



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

Efecto de distintos nutrientes en el rendimiento y calidad de
soja en Mercedes, provincia de Buenos Aires

Trabajo final de graduación para optar por el título de:

Ingeniera Agrónoma

Autora: Giordano Roux, María de los Ángeles

Tutor: Miguez, Fernando H.

Fecha de la defensa: 29/9/2020

Nota: 10 (diez)

RESUMEN

La soja es una de las leguminosas más importantes en el mundo para la alimentación animal y humana debido a sus aportes en proteína y aceite. En la Argentina, el porcentaje de proteína del grano de soja está disminuyendo año a año y como consecuencia, esto afecta a la comercialización de la harina de soja. El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento y la calidad de la soja con la aplicación de distintos fertilizantes previo a la siembra. Se realizó un diseño experimental en bloques completos aleatorizados con 4 repeticiones y 7 tratamientos en Mercedes, Provincia de Buenos Aires. Los tratamientos fueron los siguientes: Testigo 18 kg de Urea ha⁻¹; 2: 85 kg de MAP ha⁻¹; 3: 120 kg de Microessentials 3810 ha⁻¹; 4: 120 kg de Microessentials Zn ha⁻¹; 5: 240 kg de doble dosis Microessentials 3810 ha⁻¹; 6: 120 kg de Microessentials 3810 ha⁻¹ más N foliar; 7: 240 kg doble dosis de Microessentials 3810 ha⁻¹ más N foliar. Se realizaron contrastes entre tratamientos en el programa Infostat, considerando un p-valor menor a 0,1 para evidenciar diferencias significativas. Los tratamientos promediaron en 6138 kg ha⁻¹ de rendimiento, 38% de proteína y 21 % de aceite.

En la variable rendimiento, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, excepto la aplicación de P vs el testigo, el cuál aumentó el rendimiento en 573,11 kg ha⁻¹.

En la variable proteína, solo 2 contrastes tuvieron diferencias significativas. La aplicación de una doble dosis de P y S disminuyó significativamente la proteína en 0,76% respecto a la simple dosis. La aplicación de N foliar junto a P y S disminuyó significativamente la proteína en un 0,83% en comparación con el mismo tratamiento sin N foliar.

En la variable aceite, se encontraron distintos tipos de respuesta. Los tratamientos de aplicación de P de manera individual y de doble dosis de P y S y N foliar no modificaron el porcentaje de aceite. La aplicación de P+S, disminuyó significativamente el aceite en un 0,27% vs el P. La aplicación de Zn generó un aumento de aceite de 0,23%, respecto al mismo tratamiento, pero sin Zn. La aplicación de una doble dosis de P y S aumentó en forma significativa el aceite en un 0,48%. La aplicación de N foliar aumentó significativamente el aceite en 0,38 puntos en comparación con el mismo tratamiento sin N foliar.

Palabras claves:

Soja, fertilización, índice profat

TABLA DE CONTENIDOS

Resumen	3
Palabras claves:.....	3
Agradecimientos.....	5
Introducción.....	6
Hipótesis	9
Objetivos.....	9
Materiales y Métodos	10
Caracterización del sitio experimental	10
Caracterización de los suelos del área experimental	10
Muestras de suelo	10
Fertilizaciones y siembra	11
Temperaturas y precipitaciones históricas.....	11
Precipitaciones durante el ensayo.....	12
Descripción del diseño experimental	12
Tratamientos con la dosis aplicada de cada nutriente	13
Cosecha del ensayo	13
Análisis estadístico.....	13
Resultados	14
Rendimiento	15
Proteína	15
Aceite.....	15
Discusión.....	16
Conclusión	19
Bibliografía.....	20
Anexos	24
Análisis de la varianza y contrastes	24
Precipitaciones y temperaturas históricas en “Agrocefa”	26
Unidad cartográfica “Agrocefa”	26

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agr. Fernando Miguez, mi tutor de la tesis, por la buena predisposición y el soporte brindado en el transcurso de la tesis.

A la Ing. Agr. Inés Davérède PhD, por su seguimiento, motivación y excelente predisposición en todo momento.

A mi familia por darme la posibilidad de realizar los estudios de la carrera Ingeniería en Producción Agropecuaria, alentarme constantemente y depositar su confianza en mí.

A mi padre Martin Giordano y mi hermano Juan Martin Giordano, por el soporte en la ejecución del ensayo y en la fertilización pre-siembra.

A mi marido Tomas Garcia Bourg, por el apoyo incondicional a lo largo de toda la carrera y la ayuda brindada en la cosecha manual del ensayo.

A la Ing. Agr. Rafaela Ramos por el soporte brindado en el análisis estadístico.

A Bunge Argentina S.A, quién me brindó los fertilizantes necesarios para la realización del ensayo.

A la Facultad de Ciencias Agrarias de la UCA por brindarme todos los conocimientos adquiridos.

INTRODUCCIÓN

La soja, *Glycine max*, es una especie anual que pertenece a la familia de las leguminosas. La producción de este cultivo es muy importante para la economía de nuestro país. Es el principal producto agrícola nacional y mantuvo su crecimiento por más de tres décadas. El 50% de la producción de granos nacional es de soja, el consumo interno es bajo y el 80% de la producción se industrializa y se exporta. Los importadores demandan elevada cantidad de poroto, aceites, harinas y biodiesel (Cuniberti y Herrero, 2011).

En la campaña 2019-2020, la Bolsa de Comercio de Rosario estimó una siembra de aproximadamente 17,2 millones de hectáreas de soja en Argentina. La producción nacional estimada fue de 50,7 millones de toneladas y el rendimiento promedio fue de 30,5 qq/ha. El porcentaje de proteína en soja de 1ª fue 34%, y en soja de 2ª fue de 35,4%. Para la misma campaña, el porcentaje de aceite fue de aproximadamente 23% (BCR, 2020).

Internacionalmente, se comercializan dos tipos de harinas de soja, las denominadas Low Pro y Hi Pro. La primera se caracteriza por elevados porcentajes de fibra y baja proporción de proteína. La segunda contiene altos porcentajes de proteína, aproximadamente 46,5%, 11% de humedad y menor porcentaje de fibra y es la de mayor precio.

En los últimos diez años, en la Argentina disminuyó la proporción de proteína de la soja, elevando significativamente el costo de procesamiento de harinas de calidad. Para alcanzar la categoría Hi Pro, se realiza un descascarado del poroto, que al suprimir la cáscara favorece la concentración del porcentaje proteico. Sin embargo, nuestro país estaría en el límite mínimo de proporción de proteína en harinas para exportación. En el cultivo, los niveles de proteína promedio rondan del 34-39%, siendo algo superior en soja de 2ª en relación a soja de 1ª, dificultando lograr valores superiores al 40,5%. De esta manera, los importadores realizarán descuentos por la baja calidad proteica de la harina, y el valor de nuestras exportaciones se reduce. Por otro lado, en un largo plazo, nuestro país podría perder participación en el mercado mundial de la harina de soja (Cuniberti et al., 2018).

