoba), donde los tratamientos inoculados tuvieron un aumento en la cantidad y peso de frutos y semillas por superficie (45,9; 45,5 y 48,8% respectivamente) (Cerioni *et al.*, 2008).

Por otro lado, Toniotti (2008) en Pincen no encontró diferencias significativas en el número de frutos totales, aunque la inoculación en surco aumentó 8,3% respecto al testigo; mientras que en Jovita, en dos experimentos en ese sitio, el número de frutos totales fue significativamente mayor, 21,8% y 80,3% en plantas inoculadas con *Bradyrhizobium sp.* que en el testigo.

Estos resultados concuerdan en parte con los hallados por Caffa (2010), que no encontró diferencias significativas en el número de frutos por m⁻² y número de frutos por planta⁻¹ en ensayos realizados en Sampacho y Suco. Sin embargo, en ensayos realizados en Pizarro, hubo incrementos significativos, respecto al testigo, en promedio 54,5% y 63,1% para estas variables, respectivamente, cuando se inoculó con cepas de *Bradyrhizobium sp.* en surco.

Peso de un fruto

Las figuras 19, 20 y 21 muestran el peso de un fruto comparando factores de inoculación, diferentes cultivares e interacción inoculación*cultivar. Aquí se puede ver que el peso de un fruto no varió significativamente con respecto a la inoculación ($p= 0,5353$). En cambio, los cultivares presentaron diferencias significativas ya que el cultivar EC-98 tuvo frutos de mayor tamaño que el cultivar Granoleico ($p= 0,0016$). La diferencia entre cultivares encontrada en este trabajo, se corresponde con lo señalado en la bibliografía, ya que EC-98 tiene la característica de producir frutos y granos de mayor tamaño respecto a Granoleico (Soave *et al.*, 2013).

A diferencia de lo esperado, con respecto a la interacción inoculación-cultivar no se obtuvieron diferencias significativas para los diferentes tratamientos en estudio ($p= 0,7839$), probablemente debido a las buenas condiciones hídricas que se presentaron durante este ciclo experimental.

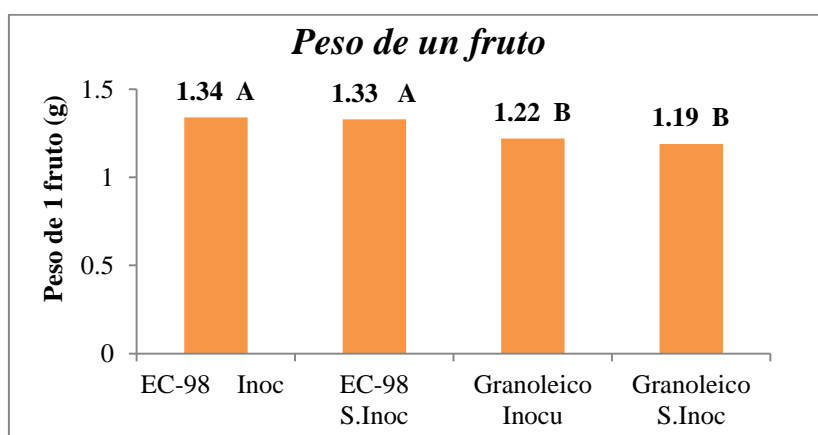


Figura 19. Peso de un fruto para los diferentes tratamientos. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según el Test LSD de Fisher ($p \leq 0,05$).

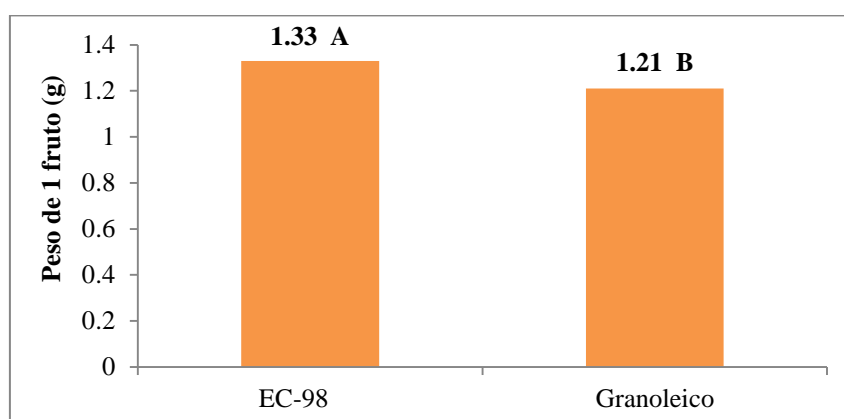


Figura 20. Peso promedio de un fruto para diferentes cultivares. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según el Test LSD de Fisher ($p \leq 0,05$).

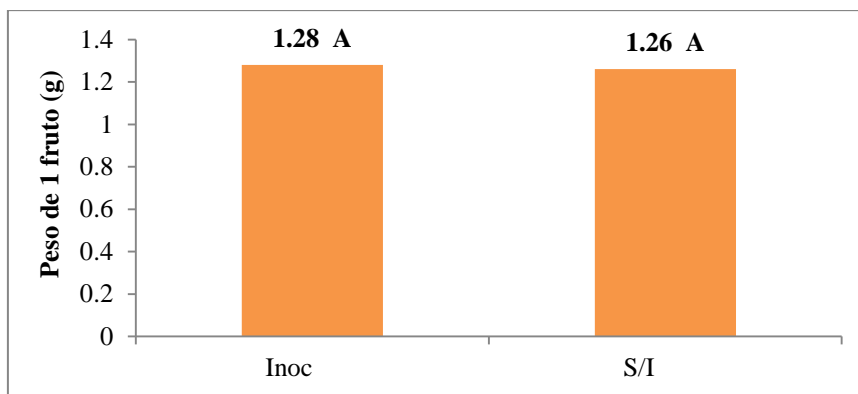


Figura 21. Peso promedio de un fruto con respecto a la inoculación. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según el Test LSD de Fisher ($p \leq 0,05$).

Rendimientos de Fruto y Semilla

En la Figura 22 se muestran los rendimientos de fruto y semilla (kg/ha) para los diferentes tratamientos.

