

Ressia, Cristian

*Efectos de distintos nutrientes sobre rendimiento
y calidad de soja en Trenque Lauquen, provincia
de Buenos Aires*

**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:

Ressia, C. 2016. Efectos de distintos nutrientes sobre rendimiento y calidad de soja en Trenque Lauquen, provincia de Buenos Aires [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/efectos-distintos-nutrientes-trenque-lauquen.pdf> [Fecha de consulta:.....]



Ingeniería en Producción Agropecuaria

“Efectos de distintos nutrientes sobre rendimiento y calidad de soja en
Trenque Lauquen, Provincia de Buenos Aires”

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

Alumno: Cristian Ressia

Profesor tutor: Ing. Agr. Inés Davérède, PhD

Año: 2016

RESUMEN

La soja es la oleaginosa de mayor importancia en el mundo, tanto por los volúmenes comercializados de poroto, como por los importantes subproductos que se obtienen, los que forman parte de una larga serie de cadenas agroindustriales. El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad y el rendimiento de la soja a partir de la aplicación de distintos nutrientes y dosis en momentos específicos como en la siembra, estado R1 y R5. Se realizó un diseño experimental en bloques completos aleatorizados (DBCA) con 4 repeticiones y 8 tratamientos por repetición los cuales fueron: **1.** Testigo, **2.** 20 kg P ha⁻¹, **3.** 22 kg de P + 13.2 kg de S ha⁻¹, **4.** 22 kg de P + 13.2 kg de S + 100 g B en R1-R2 ha⁻¹, **5.** 22 kg de P + 13.2 kg de S + 100 g B en R1-R2 + 10 kg N foliar baja dosis en R5 ha⁻¹, **6.** 22 kg de P + 13.2 kg de S + 100 g B en R1-R2 + 20 kg N foliar alta dosis en R5 ha⁻¹, **7.** 22 kg de P + 13 kg de S + 100 g B en R1-R2 + 1,3 kg Zn ha⁻¹, **8.** Doble dosis 44 kg de P + 26,4 kg de S ha⁻¹. En cuanto a la variable proteína, no se encontraron efectos significativos entre tratamientos, siendo el promedio general 36,2%. Con respecto al rendimiento, se observó un aumento del 29,5% (814 kg ha⁻¹) del tratamiento con P (tratamiento 2) en comparación con el testigo (tratamiento 1) y el promedio general fue de 3300 kg ha⁻¹. Y por último, en cuanto al aceite, el tratamiento con P aumentó 1,3 puntos porcentuales con respecto al testigo y también se observó un aumento de 1,2 puntos porcentuales del tratamiento con P y S (tratamiento 3) en comparación con el testigo y el promedio general fue de 22.6%.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar le quiero agradecer a mi familia por todo el apoyo que me brindaron en todos estos años y también por dejarme utilizar una parte del campo para poder realizar el trabajo final.

En segundo lugar, le agradezco a mi tutora de tesis Ing. Agr. Inés Davérède quien me ayudó para llevar a cabo el proyecto de investigación con mucha dedicación, predisposición y profesionalismo desde el comienzo hasta el final.

Y por último, a la empresa Bunge Argentina S.A, que nos brindó los fertilizantes y costó los análisis de suelo, y a la Bolsa de Comercio de Rosario quien nos analizó sin costo las muestras de grano para proteína y aceite.

Índice

1. Introducción.....	5
1.1. Hipótesis de trabajo.....	7
2. Objetivos.....	8
2.1. Objetivo general.....	8
2.2. Objetivos específicos.....	8
3. Materiales y Métodos.....	8
3.1. Caracterización del sitio experimental.....	8
3.2. Clima.....	10
3.2.1. Temperatura.....	10
3.2.2. Precipitaciones.....	10
3.3. Descripción del diseño experimental.....	11
3.4. Cosecha del ensayo.....	12
3.5. Análisis estadístico.....	12
4. Resultados.....	12
4.1. Rendimiento.....	13
4.2. Proteína.....	13
4.3. Aceite.....	13
5. Discusión.....	14
6. Conclusiones.....	15
7. Bibliografía.....	17
8. Anexos.....	19
8.1. Medidas de resumen.....	19
8.2. Análisis de la varianza y contrastes.....	20

1. Introducción

La soja (*Glycine max*) es una especie que pertenece a la familia de las fabáceas (leguminosas). Este cultivo se adapta a un amplio rango de condiciones edáficas y climáticas. En Argentina, el cultivo de soja se ha expandido sobre nuevas áreas a una tasa de 8% anual, principalmente a expensas de áreas con pasturas y campos naturales, desplazando la actividad ganadera a tierras más marginales. La superficie sembrada con soja ha crecido en forma exponencial en las últimas dos décadas, alcanzando aproximadamente 20.200.000 ha en la campaña 2014/15 (ACSOJA, 2015a). También se registra un incremento del 19% de los rendimientos con respecto a las campañas 2000/01 -2001/02, siendo el rinde en la campaña 2014/15 de 3090 kg ha⁻¹ a pesar de la integración de áreas marginales para su cultivo. El incremento de la productividad se atribuye a los avances de la ingeniería genética y a los ajustes en la elección de cultivares (Cordone y otros, 2011).

