

Efecto de los bioproductos ecomic®, azofert® y quitomax® en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la finca “Montserrat 2”

Idania Pedro Kesell, Ing., Nilda Isabel Sánchez Batista, MsC., Francisco Zayas Sierra, Ing. Euler Velázquez Cantillo, Lic.

Universidad de Artemisa, Cuba

idania7005@nauta.cu

nildai@uart.edu.cu

RESUMEN

La investigación se desarrolló durante la campaña 2018-2019 en la finca “Montserrat 2”, perteneciente a la UBPC “Gregorio Careaga Medina” del municipio Artemisa, con el objetivo de determinar el efecto de los bioproductos EcoMic®, Azofert® y QuitoMax® como alternativa agroecológica para incrementar los rendimientos agrícolas del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Se emplearon métodos teóricos y empíricos, donde sobresalen el experimento, la observación, la medición, el análisis documental y el método estadístico matemático, que permitieron evaluar los indicadores: germinación, prefloración y floración, número de vainas por planta, número de granos por vaina, número de granos por plantas, peso de 100 granos, altura de la planta, producción agrícola y rendimiento agrícola de la muestra con respecto al testigo. Los resultados demuestran que la entidad ha tenido inestabilidad en los rendimientos agrícolas durante las últimas cinco campañas y que la imbibición de las semillas con los bioproductos EcoMic®, Azofert® y QuitoMax® resulta efectivo en el incremento de los rendimientos agrícolas del cultivo, por lo que se recomienda socializar los resultados de la investigación en fincas dedicadas al cultivo del frijol y otras áreas de la provincia Artemisa, con el fin de lograr la sostenibilidad de la agricultura en el territorio, así como incluir en las acciones de capacitación de los productores de granos del municipio y la provincia el tema del empleo de los bioproductos.

Palabras clave: Imbibición, bioproductos, rendimientos agrícolas, alternativa agroecológica

EFFECT OF THE ECOMIC®, AZOFERT® AND QUITOMAX® BIOPRODUCTS LIKE OF THE COMMON BEAN (*PHASEOLUS VULGARIS* L.), IN THE PROPERTY MONSERRATE 2"

ABSTRACT

The investigation was developed during the campaign 2018-2019 in the property Monserrate 2", belonging to the UBPC Gregorio Careaga Medina of the Artemisa municipality, with the objective of determining the effect of the EcoMic®, Azofert® and QuitoMax® bioproducts like agroecologic alternative to increase the agricultural yields of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Theoretical and empiric methods were used, where they stand out the experiment, the observation, the mensuration, the documental analysis and the mathematical statistical method that allowed to evaluate the indicators: germination, pre flowering and flowering, number of sheaths for plant, number of grains for sheath, number of grains for plants, weight of 100 grains, height of the plant, agricultural production and agricultural yield of the sample with regard to the witness. The results demonstrate that the entity has had uncertainty in the agricultural yields during the last five campaigns and that the imbibition of the seeds with the EcoMic®, Azofert® and QuitoMax® bioproducts are effective in the increment of the agricultural yields of the cultivation, for what is recommended to socialize the results of the investigation in properties dedicated to the cultivation of the bean and other areas of the county Artemisa, with the purpose of achieving the sustainability of the agriculture in the territory, as well as to include in the actions of training of those producing of grains of the

municipality and the county the topic of the employment of the bioproducts.

Words key: Imbibition, bioproducts, agricultural yields, alternative agroecological

I. INTRODUCCION

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las leguminosas más importantes en el mundo para el consumo humano, ya que proporciona una fuente significativa de proteínas, vitaminas y minerales a la dieta humana. Es un alimento de gran importancia económica y social para muchos países latinoamericanos, siendo América, actualmente la región de mayor consumo y el segundo en producción, con un 31 % de la producción mundial. (Beebe *et al.*, 2013 y FAO, 2016)

En Cuba, esta leguminosa tiene gran importancia y se cultiva a lo largo y ancho del país, con un área total sembrada de 104 500 hectáreas en el año 2015 (ONEI, 2016). Los rendimientos agrícolas según el diagnóstico realizado el año 2015 para la cadena del frijol común a nivel nacional oscila entre 0,8 y 1,0 t.ha-1, valor que se considera bajo respecto a la media a nivel mundial (FAO, 2016). Sin embargo, la producción nacional satisface solo el 3% de la demanda de consumo, por lo que es necesario importar alrededor de 110 000 toneladas cada año (Sueiro *et al.*, 2011 y Faure, 2014).

Una de las prioridades de la agricultura cubana, en la actualidad, es incrementar la producción de este cultivo utilizando tecnologías que no causen daños al medio ambiente (Martínez *et al.*, 2017). El implemento de una nueva generación de compuestos inocuos o menos agresivos al ambiente y al hombre, maximizan las potencialidades intrínsecas de los cultivos para incrementar sus rendimientos.

Dentro de este grupo de compuestos están las Oligosacarinas, que son polisacáridos y oligosacáridos naturales que forman parte de las paredes celulares de las plantas y microorganismos como los hongos (Falcón *et al.*, 2017). El polisacárido de Quitosano (compuesto activo del QuitoMax®) es uno de los bioestimulantes más estudiado al respecto. Es biocompatible, biodegradable, posee baja toxicidad, alta actividad antimicrobiana y se ha encontrado su efecto estimulador del crecimiento, el desarrollo y los rendimientos en cultivos de interés. (Falcón *et al.*, 2015)

Actualmente, los efectos del cambio climático, la subida de los precios en el mercado de alimentos, el incremento de las importaciones, la degradación de los suelos, la baja productividad del sector

agropecuario en la economía cubana, entre otros, son elementos que sugieren transformaciones en el modelo de producción agropecuaria del país y el desarrollo de políticas públicas de fomento que aseguren una producción y un consumo de alimentos sanos y nutritivos, con garantía de producción y acceso durante todo el año, sobre bases sostenibles.