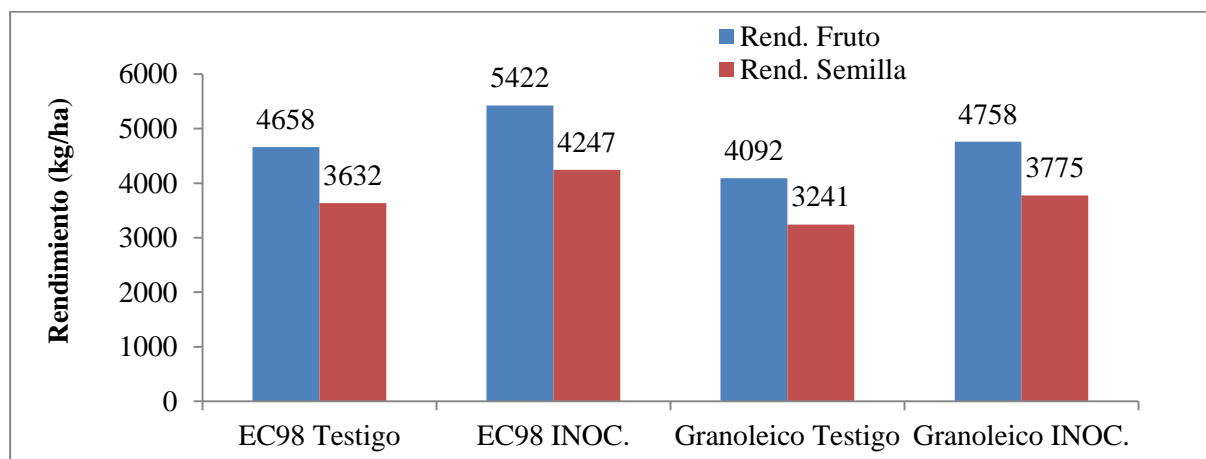


Figura 22: Rendimiento de fruto y semilla en relación a los diferentes tratamientos utilizados en el ensayo.

Se analizó el rendimiento de fruto de cada cultivar, estos presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,0458$), teniendo el cultivar EC-98 un 14% más de frutos que el cultivar Granoleico (Fig. 23). Con respecto a la inoculación ambos cultivares presentaron aumentos en el rendimiento de frutos al ser inoculados con la cepa de *Bradyrhizobium* sp. SEMIA6144, en comparación a los testigos de cada cultivar que no fueron inoculados ($p = 0,0230$) (Fig. 24).

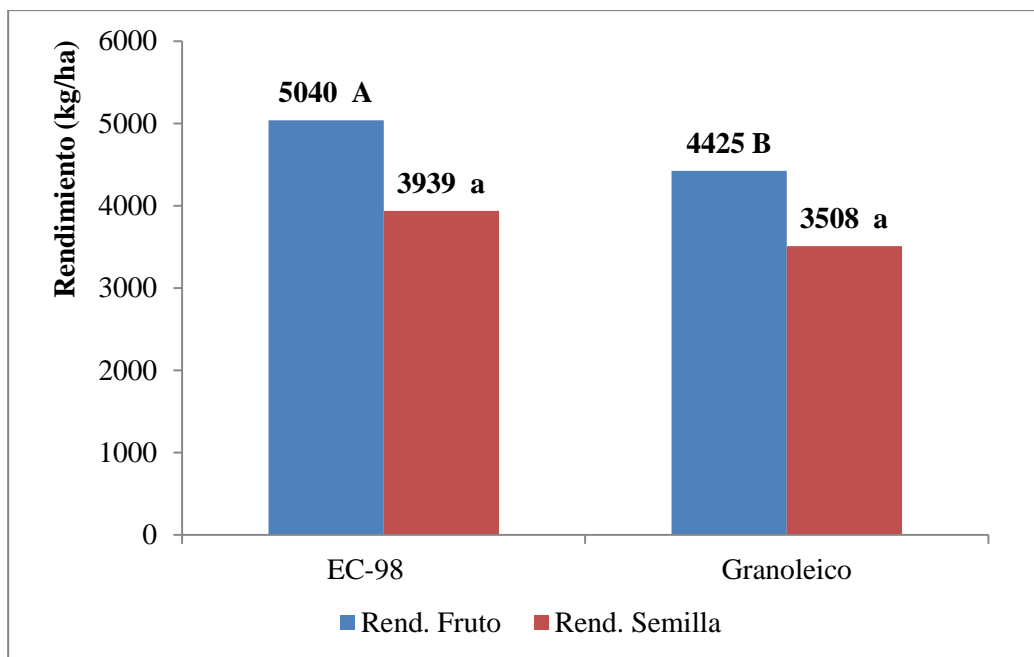


Figura 23: Rendimiento de frutos y semilla en diferentes cultivares. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según el Test LSD de Fisher ($p \leq 0,05$).

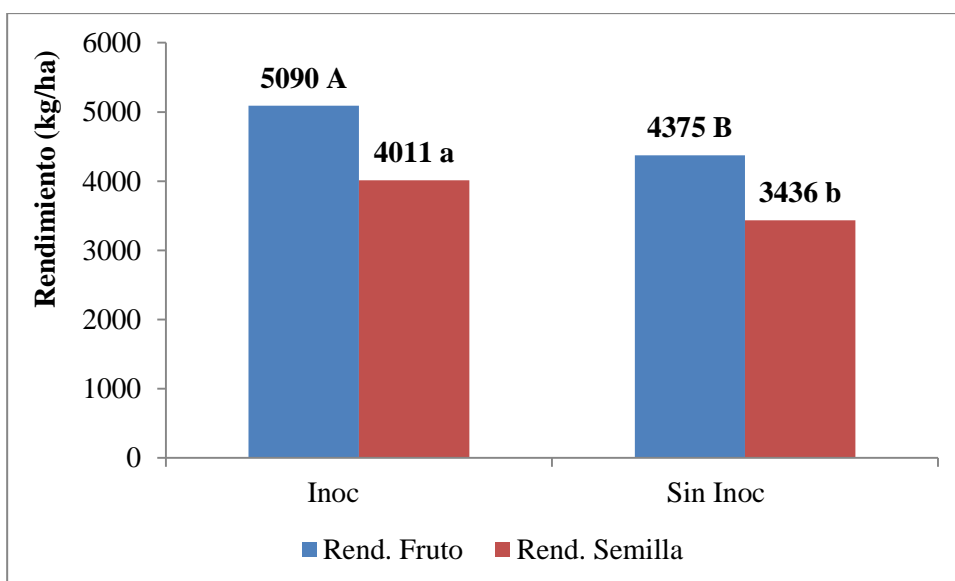


Figura 24: Rendimiento de frutos para plantas inoculadas y sin inocular. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según el Test LSD de Fisher ($p \leq 0,05$).