La concentración de proteína y aceite en el grano de soja es afectada por diferentes factores. En primer lugar, las temperaturas y el estrés hídrico durante el llenado de granos afectan a la acumulación de proteína y aceite. La temperatura tiene una incidencia mayor sobre el porcentaje de aceite que sobre la proteína (Cuniberti, 2017). La temperatura óptima para aumentar la proporción de aceite es 25-28°C. (Cuniberti, 2017). El estrés hídrico provoca una elevada disminución en el rendimiento y pequeños aumentos en la concentración proteína comparados a cultivos que no sufrieron estrés durante el llenado de grano (Cuniberti et al. 2009).

Otro factor que afecta la calidad de soja es la fecha de siembra, ya que cuando ésta se atrasa de noviembre a enero, se genera un aumento en proteína y una reducción en aceite, pero también se reducen los rendimientos (Cuniberti et al., 2004). Existe una correlación inversa entre el rendimiento y la concentración de proteína, de manera que se esperan bajos niveles de proteína en una soja de 1ª

de mayor rendimiento, respecto a una soja de 2^a de menor rendimiento. (Cuniberti y Herrero, 2013).

El grupo de madurez también afecta al porcentaje de proteína y de aceite. Si el grupo de madurez es alto y se siembra en enero, el porcentaje de proteína aumenta un 1,5% y el de aceite baja 0.97%. En la zona núcleo sojera se está sembrando soja con grupos de madurez III y IV y esto influye también en la disminución del valor proteico del grano (Cuniberti y Herrero; 2006).

La expansión de la superficie sembrada con soja desplazó al cultivo de maíz en gran proporción. Por lo tanto, el aporte de carbono en el perfil del suelo disminuyó y el desbalance de nutrientes aumentó, acompañado de un gran deterioro del suelo. La soja es un cultivo muy extractivo ya que repone pocos nutrientes al suelo y la mayor parte de los nutrientes se encuentran en el grano cosechado. El nitrógeno (N) y el fósforo (P) son los nutrientes que más limitan el rinde de la soja, y últimamente se está comprobando que el azufre (S) también (Ferraris y Traficante; 2014). Por otro lado, los micronutrientes, si bien se necesitan en cantidades menores a los macronutrientes, son elementos necesarios para el crecimiento sin limitaciones de la planta (Darwich, 2005).

El P es un nutriente esencial y su deficiencia puede compensarse con la fertilización (Ozanne, 1962). La mayor parte de la superficie de la región pampeana sembrada con soja posee niveles extractables de P en la capa superficial de los suelos (0-20 cm) inferiores al umbral de respuesta de P Bray de 16 mg kg⁻¹ según Bermudez et al. (2014) y de entre 12 y 16 mg kg⁻¹ según Ferraris y Traficante (2014). Este es un nutriente poco móvil y si se lo aplica seguido se acumula en la superficie (Olsen et al.; 1962). Esto ayuda al crecimiento de raíces en superficie, pero ante un estrés hídrico, este nutriente no resultará siendo absorbido por la planta debido a su escasa movilidad (Vivas et al., 2005; Vivas et al., 2009). La eficiencia de aprovechamiento se maximiza al fertilizar con P en bandas próximas a la línea de siembra, limitando la dosis para evitar riesgo salino de fitotoxicidad (Bermudez et al., 2014).

La extracción de P por la soja se encuentra entre 4 a 7 kg t⁻¹ de grano producido (Andrade et al, 1996; Berardo, 2003; García, 2004; Berardo, 2001). La extracción puede reducirse gracias al desarrollo genético. El grano de soja puede tener porcentajes de P diferentes entre 0.43% a 0.64% (Berardo, 2001). Según Cordone y Martínez, (2015), el aporte de P contribuye a mejoras en la calidad del grano, tanto en niveles de proteína como en los valores de ProFat (% aceite + % proteína). Ferraris et al (2002) observaron 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 et al (2015) indican que, 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.

El S se encuentra en la fracción orgánica e inorgánica del suelo. El 95% es orgánico (Mizuno et al., 1990) y el 5% restante inorgánico, constituido por sulfatos en solución y sulfatos adsorbidos rápidamente asimilable por las plantas. Las gramíneas necesitan menos S que las leguminosas y esto se detecta en la cantidad de S en el grano. Las respuestas en rendimiento ante la aplicación de S son altas en zonas con baja materia orgánica, elevada erosión, monocultivo de soja y trigo-soja. Se diferencia del P porque es más móvil en el suelo y puede ser absorbido por flujo masal y por difusión (Havlin et al., 1999). Tanto la fertilización con S como la fertilización con P y S pueden generar incrementos en el rendimiento del cultivo de soja. Asimismo, se vieron mejoras en la calidad del grano cosechado con aumentos en los niveles de ProFat (Cordone y Martinez, 2015).

Si bien los requerimientos de N son elevados en soja, en la región pampeana se cubre entre un 30-70% de su necesidad total gracias a la fijación biológica de nitrógeno (FBN). Por esta razón, y al ser una práctica de bajo presupuesto, la inoculación de la semilla con cepas de *Bradyrhizobium* sp. es indispensable (García, 2005). Hay que tener en cuenta que el N obtenido en leguminosas mediante el proceso de FBN, conlleva mayores requerimientos de P, K y S para la formación y crecimiento de los nódulos (Divito y Sadras, 2014). El manejo de la fertilización en cultivos anteriores es un punto clave para tener en cuenta, ya que la soja responde muy bien a los efectos residuales. La soja de primera no suele recibir fertilización nitrogenada, ya que se espera maximizar el mecanismo de FBN. Se busca reponer N al suelo cuando se siembra trigo o maíz dentro de la rotación y de esta manera aprovechar el efecto de los nutrientes acumulados que inciden sobre el balance de nutrientes del suelo (García, 2005). No hay evidencias de un impacto en los niveles de aceite y proteína del grano al fertilizar con N, tampoco se ve un incremento en el rendimiento independientemente de la densidad de plantas (Ferreira et al., 2016). Sin embargo, hay que tener en cuenta el momento de la aplicación del N. En periodos reproductivos tardíos se reduce la FBN. Fertilizando con N en R4 y R5 podría generarse un aumento del rendimiento debido a un incremento en el número de vainas por planta y mayor peso de los granos (Brevedan et al., 2007).

La intensificación de la agricultura llevó a una deficiencia de nutrientes secundarios y micronutrientes. Un claro ejemplo de la deficiencia de micronutrientes es el Boro (B). Su aplicación foliar tiene influencia en el metabolismo del N. Induce la asimilación de nitratos y mejora la FBN, aumentando el tamaño y cantidad de nódulos principalmente. También influye en el rendimiento y en la calidad de grano, con impacto positivo sobre los niveles de proteína (Bellaloui et al., 2010). El cinc (Zn) es otro micronutriente con participación en la síntesis de proteínas y su presencia en el suelo está íntimamente ligada a la existencia de materia orgánica (Ron y Loewy, 2006). Según García (2005), dentro de los nutrientes “no convencionales” con mayor posibilidad de respuesta en soja se encuentran el B, calcio (Ca), magnesio (Mg), molibdeno (Mo) y cobre (Cu).

