

**Rinaldi, Leonardo**

*Efecto de diferentes estrategias de fertilización nitrogenada y aplicación de fungicidas sobre el rendimiento y porcentaje de proteína en grano de soja*

**Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria  
Facultad de Ciencias Agrarias**

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Rinaldi, L. 2014. Efecto de diferentes estrategias de fertilización nitrogenada y aplicación de fungicidas sobre el rendimiento y porcentaje de proteína en grano de soja [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/efecto-estrategias-fertilizacion-fungicidas.pdf> [Fecha de consulta:...]

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Ingeniería en Producción Agropecuaria**

***EFECTO DE DIFERENTES ESTRATEGIAS DE FERTILIZACION  
NITROGENADA Y APLICACIÓN DE FUNGICIDAS SOBRE EL  
RENDIMIENTO Y PORCENTAJE DE PROTEINA EN GRANO DE SOJA.***

Trabajo final de graduación para optar por el título de:  
Ingeniero en Producción Agropecuaria

Autor: Leonardo Rinaldi.

Profesor Tutor: Ing. Agr. Fernando Miguez.

Fecha: 12/05/2014



## **Resumen**

En el periodo 2006 / 2007 se realizó un ensayo de campo sobre el cultivo de Soja (*Glycine max*) en la localidad de Chacabuco, Provincia de Buenos Aires, con el propósito de estudiar los efectos de diferentes estrategias de fertilización nitrogenada y de aplicación de fungicidas sobre el rendimiento y porcentaje de proteína en grano de soja.

El ensayo constó de 8 tratamientos (7 + 1 testigo), los cuales se realizaron en 4 repeticiones y en 2 estadios fenológicos del cultivo, en V4 (vegetativo) y en R3 (reproductivo).

Se procedió utilizando un diseño de bloques completos aleatorizados (DBA). Las parcelas han sido de 2 m de ancho por 10 m de largo dando un total de 20 m<sup>2</sup> por cada una.

Los tratamientos fueron los siguientes:

- Testigo
- UREA aplicado en V4/V6
- Entec + UAN aplicado en V4/V6
- Nitrofoska + Nutrimix aplicado en R3
- Foliarsol aplicado en R5
- Nitrofoska + Nutrimix + Opera aplicado en R3
- Foliarsol + Opera aplicado en R3
- Opera aplicado en R5

Las conclusiones a las que se han llegado en este ensayo han sido que todos los tratamientos experimentados trajeron aumentos en el rendimiento, en comparación al testigo. El mayor aumento se dio por el agregado de fungicida en las etapas reproductivas del cultivo. Por el contrario, no se ha encontrado efecto sobre el tenor de proteína en granos, por lo que para la condiciones en que se realizó el ensayo, no sería recomendable la fertilización nitrogenada si se busca un aumento en dicho tenor.



## **Índice**

Resumen .....	2
Introducción.....	4
Hipótesis del Trabajo:.....	6
Objetivos.....	7
Materiales y Métodos .....	7
Lugar de desarrollo del trabajo .....	7
Siembra .....	8
Diseño del ensayo .....	8
Mapa del ensayo .....	9
Tratamientos .....	9
Características de los Productos .....	9
Cosecha.....	10
Resultados y Discusiones .....	10
Criterios de evaluación .....	10
Análisis de Rendimiento.....	10
Peso de 1000 (mil) Semillas.....	11
Numero de granos por metro cuadrado .....	12
Análisis de tenor proteico en grano .....	13
Conclusiones.....	16
Anexo I - Análisis Estadístico .....	17
Diseño de Bloques Completos al Azar (DBA).....	17
Tablas de resultados y análisis.....	20
Bibliografía.....	25



## **Introducción**

A partir de los primeros años de la década del 60 se comenzó a insinuar en gran parte de la región pampeana un proceso de agriculturización, que se fue acentuando en décadas siguientes, extendiéndose dicho fenómeno a regiones consideradas marginales para el cultivo de granos. El cultivo de granos, en particular de maíz, trigo, girasol y soja, propios de la región pampeana central, se expandió hacia las zonas perimetrales de esa región y también a regiones extrapampeanas, como el NEA y el NOA.

Como resultado final de este proceso, en la última década se ha producido un incremento notable en la producción de granos, especialmente del cultivo Soja con un área sembrada para la campaña 2012/2013 de 19,7 millones de hectáreas implantadas. (Bolsa de Cereales, Octubre 2013).

El punto de inflexión, generador de los cambios señalados, a partir de los cuales se acentuó esta tendencia se dio en de la campaña 1996/97, cuando se liberaron al medio para su siembra los primeros materiales de soja transgénica tolerantes a glifosato, situación que facilitó en combinación con la difusión de la siembra directa, la notable expansión del área bajo cultivo con esta oleaginosa y como consecuencia de la producción, posicionando a la República Argentina como el tercer productor mundial de grano y el primer exportador mundial de aceites.

Desde el punto de vista económico, la soja se ha transformado en la fuente más importante de ingresos fiscales.

El cultivo de soja se caracteriza por demandar altas cantidades de nitrógeno al acumular contenidos de proteínas en los granos cercanos y aún superiores al 40%. Por lo tanto, en ausencia de otras limitantes de importancia, el rendimiento del cultivo y su porcentaje proteico están directamente relacionados con su capacidad de acumular nitrógeno. La acumulación de N en la biomasa total de soja explica gran parte de la variabilidad del rendimiento en grano (Venturi y Amaducci, 1985). En general se observa que 1 kg de N/ha en la biomasa dará origen a aproximadamente unos 10 kg de grano/ha.

Los requerimientos de nitrógeno de la soja son cubiertos a través de su absorción a partir del suelo y de la fijación simbiótica. La capacidad fijadora varía entre 30 y 200 kg N ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, lo que representa un 30-80% del nitrógeno requerido por la planta (George et al. 1993, Peoples et al. 1995). En la Argentina se estimaron valores de fijación de entre 46 y 51 kg N ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (Alvarez et al. 1995). Por otro lado, aun con una inoculación de máxima eficacia, durante las primeras etapas del ciclo vegetativo la soja podría desenvolverse bajo déficit de nitrógeno. Esta es una de las razones por las que se señalan respuestas positivas al agregado de pequeñas dosis de nitrógeno a la siembra (Asanuma et al. 1992)

Debido al reducido consumo interno de la soja en nuestro país, el mercado exige una demanda externa en continua expansión para ubicar la producción y la exportación de aceites, harinas y biodiesel (Colombo, 2011). Los principales países importadores de nuestras harinas de soja requieren harinas con 47% de proteína, valor que se logra a partir de una molienda de granos con 38% de proteína a 11% de humedad. La harina de soja se comercializa con 12,5% de



humedad, pero la de nuestro país se exporta con 11% para llegar al mínimo % de proteína requerido, con el consiguiente costo económico que ello implica.

Sin embargo, en la zona núcleo sojera de la República Argentina, los contenidos promedio de proteína en grano oscilan entre el 38 y el 42 % y los de aceite entre el 20 y el 24%, ubicándose el grueso de la producción alrededor del 39% de proteína y del 23% de aceite (Cunibertiet al., 2004; Cuniberti et al., 2011).

A su vez, existen otros mercados que demandan harinas especiales, de mayor contenido proteico aún (High Pro y Super High Pro). En este caso es necesario partir de una materia prima de mayor valor proteico, por lo que la industria actualmente demanda mayor contenido de proteína en la soja argentina.

Ahora bien, los programas de mejoramiento genético actuales están orientados hacia una mayor productividad, con variedades que en calidad se ubican la mayoría dentro de los valores promedios de proteína y aceite de la producción nacional, con algunos materiales que se destacan en uno u otro parámetro o en ambos a la vez (Herrero et al., 2007, 2008, 2009 y 2010).

La soja argentina posee alto contenido de aceite pero necesitaría incrementar sus valores proteicos. La elección del cultivar para cada región adquiere importancia teniendo en cuenta el amplio panorama varietal existente según grupos de madurez, zonas, rinde y calidad (Herrero et al., 2009).

Por todo esto, es que el presente trabajo se propone evaluar el efecto de diferentes tratamientos sobre el porcentaje proteico en grano.

Por otra parte, la depresión de nutrientes en la hoja de la planta de soja puede resultar en una disminución de la fotosíntesis, senescencia foliar más rápida y una disminución, en consecuencia, del rendimiento en granos.

Existen ensayos que demuestran que la fertilización foliar realizada en momentos estratégicos, puede resultar en un aumento de la fotosíntesis, un retraso en la senescencia foliar y el rendimiento medio en granos puede incrementarse (Haq y Mallarino, 1998).

