

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

INOCULACIÓN CON *Mesorhizobium ciceri*
EN EL CULTIVO DE GARBANZO

Alumno: FOLGUERA, José Osvaldo

Director: THUAR, Alicia María

Río Cuarto – Córdoba

Junio 2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Trabajo Final presentado para optar al

Grado de Ingeniero Agrónomo

Modalidad: Proyecto

INOCULACIÓN CON *Mesorhizobium ciceri*
EN EL CULTIVO DE GARBANZO

Alumno: FOLGUERA, José Osvaldo

DNI: 34039860

Director: THUAR, Alicia María

Río Cuarto – Córdoba

Junio 2013

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del trabajo final:

Inoculación con *Mesorhizobium ciceri* en el cultivo de garbanzo

Autor: Folguera José

DNI: 34039860

Director: Alicia Thuar

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

Prof. Javier Andres

Prof. Alicia María Thuar

Ing. Carla Bruno

Fecha de Presentación:

____/____/____.

Secretario académico

DEDICATORIA

Dedicado a mi familia por el apoyo brindado en este proyecto y ser mi base para crecer y desarrollarme profesionalmente.

A mi novia por participar en todo el proceso de selección y ordenamiento de la información, como así también a toda la familia González.

A mi abuelo José Folguera por transmitir valores, enseñanzas, cultura de trabajo y todo lo necesario para tener éxito en la producción agropecuaria.

A todos los amigos que estuvieron allí,

A todos muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la profesora Alicia María Thuar, por ser el motor de este proyecto y brindar las herramientas necesarias para llevar adelante un trabajo de investigación.

Al productor Ossana por prestarnos sus instalaciones, su campo y la semilla para poder sembrar este cultivo.

Al Ingeniero Alejandro Peticari, por facilitarnos las cepas experimentales necesarias para la inoculación.

A Julia Carreras por compartir su conocimiento y enviarnos información necesaria a la hora de planificar el manejo del cultivo.

INDICE

RESUMEN.....I

SUMMARY.....II

INTRODUCCIÓN

Introducción.....1

Hipótesis.....5

Objetivos Generales.....5

Objetivos Específicos.....5

MATERIALES Y METODOS

Caracterización del sitio experimental.....6

Cultivar.....8

Cepas.....8

Tratamiento de semillas.....8

Diseño experimental del ensayo.....9

Siembra y fertilización.....9

Evaluaciones realizadas.....10

Análisis de datos.....10

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de la campaña 2011.....	11
Determinaciones en el estadio fenológico V-7.....	15
Número de nódulos.....	15
Peso de nódulos.....	15
Peso seco aéreo.....	18
Peso seco radical.....	20
Determinaciones en estadio fenológico R-1.....	21
Número de nódulos.....	21
Peso de nódulos.....	21
Peso seco aéreo y radical.....	24
Determinaciones en estadio fenológico R-8.....	31
Número de semillas por metro cuadrado.....	31
Peso de 100 granos.....	33
Rendimiento en kilogramos por ha.....	34
Número de cascabullos por metro cuadrado.....	35
Bibliografía.....	38

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características del sitio experimental 1.....	7
Tabla 2: Características del sitio experimental 2.....	7
Tabla 3: Esquema de distribución de los tratamientos, Sitio 1 (Campo Experimental Río Cuarto).....	9
Tabla 4: Esquema de distribución de los tratamientos sitio 2 (Tres Acequias).....	9
Tabla 5 : Etapas y fases fenológicas.....	13

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Precipitaciones medias anuales histórica y ocurridas durante las campañas (2002 – 2012).....	12
Figura 2: Precipitaciones medias mensuales históricas y ocurridas durante la campaña 2011 en Río Cuarto.....	12
Figura 3: Temperatura máximas, mínimas y fases fenológicas del garbanzo, ocurridas durante la campaña 2011 en Río Cuarto.....	13
Figura 4: Temperatura mínimas ocurridas durante la campaña 2011 en Río Cuarto.....	14
Figura 5: Temperatura Medias mensuales históricas y ocurridas durante la campaña 2011 en Río Cuarto.....	14

EVALUACIONES REALIZADAS EN ESTADIO FENOLOGICO V-7

Figura 6: Número de nódulos en raíz principal por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto.....	15
Figura 7: Número de nódulos en raíces secundarias por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto.....	16

Figura 8: Peso seco nodular por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto.....16

Figura 9: Número de nódulos en raíz principal por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias.....17

Figura 10: Número de nódulos en raíces secundarias por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias.....17

Figura 11: Peso seco nodular por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias.....18

Figura 12: Peso seco aéreo por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto.....19

Figura 13: Peso seco aéreo por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias.....19

Figura 14: Peso seco radical por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto.....20

Figura 15: Peso seco radical por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias.....20

EVALUACIONES REALIZADAS EN ESTADIO FENOLOGICO R-1

Figura 16: Número de nódulos en raíz principal por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto.....21

Figura 17: Número de nódulos en raíces secundarias por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto.....22

Figura 18: Peso seco radical por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto.....22

Figura 19: Peso seco aéreo por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto.....23

Figura 20: Número de nódulos en raíz principal por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias.....23

Figura 21: Número de nódulos en raíces secundarias por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias.....24

Figura 22: Peso seco aéreo por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias.....24

Figura 23: Peso seco radical por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias.....25

COMPARACIONES ENTRE LAS MEDICIONES REALIZADAS EN LOS ESTADIOS FENOLÓGICOS V-7 Y R-1

Figura 24: Número de nódulos en raíz principal y secundaria por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto.....26

Figura 25: Número de nódulos en raíz principal y secundaria por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto.....27

Figura 26: Peso seco radical por planta en estadio fenológico V-7 y R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto.....27

Figura 27: Peso seco aéreo por planta en estadio fenológico V-7 y R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto.....28

Figura 28: Número de nódulos en raíz principal y secundaria por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias.....29

Figura 29: Número de nódulos en raíz principal y secundaria por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias.....29

Figura 30: Peso seco radical por planta en estadio fenológico V-7 y R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias.....30

Figura 31: Peso seco aéreo por planta en estadio fenológico V-7 y R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias.....31

EVALUACIONES REALIZADAS EN ESTADIO FENOLOGICO R-8

Figura 32: Número de granos por metro cuadrado en estadio de madurez fisiológica, campaña 2011 Río Cuarto.....32

Figura 33: Número de granos por metro cuadrado en estadio de madurez fisiológica, campaña 2011 Tres Acequias.....32

Figura 34: Peso de 100 granos en estadio de madurez fisiológica, campaña 2011 Río Cuarto.....33

Figura 35: Peso de 100 granos en estadio de madurez fisiológica, campaña 2011 Tres Acequias.....33

Figura 36: Rendimiento en grano kg/ha en estadio de madurez fisiológica, campaña 2011 Río Cuarto.....34

Figura 37: Rendimiento en grano kg/ha en estadio de madurez fisiológica, campaña 2011 Tres Acequias.....34

Figura 38: Número de cascabullos por metro cuadrado en estadio de madurez fisiológica, campaña 2011 Río Cuarto.....35

Figura 39: Número de cascabullos por metro cuadrado en estadio de madurez fisiológica, campaña 2011 Tres Acequias.....35

INDICE DE ANEXOS

EVALUACIONES REALIZADAS EN ESTADIO FENOLOGICO V-7

Anexo 1: Número de nódulos en raíz principal por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.....41

Anexo 2: Número de nódulos en raíz principal por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.....41

Anexo 3: Número de nódulos en raíces secundarias por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.....43

Anexo 4: Número de nódulos en raíces secundarias por planta en el estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.....	43
Anexo 5: Materia seca aérea por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.....	44
Anexo 6: Materia seca aérea por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.....	44
Anexo 7: Materia seca radical por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.....	45
Anexo 8: Materia seca radical por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.....	45
Anexo 9: Materia seca nodular por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.....	46
Anexo 10: Materia seca nodular por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.....	46

EVALUACIONES REALIZADAS EN ESTADIO FENOLOGICO R-1

Anexo 11: Número de nódulos en raíz principal por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.....	47
Anexo 12: Número de nódulos en raíz principal por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.....	47
Anexo 13: Número de nódulos en raíces secundarias por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.....	48
Anexo 14: Número de nódulos en raíces secundarias por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.....	48
Anexo 15: Materia seca aérea por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.....	49

Anexo 16: Materia seca aérea por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.....49

Anexo 17: Materia seca radical por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.....50

Anexo 18: Materia seca radical por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.....50

EVALUACIONES REALIZADAS EN ESTADIO FENOLOGICO R-8

Anexo 19: Rendimiento en grano estadio fenológico R-8 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.....51

Anexo 20: Rendimiento en grano estadio fenológico R-8 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.....51

Anexo 21: Número de granos por metro cuadrado en estadio fenológico R-8 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.....52

Anexo 22: Número de granos por metro cuadrado en estadio fenológico R-8 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.....52

Anexo 23: Peso de 100 granos en estadio fenológico R-8 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.....53

Anexo 24: Peso de 100 granos en estadio fenológico R-8 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.....53

Anexo 25: Número de cascabullos por metro cuadrado en estadio fenológico R-8 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.....54

Anexo 26: Número de cascabullos por metro cuadrado en estadio fenológico R-8 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.....54

Anexo 27: Características del perfil de suelo del ensayo.....55

Anexo 28: Capacidad de almacenaje (mm) de cada horizonte.....55

Anexo 29: Análisis de la varianza, ensayo Río Cuarto.....	56
Anexo 30: Análisis de la varianza, ensayo Tres Acequias.....	57

RESUMEN

La importancia del proceso de fijación biológica del nitrógeno, en la situación actual de suelos con procesos de alteración y degradación química importante agravado por el fenómeno de agriculturización sufrido tanto en la región pampeana, como en las regiones extrapampeanas, radica en que los sistemas de producción vegetal están muy relacionados al subsidio con elementos químicos provenientes en gran proporción de la energía fósil. En condiciones normales de diez años o más de ciclos agrícolas, un suelo zonal de la región de Río Cuarto, Córdoba, está sujeto a un balance de carbono negativo, si en la rotación no intervienen gramíneas de alta producción de materia seca o mezclas forrajeras, y en este sentido la degradación físico-química aumenta, junto con la inestabilidad del sistema. El objetivo general del siguiente trabajo radica en cuantificar la respuesta productiva de la técnica de inoculación en garbanzo. En cuanto a objetivos específicos se enfatizó en determinar la efectividad en la nodulación y eficiencia en la fijación simbiótica de nitrógeno de diferentes cepas utilizadas. Para este trabajo se realizaron dos ensayos del cultivo de garbanzo inoculado con diferentes cepas, en dos situaciones contrastantes: en el sitio 1 (Campo Experimental Río Cuarto) el cultivo antecesor fue una pastura de gramíneas naturales, sin historia de inoculación y en el sitio 2 (Tres Acequias) el cultivo antecesor fue maíz, pero se contaba con historia de inoculación en garbanzo. Cada ensayo contaba con una superficie de 420 metros cuadrados. Es importante resaltar que durante el transcurso del ensayo el cultivo en el período vegetativo soportó un invierno severo, con recurrencia de heladas de alta incidencia y además en el momento crítico de definición del rendimiento sufrió un marcado estrés hídrico con lo cual se debe profundizar y repetir dicha experiencia en situaciones climáticas más benignas, a modo de ampliar el conocimiento y las bases necesarias para un correcto manejo del cultivo de garbanzo.

SUMMARY:

The importance of the process of biological nitrogen fixation, in the current situation of soils degradation with processes and significant chemical alteration aggravated by the phenomenon of agriculturization suffered in the “pampas region”, and in the “extra pampas regions”, is that the vegetable production systems are connected to the subsidy with chemicals coming from fossil energy. In normal conditions, of ten years or more of agricultural cycles, zonal soil of the region of Río Cuarto, Córdoba, is subject to a negative carbon balance, if not involved in the rotation high grass dry matter production and forage mixtures, and in this way the physico-chemical degradation increases with system instability. The overall objective of the present work lies in quantifying the productive response of chickpea inoculation technique. As specific objectives emphasized in determining the effectiveness in nodulation and symbiotic efficiency of nitrogen fixation in different stumps used. For this work there were two trials of chickpea inoculated with different stumps in two contrasting situations: at site 1 (Campo experimental Rio Cuarto) the preceding crop was natural grass pasture, without history of inoculation, and at site 2 (Tres Acequias) the preceding crop was corn, but there were chickpea inoculation history. Each test had an area of 420 square meters. Soil samples were taken prior to planting availability values throwing soil nitrogen of 260 kg nitrogen per hectare. Average production in both trials was: 918 kilograms per hectare, with maximum values of 1184 kg per hectare and minimum values of 811 kilograms per hectare. Reaching a nitrogen utilization efficiency of 17 kilos of grain for each kilo of nitrogen, this intervened in biological nitrogen fixation nitrogen balance contributing to plant 30% of the total requirements of this nutrient on average.

Is important emphasize that during the course of the trial the crop growing period endured the harsh winter frosts with recurrent high incidence and also at the critical moment of defining the performance suffered a marked water stress thereby deepening and repeat that experience more benign weather conditions, by way of expanding the knowledge and management of chickpea.

Key words: inoculation, chick-pea, efficiency of use of the nitrogen, biological fixation.

INTRODUCCION

El garbanzo *Cicer arietinum* L. es originario de la zona suroeste de Turquía limitando con Siria y sur del Cáucaso (De Candolle 1883). Tres especies muy relacionadas con él se han encontrado en dicha zona: *Cicer bijugum* K. H. Rech, *Cicer echinospermum* P. H. Davis, y *Cicer reticulatum* L. Esta última podría clasificarse como variedad silvestre o subespecie de *Cicer arietinum* L.

Dado que los primeros botánicos no diferenciaron estos géneros, se han postulado diferentes orígenes para el garbanzo. Así también se lo asocia a un área comprendida por dos centros primarios de origen (Vavilov 1930) que son el suroeste de Asia y la cuenca del Mediterráneo el centro primario, y uno secundario que es Etiopía. Existen indicios que sugieren que los garbanzos de semilla grande y color crema llegaron a India hace solo dos siglos, a través de Afganistán, ya que su nombre hindú es kabuli chana, en alusión a la capital de Afganistán, Kabul. La presencia constatada más antigua de garbanzo data del año 5450 antes de cristo, y procede de la localidad Turca de Hacilar. Durante el proceso de dispersión que sufrió el cultivo, se produjo la diferenciación de dos grandes tipos de garbanzos. En la región Occidental a la Península Ibérica se desarrollaron cultivares de tamaño grande, color claro y rugosos (tipo Kabuli). En las zonas del sur (Etiopía) y al este se desarrollaron cultivares de semilla pequeña y oscuras (tipo desi), menos evolucionadas que las anteriores.

Más recientemente, en el siglo XVI, los españoles y portugueses lo introdujeron a América Central y Sudamérica donde encontró condiciones ambientales favorables para su rápida expansión, sobre todo en México donde llega a constituir un producto de gran importancia comercial (De Miguel Gordillo, 1991).

Dentro de las legumbres invernales es la más cultivada a nivel mundial. El volumen de producción es de aproximadamente 8000000 toneladas. El principal país productor es India teniendo una participación del 70% del total, siguiendo en orden de importancia Pakistán y Turquía, solo este último país tiene excedentes para exportar. El comercio internacional es reducido, contando con países como México, Chile, y Estados Unidos, que operan como vendedores. España es productor y fuerte importador de esta legumbre, así como Turquía. La exportación de los productos y subproductos obtenidos del cultivo de garbanzo se destinan a países como Turquía, Jordania, Italia; además se exporta a países latinoamericanos como Brasil y Chile (Campos Marginet, 2011 a).

Dentro del género *Cicer* se distinguen cuatro secciones, la primera llamada *Monocicer* es la más importante de las cuatro desde el punto de vista productivo y de mejora

genética, porque corresponde a especies anuales de flores pequeñas con tallos firmes (desde erectos a inclinados rastreros), hojas imparipinnadas y raquis terminado en zarcillos (De Miguel Gordillo, 1991).

La optimización del proceso de fijación biológica de nitrógeno está sujeta a la relación que existe entre la utilización de cepas de alta efectividad, el uso de inoculantes de buena calidad y manejo del cultivo y del suelo dirigidos a crear el ambiente necesario para el proceso de simbiosis (Salvagiotti *et al.*, 2008).

La crisis alimentaria y los grandes desequilibrios nutricionales existentes en el mundo tienen su origen en el déficit proteico generado por el consumo excesivo e indiscriminado de productos de origen animal en los países desarrollados. De hecho para producir mil calorías de carne son necesarias siete mil calorías de alimento. En contraposición a esta situación en países subdesarrollados se padecen grandes deficiencias en términos de proteínas, permaneciendo su consumo en muchos casos por debajo de los 10 gramos por persona por día, frente a los 65 gramos por persona por día en Europa occidental. La riqueza en proteínas de las leguminosas debe servir para abaratar la dieta alimentaria, al complementar y diversificar el aporte proteico tradicional de carne, leche, huevos y pescado (De Miguel Gordillo, 1991).

El cultivo de garbanzo se presenta muy promisorio en Argentina, pasando de 16500 ha sembradas en el año 2009 a 28000 ha en el año 2010.

Para la campaña (2011-2012) la superficie ocupada por este cultivo fue de 80000 ha (Sfasciotti, 2012).

En un pasado Argentina era un neto importador de garbanzo, pero en la actualidad ha logrado revertir el saldo comercial. Históricamente más del 60% de la superficie de este cultivo se concentró en la región del NOA, específicamente en la provincia de Salta, (Campos Marginet, 2011 b).

En la actualidad la mayor proporción de la superficie se ubica en la región centro, integrándose la provincia de Córdoba a las ya tradicionales regiones del cultivo (NOA). También se registran experiencias exitosas en el sur bonaerense, partido de Necochea.

El cultivo de garbanzo comenzó a realizarse en el departamento Cordobés de Cruz del Eje, desde ahí se difundió hacia el norte de nuestro país (Venini, 2008).