En el escenario abordado, se realizó un ensayo en soja que se basó en una fertilización variable con P, N, S y Zn y se analizaron los cambios de rendimiento, porcentaje de proteína y aceite en el grano.

HIPÓTESIS

- La aplicación de P en pre siembra aumentará significativamente el rendimiento y el porcentaje de proteína y aceite en grano con respecto al tratamiento testigo.
- La aplicación de P en pre siembra y suministro de S, aumentará significativamente el rendimiento y el porcentaje de proteína y aceite en grano con respecto a la aplicación de P.
- La aplicación de Zn en pre siembra junto al P y S, aumentará significativamente el rendimiento y el porcentaje de proteína y aceite en grano con respecto a la aplicación de P y S sin Zn.
- La aplicación de una mayor dosis de P y S en pre siembra aumentará significativamente el rendimiento y el porcentaje de proteína y aceite en grano con respecto a una simple dosis de P y S.
- La aplicación de N foliar tardía junto a P y S aumentará significativamente el rendimiento y el porcentaje de proteína y aceite en grano con respecto a la aplicación de P y S sin N foliar.
- La aplicación de N foliar tardíamente y mayor concentración de P y S aumentarán significativamente el rendimiento y el porcentaje de proteína y aceite en grano con respecto a la aplicación de mayor concentración de P y S sin N foliar.

OBJETIVOS

Evaluar el efecto de la fertilización pre-siembra con azufre (S), fósforo (P) y zinc (Zn) sobre el rendimiento y la concentración de proteína y aceite en el grano de soja.

Evaluar el efecto de la duplicación de la dosis de S y P sobre el rendimiento, proteína y aceite en el grano de soja.

Evaluar el efecto de una aplicación en etapas reproductivas de N foliar sobre el rendimiento y el porcentaje de proteína y aceite en el grano de soja.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del sitio experimental

El proyecto experimental se llevó a cabo en el establecimiento "Agrocefa" ubicado en la localidad de Mercedes, provincia de Buenos Aires.

Las coordenadas de GPS son las siguientes: 34°43'36.3"S 59°15'17.3"W.

Caracterización de los suelos del área experimental

El suelo en donde se realizó el ensayo corresponde a la serie Suipacha (Su), la cual se encuentra conformada por un Argialbol Tipico, de textura fina, ilítica, térmica. Es un suelo pardo, profundo, de aptitud agrícola-ganadera.

Muestras de suelo

pH agua 1:2,5	6,5
CO%	2,07
MO%	3,57
P Bray	25,3
Ca meq/100g	11,04
Mg meq/100g	2,95
K meq/100g	1,54
Na meq/100g	0,48
Ca %	67,7
Mg %	18,1
K %	9,5
CIC meq/100g	16,3
Na %	2,9
Nitratos 0-20cm mg/kg	45
N-NO3 0-20cm mg/kg	9,9
Humedad grav.%	17
S extractable 0-20cm	5,8
Zn extractable	2,8
Nitratos 20-40cm mg/kg	72
N-NO3 20-40cm mg/kg	15,8
Humedad grav.20-40cm %	16
S extractable 20-40cm	4

Fertilizaciones y siembra

El ensayo se llevó a cabo en un lote que tuvo alfalfa Victoria SP Inta (Grupo 6) como antecesor.

En primer lugar, se utilizó una rastra de disco para preparar la cama de siembra y se realizó un barbecho químico con Glifosato y 2-4D.

Luego, se delimitaron las parcelas con cintas métricas. El 15/10/2013 se aplicó los fertilizantes granulados pre-siembra al voleo de los diferentes tratamientos. La siembra se realizó el 15/11/2013 en directa a chorrillo con una distancia entre surcos de 0.42 m. La variedad utilizada fue la Nidera 5009, grupo 5 y la semilla fue previamente inoculada y curada con curasemilla de amplio espectro. El 12/02/2014, en el estadio R5, comienzo del llenado de granos se aplicó Foliarsol U, una aplicación de nitrógeno foliar en los tratamientos 6 y 7 con un rociador. En cada parcela se roció 170 mL de Foliarsol U con 170mL de agua bien mezcladas que sumaron un total de 340 mL de solución en el aplicador por parcela de 15m². También, durante el ensayo se realizó una fumigación terrestre con metoxifenocida para el control de lepidópteros.

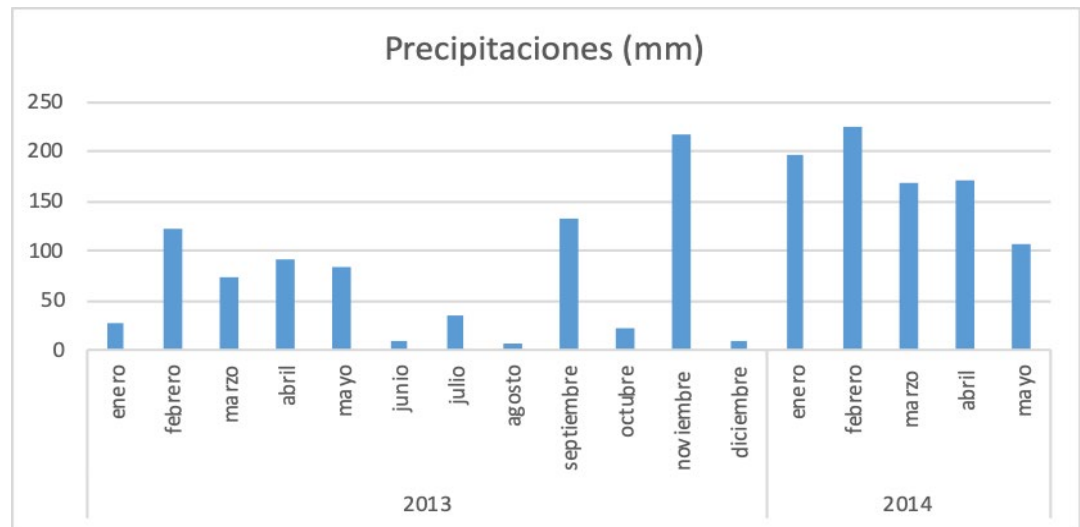
Temperaturas y precipitaciones históricas

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	24.4	23.2	21	16	13.1	10.2	10	11.8	13.5	16.1	20.2	21.9
Temperatura mín. (°C)	16.2	15.4	13.9	9.3	7	5.3	4.8	5.5	7.1	9.5	12.7	14.1
Temperatura máx. (°C)	32.6	31	28.2	22.8	19.3	15.2	15.2	18.2	19.9	22.8	27.7	29.8
Precipitación (mm)	126	96	113	100	82	97	49	51	65	112	100	94

