

Evaluación de Quitomax® en dos variedades de soya (*Glycine max* Merrill)

Evaluation of Quitomax® in two varieties of soybean (*Glycine max* Merrill)

Yoannis González Hernández¹

Luis Gustavo González Gómez²

María Caridad Jiménez Arteaga³

Alejandro Falcón Rodríguez⁴

Mario Jesús Alarcón Mok⁵

(1) Ministerio de la Agricultura. Granma. Bayamo. yoannisgonzalezh@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-6734-0137>.

(2) Universidad de Granma. ggonzalezg@udg.co.cu.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8585-5507>

(3) Universidad de Granma. cjimeneza@udg.co.cu.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4761-8249>

(4) Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. alfalcon@inca.edu.cu.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6499-1902>

(5) Universidad de Oriente. Centro Universitario Municipal de Contramaestre.

alarconmok@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0116-5179>

Contacto: yoannisgonzalezh@gmail.com

Artículo recibido el 3/abril/2024. Aprobado 23/abril/2024

Resumen

El trabajo se realizó en la finca “La Dichosa” perteneciente a la CCS “Anselmo Aldana Medel” perteneciente al municipio Bayamo, provincia Granma. Cuba. Con el objetivo de evaluar el efecto del Quitomax® en dos variedades de soya (INCASOYA-22 y INCASOY-2), se desarrolló en el periodo comprendido desde el 28 de diciembre del 2022 al 17 de marzo del 2023. Las aplicaciones del polímero por imbibición de las semillas en una solución de Quitomax® 1 g L⁻¹. y aplicación foliar en dosis de 300 mg ha⁻¹ (tratamientos 2 y 4) al inicio de la floración y se evaluaron las siguientes variables: Altura de las plantas, número de flores, numero de vainas por plantas, número

de granos por vainas, peso de 100 semillas, rendimiento obtenido. El diseño empleado fue completamente aleatorizado con cuatro tratamientos. Se aplicó un Análisis de varianza simple y cuando existió diferencias significativas una Prueba de Comparación Múltiple de Media por Tukey para un 5 % de probabilidad del error. A los datos obtenidos en el experimento se le verificó la normalidad por la prueba estadística de Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de varianza por la prueba de Bartlett. Los resultados obtenidos demostraron la efectividad del Quitomax® al obtener rendimiento de 0,92 t ha⁻¹ en la variedad INCASOY-2 y 0,87 t ha⁻¹ en la variedad INCASOYA-22, por 0,69 t ha⁻¹ y 0,82 t ha⁻¹ y donde no se aplicó el polímero en ambas variedades respectivamente.

Palabras claves: Bioproducto, soya, rendimiento

Abstract

The work was carried out on the “La Dichosa” farm belonging to the CCS “Anselmo Aldana Medel” belonging to the Bayamo municipality, Granma province. Cuba. With the objective of evaluating the effect of Quitomax® on two varieties of soybeans (INCASOYA-22 and INCASOY-2), it was developed in the period from December 28, 2022 to March 17, 2023. The applications of the polymer by imbibition of the seeds in a solution of Quitomax® 1 g L⁻¹. and foliar application in doses of 300 mg ha⁻¹ (treatments 2 and 4) at the beginning of flowering and the following variables were evaluated: Height of the plants, number of flowers, number of pods per plant, number of grains per pods, weight of 100 seeds, yield obtained. The design used was completely randomized with four treatments. A simple Analysis of Variance was applied and when there were significant differences, a Multiple Comparison Test of Mean by Tukey for a 5% probability of error. The data obtained in the experiment were verified for normality by the Kolmogorov-Smirnov statistical test and homogeneity of variance by the Bartlett test. The results obtained demonstrated the effectiveness of Quitomax® by obtaining a yield of 0.92 t ha⁻¹ in the INCASOY-2 variety and 0.87 t ha⁻¹ in the INCASOYA-22 variety, for 0.69 t ha⁻¹ and 0.82 t ha⁻¹ and where the polymer was not applied in both varieties respectively.

Keywords: Bioproduct, soy, yield

Introducción

De las oleaginosas que se producen a nivel mundial, el frijol de soya ocupa el primer lugar en cuanto a producción y consumo con más del 50 % en cada uno de esos conceptos, en relación al

resto de las semillas oleaginosas, por su gran diversidad de usos, derivado de su alto contenido de proteína y calidad de aceite (Orzali *et al.*, 2018). En promedio, el grano seco contiene 20 % de aceite y 40 % de proteína.

Los principales subproductos obtenidos de la soya son el aceite para el consumo humano y la harina utilizada como ingrediente proteico de alimentos balanceados para animales domésticos (principalmente cerdos y aves). Además, el aceite representa una opción para la producción de biodiesel (Lope *et al.*, 2018).