El momento óptimo de la aplicación foliar varía de acuerdo a diferentes autores, diferenciándose básicamente en que algunos han encontrado respuestas cuando la aplicación se realizó en estados reproductivos entre R5 y R6 (García y Hanway, 1976), en cambio otros, cuando las aplicaciones se han hecho en estadios vegetativos (Haq y Mallarino, op. cit.) en donde aplicaron pequeñas cantidades de fertilizante foliar en momentos tempranos. En nuestro país, Ventimiglia y col. (1999) en el INTA 9 de Julio, obtuvieron respuestas al aplicar fertilizante foliar en los estadios R3 y R5.

Así, el presente ensayo buscará también probar esta fertilización foliar y evaluar su efecto sobre el rendimiento.

Finalmente, otro punto a considerar es la creciente importancia de las enfermedades de fin de ciclo (EFC) como factor limitante de la producción nacional de soja, a pesar de contar con dificultades para su diagnóstico temprano. El actual proceso de reconocimiento de la importancia de estas enfermedades fue facilitado principalmente por la mayor frecuencia de los monitoreos a campo direccionados a detectar a la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) que permitieron también “descubrir” a las EFC. También es necesario destacar como



contribución, el efecto percibido en varios lotes de aumentos de producción y de calidad de semilla generados por el uso de fungicidas aplicados para el control de las EFC (Molina et al 2004, Gally et al 2004).

Conceptualmente, daño puede ser definido como cualquier reducción en cantidad o en calidad de la producción causado por los efectos de un patógeno. El daño promedio causado por las EFC es de 8% a 10%, con un máximo de hasta 30% (Wrather et al 2001; Carmona, 2003; Carmona et al 2004).

Cada vez más son los productores que adoptan la aplicación de fungicidas en sus cultivos. Respecto al aumento de rendimiento, las experiencias muestran aumentos de entre 200 a 800 kg /ha dependiendo del año. El análisis de los ensayos con fungicidas llevados a cabo en el país muestra en general como la aplicación de los mismos dentro del período crítico evitan los daños causados por las EFC al compararlos con el testigo sin tratar. El aumento del rendimiento en kg /ha, se ve generalmente expresado y explicado por el aumento del número de vainas y granos por metro cuadrado y otras veces por el aumento del peso de mil granos. (Carmona et al 2004, Carmona, 2005). Los fungicidas recomendados para el control de las EFC tienen efecto sobre el área foliar funcional, al evitar el avance del patógeno que induce clorosis y senescencia. En los últimos años se han informado efectos directos de fungicidas, especialmente del grupo de las estrobirulinas, sobre el mantenimiento del área foliar verde (Bertelsen y otros., 2001; Cromey y otros., 2004).

#### *Hipótesis del Trabajo:*

1. La aplicación de fertilizante nitrogenado en estado vegetativo puede influir en el aumento del área foliar por ende afectar el rendimiento.
2. La aplicación de fertilizante nitrogenado junto con ENTEC soluble podría producir una liberación lenta del nitrógeno y así favorecer la fijación biológica de nitrógeno, y aumentar el rendimiento.
3. La aplicación fertilizante nitrogenada junto con la aplicación de macro y micronutrientes en estadios reproductivos podría aumentar el rendimiento.
4. La aplicación de fungicidas podría aumentar la duración del índice de área foliar del cultivo que llevaría a un aumento de rendimiento.
5. La aplicación de fungicidas y fertilizantes foliares en la fase reproductivas puede tener un efecto potenciador, dando un aumento del rinde.
6. El aporte de nitrógeno una vez establecido los componentes del rendimiento podría aumentar el contenido proteico de los granos.



## **Objetivos**

Evaluar las hipótesis descriptas a partir de la aplicación de diferentes tratamientos al cultivo en distintas etapas fenológicas buscando un resultado positivo en el rendimiento y tenor proteico.

## **Materiales y Métodos**

### *Lugar de desarrollo del trabajo*

El Ensayo se llevó a cabo en el Establecimiento San Vicente ubicado en el cuartel XI, Partido de Chacabuco, Provincia de Buenos Aires.



Mapa de la Provincia de Buenos Aires y la ubicación del partido de Chacabuco

El lugar elegido para el ensayo fue el Lote I de 30 hectáreas comprendido dentro de las siguientes coordenadas del Global Position System (GPS):

- S: 34° 45' 50.21" - WO: 60° 19' 53.20"
- S: 34° 45' 59.97" - WO: 60° 19' 40.64"
- S: 34° 46' 16.39" - WO: 60° 19' 59.26"
- S: 34° 46' 06.12" - WO: 60° 20' 12.28"



Imagen satelital del ensayo dentro del lote de 30 has.

### *Siembra*

El ensayo se realizó sobre un cultivo de soja de primera, sobre una avena de pastoreo. Luego del pastoreo se realizó el barbecho con glifosato y humectante.

El 15 de noviembre de 2006 se procedió a sembrar bajo el sistema de siembra directa con una Agrometal TX de 14 surcos a 52 cm. La variedad de DM 3700.

### *Diseño del ensayo*

Se realizó el ensayo utilizando el diseño de bloques completos al azar (DBA) con 4 réplicas.

Las parcelas utilizadas fueron de 2 metros de ancho por 10 metros de largo, con un total de 32 parcelas. En las mismas se efectuaron 8 tratamientos (7 + 1 testigo) con cuatro repeticiones de cada uno.



### Mapa del ensayo

								10 mts	
<b>Bloque I</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	2 mts
<b>Bloque II</b>	4	8	1	6	2	7	5	3	
<b>Bloque III</b>	5	7	4	6	3	8	2	1	
<b>Bloque IV</b>	6	2	7	8	1	5	3	4	

### Tratamientos

- Trat. 1: Testigo
- Trat. 2: UREA 50 N aplicado en V4/V6
- Trat. 3: Entec + UAN 50N aplicado en V4/V6
- Trat. 4: Nitrofoska (2 Kg./Ha.) + Nutrimix (0,5 Kg./Ha.) aplicado en R3
- Trat. 5: Foliarsol 30 N aplicado en R5
- Trat. 6: Nitrofoska (2 Kg./Ha.) + Nutrimix (0,5 Kg./Ha.) + Opera (0,5 Lt./Ha.) aplicado en R3
- Trat. 7: Foliarsol 30 N + Opera (0,5 Lt./Ha.) aplicado en R3
- Trat. 8: Opera (0,5 Lt./Ha.) aplicado en R5

Los tratamientos se realizaron en forma manual sobre cada parcela. Se aplicaron los mismos diluidos en agua a cada parcela en forma uniforme en etapas fenológicas diferentes: V4/V6, R3 y R5.

### Características de los Productos

- **UREA:** es un fertilizante sólido con 46% de nitrógeno.
- **ENTECA:** es un abono que contienen en su formulación DMPP (la molécula 3,4-dimetilpirazol fosfato) (DMPP) que es un inhibidor de la nitrificación que retrasa la transformación del amonio a nitrato (proceso conocido como nitrificación) en el suelo durante un cierto periodo de tiempo, mediante la inhibición de las bacterias *Nitrosomonas* (responsables de la primera etapa de dicha transformación).
- **NITROFOSKA:** es un compuesto químico que contiene en cada gránulo posee Nitrógeno total (N) 12%, Nitrógeno amónico (N) 6.5%, Nitrógeno nítrico (N) 5.5%, Fósforo asimilable (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 12%, Potasio soluble (K<sub>2</sub>O) 17%, Magnesio (Mg) 2% Azufre (S) 6%, Calcio (Ca) 5%, Boro (B) 0.02%, Zinc (Zn) 0.01%.
- **FOLIARSOL:** es un fertilizante nitrogenado al 20% Composición del Nitrógeno (% aprox): Uréico 44%, Amoniacal 33%, Nítrico 23%.
- **NUTRIMIX:** es un fertilizante formulado como polvo soluble, con la siguiente composición: Cobre (Cu) 3%, Manganeso (Mn) 4%, Molibdeno (Mo): 0.04%, Zinc (Zn) 3%, Nitrógeno (N) 10%, Azufre (S) 15%.
- **OPERA:** es un fungicida acción sistémica, con efecto de control, preventivo y curativo sobre las principales enfermedades de fin de ciclo de la



soja. La combinación de pyraclostrobin (estrobirulina) y epoxiconazole (triazol) confieren un amplio espectro de control de enfermedades fúngicas.

