

Martinez, Garcia B¹ y Portillo, Vera A²

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

² Ing. en Agroforestal Egresada de la Carrera Ingeniería Agroforestal. FCP – UNCA. Filial Vaquería

³ Ing Agro Docente tutor, Facultad Ciencias de la Producción – UNCA. Filial Vaquería

*Autor para correspondencia: brunamartinez607@gmail.com

RESUMEN

La soja es el producto agrícola con mayor crecimiento comercial en el mundo. La investigación se llevó a cabo en el predio de la Facultad Ciencias de la Producción, Filial Vaquería, Departamento de Caaguazú entre meses de setiembre del 2022 y enero del 2023. El objetivo fue evaluar el efecto de bioestimulantes y formas de aplicación en indicadores vegetal y productiva en el cultivo de la soja *Glycine max*. Se estudiaron las siguientes variables: medir altura de planta, cuantificar número de vainas, determinar peso de 1000 granos, el rendimiento en kg/ha y calcular índice de rentabilidad. Se realizó un estudio experimental con Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA), con 10 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos fueron T1: testigo, a la cual no se aplicó ninguna dosis bioestimulantes, T2: AH y AF en TS, T3: AH y AF en F, T4: AH y AF en TS y F, T5: EA en TS, T6: EA en F, T7: EA en TS y F, T8: EA y AH y AF en TS, T9: EA y AH y AF en F, T10: EA y AH y AF en TS y F. El análisis de varianza arrojó como resultado diferencias estadísticamente significativas para la variable rendimiento; para las otras variables estudiadas no arrojó diferencias estadísticas significativas. La mayor altura se registró con el T6 con 77,77 cm. La mayor longitud de raíz se obtuvo con el T6 con 24,27 cm. La cantidad de vainas se registró el mayor valor con el T5 con 40 vainas. El mayor peso de 1000 granos resultó con el T3 con 181,67 g. El mayor rendimiento se logró con T10 con promedio de 1337,84 kg/ha-. En relación al índice de rentabilidad solamente el T1 (testigo) no fue rentable, resaltando el T10 con 1,5 de rentabilidad. En base a los resultados obtenidos se recomienda el uso de bioestimulantes.

PALABRAS CLAVE: dosis, efecto, legumbre, rentabilidad

INTRODUCCIÓN

La soja *Glycine max* es nativa del centro de China y su producción es destinada a industrias; es muy apreciada por su alto contenido de aceites en la semilla, el contenido total es superior a otros cultivos de oleaginosas anuales, contiene proteínas, carbohidratos, importantes aportes de minerales y vitaminas, también es destinada para la alimentación animal en diferentes formas, usando la planta entera, la semilla o los subproductos obtenidos de ella.

Los bioestimulantes constituyen sustancias, que por su acción pueden estimular el crecimiento de la planta, mejorar la absorción de nutrientes e incrementar los rendimientos en condiciones de estrés ambiental, independientemente de que contengan elementos nutrientes en su composición. Existen diversas categorías de bioestimulantes específicos, entre ellos, los hidrolizados de proteínas, extractos de algas, quitosana, ácidos húmicos y fúlvicos, hongos micorrízicos y bacterias promotoras del crecimiento (Veobides *et al.* 2018:102).

Los ácidos húmicos y fúlvicos son uno de los primeros bioestimulantes especiales utilizados en los cultivos para optimizar sus rendimientos, se obtienen por extracción en una solución alcalina de hidróxido potásico, influyen positivamente en la fertilidad de un suelo favoreciendo la actividad microbiana, entre los efectos beneficiosos que provocan sobre la planta podemos observar: un incremento radicular, por tanto, una mayor absorción de elementos nutritivos; un mayor desarrollo vegetativo; favorecen los procesos fisiológicos y contribuyen a un mayor rendimiento del cultivo (AEFA 2021).

El propósito de la investigación fue evaluar el efecto de la respuesta a bioestimulantes y formas de aplicación en indicadores vegetales y productivas en el cultivo de soja *Glycine max*

METODOLOGIA

La investigación se realizó en el predio de la Facultad Ciencias de la Producción Filial Vaquería, ubicado en el Distrito Vaquería del Departamento de Caaguazú, cuyas coordenadas geográficas son 24°59'28,94" latitud sur y 55°48'54,90" latitud oeste, a unas 331msnm, encontrándose distante a 62 km de la ciudad de Caaguazú y 243 km de la ciudad de Asunción. El periodo experimental comprendió los meses de setiembre del 2022 a enero del 2023.

