

Artículo original

Bioestimulantes en el crecimiento y rendimiento de soya (*Glycine max* (L.) Merrill)

Crizostro Sauvu-Jonasse^{1*} 

María Caridad Nápoles-García¹ 

Alejandro B. Falcón-Rodríguez¹ 

Alexis Lamz-Piedra¹ 

Michel Ruiz-Sánchez¹ 

¹Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700

* Autor para correspondencia: csjonasse@gmail.com

RESUMEN

Teniendo en cuenta la importancia del cultivo de la soya en el mundo y en particular en Cuba, así como la necesidad de validar bioproductos que permitan incrementar sus rendimientos y conservar nuestro medioambiente, se desarrolló este trabajo con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de tres bioestimulantes (Azofert-S[®], EcoMic[®] y QuitoMax[®]) en el crecimiento y el rendimiento del cultivo de soya cv. Incasoy-27. El experimento se condujo en áreas experimentales del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, en un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado Agrogénico. Se empleó un diseño de bloques al azar con ocho tratamientos y cuatro réplicas, que consistieron en la siembra de semillas sin aplicación de bioestimulantes como control, con la aplicación sola o combinada de los bioproductos y un tratamiento con fertilización mineral. Los biofertilizantes se aplicaron por recubrimiento a la semilla y el QuitoMax[®] mediante su imbibición durante 15 min. En la fase de floración se determinaron variables del crecimiento y de la simbiosis y en el momento de la cosecha se evaluó el rendimiento agrícola y sus componentes. Los resultados mostraron que la aplicación de Azofert[®], EcoMic[®] y QuitoMax[®] estimuló las variables de nodulación, colonización micorrízica y el crecimiento del cultivo. El rendimiento agrícola del cultivo se incrementó en un 66 %.

Palabras clave: micorrizas, *Rhizobium*, quitosanos, estimulación, leguminosa

Recibido: 04/11/2019

Aceptado: 16/05/2020

INTRODUCCIÓN

La agricultura se enfrenta al desafío de la producción sostenible de alimentos seguros para abastecer a la población del mundo. La Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAO) estima un crecimiento de la población mundial del 13 % en el año 2030 y del 30 % en el 2050, por lo que será necesario un incremento del 70 % en la producción agrícola para solucionar los problemas de desnutrición y garantizar la seguridad alimentaria ⁽¹⁾.

La soya representa un cultivo importante en la economía, pues posee un alto valor nutritivo, con valores de 38 – 42 % de proteínas y de 18 – 20 % de aceite. Su consumo se incrementa cada día, debido a la necesidad de utilizar el grano como materia prima en la elaboración de alimentos concentrados para animales y para el consumo humano ⁽²⁾. Este cultivo se encuentra entre los diez de mayor importancia en el mundo, se siembra en más de 90,2 millones de hectáreas, cuya producción mundial supera los 345,96 millones de toneladas, lo cual representa un aumento de 10,52 % en la producción mundial de los últimos años ⁽³⁾.

El nitrógeno (N) y el fósforo (P) son considerados dos de los elementos con mayor influencia en la producción de los cultivos y en particular de la soya ⁽⁴⁾. Sin embargo, la utilización de estos nutrimentos en forma química es limitada, fundamentalmente por su alto costo y por la incompatibilidad de su uso excesivo con la conservación del medio ambiente, razones por las cuales se utilizan alternativas sustentables capaces de mantener los niveles productivos y su calidad, sin dañar los agroecosistemas ⁽⁵⁾.

Entre las alternativas agroecológicas que hoy se proponen en Cuba y el mundo, se encuentra la aplicación de bioestimulantes. Estos productos comprenden una amplia gama de compuestos, inóculos de microorganismos o sus derivados, que al ser aplicados en la planta, la semilla o el sustrato, promueven el desarrollo y crecimiento de las raíces, hojas y tallos; además de mejorar la respuesta al estrés abiótico ⁽⁶⁾.

Dentro de ellos, los microorganismos promotores del crecimiento vegetal ejercen efectos benéficos en el suelo y las plantas ⁽⁷⁾. Diversos trabajos demuestran la influencia positiva de bacterias del grupo de los rizobios y de hongos micorrízicos arbusculares sobre el rendimiento de la soya ^(8,9). Por otra parte, el uso de bioestimulantes no microbianos como el quitosano estimula la nodulación, el crecimiento, la protección y el rendimiento de diferentes cultivos ⁽¹⁰⁻¹²⁾.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de los bioestimulantes Azofert-S[®], EcoMic[®] y QuitoMax[®], en el crecimiento y en el rendimiento del cultivo de soya cv. Incasoy-27.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del área experimental