### Cosecha

El 18 de Abril de 2007 se realizó la cosecha. Se cosecharon 2 m<sup>2</sup> de los surcos centrales de cada parcela en forma manual con el uso de una tijera de podar. Esas plantas se guardaron en bolsas de polietileno para su posterior procesado en la planta de la empresa Satus Ager, en Inés Indart, partido de Salto (Bs. As.).

## Resultados y Discusiones

### *Criterios de evaluación*

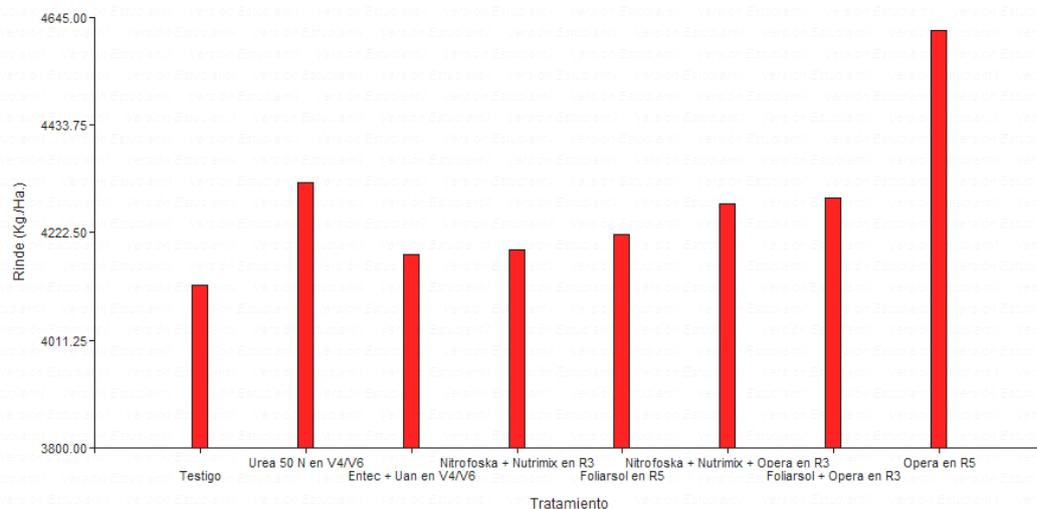
Con el uso de la estadística inferencial se procedió a evaluar los resultados mediante el programa InfoStat y luego se analizan las hipótesis planteadas para las dos variables en cuestión, rendimiento y porcentaje de proteína en el grano.

### *Análisis de Rendimiento*

A continuación se presentan las medidas de resumen respecto al rendimiento (Tabla 1 y Gráfico 1).

Tratamiento	Rinde	Media
Testigo	Kg/Ha	4115,00
Entec + Uan en V4/V6	Kg/Ha	4185,00
Nitrofoska + Nutrimix en R3	Kg/Ha	4197,50
Foliarsol en R5	Kg/Ha	4202,50
Urea 50 N en V4/V6	Kg/Ha	4257,50
Nitrofoska + Nutrimix + Opera en R3	Kg/Ha	4272,50
Foliarsol + Opera en R3	Kg/Ha	4295,00
Opera en R5	Kg/Ha	4595,00

**Tabla 1:** Medidas de resumen de rendimiento



**Gráfico 1:** Rendimiento promedio por tratamiento (kg/ha)



Según se observa en la Tabla 1 y Gráfico 1, el menor rendimiento fue el testigo y los mayores rindes se obtuvieron con la aplicación de fungicida tanto solo como en combinación con otros productos.

Para evaluar la significación de las diferencias mencionadas en los rindes, se realizó el Test de Tukey.

Tratamiento	Rinde	Media				
Testigo	Kg/Ha	4115,00	A			
Entec + Uan en V4/V6	Kg/Ha	4185,00	B			
Nitrofoska + Nutrimix en R3	Kg/Ha	4197,50	B			
Foliarsol en R5	Kg/Ha	4202,50	B	C		
Urea 50 N en V4/V6	Kg/Ha	4257,50			C	D
Nitrofoska + Nutrimix + Opera en R3	Kg/Ha	4272,50				D
Foliarsol + Opera en R3	Kg/Ha	4295,00				D
Opera en R5	Kg/Ha	4595,00				E

Tabla 2: Test de Tukey: rendimiento

Según lo que se puede observar en la tabla 2, existen diferencias significativas en los rendimientos obtenidos por cada tratamiento.

#### Peso de 1000 (mil) Semillas

Se analiza ahora el peso de 1000 semillas (g) para cada uno de los tratamientos, buscando evaluar si existen diferencias entre ellos, que puedan haber afectado los rendimientos.

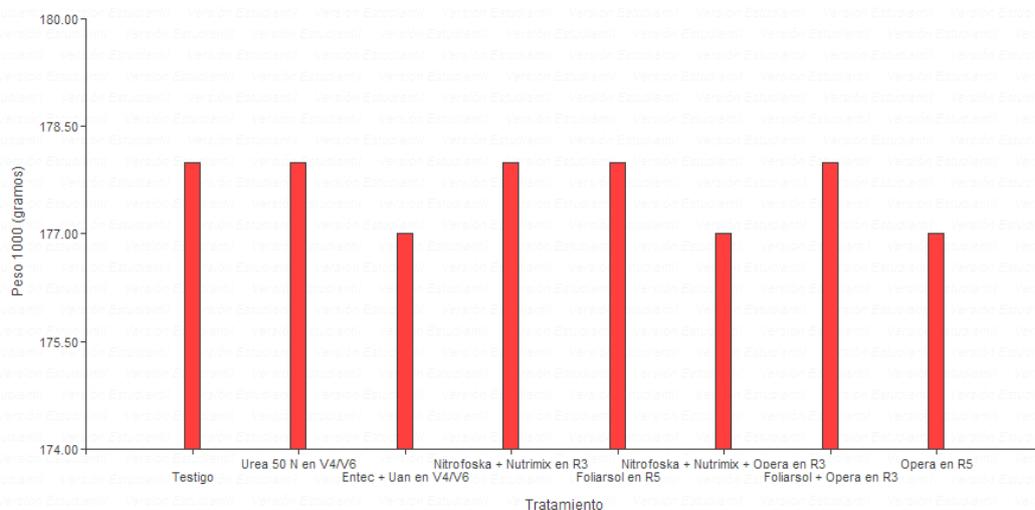


Gráfico 2: Peso de 1000 semillas (g) por tratamiento

Se analiza a través del Test de Tukey si las diferencias son significativas entre los tratamientos para el peso de 1000 semillas.

Tratamiento	Peso 1000	Media	
Nitrofoska + Nutrimix + Opera en R3	Gramos	177,50	A
Nitrofoska + Nutrimix en R3	Gramos	177,50	A
Opera en R5	Gramos	177,50	A
Entec + Uan en V4/V6	Gramos	177,50	A
Foliarsol en R5	Gramos	177,50	A
Testigo	Gramos	177,75	A
Foliarsol + Opera en R3	Gramos	177,75	A
Urea 50 N en V4/V6	Gramos	178,00	A

Tabla 3: Test de Tukey: Peso 1000 semillas (g).



Como se comprueba en la Tabla 3, las diferencias no son significativamente distintas. Podemos concluir que la diferencia en el rinde de cada tratamiento no se debe al peso de las 1000 semillas.

Se evalúa ahora, para profundizar la relación entre el rendimiento y el peso de 100 semillas, el grafico de regresión lineal entre el rendimiento y el peso de 1000 semillas:

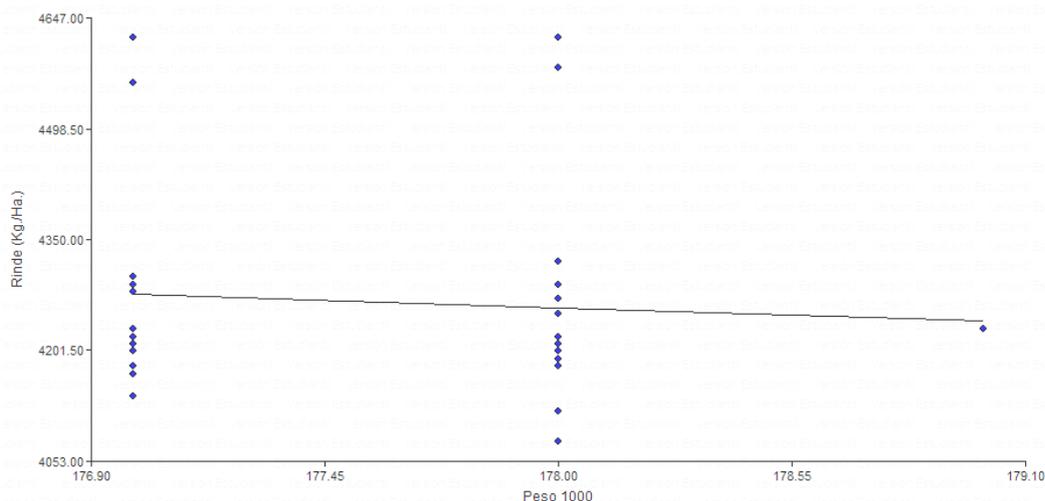


Gráfico 3: Gráfico de regresión lineal simple.