La búsqueda de nuevas alternativas que ayuden a disminuir los costos de la producción agrícola cuidando el medio ambiente, obliga a estudiar la posibilidad de utilizar el potencial que tienen los bioproductos para las plantas. En este contexto, los Bioestimulantes, independientemente de su contenido de nutrientes, pueden contener sustancias, compuestos o microorganismos, cuyo uso funcional, cuando se aplican a las plantas o a la rizosfera, implica la mejora del desarrollo del cultivo, el vigor, el rendimiento y la calidad, mediante la estimulación de procesos naturales que benefician el crecimiento y las respuestas a estrés biótico y abiótico (Brown y Saa, 2015).

Los quitosanos han sido implicados en la inducción de una gran variedad de respuestas vinculadas a la defensa en varios sistemas de plantas, como son la expresión de genes defensivos, la inducción de fitoalexinas y proteínas de resistencia, la lignificación de las paredes celulares, entre otros. Esta respuesta inducida en plantas depende de numerosos factores, tales como la especie vegetal, el microorganismo patógeno, las características físico-químicas del quitosano y la forma en que se aplican (Locatelli *et al.*, 2019).

Quitomax®, bioestimulante líquido a base de polímeros de quitosano, desarrollado por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, se encuentra entre los productos que han sido utilizados como estimuladores del rendimiento en varios cultivos (Martínez *et al.*, 2017).

Se propuso el objetivo general “Evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de soya en el agroecosistema de Bayamo al ser tratada con Quitomax®.”

Materiales y métodos

La investigación se realizó en la finca “La Dichosa” perteneciente a la CCS “Anselmo Aldana Medel” en la comunidad Santa Isabel del Consejo Popular Vicente Quezada perteneciente al municipio Bayamo provincia Granma.

El experimento se desarrolló en el periodo comprendido desde el 28 de diciembre del 2022 al 17 de marzo del 2023.

Se evaluaron dos variedades de soya sembradas a 5 cm entre las plantas (narigón) y con espacio entre hileras de 60 cm (camellón) para todos los tratamientos.

Los tratamientos evaluados fueron:

- 1.- Variedad INCASOYA-22 sin aplicación de Quitomax®
 - 2.- Variedad INCASOYA-22 con aplicación Quitomax® en las semillas e inicio de floración
 - 3.- Variedad INCASOY-2 Sin aplicación Quitomax®
 - 4.- Variedad INCASOY-2 con aplicación Quitomax® en las semillas e inicio de floración
- Las dos variedades se embebieron las semillas en una solución del polímero durante 4 horas previo a la siembra en una concentración de 1 g L^{-1} (Los tratamientos 2 y 4).

En el inicio de floración se aplicó Quitomax® de manera foliar en dosis de 300 mg ha^{-1} (tratamientos 2 y 4). Se tomaron 30 plantas de los cuatro tratamientos para efectuar las mediciones y se evaluaron las siguientes variables.

- Altura de las plantas (cm). Desde la base del tallo al punto más alto de las plantas se midieron con una cinta métrica a los 15 DDG (días después de la germinación, al inicio de la floración e inicio de la fructificación).
- Número de flores, se contabilizaron durante la floración masiva (más del 50 % de plantas con flores) y al inicio de la fructificación (el 25 % de las plantas con frutos).
- Numero de vainas por plantas. Se contaron al inicio de la fructificación, fructificación masiva (más del 50 % de las plantas con vainas) y al inicio de la cosecha.
- -Número de granos por vainas. En el momento de la cosecha se le contaron el número de granos promedio a 30 vainas por tratamientos.
- Peso de 100 semillas (g). Se pesaron 100 semillas por cada tratamiento en una balanza analítica.
- Rendimiento obtenido (t ha^{-1}). Se determinó en base a los componentes del rendimiento, número de vainas por plantas, numero de granos promedio por vainas, peso de 100 semillas y número de plantas por área y se ponderó para una hectárea.

Las variables climáticas fueron tomadas de la red de hidrometeorológica de la provincia Granma, estación Bayamo, se recogió el comportamiento de la temperatura promedio (°C), humedad relativa (%) y las precipitaciones (mm). Las cuales se comportaron dentro del rango exigido por este cultivo, menos las precipitaciones las cuales fueron suplidas por el riego por aspersión. Como se puede observar este periodo es bueno para el cultivo de la soya en la provincia, ya que se comporta como un periodo de excelente temperatura para el cultivo y como un periodo seco de acuerdo a las exigencias climáticas de este cultivo.

Las características del suelo Fluvisol (Hernández *et al.*, 2015) empleado se recogen en la tabla 1, como se nota, el contenido de materia orgánica es alto, comparado con las características de estos suelos debido a la aplicación de materia orgánica proveniente del ganado bovino bien descompuesta la cual le transfiere al suelo propiedades físico-química y biológicas favorables para el desarrollo de un cultivo, en este caso el cultivo de la soya.