Datos: 1982 – 2014

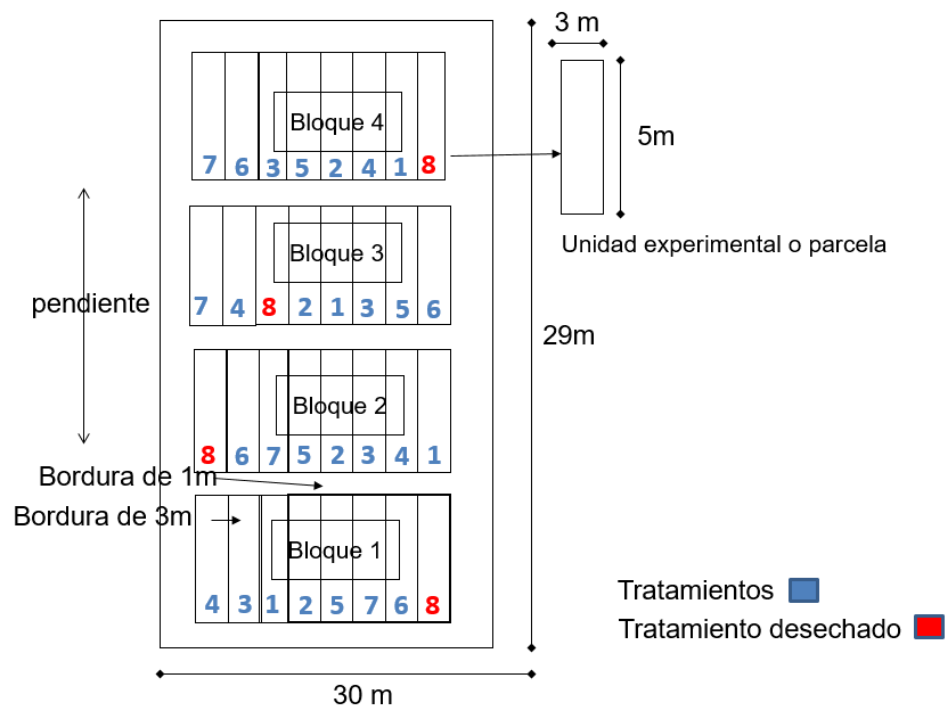
La variación en la precipitación entre los meses más secos y más húmedos suele ser de 77 mm. La temperatura media del mes mas cálido es de 24,4°C (Enero) y la del mes más frío de 10°C (Julio). La temperatura media anual es de 16,8°C.

Precipitaciones durante el ensayo



Descripción del diseño experimental

El diseño experimental fue en bloques completos aleatorizados (DBCA) con 4 repeticiones y 8 tratamientos. Cada unidad experimental consistía en parcelas que median 3m por 5m y el ensayo tuvo un total de 32 unidades experimentales, delimitándose una superficie total de 870 m². El tratamiento 8 no fue considerado para el trabajo, ya que los análisis de proteína y aceite fueron extraviados.



Tratamientos con la dosis aplicada de cada nutriente

Nro trt	Tratamientos	Kg/ha producto	N (kg/ha)	P (kg/ha)	S (kg/ha)	N foliar (kg/ha)
1	Testigo (con Urea)	18	8.3	0	0	0
2	P (MAP)	85	9.4	19.6	0	0
3	P+S (Microessentials 3810)	120	8.4	20.1	12	0
4	P+S+Zn (Microessentials Zn)	120	14.4	20.9	12	0
5	DD. P+S (Doble dosis Microessentials 3810)	240	16.8	40.1	24	0
6	P+S+Nfoliar (Microessentials 3810 + N foliar)	120	8.4	20.1	12	25
7	DD P+S+Nfoliar (Doble dosis Microessentials 3810 + N foliar)	240	16.8	40.1	24	25

El MAP y el Microessentials 3810 contienen un porcentaje bajo de nitrógeno. A fines de lograr igualdad de condiciones y analizar correctamente los resultados de la fertilización con P y S, se le incluyó la misma proporción de nitrógeno al testigo.

Cosecha del ensayo

El 26/04/2014 se realizó la cosecha manual. Se cosechó con tijera de podar 4,76 m lineales de cada parcela y se colocó lo extraído en bolsas.

En el INTA Gowland, se utilizó una trilladora estacionaria que permitía extraer los granos de las vainas. Se pesaron todas las muestras y luego se separaron 500 g por tratamiento para enviar al laboratorio de la BCR y realizar análisis de humedad, rendimiento, proteína, y aceite.

Análisis estadístico

Para analizar los resultados, se utilizó el programa estadístico de Infostat. Se realizó un análisis de varianza seguida de la separación entre medias utilizando el método de Contrastes. Se consideró un p-valor menor a 0,1 para evidenciar diferencias significativas. Se llevaron a cabo siete contrastes en forma pre-planificada antes de comenzar el ensayo y se analizaron las comparaciones aun cuando el análisis de varianza no era significativo.

RESULTADOS

La campaña 2013-2014 se destacó por sus abundantes precipitaciones en el momento de la siembra y a lo largo de todo el ciclo del cultivo, excepto en el mes de Diciembre.

Tabla 1: Promedio de las variables rendimiento, proteína y aceite para cada tratamiento.

Nro Trat	Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Proteína (%)	Aceite (%)
1	Testigo	5745	38,9	21,3
2	P	6318	38,6	21,3
3	P+S	6040	38,7	21,1
4	P+S+Zn	6101	38,4	21,3
5	DD. P+S	6141	38,0	21,6
6	P+S+Nfoliar	6353	37,9	21,5
7	DD P+S+Nfoliar	6266	38,4	21,4
p-valor trat		0,1269	0,032	0,0015
p-valor bloque		0,4007	0,3198	0,3497

Tabla 2: Contrastes entre tratamientos con p-valor.

N° Contraste	Contraste	Rendimiento (kg/ha)		Proteína (%)		Aceite (%)	
		Contraste	p-valor	Contraste	p-valor	Contraste	p-valor
1	Testigo vs P	573,11	0,0131	-0,27	0,399	0,03	0,7189
2	P vs P+S	-278,81	0,2014	0,10	0,751	-0,27	0,0072
3	Testigo vs P+S	294,3	0,1784	-0,17	0,596	-0,23	0,0164
4	P+S vs P+S+Zn	61,01	0,7757	-0,30	0,345	0,23	0,0164
5	P+S vs DD. P+S	101,44	0,6363	-0,76	0,024	0,48	<0,0001
6	P+S vs P+S+Nfoliar	313,05	0,1535	-0,83	0,014	0,38	0,0003
7	DD. P+S vs DD P+S+Nfoliar	125,08	0,5604	0,40	0,212	-0,15	0,107

p-valor analisis varianza	0,1208	0,0316	0,0011
---------------------------	--------	--------	--------

Rendimiento

La variable rendimiento, no tuvo diferencias significativas entre tratamientos, salvo la aplicación de P (Trt 2) vs el testigo (Trt 1), el cuál aumentó en forma significativa el rendimiento en 573,11 kg ha-1.

