



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

Trabajo Final  
para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo

**FERTILIZACION AZUFRADA EN SOJA**  
**EN LA ZONA DE CANALS**

Autor: Lucia Inés Ruzzi

DNI: 31804176

Directora: Prof. Elena M. Fernandez

Río Cuarto – Córdoba

Agosto 2012

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: *Fertilización azufrada en soja en la zona de Canals*

Autor: Lucía Inés Ruzzi

DNI: 31804176

Directora: Prof. Elena M. Fernandez

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

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Fecha de Presentación: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Aprobado por Secretaría Académica: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Secretario Académico

## DEDICATORIA

Quiero dedicar este preciado trabajo, a Adriana y Osvaldo, mis padres; quienes son la razón de mi vida, y la razón de que este trabajo que hoy pueda llegar a su fin.

Otra mención es para mi abuela Clide, quien merece por todo lo que significa para mí ser nombrada en el presente símbolo de uno de los logros de mi vida.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Nacional de Río Cuarto, institución que me brindó todos los conocimientos y las herramientas para hoy estar concluyendo mis estudios con este trabajo, en igual medida quiero agradecerle a mi directora Prof. Elena Fernández, quien me brindó toda la información, su experiencia y sobre todo su paciencia. Finalmente agradezco a mi familia por el apoyo, en especial a mi hermano Ing. Agr. Juan Ruzzi quien tuvo participación activa en todo momento.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA		III
AGRADECIMIENTOS		IV
RESUMEN		VIII
ABSTRACT		IX
CAPITULO I	INTRODUCCION Y ANTECEDENTES	4
CAPITULO II	MATERIALES Y METODOS	9
CAPITULO II	RESULTADOS Y DISCUSION	12
	1. CLIMA Y FENOLOGÍA	12
	2. MATERIA SECA	14
	3. NUMERO DE NÓDULOS	16
	4. COMPONENTES DE RENDIMIENTO	16
	5. RENDIMIENTO	19
CAPITULO IV	CONSIDERACIONES FINALES	21
CAPITULO V	CONCLUSIONES	22
CAPITULO VI	BIBLIOGRAFIA CITADA	23

## ÍNDICE DE CUADROS

	PAG.
CUADRO 1 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DONDE E REALIZO LA EXPERIENCIA	6
CUADRO 2 CARACTERIZACIÓN DE LOS FERTILIZANTES AZUFRADOS UTILIZADOS	6
CUADRO 3 TRATAMIENTOS	7
CUADRO 4 CARACTERIZACIÓN DEL CULTIVAR	7
CUADRO 5 TEMPERATURAS MÁXIMAS, MÍNIMAS Y PROMEDIO DE CANALS	9
CUADRO 6 CARACTERIZACIÓN DE ETAPAS FENOLÓGICAS	10

## ÍNDICE DE FIGURAS

	PAG.	
FIGURA 1	PRECIPITACIONES CICLO 2009-2010 E HISTÓRICAS	9
FIGURA 2	TEMPERATURAS DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO CAMPAÑA 2009/2010	9
FIGURA 3	MATERIA SECA EN V3 SEGÚN TRATAMIENTO.	11
FIGURA 4	MATERIA SECA EN R3 POR METRO LINEAL SEGÚN TRATAMIENTO	12
FIGURA 5	MATERIA SECA POR METRO LINEAL EN R5 SEGÚN TRATAMIENTO	12
FIGURA 6	NUMERO DE NODULOS POR RAIZ PRINCIPAL EN R3	13
FIGURA 7	NÚMERO DE NÓDULOS POR RAIZ PRINCIPAL EN R5	13
FIGURA 8	NÚMERO DE VAINAS POR NUDO SEGÚN TRATAMIENTO	14
FIGURA 9	NÚMERO DE GRANOS POR VAINA, SEGÚN TRATAMIENTO	14
FIGURA 10	NÚMERO DE GRANOS POR PLANTA SEGÚN TRATAMIENTO	15
FIGURA 11	PESO DE MIL SEMILLAS SEGÚN TRATAMIENTOS	15
FIGURA 12	RENDIMIENTO DE SOJA SEGÚN TRATAMIENTO	16
FIGURA 13	RENDIMIENTO DE SOJA SEGÚN FERTILIZANTE EN ALTAS DOSIS	17
FIGURA 14	RENDIMIENTO DE SOJA SEGÚN FERTILIZANTE EN BAJAS DOSIS	17

## RESUMEN

El cultivo de soja ha respondido positivamente a la fertilización en algunas áreas productoras del país pero no existe información disponible en la zona de Canals – Provincia de Córdoba. El trabajo tuvo como objetivo evaluar la respuesta del rendimiento del cultivo de soja al agregado de dos tipos y dos dosis de fertilizantes azufrados. El ensayo se realizó en un campo de la zona de Canals. Los tratamientos fueron: I. Testigo (sin agregado de ningún tipo de fertilizante), II. Fertilización Microesencial S10 con dos dosis (200 S10 y 135 S10); III. Fertilización con sulfato de calcio con una dosis (100 yeso); IV. Fosfato diamónico (dap), con dos dosis (174 dap y 118 dap); V. Fosfato diamónico + sulfato de calcio, dicha mezcla también fue probada en dos dosis de (174+153 y 118+100). Cada una de las dosis de fertilizantes comerciales evaluadas aportaron 10 y 20 kg/ha del nutriente en estudio (S). La nodulación en la soja no responde a la aplicación de fertilizantes azufrados, fosfatados ni a sus mezclas en ninguna de las dosis probadas. La fertilización con dosis alta de azufre o conjunta de azufre y fósforo produce incrementos en la producción de materia seca en estadios avanzados del cultivo de soja y del rendimiento.

Palabras claves: soja, azufre, fósforo, materia seca, rendimiento



## Abstract

The soybean crop has responded positively to fertilization in some producing areas of the country but there is no information available in the area of Canals - Province of Cordoba. The study aimed to evaluate the response of soybean yield to the addition of two types and two doses of sulfur fertilizers. The trial was conducted in a field area Canals. The treatments were: I. Control (without adding any type of fertilizer), II. Fertilization Microessencial S10 with two doses (200 and 135 S10 S10), III. Fertilization with calcium sulfate at a dose (100 gypsum), IV. Diammonium phosphate (dap) with two doses (174 and 118 dap dap); V. Diammonium phosphate + calcium sulfate, this mixture was also tested at two doses (174 +153, 118 +100). Each of the doses tested provided 10 and 20 kg / ha of the nutrient under study (S). Nodulation in soybean does not respond to sulfur fertilizer application, phosphate or their mixtures in any of the doses tested. Fertilization with high doses of sulfur or sulfur and phosphorus joint results in increases in dry matter production in advanced stages of the soybean crop and yield.

Keywords: soybean, sulfur, phosphorus, dry matter yield

## I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Los cultivos de granos tienen requerimientos específicos y absolutos, los cuales deben ser satisfechos para alcanzar altos rendimientos, tales como radiación, agua, periodo de crecimiento y nutrición. En el caso de la soja, el objetivo es desarrollar un cultivo con óptimo estado a floración R1-R2 ( Fehr y Caviness, 1977) que permita interceptar eficientemente toda la radiación incidente y maximizar la tasa de acumulación de materia seca durante el período de llenado de granos (Vasilas *et al.*, 1995a).

La literatura técnica menciona un amplio rango de valores de requerimiento de nutrientes en todos los cultivos. Esta diversidad puede originarse en el diferente estado nutricional en que son determinados; así por ejemplo bajo condiciones no limitantes de nutrientes, existe el riesgo de sobreestimar los requerimientos por “consumo de lujo” de un determinado elemento. El material genético utilizado, la fecha de siembra que modifica el índice de cosecha y las condiciones ambientales durante el ciclo del cultivo también causan variaciones en las necesidades nutricionales (Ferraris *et al.*, 2000). El fósforo y el azufre son los nutrientes que mayor demanda de conocimientos debido a sobre su efecto en el crecimiento y desarrollo del cultivo de soja (*Glycine max* (L.) Merr.).

El azufre en las plantas es realmente importante ya que es constituyente de los aminoácidos metionina y cisteína, y su deficiencia ocasiona serios problemas de mal nutrición en humanos. Las vitaminas biotina, tiamina, y B1 contienen S como muchas otras que regulan la fotosíntesis y la fijación de N. El S está íntimamente relacionado con el N en los procesos de síntesis de proteínas y enzimas. El correspondiente suministro de S incrementa el desarrollo y la cantidad de N absorbido en trigo, por lo que resulta una adecuada herramienta para mejorar la eficiencia de utilización del N. Este efecto es debido a mejoras en la eficiencia de absorción del N y no a cambios en la eficiencia fisiológica de utilización de N (Salvagiotti *et al.*, 2004).