Prof. cm	pH en H ₂ O	MO %	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cationes intercambiables					Capacidad de Cambio de Base
			mg/100g	Na	K	Mg	Ca	SST %	cmol.kg ⁻¹	
0-60	7,57	2,90	2,3	35,2	3,97	0,97	10,75	40,85	0,20	56,5

Tabla 1: Características del suelo empleado. Fuente. Laboratorio Provincial de suelos de la provincia Granma.

El diseño empleado fue completamente aleatorizado con cuatro tratamientos. Se aplicó un Análisis de varianza simple y cuando existió diferencias significativas una Prueba de Comparación Múltiple de Media por Tukey para un 5 % de probabilidad del error. A los datos obtenidos en el experimento se le verificó la normalidad por la prueba estadística de Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de varianza por la prueba de Bartlett.

Resultados y discusión

En la tabla 2 se muestra la altura de las plantas realizadas en tres momentos de su crecimiento. A los 15 días después de la germinación no existieron diferencias significativas entre las dos variedades y los cuatro tratamientos evaluados.

En el inicio de floración las mayores alturas se alcanzan en los dos tratamientos donde se aplicó el Quitomax® en las semillas y el tratamiento con la Variedad INCASOY-2 sin aplicación del

biopolímero los cuales superan significativamente al tratamiento de la Variedad INCASOYA-22 sin aplicación del Quitomax®.

En el inicio de fructificación la mayor altura se alcanza en el tratamiento INCASOY-2 sin aplicación del bioproducto con diferencias significativa con el resto de los tratamientos, recordemos que en este momento ya se efectuó la segunda aplicación de Quitomax® en el inicio de floración.

Estos valores son bajos con relación a los reportados por González y Guillama (2021) las cuales reportan entre 100-120 cm de altura, esta diferencia se las atribuimos a las características genéticas de la variedad CUVIN-22 evaluada por estos autores.

González y Guillama (2021) reportan altura de 95 a 100 cm al evaluar dos variedades procedentes de un banco vietnamita y la otra del banco de germoplasma del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas denominadas DT-02 y CUVI-02 respectivamente, las cuales son superiores a la altura alcanzada por las dos variedades evaluadas.

Garcés *et al.*, (2014) al evaluar dos variedades de soya introducidas en Ecuador reporta para altura de planta, que se observaron promedios entre 51,88 y 98,43 cm, durante la época lluviosa, y entre 46,54 y 76,96 cm, durante la época seca, ambos resultados son muy superiores a los obtenidos en esta experiencia, lo que sin duda es una desventaja de las plantas para poder mantener un mayor número de vainas, lo que incide en los rendimientos.

Según Mederos y Ortiz (2021) la variedad INCASOY-2 puede alcanzar hasta 120 cm de altura, esta no se logra en este experimento entre otras cosas por las condiciones climáticas que difieren entre Mayabeque y Granma.

Estos resultados coinciden con Ávila *et al.*, (2015) al evaluar tres cultivares de soya en la provincia de las Tunas, donde obtuvo valores de 33,1 cm para la variedad INCASOY-2 y 29,5 cm de altura para la variedad INCASOYA-22, esta similitud puede estar respaldada por el planteamiento de Sharon (1996), al plantear que el cultivo de la soya es muy sensible al fotoperiodo, el cual varía con la latitud y la época del año, donde la altura es uno de los parámetros, más afectados por la duración del día.

Tratamientos	15 DDG	Inicio floración	Inicio de fructificación
Variedad INCASOYA-22 sin aplicación	17,6	26,1 b	27,0 b
Variedad INCASOYA-22 con aplicación	18,6	28,5 ab	30,0 b
Variedad INCASOY-2 Sin aplicación	17,6	28,7 ab	37,0 a
Variedad INCASOY-2 con aplicación	19,5	29,6 a	29,3 b
EE	0,48	0,81	0,86

Tabla 2: Altura de las plantas por tratamientos (cm).

Al evaluar el número de flores por plantas en dos momentos del ciclo del cultivo (floración masiva e inicio de fructificación), existió diferencias significativas en ambos entre los tratamientos (tabla 3).