Se puede concluir, como lo muestra el grafico 3, la nula correlación entre el rendimiento y el peso de 1000 semillas.

#### Numero de granos por metro cuadrado

Se procederá a analizar la cantidad de granos por metro cuadrado para cada uno de los tratamientos para evaluar si existen diferencias entre ellos que puedan haber afectado los rendimientos.

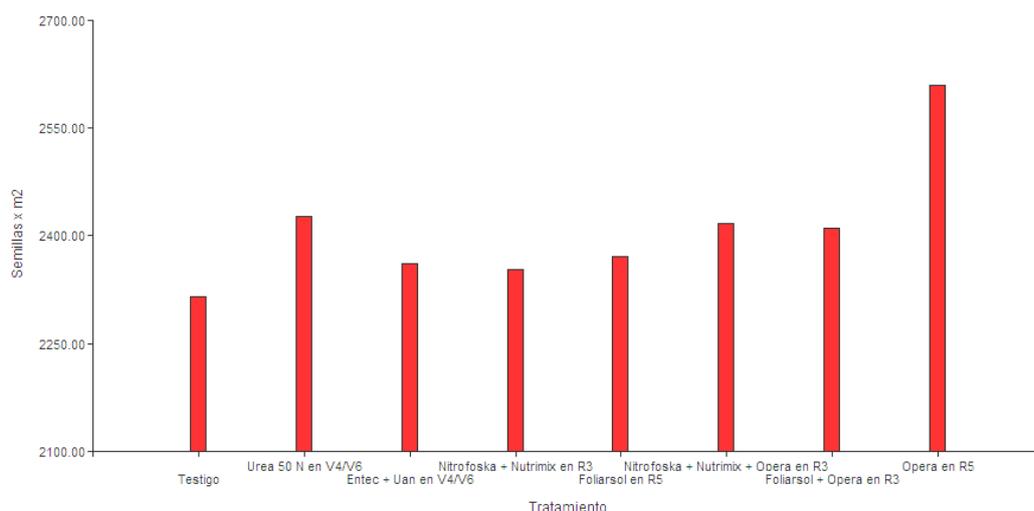


Gráfico 4: Semillas por m<sup>2</sup> por tratamiento

Se analiza a través del Test de Tukey si las diferencias son significativas entre los tratamientos para la cantidad de granos por metro cuadrado.



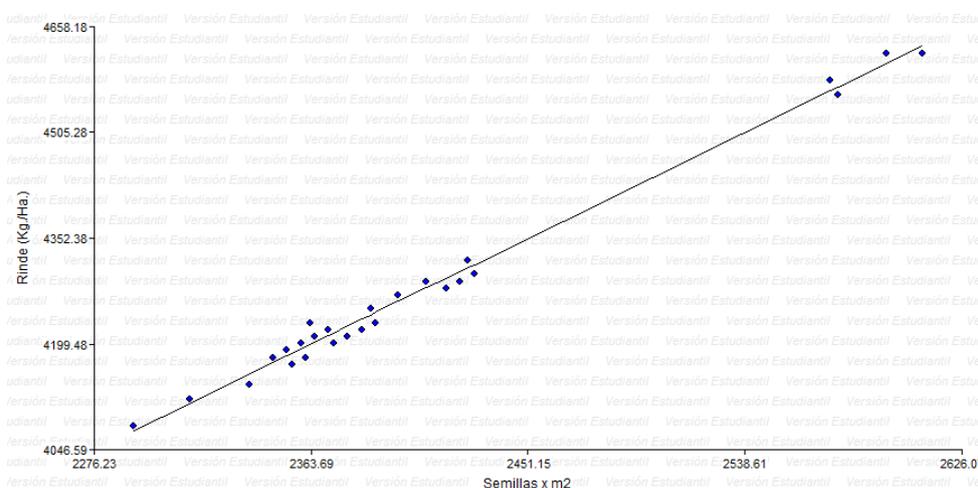
**EFECTO DE DIFERENTES ESTRATEGIAS DE FERTILIZACION NITROGENADA Y APLICACIÓN DE FUNGICIDAS SOBRE EL RENDIMIENTO Y PORCENTAJE DE PROTEINA EN GRANO DE SOJA.**

Tratamiento	Semillas por m <sup>2</sup>	Media			
Testigo	Unidades	2315,08	A		
Entec + Uan en V4/V6	Unidades	2357,75		B	
Nitrofoska + Nutrimix en R3	Unidades	2364,83		B	
Foliarsol en R5	Unidades	2367,61		B	
Urea 50 N en V4/V6	Unidades	2391,89		B	C
Nitrofoska + Nutrimix + Opera en R3	Unidades	2407,08			C
Foliarsol + Opera en R3	Unidades	2416,34			C
Opera en R5	Unidades	2588,75			D

**Tabla 4:** Test de Tukey: Cantidad de semillas por m<sup>2</sup>.

Se observa en la Tabla 4 que existen diferencias significativas entre la cantidad de granos por metro cuadrado por cada tratamiento.

Se analiza mediante el grafico de regresión lineal la relación entre el rendimiento y la cantidad de granos por metro cuadrado:



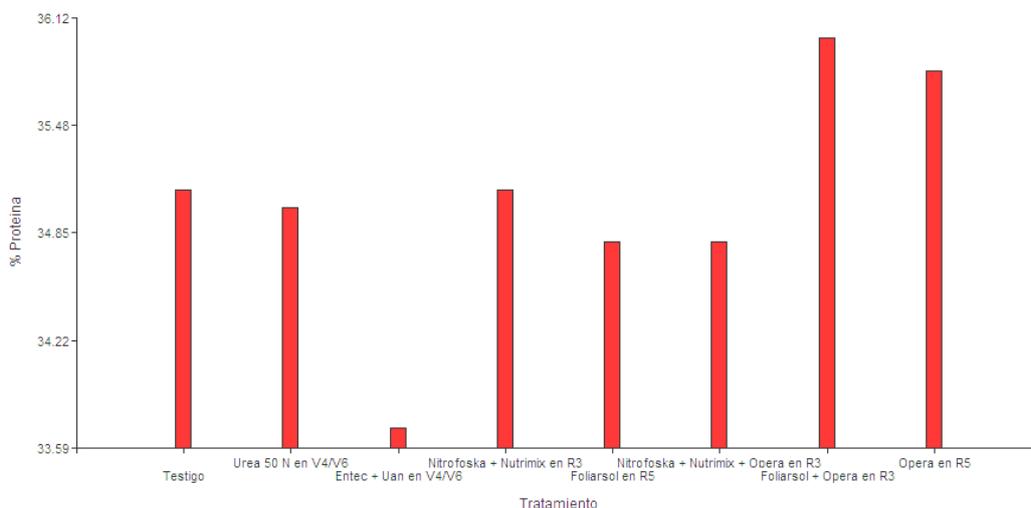
**Gráfico 5:** Gráfico de regresión lineal simple.

Al observar el Gráfico 5, se concluye que existe una correlación positiva entre el rendimiento y la cantidad de semillas por m<sup>2</sup>. El valor de R<sup>2</sup> es de 0,99, lo que nos demuestra una correlación altamente significativa.

Se puede concluir que el aumento en el rendimiento es consecuencia directa del aumento de la cantidad de granos por metro cuadrado.

**Análisis de tenor proteico en grano**

Otra de las variables a analizar en el presente trabajo es el tenor proteico en el grano para lo cual se hará un gráfico de barras comparando los valores obtenidos según el tratamiento.



**Gráfico 6:** Porcentaje proteico promedio por tratamiento (%)

Como se observa en el Gráfico 6, existen diferencias entre los valores de proteínas obtenidos. Para comprobar si estas diferencias son significativas, se realiza el Test de Tukey.