En cuanto a requerimientos térmicos, este cultivo se adapta a un rango amplio de temperatura. La planta en estado vegetativo, es resistente a heladas, no así en estado reproductivo, fase floración y llenado de vainas. Crece mejor cuando la amplitud térmica entre el día y la noche es moderada. Temperaturas superiores a 25° C durante la floración y llenado de vainas no son convenientes. Los índices de germinación, emergencia y crecimiento de la plántula dependen en gran medida de la temperatura. Así la germinación se puede producir en el intervalo de temperaturas comprendidas entre los 10 y 45° C, aunque la

máxima velocidad de germinación se logra con temperaturas constantes de 20° C. Una vez alcanzado el estado de plántula el garbanzo puede tolerar el frío encontrándose genotipos que han soportado temperaturas de -13° C. Es también necesario considerar en esta fase la influencia que la temperatura puede tener en la iniciación y el desarrollo de los nódulos, de hecho este proceso puede verse limitado en suelos cálidos, en los que, al alcanzar temperaturas de 30° C durante solamente unas horas al día se produce una disminución drástica en la nodulación. La temperatura es también un factor fundamental del que dependen fenómenos como la velocidad a la que los nudos, hojas y ramas se diferencian, el modelo de ramificación y la altura de planta. En cambio, poca importancia parece tener la influencia del fotoperiodo sobre el crecimiento vegetativo del garbanzo, excepto para el caso en que la duración del periodo vegetativo esté limitada por el efecto que el fotoperiodo ejerza sobre el inicio de floración y etapas posteriores. Respecto a la vernalización el garbanzo es clasificado como planta sin necesidad obligada de frío, sólo algunos genotipos responden a la vernalización acelerando la floración o dando lugar a una floración en los nudos más bajos. En zonas donde sean frecuentes las heladas tempranas, los cultivares que tengan una pequeña necesidad de vernalización pueden ser deseables. El garbanzo muestra una moderada sensibilidad al fotoperíodo, tradicionalmente ha sido considerada como planta de día largo, aunque algunos autores la han incluido dentro de las plantas de día largo cuantitativo e incluso de día neutro. Los días largos provocan una floración más rápida, mientras que días cortos la retrasan, por lo tanto provocan un mayor crecimiento vegetativo. Esta especie se desarrolla con bajo contenido de humedad del suelo (300mm durante el ciclo), aunque para obtener rendimientos aceptables deben evitarse situaciones de déficit hídricos durante los periodos de germinación, floración y llenado de vainas (periodos críticos del cultivo). Los suelos francos bien drenados son los indicados para este cultivo, el cual no tolera densificaciones superficiales, sub-superficiales, excesos de humedad, anoxia. El pH debe situarse entre 6 y 9, pues suelos más ácidos incrementan los problemas de marchitez y podredumbre debidos a ataques de *Fusarium sp.* (De Miguel Gordillo, 1991). En lo referente a oferta varietal de este cultivo, tradicionalmente se han sembrado variedades descendientes de poblaciones heterogéneas de los tipos Criollos, Sauco y Mejicano, siendo el segundo el más difundido por su alta adaptación a diferentes condiciones ambientales, pero con la obtención de mediana calidad de granos. El cultivar Chañarito S-156 fue desarrollado por Universidad Nacional de Córdoba (U.N.C.) y probado por INTA Salta. Esta selección sobre el tipo Sauco ofrece una mejor calidad de grano, uniformidad de ciclo y tamaño de grano, rusticidad y alto potencial de rendimiento (García Medina, 2002)

El garbanzo al igual que la gran mayoría de las leguminosas establece una relación simbiótica con bacterias Gram negativas que habitan en el suelo, pertenecen al género *Mesorhizobium*, cuyo resultado es el desarrollo de nódulos donde el nitrógeno molecular

(N₂) se traduce en compuestos nitrogenados asimilables para la planta. La importancia de la fijación biológica del nitrógeno radica en que las plantas superiores, los animales, y la gran mayoría de los microorganismos dependen para su nutrición del nitrógeno combinado orgánico o inorgánico de la naturaleza y no pueden hacer uso de la gran reserva de nitrógeno que es la atmósfera (Soto *et al.*, 2006).

Cuando en el suelo no se dispone de los Rhizobios adecuados, por el método denominado inoculación se agregan artificialmente cepas seleccionados sobre la semilla o en el suelo. El producto biológico desarrollado para este fin se denomina inoculante (Thuar *et al.*, 2007).

Los nódulos deben aparecer en la planta aproximadamente a los 20 días después de la siembra e inoculación (Mayer *et al.*, 2003).

En suelos de India se observaron respuestas muy significativas a la inoculación con cepas específicas de *Mesorhizobium* en el rendimiento del cultivo de 25 a 26 kilogramos de granos por cada kilogramo de nitrógeno fijado en forma simbiótica (Sasson, 2000; Mayer *et al.*, 2003).

También se observaron correlaciones significativas entre el rendimiento en granos y los parámetros de nodulación particularmente el número y el peso de nódulos a los 60 días después de la siembra (Rupela y Dart, 1989).

Por lo expuesto, el objetivo de este trabajo científico fue cuantificar la respuesta productiva de la técnica de inoculación en garbanzo y determinar la eficiencia en la fijación biológica de nitrógeno de diferentes cepas de *Mesorhizobium ciceri* utilizadas, con lo cual se pretende definir el potencial que se posee al utilizar la inoculación como estrategia productiva.

Es por ello que todo lo expresado justifica la profundización, estudio y medición de diferentes técnicas o variables que contribuyan al crecimiento e integración de este cultivo en nuestra región.

HIPOTESIS

El uso de cepas específicas de *Mesorhizobium ciceri* en la inoculación del cultivo de garbanzo maximizan la eficiencia en el uso de recursos y su posterior rendimiento.

OBJETIVOS GENERALES

- Evaluar la respuesta a la inoculación en garbanzo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la efectividad en la nodulación.
- Analizar la eficiencia en la fijación del nitrógeno de las diferentes cepas utilizadas.
- Contabilizar e identificar el total de nódulos establecidos en el sistema radical que se encuentran en actividad y contribuyen al balance nitrogenado del cultivo.
- Discriminar número y peso de nódulos generados por la población bacteriana de raíz primaria y raíces secundarias.
- Relación entre el rendimiento y la fijación de nitrógeno.

MATERIALES Y METODOS

A – CONDICIONES EXPERIMENTALES

Las experiencias se realizaron, en proximidad a la localidad de Río Cuarto (Provincia de Córdoba). En dos lotes manejados bajo siembra directa en los últimos 7 años se delimitó una parcela de 420 m², en cada uno de los dos sitios. El sitio 1 se radicó en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, de la Universidad Nacional de Río Cuarto, situado sobre Ruta 36, Km 601, Río Cuarto - Córdoba. Su ubicación geográfica es (33° 07' Latitud Sur, 64° 14' Longitud oeste y a 421 m.s.n.m.) El sitio 2 se radicó en un establecimiento agropecuario de la región ubicado geográficamente en los (33° 02' Latitud Sur, 64° 25' Longitud oeste y a 493 m.s.n.m.)

El clima del sitio experimental, está caracterizado por un régimen de precipitaciones monzónico, que concentra el 80% de las lluvias en el período que va desde octubre hasta abril. La precipitación media anual es de 784 mm para la serie 1981-2010 (Servicio de Agrometeorología, 2011).

El régimen térmico es mesotermal. La temperatura media del mes más cálido (enero) es de 22,4° C con una máxima absoluta de 41.6° C. La temperatura media del mes más frío (julio) es 9.9° C, con una mínima absoluta de -11.6° C. La amplitud térmica media anual es de 12.5° C (Servicio de Agrometeorología, 2012).

La fecha media de la primer helada es el 25 de mayo y de la última helada es el 12 de septiembre, siendo el período libre de heladas en promedio de 255 días (Seiler *et al.*, 1995).

Los suelos sobre los cuales se realizaron los ensayos están clasificados como hapludoles típicos, francos arenosos finos. En la toposecuencia, los suelos zonales predominantes son Haplustoles Típicos en las posiciones bajas y Haplustoles énticos en lomas y media lomas característico de la pedanía Río Cuarto (Cantero *et al.*, 1986).

Para tomar conocimiento de la fertilidad de los sitios, se recurrió a un análisis de suelo que consistió en la toma de muestras de los primeros 60 cm. de profundidad, utilizando un diseño de transectas diagonales (se discriminaron submuestras de 0-20 cm, 20-40 cm y 40-60 cm de profundidad) para poder determinar las siguientes variables: pH y conductividad eléctrica (1:2,5 suelo/agua)(Mc Lean 1982); Materia orgánica (método de Walkley-Blak, 1934); Fósforo (Bray y Kurtz, 1945); N-NO₃ por el método de reducción por cadmio (Lamberty Dubois, 1971).

Tabla 1: Características del sitio experimental.

Sitio 1	Campo Experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto
Tipo de suelo	Hapludol típico
Textura	Franco arenoso muy fino
Cultivo antecesor	Pastizal natural
Historia de inoculación	No
Contenido de P (ppm)	14
N-NO ₃ (0-20 cm) (ppm)	74,9
N-NO ₃ (40-60 cm) (ppm)	46,1
MO (%)	1,24
PH 1:1	6.5
Humedad acumulada hasta 1 m. de profundidad (mm) *	110

* DAP: 1,3 Tn/m³ – Humedad CC 24.8 % ^{V/V} – Humedad PMP ^{1/2} CC (Atlas de Suelos de la Provincia de Córdoba, 2006)

Tabla 2: Características del sitio experimental.

Sitio 2	Campo localidad Tres Acequias
Tipo de suelo	Hapludol típico
Textura	Franco arenoso muy fino
Cultivo antecesor	Maíz
Historia de inoculación	Si
Contenido de P (ppm)	12
N-NO ₃ (0-20 cm) (ppm)	116
N-NO ₃ (20-60 cm) (ppm)	40
MO (%)	1,74
PH 1:1	6.4
Humedad acumulada hasta 1 m. de profundidad (mm) *	110

* DAP: 1,3 Tn/m³ – Humedad CC 24.8 % ^{V/V} – Humedad PMP ^{1/2} CC (Atlas de Suelos de la Provincia de Córdoba, 2006)

B - CULTIVAR

Garbanzo variedad Chañarito S-156 (Ciclo de emergencia a cosecha: 150 días).

C – CEPAS

La cepa utilizada en todos los tratamientos fue *Mesorhizobium ciceri*, que en todos los inoculantes alcanza una concentración de 10^{10} unidades formadoras de colonia por ml (UFC/ml). Los inoculantes experimentales fueron provistos por Alejandro Peticari.

D - SUSTRATO

- Base turba
- Base líquida con adherentes protectores

E – TRATAMIENTO DE SEMILLAS

En todos los casos las semillas fueron tratadas con el fungicida Maxim (metalaxil y fludioxinil) a una dosis de 100 ml cada 100 kg de semilla.

Se realizaron los siguientes tratamientos:

- Tratamiento testigo (T1) solo se aplicó fungicida 100 ml cada 100kg de semilla.
- Tratamiento (T2 y T3) inoculantes formulados como sólidos a una dosis de 3 gramos cada 2 kg de semilla, teniendo en cuenta que previo al tratamiento se humedeció la semilla con agua libre de cloro (10 ml cada 2 kg de semilla).
- Tratamiento (T4) inoculante de base líquido: 25 ml cada 50 kg de semilla sumado el adherente protector a razón de 12,5 ml cada 50 kg de semilla.
- Tratamiento (T5) inoculante de base líquido: 200 ml cada 50 kg de semilla sumado el protector a razón de 25 ml cada 50 kg de semilla.

En todos los tratamientos de semillas (tanto inoculante como fungicida) se respetaron las dosis recomendadas en marbete.

F- DISEÑO EXPERIMENTAL DEL ENSAYO

Los distintos tratamientos se asignaron en bloques completos al azar con 5 tratamientos y tres repeticiones. Las dimensiones de las parcelas de cada tratamiento fueron de 1,4 metros de ancho por 20 metros de largo. La superficie total de cada tratamiento fue igual a 84 metros cuadrados. La superficie total del ensayo fue de 420 metros cuadrados, dato válido para el ensayo ubicado en el sitio uno y en el sitio dos. En la tabla 3 se muestra un esquema de distribución de los tratamientos a campo.

Tabla 3: Esquema de distribución de los tratamientos

Sitio 1 (Campo Experimental Río Cuarto)

Repeticiones	Parcela 1					Parcela 2					Parcela 3				
Nº de bloques	Tratamientos														
Bloque A	3	5	4	1	2	3	1	5	4	2	4	5	1	3	2
Bloque B	5	1	3	4	2	5	1	2	4	3	3	5	2	1	4
Bloque C	1	4	2	3	5	4	5	1	2	3	4	1	2	3	5

Tabla 4: Esquema de distribución de los tratamientos

Sitio 2 (Tres Acequias)

Repeticiones	Parcela 1					Parcela 2					Parcela 3				
Nº de bloques	Tratamientos														
Bloque A	1	4	2	5	3	2	3	1	5	4	5	3	2	4	1
Bloque B	1	4	2	3	5	1	5	2	4	3	1	2	4	3	5
Bloque C	3	5	4	2	1	5	2	3	1	4	4	2	1	5	3

G – SIEMBRA Y FERTILIZACION

El cultivo fue sembrado el día 28 de junio del 2011 en el sitio 1, con una sembradora experimental de dos surcos que contaba con sistema de dosificación mecánica y el día 8 de junio del 2011 en el sitio 2, con una sembradora agrometal de 9 surcos distanciados a 0,525 metros, con dosificación mecánica. La siembra se realizó bajo la técnica de labranza cero, a una densidad de 34.3 semillas por metro cuadrado en ambos ensayos. Al momento de la siembra no se fertilizó con fósforo ni con ningún otro nutriente.

H – EVALUACIONES REALIZADAS

Los principales datos obtenidos y determinaciones realizadas fueron:

- Número de nódulos por planta en la fase de siete hojas multifoliadas(V-7);
- Número de nódulos por planta en la fase de una flor visible (R-1);
- Materia seca aérea por planta en la fase de siete hojas multifoliadas(V-7);
- Materia seca aérea por planta en la fase de una flor visible (R-1);
- Materia seca radical por planta en la fase de siete hojas multifoliadas (V-7);
- Materia seca radical por planta en la fase de una flor visible (R-1);
- Materia seca nodular por planta en las fase de siete hojas multifoliadas (V-7);

(Se tomaron muestras de material, secándolas en estufa a 105 °C, hasta peso constante. Los datos de las muestras se expresaron en gramos por planta).

- Fenología del cultivo: se siguió la clave Grow Stages of Chickpea, *Cicer arietinum* L. H. F. Schawartz (Colorado state university) and M.A.C. Langham (South Dakota State University *et al.*, 1980) identificando cada estadio fenológico mediante la observación de la morfología externa de la planta, registrándose las fechas de ocurrencia de cada estadio.
- Cuantificación de los componentes del rendimiento del cultivo: en la fase de madurez fisiológica se recolectaron muestras de un metro cuadrado por tratamiento.
- Rendimiento en kilogramo por hectárea de grano seco, se determinó mediante la cosecha manual de cascabullos en tres muestras de un metro cuadrado por tratamiento.

I – ANALISIS DE DATOS

Con los datos obtenidos se realizó el análisis estadístico a través de ANOVA (análisis de varianza) y las medias comparadas con la prueba de Duncan con un nivel de significancia de 5 % ($p = 0,05$) (Di Renzo *et al.*, 2012)

El análisis estadístico se realizó usando el software InfoStat (InfoStat, 2010)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CARACTERIZACION DE LA CAMPAÑA 2011

La campaña 2011, en general transitó por un escenario de déficit hídrico marcado (200 mm menos que la media), ya que las precipitaciones anuales no alcanzaron la media para la región central del país (figura 1).

En el gráfico de temperaturas mínimas (figura 4) se puede observar la recurrencia e incidencia de heladas desde el momento de la siembra hasta los primeros días del mes de setiembre.

En lo particular para los meses de agosto, setiembre y octubre se observa una recarga de humedad y los valores pluviométricos superan a la media mensual de dichos meses. Luego de pasar la época de floración del cultivo los valores pluviométricos descienden, en tanto que aumenta la demanda atmosférica por evapotranspiración.

La totalidad de precipitaciones en el ciclo del cultivo fueron menores a los promedios históricos, con un acumulado de 315 mm dicho valor fue calculado desde el 8 de junio (momento de siembra) hasta el 28 de diciembre (momento de evaluación de rendimiento) (figura 1).

Las temperaturas medias mensuales siempre se mantuvieron por encima del promedio mensual histórico, esto genera un escenario térmico desfavorable para la definición del rendimiento del cultivo (figura 5).