En la floración masiva el número de flores por plantas fue mayor en la variedad INCASOY-2 cuando se le aplicó Quitomax® en las semillas e inicio de floración, evidenciándose el efecto positivo del producto aplicado en esta variedad, ya que difiere del tratamiento donde con igual variedad no se aplicó Quitomax® y de los otros dos tratamientos donde se evaluó la variedad INCASOYA-22

En el inicio de la fructificación el tratamiento donde se evaluó la variedad INCASOY-2 sin aplicación del polímero alcanza el mayor valor absoluto, pero sin diferencia significativa con el tratamiento Variedad INCASOY-2 con aplicación de Quitomax® y ambos tratamientos difieren de los tratamientos donde se evaluó la variedad INCASOY-22. Estos resultados pudieran interpretarse como un efecto de aceleración del cuajado del fruto es decir conversión de flores a vainas cuando se aplica el Quitomax® en la variedad INCASOY-2.

Manifiestan Guan *et al.*, (2019) que algunos autores han informado beneficios en el desarrollo de la soya con Quitomax® y sus derivados con diferentes masas moleculares, concentraciones, formas y momentos de aplicación de estos compuestos. En particular, la mayor parte de las investigaciones realizadas en el cultivo con la aspersión foliar han empleado concentraciones altas de Quitomax® y sus derivados (de 1 a 40 g L⁻¹), con consecuencias significativas en su desarrollo que, inclusive, han reducido los efectos negativos causados por estreses abióticos. Lo que quedó demostrado el efecto de este polímero sobre el cultivo de la soya en este trabajo.

Tratamientos	Floración masiva	Inicio de fructificación
Variedad INCASOYA22 sin aplicación	7,10 b	2,0 c
Variedad INCASOYA-22 con aplicación	7,0 b	4,2 b
Variedad INCASOY-2 Sin aplicación	9,5 b	9,0 a
Variedad INCASOY-2 con aplicación	12,9 a	8,4 a
EE	0,42	0,94

Tabla 3: Número de flores por plantas.

Al evaluar el número de vainas, se observa en la tabla 4 que no existió diferencias significativas entre los tratamientos al inicio de fructificación y fructificación masiva, si existieron diferencias al inicio de la cosecha.

La diferencia del número de vainas por plantas entre el momento de fructificación masiva e inicio de cosecha se debe a que en la cosecha se contabilizaron solo las vainas que estaban técnicamente aptas para cosechar, no así vainas dañadas por diferentes causas.

Garcés *et al.*, (2014) para las variables número de vainas por planta, de granos por vaina por planta y de granos por planta, durante la época lluviosa y seca no se observó diferencias estadísticas entre los genotipos. Mientras tanto, durante la época lluviosa los promedios obtenidos fueron mayores estadísticamente para todas las variables mencionadas (44,04 vainas por planta, 2,16 granos por vaina por planta, y 85,75 granos por planta), en comparación con la época seca (33,60 vainas por planta, 1,74 granos por vaina por planta, y 64,57 granos por planta). Estos valores son superiores a los alcanzados en esta investigación, lo que puede deberse a las características genéticas de las variedades y a los factores climáticos imperantes en el momento del desarrollo del trabajo aquí evaluado.

En las condiciones climáticas de Puerto Padre Ávila, *et al.*, (2016) obtuvo en el inicio de fructificación y fructificación masiva, valores de 14,15 y 28,3 vainas por plantas en la variedad INCASOY-2 y para la variedad INCASOYA-22 valores de 11,93 y 23,0 vainas por plantas, los cuales son superiores a los obtenidos en este trabajo ya que el mismo se realizó en invierno, un periodo óptimo para el desarrollo del cultivo.

Por otro lado, Pérez (2014) al evaluar cuatro variedades de soya en la provincia de Las Villas reporta que la variedad INCASOY -36 fue la que obtuvo el mayor promedio de número de legumbres (vainas) por planta alcanzando un valor promedio de 62,16 mostrando diferencias significativas con respecto a las demás variedades. Los resultados anteriores difieren a los

obtenidos por Ponce *et al.* (2002) y Alemán *et al.* (2005), los cuales obtuvieron alrededor de las 50 legumbres por plantas y valores superiores en varios cultivares, todos estos resultados difieren de los obtenidos en este trabajo.

Aunque no se conoce totalmente el mecanismo de acción a través del cual el Quitomax® aumenta el crecimiento y la productividad de los cultivos, si se ha informado un efecto antitranspirante cuando se aplica por aspersión foliar. El Quitomax® causa el cierre estomático en las hojas y evita la pérdida de agua por transpiración (efecto antitranspirante), lo cual reduce el consumo de agua por la planta y regula su disponibilidad para los distintos procesos de la planta, siendo esto esencial en plantas C3 en beneficio de la fotosíntesis. A lo anterior se le debe adicionar el incremento encontrado, con la aplicación de quitosano, en el contenido de algunos nutrientes esenciales relacionados con el desarrollo vegetativo como el calcio, hierro y manganeso según Fioreze *et al.*, (2019).