Del análisis del rendimiento en semilla, se observó que no hubo diferencias significativas entre los cultivares analizados ($p= 0,0860$) (Fig. 23). En contraste, los rendimientos de semilla con respecto a la inoculación mostraron diferencias significativas ($p=0,0271$) del 16,7% a favor de la inoculación (Fig. 24).

Los resultados encontrados concuerdan con lo señalado por Díaz Zorita *et al.* (2003), Baliña y Díaz Zorita (2006), Lanier *et al.* (2005) , quienes sostienen que la inoculación aumentó la producción de frutos, mostrando diferencias entre ambientes de producción y tratamientos de inoculación.

Al respecto, Díaz Zorita y Baliña (2004) en un estudio realizado en la región central y sudeste de Córdoba, indicaron que la producción de frutos varió entre 967 y 6278 kg/ha entre los tratamientos no inoculados e inoculados respectivamente y que en los sitios con rotación manisera la respuesta a la inoculación fue un 7% superior sobre la producción del control mientras que en los lotes sin antecedentes recientes del cultivo el aumento de rendimiento fue de aproximadamente un 25%. Por su parte, Harte *et al.* (2005) observan similares respuestas a las de este estudio, donde los tratamientos inoculados superan en el rendimiento de frutos a los tratamientos sin inocular. Bajo las condiciones ambientales bajo las cuales se realizó este ensayo no se logró detectar interacción entre el cultivar utilizado y la práctica de inoculación. Futuros trabajos deben centrarse en condiciones menos favorables desde el punto de vista hídrico, para encontrar diferencias entre los cultivares utilizados y su interacción con la fijación biológica de nitrógeno.

Índice de cosecha

El índice de cosecha no mostró modificaciones entre los tratamientos con respecto a los factores cultivar ($p=0,5239$), inoculación ($p=0,3841$) e interacción entre ambos factores ($p=0,2015$) (Fig. 25).

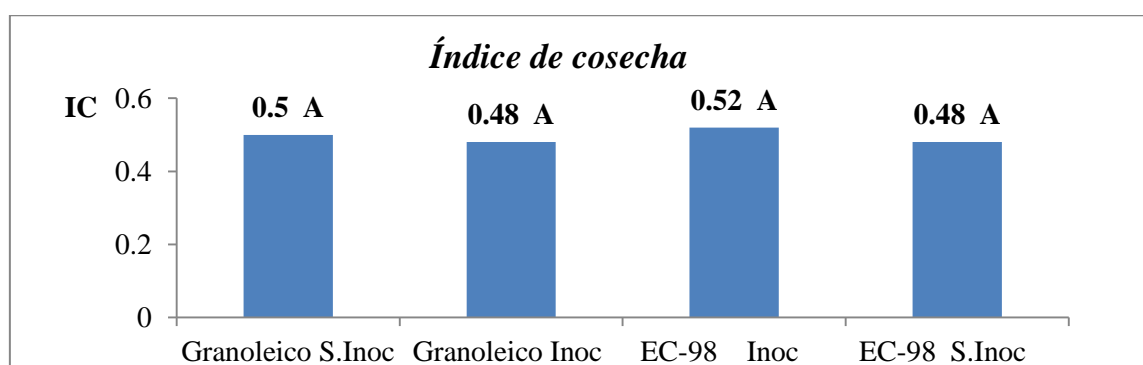


Figura 25. Índice de cosecha para los diferentes cultivares. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según el Test LSD de Fisher ($p\leq 0,05$).

En contraste a este trabajo Cerioni *et al.*, (2007) reportaron un aumento en el índice de cosecha del 11,3 % con respecto al control en tratamientos inoculados en el surco de siembra en el sur de Córdoba.

Relación Grano/Vaina

La relación grano/vaina no presentó diferencias significativas entre los diferentes tratamientos en estudio (Fig. 26). Es de destacar el alto componente genotípico de esta variable y la baja respuesta que presentaron los tratamientos de inoculación ($p = >0,9999$). En este sentido, Díaz Zorita y Baliña (2004) encontraron que la relación entre semillas y vainas (proporción grano:vaina) fue en promedio del 65% y resultó independiente de los tratamientos evaluados.

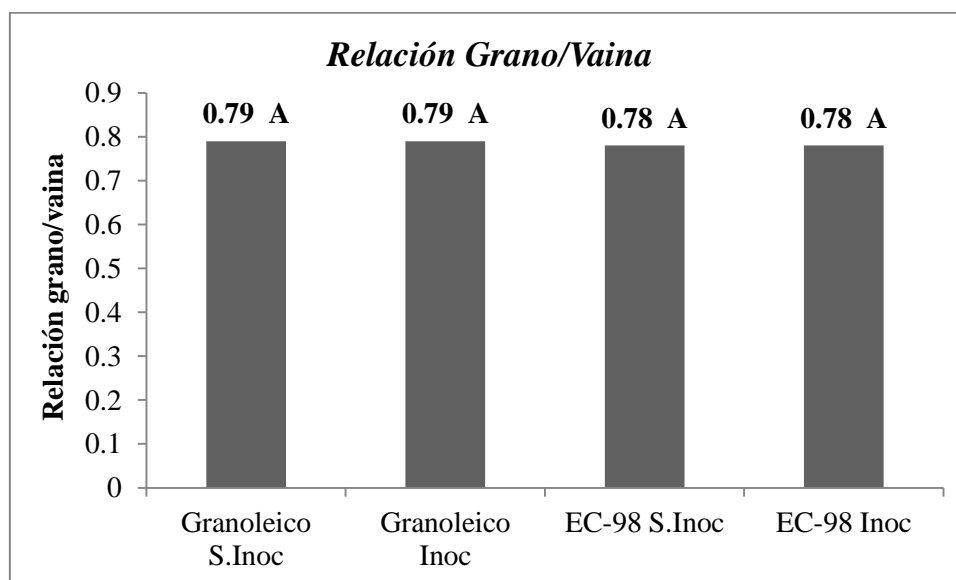


Figura 26. Relación grano/vaina para los diferentes tratamientos. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según el Test LSD de Fisher ($p \leq 0,05$).