La producción de soja y el complejo sojero ocupan un lugar muy importante en la economía argentina. El reducido consumo interno exige una demanda externa en continua expansión para ubicar la producción y la exportación de aceites, harinas y biodiesel. Los principales países importadores de nuestras harinas de soja requieren harinas con 46,5% de proteína (ACSOJA, 2015b), valor que se logra a partir de una molienda de granos con 38% de proteína a 11% de humedad. En la zona núcleo sojera de la República Argentina, en la última cosecha el porcentaje de proteína y aceite promediaron 37 y 24%, respectivamente. Los programas de mejoramiento genético 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 (Cuniberti, 2011).

Según Cuniberti (2015) en la campaña 2014/2015, los valores de proteína en soja fueron en promedio de 37,3 %, siendo estos los más bajos de los últimos 18 años, lo cual tiene fuertes implicancias en el nivel nutritivo de las harinas derivadas de la industrialización del grano. La disminución en cuanto a la calidad proteica de la soja argentina puede entenderse como la consecuencia de la correlación inversa entre volumen de producción y la concentración de proteína en grano. Cuanto mayor es el volumen de poroto de soja cosechado (y, por ende, mayor la cantidad de aceite que se puede obtener de dicha cosecha), menor será el porcentaje de proteína (BCR, 2014).

La nutrición de cultivos ha mostrado una participación creciente en los sistemas de producción de cultivos extensivos en los últimos 20 años. La fertilización en soja se

plantea a partir de la necesidad de mejorar los rendimientos y la rentabilidad del cultivo, y los balances de nutrientes en los suelos para mantener y/o mejorar su capacidad de producción. En el caso de la soja, el objetivo es desarrollar un cultivo con óptimo estado a floración que permita interceptar eficientemente la radiación incidente y maximizar la tasa de acumulación de materia seca durante el período de llenado de granos (Vasilas y otros, 1995). Los nutrientes más importantes son el nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S) y potasio (K). El N es el nutriente de mayor importancia, siendo el requerimiento de 80 kg tn⁻¹ grano para el cultivo. Si bien este requerimiento es alto, una gran parte es cubierto vía fijación biológica de N (FBN) a través de la simbiosis soja - *Bradyrhizobium*. La evolución de la FBN está relacionada con la tasa de acumulación de carbono (C), por lo tanto, las limitaciones nutricionales que afecten el crecimiento del cultivo afectarán la tasa de acumulación de N. Por otro lado, numerosos nutrientes intervienen directamente en el proceso de fijación, las carencias de P, K, calcio (Ca), S y de micronutrientes disminuyen la formación de nódulos y por consiguiente la FBN.

En cuanto al P, la respuesta de los cultivos a la fertilización fosfatada depende del nivel de P disponible en el suelo, pero también es afectada por factores del suelo, del cultivo y de manejo del fertilizante. Entre los factores del suelo, se destacan la textura, la temperatura, el contenido de materia orgánica y el pH; mientras que entre los del cultivo deben mencionarse los requerimientos y el nivel de rendimiento. Una deficiencia fosforada en soja puede provocar una disminución en los rendimientos por su efecto sobre la formación del área foliar y, por lo tanto, sobre la cantidad de radiación capturada. La sumatoria de estos efectos provoca un menor crecimiento entre floración y comienzo de llenado de los granos y, por lo tanto, un menor rendimiento (Gutiérrez Boem y Thomas, 1999). Ferraris (2002) observó respuestas en rendimiento a la aplicación de P en 29 de 47 ensayos en la región pampeana en las campañas 2000/01 y 2001/02, y también observaron una relación negativa entre la respuesta a la fertilización con P y el contenido de P disponible del suelo. Por cada mg kg⁻¹ de P por debajo de 16 mg kg⁻¹, la respuesta aumentó 50 kg ha⁻¹, por encima de 16 mg kg⁻¹ la respuesta esperada fue cero. Con respecto al aceite, Martínez (2015) en una red de ensayos llevados a cabo por el INTA de Casilda (Santa Fe, Argentina) en la campaña 1998/99, la aplicación de P disminuyó la concentración de aceite en 4 de 8 sitios pero tendió a aumentar en los otros 4. Murgio (2011) en la campaña 2006/07 en la región pampeana realizó una serie de ensayos, donde observó respuesta positiva en la concentración aceite a la aplicación de P y S en 2 de 4 ensayos.