El S ingresa a la raíz mayoritariamente como sulfatos (SO<sub>4</sub>-2) y es transportado vía xilema a la parte aérea por flujo transpiratorio. Debido a que la concentración en el citoplasma es relativamente constante, el exceso de sulfato es depositado en las vacuolas, si bien este compartimento representa una reserva para los vegetales, la removilización de este sulfato es relativamente lenta, puesto que es liberado sólo ante condiciones de estrés prolongado (Blake Kalff *et al.*, 1998).

Si el aporte de sulfatos que realiza el fertilizante al suelo es restringido, los requerimientos de S de los vegetales pueden ser cubiertos por vía foliar, y en esta situación se absorbe por los estomas, la resistencia interna del mesófila determina generalmente la velocidad de ingreso. Por otra parte, se han determinado pérdidas de H<sub>2</sub>S y otros gases azufrados volátiles vía estomática y se asume que este sería un mecanismo de detoxificación en ambientes con exceso de S (Dekok *et al.*, 2002).

El follaje de plantas saludables contiene generalmente entre 0,1 y 0,5 % de S, aproximadamente un décimo del contenido de N. Las plantas con deficiencias de S son bajas, con pecíolos y tallos delgados. Los síntomas de deficiencias de S son similares a aquellos asociados con la deficiencia de N. Sin embargo, a diferencia de este, el S es relativamente inmóvil en la planta, y entonces la clorosis se desarrolla primero en las hojas más jóvenes. Las plantas deficientes en S tienden a tener bajo contenido de azúcares pero alto en nitratos en su savia (Echeverría y García, 2005).

La diferente movilidad de N y S en la planta debería ser tenida en cuenta en aquellos métodos de diagnóstico que emplean la relación de estos nutrientes a lo largo del ciclo del cultivo, por lo que la deficiencia de S en leguminosas disminuirá la concentración de aminoácidos metionina y cistina, lo que bajará el contenido de proteína y aumentará el N no proteico. De esta forma se afecta el valor nutritivo de las leguminosas por la falta de S. Además, el aporte de S incrementa la concentración de N y el rendimiento de leguminosas al mejorar la fijación de N en sitios con respuesta a S (Echeverría y García, 2005). Para que un sistema de producción sea sustentable debe haber un balance entre las salidas y entradas, o pérdidas y aportes de los nutrientes. Las pérdidas pueden reducirse mediante buenas prácticas de manejo de los cultivos y de los residuos, los cuales modifican el tamaño de los reservorios; por otro lado las deficiencias pueden resolverse con el agregado de fertilizantes en forma adecuada, para ello es indispensable conocer la eficiencia con la que el nutriente proveniente de los fertilizantes satisface los requerimientos de las plantas, especialmente si la absorción de dichos nutrientes por las plantas compete con los procesos de reciclado en el suelo, en otras palabras sería importante conocer la dinámica del ciclo de cada nutriente.

Particularmente el ciclo del S en el sistema suelo-planta está gobernado por procesos biológicos y físico-químicos, con activa participación de la biota del suelo (Torres Duggan; 2011). La fertilización con S ya sea en forma de  $SO_4^{2-}$  o como S representa el principal ingreso de S. Otros aportes que pueden ser importantes son el riego y las capas freáticas. La contribución de las formas gaseosas de S son poco significativas en áreas alejadas de centros urbanos, industriales o distantes del mar. Las principales pérdidas o salidas de S de los agroecosistemas corresponden a la remoción por los productos cosechados, lixiviación y escurrimiento. La adsorción y las pérdidas gaseosas desde la superficie del suelo o desde las plantas presentan menor relevancia (Torres Duggan, 2011). Los principales biogeociclos internos del S en suelos son la mineralización-inmovilización y la oxidación.

La mineralización es el proceso por el cual el S presente en las fracciones orgánicas edáficas se transforman en  $SO_4^{2-}$  biodisponibles para las plantas. Existen dos tipos o mecanismos de mineralización: mineralización biológica y mineralización bioquímica (Torres Duggan, 2009). La mineralización biológica de S está determinada por la demanda microbiana

de C para proveer energía para su crecimiento, liberando  $\text{SO}_4^{2-}$  como subproducto de la oxidación del C a  $\text{CO}_2$ . La transformación se realiza principalmente a través de microorganismos, por lo cual los factores que afectan la actividad microbiana (e.g. temperatura, humedad, pH y disponibilidad de sustrato) también influyen en los procesos de mineralización, inmovilización, oxidación y reducción. Este proceso es similar al de la mineralización del N. La mineralización bioquímica, en cambio, implica la liberación de  $\text{SO}_4^{2-}$  desde el pool de sulfato-ésteres a través de una hidrólisis enzimática. La arilsulfatasa es la principal enzima catalizadora en suelos. El “pool” de éster sulfato (S-O) tiene importancia en la mineralización de corto plazo, mientras que el S ligado al C, constituye una fracción importante para la mineralización de largo plazo. La contribución de la mineralización a la demanda de S del cultivo es baja (1,7-3,1%). Por lo tanto, en esquemas de alta productividad, la fertilización azufrada constituye una herramienta fundamental para sostener los requerimientos de S de los cultivos (Torres Duggan, 2009).

Resulta importante considerar las características del fertilizante que se utiliza, ya que existen dos tipos: el azufre elemental y las sales que contienen azufre. El primero por ser insoluble no se pierde por lixiviación, pero debe ser oxidado a  $\text{SO}_4^{2-}$  antes de ser utilizado por las plantas, esto se realiza en el suelo por varios microorganismos, entre ellos los Thiobacillus. El azufre elemental requiere ser colonizado por los microorganismos; así la velocidad de oxidación depende de la superficie expuesta y de las mismas variables ambientales que regulan el crecimiento vegetal, es decir la temperatura y humedad. La imposibilidad de lixiviación del azufre elemental y la posibilidad de regular la liberación de los sulfatos mediante la utilización de distintos tamaños de partículas hace que el azufre elemental sea un ingrediente muy versátil en mezclas con fertilizantes comerciales tradicionales.

Por otro lado, dentro del grupo de las sales que contienen azufre los más utilizados son el sulfato de amonio (SA), el yeso agrícola (YS), y superfosfato simple de calcio (SPS) (Rodríguez y Torres Duggan, 2009), que son solubles en agua, y contienen el S como  $\text{SO}_4^{2-}$ , lo que hace que una vez aplicados al suelo el granulo se solubiliza y queda disponible para las plantas. Entre estos fertilizantes existen diferencias de solubilidad, así por ejemplo el YS es la fuente menos soluble y de reacción neutra, mientras que el SPS y SA presentan una reacción inicial acida y son los más solubles.

En el caso particular de la soja se ha demostrado que existe respuesta al agregado de azufre sobre la producción de materia seca (MS) de hasta 2000 kg/ha, pero establece que dicha respuesta está relacionada al momento de aplicación; ya que esa experiencia consistió en comparar dos tratamientos: 80 kg de  $\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}$  aplicados al voleo como CAN (nitrato de amonio calcáreo, 27 % de N) con 80 kg de  $\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}$  aplicados al voleo como SNA (sulfonitrato de amonio, 14% de S y 26 % de N en distintos momentos del ciclo tales como siembra (S), emergencia

(VE), en estado vegetativo V5 y en reproductivo R1. Los resultados positivos se dieron cuando la fertilización se realizó en V5, y R1 en ambos casos la materia seca se evaluó en R5 y MF, mientras que cuando se la evaluó en R3-4 y R7 no se observaron diferencias (Caviglia *et al.*, 2001).

En estudios de fertilización e inoculación de soja se observó que la respuesta al agregado de fertilizantes también se incrementa en los tratamientos con inoculación, tal como se puede apreciar el efecto del agregado de P y de S en parcelas con y sin inoculación lo cual pone de manifiesto que cualquiera de los dos nutrientes ejercen algún tipo de acción positiva sobre la nodulación. Según Fontanetto y Keller (2006), la fertilización con 10 kg ha<sup>-1</sup> de S indujo a mejoras significativas en la nodulación de soja y alfalfa. Por otra parte Gerster y Novello (2003) afirman que se produce mayor cantidad de nódulos en la raíz principal como respuesta a la fertilización con S, calculado a partir de diferencias entre tratamientos (NPS 55-30-20– NP 55-30) y (NS 55-20 – N 55).