Porcentaje de granos confitería

El porcentaje confitería (sumatorias de zarandas 10, 9, 8, y 7,5 mm) y los porcentajes de cada una de las categorías granométricas para los distintos tratamientos se pueden observar en la figura 27; se hallaron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,0003$) entre los cultivares usados en el ensayo, respecto a la variable porcentaje confitería. Este resultado concuerda con lo esperado debido a que el cultivar EC-98 presentó en general un tamaño de semillas mayor que el cultivar Granoleico. Cuando se compararon los factores de inoculación no hubo diferencias ($p = 0,3539$) y tampoco en la interacción inoculación*cultivar ($p = 0,8698$) (Fig. 27).

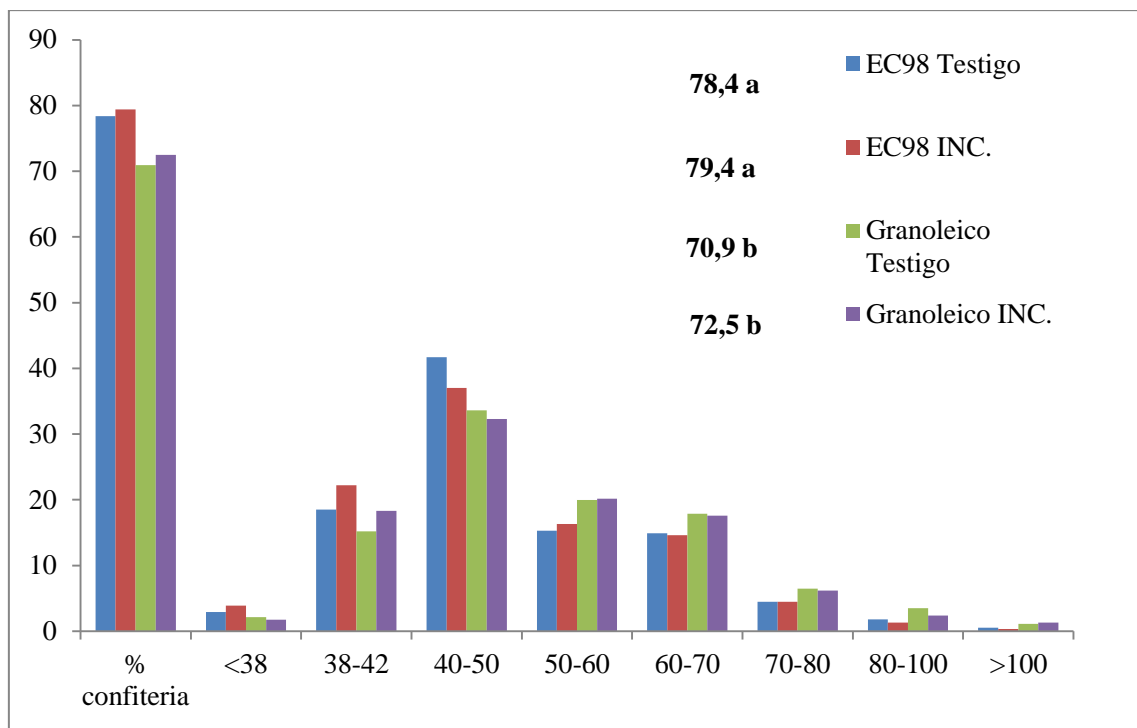


Figura 27. Porcentaje de maní confitería y porcentajes de cada categoría granométrica, de los diferentes tratamientos. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según el Test LSD de Fisher ($p \leq 0,05$).

El estudio realizado por Castro *et al.* (2006) no concuerda con el presente trabajo ya que la inoculación con cepas seleccionadas aumentó el rendimiento de maní confitería en 6, 10 y 11% en tres ciclos de estudio respectivamente. De un modo similar, en un estudio donde se evaluaron 5 campañas del cultivo de maní inoculado con cepas de *Bradyrhizobium sp*, Baliña y Díaz-Zorita (2006) observaron que la proporción de granos aptos para confitería en los tratamientos inoculados, se incrementó en promedio 5%.

Díaz-Zorita y Baliña (2004) estudiando la respuesta de la inoculación en cultivos de maní obtuvieron valores de maní confitería entre el 47 y 86% con un 4,7% mayor en los tratamientos inoculados que en los sin tratar (diferencia estadística no significativa). El mismo resultado obtuvieron Cerioni *et al.* (2007) donde el rendimiento confitería y la granometría sólo mostraron un aumento no significativo en respuesta a la inoculación en el surco. Los resultados obtenidos por estos autores concuerdan con los hallados en el presente trabajo.

CONCLUSIONES

Los niveles de los indicadores de estrés hídrico y oxidativo permanecieron inalterados en los diferentes tratamientos, por lo que no se pudo asociar un ajuste metabólico distintivo para cada cultivar o tratamiento de inoculación expuesto a condiciones ambientales desfavorables, en coincidencia con las condiciones agroclimáticas del ensayo, que concordaron con las esperadas para un año normal.

Bajo las condiciones ambientales bajo las cuales se realizó este ensayo no se logró detectar interacción entre el cultivar utilizado y la práctica de inoculación. Futuros trabajos deben centrarse en condiciones menos favorables desde el punto de vista hídrico, para encontrar diferencias entre los cultivares utilizados y su interacción con la fijación biológica de nitrógeno.