Tratamientos	Inicio de fructificación	Fructificación masiva	Inicio de cosecha
Variedad INCASOYA22 sin aplicación	10,9	11,3	10,0 b
Variedad INCASOYA-22 con aplicación	11,4	12,3	13,0 a
Variedad INCASOY-2 Sin aplicación	11,4	14,0	11,5 ab
Variedad INCASOY-2 con aplicación	11,2	9,0	13,6 a
EE	0,48	0,91	0,83

Tabla 4: Número de vainas por plantas.

Con relación al número de granos por vainas como se observa en la tabla 6 no existieron diferencias significativas entre los cuatro tratamientos evaluados (tabla 5).

Ávila *et al.*, (2016) en la variedad INCASOY-2 reporta valor de 2,3 granos por vainas el cual es superior al tratamiento donde se aplicó Quitomax® en esta variedad. Para la variedad INCASOYA-22 estos autores señalan valores de 1,76 granos por vainas, el cual es más bajo que el presentado por esta variedad en la tabla 6.

Costales *et al.*, (2020) plantean que la aspersión foliar del Quitomax® estimuló la enzima NR en soya, en dependencia de la concentración empleada. Aumentos de la actividad enzimática se han informado por investigadores en diversos cultivos, que dependieron de la concentración y la especie vegetal tratada, con la aspersión foliar de las concentraciones de Quitomax® evaluadas en este trabajo. Las concentraciones 10 y 50 mg L⁻¹ de quitosano señalan estos autores, favorecieron

el número y la masa seca de los nódulos formados, pero redujeron la actividad NR en hojas durante la etapa V3-V4 de crecimiento de la soya.

Sin embargo, en esta etapa, la actividad NR se benefició con las distintas concentraciones de quitosano a partir de 10 mg L⁻¹, en menor medida 1 000 mg L⁻¹, con relación a las plantas controles. Lo anterior demuestra que el aporte de N con las concentraciones más bajas de Quitomax® pudo deberse más al proceso de fijación biológica del nitrógeno, mientras que con las concentraciones medianas pudo estar más relacionado a la actividad NR como señala Mondal *et al.*, (2011) y se puso de manifiesto en este trabajo.

Tratamientos	Granos por vainas
Variedad INCASOYA22 sin aplicación	2,25
Variedad INCASOYA-22 con aplicación	2,25
Variedad INCASOY-2 Sin aplicación	2,00
Variedad INCASOY-2 con aplicación	1,52
EE	0,26

Tabla 5: Número de granos por vainas.

Al analizar el peso de 100 semillas se observa en la figura 1 que los tratamientos para las dos variedades evaluadas donde se aplicó Quitomax® no difieren entre ellos y esto a su vez difieren de los dos tratamientos donde no se aplicó el biopolímero y el valor más bajo se obtiene en la variedad INCASOYA-22 sin aplicación de Quitomax®.

Garcés *et al.*, (2014) señalan que, para el peso de 100 granos, los valores se ubicaron entre 16,23 y 19,53 g, durante la época lluviosa, y entre 15,15 y 18,60 g, durante la época seca. El comportamiento de los genotipos durante las dos épocas fue similar, siendo la variedad JOSEFINA-1 la que obtuvo menor peso de 100 granos, en comparación con las demás variedades. Por otro lado, la época lluviosa obtuvo el menor peso con 18,55 g, en comparación con la época seca con 17,40 g, los cuales fueron superiores a los obtenidos en este trabajo.

Pérez (2014) reporta que en el componente peso de los granos por plantas la variedad Conquista e INCASOY-36 alcanzaron cifras de 16,67 y 15,46 sin diferencias estadísticas significativas entre ellas, pero si superiores a las demás variedades en estudio. En correspondencia con lo anterior autores como Ponce *et al.* (2002), refieren que este indicador se correlaciona con el rendimiento, a su vez Díaz y Saucedo (2003) señalan que en Cuba el peso de 100 semillas en el cultivo de la soya oscila en un rango de 12 a 19 g.

Por otro lado, Farías (1995) refiere que dicho rango se encuentra de 11,6 a 23,5 g, rango en que se encuentran tres de los tratamientos evaluados en este trabajo, donde excepto el tratamiento con la variedad INCASOYA-22 sin aplicación de bioestimulante obtiene valores fuera de este rango.

Peña *et al.*, (2016) señalan que, en su trabajo a su vez, las concentraciones más bajas de Quitomax® también estimularon la concentración de algunos nutrientes, fundamentalmente los oligoelementos, que coincidieron en estimular la formación y la masa seca de los nódulos en las raíces de soya, lo que sugiere que dichas concentraciones favorecieron el proceso simbiótico del cultivo.