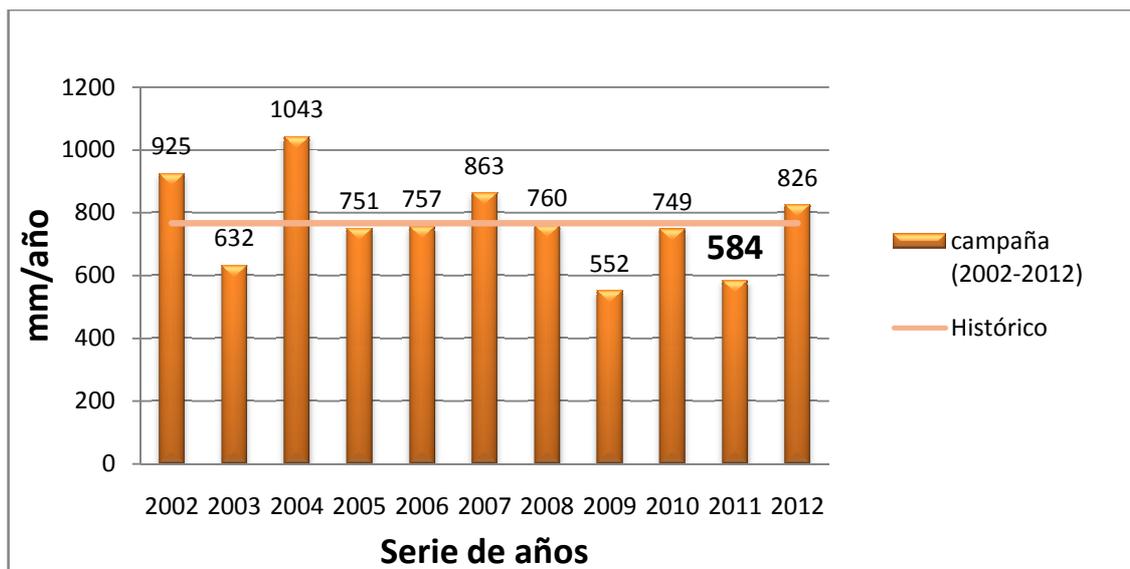


Figura 1: Precipitaciones medias anuales histórica y ocurridas durante las campañas (2002 – 2012) en Río Cuarto (Servicio de Agrometeorología, 2011)

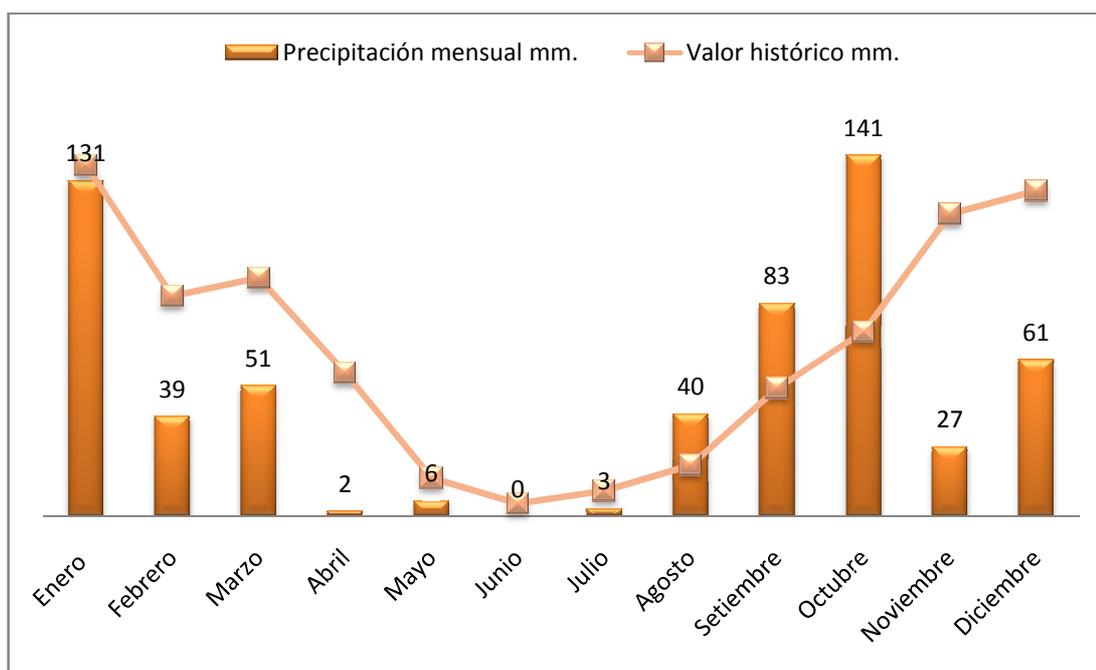


Figura 2: Precipitaciones medias mensuales históricas y ocurridas durante la campaña 2011 en Río Cuarto (Servicio de Agrometeorología, 2011)

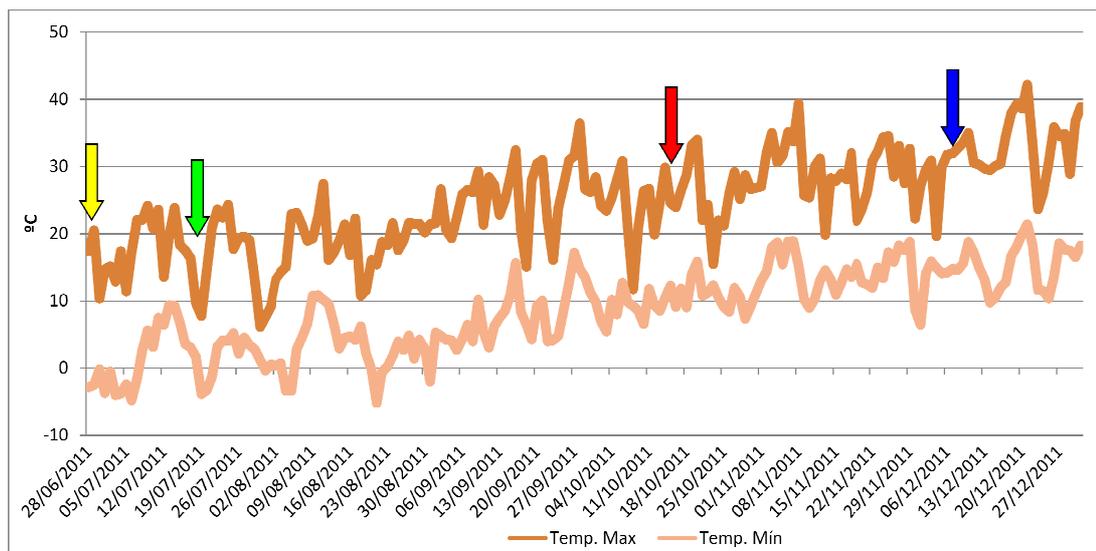


Figura 3: Temperatura máximas, mínimas y fases fenológicas del garbanzo, ocurridas durante la campaña 2011 en Río Cuarto (Servicio de Agrometeorología, 2011)

Tabla 5 : Etapas y fases fenológicas en el cultivo.

Siembra	28/06/2011
Emergencia	24/07/2011
Floración	26/10/2011
Cosecha	15/12/2011

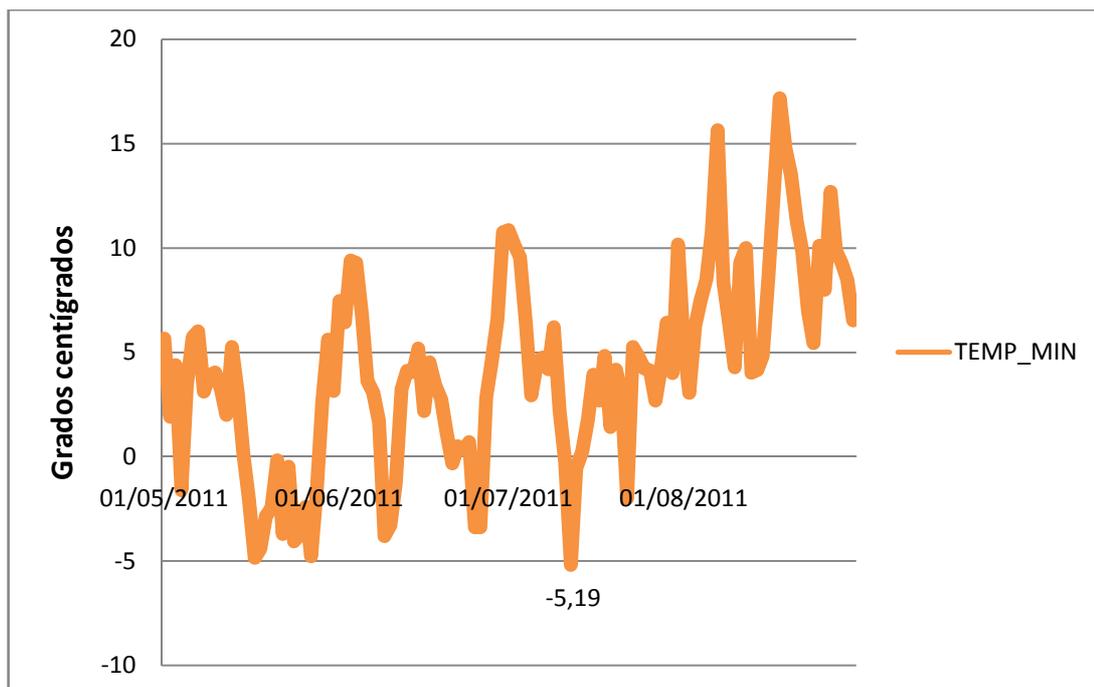


Figura 4: Temperatura mínimas ocurridas durante la campaña 2011 en Río Cuarto (Servicio de Agrometeorología, 2011)

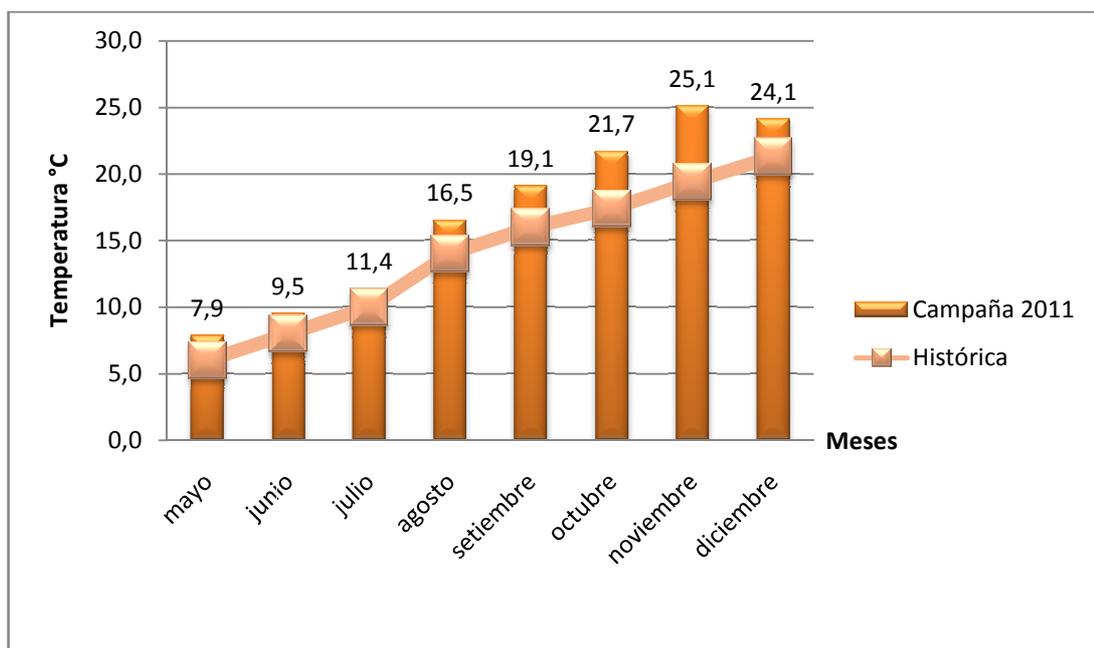


Figura 5: Temperatura Medias mensuales históricas y ocurridas durante la campaña 2011 en Río Cuarto (Servicio de Agrometeorología, 2011)

DETERMINACIONES EN ESTADIO FENOLOGICO V 7

1- NÚMERO Y PESO DE NÓDULOS.

La respuesta de la incorporación de cepas específicas de *Mesorhizobium ciceri* en el cultivo, se visualiza en las siguientes figuras, ya que existen diferencias entre los tratamientos testigo sin inoculante y los demás tratamientos inoculados dentro del componente número de nódulos en raíz principal por planta. Las demás variables como número de nódulos en raíces secundarias y peso seco de nódulos, no presentan diferencias estadísticamente significativas en el Sitio 1 del Campo Experimental sin historia de inoculación en garbanzo.

En el caso particular del sitio 2 que tiene historial de garbanzo, pudimos observar que las variables número de nódulos en raíz principal por planta, número de nódulos en raíces secundarias por planta y peso seco de nódulos no presentaron diferencias estadísticamente significativas, esto debido a que la población de *Mesorhizobium ciceri* en el suelo aumenta la competencia por la colonización de la rizósfera, ya que se observa un incremento de nódulos en raíces secundarias y además el tratamiento testigo sin inoculante sufrió la colonización por cepas naturalizadas.

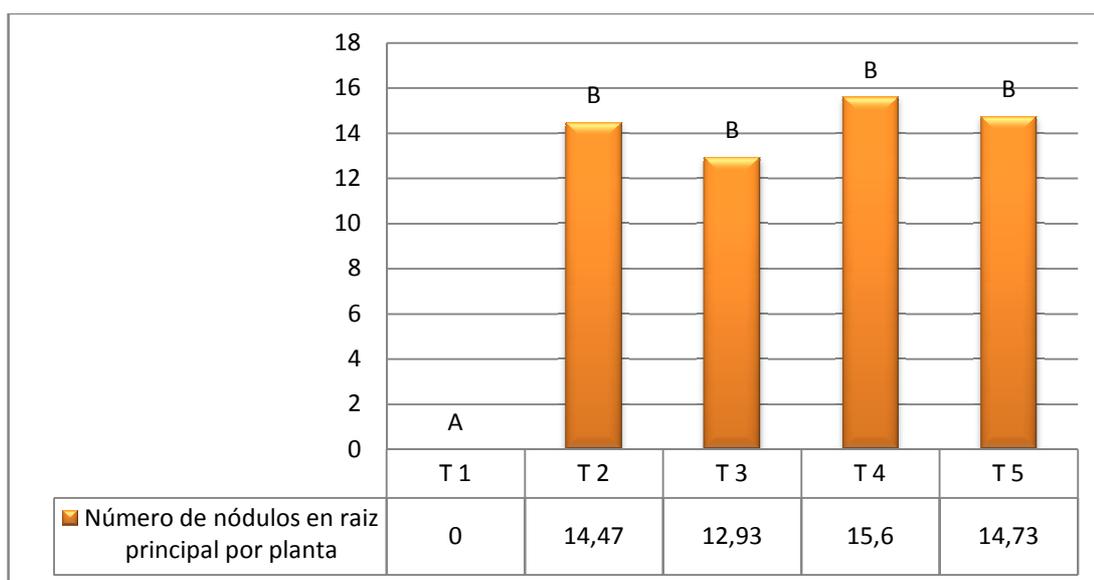


Figura 6: Número de nódulos en raíz principal por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

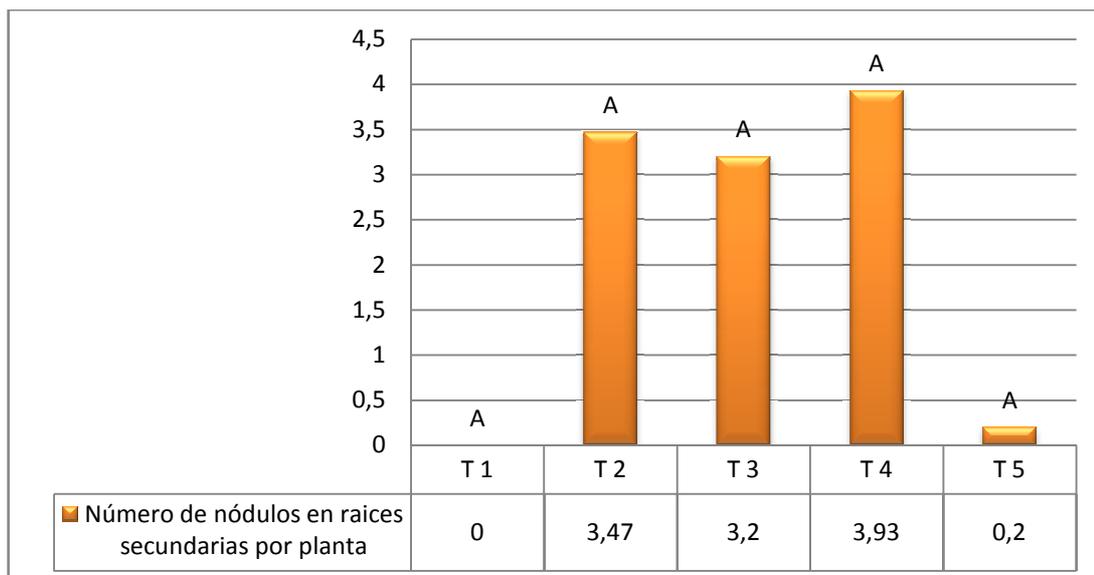


Figura 7: Número de nódulos en raíces secundarias por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

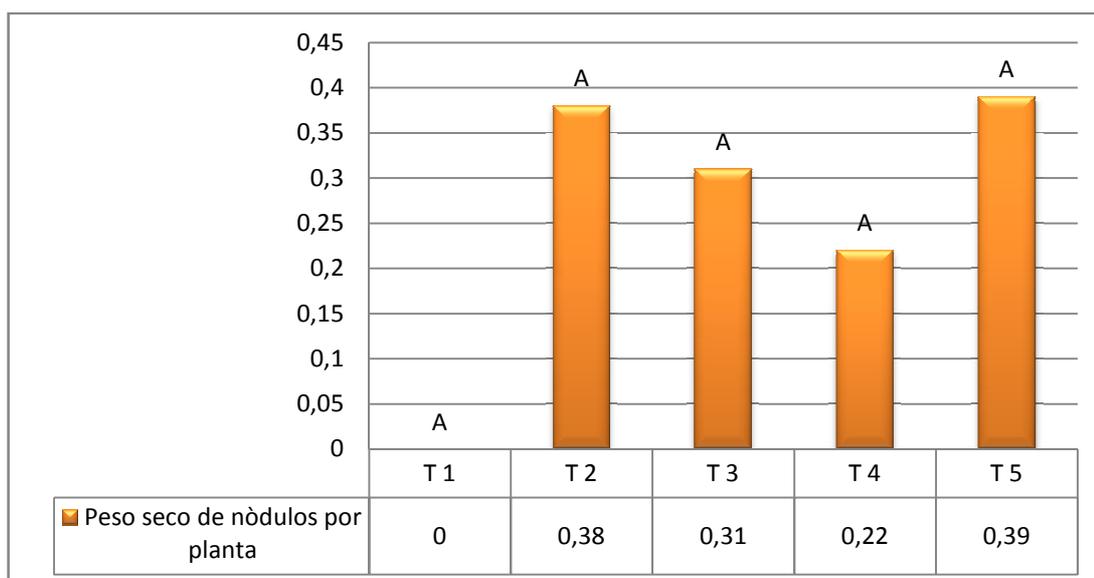


Figura 8: Peso seco nodular por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

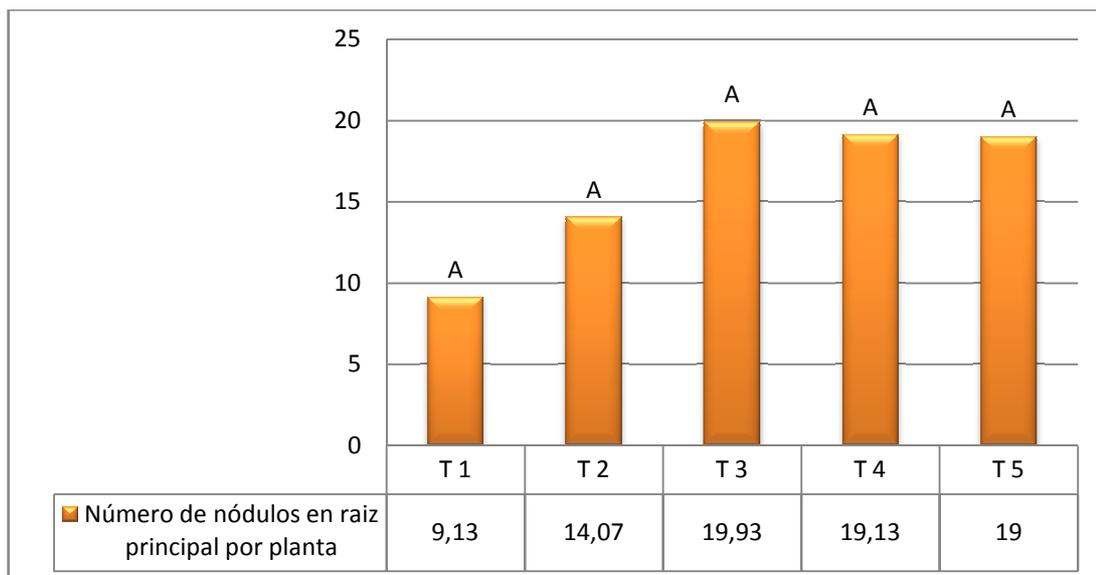


Figura 9: Número de nódulos en raíz principal por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

