

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Trabajo Final Presentado
para Optar al Grado de Ingeniero Agrónomo

**Determinación del efecto directo de la aplicación exógena de
biofertilizante líquido enriquecido en el cultivo de soja**
(Glycine max L.)

MINUTTI, Matías
D.N.I: 30.477.117

Director: Ing. Agr. MSc. RICOTTO, Alcides
Co-Director: Ing. Agr. SARMIENTO, Claudio

Río Cuarto – Córdoba
Diciembre de 2008

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA
CERTIFICADO DE APROBACIÓN

**Determinación del efecto directo de la aplicación
exógena de biofertilizante líquido enriquecido en el
cultivo de soja (*Glycine max L.*)**

Autor: MINUTTI MATÍAS GONZALO

D.N.I: 30.477.117

Director: Ing. Agr. MSc. RICOTTO, Alcides

Co-Director: Ing. Agr. SARMIENTO, Claudio

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la
comisión evaluadora:

Ing. Agr. Barotto, Omar -----

Ing. Agr. Moreno, Inés -----

Ing. Agr. Viale, Susana -----

Fecha de presentación: ----- /----- / -----

Aprobado por Secretaría Académica: ---/-----/-----

Secretario Académico

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	VIII
SUMMARY	IX
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	2
Biofertilizantes.....	2
Cultivo de soja.....	4
Importancia del cultivo en el país.....	4
Morfología y taxonomía.....	4
Condiciones climáticas predisponentes para el crecimiento de la soja.....	5
Exigencias de nutrientes.....	6
HIPÓTESIS	7
OBJETIVOS	7
Objetivo general.....	7
Objetivos específicos.....	7
MATERIALES, TÉCNICAS Y MÉTODOS	8
Caracterización climática de la zona.....	8
Régimen térmico.....	8
Régimen pluviométrico.....	9
Caracterización edáfica.....	10
Material vegetal.....	10
Biofertilizante.....	11
Análisis del biofertilizante.....	11
Diseño estadístico.....	12
Tratamientos.....	12
Croquis del ensayo.....	13
Componentes del rendimiento.....	13
RESULTADO Y DISCUSIÓN	14
Rendimiento.....	14
Componentes del rendimiento.....	14
Peso de los 1.000 granos.....	15
Número de granos m ⁻²	16
Plantas m ⁻²	17
Número de granos planta ⁻¹	17
Número de granos vaina ⁻¹	18

Número de vainas planta ⁻¹	19
Número de vainas nudo ⁻¹	20
Número de nudos planta ⁻¹	21
Número de nudos de las ramas planta ⁻¹	22
Número de nudos del tallo principal planta ⁻¹	23
CONCLUSIÓN	25
BIBLIOGRAFÍA	26
ANEXO	28

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1: Temperaturas medias, máximas y mínimas desde julio del 2006 hasta junio del 2007 y el promedio histórico desde Julio a Junio (1961 – 1990)...	8
Gráfico 2: Precipitaciones medias normales desde julio a junio (1961 – 1990) y temperaturas medias desde julio del 2006 hasta junio del 2007.....	9
Gráfico 3: Balance hídrico desde julio del 2006 hasta junio del 2007.....	10
Gráfico 4: Valores medios de producción ha ⁻¹ de grano de soja (<i>Glycine max L.</i>) en los distintos tratamientos.....	14
Gráfico 5: Valores medios de peso de los 1.000 granos de soja (<i>Glycine max L.</i>) en los distintos tratamientos.....	15
Gráfico 6: Valores medios de cantidad de granos m ⁻² de soja (<i>Glycine max L.</i>) en los distintos tratamientos.....	16
Gráfico 7: Valores medios de plantas m ⁻² de soja (<i>Glycine max L.</i>) en los distintos tratamientos.....	17
Gráfico 8: Valores medios de número de granos planta ⁻¹ de soja (<i>Glycine max L.</i>) en los distintos tratamientos.....	18
Gráfico 9: Valores medios de número de granos vaina ⁻¹ de las plantas de soja (<i>Glycine max L.</i>) en los distintos tratamientos.....	19
Gráfico 10: Valores medios de número de vainas planta ⁻¹ de soja (<i>Glycine max L.</i>) en los distintos tratamientos.....	20
Gráfico 11: Valores medios de número de vainas nudo ⁻¹ de las plantas de soja (<i>Glycine max L.</i>) en los distintos tratamientos.....	20
Gráfico 12: Valores medios de número de nudos planta ⁻¹ de soja (<i>Glycine max L.</i>) en los distintos tratamientos.....	21

Gráfico 13: Valores medios de número de nudos de las ramas planta ⁻¹ de soja (<i>Glycine max L.</i>) en los distintos tratamientos.....	22
Gráfico 14: Valores medios de número de nudos del tallo principal planta ⁻¹ de soja (<i>Glycine max L.</i>) en los distintos tratamientos.....	23

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Requerimientos y exportación de nutrientes en el cultivo de soja.....	6
Tabla 2: Relación carbono/nitrógeno de diferentes compuestos orgánicos.....	11

RESUMEN

En el presente trabajo se estudió el efecto directo de la aplicación exógena de un biofertilizante líquido enriquecido en el cultivo de soja (*Glycine max L.*), utilizándose la variedad Don Mario 4.800. El ensayo se realizó en la zona de Espinillo a 23 Km. al norte de la ciudad de Río Cuarto, provincia de Córdoba. En el mismo se evaluó, el efecto de la aplicación de un biofertilizante líquido enriquecido con sales minerales sobre los distintos componentes del rendimiento del cultivo de soja (*Glycine max L.*), y se determinó el momento de aplicación que más incidencia tuvo sobre el rendimiento. Para evaluarlo se realizaron cuatro tratamientos T₀: Testigo (condiciones normales de cultivo), T₁: biofertilizante líquido enriquecido aplicado a suelo en el momento de siembra (100 lts ha⁻¹ al 30%), T₂: biofertilizante líquido enriquecido aplicado al suelo en siembra (100 lts ha⁻¹ al 30%) repitiéndose en R₁ en una dosis (100 lts ha⁻¹ al 10%) y T₃: biofertilizante líquido enriquecido aplicado en reproductivo 1 (R₁), se aplicó una dosis de 100 lts ha⁻¹ al 10%. Las parcelas se agruparon en cuatro bloques con un diseño en Bloques (DB). Cada bloque constituyó una repetición en la que estuvieron representados todos los tratamientos una sola vez, y donde la distribución de los mismos dentro de la parcela (unidad experimental) se realizó en forma sistemática. Se observó que el rendimiento aumentó en los distintos tratamientos con una probabilidad del 0,0384 %; en cuanto a los componentes del rendimiento, el número de granos m⁻² fue el que influyó sobre el aumento en la producción de granos de soja y presentó una probabilidad de 0,0093 % entre los distintos tratamientos. Con respecto al peso de los granos de soja, no existieron diferencias estadísticamente significativas, con una probabilidad del 0,2221 % entre los distintos tratamientos.

Palabras Claves: Soja, biofertilizante, componentes, rendimiento de granos, aplicación, épocas.

SUMMARY

This paper studies the direct effect of the exogenous application of an enriched liquid biofertilizer on soy bean (*Glycine max L.*), using the Don Mario 4.800 variety in Espinillo region, 23 km North from Rio Cuarto City, Province of Córdoba. The effects of the application of an enriched liquid biofertilizer on the different components of soy bean yield were evaluated (*Glycine max L.*), and the best moment of application was determined. To this end, four treatments were done (T₀: Whitness (normal crop conditions), T₁: enriched liquid biofertilizer applied to sowing moment (100 lts ha⁻¹ at 30%), T₂: enriched liquid biofertilizer applied to sown field (100 lts ha⁻¹ at 30%) repeating on R₁ on one dosis (100 lts ha⁻¹ at 10%) and T₃: enriched liquid biofertilizer applied on reproductive 1 (R₁), applied to 100 lts ha⁻¹ at 10% dosis). The plots were gruped into four blocks on a block design (DB). Each block envolved a repetition, in wich every treatment was represented once and were sistematically distributed in the plot. Differences in yield were observed with an increase probability of 0,0384 % according to the different applications, and the main yield component that influenced the soy bean production was the m⁻² grain number, representing a (p<0.0093) among the liquid biofertilizer treatments. There were no statistically significant weight differences (p>0.2221) among the treatments.

Key Words: Soya (*Glycine max L.*), enriched liquid biofertilizer applied to sown field, applied on reproductive 1 (R₁), and grain yield (qq/ha).

INTRODUCCIÓN

Cada día se valora más la calidad del ambiente como vía de protección de la salud de todos los organismos vivos. Al mismo tiempo, crece la preocupación por el desarrollo de una agricultura realmente sustentable, que incluya el reciclado de los nutrientes en los sistemas naturales (Echeverría y García, 2005).

Los sistemas productivos agropecuarios enfrentan una demanda creciente de productos con características diferenciadas y el requerimiento de la sociedad de manejarse en forma sustentable y amigable con el ambiente. La expansión del área cultivable está severamente restringida, por lo que estas demandas de la sociedad se conjugan con la necesidad de maximizar la productividad de los sistemas. A fin de cubrir las deficiencias de nutrientes de los sistemas agropecuarios es necesario optimizar la disponibilidad de elementos nutritivos y, para ello, el conocimiento detallado de los procesos y mecanismos que rigen la dinámica de los mismos en el sistema suelo-planta es una herramienta clave (Echeverría y García, 2005).

Los biofertilizantes han comenzado a aplicarse, aunque todavía en forma experimental, en diferentes cultivos de importancia económica, entre ellos la soja (*Glycine max L.*). Este cultivo comenzó en la Argentina a tener auge a partir de la década del 90' con un crecimiento sostenido, pero especialmente a partir de 1996 se incrementa notablemente la superficie sembrada y los volúmenes producidos debido a la incorporación de las variedades transgénicas. Esto convirtió a la Argentina en el cuarto productor mundial de granos, el primer exportador mundial de aceite de soja y el segundo de harina de soja. No debe sorprender entonces, que la soja represente en la actualidad el rubro de exportación de mayor incidencia en el Producto Bruto Agropecuario del país, y el mayor generador de divisas (INTA, 1997).

Para comprobar el efecto del biofertilizante líquido enriquecido, el estudio se basó en dos etapas del cultivo de soja, en las cuales se realizó la aplicación del biofertilizante: en el momento de la siembra y en el inicio del periodo reproductivo (R_1). Al finalizar el ciclo del cultivo, se evaluaron los efectos que tuvo la aplicación del biofertilizante líquido enriquecido sobre los componentes del rendimiento.