La investigación se desarrolló en las áreas experimentales del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), ubicado en el municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque, Cuba; en el período poco lluvioso, comprendido desde el mes de enero hasta el mes de abril de 2018, en un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado agrogénico ⁽¹³⁾, cuyas características químicas se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características del suelo Ferralítico Rojo Lixiviado agrogénico, utilizado en el experimento

| pH (H ₂ O) | MO (%) | P ₂ O ₅ (mg 100 g ⁻¹) | Cationes cambiabiles (cmol c kg ⁻¹) | | | |
|--------------------------|-----------|--|---|----------------|-----------------|-----------------|
| | | | Na ⁺ | K ⁺ | Ca ⁺ | Mg ⁺ |
| 6,5 | 2,8 | 43,30 | Tr | 0,44 | 12,0 | 1,5 |

Tr: Traza

pH (H₂O): método potenciométrico relación suelo - agua (1:2,5); MO (%): Walkley-Black; P asimilable (mg.100 g⁻¹): Oniani (extracción con H₂SO₄, 0,1N); K y Na cambiabiles (cmol.kg⁻¹): por extracción con acetato de amonio y fotometría de llama; Ca y Mg (cmol.kg⁻¹): Método de Maslova (Acetato de Amonio 1N, pH 7), determinación por complejometría

Las técnicas utilizadas para el análisis del suelo aparecen descritas en el Manual de técnicas analíticas para los análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos ⁽¹⁴⁾.

Diseño experimental

Se empleó un diseño experimental de bloques al azar, formado por ocho tratamientos y cuatro réplicas, separados a 1 m para evitar mezclas entre los diferentes tratamientos. Los tratamientos impuestos fueron: T1 (Control), T2 (NPK), T3 (Azofert-S[®]), T4 (Azofert-S[®] + EcoMic[®]), T5 (EcoMic[®]), T6 (Azofert-S[®] + QuitoMax[®]), T7 (QuitoMax[®]) y T8 (Azofert-S[®] + EcoMic[®] + QuitoMax[®]). Fertilizante mineral (formula completa 9-13-17), a razón de 120 kg ha⁻¹, se aplicó de fondo antes de la siembra, en todos los tratamientos. El experimento se realizó en dos campañas consecutivas.

Material vegetal y bioestimulantes

Como material vegetal se utilizó semillas de soya certificadas, del cultivar comercial Incasoy-27, procedente del Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).

Y como Bioestimulantes se utilizaron: Azofert-S[®], EcoMic[®] y QuitoMax[®], que se producen y comercializan en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.

Azofert-S[®], con Registro No. RCF 005/13, a una concentración de $2,9 \times 10^9$ UFC mL⁻¹ (Unidades formadoras de colonias), se aplicó a una dosis de 200 mL por cada 50 kg de semilla. EcoMic[®], con Registro No. RCF 004/15, y una riqueza fúngica de 20 esporas por gramo de inoculante, se aplicó a una dosis de 4 kg por cada 50 kg de semilla. Estos biofertilizantes se aplicaron sobre las semillas en el momento de la siembra mediante la tecnología de recubrimiento ⁽¹⁵⁾.

En el caso del QuitoMax[®], con Registro No. RCF 010/17, a una concentración de 4 g L⁻¹, se aplicó mediante la imbibición de la semilla durante 15 min, a la dosis de 0,5 g L⁻¹ por cada 50 kg de semilla.

Variables evaluadas

Los experimentos fueron sembrados en un área experimental de 0,15 ha, con 32 parcelas de 15 m² cada una, con cuatro surcos (5 m de largo x 3 m de ancho). La distancia entre surcos fue de 0,75 m x 0,05 m entre plantas, para un total de 20 plantas por metro lineal.

A los 35 días después de la siembra (DDS), se tomaron diez plantas al azar en cada parcela (réplica) en los surcos centrales. Se determinó el número de nódulos en raíz principal y totales, la colonización micorrízica y la densidad visual (%), mediante la tinción de raíces ⁽¹⁶⁾; la altura de las plantas (cm), la longitud de la raíz (cm), el número de hojas por planta, la masa seca de la parte aérea y de la raíz (g) y el contenido de N, P, K (%) foliar ⁽¹⁴⁾. En el momento de la cosecha, a los 96 días después de la siembra (DDS), se determinaron las variables de rendimiento y sus componentes. Para ello se utilizaron las dos hileras centrales de cada réplica, de donde se cosechó 1 m lineal por parcela, y se evaluaron los siguientes indicadores: número de vainas por planta, masa de 100 granos (g) y rendimiento agrícola (kg ha⁻¹, al 13 % de humedad).