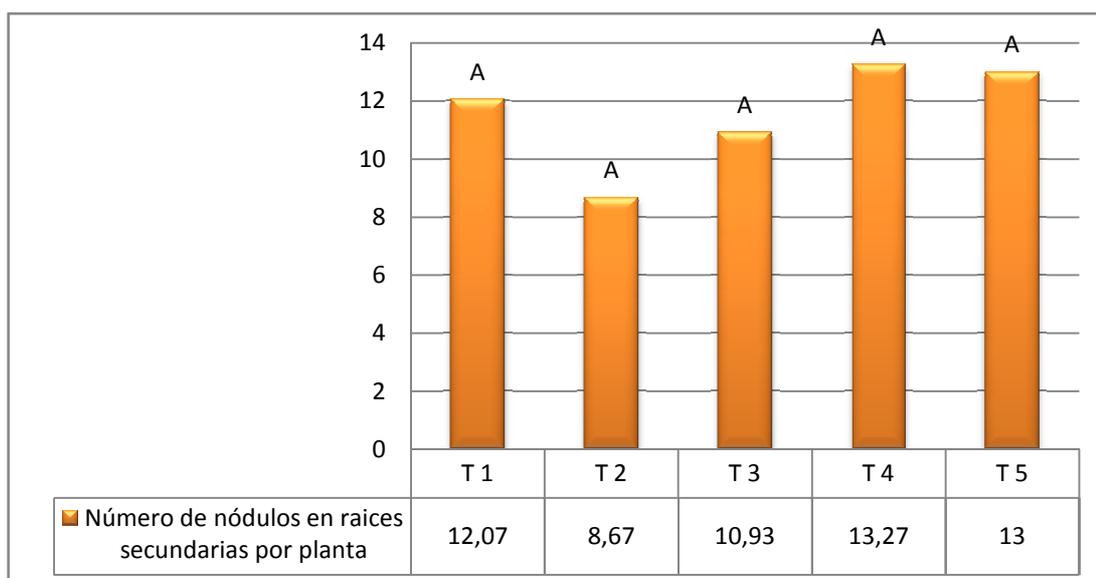


Figura 10: Número de nódulos en raíces secundarias por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

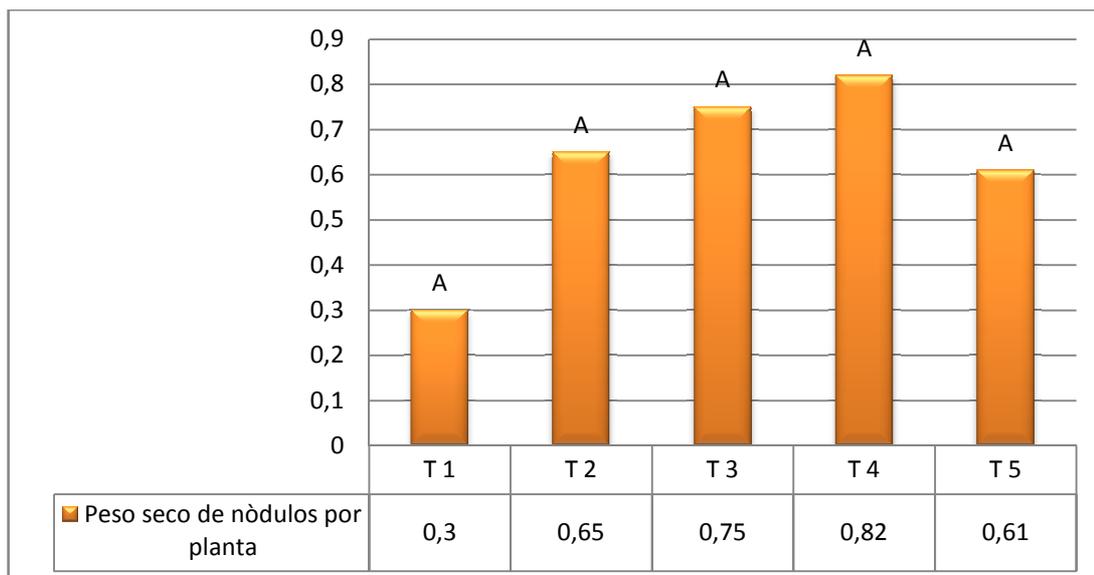


Figura 11: Peso seco nodular por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

1- PESO SECO AÉREO

En el análisis de esta variable, se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas en la cantidad de materia seca por planta, pero si se observa que los tratamientos inoculados presentaron los mayores valores para esta variable, lo cual indica que el balance nitrogenado dentro de la planta comienza a ser diferente al tratamiento sin inoculante, en los dos casos arrojó el menor valor de dicha variable.

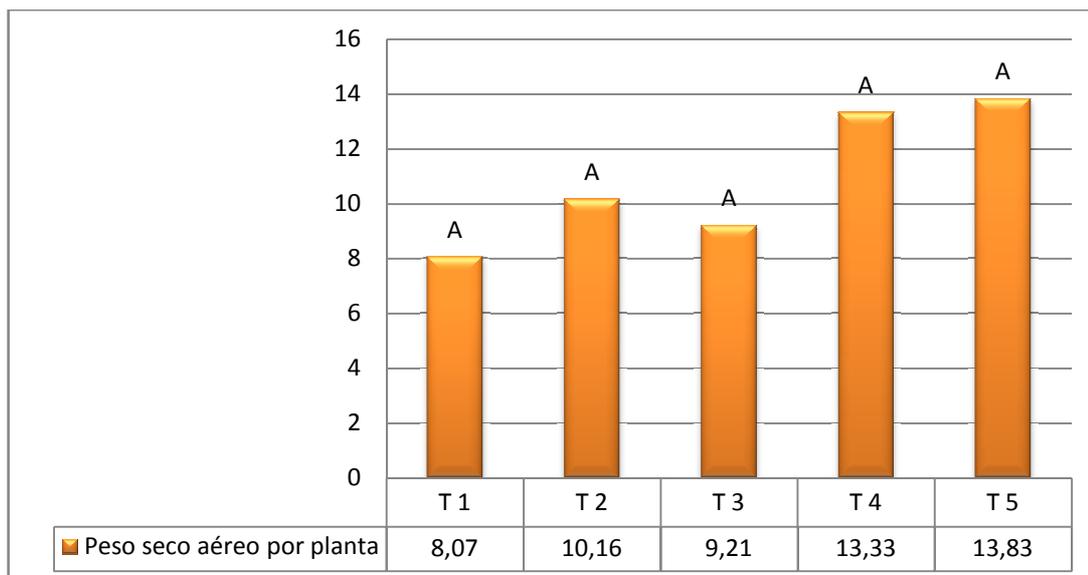


Figura 12: Peso seco aéreo por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan

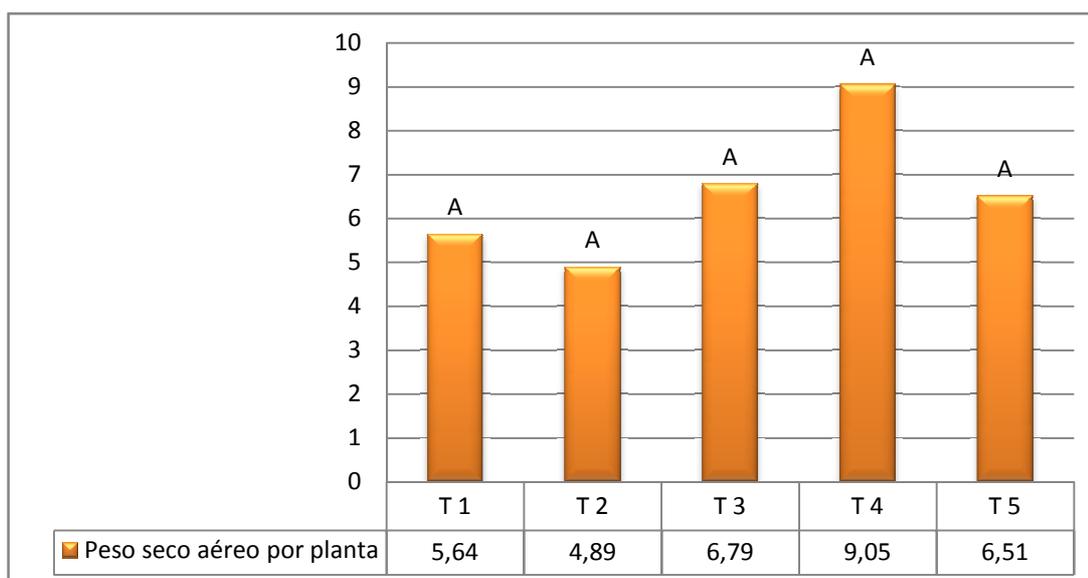


Figura 13: Peso seco aéreo por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

2- PESO SECO RADICAL

Analizando la variable peso seco radical para las dos localidades, se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas en la variable peso seco radical, lo cual nos indica que la captación de recursos como agua y nutrientes no difiere entre tratamientos.

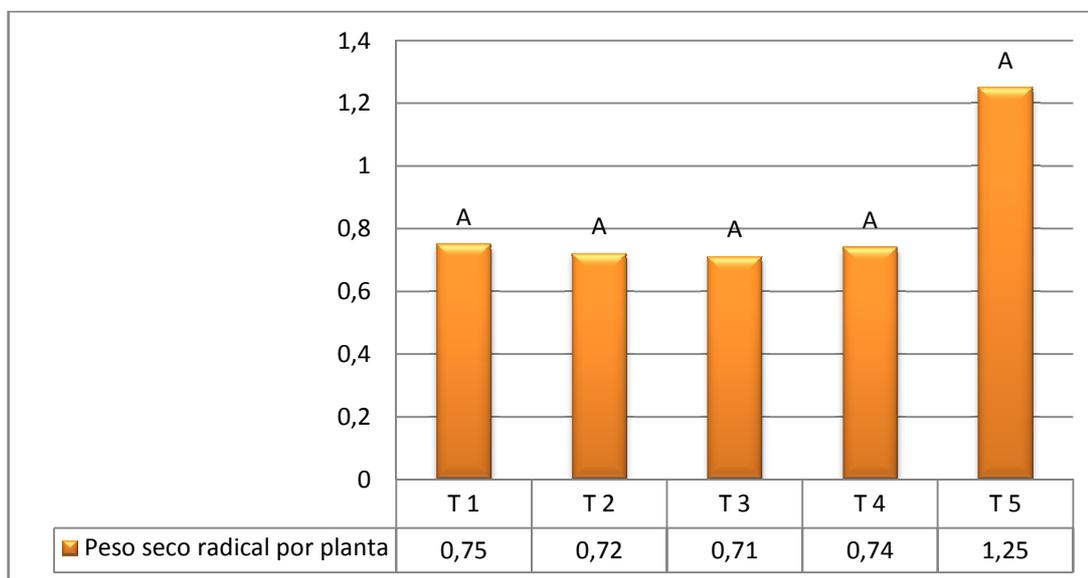


Figura 14: Peso seco radical por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

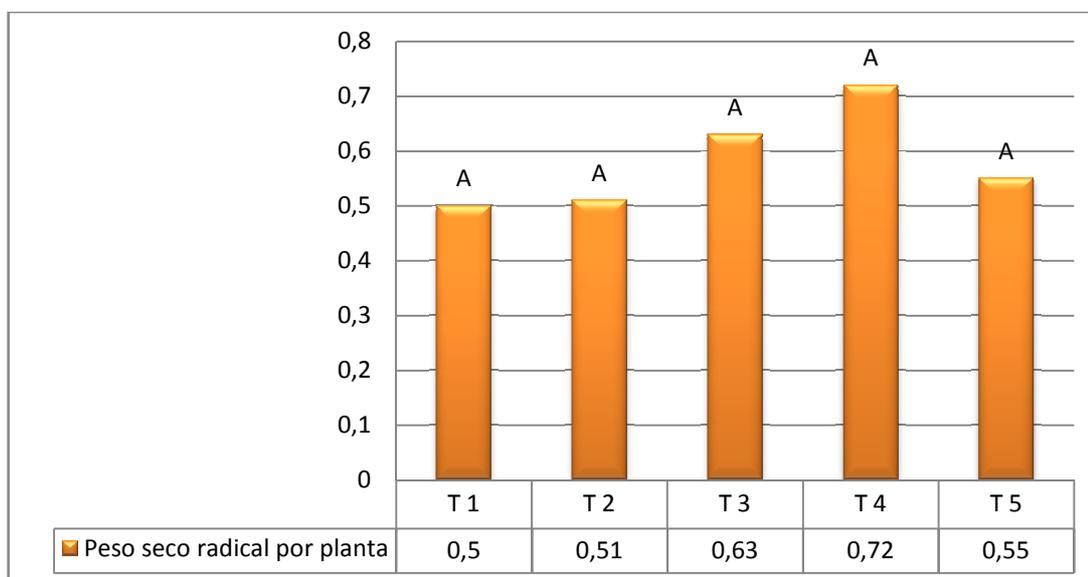


Figura 15: Peso seco radical por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

DETERMINACIONES EN ESTADIO FENOLOGICO R 1

3- NÚMERO Y PESO DE NÓDULOS

Se observa en las figuras 6, 7, 8 y 9 que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos que se inocularon a la siembra y los tratamientos testigos sin inoculación.

En la figura 10 se observa la influencia que tiene en la rotaciones anteriores, cultivos de garbanzo con inoculación, ya que el tratamiento testigo sin inoculante sufrió la colonización de cepas naturalizadas en las raíces secundarias fenómeno ya observado en el estadio V7, con lo cual no se observaron diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos.

El análisis de la variable peso seco de nódulos en el ensayo de Tres Acequias arrojó que no existen diferencias estadísticamente significativas, esto debido a la interacción de las cepas naturalizadas de *Mesorhizobium ciceri*.

Los resultados de las variables: peso seco radical (Tres Acequias), peso seco aéreo (Tres Acequias y Campo Experimental Río Cuarto) arrojaron diferencias estadísticamente no significativas.

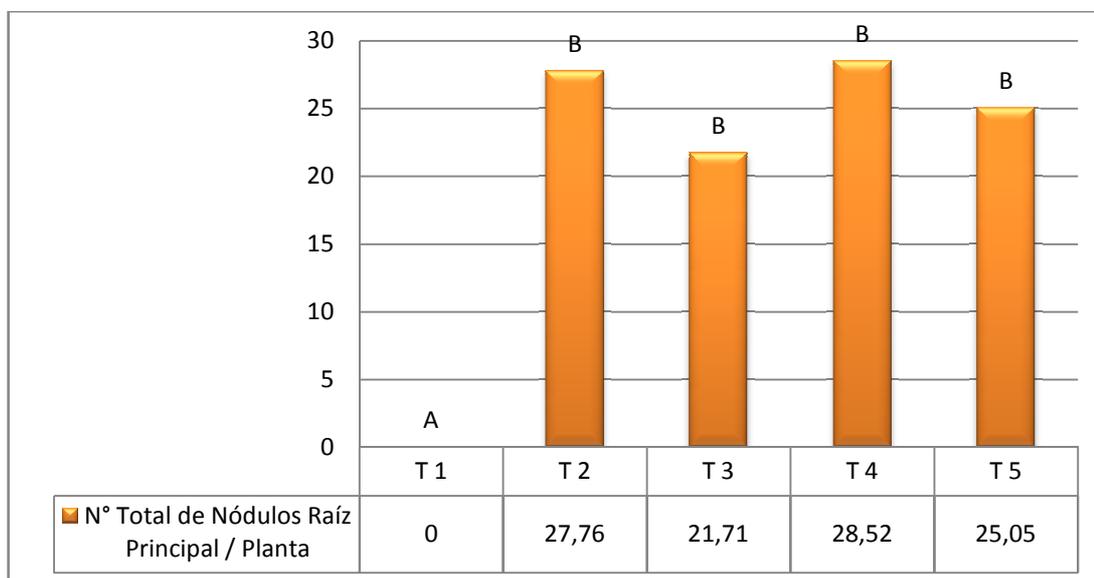


Figura 16: Número de nódulos en raíz principal por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

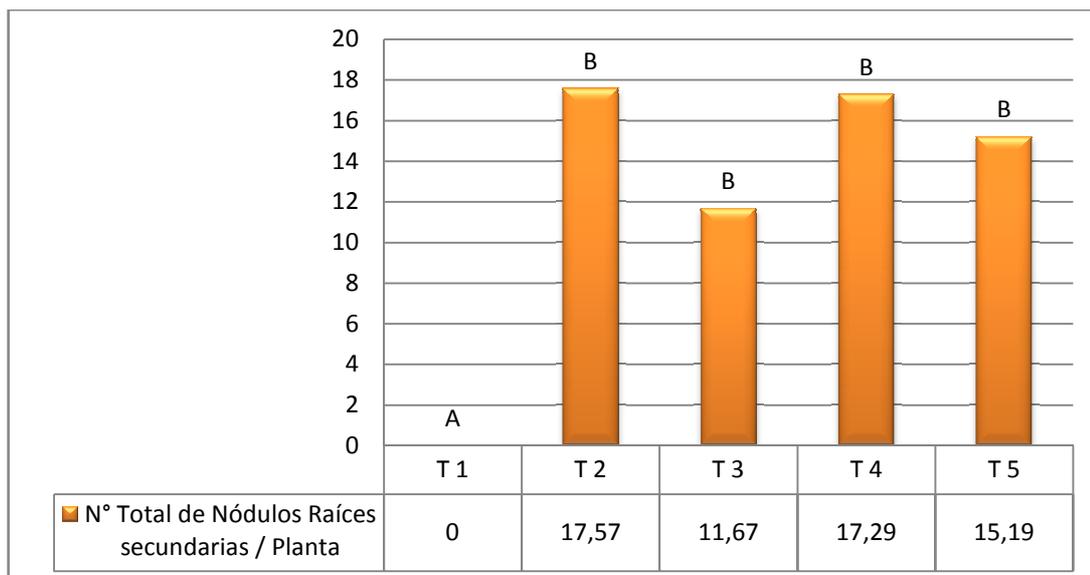


Figura 17: Número de nódulos en raíces secundarias por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

