

NIVELES DE FERTILIZACIÓN CON BORO Y MAGNESIO EN EL CULTIVO DE LA SOJA *Glycine max* L., DISTRITO DE SANTA ROSA DEL AGUARAY¹

Agüero, A^{2*} y Vera Agüero, J³

¹ Parte de la tesis presentada en la Facultad Ciencias de la Producción – UNCA. Carrera Ingeniería Agronómica.

² Ing. Agr. egresado de la Carrera Ingeniería Agronómica. FCP – UNCA. Filial Santa Rosa del Aguay

³ Prof. Ing. Agr. M.Sc. Docente tutor, Facultad Ciencias de la Producción – UNCA. Filial Santa Rosa del Aguay

*Autor para correspondencia: arnaldo.agüero489@fcpunk.edu.py

RESUMEN

La soja es el rubro de mayor importancia económica en los últimos años en Paraguay. La agricultura extensiva, se ha caracterizado por una baja reposición de nutrientes y un aumento de la extracción en cada zafra, han llevado a la degradación química de los suelos. El objetivo es evaluar la eficiencia de la aplicación de diferentes niveles de fertilizantes Boro y magnesio en el incremento de la productividad del cultivo de soja en el distrito de Lima, Departamento de San Pedro. El experimento consistió en la aplicación de fertilizante boro y magnesio, con 10 tratamientos y cuatro repeticiones, distribuidos en diseño de bloques completos al azar, se evaluaron cantidad de vainas, peso de 1000 granos y rendimiento por hectárea, para el análisis se utilizó el paquete estadístico ESTAT. El análisis de varianza verifica que la cantidad de vainas por planta no presenta diferencia estadística y las variables peso de 1000 granos y rendimiento presentan diferencias estadísticas, siendo la aplicación de 25 kg B y 45 kg Mg el que tuvo mayor efecto en los parámetros productivos, alcanzando rendimiento de 2908 kg/ha⁻¹. Se recomienda fertilizar con boro y magnesio a dosis bajas para fortalecer procesos fisiológicos en condiciones climáticas extremas.

PALABRAS CLAVE: degradación, fertilidad, micronutrientes, nutrientes, productividad.

INTRODUCCIÓN

La soja es el rubro de mayor importancia económica en los últimos años en Paraguay, convirtiéndose en el sexto mayor productor mundial de esta oleaginosa, y el cuarto mayor exportador de granos de soja. La zona de producción se concentra en los departamentos de Alto Paraná, Canindeyú e Itapúa.

La agricultura extensiva, es caracterizada por una baja reposición de nutrientes y un aumento de la extracción de los mismos debido al incremento de rendimientos, han llevado a la degradación química de los suelos. En las últimas décadas esta tendencia comienza a reducirse con la intensificación agraria, nuevas prácticas agrícolas y el incremento de las cantidades fertilizadas (Rubio y Vanzetti 2014).

La soja necesita una cantidad suficiente de magnesio para promover la fotosíntesis y la formación de proteínas. En el caso del Boro, uno de los procesos específicos en que actúa tiene relación con la emisión del tubo polínico en las flores, por lo que se recomienda las aplicaciones en los cultivos para mayor formación de flores (Melgar *et al.* 2011).

El propósito de la investigación fue determinar la eficiencia de la aplicación de diferentes niveles de fertilización con boro y magnesio en el cultivo de soja *Glycine max* L., de esta manera obtener informaciones precisas y así aplicar fertilizantes con criterios técnicos en el cultivo de la soja.

METODOLOGIA

El experimento se llevó a cabo en la propiedad particular de la Sra. Herminia Agüero, situada en el barrio Virgen de la Asunción, distrito de Lima, Departamento de San Pedro, República del Paraguay, entre los meses de febrero a junio del año 2022, con una duración de 120 días aproximadamente.

La población estuvo compuesta por el cultivo de soja Var. Monsoy M 6410 IPRO, donde se utilizó diferentes niveles de aplicación de fertilizantes (boro 48,42% y magnesio 28%) distribuido en una superficie de 517,5 m², cada unidad experimental estuvo compuesta por cinco hileras, espaciada a 0,45 metros entre sí y con población de 18 plantas por metro lineal, totalizando 400 plantas por unidad experimental y un total de 16.000 plantas en el ensayo.