También se deben tener en cuenta los micronutrientes, debido a que estos cumplen un rol muy importante para el crecimiento y desarrollo de la planta. Tanto el Cobalto (Co) como el Molibdeno (Mo) son fundamentales en la FBN, el Co participa como

componente de la vitamina B12, precursora de la leghemoglobina y el Mo actúa en varias molibdo-enzimas como la nitrogenasa transportadora de electrones en la reducción del N. En cuanto al Boro (B), la soja es poco exigente a este micronutriente, sin embargo la falta del mismo en floración puede tener efectos negativos presentando muertes de brotes, inhibición de la floración y aborto de flores. Con respecto al Zinc (Zn) su deficiencia produce entrenudos cortos, tallos rígidos y rectos afectando así al desarrollo de la planta. En un estudio llevado a cabo por el INTA, en la región pampeana, se ha observado una disminución de los valores de Zn y B que hoy se encuentran cercanos a los umbrales de deficiencia por la falta de fertilización (Sainz Rozas, 2013). Boga y Ramírez (2014), en una red de ensayos en la región pampeana en las campañas 2012/13 y 2013/14, encontraron respuestas significativas en rendimiento en 7 de 12 sitios a la fertilización con Zn con un aumento de 8% (355 kg ha^{-1}).

A nivel nacional, existen pocas referencias acerca del impacto de la nutrición del cultivo sobre la concentración de proteína y aceite en el grano de soja (Martínez, 2015). En este ensayo, se presentarán y discutirán los resultados obtenidos sobre los efectos de distintos nutrientes sobre rendimiento y calidad de soja en Trenque Lauquen, Provincia de Buenos Aires en la campaña 2014/2015, que aportará información de interés en cuanto a los efectos de la nutrición sobre la calidad industrial del grano de soja.

1.1. Hipótesis de trabajo.

- ✓ La aplicación de P presembrado aumentará el rendimiento, la concentración de aceite y disminuirá la concentración de proteína de la soja con respecto al testigo.
- ✓ La aplicación de P y S presembrado aumentará el rendimiento, el aceite y disminuirá la concentración de proteína de la soja con respecto a la aplicación de P a la siembra.
- ✓ La aplicación de P y S presembrado aumentará el rendimiento, el aceite y disminuirá la concentración de proteína de la soja con respecto al testigo.
- ✓ La aplicación de B en presencia de S y P aumentará el rendimiento, concentración de aceite y disminuirá la concentración de proteína con respecto a la aplicación de P y S.
- ✓ La aplicación de N foliar en baja dosis en etapa R5, en presencia de B, P, S aumentará el rendimiento, aceite y la concentración de proteína de la soja con respecto a la aplicación sin N.

- ✓ La aplicación de N foliar en alta dosis en etapa R5, en presencia de B, P, S aumentará el rendimiento, aceite y la concentración de proteína de la soja respecto a la aplicación con baja dosis.
- ✓ La aplicación de Zn en presencia de B, S y P aumentará el rendimiento, concentración de aceite y disminuirá la concentración de proteína respecto a la aplicación sin Zn.
- ✓ La aplicación de doble dosis pre siembra de P y S aumentará el rendimiento, aceite y la concentración de proteína de la soja respecto a la aplicación simple.

2. Objetivos:

2.1. Objetivo general:

El objetivo de este proyecto es observar cómo varía el rendimiento, porcentaje de proteína y de aceite frente a la aplicación de diversos fertilizantes y dosis en el cultivo de soja.

2.2. Objetivos específicos:

- ✓ Evaluar el efecto de la fertilización pre-siembra con S, P y Zn sobre el rendimiento y la concentración de proteína y aceite en el grano de soja.
- ✓ Evaluar el efecto de la fertilización de B en presencia de S y P, sobre el rendimiento, la proteína y el aceite del grano de soja.
- ✓ Evaluar el efecto de la fertilización foliar con N en alta o baja dosis sobre el rendimiento, la proteína y el aceite del grano de soja.
- ✓ Evaluar el efecto de la fertilización pre-siembra con una doble dosis de S más P sobre el rendimiento y la concentración de proteína y aceite en el grano de soja.

3. Materiales y métodos

3.1. Caracterización del sitio experimental

El ensayo se llevó a cabo en el establecimiento “12 de Enero” situado a 35 km al noroeste de la localidad de Trenque Lauquen. Hasta el 2001, el mismo se encontraba en producción de leche, desde ese entonces hasta la actualidad la única actividad que se realiza es la agricultura bajo siembra directa. En cuanto al suelo pertenece al orden

hapludol típico, es de textura franca y las precipitaciones anuales promedian entre 700 a 800 mm.

Los resultados de los análisis de suelo fueron los siguientes: pH agua 1:2,5 = 6.6; materia orgánica = 2.5%; P Bray = 11.4 mg kg⁻¹; S-SO₄ = 3.7 mg kg⁻¹; CIC = 12.2 meq 100 g⁻¹; N-NO₃ de 0 a 60 cm = 81,4 Kg de N ha⁻¹.

Se realizó un barbecho largo con 1,8 L ha⁻¹ Panzergold (Glifosato), 0,6 L ha⁻¹ de 2,4D al 100% y 0,120 L ha⁻¹ de Dicamba. El ensayo se desarrolló en un lote que tiene como antecesor soja de primera. El diseño experimental fue en bloques completos aleatorizados (DBCA) con 4 repeticiones y 8 tratamientos por repetición. Cada parcela (unidad experimental) midió 3x5 m (32 parcelas en total).