La inoculación de cultivares de mani con la cepa *Bradyrhizobium* sp. SEMIA6144 aumentó los principales componentes del rendimiento, validando el uso de la técnica de inoculación como parte de un conjunto de otras prácticas de manejo orientadas a lograr una agricultura sustentable y confirman la mejora en producción de maní con aplicaciones de rizobios en la semilla o sobre la línea de siembra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXIEVA V, SERGIEV I, MAPELLI S, KARANOV E. 2001. The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. *Plant Cell Environ.* 24: 1337-1344.
- AKCAY UC, ERCAN O, KAVAS M, YILDIZ L, YILMAZ C, OKTEM, HA, YUCEL M. 2010. Drought-induced oxidative damage and antioxidant responses in peanut (*Arachis hypogaea* L.) seedlings. *J Plant Growth Regul.* 61: 21-28.
- ASHRAF M, FOOLAD MR. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environ Exp Bot* 59: 206–216.
- BATES LS. 1973. Rapid determination of free proline content for water- stress studies. *Plant Soil* 39:205-207
- BALIÑA, R. y M. DÍAZ ZORITA 2006. Aportes de la inoculación en cultivos de maní: Resumen de 5 años de evaluaciones. XXI Jornada Nacional de maní: Gral. Cabrera, Córdoba, Argentina. P 9.
- BECANA M, MATAMOROS MA, UDVARDI M and DALTON DA. 2010. Recent insights into antioxidant defenses of legume root nodules. *New Phytol* 188: 960-976
- BOGINO, P., E. BANCHIO, L. RINAUDI, G. CERIONI, E. JOFRÉ y W. GIORDANO. 2005. Efecto de la inoculación con cepas de *Bradyrhizobium* sp en cultivo de maní. V Reunión Nacional de Biología de Suelos. V Encuentro sobre Fijación Biológica de Nitrogeno.
- BONADEO E. y I.S. MORENO. 2006. Nutrición mineral. Capítulo 6. En: El cultivo de maní en Córdoba. Fernandez, E. y O. Giayetto Eds. UNRC, Río Cuarto. p: 113-120.
- BROUGHTON WJ, HERNANDEZ G, BLAIR MW, BEEBE S, GEPTS P and VANDERLEYDEN J. 2003. BEANS (*Phaseolus* spp.) – model food legumes. *Plant and Soil* 252: 55–128
- CAFFA, E. 2010. Evaluacion de maní (*Arachis hypogaea* L.) inoculado con diferentes cepas comerciales (*bradyrhizobium*sp) aplicados en el surco de la siembra. Tesis Fac. Agronomía y Veterinaria, Univ. Nacional de Rio Cuarto, Rio Cuarto, Argentina.
- CAO YY, DUAN H, YANG LN, WANG ZQ, ZHOU SC, YANG JC. 2008. Effect of heat stress during meiosis on grain yield of rice cultivars differing in heat tolerance and its physiological mechanism. *Acta Agronomica Sinica* 34: 2134-2142.
- CASTRO, S.; CERIONI, G; GIAYETTO O.; y .FABRA A; 2006. Contribución relativa del nitrógeno del suelo y del fijado biológicamente a la economía de la nutrición nitrogenada de maní (*Arachis hipogaea* L.) en diferentes condiciones de fertilidad. *Agriscientia* XXIII: 55

- CERIONI, G; GIAYETTO, O; FERNANDEZ, E; BALIÑA, R; CORNEJO, J; 2008. Compatibilidad de insecticidas e inoculantes aplicados al maní en el surco de la siembra. XXII Jornada Nacional de Maní. 18-20. Gral. Cabrera, Córdoba.
- 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. 1er Simposio de maní en el Mercosur. 52-53 Gral. Cabrera, Córdoba.
- DÍAZ ZORITA, M., BALIÑA, R. Y E. RIBERI. 2003. Inoculación en cultivos de maní del sudoeste de Córdoba: campaña 2002/03. XVII Jornada Nacional de Maní. Gral. Cabrera P 38.
- DÍAZ-ZORITA, M. y R. BALIÑA. 2004. Respuesta de cultivos de maní a la inoculación con *Bradyrhizobium* sp. . Ciencia del suelo 22 (1): 7.
- DI RIENZO, J. A., CASANOVES, F., GONZALES, L. A., TABLADA, E. M., DIAZ, M. D. P., ROBLEDO, C. W., BALZARINI, M.G. 2008. *Estadística para las ciencias agropecuarias*. 7° Edición. Editorial Brujas. 372 p.
- FAUSTINELLI PC, SOAVE SJ, ODDINO C, SOAVE JA, MORESI A and BUTELER MI. 2012. Evaluación y selección de Germoplasma de maní (*Arachis hypogaea* L.) tolerante a estrés hídrico. Ciencia y Tecnología de los cultivos industriales: Maní. pp. 249
- FOYER CH, NOCTOR G. 2009. Redox regulation in photosynthetic organisms: signaling, acclimation, and practical implications. *Antioxid Redox Signal*. 11(4):861-905.
- FURLAN AL, BIANUCCI E, TORDABLE M, CASTRO S, DIETZ KJ. 2014. Antioxidant enzyme activities and gene expression patterns in peanut nodules during a drought and rehydration cycle. *Funct Plant Biol* 2014 (41): 704–713
- GARCIA F y GONZALES SANJUAN MF. 2010. Balances de nutrientes en Argentina ¿Cómo estamos? ¿Cómo mejoramos? *Informaciones Agronómicas del Cono Sur*. 48:1-5. IPNI Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina.
- GONZALEZ ANTA, G. 2015. Nueva tecnología de inoculación en el cultivo de maní: tratamiento de preinoculación a la semilla. XXX Jornada Nacional del Maní: Gral. Cabrera, Córdoba,
- HARTE, M., BALIÑA, R. y M. DÍAZ ZORITA. 2005. Calidad de granos de maní según tratamientos de inoculación. XX Jornada Nacional de Maní: Gral. Cabrera, Córdoba, Argentina. P 26-28.
- HEATH RL and PACKER L. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, vol. 25, pp. 189-198