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en el experimento. Ciudad de Lima, Paraguay. 2022.

| Trat. | BORO(B) | MAGNESIO (Mg) |
|-------|------------------------|------------------------|
| T1 | Testigo absoluto | Testigo absoluto |
| T2 | 25 kg/ha ⁻¹ | - |
| T3 | 50 kg/ha ⁻¹ | - |
| T4 | 75 kg/ha ⁻¹ | - |
| T5 | - | 45 kg/ha ⁻¹ |
| T6 | - | 65 kg/ha ⁻¹ |
| T7 | - | 85 kg/ha ⁻¹ |
| T8 | 25 kg/ha ⁻¹ | 45 kg/ha ⁻¹ |
| T9 | 50 kg/ha ⁻¹ | 65 kg/ha ⁻¹ |
| T10 | 75 kg/ha ⁻¹ | 85 kg/ha ⁻¹ |

En el experimento se adoptó el diseño de bloques completos al azar, constituido por 10 tratamientos y cuatro bloques, con un total de 40 unidades experimentales.

El suelo donde se llevó a cabo el experimento posee 0,3 mg kg⁻¹ de boro (B) disponible y 0,49 mg kg⁻¹ de magnesio (Mg). También poseen 1,39% Materia Orgánica, 19,05 mg kg⁻¹ de fósforo, 0,14 cmol kg⁻¹ y 6,5 de pH.

Las fuentes de los fertilizantes son: B₂O₃ 48,42 % óxido de Boro (Borax) y Mg (Magnesil) 28 % de óxido de magnesio, se aplicaron durante la siembra como abono base, los niveles fueron diferenciados según el tratamiento que corresponda (Cuadro 1).

Para las evaluaciones de las variables se seleccionaron plantas de la parcela útil, siendo tres hileras

centrales. Se evaluaron cantidad de vainas por planta, peso de 1000 granos y rendimiento por hectárea.

Los datos fueron comparados mediante Análisis de Varianza y test de Duncan, utilizándose el paquete estadístico ESTAT.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Figura 1, se observa los resultados de número de vainas por planta, por efectos de niveles de fertilizantes boro y magnesio.

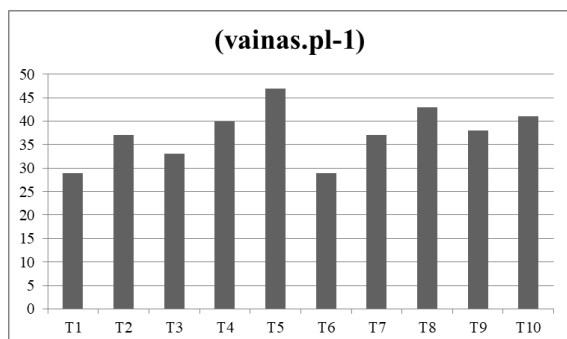


Figura 1. Medias de número de vainas por planta del cultivo de soja. Ciudad de Lima, Paraguay. 2022.

El análisis efectuado, verifica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para número de vainas por planta, por lo que se explica que la aplicación de fertilizantes B y Mg no influye en número de vainas.

Aguayo et al. (2015) menciona que obtuvo mayor número de vainas aplicando B en línea de siembra con 87 vainas.

En el cuadro 2 se observa los resultados de peso de 1000 granos, por efectos de niveles de fertilizantes boro y magnesio. El análisis efectuado, verifica que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para peso de 1000 granos, siendo la aplicación combinada de 25 – 50 kg de B y 50 – 65 kg de Mg los que obtuvieron mayor media de 0,180 kg, en comparación al testigo que obtuvo media de 0,150kg. Esto indica que la aplicación de boro y magnesio incrementa levemente el peso de los granos.

Cuadro 2. Medias de peso de 1000 granos del cultivo de soja. Ciudad de Lima, Paraguay. 2022.

| Trat. | Descripción | (kg) (1) | TD (2) |
|-------|--------------------|-------------|-----------|
| T1 | Testigo absoluto | 0,150 | B |
| T2 | 25 kg B | 0,172 | AB |
| T3 | 50 kg B | 0,173 | AB |
| T4 | 25 kg B y 45 kg Mg | 0,183 | A |
| T5 | 45 kg Mg | 0,173 | AB |
| T6 | 65 kg Mg | 0,168 | AB |
| T7 | 85 kg Mg | 0,173 | AB |
| T8 | 25 kg B y 45 kg Mg | 0,166 | AB |
| T9 | 50 kg B y 65 kg Mg | 0,178 | A |
| T10 | 75 kg B y 85 kg Mg | 0,175 | AB |

(1) kg: kilogramos; (2) TD: Test de Duncan.

Fontanetto *et al.* (2009) evaluando fertilización con boro en el cultivo de soja, obtuvo promedio de 133,3 gramos en peso de 1000 granos. El peso es inferior a lo encontrado en el experimento.

En el cuadro 3, se observa los resultados de rendimiento por hectárea, por efectos de niveles de fertilizantes boro y magnesio.