La población de unidades estuvo constituida por una población infinita, donde la selección de muestras fue expofeso, compuesto por el cultivo de soja *Glycine max*, a los cuales se aplicó los tratamientos en forma aleatoria.

En la investigación se utilizó el Diseño de bloques completos al azar (DBCA), distribuidos en 10 tratamientos y tres repeticiones, totalizando 30 unidades experimentales. Cada unidad experimental tuvo una superficie de 16 m², con las siguientes dimensiones 4 m de largo y 4 m de ancho, 1 m entre unidades experimentales totalizando 816 m². La totalidad del área útil fue de 480 m², en donde para la parcela destructiva fue de 3.92 m², se descartaron todas las plantas que estuvieron ubicadas en las cabeceras para evitar el efecto borde. En el cuadro 1, se observa los tratamientos aplicados en la investigación.

Los datos obtenidos en el estudio fueron sometidos al análisis de varianza ANAVA; al registrarse diferencia estadística significativas se procedió a realizar el test de Tukey al 5% de probabilidad de error, para la comparación de medias utilizo el paquete estadístico INFSTAT.

Cuadro 1. Combinación de tratamientos y factores

Tratamientos	Simbología	Descripción
T1	Testigo	Sin aplicación
T2	AHF y TS	Combinación de ácidos húmicos y fúlvicos en tratamiento de semilla en una dosis de 0,2 l/ha ⁻¹
T3	AHF y F	Combinación de ácidos húmicos y fúlvicos en aplicación foliar con una dosis de 1 l/ha ⁻¹
T4	AHF y TS y F	Combinación de ácidos húmicos y fúlvicos en tratamiento de semilla y aplicación foliar con dosis de 1,2 l/ha ⁻¹
T5	EA y TS	Combinación de extracto de algas en tratamiento de semilla con una dosis de 0,2 l/ha ⁻¹
T6	EA y F	Combinación de extracto de algas y aplicación foliar con una dosis de 1 l/ha ⁻¹
T7	EA y TS y F	Combinación de extracto de algas en tratamiento de semilla y aplicación foliar con una dosis de 1,2 l/ha ⁻¹
T8	EA y AHF y TS	Combinación de extracto de algas y ácidos húmicos y fúlvicos en tratamiento de semilla con una dosis de 0,4 l/ha ⁻¹
T9	EA y AHF y F	Combinación de extracto de algas y ácidos húmicos y fúlvicos en aplicación foliar con una dosis de 2 l/ha ⁻¹
T10	EA y AHF y TS y F	Combinación de extracto de algas y ácidos húmicos y fúlvicos en tratamiento de semilla y aplicación foliar con una dosis de 2,4 l/ha ⁻¹

*AHF: Acido Húmico y Fúlvico
 *EA: Extracto de Algas
 *EA y AHF: Extracto de Algas y Ácido Húmico y Fúlvico
 *TS: Tratamiento de semilla
 *F: Aplicación foliar
 *TS y F: Tratamiento de semilla y aplicación foliar

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la variable altura de planta el análisis de varianza arrojó que no existen diferencias estadísticas significativas en la respuesta de bioestimulantes. En la Figura 1, se presenta la comparación de medias de la variable. Presentándose un promedio mayor con T3 y T6 en comparación con los demás tratamientos.

En la investigación realizada por Lanche (2012:22) en cultivo de soja a la aplicación de tres bioestimulantes, se encontró que el Testigo con 83.09 cm tuvo el mayor promedio, Garbi 0.5 l/ha⁻¹ (72.79 cm), Garbi 0.75 l/ha⁻¹ (78.5 cm), Garbi 1 l/ha⁻¹ (73.25 cm), Cropmax 1 l/ha⁻¹ (73.9 cm) y Cropmax 1.5 l/ha⁻¹ (77.66 cm). El menor promedio se registró en los tratamientos Naturamin 1 l/ha⁻¹ (68.19 cm), Naturamin 2 l/ha⁻¹ (67.2 cm), Naturamin 3 l/ha⁻¹ (66.035 cm) y Cropmax 0.5 l/ha⁻¹ con 66.7 cm. Esta

investigación concuerda con los datos de la presente investigación.