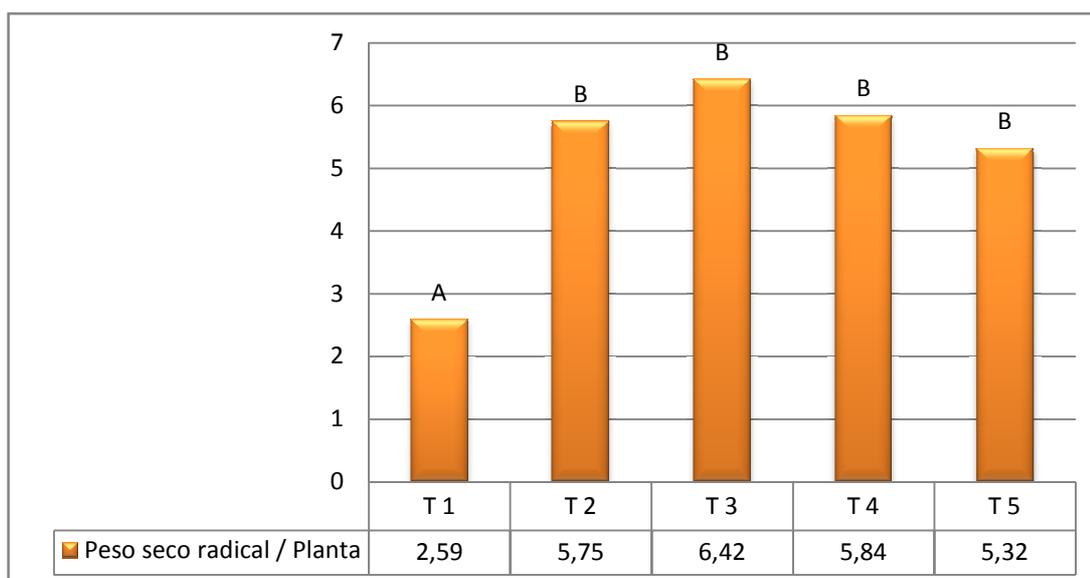


Figura 18: Peso seco radical por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

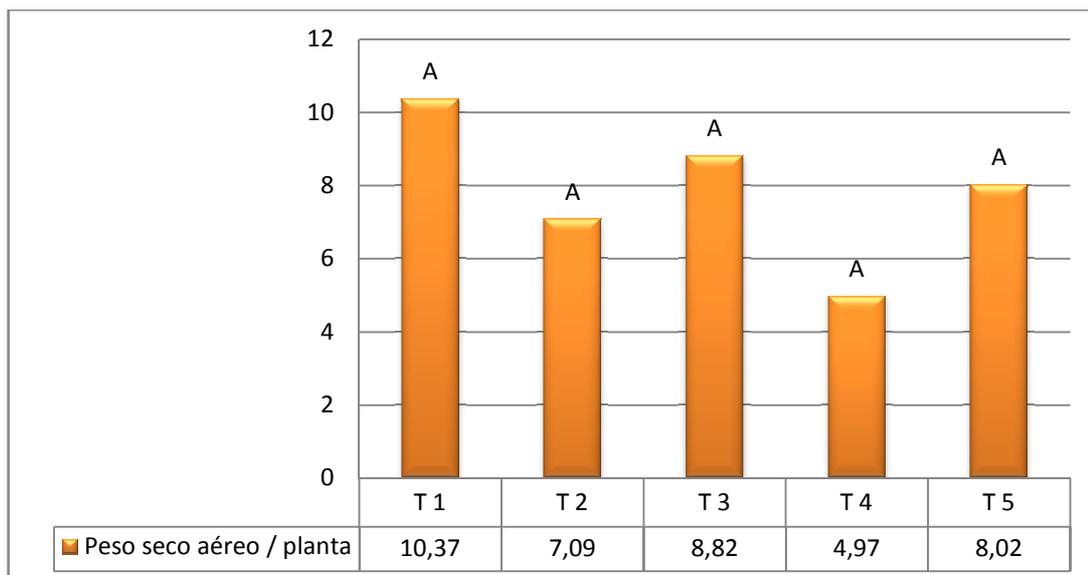


Figura 19: Peso seco aéreo por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

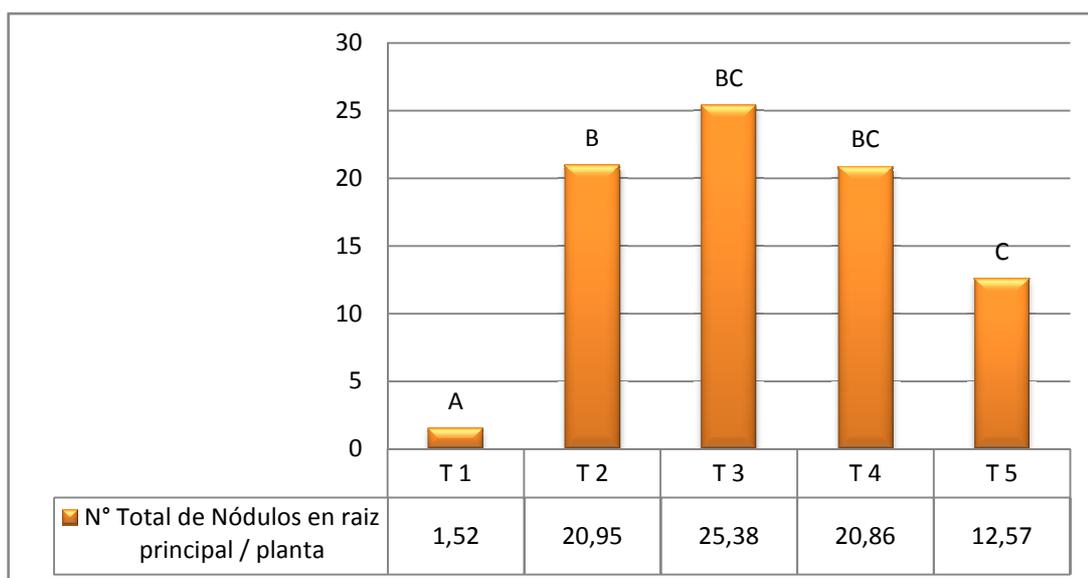


Figura 20: Número de nódulos en raíz principal por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

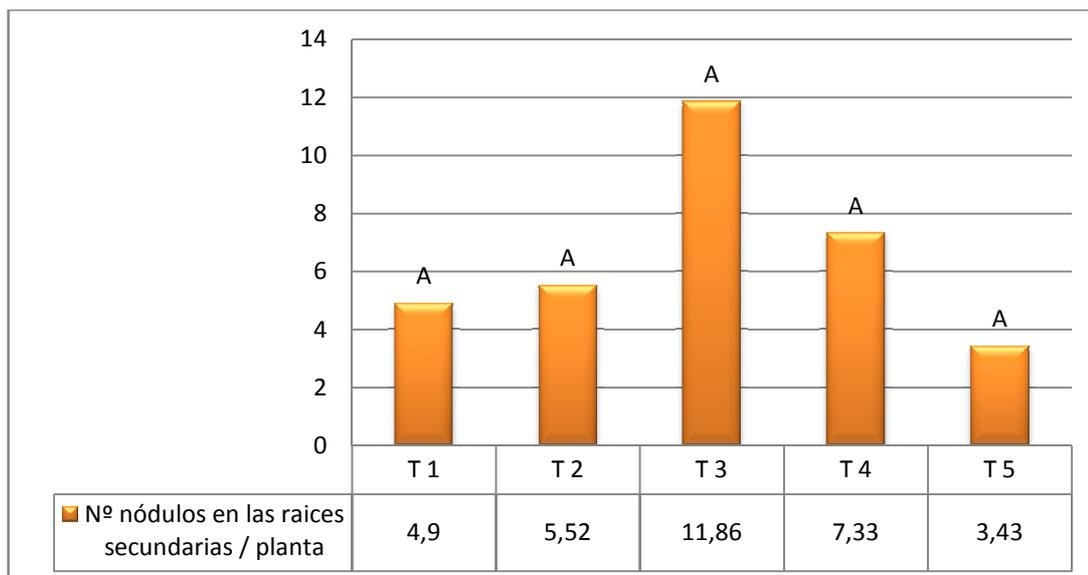


Figura 21: Número de nódulos en raíces secundarias por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

4-PESO SECO AÉREO Y RADICAL

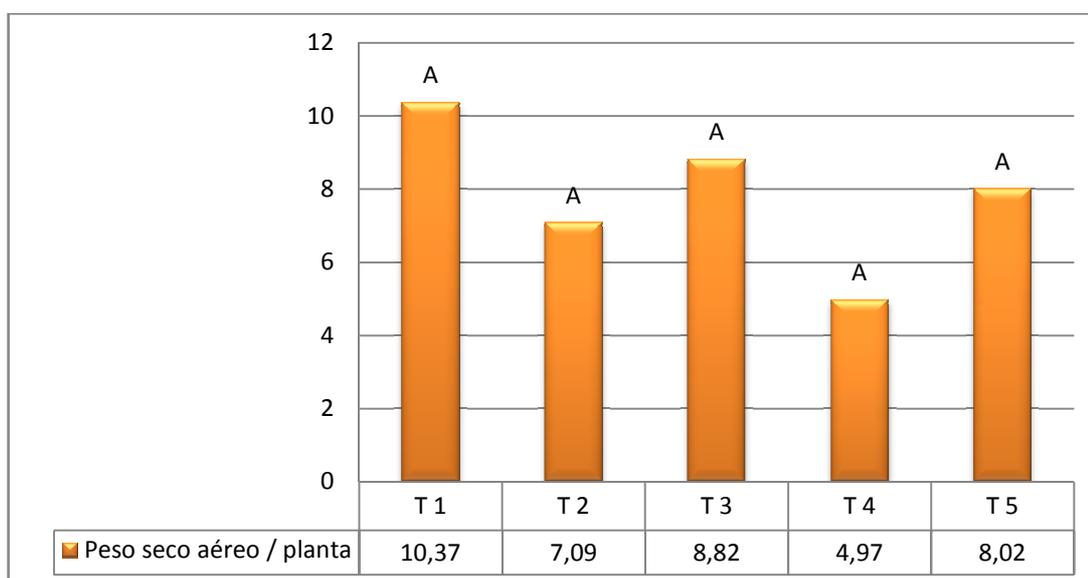


Figura 22: Peso seco aéreo por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

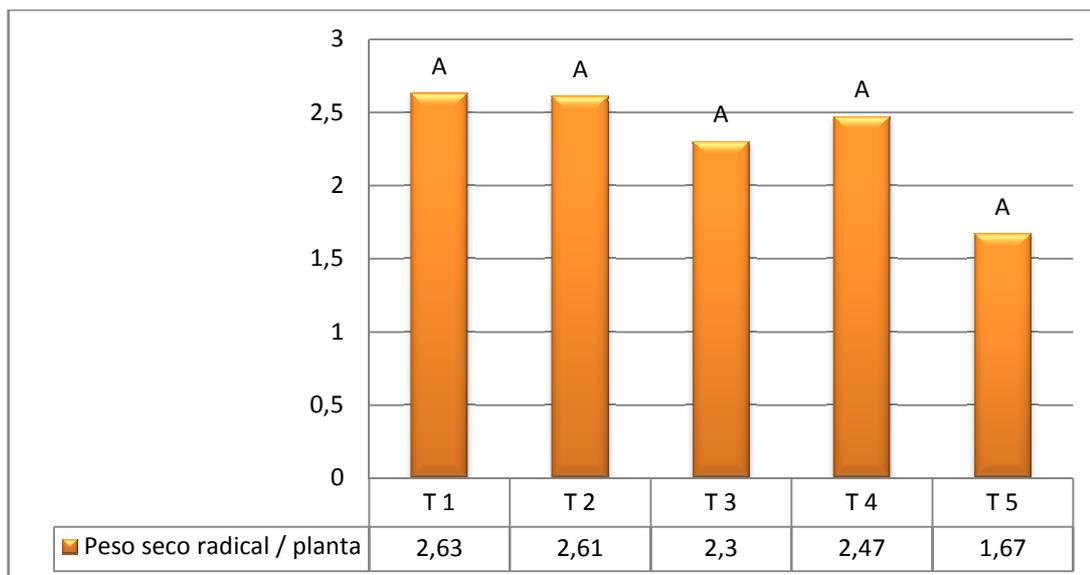


Figura 23: Peso seco radical por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

COMPARACIONES ENTRE LAS MEDICIONES REALIZADAS EN LOS ESTADIOS FENOLOGICOS V-7 Y R-1.

Para las condiciones experimentales del sitio 1 del Campo Experimental, Río Cuarto la comparación del número de nódulos por planta en los dos estadios fenológicos indica que la mayor parte de los nódulos están localizados en cercanías a la raíz principal.

En el estadio de floración se ve un crecimiento de la masa nodular de raíces secundarias, pero siempre inferior a la tasa de incremento que presentaron los nódulos en la raíz principal. El tratamiento testigo no presenta nódulos en ningún estadio fenológico, con lo que analizando la figura de peso seco radical podemos afirmar que el balance nitrogenado en dicho tratamiento fue deficiente ya que en todos los tratamientos con inoculantes se observa un incremento del peso radical por planta, en el caso de la materia seca aérea no se observan diferencias entre los diferentes tratamientos.

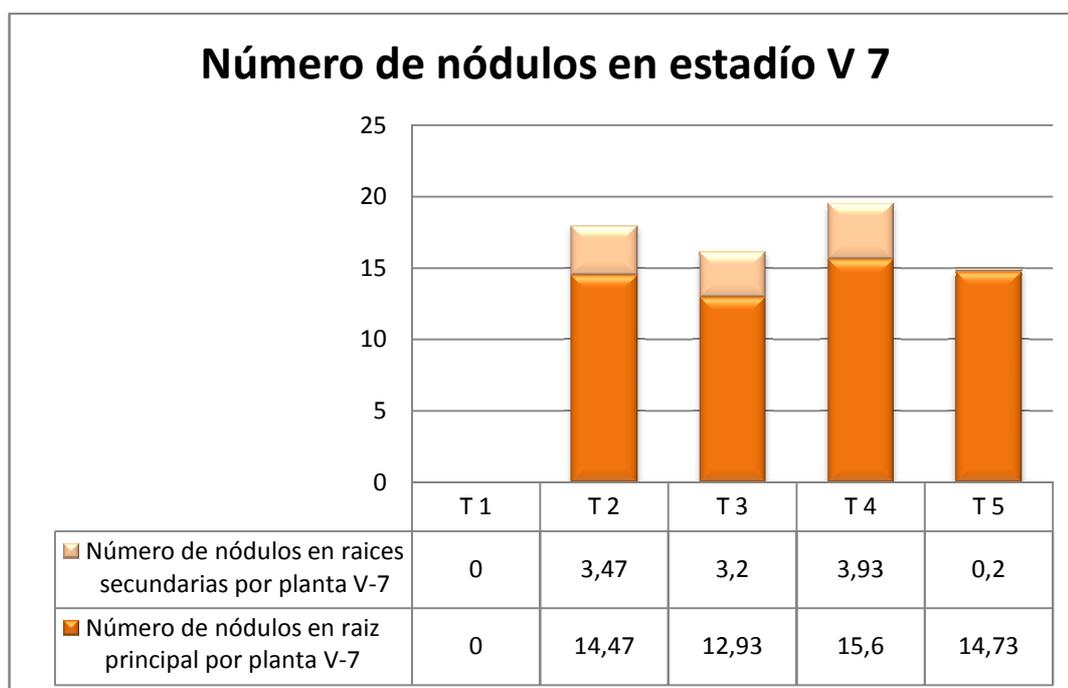


Figura 24: Número de nódulos en raíz principal y secundaria por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

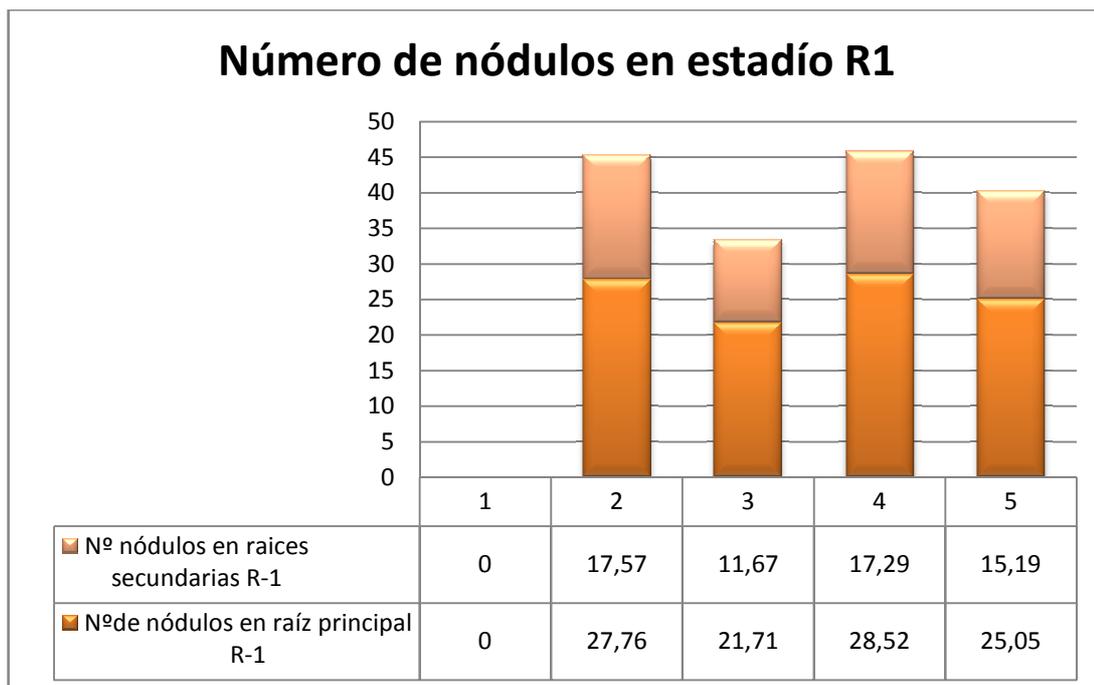


Figura 25: Número de nódulos en raíz principal y secundaria por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