Proteína

En la variable proteína, hubo diferentes tipos de respuesta a los tratamientos.

Los contrastes 1, 2, 3, 4 y 7 no tuvieron diferencias significativas respecto al porcentaje de proteína. Sin embargo, la aplicación de una doble dosis de P y S (Trt 5) disminuyó en forma significativa el porcentaje de proteína en 0.76% respecto a la simple dosis (Trt 3). Además, la aplicación de Nfoliar (Trt 6) disminuyó significativamente la concentración de proteína en un 0,83% en comparación con el mismo tratamiento sin Nfoliar (Trt 3). Sin embargo, observamos que el rango de variación en el porcentaje de proteína fue pequeño.

Aceite

En la variable aceite, se encontraron distintos tipos de respuesta a los tratamientos. En primer lugar, la aplicación de P no modificó el porcentaje de aceite. En segundo lugar, la aplicación de P+S (Trt 3), disminuyó significativamente el porcentaje de aceite en un 0,27% vs el P (Trt 2). También, el P+S (Trt 3) vs el testigo, disminuyó significativamente el porcentaje de aceite en un 0,23%. Por otro lado, la aplicación de Zn (Trt 4) generó un aumento del porcentaje de aceite en un 0,23%, respecto al mismo tratamiento, pero sin Zn (Trt3). Además, la aplicación de una doble dosis de P y S (Trt 5) aumentó en forma significativa el porcentaje de aceite en un 0,48%. También, la aplicación de Nfoliar (Trt 6) aumentó significativamente la concentración de aceite en 0,38 puntos porcentuales en comparación con el mismo tratamiento sin Nfoliar. Asimismo, la aplicación de una doble dosis de P y S y N foliar (Trt 7) no tuvo diferencias significativas respecto al porcentaje de aceite. Por último, observamos que el rango de variación en la proporción de aceite fue muy acotado.

DISCUSIÓN

En el ensayo realizado, no podemos aceptar la hipótesis de respuesta al fósforo aumentando rendimiento, aceite y proteína debido a que no se encontraron diferencias significativas en la proteína y el aceite y solo se encontraron diferencias significativas en el rendimiento.

El tratamiento con P aumentó significativamente el rendimiento vs el testigo en 573,11 kg ha⁻¹, lo que representa un 10%. Ferraris (2002) observó 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.

El P Bray de nuestro muestreo dio 25,3 mg kg⁻¹ y este valor es muy elevado para la zona de Mercedes. Por lo tanto, es posible que algún trozo de bosta de vaca haya sido muestreado por error, o algún otro efecto de la ganadería, siendo que hubo un antecesor de alfalfa los 7 años previos. En caso de que éste fuese el escenario, el aumento significativo en el rendimiento tendría sentido.

En cuanto a la variable proteína, no hubo evidencias significativas de que éste aumente el porcentaje con respecto al tratamiento testigo. El resultado se encuentra alineado con los de Elemberg (2006) donde se observó que la aplicación de P tiene escaso o nulo efecto sobre el porcentaje de proteína en el grano. En cuanto a la variable aceite, no hubo respuestas significativas.

La hipótesis 2 se rechaza, ya que sostiene que el P y S en comparativa al tratamiento de P solo, aumentará el rendimiento, el aceite y la proteína, ya que no hubo respuestas significativas en las variables rendimiento y proteína y la variable aceite disminuyó significativamente.

García (2000) indica que solo se encontraron respuestas a la aplicación de S en suelos con niveles elevados de P disponible y en suelos con muchos años de agricultura de alta producción. Como mencionamos con anterioridad, es posible que el valor de P elevado del muestreo haya sido errático. No obstante, Ferraris y Gutierrez Boem (2001-2002) en la región pampeana, observaron diferencias significativas a la aplicación de S en 10 ensayos. También, 11 de 47 sitios tuvieron un rendimiento mayor a 200 kg ha⁻¹ y 8 de estos mayores a 300 kg ha⁻¹. En cuanto a la variable proteína, nuestros resultados se encuentran alineados con los obtenidos por Rehm (2005) en distintos sitios de Minnesota, EEUU donde se realizó fertilización con 56 kg ha⁻¹ de S y no hubo aumentos significativos en el porcentaje de proteína.

Respecto la variable aceite, Martínez (2015), en la campaña 1998/1999 en Casilda, Santa Fe, realizó un ensayo con once tratamientos en los que se aplicó P y S. En siete tratamientos aumentó el aceite y en los cuatro restantes disminuyó significativamente como en nuestro ensayo.

En contraparte, Mahmoodi et al (2013) encontraron incrementos significativos en aceite aplicando 60 kg ha⁻¹ de P y 40 kg ha⁻¹ de S.

Por otro lado, Rehm (2005), Caride (2016) y Murgio et al. (2007), ensayaron con fertilización de P y S y no encontraron diferencias significativas en la variable aceite.

La hipótesis 3 no puede ser aceptada, debido a que afirma que la aplicación de Zn en pre siembra junto al P y S, aumentará significativamente el rendimiento y el porcentaje de proteína y aceite en grano con respecto a la aplicación de P y S sin Zn. Esto se debe a que no hubo respuestas significativas en las variables rendimiento y proteína y únicamente la variable aceite aumentó significativamente. Según Whitney (1997), es recomendable fertilizar la soja cuando el nivel en el suelo es inferior a $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$, con una dosis de entre 2 y 5 kg ha^{-1} . En nuestro análisis de suelo, obtuvimos $2,8 \text{ mg kg}^{-1}$ de Zn y este elevado valor presupone no obtener diferencias significativas, por ende el resultado que refleja un aumento de aceite pareciera ser inconsistente.

La hipótesis 4 se rechaza, ya que sostiene que la aplicación de una mayor dosis de P y S en pre siembra aumentará significativamente el rendimiento y la proteína y el aceite en grano, con respecto a una simple dosis de P y S. Esto se debe a que en la variable rendimiento no hubo respuestas significativas y la proteína disminuyó significativamente y el aceite aumentó significativamente.

Davèrède y Míguez (2016), compararon los resultados de 10 sitios en la campaña 2013/2014. Se demostró que el rendimiento promedio a la aplicación de una doble dosis de P + S fue 198 kg ha^{-1} , cuando fue comparado contra la simple dosis de P + S ($P = 0.07$). Además, 5 ensayos de 19 tuvieron un incremento significativo del porcentaje proteico (1,2%). No se pudo relacionar la respuesta en rendimiento con la respuesta en proteína, aplicando la doble dosis de P y S. También, Soldini et. al (2009) y Cordone et. al (2011) encontraron incrementos en el porcentaje proteico de los granos fertilizando con diferentes dosis de superfosfato simple.