ANTECEDENTES

Biofertilizantes

Una experiencia basada en procesos respetuosos del ambiente con dimensiones nacionales es la que en los últimos años viene desarrollándose en Cuba. Al igual que en Brasil, en Cuba se estudian y aplican tecnologías alternativas en la producción agropecuaria como la de bio-fertilización orgánica. Distintas técnicas de reciclado de nutrientes se han ido implementando a pasos acelerados luego del surgimiento de la crisis y derrumbe de la URSS en 1989 sumado al bloqueo económico que desde la década del '60 Estados Unidos impuso a Cuba. Esta crisis ocasionó una grave carencia de fertilizantes y agroquímicos de origen industrial, lo que sumado a los problemas de índole ecológico que ocasionó el uso intensivo de agroquímicos, logró que la sociedad cubana tomara conciencia de que era necesario un cambio profundo en la estructura y modo de acción de su agricultura. Por otra parte, se creó el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) que ha impulsado leyes y programas para la protección de suelos y el medio ambiente (Tetro *et al.*, 1994).

Otra experiencia realizada en 25 de Mayo, provincia de Manabí, Ecuador, es sobre la producción ecológica de café arábigo, donde se incorporaron prácticas compatibles con un ambiente sano tratando de aprovechar los procesos naturales e interacciones biológicas, reduciendo el uso de recursos externos y aumentando la eficiencia de los recursos básicos. Los abonos orgánicos líquidos fermentados como purín, biol (biofertilizante) y caldos microbiológicos, constituyen un complemento de la nutrición de las plantas cultivadas de café, mejorando su nivel de asimilación para incrementar la productividad del cultivo (COFENAC, 2003).

Los avances en la nutrición mineral de base orgánica llevada a cabo por estas organizaciones tienen como fin implementar nuevas alternativas de fertilización orgánica para la producción de cultivos a partir de productos naturales o menos tóxicos y la provisión de nutrientes a través de compuestos no industriales que poseen un menor costo energético y que dejan menos residuos.

Los biofertilizantes líquidos son fertilizantes orgánicos disueltos en agua que se producen a partir de un proceso vivo. Al contrario de los abonos químicos que son sales, los biofertilizantes son el resultado de un proceso de digestión (fermentación) realizado por microorganismos que, a partir de su actividad y metabolismo, transforman las sustancias en las que se encuentran (Piamonte Peña y Flores Escudero, 2000).

Para poder llevar a cabo el medio de cultivo de los microorganismos se requiere:

- Fuente de Carbono (energía).

- Fuente de Nitrógeno.
- Base Mineral.

Como fuentes de energía se utilizan distintos materiales, siendo la cama de pollo muy adecuada debido a que es un recurso altamente disponible y de bajo costo, además posee un elevado contenido de nitrógeno no proteico (NNP) capaz de ser utilizado como proteína microbiana (Soria *et al.*, 2000).

Otra fuente utilizada es el compost, debido a que es una fuente de C y energía para los microorganismos y es reservorio de nutrientes como el N, P y S. También es utilizado para elevar la carga de microorganismos del medio de cultivo (Soria *et al.*, 2000).

En base a los requerimientos de los microorganismos, el medio de cultivo debe cumplir con ciertas relaciones elementales para no afectar la calidad del producto obtenido a través de esta técnica, por lo que debe haber una relación C/N óptima (30:1). Esta relación adecuada entre estos dos nutrientes favorecerá un buen crecimiento y reproducción de los microorganismos. Si la relación C/N está en el orden de los 10:1 indica que el material tiene N en exceso, por lo tanto se producirán mayores pérdidas de nutrientes asimilables, lo cual reduce la calidad del material digerido. Si la relación es mayor a 40:1 se inhibe el crecimiento de los microorganismos debido a la falta de N, por lo tanto requerirá, para su biodegradación, un mayor número de generaciones de microorganismos (Soria *et al.*, 2000).

La aplicación de biofertilizante al suelo tiene como fin promover el equilibrio nutricional del mismo aumentando su fertilidad natural, a través de la estimulación de los microorganismos benéficos (*Azotobacter*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azopirillum*, *Micorrizas*, *etc.*); además posee enzimas, minerales, aminoácidos, vitaminas, hormonas y antibióticos. Esto ayuda a hacer el cultivo más resistente frente al ataque de plagas y enfermedades originadas por un exceso o una carencia de uno o diversos elementos que rompen el equilibrio fisiológico normal de la planta, con la consecuente disminución de su resistencia natural (Labrousse, 1932 citado por Chaboussou, 1999).

Los tratamientos realizados en forma foliar pretenden lograr un resultado más inmediato y dirigido al manejo del cultivo sin mayor estímulo al suelo (Piamonte Peña y Flores Escudero, 2000). Estos tratamientos en general se realizan en R₁ debido a que existe una fuerte base experimental que demuestra que el número de granos del cultivo está limitado por la actividad de las fuentes de foto-asimilados durante la etapa crítica R₁ – R₅ / R₆ y no por la cantidad de destinos que se generen (Satorre *et al.*, 2003).

Cultivo de soja

Importancia del cultivo en el país

En la Argentina, el cultivo de soja ocupa una amplia zona ecológica que se extiende desde los 23° a los 39° de latitud sur, concentrándose principalmente en la Región Pampeana (INTA, 1997).

La producción nacional de soja de la campaña 2005/06 alcanzó las 40.500.000 toneladas, registrándose un aumento del 6 % con respecto a la campaña 2004/2005. Siendo una superficie cosechada de 15.100.000 de hectáreas, con un rendimiento promedio de 2.680 Kg ha⁻¹. Las provincias con mayor participación en la producción nacional de granos de soja, son Córdoba, con una participación del 29,8%, seguida en orden decreciente de importancia por Buenos Aires y Santa Fe con el 24,5% y 23,8% respectivamente (SAGPyA, 2008).

Morfología y Taxonomía:

- Familia: Fábaceas.
- Subfamilia: Papilionóideas.
- Especie: *Glycine max L.*

Origen: La soja procede de otra especie silvestre (*Glycine ussuriensis*). Su centro de origen se sitúa en el Extremo Oriente (China, Japón y Indonesia).

Planta: Es herbácea, anual, de crecimiento primavera-verano, su ciclo vegetativo oscila de tres a siete meses. Las hojas, tallos y vainas son pubescentes, variando el color de los pelos de rubio a pardo más o menos grisáceo.

Tallo: Rígido y erecto, adquiere alturas variables, de 40 a 150 cm, según variedades y condiciones de cultivo. Suele ser ramificado, tiene tendencia a encamarse, aunque existen variedades resistentes al vuelco.

Sistema radicular: puede alcanzar hasta dos metro de profundidad, aunque lo normal está alrededor de 1,40-1,50 metros. En la raíz principal y en las secundarias se encuentran los nódulos (estructuras donde se alojan las bacterias *Bradyrhizobium Japonicum* que a través de la simbiosis generada con la planta fijan nitrógeno atmosférico), en número variable.

Hojas: las primeras hojas luego de la emergencia son simples, mientras que las posteriores son alternas, compuestas (trifoliadas), con los folíolos oval-lanceolados. De color verde característico que se torna amarillo en la madurez, quedando las plantas sin hojas.

Flores: se encuentran en inflorescencias racemosas axilares en número variable. Son amariposadas y de color blanquecino o púrpura, según la variedad.

Fruto: Es una vaina dehiscente por ambas suturas. La longitud de la vaina es de dos a siete centímetros. Cada fruto contiene de tres a cuatro semillas.

Semilla: La semilla generalmente es esférica, del tamaño de un poroto y de color amarillo. Algunas variedades presentan una mancha negra que corresponde al hilo de la semilla. El peso de los 1.000 granos varía de los 50 a 400 gramos entre las distintas variedades, aunque en las comerciales oscila entre 100 y 200 gramos. La semilla es rica en proteínas y en aceites; en algunas variedades mejoradas presenta alrededor de 40 – 42 % de proteína y 20 – 22 % de aceite con respecto a su peso seco. En la proteína de soja hay un buen balance de aminoácidos esenciales, destacándose lisina y leucina. (Infoagro, 2007).

Condiciones climáticas predisponentes para el crecimiento de la soja

La temperatura regula el desarrollo a lo largo de todo el ciclo productivo, pero los requerimientos térmicos y las temperaturas cardinales que regulan la tasa de desarrollo difieren a lo largo de las fases de desarrollo (Satorre *et al.*, 2003).

Para que se cumpla la fase germinación-emergencia se han calculado temperaturas bases de entre 6 y 9 °C, temperaturas óptimas de entre 25 y 30 °C y una máxima de 40 °C. El tiempo térmico requerido para que se cumpla la fase siembra-emergencia se ha estimado entre 120 y 200 °C día (temperatura base = 6 °C), para condiciones de buena y regular provisión hídrica (Hesketh, 1973 citado por Satorre *et al.*, 2003).

La ocurrencia de deficiencias hídricas o cualquier otro estrés que comprometa la fotosíntesis reduce el número de vainas por nudo. Asimismo, la ocurrencia de temperaturas inferiores a 21 °C reducen el establecimiento de vainas y por debajo de 14 °C no hay fijación de frutos (Satorre *et al.*, 2003).

Las mayores reducciones de rendimiento se asocian a deficiencias hídricas que ocurren a la siembra y en las etapas en las que se definen los componentes que determinan el rendimiento. La soja manifiesta mayores mermas durante el llenado de grano (R₃-R₅) (Satorre *et al.*, 2003).

Un estudio sobre la influencia de los sistemas de labranza y la fertilización en el contenido, consumo y eficiencia de uso del agua (EUA) en el cultivo de soja, realizado por Marjan (2007) indica, en una de sus conclusiones, que la mayor EUA está dada por la fertilización, la cual incrementa la capacidad fotosintética del cultivo produciendo un mayor crecimiento en períodos tempranos debido a una mayor eficiencia en el uso de la radiación.

La soja es una especie con alta sensibilidad al fotoperíodo y su iniciación floral está fuertemente ligada al mismo. La duración del día influye marcadamente en la duración del ciclo y por lo tanto en el rendimiento. La soja tiene una respuesta a los días cortos, es decir, su ciclo se acorta cuanto más cortos son los días. Por esta razón son importantes las siembras

tempranas, para que en una etapa inicial de días largos, las plantas tengan un buen desarrollo de su fase vegetativa. Cuando los días comienzan a acortarse (pasado el 21 de diciembre), la soja acelera su desarrollo pasando a la fase reproductiva. Con siembras tardías se pasaría a estado reproductivo sin un conveniente desarrollo de la fase anterior (F.I.U.B.A, 2008).