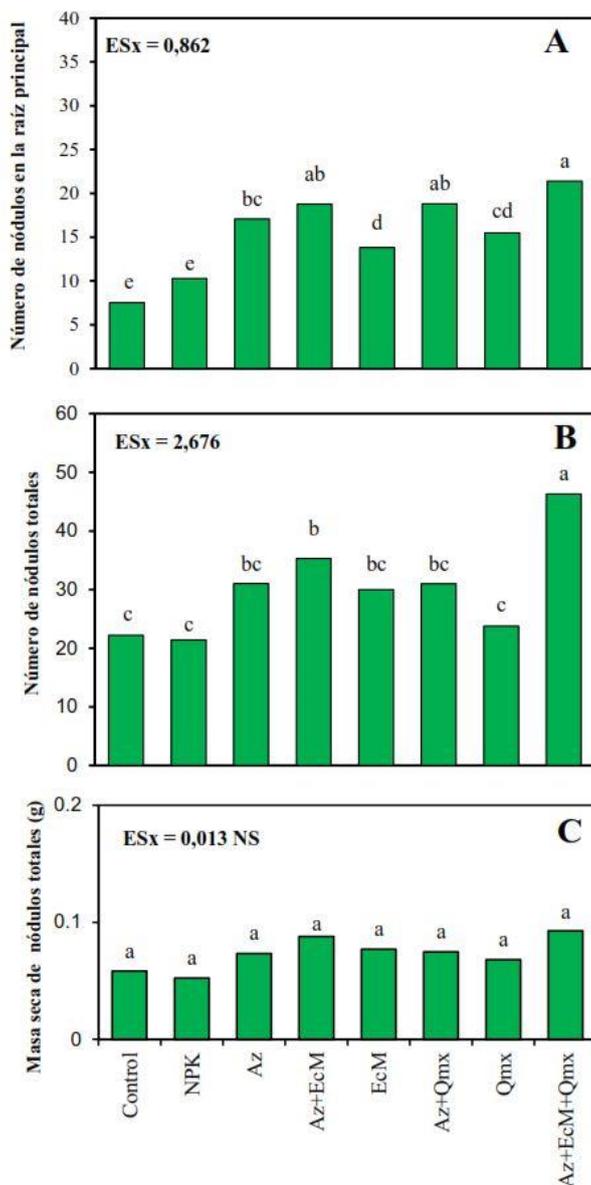
Análisis estadístico

Después de comprobar los supuestos teóricos de normalidad y homogeneidad de varianza, se aplicó a cada variable un análisis de varianza de clasificación doble (ANOVA) y cuando hubo diferencias significativas, éstas se verificaron por la prueba de rangos múltiples de Tukey $p < 0,05$. Para el análisis de los datos se empleó el paquete estadístico SPSS versión 19 sobre Windows y los resultados se procesaron en Excel 2013.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de los bioestimulantes en la nodulación

La inoculación con Azofert-S[®], EcoMic[®] y la aplicación de QuitoMax[®] en plantas de soya, provocó incremento en el número de nódulos en la raíz principal a los 35 días después de la emergencia. (Figura 1 A). En el número de nódulos totales, sólo la combinación de Azofert-S[®] + EcoMic[®] y de los tres bioestimulantes superaron al control (Figura 1 B).



Az (Azofert-S[®]), EcM (EcoMic[®]), Qmx (QuitoMax[®]), DDS (Días después de la siembra)

Figura 1. Número de nódulos en la raíz principal (A), número de nódulos totales (B) y masa seca de nódulos totales (C), en plantas de soya Incasoy-27 a los 35 DDS cultivadas en condiciones de campo. Letras desiguales difieren significativamente ($p < 0,05$) según Prueba de Rangos Múltiples de Tukey

En el caso de la masa seca de los nódulos totales (Figura 1 C), no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos impuestos; sin embargo, con la aplicación de Azofert-S[®] en el cultivo del frijol, otros autores encontraron incrementos en la masa seca nodular, en comparación con el tratamiento control ⁽¹⁷⁾.

Las tres variables relacionadas con la nodulación mostraron una tendencia similar, con resultados superiores donde se aplicó el Azofert-S[®] en combinación con EcoMic[®] y la combinación de los tres bioestimulantes. Otro aspecto a destacar en este experimento, es la presencia de nódulos en el tratamiento control, donde no se inoculó Azofert-S[®], lo que indica que, el suelo utilizado contenía estirpes de rizobios compatibles con la soya.