Sin embargo, la disminución del porcentaje de proteína en nuestro ensayo podría significar un exceso de P y S. Probablemente el grano ya había alcanzado su nivel de suficiencia con la simple dosis de P y S, y al aplicar por demás estos nutrientes es posible que haya realizado un efecto negativo en el porcentaje de proteína.

La hipótesis 5 no puede ser aceptada, debido a que sostiene que la aplicación de N foliar tardía aumentará significativamente el rendimiento y el porcentaje de proteína y aceite en grano, con respecto a la aplicación de P y S sin N foliar. Esto se debe a que en nuestro ensayo no hubo respuestas significativas en la variable rendimiento, el porcentaje de proteína disminuyó significativamente y la proporción de aceite aumentó significativamente.

Respecto a la fertilización foliar con N, se han encontrado diferentes resultados en la bibliografía, como aumentos en rendimiento, efectos nulos y en algunos casos se encontró fitotoxicidad.

Bassi (2014), demostró que la fertilización foliar con bajas dosis de N y las fertilizaciones con N en R5, suelen tener muy baja frecuencia de respuesta debido al riesgo de fitotoxicidad. Estos tratamientos no se justifican por el elevado costo y su baja respuesta. También mencionó que al comenzar la etapa de llenado de granos (R5), el N puede verse comprometido en las hojas y puede ser removido al grano para formar parte de las proteínas, o permanecer en las hojas para mantener la producción de carbohidratos, que finalmente tendrán como destino el grano. En este caso se incrementa el rendimiento y se diluye la proteína. Pensamos que esto último es lo que sucedió en nuestro ensayo al

disminuir significativamente el porcentaje de proteína. También, la disminución de proteína trajo aparejado el aumento en el aceite y esto se encuentra alineado con una asociación negativa entre estas variables como afirmaron Cordone et al., (2010).

En contraparte, Torres Duggan (2002) afirmó que hay posibilidades de obtener mayor rendimiento de 600 a 1000 kg ha⁻¹ y mejora en la calidad de los granos.

Por último, la hipótesis 6 no se acepta ya que sostiene que la aplicación de N foliar tardía y mayor concentración de P y S aumentarán significativamente el rendimiento y el porcentaje de proteína y aceite en grano con respecto a la aplicación de mayor concentración de P y S sin N foliar. Esto se debe a que no hubo respuestas significativas en ninguna de las variables. Este resultado parece ser débil, ya que en el mismo tratamiento con simples dosis de P y S, la proteína disminuyó significativamente y el aceite aumentó significativamente.

CONCLUSIÓN

- ✓ La aplicación de P de manera individual no tuvo efecto sobre el porcentaje de proteína y aceite, pero sí incrementó el rendimiento con respecto al testigo.
- ✓ La aplicación de P y S no tuvo efecto sobre el rendimiento y el porcentaje de proteína, pero disminuyó el aceite con respecto a la aplicación de P de manera individual.
- ✓ La aplicación de Zn junto al P y S no tuvo efecto en el rendimiento y porcentaje de proteína, aunque sí aumentó el porcentaje de aceite con respecto a la aplicación de P y S.
- ✓ La aplicación de P y S en doble dosis no tuvo efectos en el rendimiento, pero disminuyó significativamente el porcentaje de proteína y aumentó el aceite con respecto a la aplicación con dosis simples. Sostenemos que la disminución de la proteína en nuestro ensayo puede significar un exceso de P y S. Probablemente el grano ya había alcanzado su nivel de suficiencia con la simple dosis de P y S, y aplicando por demás estos nutrientes podría realizar un efecto negativo en el porcentaje de proteína.
- ✓ La aplicación de N foliar junto al P y S no tuvo efecto sobre el rendimiento, pero disminuyó el porcentaje de proteína y aumentó el porcentaje de aceite respecto a la aplicación de P y S sin N foliar.
- ✓ La aplicación de N foliar junto a una doble dosis de P y S no tuvo efecto sobre el rendimiento, el porcentaje de proteína y el porcentaje de aceite respecto a la aplicación de doble dosis de P y S sin N foliar. Sostenemos que estos resultados no fueron consistentes ya que el mismo tratamiento con simple dosis aumentó la proteína y disminuyó el aceite.

Es posible que otras variables hayan afectado la respuesta a los nutrientes ensayados, tales como las precipitaciones excesivas, las temperaturas, las características del suelo, y la variedad de soja cultivada. Por último, las dosis de fertilizantes aplicados fueron estandarizadas para varias zonas, sin tener en consideración los muestreos edafológicos del suelo, por lo tanto, no recomendaríamos un tratamiento sin considerar esta variable.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbasi, M.K., Tahir, M.M., Abbas, W.A. and Rahim, N. (2012) Soybean Yield and Chemical Composition in Response to Phosphorus-Potassium Nutrition in Kashmir. *Agronomy Journal*, 104, 1476-1484.
- Andrade, F., Echeverría, H., González, N., Uhart, S., & Darwich, N. (1996). Requerimientos de nitrógeno y fósforo de los cultivos de maíz, girasol y soja. *Boletín técnico N°134*. EEA INTA Balcarce. Argentina.
- Bassi, J. 2014. Influencia de la fertilización para mejorar la calidad industrial. Proyecto Fertilizar. <http://www.nuevoabcrural.com.ar/2014/vertext.php?id=6904>.
- Bellaloui, N., Reddy, K. N., Gillen, A. M., Abel, C. A. (2010). Nitrogen metabolism and seed composition as influenced by foliar boron application in soybean. *Plant and Soil*, 336(1): 143-155.
- Berardo, A. (2003). Manejo del fósforo en los sistemas de producción Pampeanos. Simposio "El fósforo en la agricultura Argentina". Rosario. Argentina. INPOFOS Cono Sur, págs. 38-44.
- Bermúdez, M., Díaz-Zorita, M., Espósito, G., Ferraris, G., Gerster, G., y otros. (2014). Fertilización con fósforo en secuencias continuas de soja. IAH 15 septiembre 2014, págs. 2-5.
- Bolsa de Comercio de Rosario. (2020). Recuperado el 10 de Junio de 2020, de <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/gea/estimaciones-nacionales-de-produccion/estimaciones>
- Brevedan, R. E., Fioretti, M. N., Baioni, S. S., Palomo, I. R., and Laborde, H. (2007). Fertilización nitrogenada de soja bajo riego. *International Journal of Experimental Botany*. 76(1): 153-167.
- Caride, S. (2016). Evaluación del rendimiento y calidad de los granos de soja como respuesta a diversas fertilizaciones, en el establecimiento La Flora, Casbas, Argentina. Obtenido de Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina.: Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/evaluacion-granos-soja-la-flora-caride.pdf> [Fecha de consulta: 31 de Enero de 2017]
- Cordone, G., Vidal, C., Albrecht, R., Martínez, F., Pescetti, H., Almada, G., & Gatti, M. (2010). Evaluación de la calidad industrial de soja en la provincia de Santa Fe. Enfoques y perspectivas para mejorar la producción, 1-6. Obtenido de: <http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-evaluacin-de-la-calidad-industrial-de-soja-en-la-prov.pdf>
- Cordone, G.; Vidal, C.; Albrecht, R.; Martínez, F. y Martins, L. (2011). Rendimiento industrial de soja en la provincia de Santa Fe, Argentina. Obtenido de http://www.acsoja.org.ar/images/cms/contenidos/322_b.pdf