Exigencias de nutrientes

El objetivo de una fertilización es satisfacer los requerimientos de nutrientes del cultivo en las situaciones en las cuales el suelo no puede proveerlos en su totalidad, y así aumentar los rendimientos (Satorre *et al.*, 2003).

Los requerimientos del cultivo y exportación de nutrientes pueden observarse en la tabla 1.

Tabla 1. Requerimientos y exportación de nutrientes en el cultivo de soja

Nutriente	Requerimiento	Índice de Cosecha	Exportación
<i>Macronutrientes</i>	<i>kg tn grano⁻¹</i>		<i>kg tn grano⁻¹</i>
Nitrógeno (N)	80	0.75	60
Fósforo (P)	8	0.84	7
Potasio (K)	33	0.59	19
Calcio (Ca)	16	0.19	3
Azufre (S)	9	0.30	3
Magnesio (Mg)	7	0.67	5
<i>Micronutrientes</i>	<i>gr tn grano⁻¹</i>		<i>gr tn grano⁻¹</i>
Boro (B)	25	0.31	8
Cobre (Cu)	25	0.53	13
Hierro (Fe)	300	0.25	75
Manganeso (Mn)	150	0.33	50
Molibdeno (Mo)	5	0.85	4
Zinc (Zn)	60	0.70	42

Fuente: *adaptado de García, 1999* citado por Echeverría y García, 2005.

HIPÓTESIS

El uso de biofertilizantes líquidos enriquecidos incrementa la producción de granos en el cultivo de soja (*Glycine max*) independientemente del momento de aplicación.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Determinar el efecto sobre el rendimiento del cultivo de soja (*Glycine max L.*) de la aplicación de biofertilizante líquido enriquecido y su relación con distintos momentos de aplicación.

Objetivos específicos

- Evaluar los efectos de la aplicación de un biofertilizante líquido enriquecido sobre los distintos componentes del rendimiento en el cultivo de soja (*Glycine max L.*).
- Determinar el efecto de distintos momento de aplicación del biofertilizante líquido enriquecido sobre el rendimiento.

MATERIALES, TÉCNICAS Y MÉTODOS

Este ensayo se llevó a cabo en el establecimiento perteneciente al productor agropecuario Héctor Hugo ROMAGNOLI, ubicado en la zona de Espinillo a 23 Km. al Norte de la ciudad de Río Cuarto.

Caracterización climática de la zona

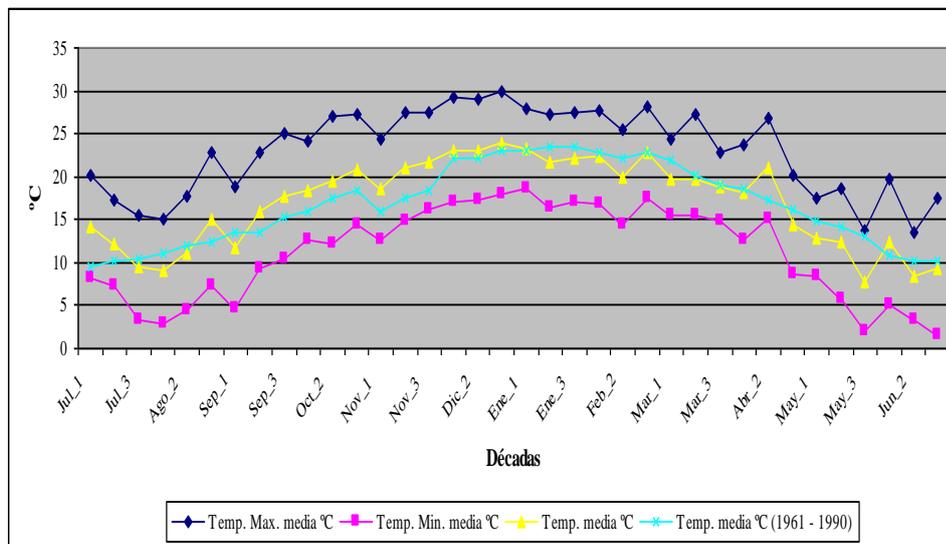
El Departamento de Río Cuarto está ubicado en la región caracterizada como llanuras bien drenadas con invierno seco.

Régimen térmico

El régimen de esta área es templado, la temperatura media anual es de 16,8 °C, la temperatura media del mes más caluroso (Enero) es de 23.3 °C y la correspondiente al mes más frío (Julio) es de 10 °C. En el gráfico 1 se observan las temperaturas medias, máximas y mínimas desde julio del 2006 hasta junio del 2007 y promedio histórico desde julio a junio (1961 - 1990).

El período libre de heladas es en promedio de 240 días, y se extiende desde el 11 de septiembre hasta el 11 de mayo. Para las heladas extremas el período va desde el 16 de abril al 29 de octubre, con 167 días en promedio (Cantero, 1986).

Gráfico 1: Temperaturas medias, máximas y mínimas desde julio del 2006 hasta junio del 2007 y promedio histórico desde julio a junio (1961 - 1990)



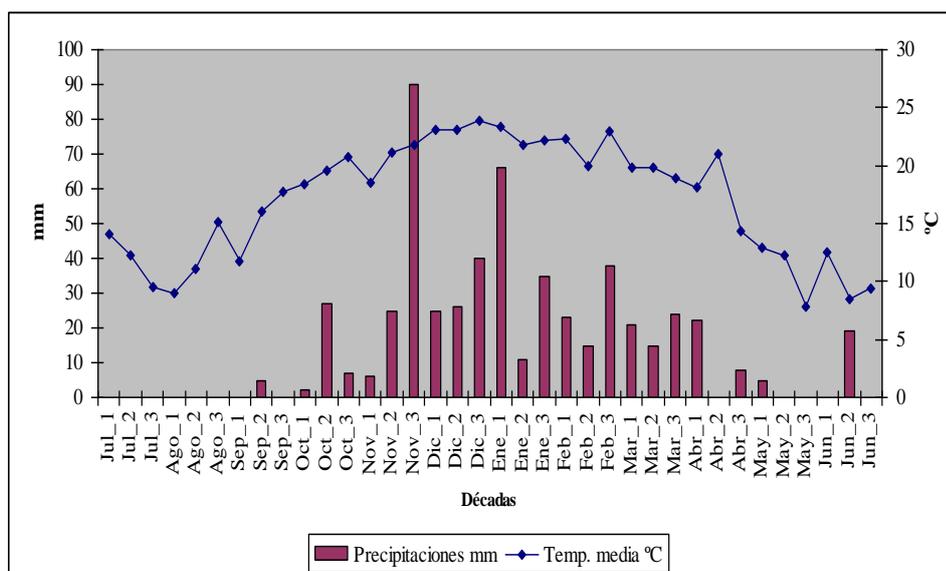
Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2008.

Régimen pluviométrico

El régimen de precipitaciones es monzónico porque el 80% de las precipitaciones se concentra entre los meses de octubre a abril (Cantero, 1986).

En el gráfico 2 se pueden observar las precipitaciones medias normales desde julio a junio (1961 – 1990).

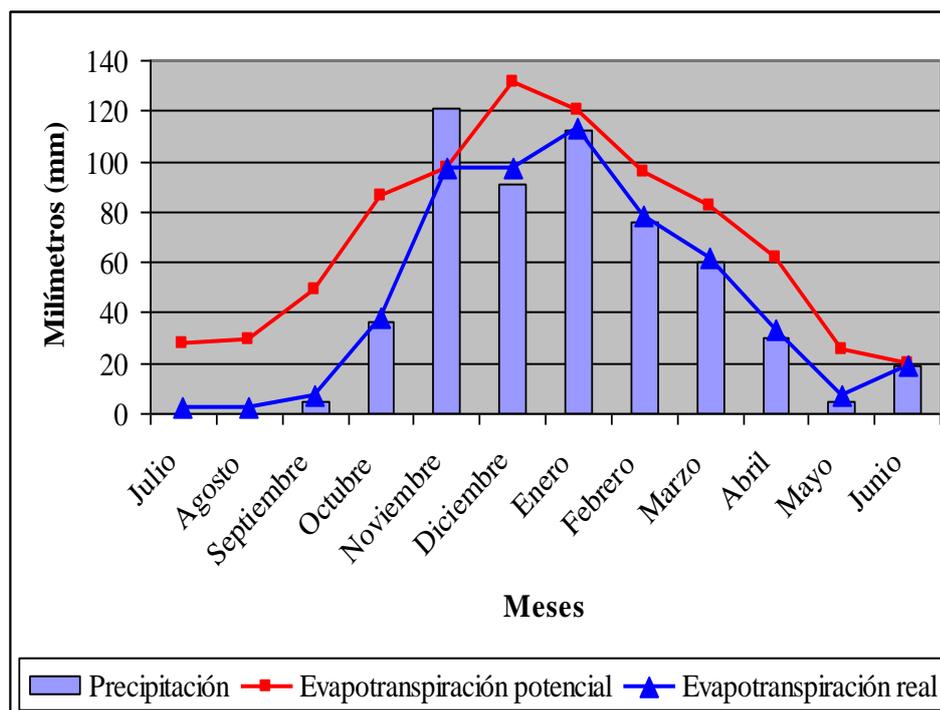
Gráfico 2: Precipitaciones medias normales desde julio a junio (1961 - 1990) y temperaturas medias desde julio del 2006 hasta junio del 2007



Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2008.

El balance hídrico se emplea para evaluar la disponibilidad de agua en el suelo para los cultivos y pasturas. A través de éste se puede tener una idea aproximada de las posibles épocas con deficiencias o excesos de agua. Se puede observar en el gráfico 3 que durante el crecimiento del cultivo de soja en los meses de noviembre a diciembre y en febrero hubo un déficit hídrico.

Grafico 3: Balance hídrico desde julio del 2006 hasta junio del 2007



Caracterización edáfica

La zona en la que se realizó el estudio se encuentra ubicada en la unidad catastral n° 15 (faja Gigena-Baigorria). El paisaje presenta una planicie intermedia de relieve normal-subnormal, suavemente ondulado a ondulado hacia el oeste de la unidad; con pendientes largas, de gradientes entre 0,5 – 1% (Cantero, 1986).

El ensayo se realizó sobre un suelo Haplustol éntico con una secuencia de horizontes A_p (0 - 24 cm); AC (24 - 56); C_1 (56 - 75 cm) y C_{2Ca} (75 a +) (Agencia Córdoba Ambiente, 2003).