Tratamiento	Proteína	Media			
Entec + Uan en V4/V6	%	33,73	A		
Foliarsol en R5	%	34,72	B		
Urea 50 N en V4/V6	%	34,83	B		
Testigo	%	34,96	B		
Nitrofoska + Nutrimix + Opera en R3	%	35,00	B		
Nitrofoska + Nutrimix en R3	%	35,04	B		
Foliarsol + Opera en R3	%	35,93		C	
Opera en R5	%	36,00		C	

**Tabla 5:** Test de Tukey. Tenor proteico.

En la Tabla 5 se observan diferencias significativas en los porcentajes de proteína para cada tratamiento. Vemos que el valor más alto se observa con la aplicación de Opera en estado reproductivo (R5).

Se analiza mediante el grafico de regresión lineal la relación entre el rendimiento y el tenor proteico.

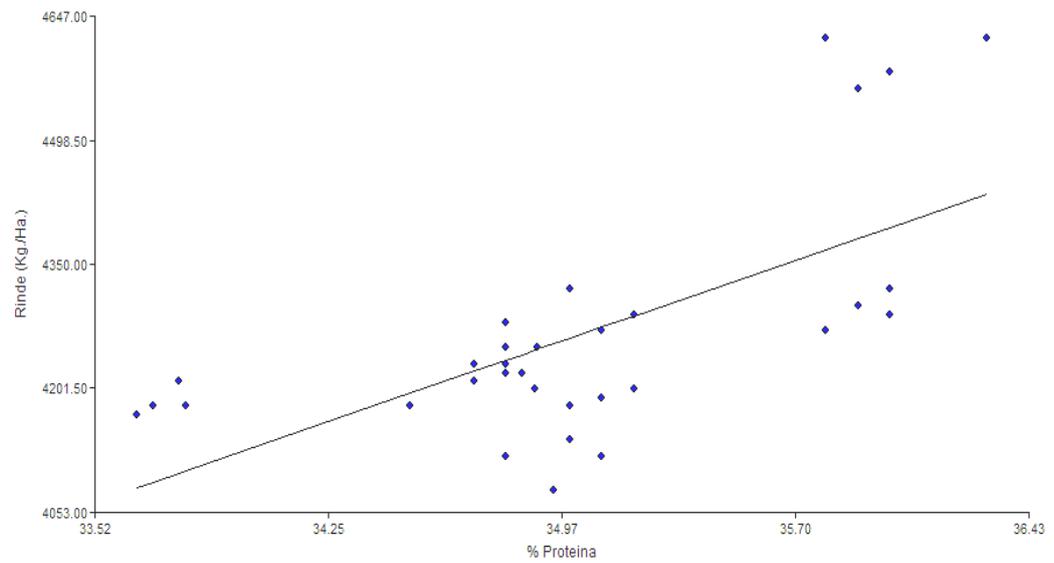


Gráfico 7: Gráfico de regresión lineal simple.

Como se observa en el Gráfico 7, la correlación entre el rendimiento y el porcentaje proteico en grano es positiva. El  $R^2$  es de 0,43 dando una correlación levemente positiva.



## **Conclusiones**

A continuación se expondrán las conclusiones que, por medio del análisis estadístico, se han podido sacar acerca de los tratamientos aplicados a cada una de las parcelas y las hipótesis planteadas al respecto.

Podemos resumir que cuando agregamos fertilizante nitrogenado en estadios vegetativo temprano (V4/V6) se obtuvo un rendimiento mayor al testigo. Si se compara la aplicación de N como urea y como UAN + ENTEC esta última rindió menos, por lo que no hubo ningún efecto positivo de la liberación lenta como se había hipotetizado.

El agregado de un fertilizante nitrogenado foliar en estadio reproductivo y el agregado de macro y micronutrientes también en estadios reproductivos, produjo un aumento del rendimiento significativo aunque de poca magnitud cuando se lo compara con el testigo, pero no así con el resto de los tratamientos sin la aplicación de fungicidas.

Analizando las tablas podemos confirmar que todos los tratamientos a los cuales se le aplicó fungicida tanto solo como junto a fertilizantes, en estadio reproductivo reflejaron los valores más altos de rendimiento del ensayo. El efecto puede atribuirse al fungicida ya que aplicado solo dio los rendimientos más elevados. Dicho aumento se debió a que se obtuvo mayor cantidad de granos por metro cuadrado lo que podría ser atribuido a un mayor índice de área foliar por sanidad de las hojas del cultivo. Sin embargo resulta llamativo que la mayor duración del área foliar y sanidad supuesta no haya redundado en un mayor peso de las semillas sino en un mayor cuaje de las mismas.

El cuanto al tenor proteico los mayores valores se lograron con los tratamientos que tuvieron aplicación de fungicida en R5, solo o con Foliarsol. También resulta llamativo que en estos tratamientos aumentara tanto el rendimiento como el tenor proteico, especialmente en el tratamiento 8 que no tuvo aporte extra de N.

No se encontró una relación directa entre el agregado de N en etapas reproductivas a dosis elevadas y el tenor proteico, por lo que para las condiciones en que se realizó este ensayo no parece ser un medio idóneo para aumentar el tenor proteico en grano de soja.



## Anexo I - Análisis Estadístico

### Diseño de Bloques Completos al Azar (DBA)

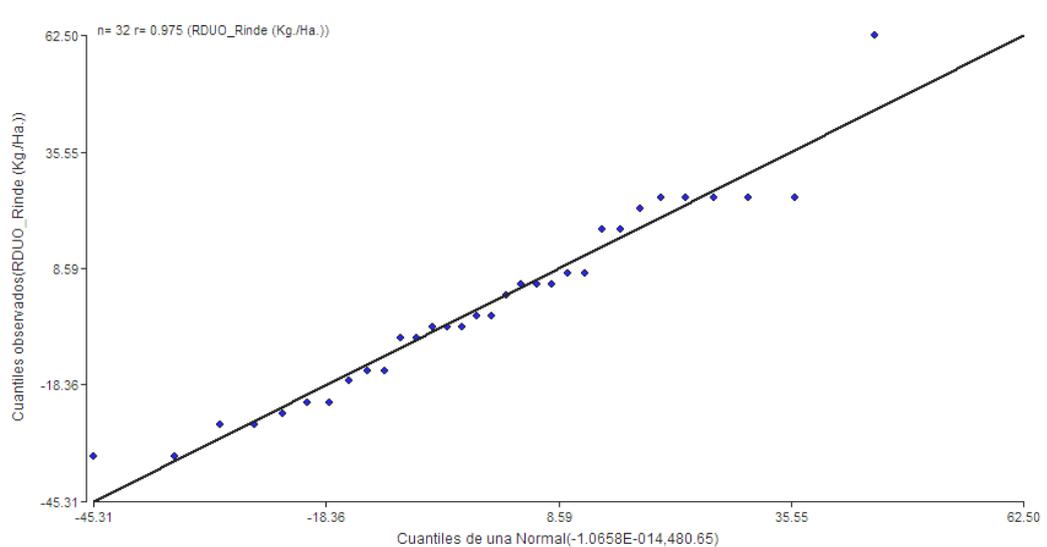
Supuestos:

- Bloques: deben ser extraídos al azar y ser independientes entre sí.
- Tratamientos: deben ser asignados al azar dentro de cada bloque.
- Errores: deben estar normalmente distribuidos
- Tratamientos: deben tener la misma variabilidad (homocedasticidad).
- Bloques: deben responder en forma paralela (paralelismo-aditividad).

El diseño que se utilizó cumple con los dos primeros requisitos: los bloques son independientes entre sí y se les han asignado los tratamientos al azar, como se puede observar en el mapa del ensayo presentado anteriormente.

Para comprobar el cumplimiento o no de los supuestos de normalidad, paralelismo-aditividad y homocedasticidad, se analizan a continuación los gráficos correspondientes.