El 01 de octubre, se aplicó 1,8 L ha⁻¹ de Power Plus (Glifosato), 0,6 L ha⁻¹ de 2,4 D al 100 % y 25 g ha⁻¹ de Diclosulam.

El 20 de octubre se sembró la variedad Don Mario 4712, con una sembradora Cele a placa con monitor de siembra, con una distancia de entresurco de 35cm, una densidad de 14 semillas m lineal⁻¹ y un ancho de labor de 8,75m. La misma se llevó a cabo 30 días después de haber aplicado el fertilizante con el fin de favorecer su incorporación con algunas lluvias posteriores.

Una vez implantado el cultivo, el 14 de diciembre se realizaron los controles correspondientes en cuanto a malezas y plagas, aplicándose 2 L ha⁻¹ de Power plus (Glifosato), 0,6 L ha⁻¹ de Clorpirifos y 0,3 L ha⁻¹ aceite mineral.

3.2. Clima

3.2.1. Temperatura: La temperatura media del mes más cálido es de 24° C (enero) y la del mes más frío de 6,2° C (julio). La temperatura media anual es de 16.1 °C.

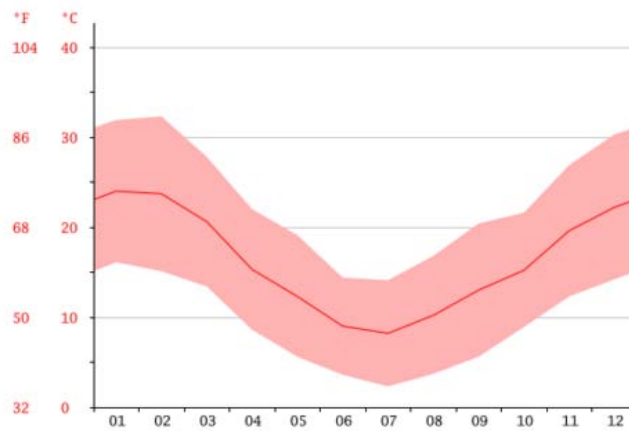


Figura 1: Diagrama de las temperaturas promedios, máximas y mínimas de cada mes en la localidad de Trenque Lauquen.

3.2.2. Precipitaciones: La precipitación media anual en Trenque Lauquen es de 700mm.

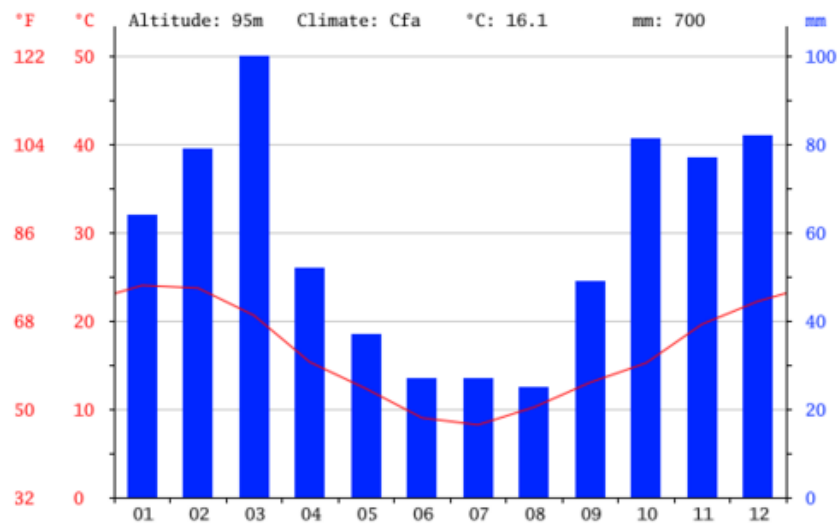


Figura 2: Precipitaciones y temperaturas promedio de cada mes en Trenque Lauquen, provincia de Buenos Aires.

Tabla 1: Precipitaciones durante el ensayo y promedio en los últimos 10 años en establecimiento 12 de Enero, partido de Trenque Lauquen, provincia de Buenos Aires.

Mes	Lluvias durante el ensayo	Lluvias históricas en establec. 12 de enero
Siembra/ Oct. 20/10.	50	70
Noviembre	95	100
Diciembre	80	95
Enero	95	90
Febrero	70	110
Marzo	70	110
Cosecha/Abril	20	20
Total	480	595

3.3. Descripción del modelo experimental

Esquema de los tratamientos:

Tabla 2: Detalle de los tratamientos con las cantidades aplicadas de cada nutriente.