El rendimiento del cultivo de soja, se puede descomponer en número de granos y peso individual de los granos. Las caídas en los rendimientos se deben, en general, a una disminución en el número de granos. El peso de los granos, por el contrario, raramente es afectado (Gutiérrez Boem y Scheiner, 2003).

El número de granos por unidad de área de suelo queda determinado durante el período R2-R5 (floración–inicio de llenado de granos) y su reducción sólo puede ser compensada parcialmente por el aumento en el peso unitario de las semillas. Por este motivo, se puede decir que el objetivo es desarrollar un cultivo con óptimo estado a floración y llenado de granos (Baigorri, 1997).

Una buena cobertura del suelo a floración depende, entre otras cosas del espaciamiento entre hileras y de la disponibilidad de nutrientes, así Pergolini (2004), demostró que es posible incrementar los rendimientos en sectores de lomas pobres mediante siembra en rombo con fertilización azufrada, debido probablemente, a una mayor eficiencia de interceptación de la radiación incidente por el cultivo, lo cual modificó, principalmente, el número de granos m<sup>-2</sup>, determinado por el incremento en el número de vainas por planta. El resto de los componentes indirectos de rendimiento no sufrieron aumentos sino reducciones.

En Gral. Viamonte se observó un incremento del rendimiento de 200 kg ha<sup>-1</sup> (6% del testigo) con el agregado de 10 kg ha<sup>-1</sup> de azufre. En Junín (donde también hubo respuesta al agregado de fósforo), el agregado de azufre+fósforo aumentó el rendimiento en más de 600 kg ha<sup>-1</sup> comparado con el testigo (25 % del testigo), de los cuales casi 400 kg ha<sup>-1</sup> se los podría atribuir al agregado de azufre (diferencia entre P20 y P20+S10).

En la zona de Canals no existe información disponible sobre la fertilización azufrada en soja.

## **HIPÓTESIS**

Los rendimientos en soja en la zona de Canals, aumentan cuando son fertilizados con azufre.

### **1.2 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la respuesta en el rendimiento del cultivo al agregado de dos tipos y dos dosis de fertilizantes azufrados.

### **1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Evaluar el crecimiento en las etapas fenológicas vegetativas y reproductivas (V3-V4, R3, R5 y R7).
2. Evaluar la materia seca en las etapas V3-V4, R3, R5.
3. Evaluar momento de cierre de canopeo.
4. Evaluar el número de nódulos en los estadios V3 y R5.
5. Evaluar los componentes de rendimiento.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la campaña 2009/10, en el establecimiento “Don César” ubicado a 21 km 33°32’60”S de la localidad de Canals, en el Departamento Unión, al sur-este de la provincia de Córdoba.

En cuanto a las condiciones climáticas para el desarrollo del cultivo, la región se caracteriza por un régimen de lluvias monzónico y precipitaciones de alrededor de 900 mm anuales, el régimen térmico es templado pampeano, la temperatura media anual es de 16°C y la amplitud térmica es de 14,8°C. El tipo de suelo es un Haplustol éntico, con textura superficial franco arenosa, clase 3 según USDA (Carta de Suelo de la Provincia de Córdoba, hoja General Viamonte, 1986). Los datos de fertilidad del suelo se muestran en el cuadro 1, obtenido por análisis de suelo en laboratorio.

Cuadro 1. Características del suelo donde se realizó la experiencia. Profundidad 0 a 20 cm

Característica	Valor
Reacción de pH	6,74
Nitrógeno – NO <sub>3</sub>	11,3 ppm
Fosforo disponible	15,7 ppm
Materia Orgánica	2,49 %
Azufre- SO <sup>4</sup>	12 ppm

Se conoce la historia del lote donde se realizó el ensayo desde 1995 (últimos 15 años); a partir de 1995 hasta 2002 (7 años) se realizó agricultura rotando con pasturas para actividad ganadera, y desde 2002 hasta la actualidad (8 años) sólo se práctica agricultura en siembra directa con un esquema de rotación de maíz, soja, trigo y soja 2°.

La maquinaria utilizada fue una sembradora de siembra directa a placas, de 12 cuerpos distanciados a 52cm con fertilización fuera de la línea de siembra (abajo y al costado).

Las fuentes de azufre fueron Microessencial S10 y Yeso agrícola. El fosfato diamónico se utilizó para equiparar el aporte de fósforo del Microessencial S10, y a su vez para aislar el posible efecto de interacción de los nutrientes (Cuadro 2).

Cuadro 2. Caracterización de los fertilizantes utilizados en el ensayo.

Nutriente	Microessencial S10	Fosfato Diamónico	Yeso
Nitrógeno	12%	18%	-
P2O5	40%	46%	-
Azufre total	10%	-	13%
Azufre de sulfato	5%	-	13%
Azufre elemental	5%	-	-

Fuente: catálogos y marbetes de cada uno de los fertilizantes.

Los tratamientos fueron la combinación de las fuentes para alcanzar los niveles de S planteados precedentemente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tratamientos

Dosis de S	Microesencial S10 (P 40%- S 10%)	Dap + Yeso (P 46%)+(S13%-Ca 22%)	Dap (P 46%)	Yeso agrícola (S 13%- Ca 22%)
Alta (20kg/ha S)	200 s10	174+153	174 dap	-
Baja (13.5kg/ha S)	135 s10	118+100	118 dap	75 yeso

En el campo, las parcelas se distribuyeron en un diseño en bloques al azar con 4 repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 6,24 m de ancho por 40m de largo, donde se colocaron 25 semillas por metro. El cultivar que se utilizó fue DM 4970 de grupo de madurez IV, con las características que se describen en el cuadro 4.

Cuadro4. Caracterización del cultivar.

Posicionamiento	Córdoba, Sta. Fe, Bs. As. y Entre Ríos. Máximo potencial de rendimiento en el grupo IV largo. Excelente comportamiento en siembras de 2°.
Ciclo / Hábito de crecimiento	IV largo / Indeterminado
Días desde emergencia a R8	171/150/135/139/127
Altura de planta para su ciclo (cm)	Alta (110)
Potencial de ramificación	Muy alto
Tipo de ramificación	Abierta
Susceptibilidad al vuelco (1 a 10)	2
Distancia entre surcos recomendada	Media (igual o menor a 52 cm)
Peso promedio de 1000 semillas (g)	184
Color de pubescencia / Color de flor	Castaña clara/ Violeta
Comportamiento frente al Cancro del Tallo	Resistente
Comportamiento frente a <i>Phytophthora</i>	Resistente a raza 1

Fuente: catalogo de productos Don Mario 2009 ([www.donmariosemillas.com.ar](http://www.donmariosemillas.com.ar)).

Se evaluaron las siguientes características del cultivo.

**En la emergencia:**

- Se realizó un recuento de las plántulas en una superficie de 10 m<sup>2</sup>, con lo que se estimó el número de plantas por hectárea.



#### **En los estados vegetativo V3/V4:**

- Se tomaron 2 muestras n de una superficie de  $1/2 \text{ m}^2$  por parcela, con 4 repeticiones por tratamiento, y se pesaron luego de ser secadas a microonda hasta peso constante.

#### **En estadios reproductivos R3 y R5**

- Se tomaron 2 muestras de plantas en una superficie de  $1/2 \text{ m}^2$  por parcela, con 4 repeticiones por tratamiento, se pesaron luego de ser secadas en microonda hasta peso constante.
- Se contó el número de nódulos radicales en 5 plantas.

#### **En madurez fisiológica R7**

- Se tomaron 2 muestras de plantas de una superficie de  $1/2 \text{ m}^2$  por parcela, con 4 repeticiones por tratamiento, se evaluó:
  - Número de vainas por nudo
  - Número de granos por vaina
  - Peso de 1000 granos (en tres sub-muestra)
  - Peso de semillas por superficie, con estos datos se estimó el rendimiento (qq/ha).
- Con los datos del peso de 1000 semillas, peso de granos y el número de planta por superficie se estimó el número de granos por planta.

### **ANALISIS DE LOS RESULTADOS**

Los resultados obtenidos fueron interpretados mediante el programa Infostat y las medias comparadas con el test de Duncan (0.05%).

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### I. Clima y fenología

Durante el ciclo del cultivo se registraron parámetros del clima, tales como temperaturas y precipitaciones, los que demuestran la ocurrencia de un ciclo húmedo, por las precipitaciones que superaron a la media histórica de la región, hasta 60% como ocurrió en el mes de diciembre (Fig. 1). Además, en el mes de marzo fue más seco que el histórico.