Este planteamiento es motivo de futuras investigaciones para dilucidar el posible mecanismo de estimulación del Quitomax®. Similares resultados de incrementos del contenido de nutrientes en leguminosas se han informado con la aplicación conjunta de Quitomax® y biofertilizantes a base de bacterias diazotróficas libres, con 40 % de incrementos en el contenido de nitrógeno en plantas de frijol caupí (*Vigna unguiculata*) y maíz (*Zea mays*), (Jacoby *et al.*, 2017).

Se ha informado que el Quitomax® aumenta la disponibilidad y la absorción de nutrientes en plantas con otras formas de aplicación. Estas aseveraciones pudieron ocurrir en esta investigación ocasionados por la aplicación del Quitomax® en las semillas y foliarmente.

Mederos y Ortiz (2019) señalan que estas dos variedades pueden un peso de 100 granos de 15,98 gramos y una planta tiene un rendimiento de 48,89 gramos para un potencial productivo de 3,7 toneladas por hectárea. El marco de siembra es de 70 cm entre hileras y 4 cm entre plantas para una densidad poblacional superior a las 357 000 plantas ha⁻¹ con buena capacidad de maduración, resistencia al acame y al desgrane (dehiscencia).

De la anterior característica señaladas por estos autores todas fueron cumplidas técnicamente en el desarrollo de este trabajo, pero algunos indicadores morfológicos son más bajos, atribuible al clima.

Al evaluar el rendimiento obtenido por tratamiento, se lograron los mayores rendimientos en las dos variedades donde se aplicó Quitomax®, sin diferencias significativas entre ellos. Llama la atención que el rendimiento más bajo se alcanzó en el tratamiento donde se evaluó la variedad INCASOY-2 sin aplicación del biopolímero.

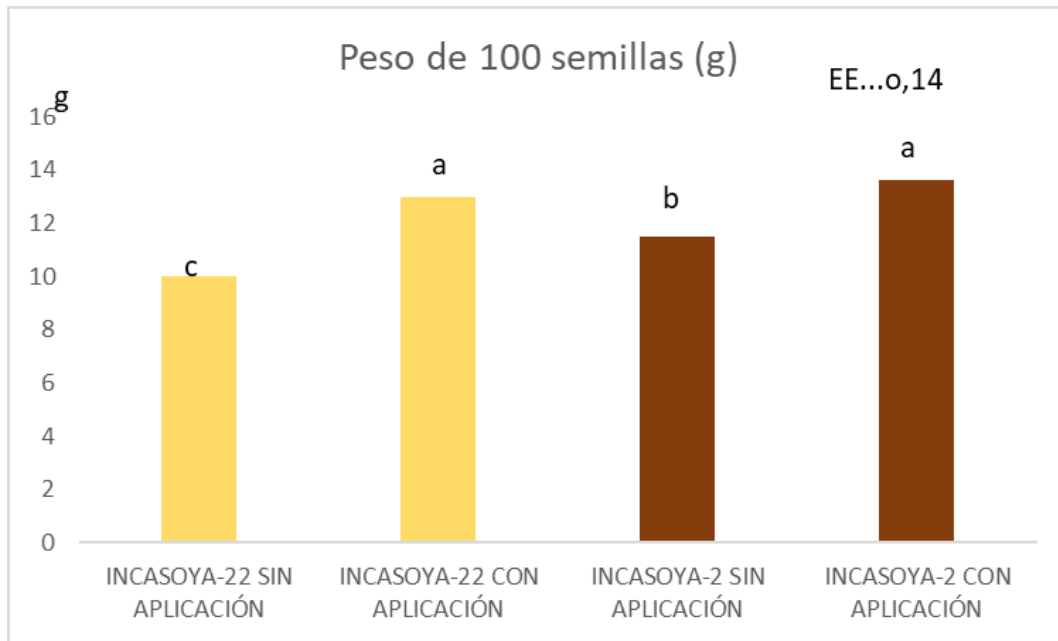


Figura 1: Peso de 100 semillas por tratamientos (g).

Toledo y Osa (2014) en las variedades INCASOY-24 y INCASOY-1, en sus estudios obtuvieron que el rendimiento promedio de estas variedades son de 2,5 y 2,8 t ha⁻¹ respectivamente, estos valores son superiores a los registrados en este trabajo, coinciden que estas evaluaciones se realizaron en condiciones de frío, se evidencia que las variedades tomadas como testigos en estas condiciones climáticas en su trabajo, el su rendimiento se comportó más alto que las otras variedades evaluadas en estas condiciones, exceptuando la variedad DT-20, que llegó a tener el mismo resultado que la testigo INCASOY-24 y superior a la INCASOY-1 de 2,7 t ha⁻¹. Los resultados de estos autores son superiores a los obtenidos en esta investigación.