**Normalidad:** gráfico Q-Q Plot normal.



**Gráfico 8:** Normalidad Q-Q Plot, rendimiento

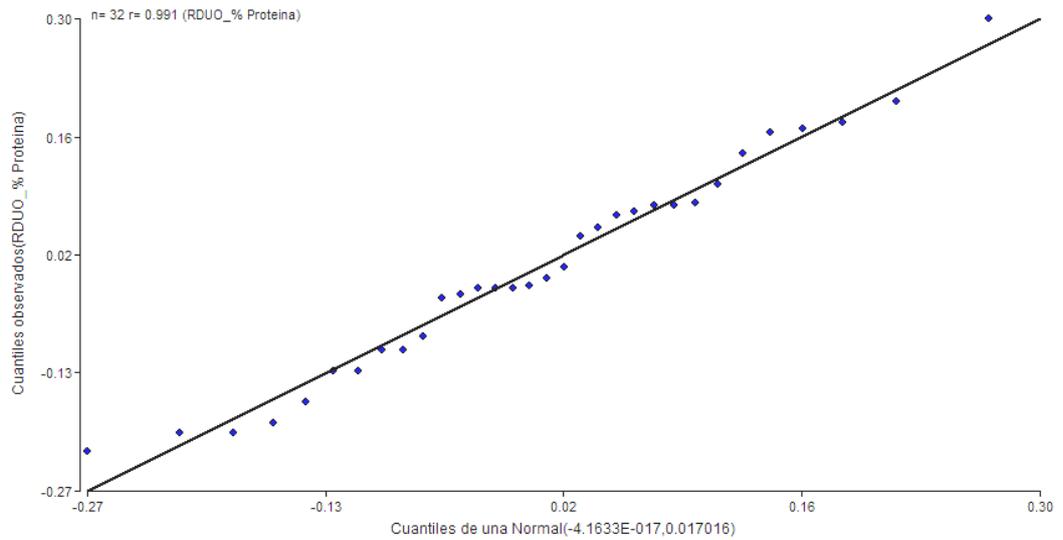


Gráfico 9: Normalidad Q-Q Plot, porcentaje proteico en grano

**Heterocedasticidad:** gráfico de dispersión de residuos frente a los valores esperados o predichos.

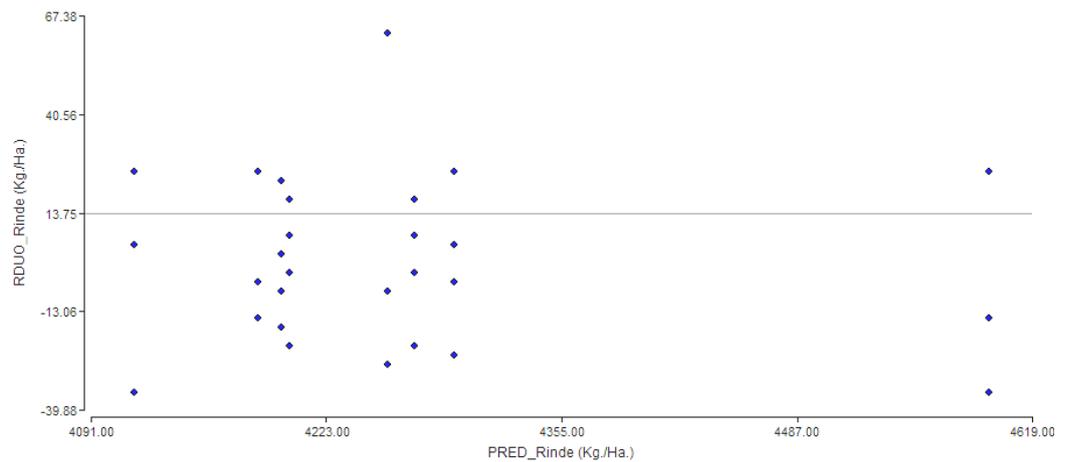


Gráfico 10: Heterocedasticidad, rendimiento

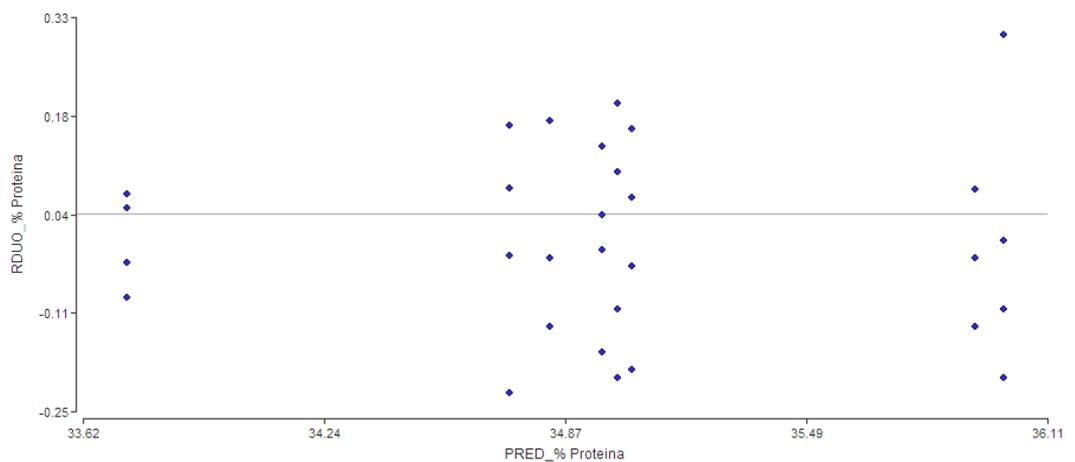




Gráfico 11: Heterocedasticidad, proteína

Paralelismo-aditividad: gráfico de puntos.

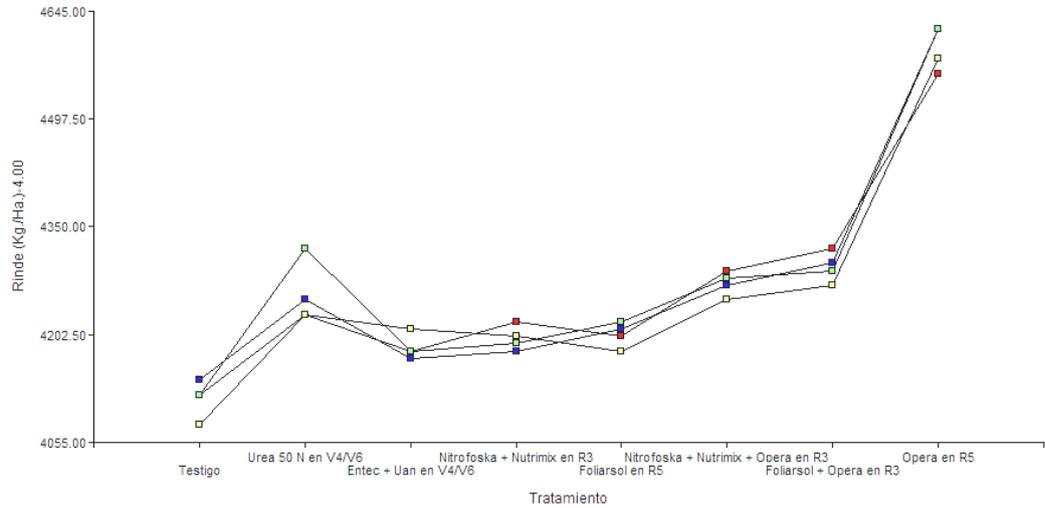


Gráfico 12: Paralelismo entre bloques, rendimiento

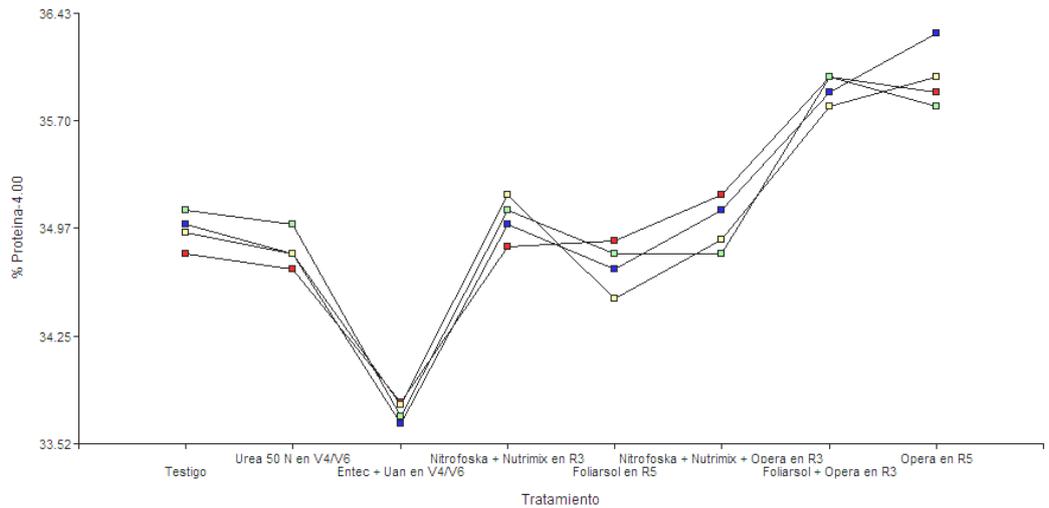


Gráfico 13: Paralelismo entre bloques, proteína

Como se muestra en los gráficos, se puede confirmar que el diseño de bloques completos al azar (DBA) puede ser aplicado fehacientemente al ensayo realizado en este trabajo.