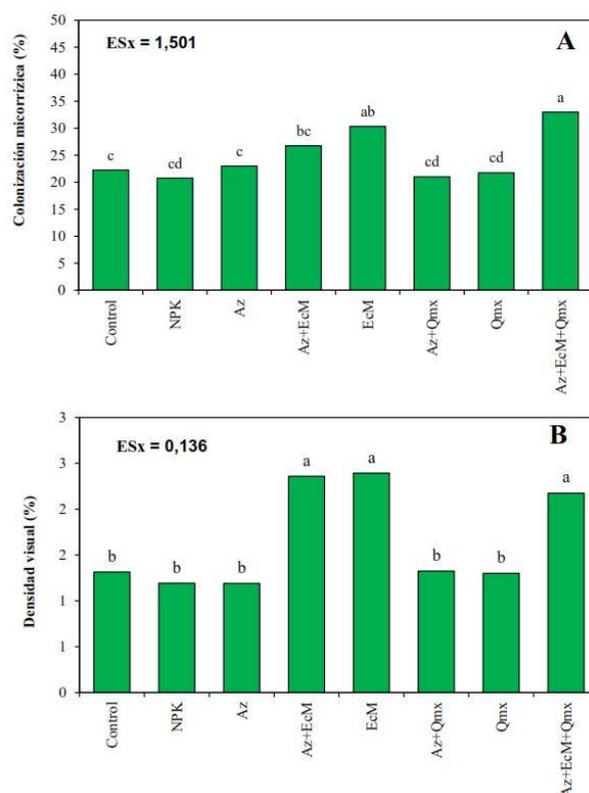
Estos resultados indican que, la acción de inocular una PGPR mediante el bioestimulante Azofert-S[®], eleva las concentraciones de estas bacterias en el suelo. La soya tiene la capacidad de establecer simbiosis con bacterias del género *Bradyrhizobium* residentes en los suelos, no obstante, la inoculación proporciona un número de bacterias mayor y en mejores condiciones fisiológicas, lo que garantiza una mayor efectividad en la infección ⁽¹⁸⁾.

La combinación de un inóculo eficiente de *Bradyrhizobium* con HMA incrementó la nodulación. Se ha informado que la coinoculación de rizobios y HMA es un ejemplo de interacción benéfica, ya que la colonización de las raíces por los HMA estimula el flujo de carbohidratos desde el follaje hasta la raíz y estos carbohidratos constituyen fuentes de carbono indispensables para el crecimiento y funcionamiento de dichas bacterias ⁽¹⁹⁾.

El incremento en el número de nódulos en la raíz principal con el tratamiento donde se combinó Azofert-S[®] + QuitoMax[®] puede deberse a la similitud estructural de la quitina y los factores de nodulación producidos por estas bacterias, los cuales contienen básicamente un esqueleto compuesto por oligosacáridos de quitina y son responsables de iniciar el proceso de formación del nódulo en las raíces de las leguminosas ⁽²⁰⁾.

Efecto de los bioestimulantes en la infección micorrízica

El comportamiento de los indicadores fúngicos en las plantas a los 35 días DDS, muestran diferencias significativas ante los diferentes tratamientos (Figura 2). En el caso de la frecuencia de colonización micorrízica (Figura 2 A), se encontró que los tratamientos con EcoMic[®] sólo y la combinación de los tres bioproductos, mostraron los valores superiores, con 30,3 y 33 % de colonización respectivamente, aunque el primero de ellos no se diferenció del tratamiento inoculado con Azofert-S[®] + EcoMic[®], el que alcanzó valores de un 26,75 % de colonización.



Az (Azofert-S[®]), EcM (EcoMic[®]), Qmx (QuitoMax[®]), DDS (Días después de la siembra)

Figura 2. Colonización micorrizica (A) y densidad visual (B), en plantas de soya Incasoy-27 a los 35 DDS cultivadas en condiciones de campo. Letras desiguales difieren significativamente para ($p < 0,05$) según la Prueba de Rangos Múltiples de Tukey

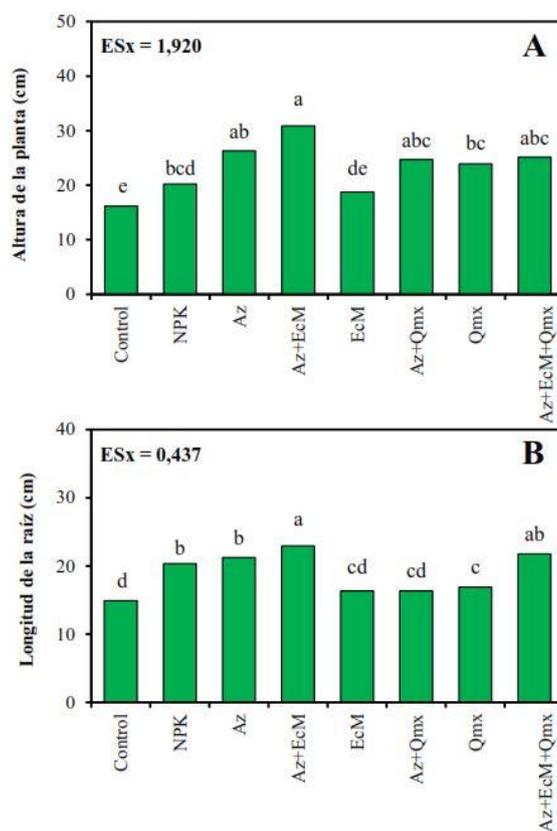
La densidad visual de colonización micorrizica (Figura 2 B), mostró dos grupos de valores: un primer grupo donde se destacaron los tratamientos donde se aplicó Azofert-S[®] + EcoMic[®]; EcoMic[®] y la combinación de los tres bioestimulantes Azofert-S[®] + EcoMic[®] + QuitoMax[®] y un segundo grupo formado por el resto de los tratamientos, sin diferencias significativas entre sí.