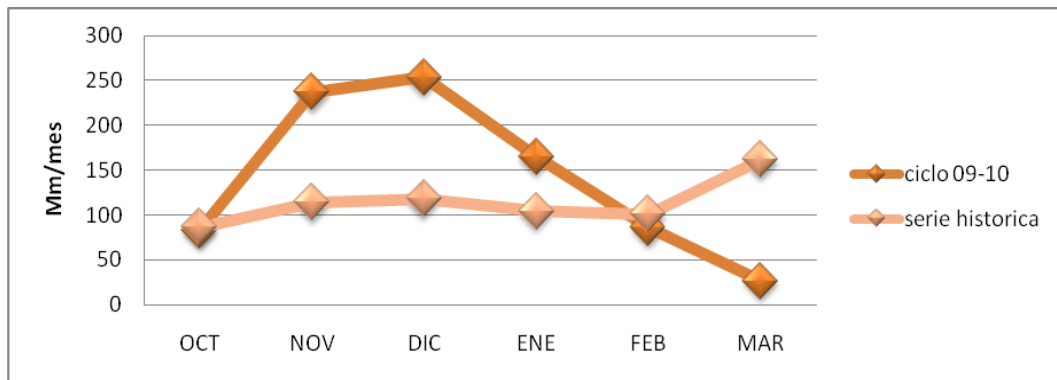


Figura 1. Precipitaciones ciclo 2009-2010 e históricas correspondientes a los meses del ciclo del cultivo.

En cuanto a las temperaturas, el ciclo fue normal, cuyos registros medios expresados en el Cuadro 5, no se diferenciaron a los históricos de la región (Figura 2).

Cuadro 5. Temperaturas máximas, mínimas y promedio en Canals.

Mes	Temperatura[°C]		
	promedio	mínimo	Máximo
Octubre	18,22	1,91	68
Noviembre	21,41	6,5	34,67
Diciembre	21,51	9,15	34,55
Enero	23,69	12,08	36
Febrero	22,27	7,96	31,53
Marzo	21,23	7,21	35,02

Fuente: Estación Meteorológica Pessl Instruments, estancia La Danesa, Canals, Cba.

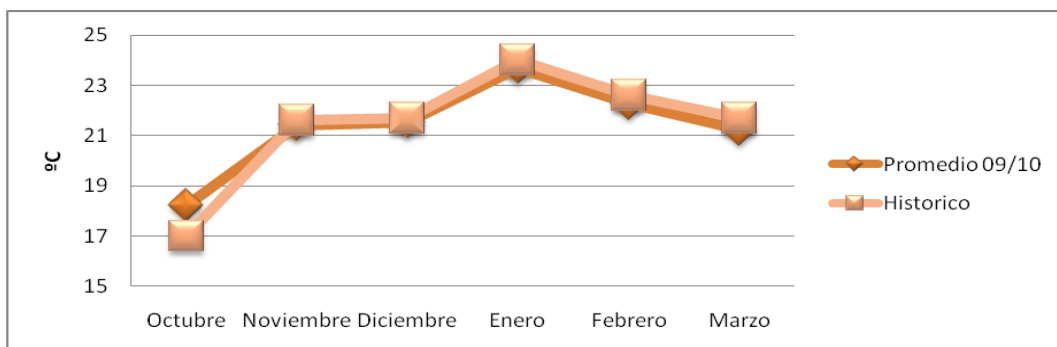


Figura 2. Temperaturas durante el ciclo del cultivo en la campaña 2009/2010.

La temperatura determina la tasa de desarrollo (inversa de la duración en días a un evento fenológico). Dicha tasa aumenta linealmente con la temperatura en el rango térmico comprendido entre la temperatura base (Tb) y la temperatura óptima (To) (Ritchie y Smith, 1991). En soja, la Tb varía entre 6 y 10 °C. Las temperaturas óptimas diurnas para fotosíntesis están comprendidas entre los 30 y 35 °C. Las temperaturas óptimas nocturnas para crecimiento se encuentran entre los 21 a 27 °C. La fijación de vainas se retarda con temperaturas menores a 22 °C y cesa con temperaturas menores a 14 °C (Vega 2006). La duración de una fase de desarrollo puede, entonces, expresarse en términos de tiempo térmico (Tt) o grados-días, donde:  $Tt = (\text{temperatura diaria} - T_b)$

De acuerdo a esta información y utilizando los registros y el modelo de simulación provisto por la estación meteorológica Pessl Instruments, estimamos el tiempo térmico para algunas de las etapas fenológicas del ciclo. Los resultados cuando son comparados con los datos obtenidos a campo, no son coincidentes, ya que por ejemplo la duración total estimada es de 143 días, mientras que la real fue de 104 días, otro dato es que el cultivo llegó a R3 a los 48 días del ciclo mientras que lo estimado es 81 días. Por lo que podemos concluir que esta aun no es una herramienta precisa, ya que utiliza datos generales, que varían de acuerdo a cada cultivar. A pesar de esto, tampoco es comparable con los datos presentados por el semillero en el catálogo, quizá exista una alta sensibilidad fotoperiódica que desconocemos, y no hay autores que lo hayan determinado aún.

Cuadro 6. Caracterización de las etapas fenológicas.

Estadio fenológico	V3	R1	R3	R5	MF
Fecha inicial :	28/10/2009	28/10/2009	28/10/2009	28/10/2009	28/10/2009
Fecha final	13/12/2009	04/01/2010	17/01/2010	14/02/2010	18/03/2010
T° base:	10 °C	10 °C	10 °C	10 °C	10 °C
T° máxima:	31 °C	31 °C	31 °C	31 °C	31 °C
Grados días:	536,94	815,72	986,44	1378,84	1737,51
Duración días	46	22	13	28	34

Fuente: Estación meteorológica Pessl Instruments, estancia La Danesa, Canals, Cba.

Si bien las condiciones ambientales fueron favorables para el cultivo, también favorecieron el desarrollo de enfermedades fúngicas; en la zona se registró un importante ataque de *Cercospora sojina*, agente causal de Mancha ojo de rana. Esta enfermedad provocó importantes disminuciones en los rendimientos, reportándose pérdidas de hasta 200 kg ha<sup>-1</sup>. En nuestro caso frente a la presencia de síntomas y condiciones se realizó una aplicación de estrobirulinas en mezcla con un triazol, no dejando testigo para la comparación, por lo que no podemos concluir si sufrimos las mismas pérdidas reportadas en la región.

## 1. MATERIA SECA

### 1.1. Materia seca en V3

No se observan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en la materia seca (MS) acumulada en V3 ( $P=0,7572$ ) (Fig.3). Esto puede deberse a que las plantas se encontraban en estadio de crecimiento inicial, donde por los bajos niveles de consumo del cultivo los nutrientes no se comportan como limitantes. Lo mismo afirma Sylvester (2001) quien observó que la absorción de los nutrientes durante los primeros 30 días desde la emergencia es baja; sin embargo, como la tasa de la misma es más alta que la tasa de crecimiento de la planta, la concentración de los nutrientes en los tejidos, es mayor en esta etapa.

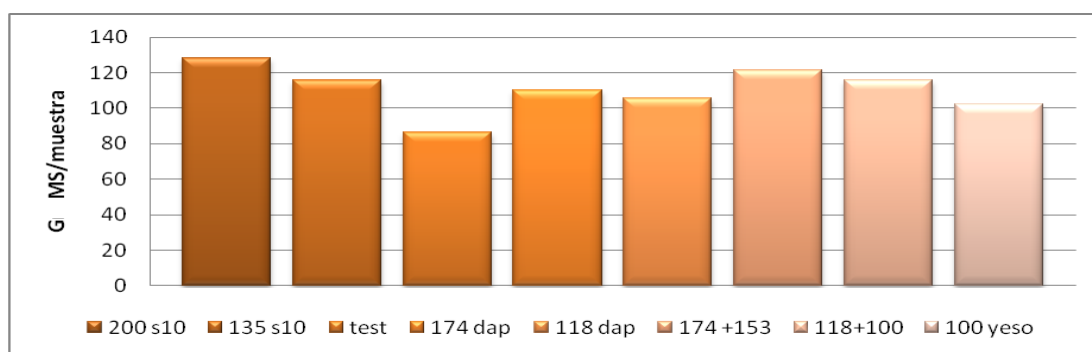


Figura 3: Materia seca en V3 según tratamiento.