Pérez (2014) al calcular el rendimiento agrícola de las variedades en estudio se observó que las variedades Conquista e INCASOY -36 no tuvieron diferencias estadísticas entre ellas obteniendo cifras de 2,89 y 2,81 t ha⁻¹ respectivamente. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Ortiz *et al*, (2005) los cuales reportaron rendimiento en un rango de 1 hasta 3 t ha⁻¹ y son superiores a los obtenidos en este trabajo.

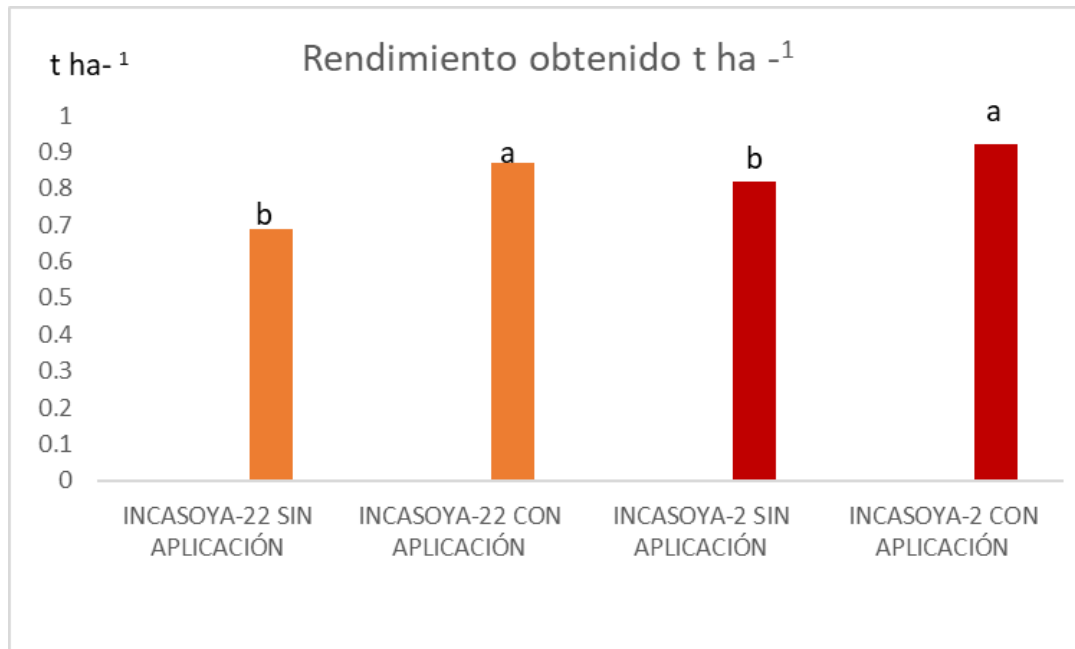


Figura 2: Rendimiento obtenido por tratamiento (t ha⁻¹)

Conclusiones

Al valorar los principales indicadores morfológicos de las variedades de soya INCASOYA-22 e INCASOY-2 en el agroecosistema de Bayamo al aplicarle Quitomax® en la pregerminación e inicio de floración se pudo comprobar el efecto positivo del polímero sobre las variables evaluadas, existiendo la tendencia a incrementar sus valores incluyendo el rendimiento donde se obtuvo 0,92 t ha⁻¹ en la variedad INCASOY-2 y de 0,87 t ha⁻¹ en la variedad INCASOYA-22 al aplicarle Quitomax® por 0,69 y 0,82 t ha⁻¹ respectivamente cuando no se le aplica el polímero a ambas variedades.

Bibliografía

- Alemán, R., Chacón A., Barreda, A., Fleites, Aliesky., Quiñones R., Rodríguez, R., Rodríguez G. 2005. Estudio de nuevas variedades de soya (*Glycine max (L.) Merrill*) en siembras de invierno en suelos pardos con carbonatos. Revista Centro Agrícola. Año 32, No 2, pág 35 – 39, Abril – Junio.
- Ávila, J., Infante, H., Cabello, H. 2016. Evaluación de nuevos cultivares de soya en el municipio Puerto Padre. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5590922>
- Brown, P., y Saa, S. 2015. Biostimulants in agriculture. Mini-Review. Front. Plant Sci. 6(671):1-3. doi:10.3389/fpls.2015.00671.