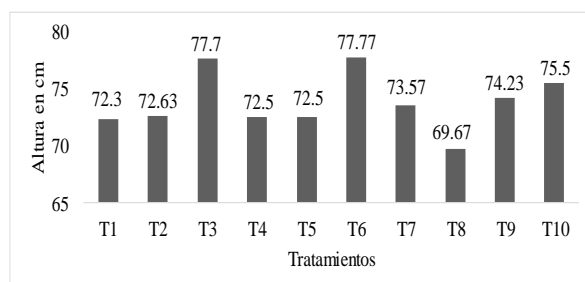


Figura 1. Medias de altura de planta en el cultivo de soja

En la longitud de raíz el análisis de varianza no hubo diferencia estadística en respuesta al bioestimulante, no siendo significativas. La comparación de medias demuestra que el T6 arrojó mayor valor.

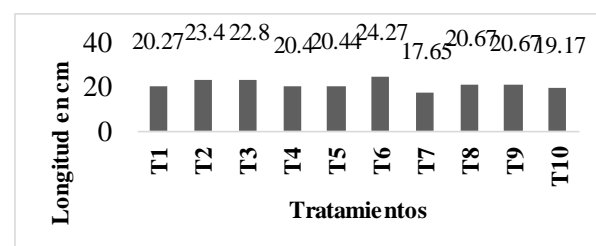


Figura 2. Medias de longitud de raíz en el cultivo de soja.

Según Sauvu-Jonasse *et al.* (2020) en la investigación realizada donde la aplicación de tres bioestimulantes se destacaron los tratamientos (Azofert-S® + EcoMic® + QuitoMax®) y (Azofert-S® + EcoMic®), con 23 cm y 23 cm, respectivamente. Esta investigación concuerda con los valores registrados en la presente investigación.

En la cantidad de vainas el análisis de varianza demostró que no hubo diferencia estadística en respuesta al bioestimulantes, no habiendo una fuente de variación para el modelo utilizado se presenta la comparación de medias; en el que puede observarse un mejor resultado del tratamiento T5 frente a los demás tratamientos.

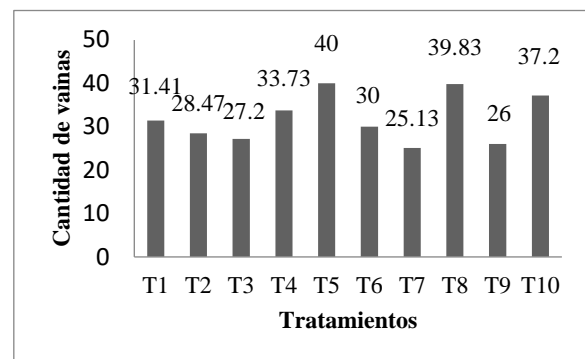


Figura 3. Medias de cantidad de vainas por planta en el cultivo de soja

Según Moreira (2018:20) con aplicación de tres extractos de algas marinas, la aplicación de Basfoliar Algae en dosis de 2,0 l/ha⁻¹ presentó 76 vainas por planta, a diferencia del uso de FertiEstim con 2,0 l/ha⁻¹ que mostró 49 vainas por planta. Esta investigación registró cantidades mayores de vainas, concuerda con que con uso de algas marinas la cantidad de vainas aumenta.

El peso de mil granos, el análisis de varianza demostró que no hubo diferencia estadística en respuesta al bioestimulantes. El T3 presentó mayores resultados de media en comparación con los demás tratamientos.

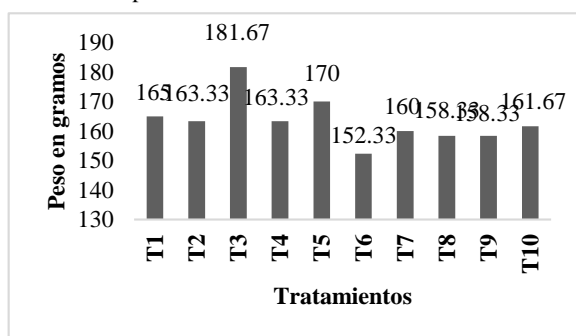


Figura 4. Medias de peso de mil granos en el cultivo de soja.

Según Moreira (2018:21) con la aplicación de tres extractos de algas marinas en el cultivo de soja, el mayor peso de 100 granos lo obtuvo el tratamiento que se aplicó Basfoliar Algae a razón de 2 litros/ha⁻¹ arrojó promedio de 14.93 gramos y el menor promedio fue para el tratamiento testigo que fue sin aplicación de extractos de algas marinas con promedio general de 13,63 gramos. Estos datos muestran valores inferiores a lo registrado en la presente investigación equivaliendo a un cálculo de 1000 granos.