### 1.2. Materia seca en R3

La aplicación de 200 kg/ha de microessencial S10 (200s10), 135 kg/ha de microessencial S10 (135s10), 174 kg/ha de fosfato diamónico (Dap) (174dap) y 174dap con 153 kg/ha de sulfato de calcio (174+153) produjeron la mayor acumulación de materia seca (MS) en R3, ya que fueron superiores en al menos 29% a 118kg/ha de DAP (118dap) y 118dap con 100 kg/ha de yeso (118+100) y 34 % a 100 kg/ha de yeso (100 yeso) y testigo (Tt) (Fig. 4).

Los resultados demuestran que existen diferencias entre fertilizantes y entre dosis según fuente; S10 produce alta proporción de MS independientemente de la dosis mientras que Dap solo y en mezcla lo hacen únicamente en altas dosis. Pueden explicarse citando la diferencia de origen y de la presentación física de las fuentes, ya que los tratamientos con azufre (S) de origen mineral (S10), se encuentran dentro de los que produjeron mayores incrementos, diferente a lo que ocurre con las fuentes de origen químico, cuyas respuestas estuvieron sujetas a dosis, sin embargo no existen autores que reporten diferencias en la producción de materia seca a causa del origen del azufre. Otra posibilidad es que pueda deberse a la combinación de distintos nutrientes, en un mismo gránulo de S10. En el caso del Dap con yeso, puede existir desuniformidad física, y la dosis de S sea inferior, por lo que sólo se manifiesta una respuesta positiva con altas dosis de la mezcla, pero el hecho de la presencia de tratamiento de Dap en alta

dosis dentro del grupo de los de mayor respuesta, hace sospechar, que la causa de la mayor producción de materia seca de las muestras del grupo, sea causado por el fósforo (P), y no tenga nada que ver el S.

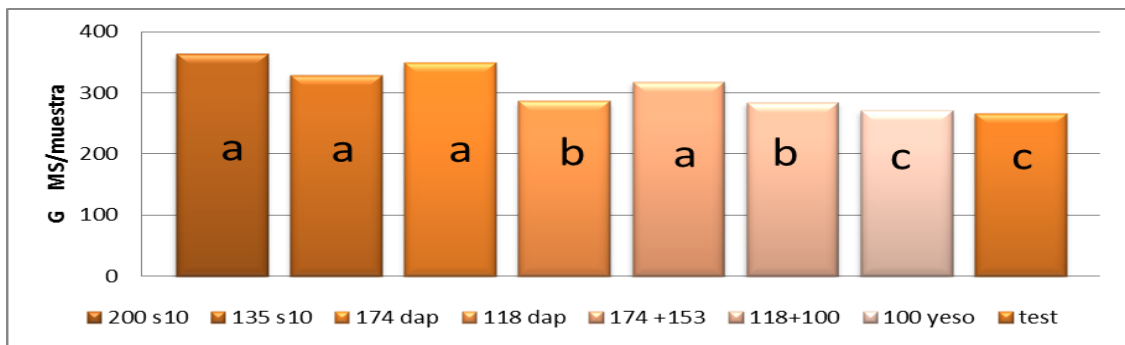


Figura 4. Materia seca en R3 por metro lineal según tratamiento. Letras distintas indican diferencias significativas según test de Duncan (0.05).

Está demostrado que el P produce incrementos en la producción de materia seca en soja. En un trabajo realizado en la región pampeana se observó que un cultivo de soja sin fertilización con P, creciendo en un suelo pobre en P (4.6 mg/kg), llegó a floración capturando un 25% menos de radiación que un cultivo fertilizado con 20 kg P/ha; la menor captura se debió a un menor crecimiento del área foliar (Belligoi *et. al.*; 2003).

### 1.3. Materia seca en R5

El fertilizante/dosis 200 s10 alcanzó la mayor acumulación de MS en R5, superando al testigo en un 75%. Por su parte 135s10, 174dap y 174+153 mantuvieron la tendencia observada en R3, superando al testigo en casi la misma proporción (34%) (Fig. 5). De acuerdo a lo observado se hace más firme la sugerencia del efecto de interacción de los nutrientes que conforman el gránulo de S10 nombrada en el punto anterior. En realidad existe muy poca información sobre tecnología de fertilización, y pocos trabajos han profundizado en comparación de fuentes fertilizantes (Gutiérrez Boem *et al.*, 2004).

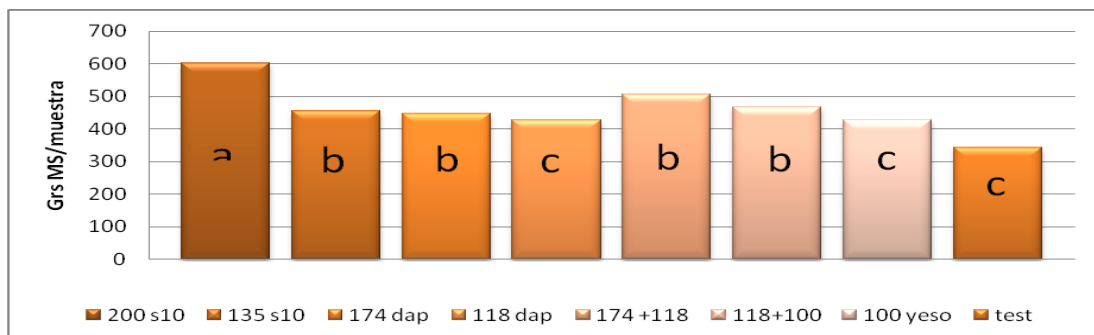


Figura 5: Materia seca por metro lineal en R5 según tratamiento.

## 2. NÚMERO DE NÓDULOS

Se observó que el número de nódulos en R3 ( $P= 0,0829$ ) y R5 ( $P= 0,1889$ ) no respondió a la fertilización con las fuentes y dosis probadas, aunque se observó una tendencia a incrementar con alguno de ellos (200 s10, 174dap, 174+153 superan en 45, 13 y 18% al testigo y 100 yeso) (Fig. 6 y 7) coincidiendo con la observada en la producción de materia seca (Figuras 3 y 4).

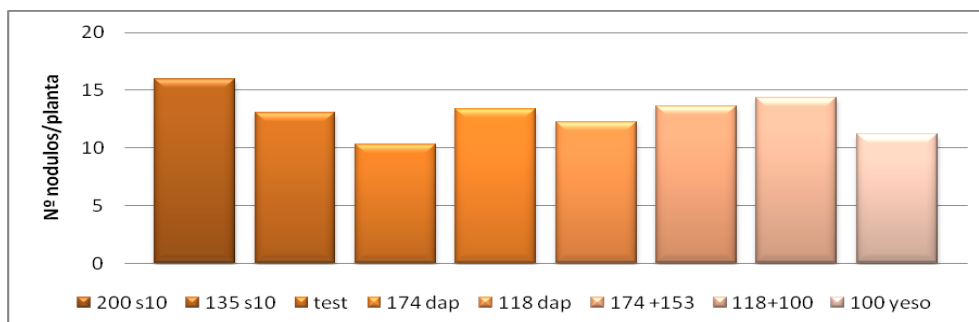


Figura 6: Número de nódulos por raíz principal en R3.

Por otro lado, nuestros resultados no coinciden con los de Gerter y Novello (2003), quienes compararon tres tratamientos:  $17\text{kg P ha}^{-1}$ ,  $17\text{kg P ha}^{-1}$  con  $12\text{kg S ha}^{-1}$  y  $12\text{kg S ha}^{-1}$ , sin especificar el nombre de cada una de las fuentes, observaron que el número de nódulos en la raíz principal fue mayor cuando se fertilizó con S. También Fontanetto y Keller (2006), sin mencionar fuentes ni dosis, afirman que encontraron respuestas positivas en la producción de nódulos cuando fertilizaron con S y P, no pudiendo determinar cuál de los dos nutrientes era el responsable del incremento.

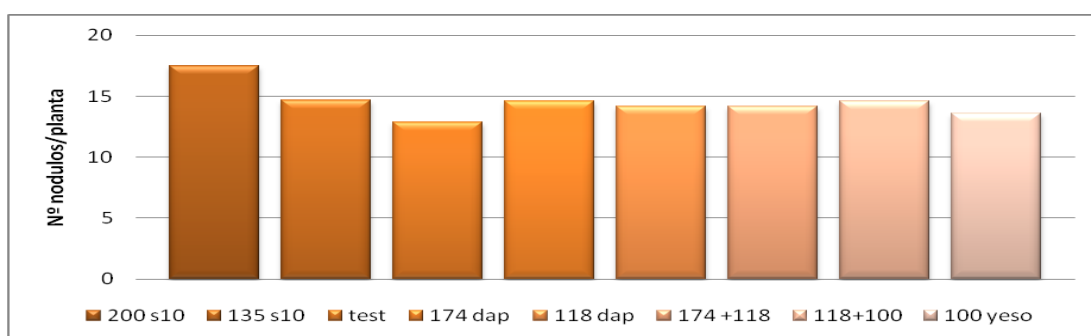


Figura 7: Número de nódulos por raíz principal en R5.