Material vegetal

Para el ensayo se utilizaron semillas de soja, variedad Don Mario 4800 de primera multiplicación. La elección de este cultivar se debe a que es uno de los más utilizados en el país. Antes del comienzo del ensayo (15/10/2006) se realizaron los análisis de Poder y Energía Germinativa siguiendo las normas de la Internacional Seed Test Asociation (ISTA, 1996) que arrojaron como resultado un 95% de Energía y Poder Germinativo. Estos datos se utilizaron para realizar el cálculo correspondiente a la densidad de siembra necesaria para obtener una población de 345.000 plantas ha^{-1} . La siembra se realizó el día 11 / 11 / 2006.

Biofertilizante

La preparación del biofertilizante se realizó dentro de un recipiente plástico de 20 litros de capacidad, el cual se utilizó como digestor. En el mismo se introdujeron los ingredientes para realizar la fermentación anaeróbica utilizando como fuentes orgánicas: compost, cama de pollo y aserrín de pino, además se agregaron las sales minerales: sulfato de zinc, sulfato de cobre, sulfato de hierro y óxido de manganeso; y al final se agregaron 16 litros de agua.

Dentro de un recipiente de 20 litros se incorporaron 1.440 gr. de materia orgánica, la cual estaba constituida por 650 gr. de compost, 500 gr. de cama de pollo y 290 gr. de aserrín de madera de pino. Con estas cantidades se logró obtener una relación C/N de 30:1 necesaria para desarrollar la actividad microbiana durante 183 días lo que permitió obtener el biofertilizante a través del proceso de fermentación anaeróbica.

Para la obtención de la relación C/N de los diferentes compuestos se utilizó la tabla 2.

Tabla 2. Relación carbono/nitrógeno de diferentes compuestos orgánicos.

MATERIALES	C %	N %	C / N
<i>Aserrín</i>	40	0.1	400
<i>Cama de pollo</i>	30	2	15
<i>Compost</i>	10	1	10

Fuente: Sztern, 2002.

Para enriquecer el biofertilizante se agregaron 60 gr. de SO_4Zn ; 14 gr. SO_4Cu ; 14 gr. SO_4Fe y 14 gr. MnO . Estas cantidades de sales minerales se obtuvieron de experiencias realizadas por el Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente de Lima, Perú. (Piamonte Peña y Flores Escudero, 2000)

Análisis del biofertilizante

A través de un análisis de laboratorio realizado en la cátedra de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional de Río Cuarto, se determinó con un potenciómetro el pH del líquido arrojando un valor de 7,04, siendo éste un indicador previo para el análisis de hormonas. Para la determinación de Citocianinas (Zeatina) y Auxinas (AIA) se utilizó el HPLC-UV y como resultado se obtuvieron concentraciones de $4,34 \mu\text{g ml}^{-1}$ de cultivo y $2,6 \mu\text{g ml}^{-1}$ de cultivo respectivamente.

Según Pinheiro y Barrozo Barreto (2005), la composición química de estos tipos de fertilizantes orgánicos incluye:

Vitaminas: Tiamina – Vitamina B₁, Piridoxina – Vitamina B₆, Acido Nicotínico, Acido Pantoténico, Riboflavina – Vitamina B₂, Cobalaminas – Vitamina B₁₂, Acido ascórbico – Vitamina C, Acido Fólico, Beta caroteno – Pro-Vitamina A y Ergosterol – Vitamina E.

2) Enzimas: Alfa Amilase y Aminoacilase.

3) Aminoácidos.

4) Ácidos orgánicos

5) Hormonas: Giberelina, Axinas. Citocianinas.

6) Antibióticos:

- Por Bacterias: Gramicidina, Polimixina B, Bacitracina.
- Por Actinomicetos: Cloranfenicol, Estreptomina, Tetraciclinas, Neomicinas, Eritromicinas, Nistatinas, Anfotericina B.
- Por Hongos. Penicilinas, Cefalosporinas, Griceofolvina.

Diseño estadístico

Las semillas se sembraron en 16 parcelas sobre las que se aplicaron cuatro tratamientos con cuatro repeticiones, cada parcela midió 2,60 mts. de ancho (5 surcos a 0,52 mts.) por 5 mts. de largo, a su vez las parcelas se agruparon en cuatro bloques en un Diseño en Bloques (DB). Cada bloque constituyó una repetición en la que estaban representados todos los tratamientos una sola vez, y donde la distribución de los mismos dentro de la parcela (unidad experimental) se realizó en forma sistemática. Las muestras fueron extraídas al azar evaluando dos plantas por surco de cada uno de los cinco surcos de cada parcela (10 plantas / repetición, 40 plantas / tratamiento).

Los datos fueron comparados estadísticamente mediante un análisis de varianza ANOVA ($p < 0.05$) seguido por un test de Duncan ($p < 0.05$). Para el tratamiento de los datos se utilizó el software InfoStat Profesional, versión 2005.

Tratamientos

T₀: Testigo (condiciones normales de cultivo)

T₁: Biofertilizante líquido enriquecido aplicado a suelo en el momento de la siembra 100 lts ha⁻¹ al 30%

T₂: Biofertilizante líquido enriquecido aplicado al suelo en siembra (100 lts ha⁻¹ al 30%) repitiéndose el 27 / 12 / 2006 coincidiendo con la etapa R₁ del ciclo ontogénico, en donde se aplicó una dosis de 100 lts ha⁻¹ al 10%.

T₃: Biofertilizante líquido enriquecido aplicado el 27 / 12 / 2006 en etapa reproductiva (R₁), se aplicó una dosis de 100 lts ha⁻¹ al 10%.

La distribución de los tratamientos se observa en el siguiente esquema

Croquis del ensayo

T ₁	T ₂	T ₃	T ₀
T ₂	T ₃	T ₀	T ₁
T ₃	T ₀	T ₁	T ₂
T ₀	T ₁	T ₂	T ₃

N



Los surcos se orientaron de Este a Oeste.

Las muestras se extrajeron el día 17 / 04 / 2007 cuando las plantas alcanzaron el estado de madurez de cosecha (13,5 % de humedad) determinando así el rendimiento en kg ha⁻¹, para lo cual se estudiaron los siguientes parámetros:

Componentes del rendimiento

A) N° de granos m⁻²

Los sub-componentes del número de granos son:

A.1) N° de plantas m⁻²

A.2) N° de granos planta⁻¹

A.2.1) N° de granos vainas⁻¹

A.2.2) N° de vainas plantas⁻¹

A.2.2.1) N° vainas nudos⁻¹

A.2.2.2) N° de nudos plantas⁻¹

A.2.2.2.1) N° de nudos en el tallo principal planta⁻¹

A.2.2.2.2) N° de nudos de las ramas planta⁻¹

B) Peso de los granos

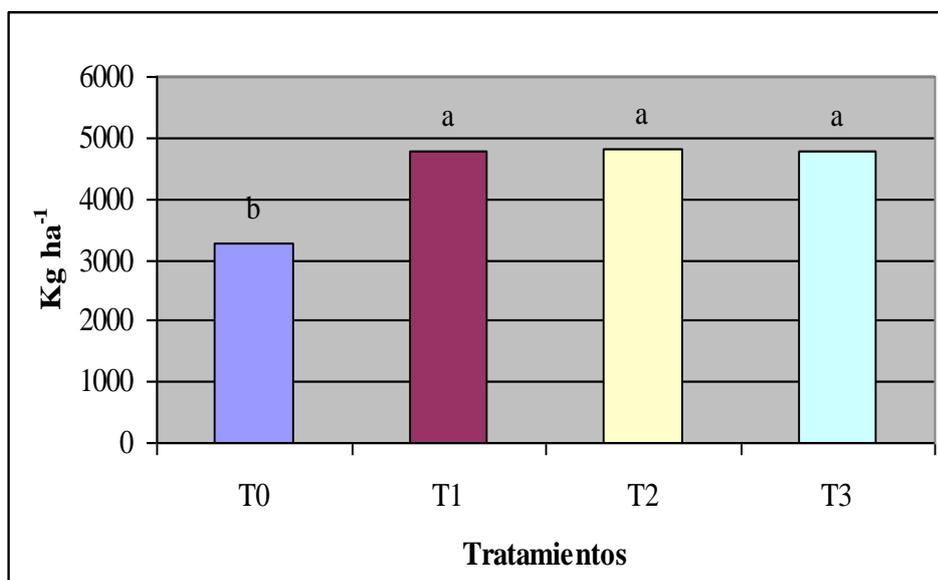
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento

En esta etapa del trabajo, luego de la recopilación de datos y su análisis estadístico a través del ANOVA, surgieron los siguientes resultados:

El biofertilizante líquido enriquecido tuvo un efecto directo el rendimiento del cultivo de soja. En términos generales el rendimiento de las parcelas tratadas con biofertilizante líquido enriquecido fue un 47% mayor que el rendimiento del testigo. Esto se puede apreciar en el gráfico 4 donde se observan los rendimientos de los diferentes tratamientos evaluados, notándose que las parcelas a las que se les aplicó biofertilizante líquido enriquecido no presentan diferencias entre sí, pero sí presentan una diferencia considerable con el testigo. El tratamiento T_0 que representa al testigo obtuvo un rendimiento de $3.261,95 \text{ Kg ha}^{-1}$ y los demás tratamientos tuvieron un rendimiento de: T_1 $4.781,28 \text{ Kg ha}^{-1}$; T_2 de $4.814,7 \text{ Kg ha}^{-1}$ y T_3 de $4.783,8 \text{ Kg ha}^{-1}$.

Gráfico 4: Valores medios de producción ha^{-1} de grano de soja (*Glycine max L.*) en los distintos tratamientos



Componentes del rendimiento

Como en todos los cultivos para grano, el rendimiento del cultivo de soja resulta de dos componentes numéricos principales que son: el número de granos que se establecen por unidad de área y el peso unitario que alcanzan estos granos (Satorre *et al.*, 2003). Se puede observar que en esta experiencia el número de granos m^{-2} es el factor que más influyó sobre

el rendimiento y no así el peso unitario de los granos debido a que para esta última variable los resultados no presentaron diferencias estadísticamente significativas.