Nro. trt	Tratamientos	Kg/ha SFT o MEZ (trt. 7)	Kg/ha SFS	N siembra Kg/ha	P Kg/ha	S Kg/ha	N foliar Kg/ha	Zn Kg/ha
1	Testigo	0	0	0	0	0	0	
2	P (SFT)	110	0	0	22	0	0	
3	P y S (SFT + SFS)	60	110	0	22	13,2	0	
4	P y S + 100 gr B R1-R2	60	110	0	22	13,2	0	
5	P y S + 100 gr B R1-R2 + N foliar baja dosis R 5	60	110	0	22	13,2	10	
6	P y S + 100 gr B R1-R2 + N foliar alta dosis R 5	60	110	0	22	13,2	20	
7	P y S + 100 gr B R1-R2 + Zn	130	110	9,1	22	13	0	1,3
8	Doble dosis P y S	120	220	0	44	26,4	0	

3.4. Cosecha del ensayo.

El 15/04/2015 se realizó la cosecha de 2 m² de cada parcela en forma manual con la ayuda de una tijera podadora. Una semana después, se procedió a la separación de los granos de las plantas con una trilladora experimental del INTA Pehuajó. Se pesaron todas las muestras y finalmente se separaron 500 g por tratamiento para realizar análisis de calidad (proteína y aceite) en la Bolsa de Cereales de Rosario.

3.5. Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados mediante el programa Infostat. Se llevó a cabo un análisis de la varianza seguida de la separación entre medias utilizando el método de Contrastes. Se tomó un p-valor menor a 0,1 para evidenciar diferencias significativas.

4. Resultados

Tabla 3: Contrastes con las 3 variables de análisis (rendimiento, proteína y aceite) en Trenque Lauquen, campaña 2014-2015.

Contrastes	Rendimiento (kg/ha)		Proteína (%)		Aceite (%)	
	Contraste	p-valor	Contraste	p-valor	Contraste	p-valor
Respuesta a P (2 vs 1)	814	0,05	-0,93	0,18	1,3	0,05
Respuesta a S (3 vs 2)	-79	0,85	0,63	0,35	-0,1	0,87
Respuesta P y S (3 vs 1)	735	0,11	-0,3	0,65	1,2	0,07
Respuesta a B (4 a 3)	-336	0,45	0,2	0,76	-0,33	0,6
Respuesta a N baja dosis (5 vs 4)	-84	0,83	0,27	0,69	0,1	0,87
Respuesta a N alta dosis (6 vs 5)	115	0,79	0,5	0,51	-0,53	0,46
Respuesta a Zn (7 vs 4)	373	0,405	-0,63	0,35	0,37	0,57
Respuesta a doble dosis de P y S (8 vs 3)	444	0,32	-0,23	0,73	-0,1	0,87
p-valor análisis varianza	0,19		0,45		0,48	

4.1.1. Rendimiento

El rendimiento promedio fue de 3300 kg ha⁻¹. La aplicación de P aumentó el rendimiento un 29,5% (814 kg ha⁻¹) en comparación con el testigo (Tabla 3). Ningún otro tratamiento aumentó el rendimiento en forma significativa.

4.1.2. Proteína

En cuanto a la variable proteína, no hubo respuestas significativas a ninguno de los tratamientos evaluados, siendo el promedio general de 36,2% (Tabla 3). En Argentina, los valores de proteína en soja de primera en la campaña 2014/2015 fueron de 36,1% y en soja de segunda de 38,5%, con un promedio de 37,3%, estos resultados fueron los más bajos de los últimos 18 años (INTA, 2015).

4.1.3. Aceite

Con lo que respecta al aceite, se encontraron 2 respuestas a los tratamientos. Por un lado, la aplicación de P generó un aumento de 1.3 puntos porcentuales con respecto al testigo y por el otro lado, se observó un aumento en 1,2 puntos porcentuales del tratamiento con P y S en comparación con el testigo (Tabla 3). El promedio general del ensayo fue de 22.6%, siendo el promedio de la campaña 2014/2015 de 23.9% (INTA, 2015).

Tabla 4: Promedio de las variables rendimiento, proteína, aceite y profat para cada tratamiento en Trenque Lauquen, provincia de Buenos Aires.

Nro. Trat.	Tratamiento	Rendimiento (Kg/ha)	Proteína (%)	Aceite (%)	Profat (%)
1	TESTIGO	2759	36,2	21,7	57.9
2	P	3572	35,3	23	58.3
3	P y S	3321	35,9	22,9	58.8
4	P y S + B	3157	36,1	22,5	58.6
5	P y S + B + N baja dosis	3073	36,4	22,6	59
6	P y S + B + N alta dosis	3189	36,9	22,1	59
7	P y S + B + Zn	3358	35,5	22,9	58.4
8	Doble dosis P y S	3937	35,7	22,8	58.5
Promedio por variable		3300	36,2	22,6	58,6

5. Discusión

Las tecnologías de insumos como la inoculación y la fertilización en soja son las que generan mayor variación en el rendimiento. Si las condiciones climáticas son muy buenas durante la campaña, hay respuestas máximas a la fertilización; de lo contrario, la respuesta es errática (Díaz Zorita, 2015). Según la hipótesis planteada con respecto al agregado de P, se observó un aumento de 814 kg ha^{-1} que representa un 29,5%. Esto puede deberse a que hubo cantidades insuficientes de P en el suelo ($11,4 \text{ mg kg}^{-1}$). A su vez, hubo excelentes condiciones climáticas en la zona en los meses críticos, lo que benefició al cultivo en la respuesta final. Con lo que respecta al aceite, se observó un aumento de 1.3 puntos porcentuales.