## 3. COMPONENTES DE RENDIMIENTO

### 3.1. Número de vainas por nudo

El número de vainas por nudo tuvo efecto de la fertilización (Fig. 8): Los tratamientos 174+153, 200s10 y 135 s10 produjeron los mayores valores y los más bajos fueron del 100yeso

y testigo, estos resultados concuerdan con los datos registrados en la MS acumulada en R3 (Fig. 4).

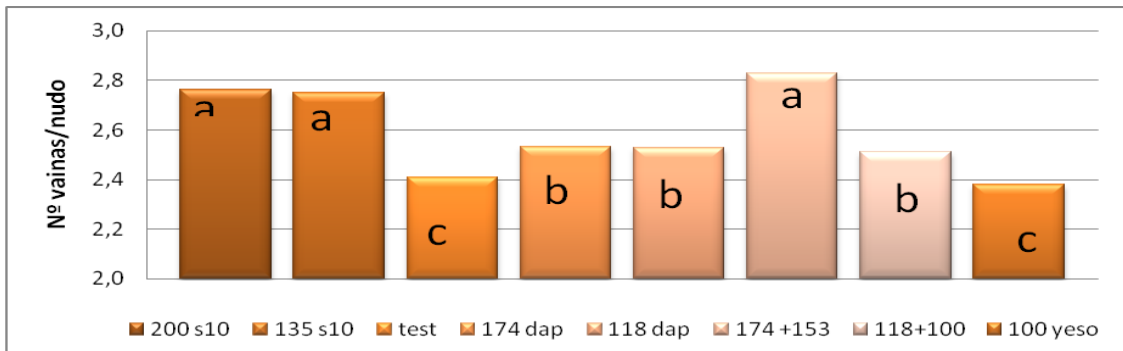


Figura 8: Número de vainas por nudo según tratamiento.

*Las letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas según test de Duncan.*

Podríamos decir que estos resultados concuerdan con lo observado por Pergollini (2004), quien buscando aumentar los rendimientos de soja en lomas pobres fertilizó con S y evaluó diferentes arreglos espaciales, registrando un aumento en el número de vainas en los tratamientos de fertilización, aclarando que fue el único componente de rendimiento que respondió al tratamiento. Como así también Martínez y Cordone (1999), demostraron que el número de vainas por planta aumentó un 24,7 % cuando fue fertilizado con 60 kg. Dap ha<sup>-1</sup> + 200 kg. SNA ha<sup>-1</sup> (28 Kg/S/ha), frente al testigo con 60 Kg. Dap ha<sup>-1</sup> + 190 kg Urea ha<sup>-1</sup>.

### 3.2. Número de granos por vaina

No se observan diferencias estadísticas significativas en el número de granos por vaina (Fig.9). Esto podría deberse a que es un carácter cuantitativo y está determinado genéticamente, sin embargo hay registros de que este componente puede variar de acuerdo al ambiente (Baigorri, 1997).

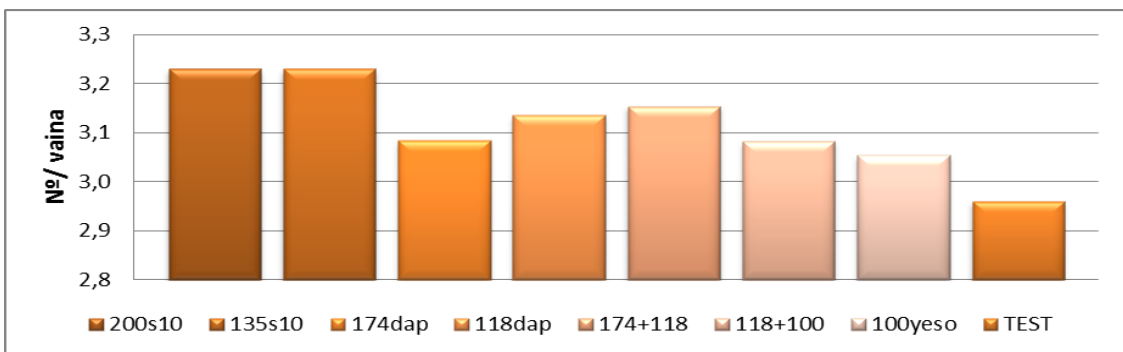


Figura 9: Número de granos por vaina, según tratamiento.

### 3.3. Número de granos por planta

No se observan diferencias estadísticamente significativas (fig.10), aunque hubo una tendencia de los tratamientos 200 s10, 135S10 y (174+153) a tener más granos por planta. Lo

mismo se menciona en un trabajo realizado por la Universidad Nacional del Nordeste, en la localidad de Tres Palmas Corrientes, en el año 2006, donde utilizando dos dosis diferentes de S (15 y 30 kg S ha<sup>-1</sup>), sin mencionar fuentes, no pudieron encontrar diferencias significativas ni en el número de granos ni en número de vainas (Punos *et al.*; 2006).

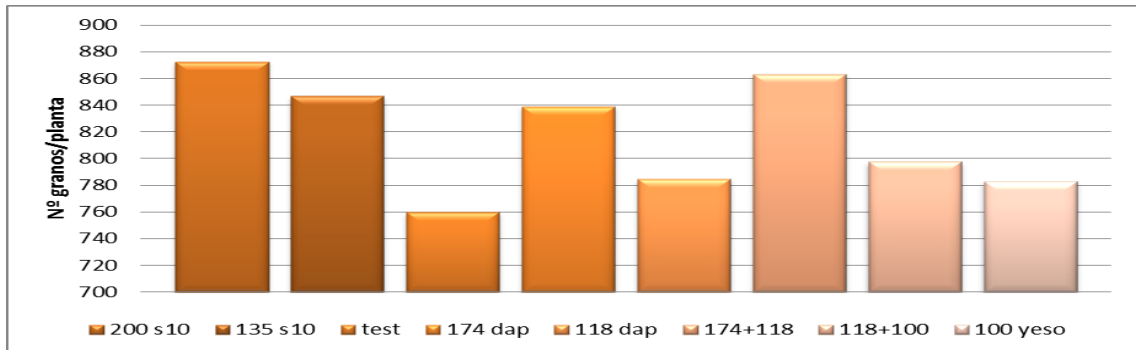


Figura 10: Número de granos por planta según tratamiento.

### 3.4. Peso de mil semillas

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (Fig. 11). Según el semillero Don Mario el peso promedio de las mil semillas es de 184 g, sin embargo nosotros obtuvimos 134g. Esta diferencia se debe a que el peso varía con las condiciones ambientales durante el desarrollo de las semillas. El valor aportado por el semillero generalmente es obtenido en un ambiente de alta calidad, mientras en el ensayo las semillas se desarrollaron con estrés hídrico, pues las precipitaciones en la última etapa del llenado de granos (marzo) (Fig.1) fueron inferiores a las históricas de la región (Cuadro 6).

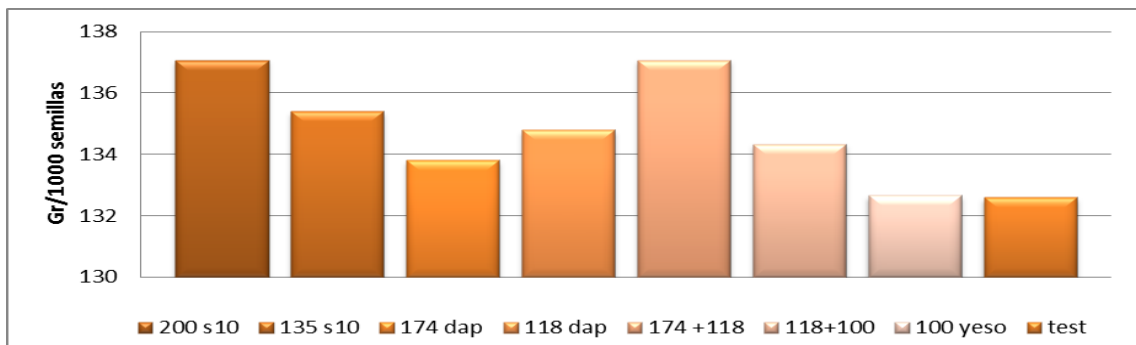


Figura 11: Peso de mil semillas según tratamientos.