- KEYVAN S. 2010. The effects of drought stress on yield, relative water content, proline, soluble carbohydrates and chlorophyll of bread wheat cultivars. *J Anim Plant Sci* 8: 1051-1060.
- LANIER, J., JORDAN, D., SPEARS, J., RANDY, W. y P. JOHNSON. 2005. Peanut Response to Inoculation and Nitrogen Fertilizer. *Agronomy Journal*. 97:79-84.
- MARINO D, GONZALEZ EM and ARRESE-IGOR C. 2006. Drought effects on carbon and nitrogen metabolism of pea nodules can be mimicked by paraquat: evidence for the occurrence of two regulation pathways under oxidative stresses. *J Exp Bot* 57: 665-673
- MORLA F.D., O. GIAYETTO, E.M. FERNANDEZ, G.A. CERIONI, M.B. ROSSO, M.I.T. KEARNEY, M.G. VIOLANTE, J.P. CALICCIO, y W.G. BARRA. 2012. Condiciones de la sequía regional del ciclo 2011/12 y su influencia en el cultivo de maní. *XXVII Jornada Nacional del Maní*. INTA – CIA. General Cabrera, Córdoba Argentina.
- NASER L, KOUROSH V, BAHMAN K, REZA A. 2010. Soluble sugars and proline accumulation play a role as effective indices for drought tolerance screening in Persian walnut (*Juglans regia* L.) during germination. *Fruits* 65:97-112
- NAYA L, LADRERA R, RAMOS J, GONZALEZ EM, ARRESE-IGOR C, MINCHIN FR, and BECANA M. 2007. The response of carbon metabolism and antioxidant defenses of p<lfa nodules to drought stress and to the subsequent recovery of plants. *Plant Physiol* 144: 1104–1114
- NIGAM SN, CHANDRA S, RUPA SRIDEVI K, MANOHA BHUKTA A, REDDY GS, NAGESWARA RAO RC, WRIGHT GC, REDDY PV, DESHMUKH MP, MATHUR RK, BASU MS, VASUNDHARA S, VINDHIYA VARMAN P AND NAGDA AK. 2005. Efficiency of physiological trait-based and empirical selection approaches for drought tolerance in groundnut. *Ann. Appl. Biol.* 146:433–439.
- OZDEMIR F, BOR M, DEMIRAL T, ET AL. 2004 Effects of 24-epibrassinolide on seed germination, seedling growth, lipid peroxidation, proline content and antioxidative system of rice (*Oryza sativa* L.) under salinity stress. *J Plant Growth Regul* 42: 203-211.
- PEDELINI, R; 2018. Maní: Guía práctica para su cultivo. Boletín de divulgación técnica N°2 Ediciones INTA.
- PEOPLES M, ATKINS C, PATE J, CHONG K, FAIZAH A, SURANTMINI P, NURHAYATI D, BAGNALL D AND BERGENSEN F. 1991. Re-evaluation of the role of ureides in the xylem transport of nitrogen in *Arachis* species. *Physiol Plant* 83:560-567

- RAMOS MLG, GORDON AJ, MINCHIN FR, SPRENT JI AND PARSONS R. 1999. Effect of water stress on nodule physiology and biochemistry of a drought tolerant cultivar of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ann Bot* 83: 57-63
- SANCHEZ REINOSO, 2016. Tesis doctoral. Caracterización de la respuesta fisiológica de cinco cultivares de fríjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de estrés por déficit hídrico. Universidad Nacional de Colombia.
- SEILER, R., R. FABRICIUS , V. ROTONDO y M. VINOCUR. 1995. Agroclimatología de Río Cuarto – 1974 / 1993. Volumen I. UNRC. p:41
- SOAVE, J.; ODDINO, C.; BIANCO, C.; SOAVE, S.; MORESI, A.; BUTELER, M.; TORRE, D Y FAUSTINELLI, P. 2013. EC-98 (AO): nueva variedad de maní con tolerancia a sequía. XXVIII Jornada Nacional del Maní. INTA – CIA. General Cabrera, Córdoba Argentina.
- SONGSRI P, JOGLOY S, HOLBROOK CC, KESMALA T, VORASOOT N, AKKASAENG C AND PATANOTHAI A. 2008. Association of root, specific leaf area and SPAD chlorophyll meter reading to water use efficiency of peanut under different available soil water. *Agricultural Water Management* 96: 790 – 798.
- 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.
- TÜRKAN İ, BOR M, ÖZDEMİR F, KOCA H. 2005. Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolius* Gray and droughtsensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. *Plant Sci* 168(1): 223 - 231.
- VINCENT, J. 1970. A manual for the practical study of root nodule bacteria. En *IBP Handbook N° 15*, Blackwell Scientific Publication, Oxford
- WRIGHT GC, HUBICK KT AND FARQUHAR GD. 1988. Discrimination in carbon isotopes of leaves correlates with water-use efficiency of field grown peanut cultivars. *Australian Journal of Plant Physiology* 15: 815–825.

Anexo

MDA

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
nMOL MDA/ g PF	13	0.35	0.14	35.85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	239.65	3	79.88	1.64	0.2475
Cultivar	161.15	1	161.15	3.32	0.1020
Tratamiento	29.05	1	29.05	0.60	0.4593
Cultivar*Tratamiento	56.87	1	56.87	1.17	0.3075
Error	437.41	9	48.60		
Total	677.05	12			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 48.6010 gl: 9

Cultivar	Medias	n	E.E.
EC-98	15.67	6	2.85 A
Granoleico	22.77	7	2.66 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 48.6010 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
INOCULADA	17.71	6	2.85 A
SIN INOCULAR	20.72	7	2.66 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 48.6010 gl: 9

Cultivar	Tratamiento	Medias	n	E.E.
EC-98	INOCULADA	12.05	3	4.02 A
EC-98	SIN INOCULAR	19.28	3	4.02 A
Granoleico	SIN INOCULAR	22.16	4	3.49 A
Granoleico	INOCULADA	23.37	3	4.02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

H2O2

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
nmol H2O2/g PF	16	0.08	0.00	36.02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	541288.95	3	180429.65	0.35	0.7911
Cultivar	67862.46	1	67862.46	0.13	0.7237
Tratamiento	421501.87	1	421501.87	0.81	0.3848
Cultivar*Tratamiento	51924.62	1	51924.62	0.10	0.7570
Error	6217318.04	12	518109.84		
Total	6758606.99	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 518109.8364 gl: 12

Cultivar	Medias	n	E.E.
Granoleico	1933.05	8	254.49 A
EC-98	2063.30	8	254.49 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p <= 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 518109.8364 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
SIN INOCULAR	1835.87	8	254.49 A
INOCULADA	2160.48	8	254.49 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p <= 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 518109.8364 gl: 12

Cultivar	Tratamiento	Medias	n	E.E.
Granoleico	SIN INOCULAR	1713.78	4	359.90 A
EC-98	SIN INOCULAR	1957.96	4	359.90 A
Granoleico	INOCULADA	2152.33	4	359.90 A
EC-98	INOCULADA	2168.64	4	359.90 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p <= 0.05$)