- Costales, D., Falcón, A., García, R., Zenon, J., 2020. Efecto de la aspersión foliar de quitosano en el desarrollo vegetativo de soya inoculada. *cultrop* vol.41 no.4 La Habana oct.-dic. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362020000400007
- Díaz, M. y O. Saucedo. 2003. Comportamiento de tres variedades de Soya (*Glycine max* (L.) Merr.] en suelo pardo con carbonato. Inédito.
- Farias, J. R. 1995. Requisitos climáticos. En FAO .El cultivo de la soya en los trópicos. Mejoramiento y producción. Roma. ECOMIC.Biotecnia. 2018;20(1):3–7.<https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/522>
- Fioreze, SL, Tochetto, C., Coelho, AE., Melo, HF. 2018. Effects of calcium supply on soybean plants. *Comunicata Scientiae*. 2018;9(2):219-25.
- Garcés, F., Ampuño, M., Vásconez, M.G.H. 2014. “Agronomía, producción y calidad de grano de variedades de soya durante dos épocas de cultivo”, *Bioscience Journal*, 30(5): 717-729, Uberlandia, 2014, ISSN: 1516-3725, e-ISSN: 1981-3163.
- González, MC., Guillama, R. 2021. CUVIN-22. Cultivar de soya (*Glycine max* Merrill) de grano negro. *cultrop* vol.42 no.4 supl.1 La Habana 2021 Epub 30-Dic-2021. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362021000500002.
- Guan, G., Azad, M., Kalam, A., Lin, Y., Kim, SW., Tian, Y, 2019. Biological effects and applications of chitosan and chito-oligosaccharides. *Frontiers in physiology*. 2019;10:516. [Links]
- Hernández, J. A., Pérez, J. J. M., Bosch, I. D. y Castro, S. N. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba. La Habana: INCA.
- Jacoby, R., Peukert, M., Succurro, A., Koprivova, A., Kopriva, S. 2017. The role of soil microorganisms in plant mineral nutrition-current knowledge and future directions. *Frontiers in plant science*. 8:1617. [Links]
- Locatelli, BT., Preus da Cruz M., Dalacosta, NL, Oligine, KF., Bertoldo, E., Mazaro, SM., Haas, J., Potrich, M., Favetti, CI. 2019. Elicitor-induced defense response in soybean plants challenged by *Bemisia tabaci*. *Journal of Agricultural Science*. 2019, 11(2):251-262.
- Lope, C., Ochoa, X., Aguilera, N. 2018. Soya. La oleaginosa de mayor importancia a nivel mundial <http://www.oiap.es.sagarhpa.sonora.gob.mx> > paq-tec > paq-soya
- Martínez-González, L., Maqueira-López, L., Nápoles-García, MC., Núñez-Vázquez, M. 2017. Efecto de bioestimulantes en el rendimiento de dos cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Biofertilizados. Cultivos Tropicales . 2017;38(2):113–8.: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-362017000200017

Mederos-Ramírez, A. y Ortiz-Pérez, R. 2021. Análisis de la interacción genotipo ambiente en el cultivo de la soya (*Glycine max* (L) Merrill) cultrop vol.42 no.1 La Habana ene.-mar. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362021000100010

Mederos-Ramírez, A., y Ortiz-Pérez, R. .2019. Efecto estimulante termoperapeuticos en semillas de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) <https://www.redalyc.org/journal/2691/269173684020/movil/>

Mondal, MMA., Rana, MIK., Dafader, NC., Haque, ME. 2011. Effect of foliar application of chitosan on growth and yield in Indian spinach. J. Agrofor. Environ. 5(1):99-102. [Links]

Ortiz, R., Gonzales, R., Ponce, M. 2005. Importancia de la localidad en el comportamiento de variedades de soya durante siembras de primavera en Cuba. Cultivos Tropicales. 25:67-72.

Orzali, L, Corsi, B., Forni, C., Riccioni, L. 2017.Chitosan in Agriculture: A New Challenge for Managing Plant Disease. Chapter 2, IN INTECH: Biological Activities and Application of Marine Polysaccharides, 2017; 17-33 p.

Peña-Datoli, M., Hidalgo-Moreno, CM., González-Hernández, VA., Alcántar-González, EG., Etchevers-Barra, JD. 2016. Recubrimiento de semillas de maíz (*Zea mays* L.) con quitosano y alginato de sodio y su efecto en el desarrollo radical. Agrocienca. 2016;50(8):1091-106. [Links]

Pérez, A. 2014. Respuesta agronómica e incidencia de plagas en cuatro variedades de soya en la asociación con girasol. Trabajo de Diploma Universidad Central de las Villas. [Links]

Ponce, M., R. Ortiz, C., Moya, C. 2002. Estudio comparativo de nuevas variedades de soya (*Glycine max* L. Merr.) para las condiciones de primavera en Cuba. Cultivos Tropicales, vol. 23, no. 2, p. 55-58.

Sharon, L. 1996, Rhyzobium simbiosis. Not factors in perspective, the Plan Cell 8. 1885-1898 p

Toledo, D., y Osa, Y. 2020. Soya, nuevas variedades para las condiciones edafoclimáticas de Cuba. Programa Nacional de Variedades de soya. Ministerio de la Agricultura. La Habana.