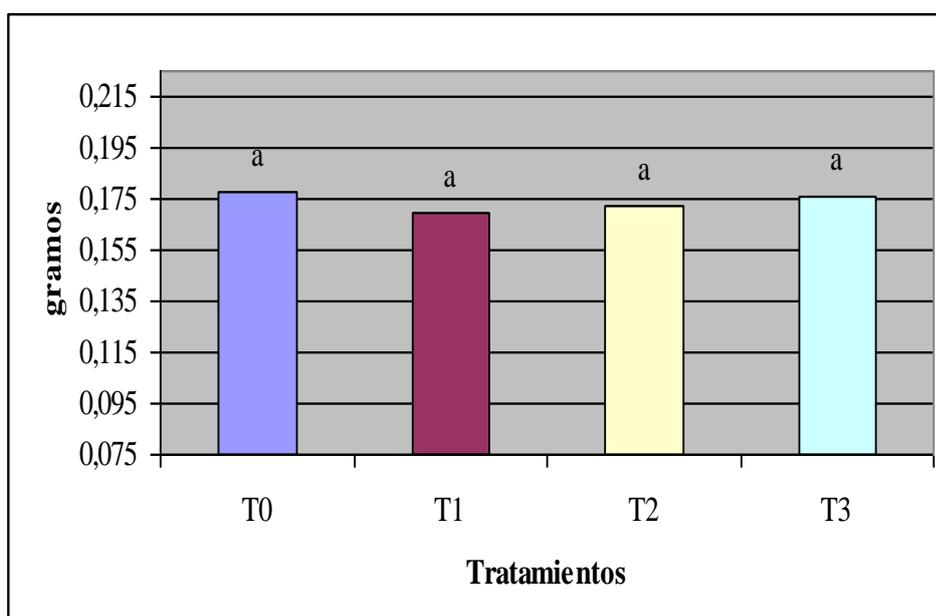
El número de granos por unidad de superficie es un componente complejo que incluye la generación y el establecimiento de diferentes órganos de la planta (Satorre *et al.*, 2003). Por lo tanto, para comprender su dinámica, es conveniente analizar separadamente cómo evoluciona cada uno de los subcomponentes que lo determinan.

Peso de los mil granos

En el gráfico 5 se observa que en el peso de los mil granos no hubo diferencias entre los bloques y los tratamientos.

El número y el peso de los granos están limitados por las fuentes de fotoasimilados, por lo tanto, cuando ocurren variaciones en la fotosíntesis durante el periodo crítico para la definición del número de granos y este es reducido, durante el posterior crecimiento de los granos puede aumentar la disponibilidad de asimilados por unidad de semilla y, consecuentemente, aumentará su ritmo de crecimiento y su peso final. Sin embargo, a medida que va siendo fijado el número de granos, las restricciones en la fotosíntesis pueden comprometer la disponibilidad de asimilados por semilla, reduciendo su tasa de crecimiento o la duración del llenado. Por lo tanto, las restricciones entre peso y número de granos dependen del momento y del grado de las limitaciones en la asimilación de carbono (Satorre *et al.*, 2003).

Gráfico 5: Valores medios de peso de los 1.000 granos de soja (*Glycine max L.*) en los distintos tratamientos



Con los datos obtenidos se puede observar que la disponibilidad de fotoasimilados no fue limitante debido al alto número de granos obtenidos y al peso de los granos que no disminuyó a pesar del aumento del número de granos.

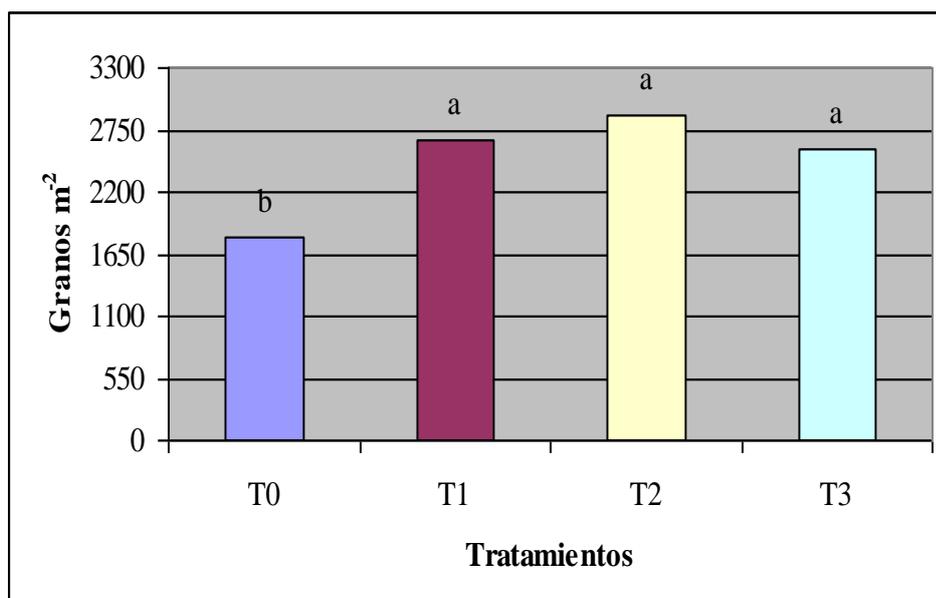
Número de granos m⁻²

Este componente del rendimiento se compone de dos subcomponentes: el número de plantas m⁻² y el número de granos planta⁻¹.

El número de granos del cultivo está limitado por la actividad de la fuente de fotoasimilados durante la etapa crítica R₁ – R₅/ R₆ y no por la cantidad de destinos que se generan. Por lo tanto condiciones que optimicen la tasa de crecimiento del cultivo durante el periodo crítico tienden a maximizar el número de vainas y granos (Engli, 1998 citado por Satorre *et al*, 2003).

En el gráfico 6 se observa que las parcelas tratadas con biofertilizante líquido enriquecido presentaron más granos que el testigo, mientras que los tratamientos con biofertilizante no presentan diferencias entre sí. El testigo obtuvo 1.834,55 granos m⁻² y los demás tratamientos obtuvieron un rendimiento promedio de: 2.810,25 granos m⁻²; 2.782,58 granos m⁻² y 2.710,55 granos m⁻² para el tratamiento T₁, T₂ y T₃ respectivamente.

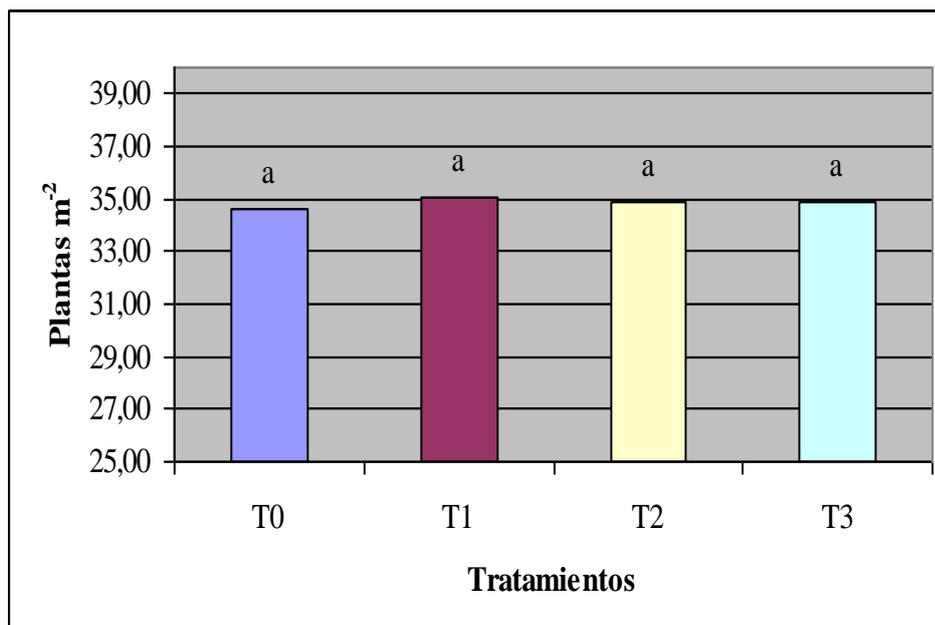
Gráfico 6: Valores medios de cantidad de granos m⁻² de soja (*Glycine max L.*) en los distintos tratamientos



Plantas m⁻²

En el gráfico 7 se observa que las parcelas tratadas con biofertilizante líquido enriquecido y el testigo no presentaron diferencias estadísticamente significativas en el número de plantas m⁻².

Gráfico 7: Valores medios de plantas m⁻² de soja (*Glycine max L.*) en los distintos tratamientos

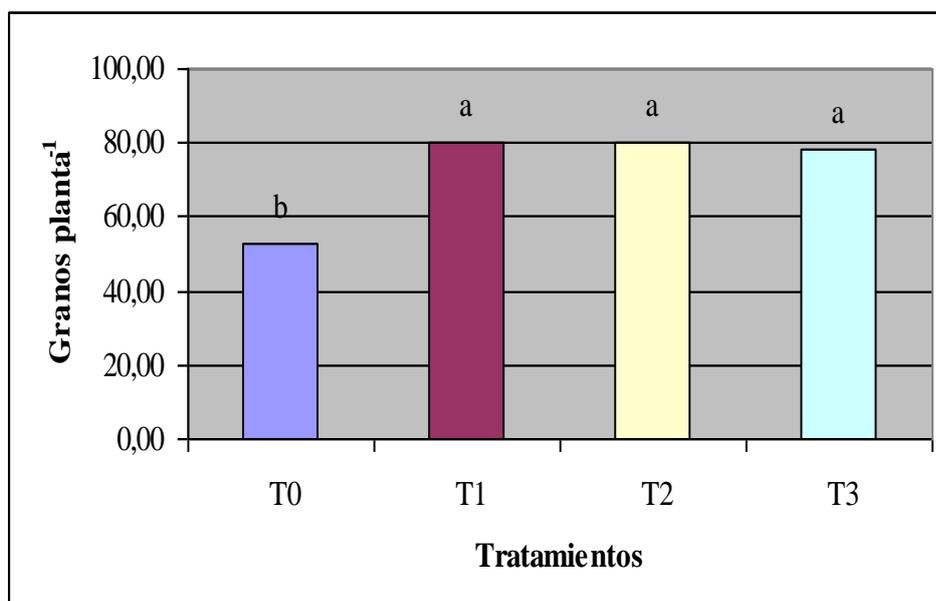


Número de granos planta⁻¹

Este subcomponente del rendimiento está se compone del número de granos vaina⁻¹ y el número de vainas planta⁻¹.