PROLINA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
umol PRO/g PF	16	0.15	0.00	23.86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	71673.74	3	23891.25	0.70	0.5691
Cultivar	21516.42	1	21516.42	0.63	0.4421
Tratamiento	5422.22	1	5422.22	0.16	0.6969
Cultivar*Tratamiento	44735.11	1	44735.11	1.31	0.2741
Error	408688.81	12	34057.40		
Total	480362.55	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 34057.4008 gl: 12

Cultivar	Medias	n	E.E.
EC-98	736.74	8	65.25 A
Granoleico	810.08	8	65.25 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p <= 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 34057.4008 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
SIN INOCULAR	755.00	8	65.25 A
INOCULADA	791.82	8	65.25 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p <= 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 34057.4008 gl: 12

Cultivar	Tratamiento	Medias	n	E.E.
EC-98	INOCULADA	702.27	4	92.27 A
Granoleico	SIN INOCULAR	738.80	4	92.27 A
EC-98	SIN INOCULAR	771.21	4	92.27 A
Granoleico	INOCULADA	881.37	4	92.27 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p <= 0.05$)

N° PLANTAS /M²

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° plantas	24	0,53	0,27	17,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	28,33	8	3,54	2,08	0,1049
Cultivar	1,50	1	1,50	0,88	0,3624
Inoculacion	6,00	1	6,00	3,53	0,0799
Rep.	20,83	5	4,17	2,45	0,0818
Cultivar*Inoculacion	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
Error	25,50	15	1,70		
Total	53,83	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,13455

Error: 1,7000 gl: 15

Cultivar	Medias	n	E.E.
Granoleico	7,83	12	0,38 A
EC-98	7,33	12	0,38 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,13455

Error: 1,7000 gl: 15

Inoculacion	Medias	n	E.E.
Inoc	8,08	12	0,38 A
S/I	7,08	12	0,38 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,60450

Error: 1,7000 gl: 15

Cultivar	Inoculacion	Medias	n	E.E.
Granoleico	Inoc	8,33	6	0,53 A
EC-98	Inoc	7,83	6	0,53 A
Granoleico	S/I	7,33	6	0,53 A
EC-98	S/I	6,83	6	0,53 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

BIOMASA TOTAL

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
B Total	24	0,29	0,00	35,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	322125,50	8	40265,69	0,76	0,6440
Cultivar	14113,50	1	14113,50	0,27	0,6140
Inoculacion	40245,66	1	40245,66	0,76	0,3981
Rep.	267528,20	5	53505,64	1,01	0,4477
Cultivar*Inoculacion	238,14	1	238,14	4,5E-03	0,9475
Error	797785,00	15	53185,67		
Total	1119910,50	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=200,67655

Error: 53185,6667 gl: 15

Cultivar	Medias	n	E.E.
EC-98	665,20	12	66,57 A

Granoleico 616,70 12 66,57 A
 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=200,67655

Error: 53185,6667 gl: 15

Inoculacion	Medias	n	E.E.
Inoc	681,90	12	66,57 A
S/I	600,00	12	66,57 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=283,79950

Error: 53185,6667 gl: 15

Cultivar	Inoculacion	Medias	n	E.E.
EC-98	Inoc	703,00	6	94,15 A
Granoleico	Inoc	660,80	6	94,15 A
EC-98	S/I	627,40	6	94,15 A
Granoleico	S/I	572,60	6	94,15 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Nº FRUTO / M²

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº frutos	24	0,38	0,04	14,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	25590,83	8	3198,85	1,13	0,4002
Cultivar	551,04	1	551,04	0,19	0,6658
Inoculacion	15352,04	1	15352,04	5,41	0,0345
Rep.	9610,71	5	1922,14	0,68	0,6476
Cultivar*Inoculacion	77,04	1	77,04	0,03	0,8714
Error	42595,13	15	2839,68		
Total	68185,96	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=46,36963

Error: 2839,6750 gl: 15

Cultivar	Medias	n	E.E.
EC-98	378,25	12	15,38 A
Granoleico	368,67	12	15,38 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=46,36963

Error: 2839,6750 gl: 15

Inoculacion	Medias	n	E.E.
Inoc	398,75	12	15,38 A
S/I	348,17	12	15,38 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=65,57656

Error: 2839,6750 gl: 15

Cultivar	Inoculacion	Medias	n	E.E.
EC-98	Inoc	405,33	6	21,75 A
Granoleico	Inoc	392,17	6	21,75 A
EC-98	S/I	351,17	6	21,75 A
Granoleico	S/I	345,17	6	21,75 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

P 1 FRUTO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P 1 Fruto	24	0,57	0,34	6,34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,13	8	0,02	2,51	0,0594
Cultivar	0,10	1	0,10	14,69	0,0016
Inoculacion	2,6E-03	1	2,6E-03	0,40	0,5353
Rep.	0,03	5	0,01	0,98	0,4618
Cultivar*Inoculacion	5,0E-04	1	5,0E-04	0,08	0,7839
Error	0,10	15	0,01		
Total	0,23	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,06998

Error: 0,0065 gl: 15

Cultivar	Medias	n	E.E.	
EC-98	1,33	12	0,02	A
Granoleico	1,21	12	0,02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,06998

Error: 0,0065 gl: 15

Inoculacion	Medias	n	E.E.	
Inoc	1,28	12	0,02	A
S/I	1,26	12	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,09897

Error: 0,0065 gl: 15

Cultivar	Inoculacion	Medias	n	E.E.	
EC-98	Inoc	1,34	6	0,03	A
EC-98	S/I	1,33	6	0,03	A
Granoleico	Inoc	1,22	6	0,03	B
Granoleico	S/I	1,19	6	0,03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

RENDIMIENTO FRUTO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rend. Fruto	24	0,50	0,23	14,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7165506,00	8	895688,25	1,87	0,1407
Cultivar	2269350,00	1	2269350,00	4,74	0,0458
Inoculacion	3067350,00	1	3067350,00	6,41	0,0230
Rep.	1814400,00	5	362880,00	0,76	0,5935
Cultivar*Inoculacion	14406,00	1	14406,00	0,03	0,8646
Error	7180120,00	15	478674,67		
Total	14345626,00	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=602,03195

Error: 478674,6667 gl: 15

Cultivar	Medias	n	E.E.	
EC-98	5040,00	12	199,72	A
Granoleico	4425,00	12	199,72	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=602,03195