De manera similar a lo encontrado en la nodulación para Azofert-S[®], los tratamientos donde no se aplicó EcoMic[®] mostraron valores inferiores en estas variables fúngicas, pero indican la presencia de estos hongos en el suelo, con capacidad para colonizar las raíces de esta leguminosa. Al respecto, se informa que la eficiencia de la inoculación de HMA para promover el crecimiento de las plantas depende de su capacidad para competir con los HMA nativos. Esto se relaciona con la infectividad de la cepa, su capacidad para producir hifas externas, la velocidad de la hifa para colonizar las raíces y su habilidad para mantener niveles de colonización en condiciones competitivas ⁽²¹⁾

Efecto de los bioestimulantes en el crecimiento y desarrollo de la soya

En la Figura 3 se puede apreciar como fluctuó la altura de las plantas y la longitud de la raíz ante los diferentes tratamientos impuestos. Todos los tratamientos con producto, excepto aquel que contenía EcoMic[®] solo, incrementaron la altura de las plantas (Figura 3 A) y se destacó con los mayores valores la combinación de Azofert-S[®] + EcoMic[®].

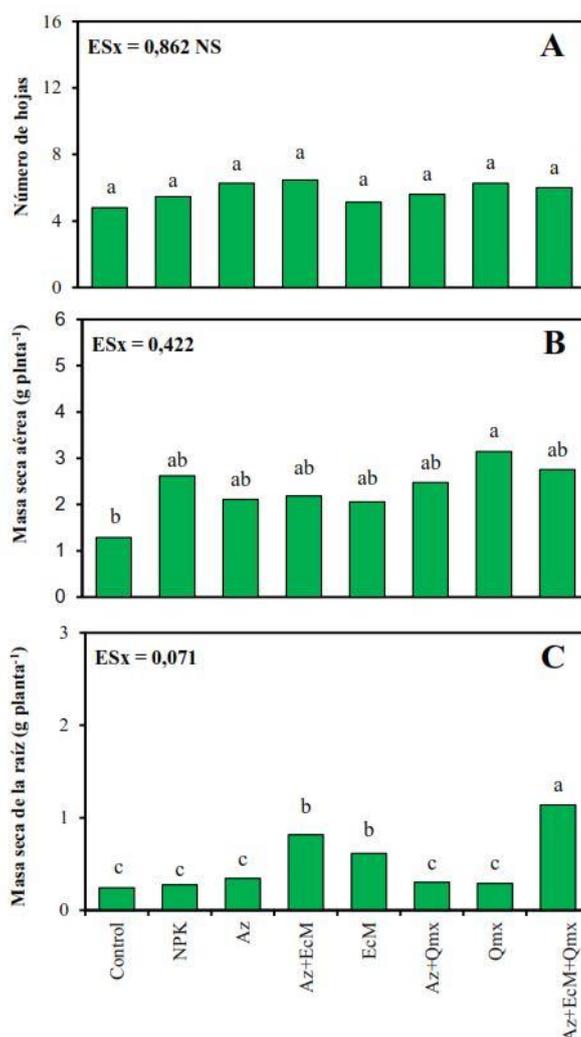
En cuanto a la longitud radical (Figura 3 B), los mayores valores igualmente correspondieron al tratamiento Azofert-S[®] + EcoMic[®], seguido de Azofert-S[®] + EcoMic[®] + QuitoMax[®], aunque el empleo de los tres bioestimulantes de forma conjunta no se diferenció de los tratamientos Azofert-S[®] sólo ni de aquel donde se aplicó la fórmula completa NPK. El tratamiento Azofert-S[®] + QuitoMax[®] no se diferenció del control.



Az (Azofert-S[®]), EcM (EcoMic[®]), Qmx (QuitoMax[®]), DDS (Días después de la siembra)

Figura 3. Altura (A) y longitud de la raíz (B), en plantas de soya Incasoy-27 a los 35 DDS cultivadas en condiciones de campo. Letras desiguales difieren significativamente ($p < 0,05$) según Prueba de Rangos Múltiples de Tukey

Con respecto al indicador número de hojas totales por planta no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos empleados (Figura 4 A). Sin embargo, la masa seca de la parte aérea, así como masa seca de la raíz de las plantas de soya a los 35 DDS se encontró un comportamiento diferencial (Figura 4 B y C).