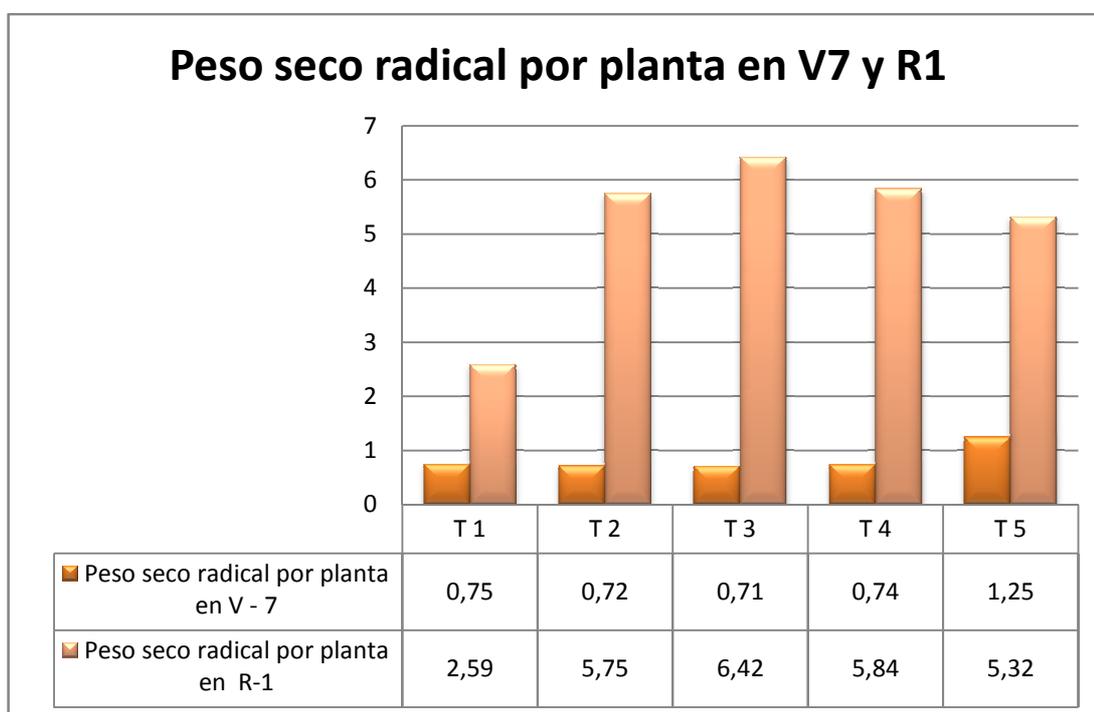


Figura 26: Peso seco radical por planta en estadio fenológico V-7 y R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

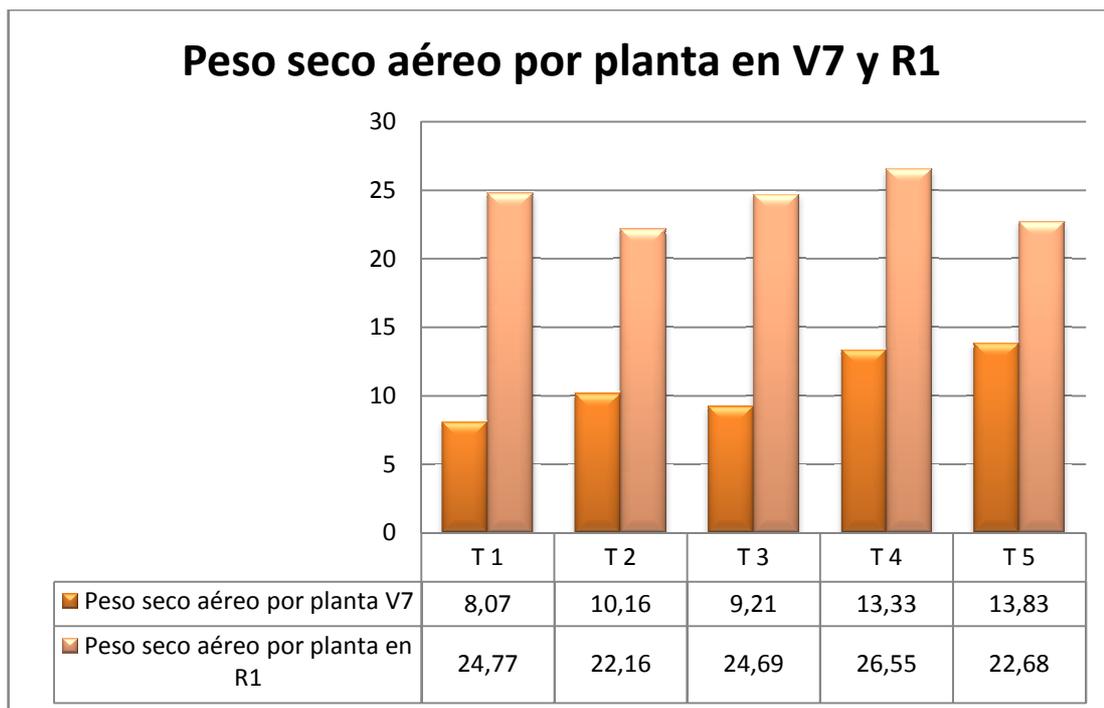


Figura 27: Peso seco aéreo por planta en estadio fenológico V-7 y R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Río Cuarto. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

Analizando las distintas variables en el sitio 2, podemos observar que en comparación con un sitio sin historial de inoculación, aumentan las poblaciones de bacterias en raíces secundarias en (T1) y aumenta el número de nódulos en dicha posición.

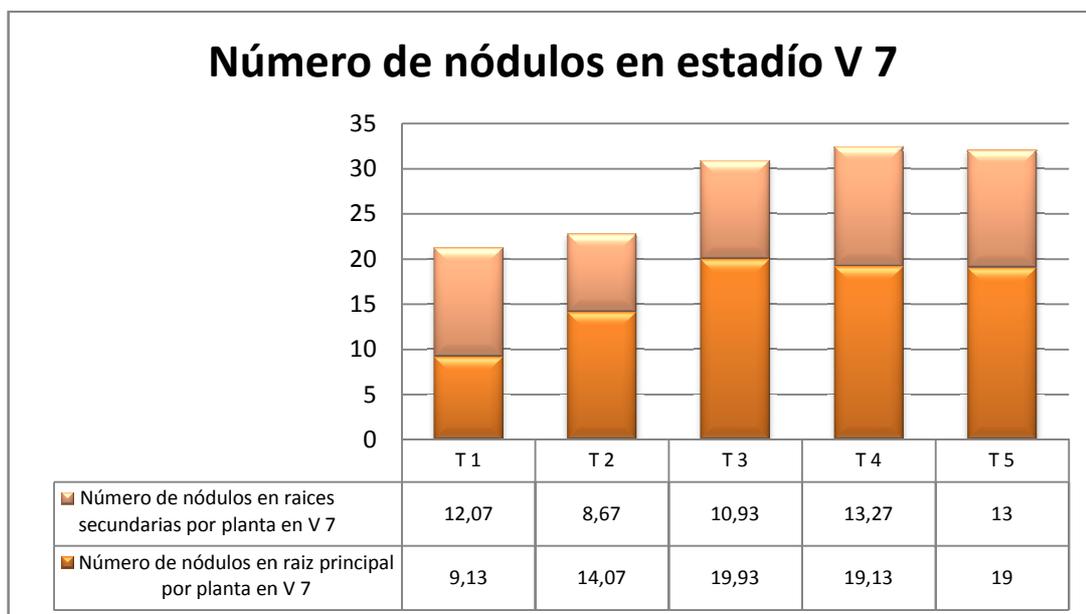


Figura 28: Número de nódulos en raíz principal y secundaria por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

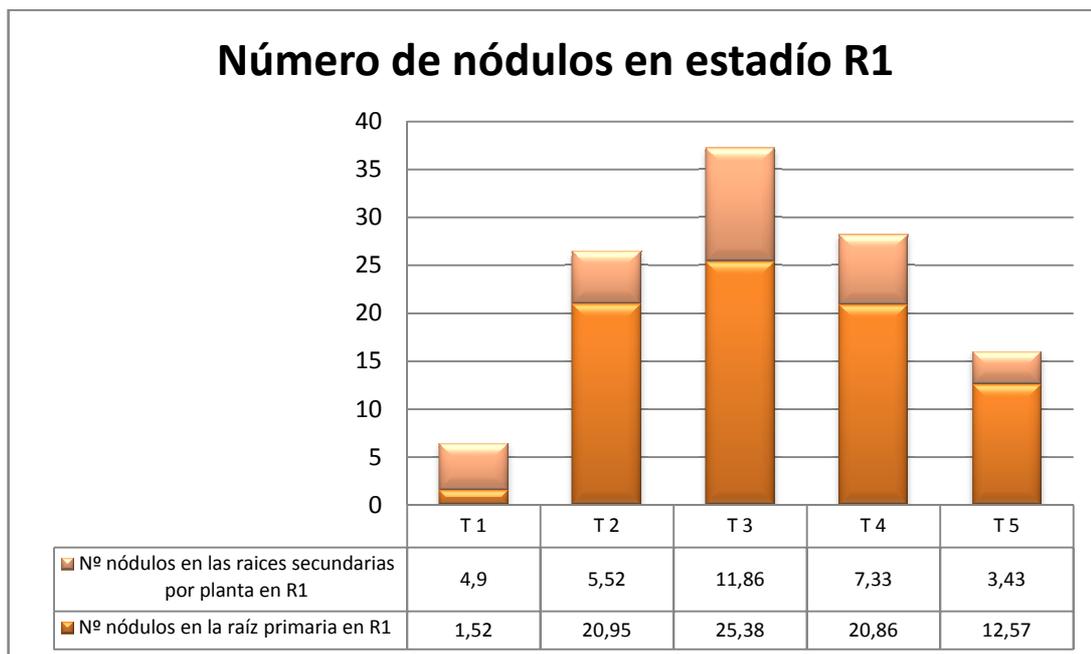


Figura 29: Número de nódulos en raíz principal y secundaria por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

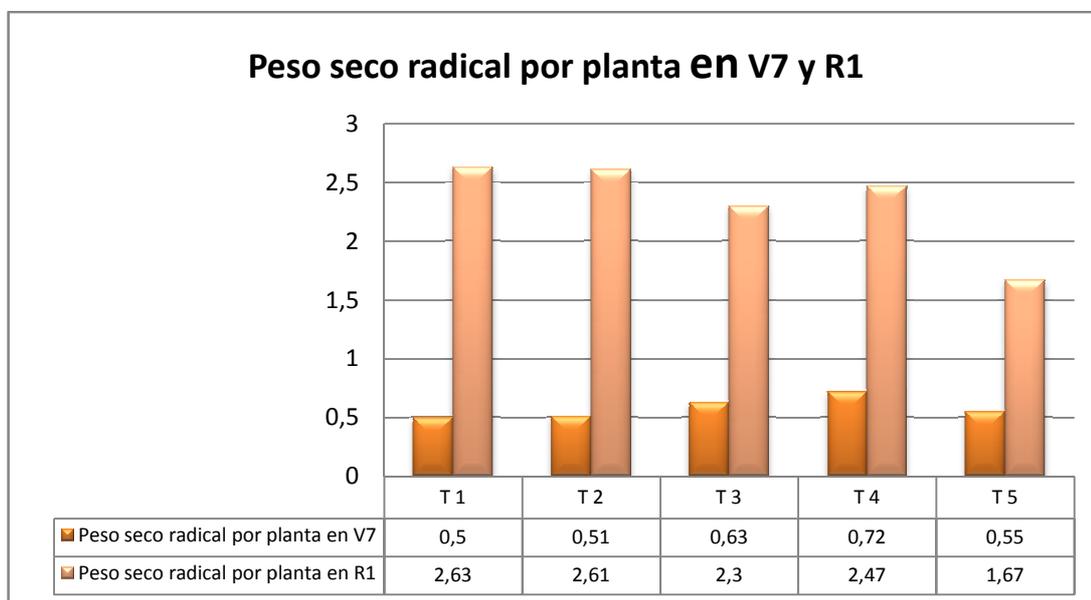


Figura 30: Peso seco radical por planta en estadio fenológico V-7 y R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

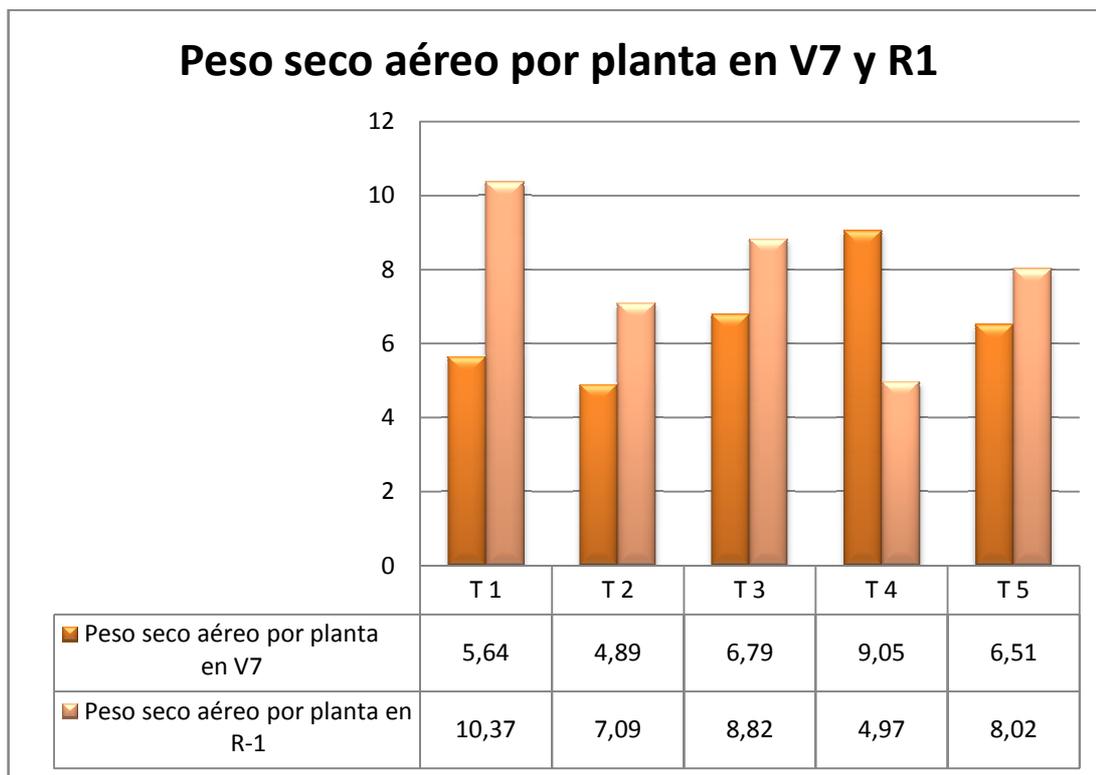


Figura 31: Peso seco aéreo por planta en estadio fenológico V-7 y R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011 Tres Acequias. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

La mayor nodulación observada en los tratamientos inoculados (figura 28 y 29) no se expresó en el peso seco radical, ni en el peso seco aéreo en los estadios V7 y R1.

DETERMINACIONES EN ESTADIO FENOLOGICO R 8

1-NÚMERO DE GRANOS POR METRO CUADRADO

Existen diferencias significativas entre tratamientos para el componente número de granos por metro cuadrado, en ambos sitios experimentales. En el caso de Río Cuarto el T3 presentó el mayor número de granos mientras que el testigo sin inoculante fue el de menor número. Los demás inoculantes formaron un número similar de granos, pero siempre superando al valor del tratamiento testigo.

En el caso de Tres Acequias ocurre algo similar, siendo que el tratamiento cinco presentó el mayor número de granos por metro cuadrado y el tratamiento testigo sin inoculación obtuvo el menor número de granos, además los demás tratamiento siempre estuvieron por encima del testigo.

Particularmente este componente del rendimiento es el que determina el rendimiento, ya que es el más afectado por condiciones ambientales, no tanto así el peso de los granos que está bajo influencia genética en una gran medida, es por ello que no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la variable peso de cien granos.