Error: 478674,6667 gl: 15

Inoculacion	Medias	n	E.E.	
Inoc	5090,00	12	199,72	A
S/I	4375,00	12	199,72	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=851,40175

Error: 478674,6667 gl: 15

Cultivar	Inoculacion	Medias	n	E.E.		
EC-98	Inoc	5422,00	6	282,45	A	
Granoleico	Inoc	4758,00	6	282,45	A	B
EC-98	S/I	4658,00	6	282,45	A	B
Granoleico	S/I	4092,00	6	282,45		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

RENDIMIENTO SEMILLA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rend. Semilla	24	0,46	0,17	15,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4247612,67	8	530951,58	1,61	0,2036
Cultivar	1114566,00	1	1114566,00	3,38	0,0860
Inoculacion	1979152,67	1	1979152,67	6,00	0,0271
Rep.	1144133,33	5	228826,67	0,69	0,6365
Cultivar*Inoculacion	9760,67	1	9760,67	0,03	0,8658
Error	4951724,67	15	330114,98		
Total	9199337,33	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=499,95617

Error: 330114,9778 gl: 15

Cultivar	Medias	n	E.E.	
EC-98	3939,33	12	165,86	A
Granoleico	3508,33	12	165,86	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=499,95617

Error: 330114,9778 gl: 15

Inoculacion	Medias	n	E.E.	
Inoc	4011,00	12	165,86	A
S/I	3436,67	12	165,86	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=707,04480

Error: 330114,9778 gl: 15

Cultivar	Inoculacion	Medias	n	E.E.		
EC-98	Inoc	4246,67	6	234,56	A	
Granoleico	Inoc	3775,33	6	234,56	A	B
EC-98	S/I	3632,00	6	234,56	A	B
Granoleico	S/I	3241,33	6	234,56		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

INDICE DE COSECHA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
IC	12	0,75	0,32	4,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,01	7	7,4E-04	1,73	0,3122
Cultivar	2,1E-04	1	2,1E-04	0,49	0,5239
Inoculacion	4,1E-04	1	4,1E-04	0,95	0,3841
Rep.	4,2E-03	4	1,1E-03	2,47	0,2015
Cultivar*Inoculacion	3,3E-04	1	3,3E-04	0,78	0,4266
Error	1,7E-03	4	4,3E-04		
Total	0,01	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,03317

Error: 0,0004 gl: 4

Cultivar	Medias	n	E.E.
EC-98	0,50	6	0,01 A
Granoleico	0,49	6	0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,03317

Error: 0,0004 gl: 4

Inoculacion	Medias	n	E.E.
Inoc	0,50	6	0,01 A
S/I	0,49	6	0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,04691

Error: 0,0004 gl: 4

Cultivar	Inoculacion	Medias	n	E.E.
EC-98	Inoc	0,52	3	0,01 A
Granoleico	S/I	0,50	3	0,01 A
Granoleico	Inoc	0,48	3	0,01 A
EC-98	S/I	0,48	3	0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

GRANO/CAJA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grano/caja	24	0,27	0,00	2,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,2E-03	8	2,7E-04	0,70	0,6897
Cultivar	1,1E-03	1	1,1E-03	2,77	0,1170
Inoculacion	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
Rep.	1,1E-03	5	2,2E-04	0,56	0,7277
Cultivar*Inoculacion	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
Error	0,01	15	3,9E-04		
Total	0,01	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,01709

Error: 0,0004 gl: 15

Cultivar	Medias	n	E.E.
----------	--------	---	------

Granoleico	0,79	12	0,01	A
EC-98	0,78	12	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,01709

Error: 0,0004 gl: 15

Inoculacion	Medias	n	E.E.	
Inoc	0,79	12	0,01	A
S/I	0,79	12	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,02416

Error: 0,0004 gl: 15

Cultivar	Inoculacion	Medias	n	E.E.	
Granoleico	S/I	0,79	6	0,01	A
Granoleico	Inoc	0,79	6	0,01	A
EC-98	S/I	0,78	6	0,01	A
EC-98	Inoc	0,78	6	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

% CONFITERÍA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% confiteria	24	0,65	0,47	2,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	152,45	8	19,06	3,52	0,0171
Cultivar	119,26	1	119,26	22,05	0,0003
Inoculacion	4,95	1	4,95	0,92	0,3539
Rep.	28,09	5	5,62	1,04	0,4309
Cultivar*Inoculacion	0,15	1	0,15	0,03	0,8698
Error	81,14	15	5,41		
Total	233,59	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,02377

Error: 5,4091 gl: 15

Cultivar	Medias	n	E.E.	
EC-98	78,9	12	0,67	A
Granoleico	71,7	12	0,67	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,02377

Error: 5,4091 gl: 15

Inoculacion	Medias	n	E.E.	
Inoc	76,0	12	0,67	A
S/I	74,7	12	0,67	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,86204

Error: 5,4091 gl: 15

Cultivar	Inoculacion	Medias	n	E.E.	
EC-98	Inoc	79,4	6	0,95	A
EC-98	S/I	78,4	6	0,95	A
Granoleico	Inoc	72,5	6	0,95	B
Granoleico	S/I	70,9	6	0,95	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

PESO BIOMASA AEREA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso Biomasa Aérea	60	0,08	0,03	39,93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	38,58	3	12,86	1,71	0,1764
Tratamiento	38,58	3	12,86	1,71	0,1764
Error	422,36	56	7,54		
Total	460,94	59			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,00886

Error: 7,5421 gl: 56

Tratamiento	Medias	n	E.E.
EC98 i	7,80	15	0,71 A
EC98 T	7,52	15	0,71 A
G I	6,29	15	0,71 A
G T	5,90	15	0,71 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

PESO BIOMASA SUBTERRANEA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso Biomasa Subterránea	60	0,04	0,00	29,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,04	3	0,01	0,71	0,5488
Tratamiento	0,04	3	0,01	0,71	0,5488
Error	1,07	56	0,02		
Total	1,11	59			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,10127

Error: 0,0192 gl: 56

Tratamiento	Medias	n	E.E.
EC98 i	0,51	15	0,04 A
EC98 T	0,46	15	0,04 A
G I	0,45	15	0,04 A
G T	0,45	15	0,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)