En cuanto a la respuesta al agregado de S según la hipótesis planteada, se observó que no se han encontrado diferencias significativas para ninguna de las tres variables de análisis. Para determinar esta hipótesis, se comparó el tratamiento con el agregado de P y el tratamiento con el agregado de P y S. Según García (2004) en los últimos años se han observado respuestas a la fertilización azufrada en soja en la región pampeana. En dicha región, en la campaña 2000/01 y 2001/02, sobre un total de 47 ensayos, 10 ensayos mostraron respuestas significativas a S (21%). Estas respuestas fueron principalmente en suelos degradados, con muchos años de agricultura continua (especialmente soja), y con historia de cultivos de alta producción con fertilización nitrogenada y fosfatada, y en suelos arenosos de bajo contenido de MO. El lote donde se realizó el ensayo no se encuentra degradado debido a que viene con una rotación balanceada del 33% de gramíneas, su contenido de MO es de 2.5%, no se observan impedancias físicas para el normal desarrollo de las raíces y se encuentra con más de 15 años de siembra directa bajo el criterio de fertilización de reposición.

No se observaron respuestas en proteína ni rendimiento a la aplicación de P y S combinados en comparación con el testigo, solo se observó un aumento en el aceite de 1.2 puntos porcentuales. Según Martínez (2015), en una red de ensayos realizados en la campaña 1998/1999 en Casilda, Santa Fe, la aplicación de P y S tendió a aumentar el aceite en siete de once sitios pero la disminuyó marcadamente en los otros cuatro.

Con respecto a la hipótesis planteada de respuesta al agregado de micronutrientes como el B o Zn, no se han observado diferencias significativas para ninguna de las tres variables medidas. La disponibilidad de micronutrientes en suelos pampeanos ha sido considerada adecuada en general, sin embargo, en los últimos años se han observado respuestas y deficiencias en algunas situaciones. Estas deficiencias pueden estar vinculadas a una baja fertilidad en los suelos, que no es el caso del suelo utilizado en este ensayo. Según Martínez (2005) trabajos realizados indican que los

micronutrientes con mayor potencial de deficiencia en la llanura pampeana son el B, asociado a una disminución de materia orgánica y suelos con encalado excesivo, y el Zn vinculado estrechamente a la presencia de materia orgánica en el suelo.

La soja se caracteriza por acumular una gran cantidad de proteína en grano, lo que implica que el cultivo debe acumular una gran cantidad de N en biomasa aérea. Los requerimientos de N desde la germinación hasta la floración (R1) son bajos, mientras que desde comienzo de fructificación (R3) hasta la plenitud de llenado de granos (R6), la demanda es elevada (Echeverría, 2003). En las hipótesis planteadas sobre la aplicación de N foliar en alta y baja dosis, se observó que ninguna de las variables fue significativa, esto puede deberse a que la FBN pudo satisfacer las necesidades que el cultivo demandó debido a que hubo una buena inoculación de semillas y una buena nodulación. Una elevada FBN durante el llenado de granos permitirá lograr un elevado peso de los mismos, componente importante del rendimiento del cultivo de soja.

En cuanto a la última hipótesis planteada de respuesta a una doble dosis de P y S con respecto a una simple, no se encontró respuesta estadísticamente significativa sobre las variables de análisis. Esto puede deberse a que las cantidades de kg ha^{-1} de P aplicados ya no están dentro del umbral para que el P tenga un efecto positivo sobre el rendimiento. La respuesta a la fertilización fosforada aumentaría si hubiese un menor contenido de P del suelo.

6. Conclusiones

La aplicación de P con respecto al testigo aumentó el rendimiento y el porcentaje de aceite pero no tuvo efecto sobre el porcentaje de proteína. En cuanto a la fertilización con S, no se observó respuesta en rendimiento, porcentaje de proteína y aceite.

Con respecto a la aplicación de P y S, se observó un aumento en el porcentaje de aceite, pero no tuvo efecto en el porcentaje de proteína y en el rendimiento en comparación con el testigo.

El agregado de B, junto con P y S, no tuvo efecto sobre el rendimiento, porcentaje de proteína y aceite con respecto al tratamiento solo con P y S.

La aplicación de P y S más B y el agregado de N en baja dosis no tuvieron efecto en las variables rendimiento, porcentaje de proteína y aceite con respecto al tratamiento de P y S más B pero sin N en baja dosis.

No hubo respuesta en rendimiento, porcentaje de proteína y aceite al agregado de N en alto dosis con respecto al mismo tratamiento pero en baja dosis de N.

El tratamiento de Zn en presencia de P y S más B no tuvo efecto sobre el rendimiento, porcentaje de proteína y aceite con respecto al mismo tratamiento pero sin Zn.