En el rendimiento kg/ha⁻¹, el análisis de varianza demostró que existen diferencias estadísticas significativas en respuesta a los bioestimulantes, donde podemos observar que los tratamientos T5(1306,47kg/ha⁻¹), T6(1307,99kg/ha⁻¹), T7(1325,25 kg/ha⁻¹), T8(1325,25kg/ha⁻¹), T9(1292,50kg/ha⁻¹) y T10 (1337,84 kg/ha⁻¹) son iguales estadísticamente entre sí y superiores a todos los tratamientos.

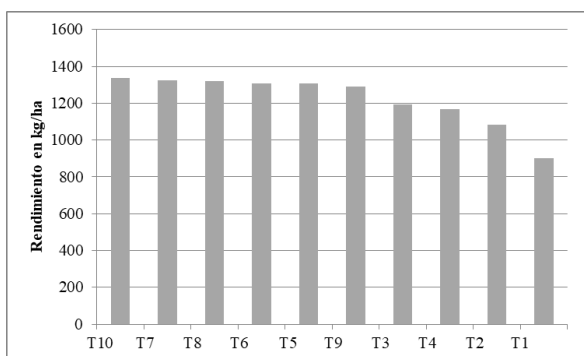


Figura 5. Rendimiento de la soja en kilogramos por ha.

Según Cerioni *et al.* (2013) las aplicaciones en semilla y foliar del bioestimulante Stimulate® sobre rendimiento de soja, el T4: en semilla+foliar y T5: en semilla+foliar tuvieron rendimientos de semillas de 2709 a 2780 kg/ha⁻¹. Esta investigación arrojó valores superiores en comparación a la presente investigación.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la investigación, permite llegar a las siguientes conclusiones: La utilización de diferentes dosis de bioestimulantes y formas de aplicación tuvo efectos sobre el cultivo de soja *Glycine max* pero no existe diferencia estadística significativa entre las variables excepto el rendimiento, para la variable altura

y longitud de raíz el mejor resultado presentó el T6 (Extracto de algas en aplicación foliar), la cantidad de vainas mejores valores presentó el T5(Extracto de algas en tratamiento de semilla); en la variable peso de mil granos resalto el T3 (Extracto de algas y ácido fúlvico en aplicación foliar); en cuanto al rendimiento el de mayor resultado fue T10 (Extracto de algas y ácido húmico y ácido fúlvico en aplicación foliar y tratamiento de semilla); para la variable índice de rentabilidad todos los tratamientos a excepción de T1 (testigo) fueron rentables en los parámetros de olor y color de ciertas muestras.

REFERENCIAS

- AEFA (Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes, ES). 2021. Los ácidos húmicos en la agricultura. (en línea). Valencia, España. Consultado 15 jul. 2021. Disponible en: <https://aefa-agronutrientes.org/los-acidos-humicos-en-la-agricultura>
- Cerioni, GA; Kearney, MIT; Morla, FD; Giayetto, O; Romero, E; Stefani, R; Fernandez, EM; Barbero, V. 2013. Bioestimulantes en cultivos. I soja. (en línea). Universidad Nacional de Río Cuarto, Facultad de Agronomía y Veterinaria. CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), Buenos Aires, Argentina. Consultado 19 jul. 2021. Disponible en: https://www.produccionvegetalunrc.org/images/fotos/310_poster%20soja.pdf
- Lanche Monar, ÁE. 2012. Comportamiento agronómico del cultivo de soja *Glycine max L.* a la aplicación de tres bioestimulantes, en la zona de Babahoyo. (en línea). Tesis de grado Ingeniero Agrónomo. Los Ríos, Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 69 p. Consultado 16 jul. 2021. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/957/T-UTB-FACIAG-AGR-000163.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moreira Sisalema, JM. 2018. Comportamiento agronómico del cultivo de soja (*Glycine max L.*), a la aplicación de tres extractos de algas marinas, en la zona de Pueblo viejo. (en línea). Tesis de Grado Ingeniero Agropecuario. Los Ríos, Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 51 p.
- Sauvu-Jonasse, C; Nápoles-García, MC; Falcón-Rodríguez, AB; Lamz-Piedra, A; Ruiz-Sánchez, M. 2020. Bioestimulantes en el crecimiento y rendimiento de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). (en línea). Revista cultivos tropicales 41(3): 1819-4087.
- Veobides Amador, H; Guridi Izquierdo, F; Vázquez Padrón, V. 2018. Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. (en línea). Revista Cultivos Tropicales 39(4):102-109 Consultado 15 jul. 2021. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v39n4/ctr15418.pdf>