- Cordone, G., Martinez, F. (2015). Impacto de la fertilización en soja sobre la calidad del grano. IAH 18, IPNI, 17-21. Obtenido de: [http://www.ipni.net/publication/ialacs.nsf/0/09DD01D2BDADA9A503257E5E00008A33/\\$FILE/17.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialacs.nsf/0/09DD01D2BDADA9A503257E5E00008A33/$FILE/17.pdf)
- Cuniberti, M. Aspectos a tener en cuenta para mejorar la calidad de la soja argentina. INTA Marcos Juárez, Centro Regional Córdoba. Obtenido de: <https://2017.congresoaaapresid.org.ar/wp-content/uploads/2017/08/Cuniberti-ASPECTOS-A-TENER-EN-CUENTA-PARA-MEJORAR.pdf>
- Cuniberti, M. B., Rossi, R. L., Herrero, R., & Ferrari, B. (2004). Calidad industrial de la soja argentina. Revista Aposgran, 87(17): 45-52.
- Cuniberti, M., Herrero, R., Mir, L., Berra, O. y Macagno, S. (2009). Calidad industrial de la soja en la región Núcleo-Sojera. Cosecha 2008-09. EEA INTA Marcos Juárez. Informe de Actualización Técnica N° 14, págs. 57-61.
- Cuniberti, M., Herrero, R., Mir, L., Chialvo, E., Berra, y otros. (2018). Productividad y calidad de la soja en la zona Núcleo-Sojera. INTA Marcos Juárez, Centro Regional Córdoba. Obtenido de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_soja_calidad1718.pdf
- Cuniberti, M. y Herrero, R. (2006). Factores que influyen en el porcentaje de proteína y aceite en la soja argentina. EEA INTA Marcos Juárez. Inf. de Actualización Técnica N°7, págs. 67-70.
- Cuniberti, M. Herrero, R y Masiero, B. (2011). Evolución del contenido de proteína y de aceite en la región sojera argentina. En: Mercosoja 2011 y 5° Congreso de la soja del Mercosur, I Foro de la Soja Asia-Mercosur. 14 al 16 de Setiembre, Rosario. Obtenido de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-evolucion_.pdf
- Cuniberti, M., Herrero, R. (2013). Calidad de la soja para el proceso de extrusión-prensado. EEA INTA Marcos Juárez, págs. 1-3. Obtenido de: <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/calidad/Calidad-Soja-Extrusion-Prensado.asp>
- Davérède, & Míguez. (2016). ¿La fertilización con fósforo y azufre en soja aumenta el porcentaje de proteína en grano? En Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica (págs. 8-13). Buenos Aires.
- Datos climáticos: <https://es.climate-data.org/americadel-sur/argentina/buenos-aires/mercedes-19661/>
- Darwich, N. 2005. Manual de fertilidad de suelos y uso de fertilizantes. Cap 8. Editorial Gráfica Arnedinho. 2ª Edición.
- Divito, G. A., & Sadras, V. O. (2014). How do phosphorus, potassium and sulphur affect plant growth and biological nitrogen fixation in crop and pasture legumes? A meta-analysis. Field Crops Research, (156): 161-171.

- Duggan, M. T. (2002). Fertilización Foliar en Soja – 2002. Obtenido de: <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20Foliar%20en%20Soja%20-%202002.asp>
- Elemberg, Tamara E.; Gutierrez Boem, F.H.; Prystupa, P. (2006). Fertilización azufrada y fosforada como determinante de la calidad de los granos de soja. XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Salta, Septiembre.
- Ferreira, A. S., Balbinot Junior, A. A., Werner, F., Zucareli, C., Franchini, J. C., & Debiasi, H. (2016). Plant density and mineral nitrogen fertilization influencing yield, yield components and concentration of oil and protein in soybean grains. *Bragantia*, 75(3): 362-370.
- Ferraris, G., Traficante, P. (2014). Fertilización de Soja, Estrategias basadas en dosis, localización y momentos de aplicación. *Fertilizar* septiembre 2014, N°29, págs.16-20.
- Ferraris, G y GutierrezBoem, F. 2001. Respuesta a la fertilización en el cultivo de soja de primera. Proyecto fertilizar- INTA en <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210906.pdf>
- García, F. (2000). Soja: nutrición del cultivo y fertilización. INPOFOS/PPI/PPIC.
- García, F. O. (2004). Soil fertility management for soybean in Argentina. In *Proceedings VII World Soybean Research Conference*. Brazilian Agricultural Research Corporation, National Soybean Research Center, Brazil, pp. 392-399.
- García, F. (2005). Soja: criterios para el manejo de la fertilización del cultivo. *INPOFOS Informaciones Agronómicas*, (27): 1-6.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale, W.L. Nelson. *Soil Fertility and Fertilizers*. Upper Saddle River, N.J., Prentice-Hall, Inc., 6th Edition, 1990, pp. 499.
- Haq, M.U. and Mallarino, A.P. (2005) Response of Soybean Grain Oil and Protein Concentrations to Foliar and Soil Fertilization. *Agronomy Journal*, 97, 910-918.
- Krueger, K., Goggi, A.S., Mallarino, A.P. and Mullen, R.E. (2013) Phosphorus and Potassium Fertilization Effects on Soybean Seed Quality and Composition. *Crop Science*, 53, 602-610.
- Mahmoodi, B; Mosavi, A. A; Daliri, M. S; Namdari. M. (2013). The evaluation of different values of phosphorus and sulfur application in yield, yield components and seed quality characteristics of soybean (*Glycine Max L.* En *Advances in Environmental Biology* 7(1) (pp. 170-176).
- Martínez, F; Cordone, G. (2015), Impacto de la fertilización en soja sobre la calidad del grano. EE INTA Casilda, Casilda, Santa Fe, Argentina. IAH No.18. pp 17-21.
- Murgio, M; Barbieri, P; Barbagelata, P; Barraco, M; Soldini, D; Salines, L; Gudelj, V. (2007). Contenido de proteína del grano de soja como respuesta a distintas estrategias de fertilización y rotación. Estación experimental INTA Marcos Juárez, Balcarce, Paraná, General Villegas. (pp 3-7).