Respecto al número de granos planta⁻¹ en el gráfico 8 se observa que las parcelas tratadas con el biofertilizante líquido enriquecido no presentan diferencias entre sí, pero presentan una diferencia considerable con respecto al testigo. En este último las plantas alcanzaron un valor promedio de 53 granos planta⁻¹ y los demás tratamientos obtuvieron una cantidad de: 80,1 granos planta⁻¹; 79,85 granos planta⁻¹ y 78,05 granos planta⁻¹ para el tratamiento T₁, T₂ y T₃ respectivamente.

Gráfico 8: Valores medios de número de granos planta⁻¹ de soja (*Glycine max L.*) en los distintos tratamientos

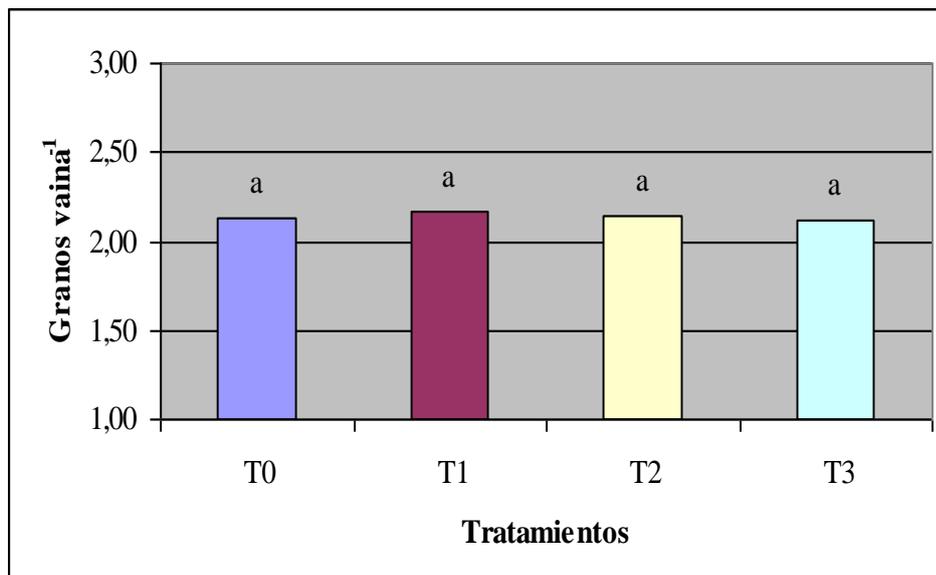


Número de granos vaina⁻¹

Uno o más de los granos de una vaina pueden abortar antes de ingresar en su fase de llenado efectivo, modificando el número de granos logrados por vaina. Sin embargo, el número de granos por vaina es mucho más estable que los demás subcomponentes del número de granos m⁻² ante variaciones ambientales. (Egli, 1998 citado por Satorre *et al.*, 2003)

En el gráfico 9 se observa que las parcelas tratadas con biofertilizante líquido enriquecido y el testigo no presentaron diferencias estadísticamente significativas en el número de granos vainas⁻¹.

Gráfico 9: Valores medios de número de granos vaina⁻¹ de las plantas de soja (*Glycine max L.*) en los distintos tratamientos



Número de vainas planta⁻¹

El número de vainas por planta está definido por el número de vainas por nudos y el número de nudos por planta.

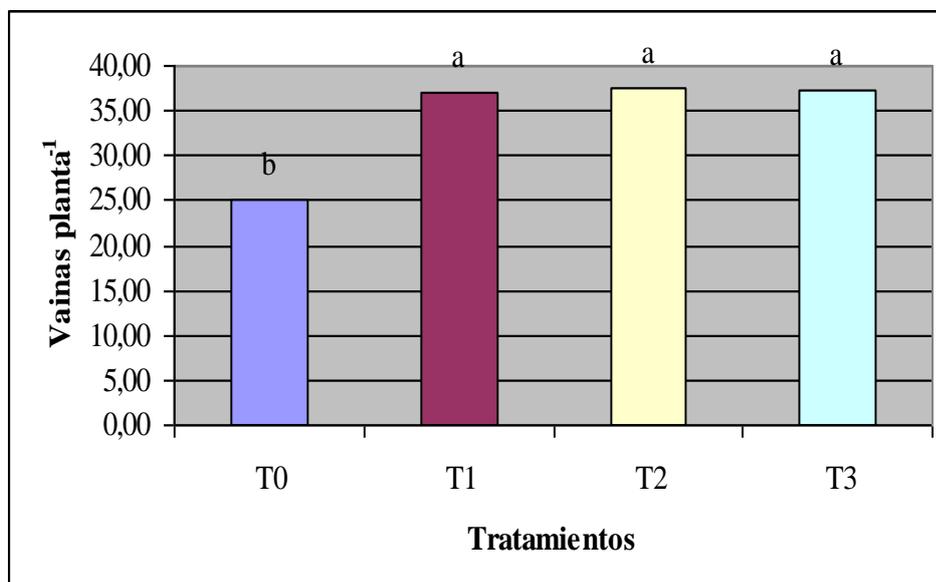
Si bien las causas del aborto de las estructuras reproductivas no están del todo claras, se sabe que la disminución del flujo diario de asimilados desde las hojas hacia los órganos reproductivos es una de las principales causas de mortandad de flores y frutos jóvenes (Egli, 1998 citado por Satorre *et al.*, 2003).

Cuando se restringen el ritmo de la fotosíntesis y la tasa de crecimiento del cultivo, aumenta el aborto de flores y la abscisión de frutos, disminuyendo el número de vainas por nudo. La reducción de asimilados también explica que el aborto sea generalmente mayor en las últimas vainas que aparecen en el cultivo (Hetholt, 1986 citado por Satorre *et al.*, 2003).

No obstante, la provisión de foto-asimilados no parece ser la única causa que restringe el número de vainas por nudo y es probable que estén involucrados otros mecanismos, que probablemente incluya un control hormonal (Bruening, 2000 citado por Satorre *et al.*, 2003).

En el gráfico 10 se observa que las plantas de las parcelas tratadas con biofertilizante líquido enriquecido fijaron más vainas que las del testigo, notándose que las parcelas a las que se les aplicó biofertilizante líquido enriquecido no presentaron diferencias entre ellas, pero sí presentan una diferencia considerable con el testigo. El testigo obtuvo 25,2 vainas planta⁻¹ y los demás tratamientos obtuvieron una cantidad de: 36,95 vainas planta⁻¹; 37,4 vainas planta⁻¹ y 37,33 vainas planta⁻¹ para el tratamiento T₁, T₂ y T₃ respectivamente.

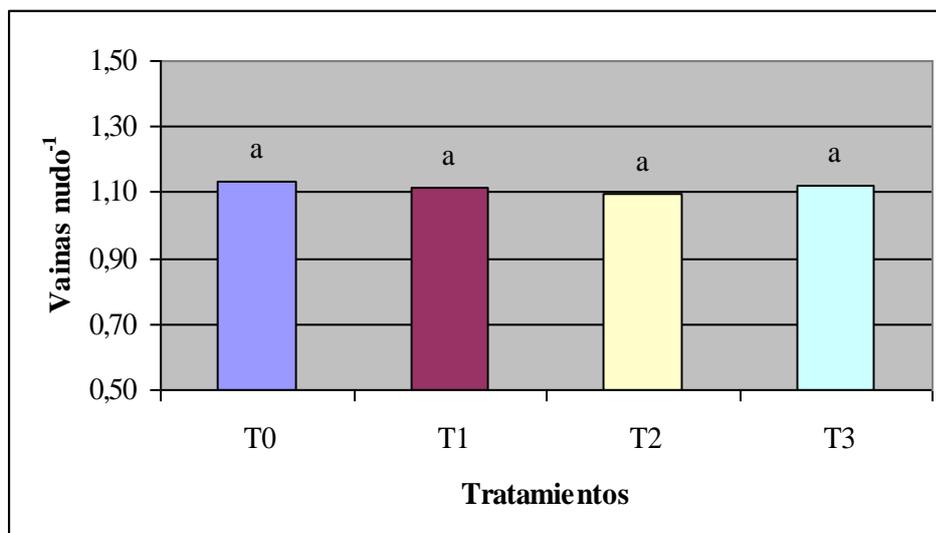
Gráfico 10: Valores medios de número de vainas planta⁻¹ de soja (*Glycine max L.*) en los distintos tratamientos



Número de vainas nudo⁻¹

En el gráfico 11 se observa que las parcelas tratadas con biofertilizante líquido enriquecido y el testigo no presentaron diferencias estadísticamente significativas en el número de vainas nudo⁻¹.

Gráfico 11: Valores medios de número de vainas nudo⁻¹ de las plantas de soja (*Glycine max L.*) en los distintos tratamientos



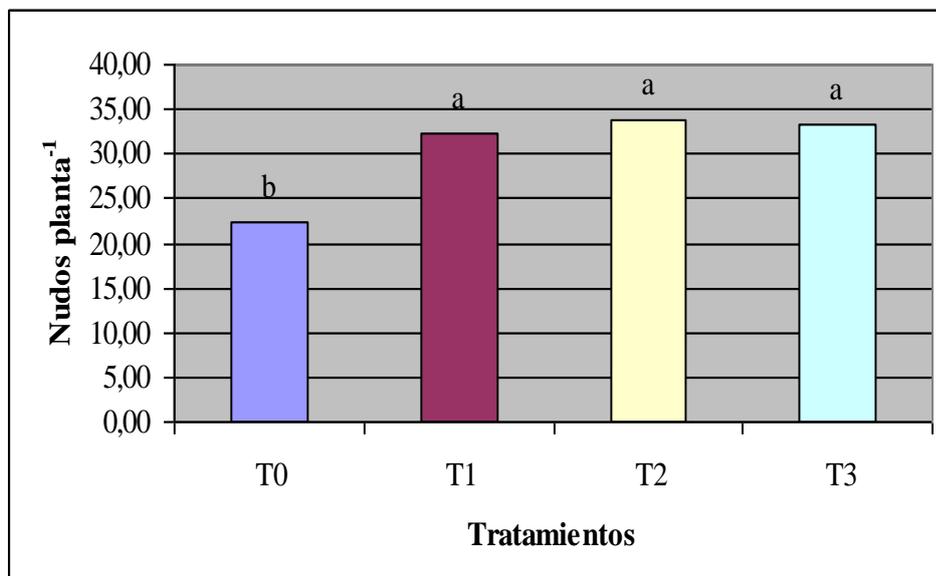
Número de nudos planta⁻¹

El número de nudos por planta está definido por el número de nudos diferenciados en el tallo principal más el número de nudos diferenciados en las ramas.