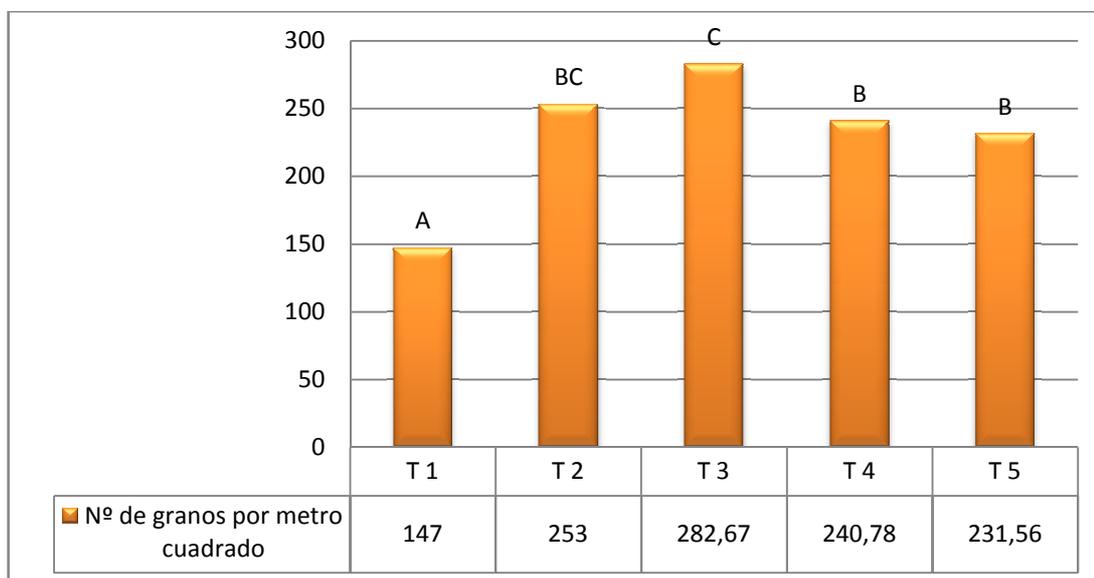


Figura 32: Número de granos por metro cuadrado en estadio de madurez fisiológica, campaña 2011 Río Cuarto. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

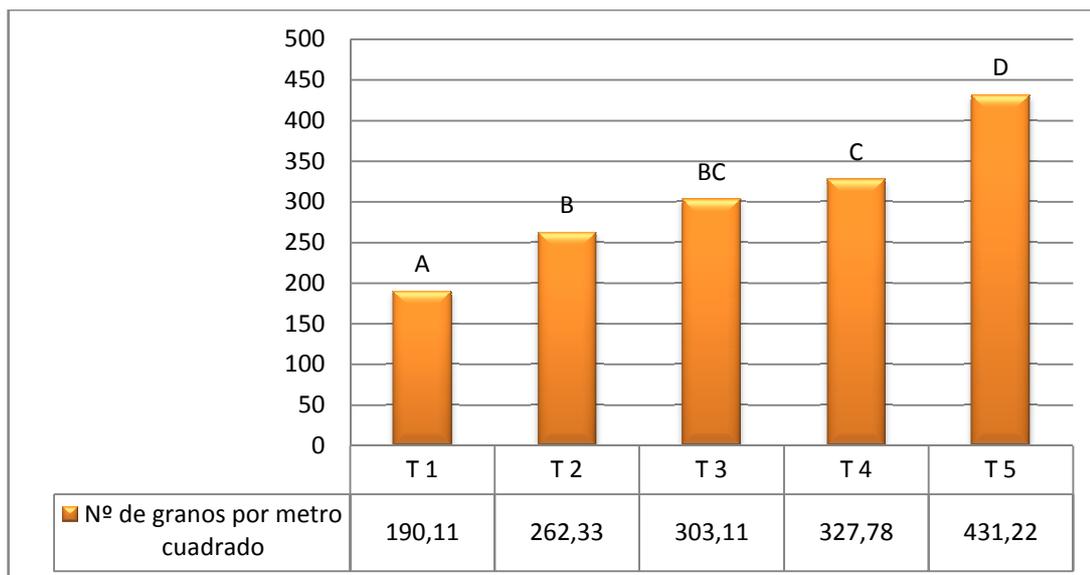


Figura 33: Número de granos por metro cuadrado en estadio de madurez fisiológica, campaña 2011 Tres Acequias. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

2-PESO DE 100 GRANOS

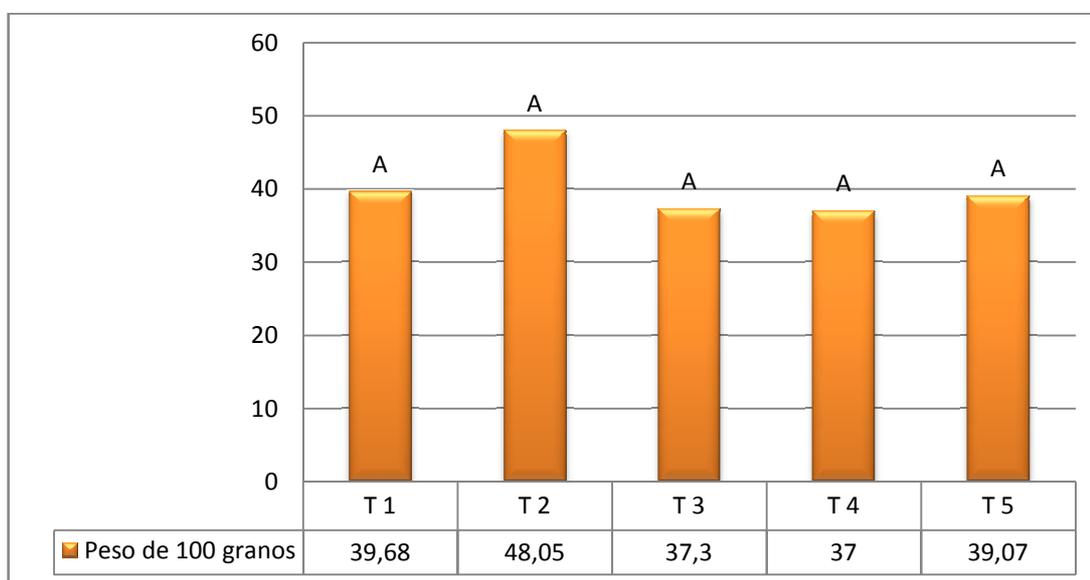


Figura 34: Peso de 100 granos en estadio de madurez fisiológica, campaña 2011 Río Cuarto. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

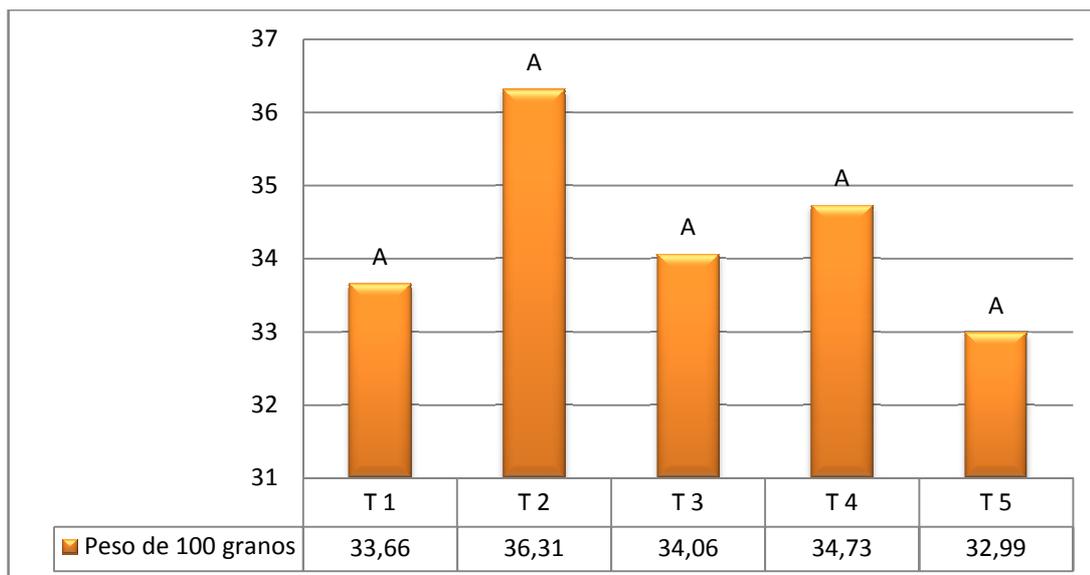


Figura 35: Peso de 100 granos en estadio de madurez fisiológica, campaña 2011 Tres Acequias. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

3-RENDIMIENTO

Para esta variable y siguiendo el lineamiento observado en el número de granos por metro cuadrado, podemos decir que se observan diferencias estadísticamente significativas para el componente rendimiento en kilogramos por hectárea. El tratamiento tres (T3) fue el de mayor expresión de rendimiento, seguido por (T2), (T4) y (T5). El tratamiento testigo sin inoculante arrojó el menor valor de rendimiento, con lo cual nos indica que el déficit proteico que sobrellevó una planta sin inoculación desencadenó una disminución de la fuente de asimilados, ya que se produjo la disminución de la captación de radiación solar, la intercepción de nutrientes, agua y la menor tasa de intercambio de carbono, lo cual fija un menor nivel de destinos y de tasas o eficiencias de llenado de dichos destinos, por ende se afecta al principal componente del rendimiento que es el número de granos por metro cuadrado. El número de cascabullos por metro cuadrado no define el rendimiento final del cultivo ya que el mismo va a depender del nivel de fuente, de las tasas de llenado y de las condiciones de balance interno de nutrientes de cada tratamiento, por lo tanto los tratamientos con mayores número de nódulos y peso de los mismos fueron los que arrojaron mayores valores de rendimiento en comparación con un testigo sin inoculación o un testigo colonizado con cepas naturalizadas.

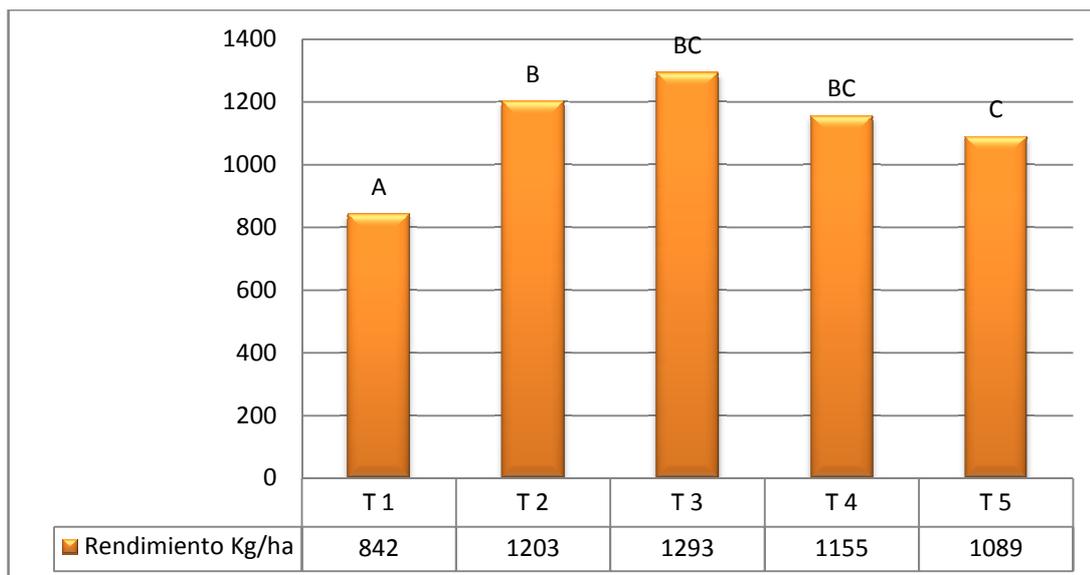


Figura 36: Rendimiento en grano (kg / ha) en estadio de madurez fisiológica, campaña 2011 Río Cuarto. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan

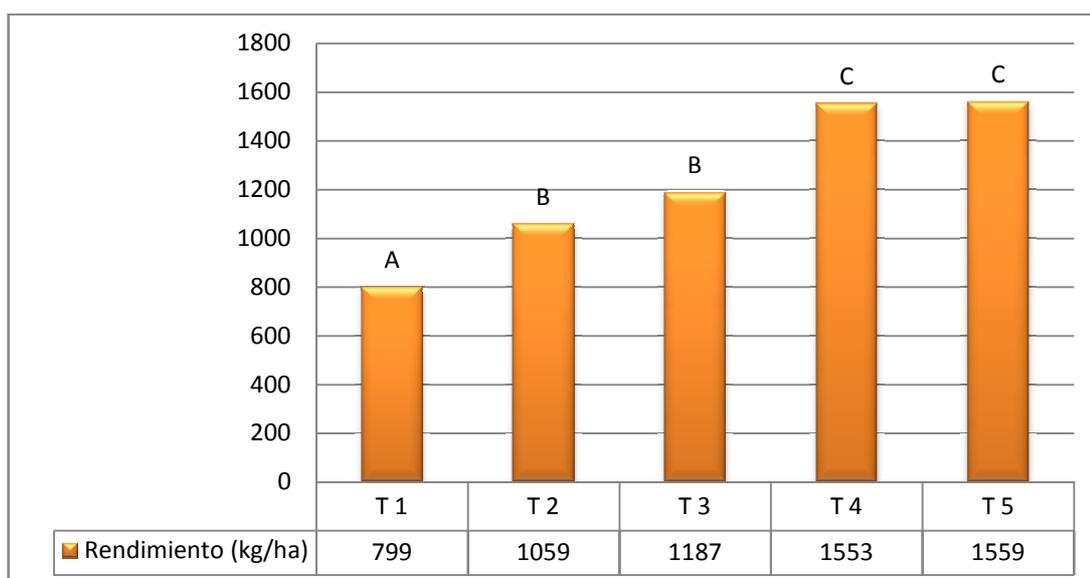


Figura 37: Rendimiento en grano (kg / ha) en estadio de madurez fisiológica, campaña 2011 Tres Acequias. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

4- NÚMERO DE CASCABULLOS POR METRO CUADRADO

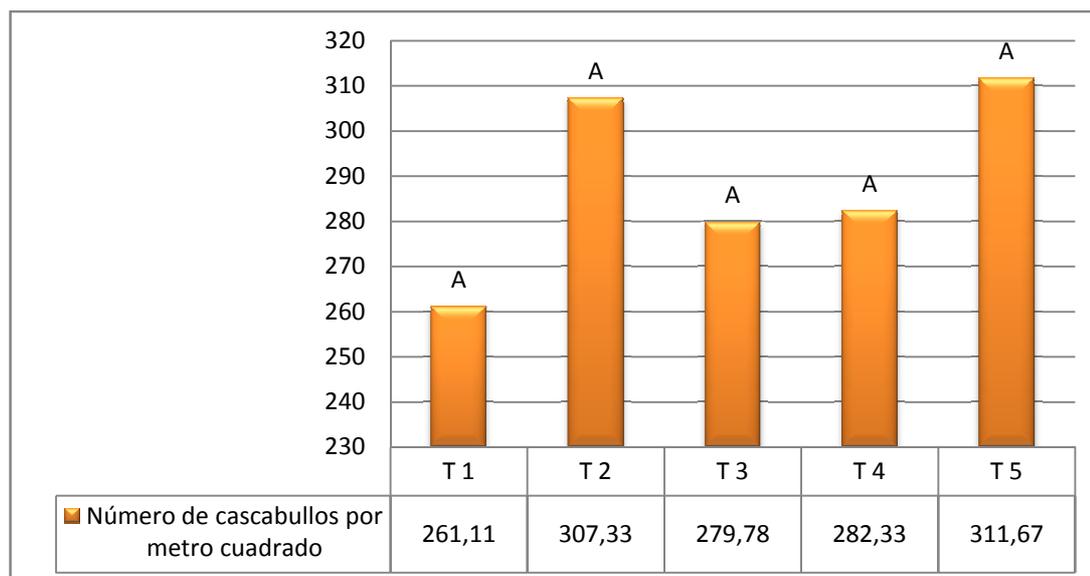


Figura 38: Número de cascabellos por metro cuadrado en estadio de madurez fisiológica, campaña 2011 Río Cuarto. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

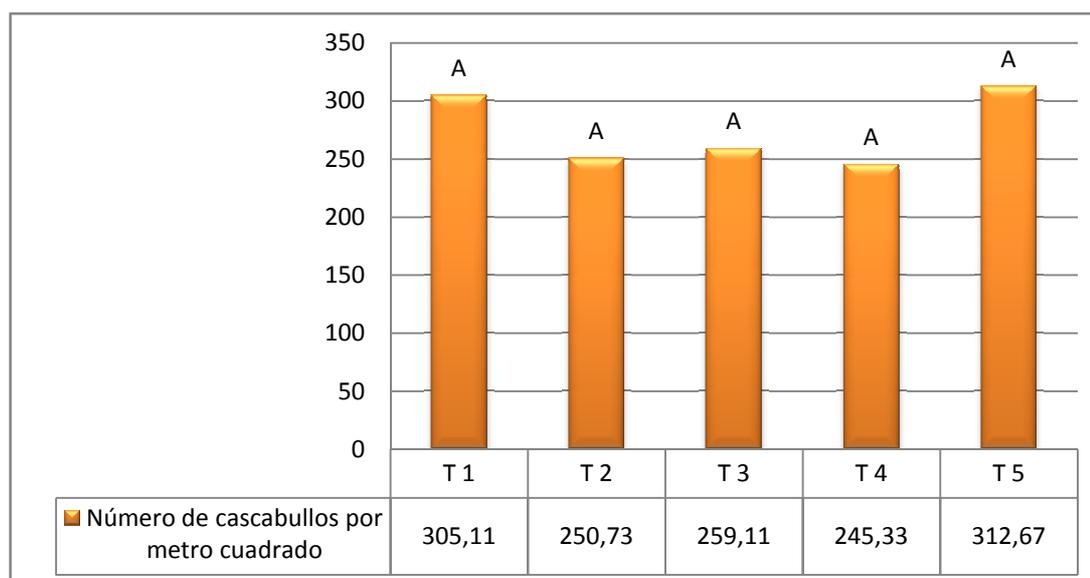


Figura 39: Número de cascabellos por metro cuadrado en estadio de madurez fisiológica, campaña 2011 Tres Acequias. Letras distintas indican diferencias significativas ($p=0,05$) según test de Duncan.

La técnica de inoculación en garbanzo en las condiciones climáticas y edáficas al que fue expuesto el cultivo provocó diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento.

Existe una gran diferencia de rendimiento entre lotes inoculados versus los no inoculados ya que se obtienen diferencias en promedio de más de 10 q/ha, dichas diferencias

las podemos atribuir a que este cultivo nunca se había sembrado en la región pampeana y que por lo tanto no existen bacterias específicas naturalizadas que generen nódulos, ya que son distintas a las que colonizan las demás legumbres, por lo tanto no cabe ninguna duda de la utilización de la inoculación de semilla para obtener mejores rendimientos (Chiarotti, 2011).

El impacto de esta técnica estuvo sujeto a un ambiente que en el caso del Sitio 1 (Río Cuarto); transcurrió un prolongado nivel de stress tanto hídrico como térmico, caracterizado por la ausencia de precipitaciones y la ocurrencia de heladas totalizando 24 escenarios de temperaturas mínimas por debajo de los 0° C; tomando como fecha de última helada el día 31 de agosto de 2011.

Se observaron diferencias importantes en el rendimiento en rangos promedios de 800 kilogramos por hectárea, más entre los tratamientos con inoculante versus el tratamiento testigo sin inoculante, acentuándose este fenómeno por la inexistencia de cepas naturalizadas en el suelo (sitio 1) de *Mesorhizobium ciceri*.

En el caso del (Sitio 2) el efecto de competencia de cepas naturalizadas de *Mesorhizobium ciceri* se hace manifiesto ya que el tratamiento testigo sin inoculante sufrió la colonización en rizósfera y asociación de bacterias naturalizadas en el suelo.

Con respecto al sustrato del inoculante biológico podemos afirmar que la respuesta en el rendimiento del tratamiento con base turba es estable en diferentes ambientes edáficos, en cambio en los inoculante base líquido se observó una respuesta sujeta a las condiciones edáficas reinantes.

En lo que hace a calidad de grano, se observa una notable respuesta a la inoculación con un comportamiento muy similar en ambos ensayos, correspondiéndole al tratamiento 2 los mayores valores de peso de cien granos. Estas diferencias entre los tratamientos evidencian la diferente velocidad o tasa de llenado a la que estuvieron sujetas las estructuras reproductivas, asociando esto al mayor o menor contenido de nitrógeno en la planta tomado del suelo o fijado en forma biológica. De esta forma en ambos ensayos se observó que los tratamientos sin inoculantes deprimieron el segundo componente determinante del rendimiento de manera significativa.