Az (Azofert-S[®]), EcM (EcoMic[®]), Qmx (QuitoMax[®]), DDS (Días después de la siembra)

Figura 4. Número de hojas (A), masa seca aérea (B) y masa seca de la raíz (C), en plantas de soya Incasoy-27 a los 35 DDS cultivadas en condiciones de campo. Letras desiguales difieren significativamente ($p < 0,05$) según Prueba de Rangos Múltiples de Tukey

En cuanto a la masa seca aérea los mayores valores se encontraron en el tratamiento donde se embebió las semillas con QuitoMax[®], con diferencias con el tratamiento testigo, pero sin diferencias con el resto de los tratamientos (Figura 4 B). Sin embargo, los mayores valores de acumulación de masa seca radical se encontraron en el tratamiento donde se combinaron los tres bioproductos, seguido por los tratamientos donde se aplicó Azofert-S[®] + EcoMic[®] y EcoMic[®] sólo. El resto de los tratamientos no mostraron diferencias significativas entre ellos (Figura 4 C).

Otros autores encontraron resultados similares, donde combinaciones de HMA y rizobios, incrementaron el crecimiento de las plantas ⁽²²⁾, mientras que la combinación de rizobios y

quitosanos o brasinoesteroides estimularon el contenido de clorofilas, proteínas y el proceso de fotosíntesis ⁽¹⁷⁾.

Por su parte, la red de hifas que crea la infección micorrízica permite explorar un área mayor de suelo ⁽²²⁾ y con ello acceder a un mayor contenido de nutrientes, los que permiten un mayor crecimiento.

Resultados con quitosano explican la estimulación de los procesos fisiológicos en la planta y el incremento del tamaño de las células parenquimatosas del floema, lo cual hace más asimilable los nutrientes por la planta y aumenta su crecimiento y desarrollo ⁽¹²⁾. La aplicación combinada de este compuesto con biofertilizantes (Azofert-S[®] y/o EcoMic[®]) beneficia los procesos de suministro de nutrientes ⁽¹⁰⁾.

Efecto de los bioestimulantes en el estado nutricional de las plantas

Al analizar el contenido de N, P y K en las plantas (Tabla 2), se encontró un efecto positivo superior con la aplicación de los tres productos de conjunto. En el aporte de N, se destacaron también los restantes tratamientos donde se aplicaron los bioestimulantes, excepto el QuitoMax[®] sólo, que no se diferenció del control.

Para el contenido de fósforo (P) y potasio (K) además de los tres productos unidos, se destacaron los tratamientos donde se aplicó la fertilización mineral NPK y Azofert-S[®] + EcoMic[®].

Tabla 2. Contenido de N, P y K en la biomasa aérea de las plantas de soya cv Incasoy-27, a los 35 DDS, cultivadas en condiciones de campo

| Tratamientos | N (%) | P (%) | K (%) |
|----------------|---------|----------|----------|
| Control | 3,20 c | 0,43 c | 1,42 c |
| NPK | 4,93 ab | 0,54 a | 1,81 ab |
| Az | 4,71 ab | 0,47 bc | 1,68 bc |
| Az + EcM | 5,03 ab | 0,52 ab | 1,80 ab |
| EcM | 4,93 ab | 0,46 bc | 1,66 bc |
| Az + Qmx | 4,79 ab | 0,49 abc | 1,73 abc |
| Qmx | 3,88 bc | 0,45 c | 1,62 bc |
| Az + EcM + Qmx | 5,67 a | 0,54 a | 1,89 a |
| ESx | 0,130 | 0,015 | 0,070 |

Letras desiguales difieren significativamente para $p < 0,05$, según la Prueba de Rangos Múltiples de Tukey

Az (Azofert-S[®]), EcM (EcoMic[®]), Qmx (QuitoMax[®])

Los valores de NPK acumulados en la parte aérea de las plantas de soya en los tratamientos donde se aplicaron los bioestimulantes, sin diferencias con el tratamiento con fertilización mineral (Fórmula completa); corroboran el efecto positivo del uso de estos productos en la nutrición⁽²³⁻²⁵⁾ y en la estimulación de mecanismos para favorecer el crecimiento y desarrollo de las plantas⁽¹²⁾.