Para finalizar, la aplicación de una doble dosis de P y S no afectaron el rendimiento, porcentaje de proteína y aceite en comparación con el tratamiento de simple dosis de P y S.

7. Bibliografía

- ACSOJA 2015a. Histórico soja. En: www.acsoja.org.ar/contenido.asp?cid=677.
Página visitada el 15 de agosto 2015.
- ACSOJA 2015b. Nota de novedades. En: www.acsoja.org.ar/nota.asp?cid=1451.
Página visitada el 15 de agosto 2015.
- Boga L. y H. Ramírez. 2014. Efecto de la fertilización con fósforo, azufre y zinc en el cultivo de soja en la región pampeana norte de Argentina. Disponible (11/02/2015) en: [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/B362AF78FE90D1DE85257DA500468DBB/\\$FILE/17.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/B362AF78FE90D1DE85257DA500468DBB/$FILE/17.pdf)
- Bolsa de Comercio de Rosario. 2014. La calidad de la harina de la Soja Argentina. Revista de la Bolsa de Comercio de Rosario. Pags. 4-5.
- Cordone G., C. Vidal, R. Albrecht y F. Martínez. 2011. Rendimiento industrial de soja en la provincia de Santa Fe, Argentina. Disponible (30/07/2105) en: http://www.acsoja.org.ar/images/cms/contenidos/322_b.pdf
- Cuniberti M. 2015. Soja: rendimiento y calidad de la última campaña. Disponible (3/3/2016) en: <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=27539>
- Cuniberti M., R. Herrero y B. Masiero. 2011. Evolución del contenido de proteína y de aceite en la región sojera argentina. Disponible (10/08/2015) en http://inta.gob.ar/documentos/evolucion-del-contenido-de-proteina-y-de-aceite-en-la-region-sojera-argentina/at_multi_download/file/evoluci%C3%B3n%20.pdf
- Cuniberti M.B., R. Herrero, B. Masiero y F. Fuentes. 2011. Cultivares argentinos destacados en proteína y aceite. Informe de Actualización Técnica N° 21. Agosto 2011. INTA-EEA Marcos Juárez, Cba. Pág. 106 a 109.
- Díaz Zorita, M. También la soja debe ser fertilizada. 2015. Disponible (10/1/2016) en: <http://www.cacerer.com.ar/sitio/?p=9611>.
- Datos climáticos: <http://es.climate-data.org/location/19768/>
- Echeverría H. Fertilización nitrogenada en soja. 2003. Disponible (20/1/2016) en: <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2010/03/inta-balcarce-fertilizacion-nitrogenada-en-soja.pdf>.
- Ferraris, G., F. Gutierrez Boem y H. Echeverría. 2002. Respuesta a la fertilización en el cultivo de soja de primera. Disponible (11/02/2016) en: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210906.pdf>
- García F. 2004. Soja: Criterios para la fertilización del cultivo. INPOFOS/PPI/PPIC. Disponible (25/08/2015) en: http://agro.unc.edu.ar/~ceryol/documentos/soja/Criterios_fertilizacion.pdf

- Herrero R., M.B Cuniberti, B. Masiero y L. Kovalevski. 2006. Variabilidad en la calidad industrial de la soja Argentina según regiones, épocas de siembra y grupos de madurez. Tercer congreso de soja del MERCOSUR, Rosario, Junio/2006. pág. 214-217.
- INTA. Soja: rendimiento y calidad de la última campaña. 2015. Disponible (21/1/2016) en: <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=27539>
- Martínez F., G. Cordone. 2005. Fertilización en soja con micronutrientes. Ensayo exploratorio. Campaña 2004/2005. INTA Casilda. Disponible (14/08/2015) en: <http://www.profertilnutrientes.com.ar/images/archivos/562.pdf>
- Martinez F., G. Cordone. 2015. Impacto de la fertilización en soja sobre la calidad de grano. Campaña. Disponible (5/01/2016) en: [www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/09DD01D2BDADA9A503257E5E00008A33/\\$FILE/17.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/09DD01D2BDADA9A503257E5E00008A33/$FILE/17.pdf)
- Murgio M., P. Barbieri, P. Barbagelata, M. Barraco, D. Soldini, L. Salines, V. Gudelj. 2011. Contenido de proteína del grano de soja como respuesta a distintas estrategias de fertilización y rotación. Disponible (19/02/2016) en: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_proteinasoja_mj14.pdf
- Pierre, G. 2006. La proteína y la situación de la industria”. Cámara de la industria aceitera de la república Argentina (CIARA). Taller de calidad. ACSOJA.
- Sainz Rozas H. 2013. Micronutrientes en la Región Pampeana. Disponible (15/08/2015) en: <http://www.manualfitosanitario.com/articulo-detalle.php?id=485>.
- Scheiner, J.D y Gutierrez Boem, F.H. 1999. Experiencias de fertilización de soja en el centro norte de Buenos Aires. Cuadernillo de la jornada de actualización técnica para profesionales, Fertilización de soja. Rosario, pág 22-24.
- Vasilas B., R. Nelson, J. Fuhrmann y T. Evans. 1995. Relationship of nitrogen utilization patterns with soybean yield and seed-fill period. CropSci. 35:809-813.