Tablas de resultados y análisis

Bloque	Tratamiento	Rinde (Kg./Ha.)	% Proteína	Peso 1000	Semillas m2
1	Testigo	4120	34,8	178,00	2314,61
1	Urea 50 N en V4/V6	4230	34,70	179,00	2363,13
1	Entec + Uan en V4/V6	4180	33,80	178,00	2348,31
1	Nitrofoska + Nutrimix en R3	4220	34,85	177,00	2384,18
1	Foliarsol en R5	4200	34,89	178,00	2359,55
1	Nitrofoska + Nutrimix + Opera en R3	4290	35,20	177,00	2423,73
1	Foliarsol + Opera en R3	4320	36,00	178,00	2426,97
1	Opera en R5	4560	35,90	177,00	2576,27
2	Testigo	4140	35,00	177,00	2338,98
2	Urea 50 N en V4/V6	4250	34,80	178,00	2387,64
2	Entec + Uan en V4/V6	4170	33,65	177,00	2355,93
2	Nitrofoska + Nutrimix en R3	4180	35,00	178,00	2348,31
2	Foliarsol en R5	4210	34,70	177,00	2378,53
2	Nitrofoska + Nutrimix + Opera en R3	4270	35,10	178,00	2398,88
2	Foliarsol + Opera en R3	4300	35,90	177,00	2429,38
2	Opera en R5	4620	36,30	178,00	2595,51
3	Testigo	4080	34,95	178,00	2292,13
3	Urea 50 N en V4/V6	4230	34,80	177,00	2389,83
3	Entec + Uan en V4/V6	4210	33,78	178,00	2365,17
3	Nitrofoska + Nutrimix en R3	4200	35,20	177,00	2372,88
3	Foliarsol en R5	4180	34,50	177,00	2361,58
3	Nitrofoska + Nutrimix + Opera en R3	4250	34,90	178,00	2387,64
3	Foliarsol + Opera en R3	4270	35,80	178,00	2398,88
3	Opera en R5	4580	36,00	178,00	2573,03
4	Testigo	4120	35,10	178,00	2314,61
4	Urea 50 N en V4/V6	4320	35,00	178,00	2426,97
4	Entec + Uan en V4/V6	4180	33,70	177,00	2361,58
4	Nitrofoska + Nutrimix en R3	4190	35,10	178,00	2353,93
4	Foliarsol en R5	4220	34,80	178,00	2370,79
4	Nitrofoska + Nutrimix + Opera en R3	4280	34,80	177,00	2418,08
4	Foliarsol + Opera en R3	4290	36,00	178,00	2410,11
4	Opera en R5	4620	35,80	177,00	2610,17

Tabla 6: Resultados generales del ensayo



EFFECTO DE DIFERENTES ESTRATEGIAS DE FERTILIZACION NITROGENADA Y APLICACIÓN DE FUNGICIDAS SOBRE EL RENDIMIENTO Y PORCENTAJE DE PROTEINA EN GRANO DE SOJA.

Medidas resumen

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Min	Máx
Entec + Uan en V4/V6	Rinde (Kg./Ha.)	4	4185.00	17.32	4170.00	4210.00
Foliarsol + Opera en R3	Rinde (Kg./Ha.)	4	4295.00	20.82	4270.00	4320.00
Foliarsol en R5	Rinde (Kg./Ha.)	4	4202.50	17.08	4180.00	4220.00
Nitrofoska + Nutrimix + Op..	Rinde (Kg./Ha.)	4	4272.50	17.08	4250.00	4290.00
Nitrofoska + Nutrimix en R..	Rinde (Kg./Ha.)	4	4197.50	17.08	4180.00	4220.00
Opera en R5	Rinde (Kg./Ha.)	4	4595.00	30.00	4560.00	4620.00
Testigo	Rinde (Kg./Ha.)	4	4115.00	25.17	4080.00	4140.00
Urea 50 N en V4/V6	Rinde (Kg./Ha.)	4	4257.50	42.72	4230.00	4320.00

Tabla 7: Medidas de resumen de rendimiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rinde (Kg./Ha.)	32	0.98	0.97	0.58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	589100.00	7	84157.14	135.56	<0.0001
Tratamiento	589100.00	7	84157.14	135.56	<0.0001
Error	14900.00	24	620.83		
Total	604000.00	31			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=58.35142

Error: 620.8333 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Testigo	4115.00	4	12.46	A
Entec + Uan en V4/V6	4185.00	4	12.46	B
Nitrofoska + Nutrimix en R..	4197.50	4	12.46	B
Foliarsol en R5	4202.50	4	12.46	B C
Urea 50 N en V4/V6	4257.50	4	12.46	C D
Nitrofoska + Nutrimix + Op..	4272.50	4	12.46	D
Foliarsol + Opera en R3	4295.00	4	12.46	D
Opera en R5	4595.00	4	12.46	E

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

Tabla 8: Análisis estadístico. Rendimiento. Test de Tukey



**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso 1000	32	0.11	0.00	0.34

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.00	7	0.14	0.40	0.8908
Tratamiento	1.00	7	0.14	0.40	0.8908
Error	8.50	24	0.35		
Total	9.50	31			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.39369

Error: 0.3542 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Nitrofoska + Nutrimix + Op..	177.50	4	0.30 A
Nitrofoska + Nutrimix en R..	177.50	4	0.30 A
Opera en R5	177.50	4	0.30 A
Entec + Uan en V4/V6	177.50	4	0.30 A
Foliarsol en R5	177.50	4	0.30 A
Testigo	177.75	4	0.30 A
Foliarsol + Opera en R3	177.75	4	0.30 A
Urea 50 N en V4/V6	178.00	4	0.30 A

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

**Tabla 9:** Análisis estadístico. Peso 1000 smillas (g). Test de Tukey

**Análisis de regresión lineal**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
Rinde (Kg./Ha.)	32	0.01	0.00	22569.89	411.71	416.11

**Coefficientes de regresión y estadísticos asociados**

Coef	Est.	E.E.	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpMallows
const	7443.55	8156.54	-9214.31	24101.42	0.91	0.3687	
Peso 1000	-17.89	45.92	-111.68	75.89	-0.39	0.6995	1.18

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3042.11	1	3042.11	0.15	0.6995
Peso 1000	3042.11	1	3042.11	0.15	0.6995
Error	600957.89	30	20031.93		
Total	604000.00	31			

**Tabla 10:** Análisis de regresión lineal simple.



### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Semillas x m2	32	0.97	0.96	0.70

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	189116.09	7	27016.58	95.64	<0.0001
Tratamiento	189116.09	7	27016.58	95.64	<0.0001
Error	6779.65	24	282.49		
Total	195895.74	31			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=39.36061

Error: 282.4852 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Testigo	2315.08	4	8.40	A
Entec + Uan en V4/V6	2357.75	4	8.40	B
Nitrofoska + Nutrimix en R..	2364.83	4	8.40	B
Foliarsol en R5	2367.61	4	8.40	B
Urea 50 N en V4/V6	2391.89	4	8.40	B C
Nitrofoska + Nutrimix + Op..	2407.08	4	8.40	C
Foliarsol + Opera en R3	2416.34	4	8.40	C
Opera en R5	2588.75	4	8.40	D

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

Tabla 11: Análisis estadístico. Cantidad de semillas por metro2. Test de Tukey

### Análisis de regresión lineal

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
Rinde (Kg./Ha.)	32	0.99	0.99	203.42	260.43	264.83

### Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpMallows
const	67.33	72.27	-80.25	214.92	0.93	0.3589	
Semillas x m2	1.75	0.03	1.69	1.81	58.12	<0.0001	3269.74

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	598682.57	1	598682.57	3377.66	<0.0001
Semillas x m2	598682.57	1	598682.57	3377.66	<0.0001
Error	5317.43	30	177.25		
Total	604000.00	31			

Tabla 12: Análisis de regresión lineal simple.



### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% Proteína	32	0.96	0.95	0.42

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14.27	7	2.04	92.75	<0.0001
Tratamiento	14.27	7	2.04	92.75	<0.0001
Error	0.53	24	0.02		
Total	14.80	31			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.34719

Error: 0.0220 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Entec + Uan en V4/V6	33.73	4	0.07	A
Foliarsol en R5	34.72	4	0.07	B
Urea 50 N en V4/V6	34.83	4	0.07	B
Testigo	34.96	4	0.07	B
Nitrofoska + Nutrimix + Op..	35.00	4	0.07	B
Nitrofoska + Nutrimix en R..	35.04	4	0.07	B
Foliarsol + Opera en R3	35.93	4	0.07	C
Opera en R5	36.00	4	0.07	C

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

Tabla 13: Análisis estadístico. Tenor proteico. Test de Tukey

### Análisis de regresión lineal

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
Rinde (Kg./Ha.)	32	0.43	0.41	13578.99	393.92	398.31

### Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
const	-372.11	976.13	-2365.62	1621.41	-0.38	0.7057	
% Proteína	132.39	27.86	75.49	189.30	4.75	<0.0001	22.88

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	259355.56	1	259355.56	22.58	<0.0001
% Proteína	259355.56	1	259355.56	22.58	<0.0001
Error	344644.44	30	11488.15		
Total	604000.00	31			

Tabla 14: Análisis de regresión lineal simple.



## **Bibliografía**

- ALVAREZ, R., LEMCOFF, JH., MERZARI, AH., 1995. Balance de nitrógeno en suelo cultivado con soja. *Ciencia del Suelo* 13:38-40
- ASANUMA, K., BAYORBOR, TB., KOGURE, K., OFOSU-ANIM, S.N., 1992. Studies on the response of nodulated soybean to nitrogen fertilizer. I. On the carbon dioxide exchange of shoots and underground organs. *Japanese Journal of Crop Science*, 61: 433-438.
- BERTELSEN J.R. - de NEERGAARD, E. - SMEDEGAARD-PETERSEN, V., Fungicidal effects of azoxystrobin and epoxiconazole on phyllosphere fungi, senescence and yield of winter. *Plant Pathology* 50, 2001, 190-205.
- BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES, Informe de Pre-Campaña N°6. Soja 2013/14. Octubre, 2013.
- CARMONA, M. ; GALLY, M. , GRIJALBA, P., SUGIA, V. & JAEGGI, E. 2004. Frequency and chemical control of causal pathogens of soybean late season diseases in the Pampeana Region. VII World Soybean Research Conference, IV International Soybean Processing and Utilization Conference, III Congreso Mundial de Soja, 29 de febrero al 5 de marzo de 2004 . Foz de Iguazú, Brasil. En Documentos, Abstracts of Contributed Papers and Posters, 159. I
- CARMONA, M. 2003. Daños y pérdidas causadas por enfermedades. Importancia del Manejo Integrado. Ubicación estratégica de fungicidas foliares. Actas Jornadas Técnicas de Manejo Integrado de enfermedades en cultivos extensivos, pp 10- 15, La Rural , Bs. As. 16 y 17 de setiembre de 2003.
- CARMONA, M. 2005. Enfermedades de fin de ciclo y roya asiática de la soja. Un análisis de sus daños y el uso estratégico de fungicidas. Jornada soja 2005 con sustentabilidad ( INTA; CREA; AAPRESID ) Trabajo completo publicado en actas. Córdoba, 4 de agosto de 2005
- COLOMBO, N.a. 2011. El aporte del complejo sojero a la economía argentina. [www.bld.com.ar](http://www.bld.com.ar)
- CROMEY M.G. - BUTLER R.C. - MACE M.A. - COLE A.L.J., Effects of the fungicides azoxystrobin and tebuconazole on *Didymella exitialis*, leaf senescence and grain yield in wheat, *Crop Protection*. 23, 2004, 1019-1030
- CUNIBERTI, M.; R. HERRERO, L. MIR, O. BERRA, O y S. MACAGNO. 2011. *Rendimiento y calidad comercial e industrial de la soja*



en la región núcleo sojera. Cosecha 2010-11. Informe de Actualización Técnica N° 21.

- CUNIBERTI, M.; R. ROSSI, R. HERRERO y B. FERRARI. 2004. *Calidad industrial de la soja argentina. VII WorldSoybeanResearchConference, IV International SoybeanProcessing and UtilizationConference y III Congreso Mundial de Soja (BrazilianSoybeanCongress), Foz de Iguazú-Brasil, 1-5 marzo. Proceedings Pag. 961-970. Información para Extensión N° 89. Soja. Actualización 2004, pp. F1-F8.*
- GALLY, M.; CARMONA, M.; BARRETO, D. & SUGÍA, V. 2004. *Control of soybean seed-borne pathogens by foliar fungicide applications in Argentina. 27 th ISTA Congress Seed Symposium. Budapest, Hungría, En Actas: 110.*
- GARCIA, R.L. and HANWAY, J.J. 1976. *Foliar fertilization of soybean during seed-filling period. Agron. J. 68: 653-657.*
- GEORGE, T., SINGLETON, P.W., VAN KESSEL., C. 1993. *The use of nitrogen-15 natural abundance and nitrogen yield of mom nodulatingisolines to estimate nitrogem fixation by soybean (Glicine max L.) across three elevations. Biol. Fert. Soils 15:81-86*
- HAQ M. and MALLARINO, A. 1998. *Foliar Fertilization of Soybean at Early Vegetatives Stages.Agron. J. 90: 763-769.*
- HERRERO, R., M. CUNIBERTI, F. FUENTES, B. MASIERO, L. ERAZZU y F. GIMENEZ. 2010. *Calidad industrial de cultivares de soja de los grupos de madurez II al VIII. RECSO. Campaña 2008/09. En: Soja. Actualización 2010. Informe de Actualización Técnica N° 17. pp. 129-131.*
- HERRERO, R.; M. CUNIBERTI, F. FUENTES y B. MASIERO. 2007. *Calidad industrial de cultivares de soja de GM II-III corto al VIII, en las distintas regiones sojeras de nuestro país. RECSO. Campaña 2005/06. En: Informe Técnico de Resultados de la Campaña 2006/07.*
- HERRERO, R.; M. CUNIBERTI, F. FUENTES y B. MASIERO. 2008. *Calidad industrial de cultivares de soja de GM II-III corto al VIII, en las regiones sojeras de nuestro país. RECSO. Campaña 2006/07. En: Informe Técnico de Resultados de la Campaña 2007/08.*
- HERRERO, R.; M. CUNIBERTI, F. FUENTES y B. MASIERO. 2009. *Calidad industrial de cultivares de soja de los grupos de madurez II-III corto al VIII, en Argentina. Campaña 2007/08. Soja. Actualización 2009. Informe de Actualización Técnica N° 14, pp. 63-66.*



- MOLINA, J.; CARMONA, M.; BABBITT, S.; GALLY, M; SUGÍA, V. & GRIJALBA, P. 2004. *Effect of foliar fungicides application on soybean seed quality. 27 th ISTA Congress Seed Symposium. Budapest, Hungría, 17 al 19 de mayo de 2004. En Actas: 53.*
- PEOPLES, M.B., GAULT, RR., LEAN, B., SYKES, JD., BROCKWELL, J., 1995. *Nitrogen fixation by soybean in commercial irrigated crops of central and southern New South Wales. Soil Biol. Biochem. 27: 553-561.*
- VENTIMIGLIA, L., CARTA, H. y RILLO, S. 2000. *Soja: Mejorando el rendimiento con la estimulación. En: Resultados de experiencias en Cosecha Gruesa. Campaña 1999/2000. INTA 9 de Julio. Pp 114-121.*
- VENTURI, G. AMADUCCI, M. 1985. *La soja. Edagricole, Bologna, Italia, 255 pp. Buttery, B.; Park, S. y Hume, D. 1991. Potential for increasing nitrogen fixation in grain legumes. Can. J. Plant Science 72: 323-349*
- WRATHER, J.A. ; ANDERSON, T.R. ; ARSYAD, D.M. ; TAN, Y. ; PLOPER, L.D.; PORTA -PUGLIA, A. ; RAM, H.H. ; & YORINORI, J.T. 2001. *Soybean disease loss estimates for the top ten soybean- producing countries in 1998. Can. J. Plant Path. 23: 115-121.*
- [http://old.sjia.gov.ar/estimaciones\\_agricolas/03-por\\_cultivo/\\_archivo/000000\\_Oleaginosas/000000\\_Soja/000000\\_Informacion%20General.php#1](http://old.sjia.gov.ar/estimaciones_agricolas/03-por_cultivo/_archivo/000000_Oleaginosas/000000_Soja/000000_Informacion%20General.php#1)