- Mizuno, J., de Lafaille, B., y de Lopez Camelo, L. G. (1990). Caracterización del azufre en algunos molisoles de la provincia de Buenos Aires. *Ciencia del Suelo*, 8(2): 111-117.
- Olsen, S. R., Kemper, W. D., & Jackson, R. D. (1962). Phosphate Diffusion to Plant Roots 1. *Soil Science Society of America Journal*, 26(3): 222-227.
- Ozanne, P. G. (1962). Phosphate Nutrition of Plants. A General Treatise. In: *The Role of Phosphorus in Agriculture* (ed.) F. E. Khasawneh, E. C. Sample, E. J. Kamprath. ASACSSA-SSSA.
- Rehm, G. (2005). Evaluation of Sulfur Fertilization for Improved Protein in Soybean, International plant nutrition institute (IPNI).
- Ron, M., & Loewy, T. (2006). Micronutrientes del SO bonaerense y cereales de invierno. *Micronutrientes en la agricultura*. AACCS, págs.147-156.
- Soldini, D.O., L. A. Salines, y A. Heredia. 2009. Fertilización y contenido de proteína en soja. EEA INTA Marcos Juárez. Págs 1-3. Obtenido de: <http://agrolluvia.com/>
- Vivas, H. S., Albrecht, R., & Hotián, J. L. (2005). Manejo del fósforo y el azufre en una secuencia de cultivos del centro de Santa Fe. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur*. N° 28, págs. 16-18.
- Vivas, H. S., Vera Candiotti, N., Albrecht, R., y Hotián, J. L. (2009). Fósforo y Azufre sobre soja de 1° en rotación con gramíneas. Región central de Santa Fe. INTA EEA Rafaela. *Información Técnica de Cultivos de Verano*. Publicación Miscelánea N° 115, págs. 57-65.
- Whitney, D.A. 1997. Fertilization. En: *Soybean production handbook*. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, C-449.

ANEXOS

Análisis de la varianza y contrastes

Se realizó el análisis de la varianza para cada variable y se calculó el p-value que indica si alguno de los promedios de los diferentes tratamiento es distinto al otro. También, se realizaron contrastes comparando 2 tratamientos y se analizó si son significativos para las variable rendimiento, proteína y aceite.

Análisis de la varianza

kg/ha

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
kg/ha	28	0,36	0,17	4,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1041353,07	6	173558,85	1,94	0,1208
Tratamiento	1041353,07	6	173558,85	1,94	0,1208
Error	1876822,45	21	89372,50		
Total	2918175,52	27			

Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Testigo vs P	573,11	211,39	656915,88	1	656915,88	7,35	0,0131
P vs P+S	-278,81	211,39	155472,82	1	155472,82	1,74	0,2014
Testigo vs P+S	294,30	211,39	173224,98	1	173224,98	1,94	0,1784
P+S vs P+S+Zn	61,01	211,39	7445,05	1	7445,05	0,08	0,7757
P+S vs DD. P+S	101,44	211,39	20579,13	1	20579,13	0,23	0,6363
P+S vs P+S+Nfoliar	313,05	211,39	196000,61	1	196000,61	2,19	0,1535
DD. P+S vs DD P+S+Nfoliar	125,08	211,39	31287,51	1	31287,51	0,35	0,5604
Total			1041353,07	6	173558,85	1,94	0,1208

Coefficientes de los contrastes

Tratamiento	Ct.1	Ct.2	Ct.3	Ct.4	Ct.5	Ct.6	Ct.7
1,00	-1,00	0,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	1,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,00	0,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,00
4,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	-1,00
6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00

Análisis de la varianza y contrastes de la variable rendimiento (kg/ha)

Efecto de distintos nutrientes en el rendimiento y calidad de soja en Mercedes, provincia de Buenos Aires
Giordano Roux, María de los Angeles

% Proteína

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Proteína	28	0,45	0,30	1,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,38	6	0,56	2,91	0,0316
Tratamiento	3,38	6	0,56	2,91	0,0316
Error	4,06	21	0,19		
Total	7,43	27			

Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Testigo vs P	-0,27	0,31	0,14	1	0,14	0,74	0,3990
P vs P+S	0,10	0,31	0,02	1	0,02	0,10	0,7508
Testigo vs P+S	-0,17	0,31	0,06	1	0,06	0,29	0,5955
P+S vs P+S+Zn	-0,30	0,31	0,18	1	0,18	0,93	0,3453
P+S vs DD. P+S	-0,76	0,31	1,15	1	1,15	5,94	0,0237
P+S vs P+S+Nfoliar	-0,83	0,31	1,39	1	1,39	7,18	0,0140
DD. P+S vs DD P+S+Nfoliar	0,40	0,31	0,32	1	0,32	1,66	0,2120
Total			3,38	6	0,56	2,91	0,0316

Coefficientes de los contrastes

Tratamiento	Ct.1	Ct.2	Ct.3	Ct.4	Ct.5	Ct.6	Ct.7
1,00	-1,00	0,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	1,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,00	0,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,00
4,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	-1,00
6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00

Análisis de la varianza y contrastes de la variable % Proteína

% MG

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% MG	28	0,62	0,51	0,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,55	6	0,09	5,76	0,0011
Tratamiento	0,55	6	0,09	5,76	0,0011
Error	0,33	21	0,02		
Total	0,88	27			

Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Testigo vs P	0,03	0,09	2,1E-03	1	2,1E-03	0,13	0,7189
P vs P+S	-0,27	0,09	0,14	1	0,14	8,85	0,0072
Testigo vs P+S	-0,23	0,09	0,11	1	0,11	6,81	0,0164
P+S vs P+S+Zn	0,23	0,09	0,11	1	0,11	6,81	0,0164
P+S vs DD. P+S	0,48	0,09	0,47	1	0,47	29,33	<0,0001
P+S vs P+S+Nfoliar	0,38	0,09	0,29	1	0,29	18,43	0,0003
DD. P+S vs DD P+S+Nfoliar	-0,15	0,09	0,05	1	0,05	2,83	0,1070
Total			0,55	6	0,09	5,76	0,0011

Coefficientes de los contrastes

Tratamiento	Ct.1	Ct.2	Ct.3	Ct.4	Ct.5	Ct.6	Ct.7
1,00	-1,00	0,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	1,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,00	0,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,00
4,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	-1,00
6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00

Análisis de la varianza y contrastes de la variable % Aceite

Precipitaciones y temperaturas históricas en “Agrocefa”

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	24.4	23.2	21	16	13.1	10.2	10	11.8	13.5	16.1	20.2	21.9
Temperatura mín. (°C)	16.2	15.4	13.9	9.3	7	5.3	4.8	5.5	7.1	9.5	12.7	14.1
Temperatura máx. (°C)	32.6	31	28.2	22.8	19.3	15.2	15.2	18.2	19.9	22.8	27.7	29.8
Precipitación (mm)	126	96	113	100	82	97	49	51	65	112	100	94

Datos: 1982 – 2014

Unidad cartográfica “Agrocefa”