A pesar de que el cultivo fue tratado con fungicidas por presencia de MOR, este se realizó en R3. Recordemos que este tipo de tratamientos no elimina la enfermedad y posee un periodo de acción de 28 días, por lo que durante el periodo de definición del peso de los granos la enfermedad pudo haber seguido avanzando y habría ocasionado una rápida senescencia foliar, por lo tanto, una reducción de la tasa y duración del periodo de llenado de granos lo que nos haría suponer una reducción en el peso si nos guiamos por resultados que demuestran varios trabajos de aplicación de fungicidas, tal como lo propuesto por Pautasso y Formento (2006),



quienes afirman que existe un aumento en el peso de mil semillas de aproximadamente un 5,7% cuando el cultivo es tratado con fungicidas de la familia de los estrobirulinas con triazoles.

#### 4. RENDIMIENTO

En el rendimiento encontramos diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (Fig. 12), siendo 200s10 y 174+153 superiores en un 20% al testigo, siendo este último el que tuvo el valor más bajo ( $p= 0,0100$ ). Los demás tratamientos no se diferenciaron entre si y lo superaron al testigo en un 10%, lo que significa que estos fertilizantes y dosis producen incrementos en los rendimientos de al menos  $300 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Algo similar reportaron Ferraris y Elisei (2003) en su trabajo de fertilización en soja realizado en el norte de Buenos Aires y sur de Santa Fe, en el ensayo de Colon registraron una respuesta del 25% por encima del testigo cuando aplicaron S y P en conjunto, ( $20 \text{ kg ha}^{-1}$  de P y  $15 \text{ kg ha}^{-1}$  de S), y de 7% para azufre solo ( $150 \text{ kg ha}^{-1}$  S) y 10% para P solo ( $20 \text{ kg ha}^{-1}$ ), las fuentes de S utilizadas fueron sulfato de amonio (21-0-0-24), sulfato de calcio (0-0-0-18), y fosfato monoamónico (11-23-0) como fuente de P. Los autores explican que las respuestas posiblemente se deban a los bajos niveles iniciales de S en el suelo, los cuales fueron determinados con 3 extractantes diferentes arrojando 12,4; 17.3 y 10.4 ppm en el horizonte de 0-20 cm para los extractantes: acetato de amonio, ácido acético glacial y cloruro de potasio a  $40^\circ\text{C}$  respectivamente. Además, hacen referencia a la prolongada historia agrícola y balance negativo del nutriente S durante los últimos años.

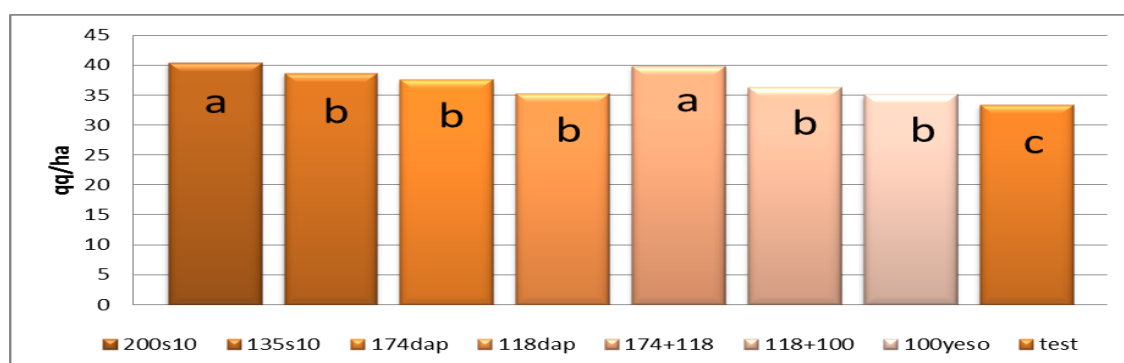


Figura 12: Rendimiento de soja según tratamiento.  
Las letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas según test de Duncan (0.05).

Con el objeto de identificar diferencias entre dosis se analizaron los fertilizantes en las altas dosis y se observó que no existen diferencias estadísticas entre ellos pero si con el testigo (fig. 13). Dejando de lado esto se puede observar que los dos tratamientos que aportan S y P en conjunto (200 s10; 174+153), se encuentran un 8% por encima del que sólo aporta P, lo que nos haría pensar que esa diferencia en el rendimiento es producida por el S aportado en los demás.

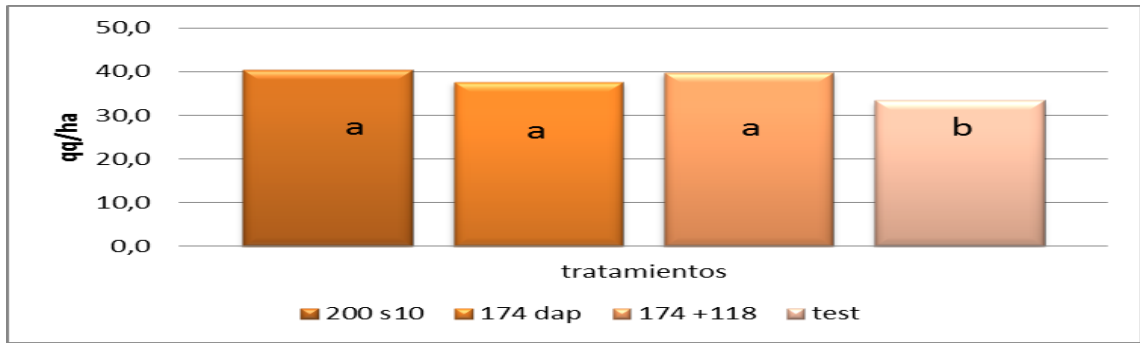


Figura 13: Rendimiento de soja según fertilizante en altas dosis.  
 Las letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas según test de Duncan (0.05).

Cuando analizamos los fertilizantes en bajas dosis observamos que tienen el mismo comportamiento que en altas dosis, donde la única diferencia estadísticamente significativa es de todos con el testigo (Fig. 14).

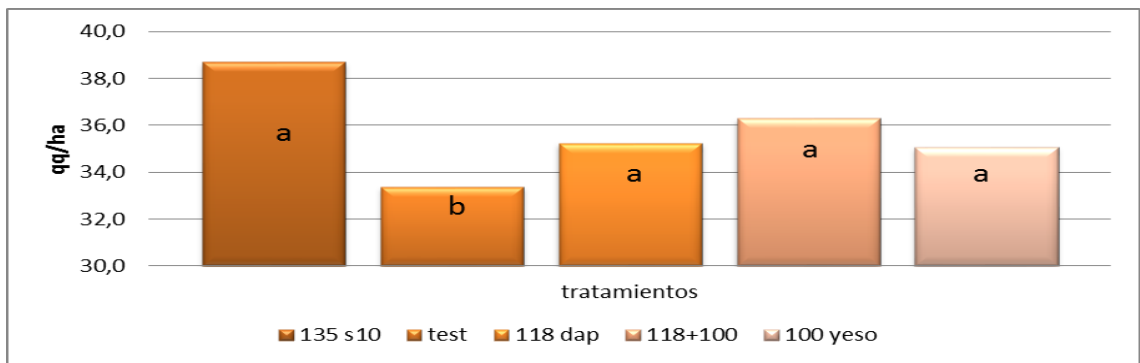


Figura 14: Rendimiento de soja según fertilizante en bajas dosis.  
 Las letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas según test de Duncan (0.05).

Al igual que en el caso de las altas dosis, los tratamientos que aportan los nutrientes en conjunto (135 s10 y 118+100) son superiores aunque no significativos a los que aportan el P y S por separado (100 yeso y 118 dap). Además, observamos que el aporte de azufre como único elemento no produce diferencias, por lo que podríamos sospechar que en los casos donde hay respuesta se debe a un trabajo conjunto de los nutrientes S y P.

#### IV. CONSIDERACIONES FINALES

Si bien se observan respuestas positivas en la producción de materia seca, no se puede afirmar que el S sea el responsable de dichos incrementos, ya que solo lo hace en tratamientos de altas dosis. Hay que considerar que en el trabajo faltó el tratamiento que aportaba azufre solo en altas dosis, utilizando como fuente el yeso. Por lo que no podemos saber como se hubiesen comportado cada uno de los parámetros en ese caso. Sería importante completar la información realizando el tratamiento completo y probar más de dos dosis de forma tal de poder obtener una curva de respuesta, tanto para S solo, como para la mezcla; ya que se observa que cuando se lo aplica con fósforo las proporciones de incremento son superiores.