El número de nudos que se diferencian en las ramificaciones está asociado con las condiciones foto-periódicas previas y posteriores a la floración. La elongación y supervivencia de estos nudos está, además, condicionada por la tasa de crecimiento del cultivo y los factores ambientales que la regulan. Así, la cantidad de recursos (agua, luz, nutrientes) disponibles en post-floración y las prácticas de manejo que modifican su disponibilidad o su oportunidad de utilización (fecha de siembra, densidad) tienen una marcada influencia en la cantidad de nudos que crecen en las ramas. (Satorre *et al.*, 2003).

En el gráfico 12 se observa que las plantas de las parcelas tratadas con biofertilizante líquido enriquecido diferenciaron más nudos que las plantas del testigo. Además se nota que las parcelas a las que les se aplicó biofertilizante líquido enriquecido no presentan diferencias entre ellas, pero sí presentan diferencias respecto del testigo. El testigo obtuvo 22,35 nudos planta⁻¹ y los demás tratamientos obtuvieron una cantidad de: 32,33 nudos planta⁻¹; 33,73 nudos planta⁻¹ y 33,35 nudos planta⁻¹ para el tratamiento T₁, T₂ y T₃ respectivamente.

Gráfico 12: Valores medios de número de nudos planta⁻¹ de soja (*Glycine max L.*) en los distintos tratamientos



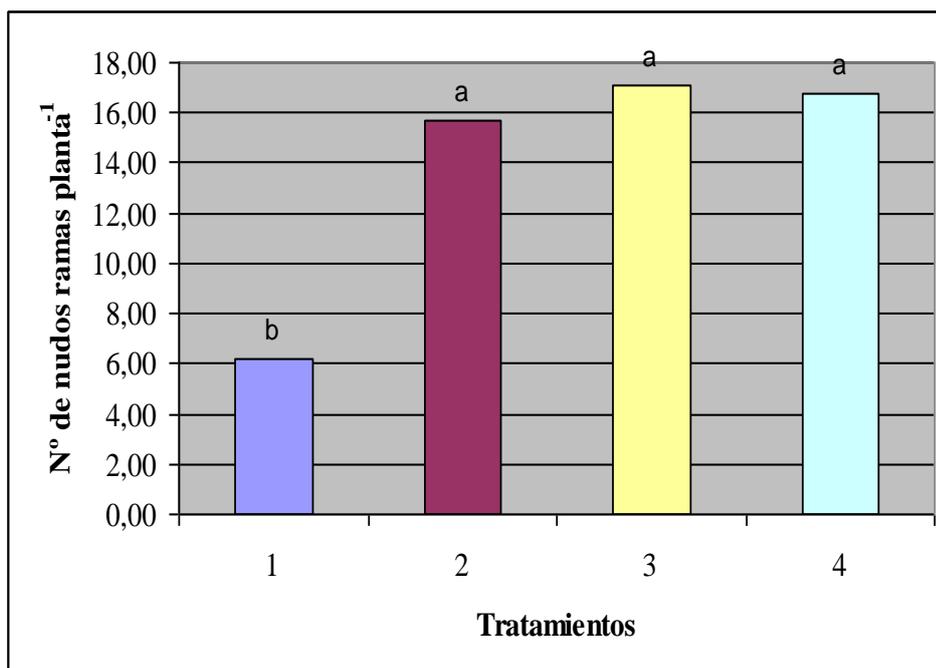
Número de nudos de las ramas planta⁻¹

En todos los genotipos, el crecimiento de las ramificaciones generalmente es máximo a partir de floración. Para condiciones normales de cultivo, en los genotipos determinados, en las ramas se concentra entre un 40 y un 50% de las hojas y de la materia seca vegetativa, mientras que en los indeterminados las ramas poseen un 30% o menos de la biomasa vegetativa (Kantolic, 1994 citado por Satorre *et al.*, 2003).

El aumento en el número de ramas planta⁻¹ se puede deber a un efecto hormonal producido por la citocianina, hormona presente en el biofertilizante líquido enriquecido. Esta hormona posee los siguientes efectos fisiológicos: la ruptura de la dominancia apical generada por el establecimiento de la conexión vascular de la yema axilar y el eje caulinar (Montaldi, 1980); el retardo del envejecimiento de las hojas adultas lo que impide el amarillamiento (clorosis) manteniendo el ritmo fotosintético (Montaldi, 1980).

En el gráfico 13 se observa que las plantas de las parcelas tratadas con biofertilizante líquido enriquecido diferenciaron más nudos en las ramas que el testigo. Además se nota que las parcelas a las que se les aplicó biofertilizante líquido enriquecido no presentan diferencias entre ellas, pero sí presentan diferencias respecto del testigo. El testigo obtuvo 6,23 nudos de ramas planta⁻¹ y los demás tratamientos obtuvieron una cantidad de: 15,68 nudos de ramas planta⁻¹; 16,75 nudos de ramas planta⁻¹ y 17,13 nudos de ramas planta⁻¹ para el tratamiento T₁, T₂ y T₃ respectivamente.

Gráfico 13: Valores medios de número de nudos de las ramas planta⁻¹ de soja (*Glycine max L.*) en los distintos tratamientos

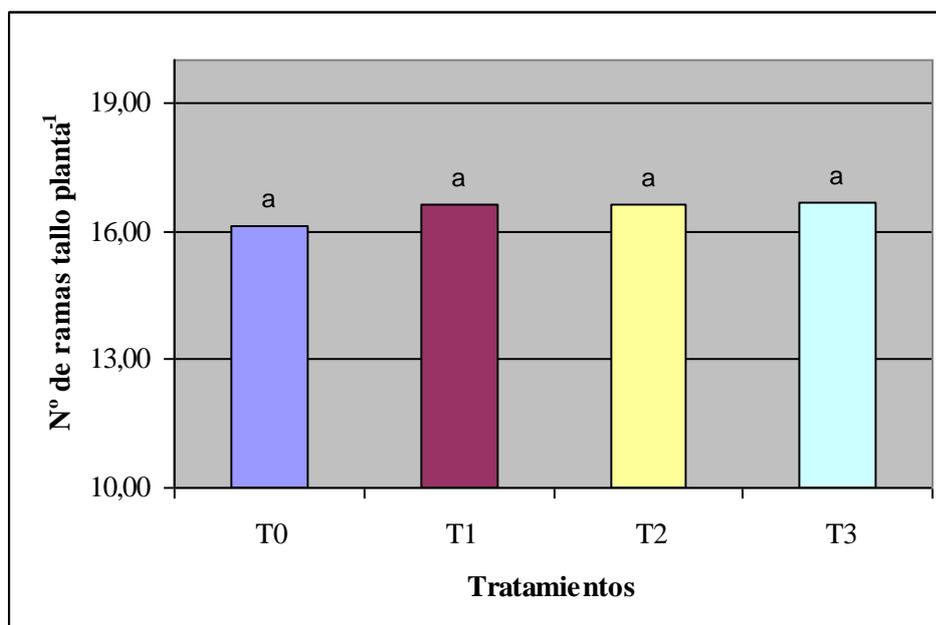


Número de nudos del tallo principal planta⁻¹

El número de nudos que se diferencian en el tallo principal depende principalmente de las condiciones fotoperiódicas previas a floración, y de la sensibilidad al fotoperíodo y el hábito de crecimiento del genotipo. Bajo condiciones de día largo, al promoverse la actividad vegetativa del meristema apical, se diferencian y aparecen más nudos en el tallo principal que bajo condiciones de día corto (Satorre *et al.*, 2003).

En el gráfico 14 se observa que en el número de nudos del tallo principal planta⁻¹ no hubo diferencias entre los bloques y los tratamientos.

Gráfico 14: Valores medios de número de nudos del tallo principal planta⁻¹ de soja (*Glycine max L.*) en los distintos tratamientos



La aplicación de biofertilizante líquido enriquecido tuvo un efecto positivo en el rendimiento del cultivo de soja a partir de provocar un aumento en el número de granos m⁻² y sin modificar el peso promedio de los granos. El aumento en el número de granos m⁻² fue provocado por la mayor diferenciación de nudos en las ramas de las plantas tratadas, esto podría ser explicado a partir de la presencia de citosina en el biofertilizante líquido enriquecido.

En todos los parámetros medidos no se percibieron diferencias estadísticamente significativas entre T₁, T₂ y T₃, que refieren a los distintos momentos de aplicación del biofertilizante al cultivo. Por lo tanto, lo que realmente tiene efecto positivo sobre el

rendimiento es la aplicación del biofertilizante líquido enriquecido y no el momento en el que se hace.

CONCLUSIONES

- La aplicación exógena de biofertilizante líquido enriquecido produjo un incremento de aproximadamente un 47% sobre el rendimiento en granos del cultivo de soja (*Glycine max L.*) respecto a las parcelas no tratadas.
- El efecto de la aplicación del biofertilizante líquido enriquecido independientemente del momento de aplicación incrementó el número de nudos en las ramas planta⁻¹, con su consecuente aumento en el rendimiento en granos del cultivo de soja (*Glycine max L.*).
- El incremento en el número de granos m⁻² se debió posiblemente al efecto que tuvo el biofertilizante líquido enriquecido a partir de la citocianina que forma parte de su composición química. Esto favoreció el desarrollo de una mayor cantidad de ramas planta⁻¹, las cuales produjeron un incremento en el número de granos m⁻², siendo este subcomponente el que más influyó sobre el rendimiento final y no así el peso unitario de los granos.
- A partir del ensayo se puede decir que aplicaciones de biofertilizante líquido enriquecido genera un aumento en el rendimiento en granos del cultivo de soja independientemente del momento en que sean realizadas. Pero desde el punto de vista operativo la aplicación foliar en R₁ es la más adecuada.
- A partir de este trabajo se pudo avanzar en una nueva alternativa de fertilización orgánica poco difundida para los cultivos extensivos. Esta práctica deja las puertas abiertas para que otras personas puedan seguir investigando, desarrollando y perfeccionando tanto el biofertilizante líquido enriquecido, determinando el momento más adecuado de las aplicaciones, determinando las dosis y frecuencias adecuadas.

BIBLIOGRAFIA

AGENCIA CÓRDOBA AMBIENTE. 2003 Recursos Naturales de la Provincia de Córdoba, Los Suelos. Córdoba – Argentina.

CANTERO, A.; BRICCHI, E.; BECERRE, V.; CISNEROS, J. Y H. GIL 1986 Zonificación y descripción de las tierras del departamento Río Cuarto. Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

CHABOUSSOU, F. 1999 les plantes malades des pesticides 2^a edición. L&PM. 6: 159-198.