Efecto de los bioestimulantes en el rendimiento agrícola y sus componentes

El análisis del comportamiento del rendimiento agrícola y de algunos de sus componentes se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Efecto de bioestimulantes en el Rendimiento de la soya cv. Incasoy-27, a los 96 DDS en condiciones de campo

| Tratamientos | NVP | M100 semillas (g) | Rendimiento (kg ha ⁻¹) |
|----------------|----------|-------------------|------------------------------------|
| Control | 46,76 c | 10,53 | 1 348,30 d |
| NPK | 54,31 a | 12,76 | 1 950,75 b |
| Az | 51,10 ab | 11,99 | 1 702,56 c |
| Az + EcM | 52,31 ab | 12,22 | 2 122,65 ab |
| EcM | 51,03 ab | 11,86 | 1 679,12 c |
| Az + Qmx | 51,91 ab | 12,66 | 2 043,61 b |
| Qmx | 48,78 bc | 10,72 | 1 554,85 c |
| Az + EcM + Qmx | 54,76 a | 12,84 | 2 233,72 a |
| ESx | 4,280 | 0,85 NS | 93,42 |

Letras desiguales difieren significativamente para (p<0,05) según la Prueba de Rangos Múltiples de Tukey

No hubo diferencias entre los tratamientos para la variable masa de 100 semillas. En el NVP hubo un efecto positivo de todos los productos y sus combinaciones, excepto del QuitoMax[®] sólo que no se diferenció del control.

En el rendimiento se destacaron los tratamientos Azofert-S[®] + EcoMic[®] + QuitoMax[®] y Azofert-S[®] + EcoMic[®], con 2 233 y 2 122 kg ha⁻¹, respectivamente. Estos resultados superaron al tratamiento fertilizado en un 14 y 9 % y al control en 66 y 57 %, respectivamente. Le siguen en resultados positivos el tratamiento fertilizado, que no se diferenció de Azofert-S[®] + EcoMic[®], ni de Azofert-S[®] + QuitoMax[®], pero estos últimos superaron al control en 36 y 34 %, respectivamente. Los tratamientos donde se aplicaron Azofert-S[®], EcoMic[®] y QuitoMax[®] sólo también superaron al control en 21, 20 y 13 % del rendimiento, respectivamente.

Los resultados de rendimiento se corresponden, en general, con los resultados que se obtuvieron en las variables de nodulación, de colonización micorrízica, de crecimiento y en el

contenido de nutrientes de las plantas a los 35 DDS. De manera similar, otros autores encontraron que la aplicación de Azofert-S[®] en combinación con QuitoMax[®], estimularon el número de vainas por plantas y el rendimiento agrícola de soya cv. INCASoy-27⁽²⁶⁾, así como el en el cultivo del frijol cv. CC-25-9N⁽¹⁷⁾.

CONCLUSIONES

- La aplicación de los bioestimulantes Azofert-S[®], EcoMic[®] y QuitoMax[®] a las semillas de soya cv. Incasoy-27, incrementa la nodulación la colonización micorrízica y el crecimiento del cultivo.
- La aplicación conjunta de los bioproductos aumentó la concentración de NPK de las plantas respecto al control absoluto, particularmente cuando se aplicaron de forma combinada, e igualó los niveles de estos macroelementos en el control fertilizado con NPK. La triple combinación de los bioproductos aumentó significativamente el rendimiento de todos los tratamientos, excepto de la combinación de Azofert-S[®] + EcoMic[®], con un incremento del 66 y del 14 % del rendimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. FAO F, OMS P, UNICEF. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2019. Protegerse frente a la desaceleración y el debilitamiento de la economía. Roma: FAO. 2019;
2. Moreano ICF, Falquez NPT, Gutiérrez MCM, Bermúdez FLL. Evaluación agronómica de materiales de soya (*Glycine max.*(L) Merrill) de hilium claro. RECIAMUC. 2017;1(4):850–60.
3. FAO. Estadísticas mundiales de soya [Internet]. 2018 [cited 07/07/2020]. Available from: <https://blogagricultura.com/estadisticas-soya-produccion/>
4. Faustino LI, Rodríguez ME, Alvarez JA, Doffo GN, Cortizo S, Graciano C. Rendimiento y extracción de nutrientes en estaqueros de álamos del Delta del Paraná fertilizados con nitrógeno o fósforo. 2016;
5. Zhang N, Xin HE, Zhang J, Raza W, Xing-Ming Y, Yun-Ze R, et al. Suppression of *Fusarium* wilt of banana with application of bio-organic fertilizers. *Pedosphere*. 2014;24(5):613–24.
6. Du Jardin P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*. 2015;196:3–14.
7. Barroso Frómata L, Abad Michel M, Rodríguez Hernández P, Jerez Mompié E. Aplicación de FitoMas-E y EcoMic[®] para la reducción del consumo de fertilizante mineral en la producción de posturas de cafeto. *Cultivos Tropicales*. 2015;36(4):158–67.