8. Anexos

8.1. Medidas de resumen

Medidas resumen

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
1	Rendimiento	4	2758,81	384,27	2386,21	3296,21
2	Rendimiento	4	3572,30	608,13	2962,87	4315,03
3	Rendimiento	3	3321,13	1145,30	2217,18	4503,72
4	Rendimiento	4	3157,20	752,21	2204,69	3970,43
5	Rendimiento	4	3073,55	523,92	2363,59	3620,83
6	Rendimiento	3	3188,62	20,43	3171,67	3211,30
7	Rendimiento	3	3358,23	863,62	2373,52	3986,95
8	Rendimiento	4	3937,28	519,15	3281,03	4434,21

Medidas resumen

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
1	Proteína	3	36,23	0,91	35,20	36,90
2	Proteína	3	35,30	0,46	34,90	35,80
3	Proteína	3	35,93	0,64	35,20	36,30
4	Proteína	3	36,13	0,76	35,30	36,80
5	Proteína	3	36,40	1,15	35,20	37,50
6	Proteína	2	36,90	0,99	36,20	37,60
7	Proteína	3	35,50	0,66	34,80	36,10
8	Proteína	3	35,70	0,20	35,50	35,90

Medidas resumen

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
1	Aceite	3	21,67	1,07	21,00	22,90
2	Aceite	3	22,97	0,31	22,70	23,30
3	Aceite	3	22,87	0,50	22,40	23,40
4	Aceite	3	22,53	0,55	22,00	23,10
5	Aceite	3	22,63	1,22	21,30	23,70
6	Aceite	2	22,10	0,14	22,00	22,20
7	Aceite	3	22,90	0,61	22,50	23,60
8	Aceite	3	22,77	0,75	21,90	23,20

8.2. Análisis de la varianza y contrastes

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	29	0,53	0,27	17,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6629234,02	10	662923,40	2,06	0,0876
Bloque	2865902,41	3	955300,80	2,97	0,0596
Tratamiento	3763331,61	7	537618,80	1,67	0,1798
Error	5796314,44	18	322017,47		
Total	12425548,46	28			

Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Contraste1	813,49	401,26	1323531,96	1	1323531,96	4,11	0,0577
Contraste2	-78,80	438,65	10391,85	1	10391,85	0,03	0,8594
Contraste3	734,69	438,65	903354,90	1	903354,90	2,81	0,1112
Contraste4	-336,31	438,65	189288,56	1	189288,56	0,59	0,4532
Contraste5	-83,64	401,26	13992,14	1	13992,14	0,04	0,8372
Contraste6	115,07	433,41	22699,37	1	22699,37	0,07	0,7936
Contraste7	373,41	438,65	233355,01	1	233355,01	0,72	0,4058
Contraste8	443,78	438,65	329596,88	1	329596,88	1,02	0,3251
Total			3642813,25	7	520401,89	1,62	0,1942

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	23	0,36	0,00	2,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4,84	9	0,54	0,82	0,6122
Bloque	0,12	2	0,06	0,09	0,9149
Tratamiento	4,73	7	0,68	1,02	0,4599
Error	8,58	13	0,66		
Total	13,42	22			

Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Contraste1	-0,93	0,66	1,31	1	1,31	1,98	0,1829
Contraste2	0,63	0,66	0,60	1	0,60	0,91	0,3571
Contraste3	-0,30	0,66	0,14	1	0,14	0,20	0,6585
Contraste4	0,20	0,66	0,06	1	0,06	0,09	0,7678
Contraste5	0,27	0,66	0,11	1	0,11	0,16	0,6942
Contraste6	0,50	0,74	0,30	1	0,30	0,45	0,5120
Contraste7	-0,63	0,66	0,60	1	0,60	0,91	0,3571
Contraste8	-0,23	0,66	0,08	1	0,08	0,12	0,7307
Total			4,80	7	0,69	1,04	0,4503

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Aceite	23	0,38	0,00	3,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4,82	9	0,54	0,90	0,5502
Bloque	0,79	2	0,40	0,67	0,5300
Tratamiento	4,03	7	0,58	0,97	0,4915
Error	7,72	13	0,59		
Total	12,54	22			

Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Contraste1		1,30 0,63	2,53	1	2,53	4,27	0,0594
Contraste2		-0,10 0,63	0,01	1	0,01	0,03	0,8762
Contraste3		1,20 0,63	2,16	1	2,16	3,64	0,0789
Contraste4		-0,33 0,63	0,17	1	0,17	0,28	0,6053
Contraste5		0,10 0,63	0,01	1	0,01	0,03	0,8762
Contraste6		-0,53 0,70	0,34	1	0,34	0,57	0,4620
Contraste7		0,37 0,63	0,20	1	0,20	0,34	0,5701
Contraste8		-0,10 0,63	0,02	1	0,02	0,03	0,8762
Total			4,08	7	0,58	0,98	0,4837