COFENAC (Consejo Cafetalero Nacional)., Efecto de las Abonaduras Orgánicas Líquidas Fermentadas sobre la Productividad de Café Arábigo. <http://www.cofenac.org/documentos/Abonaduras-Organicas-Liquidas.pdf> Consultado 3/17/2008.

ECHEVERRIA, H. y F. GARCIA 2005 Fertilidad de Suelo y Fertilización de Cultivos I.N.T.A. Balcarce 13: 283-297.

F.I.U.B.A (Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires)., Soja. <http://www.fi.uba.ar/materiales/7031/soja.pdf> Consultado: 3/3/2008.

INFOAGRO., El Cultivo de Soja. <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/soja.htm> Consultado: 9/10/2007.

INFOSTAT PROFESIONAL. Infostat version 2005 Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

I.N.T.A., 1997 Distribución del Área Sembrada de Soja en la Actualidad en la Argentina, por Provincia y Departamentos. En: http://www.oni.escuelas.edu.ar/2002/santa_fe/milenaria_vigencia/2.pdf Consultado: 20/05/2006.

ISTA. 1996. Reglas Internacionales para el Análisis de Semilla. Zurich, Suiza.

MARJAN, E. 2007 Influencia de los Sistemas de Labranza y la Fertilización sobre el Contenido, Consumo y Eficiencia del Uso del Agua en el Cultivo de Soja. Tesis. Fac. Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. Argentina. p39.

MONTALDI, E.; SIVORI, E. Y O. OSVALDO 1980 Fisiología vegetal. Buenos Aires, Argentina.

PIAMONTE PEÑA, R. y P. FLORES ESCUDERO 2000 Biofertilizante líquido enriquecido I.D.M.A. (Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente) Lima – Perú.

PINHEIRO, S y S, BARROZO BARRETO 2005 Fharinha de rocha: Agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes. Ediciones Salles, Niterói-Canoas-RS.

SATORRE, E.; BENECH ARNOLD, R.; SLAFER, G.; de la FUENTE, E.; MIRALLES, D.; OTEGUI, M. y R. SAVIN. 2003 Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo 1^{ra} ed. Facultad Agronomía Universidad De Buenos Aires 9: 165-201.

S.M.N. Servicio Meteorológico Nacional. En: <http://www.smn.gov.ar/?mod=agro&id=11>
Consultado: 18/06/2008.

S.A.G.P y A. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos En: www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/agricultura/otros/estimaciones/trigo/ctrigo05_06.php - [38k](#) - Consultado: 09/09/2008.

SORIA, F.; TUN, J.; TREJO, A. Y R. TERÁN. 2000. Tecnología para la Producción de Hortalizas a Cielo Abierto en la península de Yucatán. SEP-DGETA. Instituto Tecnológico Agropecuario N° 2. Conkan, Yucatán, México.

SZTERN, D. Y M. PRAVIA 2002 Manual para la elaboración de compost. Bases conceptuales y procedimientos. En: <http://www.bvsops.org.uy/pdf/compost.pdf> Consultado: 20/05/2006.

TETRO, E.; GARCIA, M.; ALVAREZ, M. y L. FERNANDEZ. 1994. Abonos verdes: algunas posibilidades de su uso en la agricultura cubana. IV Forum Nacional de Ciencia y Técnica. La Habana.

ANEXO

Análisis estadístico del rendimiento

Análisis de la varianza del rendimiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	16	0,62	0,36	16,74

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7958038,06	6	1326339,68	2,43	0,1113
Bloque	920551,20	3	306850,40	0,56	0,6528
Tratamientos	7037486,86	3	2345828,95	4,30	0,0384
Error	4905161,02	9	545017,89		
Total	12863199,07	15			

- Existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los distintos tratamientos.
- No Existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los distintos bloques.

Test: Duncan Alfa: =0,05

Error: 545017,8906 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	
T2	4814,70	4	A
T3	4783,80	4	A
T1	4781,28	4	A
T0	3261,95	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

- Existen diferencias estadísticamente significativas que T₁, T₂ y T₃ difieren de T₀.

Análisis estadístico de los componentes del rendimiento

Análisis de la varianza número de granos m⁻²

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Granos/m ²	16	0,70	0,50	14,74

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2903969,48	6	483994,91	3,47	0,0465
Bloque	270661,52	3	90220,51	0,65	0,6047
Tratamiento	2633307,96	3	877769,32	6,29	0,0137
Error	1256662,56	9	139629,17		
Total	4160632,04	15			

- Existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los distintos tratamientos.
- No existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los distintos bloques.

Test: Duncan Alfa: =0,05

Error: 139629,1728 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	
T1	2810,25	4	A
T2	2782,58	4	A
T3	2710,05	4	A
T0	1834,55	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

- Existen diferencias estadísticamente significativas que T₁, T₂ y T₃ difieren de T₀.

Análisis de la varianza peso de los 1.000 granos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 1000 granos	16	0,43	0,04	2,97

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,8E-04	6	3,0E-05	1,11	0,4251
Bloque	3,6E-05	3	1,2E-05	0,45	0,7226
Tratamiento	1,4E-04	3	4,7E-05	1,77	0,2221
Error	2,4E-04	9	2,7E-05		
Total	4,2E-04	15			

- No existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los distintos tratamientos.
- No existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los distintos bloques.

Análisis de la varianza número de plantas m⁻²

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº de pl/m2	16	0,12	0,00	3,56

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,85	6	0,31	0,20	0,9683
Bloque	1,39	3	0,46	0,30	0,8247
Tratamiento	0,46	3	0,15	0,10	0,9580
Error	13,87	9	1,54		
Total	15,72	15			

- No existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los distintos tratamientos.
- No existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los distintos bloques.

Análisis de la varianza número granos planta⁻¹

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Granos/planta	16	0,68	0,46	15,40

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		2356,03		6	392,67 3,13 0,0608
Bloque	265,69	3	88,56	0,71	0,5721
Tratamiento	2090,34	3	696,78	5,55	0,0196
Error	1128,98	9	125,44		
Total	3485,00	15			

- No Existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los distintos bloques.
- Existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los distintos tratamientos.

Test: Duncan Alfa:=0,05

Error: 125,4417 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	
T1	80,10	4	A
T2	79,85	4	A
T3	78,05	4	A
T0	53,00	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

- Existen diferencias estadísticamente significativas que T₁, T₂ y T₃ difieren de T₀.

Análisis de la varianza número de granos vaina⁻¹

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Granos/vaina	16	0,28	0,00	3,45

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		0,02	6	3,2E-030,59	0,7292
Bloque	0,01	3	3,7E-030,68		0,5853
Tratamiento	0,01	3	2,8E-030,51		0,6873
Error	0,05	9	0,01		
Total	0,07	15			

- No Existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los distintos bloques.
- No existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los distintos tratamientos.

Análisis de la varianza número de vainas planta⁻¹

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Vaina/grano	16	0,66	0,44	15,36

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		488,28	6	81,38	2,95	0,0708
Bloque	54,01	3	18,00	0,65	0,6014	
Tratamiento	434,27	3	144,76	5,24	0,0229	
Error	248,49	9	27,61			
Total	736,76	15				

- No existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los distintos bloques.
- Existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los distintos tratamientos.

Test: Duncan Alfa:=0,05

Error: 27,6095 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	
T2	37,40	4	A
T3	37,33	4	A
T1	36,95	4	A
T0	25,20	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

- Existen diferencias estadísticamente significativas que T₁, T₂ y T₃ difieren de T₀.

Análisis de la varianza número de vainas nudo⁻¹

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Vainas/nudo	16	0,33	0,00	3,86

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		0,01	6	1,4E-03	0,74	0,6285
Bloque	0,01	3	2,0E-03	1,05	0,4178	
Tratamiento	2,5E-03	3	8,2E-04	0,44	0,7291	
Error	0,02	9	1,9E-03			
Total	0,03	15				

- No existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los distintos bloques.
- No existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los distintos tratamientos.

Análisis de la varianza número de nudos planta⁻¹

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nudos/planta	16	0,75	0,58	12,39

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		375,63	6	62,60	4,40	0,0237
Bloque	22,58	3	7,53	0,53	0,6735	
Tratamiento	353,04	3	117,68	8,27	0,0059	
Error	128,07	9	14,23			
Total	503,70	15				

- No existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los distintos bloques.
- Existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los distintos tratamientos.

Test: Duncan Alfa: =0,05

Error: 14,2303 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	
T2	33,73	4	A
T3	33,35	4	A
T1	32,33	4	A
T0	22,35	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

- Existen diferencias estadísticamente significativas que T₁, T₂ y T₃ difieren de T₀.

Análisis de la varianza número de ramas n+1 planta⁻¹

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ramas n+1	16	0,81	0,69	15,11

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		14,74	6	2,46	6,54	0,0067
Bloque	1,61	3	0,54	1,43	0,2982	
Tratamiento	13,13	3	4,38	11,65	0,0019	
Error	3,38	9	0,38			
Total	18,12	15				

- No existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los distintos bloques.
- Existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los distintos tratamientos.

Test: Duncan Alfa: =0,05

Error: 0,3756 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	
T2	4,75	4	A
T3	4,55	4	A
T1	4,43	4	A
T0	2,50	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

- Existen diferencias estadísticamente significativas que T₁, T₂ y T₃ difieren de T₀.

Análisis de la varianza número de nudos del tallo principal

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº nudos Tallo principal	16	0,49	0,14	3,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		3,03	6	0,50	1,42	0,3054
Bloque		2,30	3	0,77	2,15	0,1636
Tratamientos	0,73	3	0,24	0,69	0,5828	
Error	3,20	9	0,36			
Total	6,23	15				

- No existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre los distintos bloques.
- No existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los distintos tratamientos.

Análisis de la varianza del número de nudos de las ramas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº nudos ramas	16	0,73	0,56	26,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		341,59	6	56,93	4,15	0,0281
Bloque		19,30	3	6,43	0,47	0,7112
Tratamientos	322,29	3	107,43	7,83	0,0070	
Error	123,47	9	13,72			
Total	465,06	15				

- No existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre los distintos bloques.
- Existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los distintos tratamientos.

Test:Duncan Alfa:=0,05

Error: 13,7190 gl: 9

<u>Columna2</u>	<u>Medias n</u>		
T2	17,13	4	A
T3	16,75	4	A
T1	15,68	4	A
T0	6,23	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

- Existen diferencias estadísticamente significativas que T₁, T₂ y T₃ difieren de T₀.