Con respecto a la nodulación, los resultados de dos momentos fenológicos distintos no evidencian respuestas frente a ninguna de las dosis, ni fuentes, en ninguno de los estadios evaluados. Estos datos pueden deberse a que el lote recibe tratamientos de inoculación en las siembras de soja desde hace al menos 8 años, para corroborar esta hipótesis deberíamos poder comparar estos resultados con los correspondientes a un suelo similar pero con historia ganadera.

Dentro de los componentes de rendimiento, no se encontró respuesta en cuanto al número de granos por vaina, al de granos por planta, y al peso de mil granos, pero se evidenció una tendencia en la cual los tratamientos de altas dosis producen incrementos.

Sería muy útil hacer la comparación de los mismos tratamientos en diferentes ambientes, para descartar si se trata de un efecto genético o ambiental como afirma Baigorri (1997) para el caso del número de granos por vaina.

Los rendimientos mostraron la misma tendencia que las otras variables. Resultaría interesante profundizar y detectar cual de los factores que componen el rendimiento es el responsable.

## V .CONCLUSIONES

- La fertilización con dosis alta de azufre o conjunta de azufre y fósforo produce incrementos en la producción de materia seca en estadios avanzados del cultivo de soja.
- La nodulación en la soja no responde a la aplicación de fertilizantes azufrados, fosfatados ni a sus mezclas en ninguna de las dosis probadas.
- El rendimiento incrementa cuando se fertiliza el cultivo de soja con dosis alta de azufre o con fósforo y azufre conjuntamente.
- Existe interacción entre fósforo y azufre provocando incrementos en cada una de las variables analizadas.

## VI. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- BAIGORRÍ, H. 1997. Ecofisiología del cultivo. En: *El cultivo de la Soja en Argentina*. Giorda, L. y Baigorri, H., editores. P 33.
- BAIGORRÍ, H. E. 1997. Ecofisiología del cultivo. En: *El cultivo de la Soja en Argentina*. Giorda, L. y Baigorri, H. P 39.
- BELIGOI, JAVIER A. R. GUTIÉRREZ BOEM, F. H., DIR. PRYSTUPA, P. 2003. *Fertilización fosforada y azufrada en soja: Efecto en la determinación del número de granos*. Trabajo de intensificación, Facultad de Agronomía. UBA. Buenos Aires, Argentina. P 12.
- BLAKE-KALFF, M.M.A., K.R. HARRISON, M.J. HAWKESFORD, F.J. ZHAO Y S.P. MCGRATH. 1998. Distribution of sulfur within oilseed rape leaves in response to sulfur deficiency during vegetative growth. *Plant Physiol.* 118: 1337-1344.
- CAVIGLIA, O; O. PAPAROTTI y P. BARBAGELATA. 2001. Efecto de la fertilización azufrada en el cultivo de soja en siembra directa con riego suplementario. INTA EEA Parana. En: [www.inta.gov.ar](http://www.inta.gov.ar). Consultado: 10/01/10.
- DEKOK, L.J., A. CASTRO, M. DURENKAMP, C. ELISABETH E. STUVIR, S. WESTERMAN, L. YOUNG y E. L. STULEN. 2002. Sulfur in plant physiology. *Int. Fert. Soc. York, UK. Proceedings* 500. p: 1-27.
- ECHEVERRIA H. y F.O. GARCIA. 2005. Azufre. En: *Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos*. Echeverria H. y F.O. Garcia. Capitulo 7. Pag 139.
- FEHR, W.R. y C.E. CAVINESS. 1977. Stages of soybean development. *Coop. Ext. Ser., Iowa Agric. and Home Econ. Exp. Stn., Iowa State Univ., Ames, Iowa. Spec. Rep. N° 80*.
- FERRARIS, G. Y J. ELIZEI. 2003. Fertilización en soja. Experiencias en Colón y Pergamino. Soja 2000/2003. Resultados en Unidades Demostrativas. Informe de Extensión, Proyecto Regional Agrícola. pp 96-104.
- FERRARIS G.N. 2000. Nutrición. La Cosecha que se lleva el Carretón del Lote. INTA EEA Pergamino. En: [www.fertilizando.com/articulos/Nutricion](http://www.fertilizando.com/articulos/Nutricion). Consultado: 20/03/10.
- FONTANETTO, H. y KELLER, O. 2006. Consideraciones sobre el manejo de la fertilización de la soja. INTA – Estación Experimental Agropecuaria Rafaela información técnica de cultivos de verano, Publicación Miscelánea N° 106.
- GERSTER, G. Y NOVELLO, O. 2003. Fertilización con nitrógeno, fósforo, azufre y micronutrientes en la secuencia trigo-soja. Ensayos INTA Cañada de Gomez. En: [www.planetasoja.com/trabajos](http://www.planetasoja.com/trabajos). Consultado: 10/10/11.
- GUTIÉRREZ BOEM, F., P. PRYSTUPA Y G. FERRARIS. 2004. Fuentes de S en el cultivo de Soja. En: “Fertilidad 2004”. Fertilidad de suelos para una agricultura sustentable, INPOFOS, Rosario. p: 54-55.

- GUTIÉRREZ BOEM, F. H. y SCHEINER, J. D. 2003.- Fertilización fosforada del cultivo de Soja". En: [www.elsitioagricola.com/articulos/pergolini](http://www.elsitioagricola.com/articulos/pergolini). Consultado: 03/12/11
- TORRES DUGGAN 2011. Ciclo del Azufre en Agroecosistemas y Reacción de los Fertilizantes Azufrados en el Suelo. En: [www.madrimasd.org/blogs/universo/](http://www.madrimasd.org/blogs/universo/) 2009/05/26/118901. Consultado: 07/11/11.
- MARTÍNEZ, F. y G. CORDONE. 1999 Resultados de ensayos de fertilización azufrada en soja. INTA Casilda. En: [www.durlock.com/productos/images/2.pdf](http://www.durlock.com/productos/images/2.pdf). Consultado: 07/11/11.
- PAUTASSO, J.M y N. FORMENTO. 2006. Control químico de las enfermedades de soja. INTA Paraná. En: [www.inta.gov.ar](http://www.inta.gov.ar). Consultado: 17/07/11.
- PERGOLINI, S. 2004. Diferentes Modelos de Siembra y Fertilización con Azufre del Cultivo de Soja en un Sector de Lomas. En: [www.elsitioagricola.com/articulos/pergolini](http://www.elsitioagricola.com/articulos/pergolini). Consultado: 06/10/11.
- PUNOS, L. M.; IGLESIAS, M. C. y C. SOTELO. 2006. Fertilización azufrada en soja, su relación con el nivel de nodulación y el grado de micorrización. Universidad Nacional del Nordeste. *Comunicaciones científicas y tecnológicas 2006*.
- RODRÍGUEZ M.B. y M. TORRES DUGGAN. 2009. Buenas prácticas de manejo de Fertilizantes azufrados: propiedades de las fuentes azufradas y su efectividad agronómica. *Simpósio de Fertilidad 2009*. IPNI Cono Sur. p: 224-233.
- RITCHIE y SMITH. 1991. Principios eco-fisiológicos para optimizar el manejo de la soja. En: [www.planetasoja.com/trabajos](http://www.planetasoja.com/trabajos). Consultado: 07/11/11
- SALVAGIOTTI, F; D MIRALLES; J CASTELLARÍN & H PEDROL. 2004. La fertilización azufrada incrementa la absorción y la eficiencia en el uso del nitrógeno en trigo. XIX *Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*. Paraná. Entre Ríos. 2004. En CD.
- SYLVERSTER, I. 2001. La soja. En: [es.scribd.com/doc/30468212/2001-sylvester-la-soja](http://es.scribd.com/doc/30468212/2001-sylvester-la-soja). Consultado: 20/08/11.
- TISDALE, S., W. NELSON y J. BEATON. 1993. *Soil fertility and fertilizers*. Mac Millan Pub. Co. New York, EE.UU. 5ª Edición. 634 p.
- TORRES DUGGAN, M. 2009. Ciclo del Azufre en Agroecosistemas y Reacción de los Fertilizantes Azufrados en el Suelo. En: [www.madrimasd.org/blogs/universo/2009/05/26/118901](http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2009/05/26/118901). Consultado: 07/11/11.
- VASILAS B., R. NELSON, J. FUHRMANN y T. EVANS. 1995. Relationship of nitrogen utilization patterns with soybean yield and seed-fill period. *Crop Sci.* 35: 809-813.
- VEGA C. 2006. Ecofisiología del cultivo de soja. En: [www.planetasoja.com.ar/trabajos/trabajos800.php](http://www.planetasoja.com.ar/trabajos/trabajos800.php). Consultado: 20/04/11