8. Delgado Moreno HO. Análisis de la combinación de microorganismos bioestimulantes (Micorrizas y *Rhizobium*) en el cultivo de soya (*Glycine max*). Babahoyo: UTB, 2019; 2019.
9. Corbera Gorotiza J, Nápoles García MC. Efecto de la inoculación conjunta *Bradyrhizobium elkanii*-hongos MA y la aplicación de un bioestimulador del crecimiento vegetal en soya (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivar INCASOY-27. Cultivos Tropicales. 2013;34(2):05–11.
10. Falcón Rodríguez AB, Costales Mené D, González-Peña Fundora D, Nápoles García MC. Nuevos productos naturales para la agricultura: las oligosacarinas. Cultivos Tropicales. 2015;36:111–29.
11. Terry Alfonso E, Falcón Rodríguez A, Ruiz Padrón J, Carrillo Sosa Y, Morales Morales H. Respuesta agronómica del cultivo de tomate al bioproducto QuitoMax[®]. Cultivos Tropicales. 2017;38(1):147–54.
12. Morales-Guevara D, Dell Amico-Rodríguez J, Jerez-Mompie E, Rodríguez-Hernández P, Álvarez-Bello I, Díaz-Hernández Y, et al. Efecto del Quitomax[®] en plantas de (*Phaseolus vulgaris* L.) sometidas a dos regímenes de riego. II. Variables Fisiológicas. Cultivos Tropicales. 2017;38(4):92–101.
13. Hernández-Jiménez A, Pérez-Jiménez JM, Bosch-Infante D, Castro N. La clasificación de suelos de Cuba. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA; 2015. 92 p.
14. Paneque-Pérez VM, Calaña N, Calderón V, Borges B, Hernández G, Caruncho C. Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. 1ra ed. Ediciones INCA; 2010.
15. Fernández F, Gómez R, Vanegas L, de la Noval B, Martínez M. Producto inoculante micorrizógeno [Internet]. San José de las Lajas: Oficina Nacional de Propiedad Industrial; 22641, 2000 [cited 07/07/2020]. Available from: https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?jsessionid=ED1D72BCCE74B2DBD801D4D94327D0B1.wapp2nA?docId=CU4401498&recNum=98&office=&queryString=&prevFilter=%26fq%3DOF%3ACU%26fq%3DICF_M%3A%22A01N%22&sortOption=Pub+Date+Desc&maxRec=135
16. Rodríguez Yon Jy, Arias Pérez L, Medina Carmona A, Mujica Pérez Y, Medina García LR, Fernández Suárez K, et al. Alternativa de la técnica de tinción para determinar la colonización micorrízica. Cultivos Tropicales. 2015;36(2):18–21.
17. Martínez González L, Reyes Guerrero Y, Falcón Rodríguez A, Nápoles García MC, Núñez Vázquez M. Effect of bioactive products in biofertilized bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants. Cultivos Tropicales. 2016;37(3):165–71.
18. Lodeiro AR. Interrogantes en la tecnología de la inoculación de semillas de soja con *Bradyrhizobium* spp. Revista argentina de microbiología. 2015;47(3):261–73.

19. Costacurta A. Genetic studies on the auxin hypothesis in the *Azospirillum*/plant inoculation. *Dissertationes de Agricultura*. 1995;275:34–9.
20. Gage DJ. Infection and invasion of roots by symbiotic, nitrogen-fixing rhizobia during nodulation of temperate legumes. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 2004;68(2):280–300.
21. Miranda JCC de, Vilela L, Miranda LN de. Dinâmica e contribuição da micorriza arbuscular em sistemas de produção com rotação de culturas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2005;40(10):1005–14.
22. Tajini F, Drevon J-J. Effect of arbuscular mycorrhizas on P use efficiency for growth and N₂ fixation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Scientific Research and Essays*. 2012;7(16):1681–9.
23. Rivera R, Fernández F, Fernández K, Ruiz L, Sánchez C, Riera M. Advances in the management of effective arbuscular mycorrhizal symbiosis in tropical ecosystems. *Mycorrhizae in crop production*. 2007;151–96.
24. Smith SE. Soil microbes and plants: raising interest, mutual gains. *The New Phytologist*. 2002;156(2):142–4.
25. FERRARIS G, Couretot L. Inoculación en soja con *Bradyrhizobium japonicum* y micorrizas: efecto de la anticipación del tratamiento, el uso de fungicidas y la fertilización fósforo-azufrada. *Proyecto Regional Agrícola*. 2010;1–7.
26. Menéndez DC, Rodríguez ABF. Combinación de formas de aplicación de quitosano en el desarrollo de soja biofertilizada. *Cultivos Tropicales*. 2018;39(3):71–9.