Cuadro 3. Medias de rendimiento por hectárea del cultivo de soja. Ciudad de Lima, Paraguay. 2022.

| Rendimiento por hectárea. | | | |
|---------------------------|--------------------|-------------------------------|-----------|
| Trat. | Descripción | (kg.ha ⁻¹) (2) | TD (2) |
| T4 | 75 kg B | 2908 | A |
| T2 | 25 kg B | 2844 | A |
| T7 | 85 kg Mg | 2749 | A |
| T9 | 50 kg B y 65 kg Mg | 2612 | AB |
| T6 | 65 kg Mg | 2580 | AB |
| T8 | 25 kg B y 45 kg Mg | 2532 | AB |
| T3 | 50 kg B | 2515 | AB |
| T10 | 75 kg B y 85 kg Mg | 2506 | AB |
| T5 | 45 kg Mg | 2443 | AB |
| T1 | Testigo absoluto | 2092 | B |

(1) kg.ha⁻¹: kilogramos por hectárea. (2) TD: Test de Duncan.

El análisis de varianza realizada para rendimiento por hectárea, verifica que los niveles de fertilización con boro y magnesio incrementa el rendimiento en el cultivo de soja, siendo la aplicación individual de 25-75 kg.ha⁻¹ de boro y 85 kg.ha⁻¹ de magnesio, que obtuvieron mayor rendimiento con media de 2834 kg/ha⁻¹, en comparación al testigo que obtuvo rendimiento de 2092 kg.ha⁻¹, con incremento de 26% en granos.

En síntesis, se explica que al momento de cosechar el cultivo de la soja, los granos correspondientes a los niveles crecientes de la aplicación de boro y magnesio, presentaron granos ligeramente más desarrolladas (grande) y por ende con mayor peso, en comparación a los demás tratamientos y más evidente en el tratamiento sin fertilizar. También se evidencia que la aplicación de boro y magnesio tiene efecto favorable para incrementar el peso y rendimiento de la soja.

El rendimiento es menor a lo mencionado por Aguayo et al. (2015) donde indica que el rendimiento aumenta con dosis crecientes de B, obteniendo producción de 3819 kg ha⁻¹ con aplicación de 9,25g ha⁻¹ de B.

Heguaburu (2015) indica que con la dosis 40 kg ha⁻¹ de Mg se obtuvo un incremento promedio de 1053 kg ha⁻¹ respecto al testigo. Siendo incremento mayor a lo encontrado en el experimento.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el experimento, verifica que el número de vainas por planta no fue influenciado por la aplicación de boro y magnesio, sin embargo en peso de 1000 granos y rendimiento por hectárea, presentan influencias significativas. Las medias reflejan que con la aplicación individual de los elementos (Boro y Magnesio) se obtiene mayor productividad, pudiendo obtener un incremento de 26% en el cultivo de la soja. La aplicación de diferentes niveles de fertilizante boro y magnesio favorece en el incremento de la productividad del cultivo de la soja, debido a que son nutrientes que inciden en el buen funcionamiento fisiológico de las plantas y así también genera mayor resistencia al estrés extremas de las condiciones climáticas.

REFERENCIAS

- Aguayo Trinidad, S; Rasche Álvarez, JW; Britos Recalde, CS; Karajallo Figueredo, JC; González, AL. 2015. Fertilización foliar con boro en el cultivo de la soja (en línea). *Investig. Agrar.* 17(2): 129-137. Consultado 25 abr. 2022. Disponible en <https://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/283/291>
- Fontanetto, H; Keller, O; Albrecht, J. 2009. Efecto de la fertilización foliar con boro y nitrógeno sobre el cultivo de soja (en línea). Argentina. *Informaciones Agronomicas*. N°47. Consultado 15 mar. 2022. Disponible en [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/DCD4B7D3345132CC852579840057AFAF/\\$FILE/19.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/DCD4B7D3345132CC852579840057AFAF/$FILE/19.pdf)
- Heguaburu Alfonso, H. (2015). Fertilización con magnesio en soja (*Glycine max L.*) (en línea). Tesis. Ing. Agr. Uruguay. FA-UDELAR. Pag.43. Consultado 15 mar. 2022. Disponible en <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/8701/1/4056heg.pdf>
- Melgar, R; Vitti, G; Melo, V. 2011. Soja en Latinoamérica. Fertilizando para altos rendimientos (en línea). Argentina. IIP Boletín No. 20. Consultado 23 nov. 2021. Disponible en <https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/328-IIP-Boletin-No20.pdf>
- Rubio, F; Vanzetti, G. 2014. Disponibilidad de boro en un suelo de Justiniano Posse y respuesta a la aplicación foliar en soja (en línea). Argentina. Área de Consolidación, FCA-UNC. Consultado 25 jun. 2021. Disponible en <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1736/Rubio%20-%20Vanzetti%20-%20Disponibilidad%20de%20boro%20en%20un%20suelo%20de%20Justiniano%20Posse%20y%20%20.pdf?sequence=1>