CONCLUSIONES

- La inoculación en el cultivo de garbanzo potencia los rendimientos
- En todos los tratamientos con inoculante las variables peso seco radical, peso seco aéreo, número de nódulos en raíz principal y secundaria se vieron incrementados en ambos sitios.
- Aumenta el número de granos por metro cuadrado y el peso de los mismos, contribuyendo directamente a un mejor rendimiento
- Es una tecnología económicamente rentable, si promediamos los tratamientos con inoculación teniendo en cuenta los dos ensayos, (sitio 1 y 2) se obtuvo un rendimiento de 1200 kilogramos por hectárea el cual representa una necesidad de nitrógeno de 90 kilogramos y una extracción de 54 kilogramos por hectárea. Dicha necesidad de nutriente, traducida en costo de fertilización nitrogenada representa 120 dólares por hectárea. El precio del inoculante no superó los 15 dólares por hectárea, lo cual indica que la técnica es sumamente rentable.

BIBLIOGRAFÍA

ALBRECHT, J.; H. FONTANETTO, G. MEROI; M. SILLÓN; P. RUFFINO; S. GAMBAUDO. 2010. **Efectos de diferentes cultivos antecesores invernales sobre el comportamiento del maíz y la soja de segunda.** Publicado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Rafaela.

ALBRECHT, J.; H. FONTANETTO, G. MEROI; M. SILLÓN; P. RUFFINO; S. GAMBAUDO. 2011. **Cultivos alternativos.** Publicado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Rafaela.

ABRIL, A. A, RYAN. J, CARRERAS. 1997. **Inoculación de garbanzo con Mesorhizobium sp. nativos de la provincia de Córdoba, Argentina.** Publicado por Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

ATLAS DE SUELOS DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. 2006. Agencia Córdoba Ambiente. Área Subcoordinación Suelos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Manfredi, Córdoba.

BOLSA DE CEREALES DE CÓRDOBA. 2012. Sistema de información Agroeconómica. **Garbanzo, resultados y perspectivas.** Publicación realizada por revista Marca Líquida., Argentina. 23p

BIDERBOST, E. B. J.; J. CARRERAS. 1991. **Chañarito S-156, Nuevo cultivar de garbanzo (*Cicer arietinum* L.).** Publicación realizada por la Universidad Nacional de Córdoba, revista Agriscientia.

BIDERBOST, E. B. J.; J. CARRERAS. 2005. **Registration of cultivars Chañarito S-156 (*Cicer arietinum* L.).** Crop Science a journal serving the international community of crop scientist.

BRAY, R.; L. KURTZ. 1945. **Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil.** Soil Sci. 59: 9-45.

CAMPOS MARGINET, J.L. 2011a. **El garbanzo y sus perspectivas.**

En:<http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/garbanzos.htm>

Consultado el día: 07-05-2011

- CAMPOS MARGINET, J.L. 2011 b. **El garbanzo tiene buenas perspectivas.**
En:<http://www/noticias.terra.com.ar/el-garbanzo-tiene-buenas-perspectivas-en-una-campa%C3%B1a-casi-duplico-lasiembra,e7ea1694of380310VgrVCM20000099f.154d0RCRD.html>
Consultado el día: 09-06-2011
- CARRERAS, J. 2007. **Jornada Nacional de Garbanzo.** Publicado por Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- CANTERO, A.; E.M. BRICCHI; V.H. BECERRA.; J. M. CISNEROS; H. A. GÍL. 1986. **Zonificación y descripción de las tierras del Departamento Río Cuarto.** Publicación realizada por el Dpto. de Imprenta y Publicaciones U.N.R.C., Argentina. 80 p.
- CHIAROTI, S. 2011 **Inoculación en el cultivo de garbanzo;** Gacetilla técnica, agricultores federados argentinos. Argentina. 59 p.
- D' ALESSANDRO, J.; A. ANGELELLI, P. BOLLATTI; J. COLOMBA. 2011. **Variedades y fechas de siembra en Garbanzo.** Publicado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Marcos Juárez.
- DI RENZO, M. A.; M.A. IBAÑEZ; N.C. BONAMICO.2012. **Diseño de experimentos.** Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina. 30 p.
- DE CANDOLLE, A. 1883; **Origine des plants Cultivées.** París.
- DE MIGUEL, E.; D. LIBRAN. 1989. **Garbanzo de invierno, potencialidad de un nuevo cultivo.** 138 p.
- DE MIGUEL GORDILLO, E. 1991. **El garbanzo una alternativa para el secano.** Mundi prensa, Madrid, España.
- GARCÍA MEDINA, S. 2002. **Primera Jornada Nacional del garbanzo.** Salta, Argentina.
En:<http://www.inta.gov.ar/salta/info/indices/tematica/dirgarbanzo.htm>
Consultado el día: 09-10-2011

ICARDA.1982 International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. Reporte anual. Siria

INFOSTAT. 2010. **Grupo InfoStat**. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

LAMBERT, R.; J. DUBOIS, 1971. **Spectrophotometric determination of nitrate in the presence of chloride.**

En:http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=139521&pid=S1668298X200600020000200014&lng=es

Consultado el día: 14-07-2012

MAYER, J.; B. FRANZ, J. STEEN, M. SCHOLTER, H. JURGEN 2003. Estimating N Rhizobium deposition of grain legumes using a N 15 in situ stean labelling method. Soil. Biol. Biochem, Vol. 35, No. 1: 21-28.

PERESINI, L. 2008. **Ensayos a campo en cultivo de garbanzo**

En:<http://www.engormix.com/MA-agricultura/articulos/ensayos-campo-cultivo-garbanzo-t2351/p0.htm>

Consultado el día: 05-11-2011

RANDAZO, P. 2010. **Comportamiento del cultivo de garbanzo a la inoculación, distanciamiento entre surcos y aplicación de fungicidas en Santa Fe.** Publicado por Agricultores Federados Argentinos, centro Maciel.

RUPELA, O.; J. DART. Rupela, O. 1989. Research on symbiotic nitrogen fixation by chickpea at ICRISAT, Hyderabad, India, 28 Feb- 2 March, pág.161-178.

SALVAGIOTTI, F.; K. G. CASSMAN; J. E. SPECHT; D. T. WALTER; A. WEISS; A. DOBERMANN. 2008 **Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review, Field Crops Res. (2008)** Volume 108, Issue 1, 11, Pages 1-13.

SASSON, A.2000. La contribución de las biotecnologías a la alimentación. Biotecnología Aplicada. Vol. 17, No. 1: 2-6

SEILER, R. A.; V. H. ROTONDO; R.A. FABRICIUS; M.G. VINOCUR; C. BONACCI. 1995. **Agroclimatología de Río Cuarto – 1974/93**. Volumen I. Publicación realizada por el Departamento de Imprenta y Publicaciones U.N.R.C., Argentina. 66 p.

SEILER, R. A 2012. **La sequía 2011-2012: Una combinación devastadora causada por dos fenómenos simultáneos**. Informe técnico. Agrometeorología. FAV-UNRC. 10p.

SERVICIO DE AGROMETEOROLOGÍA. 2011. **Banco de datos. Serie datos climáticos Río Cuarto: 1974-2010**. Cátedra de Agrometeorología. FAV-UNRC, Río Cuarto, Argentina.

SCHAWARTZ, H., M. LANGHAM. 1980. **Grow Stages of Chickpea, *Cicer arietinum* (L.)**.

En:<http://www.ndsu.edu/pubweb/pulseinfo/growthstagespdf/chickpeagrowthstagecard.pdf>

Consultado el día: 09-05-2011

SFASCIOTTI, D. 2012. **Informe especial de Producción de garbanzo campañas 2010 y 2011**. Bolsa de Cereales de Córdoba (Sistema de Información Agroeconómica).

En:http://64.76.123.202/SAGPYA/economias_regionales/_legumbres/informeGarbanzosJunio12.pdf

Consultado el día: 07-06-2011

SOTO, J. M.; O. GARCIA, J. SANJUAN, J. OLIVARES, 2006. **Simbiosis mutualista *Rhizobium leguminosa* versus patogénesis**. Sociedad Española de fijación de nitrógeno. Granada, España.40p.

THUAR, A. M.; F. CASSAN, C. OLMEDO. 2007. **De la biología del suelo a la agricultura**. Facultad de Agronomía y Veterinaria. U.N.R.C. Río Cuarto, Córdoba.

VAVILOV, N. I.; 1930. **The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants**. Crónica Botánica. New York.

VENINI, L. 2008. **Cultivo de garbanzo en Córdoba, alternativa al trigo que llegó para quedarse**.

En: <http://www.nuevoabcrural.com.ar/vertext.php?id=3740>

Consultado el día: 10-08-2011

ANEXOS
A CONTINUACION SE MUESTRAN LAS SALIDAS DE LOS ANALISIS DE
VARIANZA REALIZADOS

EVALUACIONES REALIZADAS EN ESTADIO FENOLOGICO V7

Anexo 1: Número de nódulos en raíz principal por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.

Tratamiento	Número de nódulos en raíz principal por planta en estadio fenológico V-7
T1	A
T2	B
T3	B
T4	B
T5	B
Valor de p	< 0,001
Coefficiente de variación (CV)	30,5

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

Anexo 2: Número de nódulos en raíz principal por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.

Tratamiento	Número de nódulos en raíz principal por planta en estadio fenológico V-7
T1	A
T2	A
T3	A
T4	A
T5	A
Valor de p	0,0527
Coefficiente de variación (CV)	69,89

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan

Anexo 3: Número de nódulos en raíces secundarias por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.

Tratamiento	Número de nódulos en raíces secundarias por planta en estadio fenológico V-7
T1	A
T2	A
T3	A
T4	A
T5	A
Valor de p	0,043
Coefficiente de variación (CV)	43

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

Anexo 4: Número de nódulos en raíces secundarias por planta en el estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.

Tratamiento	Número de nódulos en raíces secundarias por planta en estadio fenológico V-7
T1	A
T2	A
T3	A
T4	A
T5	A
Valor de p	0,79
Coefficiente de variación (CV)	46

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

Anexo 5: Materia seca aérea por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.

Tratamiento	Materia seca aérea por planta en estadio fenológico V-7
T1	A
T2	A
T3	A
T4	A
T5	A
Valor de p	0,0915
Coeficiente de variación (CV)	62,42

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

Anexo 6: Materia seca aérea por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.

Tratamiento	Materia seca aérea por planta en estadio fenológico V-7
T1	A
T2	A
T3	A
T4	A
T5	A
Valor de p	0,1062
Coeficiente de variación (CV)	65,68

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

Anexo 7: Materia seca radical por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.

Tratamiento	Materia seca radical por planta en estadio fenológico V-7
T1	0,75
T2	0,72
T3	0,71
T4	0,74
T5	1,25
Valor de p	0,0048
Coeficiente de variación (CV)	53,9

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

Anexo 8: Materia seca radical por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.

Tratamiento	Materia seca radical por planta en estadio fenológico V-7
T1	A
T2	A
T3	A
T4	A
T5	A
Valor de p	0,3572
Coeficiente de variación (CV)	58,06

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

Anexo 9: Materia seca nodular por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.

Tratamiento	Materia seca nodular por planta en estadio fenológico V-7
T1	A
T2	A
T3	A
T4	A
T5	A
Valor de p	0,0129
Coefficiente de variación (CV)	35

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

Anexo 10: Materia seca nodular por planta en estadio fenológico V-7 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.

Tratamiento	Materia seca nodular por planta en estadio fenológico V-7
T1	A
T2	A
T3	A
T4	A
T5	A
Valor de p	0,21
Coefficiente de variación (CV)	41

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

EVALUACIONES REALIZADAS EN ESTADIO FENOLOGICO R-1

Anexo 11: Número de nódulos en raíz principal por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.

Tratamiento	Número de nódulos en raíz principal por planta en estadio fenológico R-1
T1	A
T2	B
T3	B
T4	B
T5	B
Valor de p	<0,0001
Coefficiente de variación (CV)	78,43

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

Anexo 12: Número de nódulos en raíz principal por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.

Tratamiento	Número de nódulos en raíz principal por planta en estadio fenológico R-1
T1	
T2	
T3	
T4	
T5	
Valor de p	<0,0001
Coefficiente de variación (CV)	81,59

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

Anexo 13: Número de nódulos en raíces secundarias por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.

Tratamiento	Número de nódulos en raíces secundarias por planta en estadio fenológico R-1
T1	
T2	
T3	
T4	
T5	
Valor de p	<0,0001
Coefficiente de variación (CV)	96,90

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

Anexo 14: Número de nódulos en raíces secundarias por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.

Tratamiento	Número de nódulos en raíces secundarias por planta en estadio fenológico R-1
T1	
T2	
T3	
T4	
T5	
Valor de p	<0,0001
Coefficiente de variación (CV)	89,91

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

Anexo 15: Materia seca aérea por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.

Tratamiento	Materia seca aérea por planta en estadio fenológico R-1
T1	A
T2	A
T3	A
T4	A
T5	A
Valor de p	0,7715
Coeficiente de variación (CV)	50

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

Anexo 16: Materia seca aérea por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.

Tratamiento	Materia seca aérea por planta en estadio fenológico R-1
T1	A
T2	A
T3	A
T4	A
T5	A
Valor de p	0,0060
Coeficiente de variación (CV)	59,65

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

Anexo 17: Materia seca radical por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.

Tratamiento	Materia seca radical por planta en estadio fenológico R-1
T1	A
T2	B
T3	B
T4	B
T5	B
Valor de p	<0,0001
Coefficiente de variación (CV)	48,09

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

Anexo 18: Materia seca radical por planta en estadio fenológico R-1 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.

Tratamiento	Materia seca radical por planta en estadio fenológico R-1
T1	A
T2	A
T3	A
T4	A
T5	A
Valor de p	0,6086
Coefficiente de variación (CV)	94,46

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan

**EVALUACIONES REALIZADAS EN ESTADIO FENOLOGICO R-8
MADUREZFISIOLÓGICA**

Anexo 19: Rendimiento en grano estadio fenológico R-8 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.

Tratamiento	Rendimiento en grano estadio fenológico R-8
T1	A
T2	B
T3	BC
T4	BC
T5	C
Valor de p	<0,0001
Coefficiente de variación (CV)	15,43

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

Anexo 20: Rendimiento en grano estadio fenológico R-8 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.

Tratamiento	Rendimiento en grano estadio fenológico R-8
T1	A
T2	B
T3	B
T4	C
T5	C
Valor de p	<0,0001
Coefficiente de variación (CV)	18,63

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

Anexo 21: Número de granos por metro cuadrado en estadio fenológico R-8 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.

Tratamiento	Número de granos por metro cuadrado en estadio fenológico R-8
T1	A
T2	BC
T3	C
T4	B
T5	B
Valor de p	< 0,0001
Coeficiente de variación (CV)	14,51

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

Anexo 22: Número de granos por metro cuadrado en estadio fenológico R-8 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.

Tratamiento	Número de granos por metro cuadrado en estadio fenológico R-8
T1	A
T2	B
T3	BC
T4	C
T5	D
Valor de p	< 0,0001
Coeficiente de variación (CV)	21,23

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

Anexo 23: Peso de 100 granos en estadio fenológico R-8 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.

Tratamiento	Peso de 100 granos en estadio fenológico R-8
T1	A
T2	A
T3	A
T4	A
T5	A
Valor de p	0.2279
Coefficiente de variación (CV)	27.3

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

Anexo 24: Peso de 100 granos en estadio fenológico R-8 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.

Tratamiento	Peso de 100 granos en estadio fenológico R-8
T1	A
T2	A
T3	A
T4	A
T5	A
Valor de p	0,8921
Coefficiente de variación (CV)	21,03

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

Anexo 25: Número de cascabullos por metro cuadrado en estadio fenológico R-8 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Río Cuarto.

Tratamiento	Peso de 100 granos en estadio fenológico R-8
T1	A
T2	A
T3	A
T4	A
T5	A
Valor de p	0,334
Coefficiente de variación (CV)	20,05

Anexo 26: Número de cascabullos por metro cuadrado en estadio fenológico R-8 en el cultivo de garbanzo, campaña 2011, Tres Acequias.

Tratamiento	Peso de 100 granos en estadio fenológico R-8
T1	A
T2	A
T3	A
T4	A
T5	A
Valor de p	0,4469
Coefficiente de variación (CV)	35,69

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0,05$), según test de Duncan.

Anexo 27: Características del perfil de suelo del ensayo

Horizonte	Prof. (cm)	Dap (g cm ⁻³)	Límite	Estructura
Ap	0 - 7	1,1	Abrupto, suave	Bloques sub angular, medio, moderado
Ad	7 - 19	1,4	Abrupto, suave	Bloques sub angular, medio, moderado
A3	19 - 29	1,2	Abrupto, suave	Bloques sub angular, medio, moderado
Bw	29 - 44	1,2	Claro, suave	Bloques sub angular, medio, moderado
Bc	44 - 74	1,3	Abrupto, ondulado	Bloques sub angular, medios, débiles
C	+ 74	1,3		Bloques sub angulares, finos, débiles

Anexo 28: Capacidad de almacenaje (mm) de cada horizonte.

Horizonte	Profundidad (cm)	CC (mm)	PMP (mm)	AU (mm)
Ap	0	22,8	9,7	13,1
Ad	7	31,7	13,7	18
A3	19	23,2	9,8	13,4
Bw	29	23,4	8,6	14,8
Bc	44	54	26,3	27,7
C	74	50,4	26,1	24,3

Anexo 29: Análisis de varianza, ensayo Río Cuarto

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Rendimiento	45	0,63	0,54	15,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	1798327,66	8	224790,96	7,58	<0,0001
Tratamientos	1046392,92	4	261598,23	8,82	<0,0001
Bloques	715151,37	2	357575,68	12,05	0,0001
Repeticiones	36783,38	2	18391,69	0,62	0,5437
Error	1068197,01	36	29672,14		
Total	2866524,67	44			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 29672,1391 gl: 36

<u>Tratamientos</u>	<u>Medias n</u>	<u>E.E.</u>			
1,00	842,24	9	57,42	A	
5,00	1088,89	9	57,42	B	
4,00	1155,38	9	57,42	B	C
2,00	1202,98	9	57,42	B	C
3,00	1293,41	9	57,42		C

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

Anexo 30: Análisis de la varianza, ensayo Tres Acequias

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	45	0,72	0,66	18,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4839302,23	8	604912,78	11,49	<0,0001
Tratamiento	3862518,02	4	965629,50	18,34	<0,0001
Bloques	832343,77	2	416171,88	7,90	0,0014
Repetición	144440,45	2	72220,22	1,37	0,2666
Error	1895323,19	36	52647,87		
Total	6734625,42	44			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 52647,8665 gl: 36

Tratamiento	Medias n	E.E.		
1,00	799,34 9	76,48	A	
3,00	1058,90	9 76,48		B
2,00	1186,81	9 76,48		B
5,00	1552,69	9 76,48		C
4,00	1559,31	9 76,48		C

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