Varias alternativas resultan necesarias adoptar para garantizar el incremento de los rendimientos en las áreas productoras de “semilla” a partir de la posibilidad del empleo de diferentes bioproductos, entre ellos el EcoMic®, Azofert® y Quitomax®.

Por lo que el objetivo de la investigación es determinar el efecto de los bioproductos EcoMic®, Azofert® y Quitomax® como alternativa agroecológica para incrementar los rendimientos agrícolas del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la finca “Montserrat 2”, UBPC “Gregorio Careaga Medina”, municipio Artemisa.

II. DESARROLLO

La finca “Montserrat 2”, pertenece a la Unidad Básica de Producción Cooperativa “Gregorio Careaga Medina” del municipio Artemisa, se fundó el 10 de noviembre del 1993, se ubica en la Finca la Esperanza, carretera la Roncha. Limita al norte con la finca “Montserrat 1”, al sur con la finca de los campesinos los Tabares, al este con la carretera la Roncha y al oeste con la finca del campesino José Antonio.

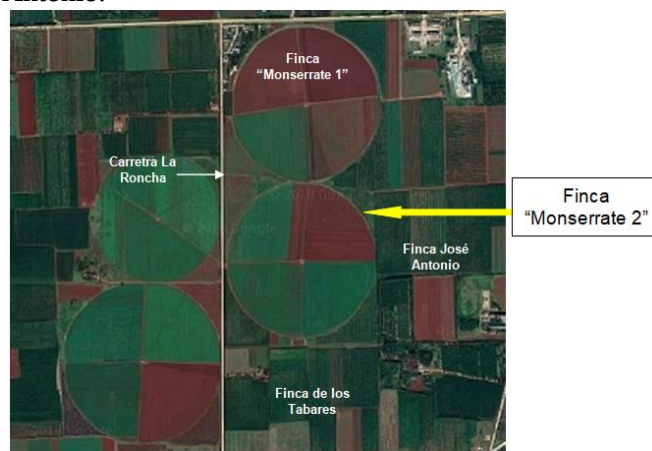


Fig. 1. Ubicación de la Finca “Montserrat 2”

Fuente. INISAV, 2018

Su objeto social es la producción de Cultivos Varios, tiene un área de 32 ha, dividida en cuatro cuadrantes de 8 ha cada uno.

Se encuentra ubicada en un relieve de llanuras marinas, erosivas – corrosivas y el tipo de suelo que predomina en toda su área es Ferralítico rojo lixiviado.

IIB17₂ = p¹ h³ e⁴ c² 160t₅

f

El Índice de Sostenibilidad del suelo (IS) se estima está a 5.5 por encima del umbral del suelo, teniendo como principal proceso degradativo la compactación y el drenaje superficial.

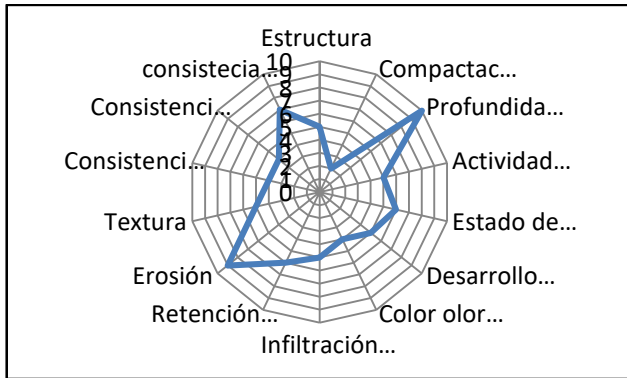


Fig. 2. Esquema analítico del suelo
Fuente: Elaborado por la autora

Las temperaturas medias en el área donde se ubica la finca se encuentran entre 23 y 25°C, la media de las precipitaciones en el periodo lluvioso es de 1 081 mm y en el periodo poco lluvioso solo alcanza los 301 mm, condiciones que se han comportado de forma similar en los últimos años como se muestra en el diagrama climático y que son favorables para el desarrollo exitoso del cultivo según Broughton *et al.*, (2003).

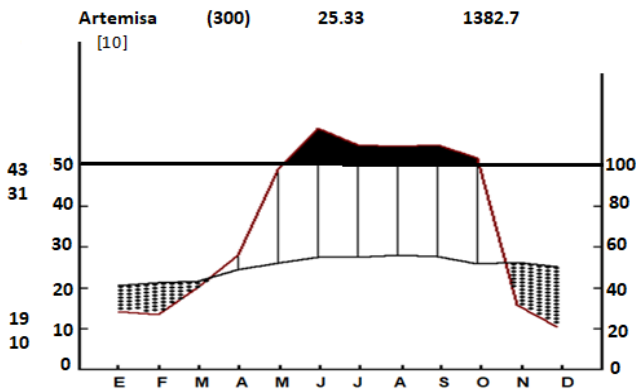


Fig. 3. Diagrama Climático
Fuente: Elaborado por la autora a partir de los datos de Estación Meteorológica de Güira de Melena, Artemisa, 2018.

La producción de frijol común en la finca está distribuida por campañas, a continuación se muestran los resultados de las últimas cinco campañas.

TABLA I.

Resultados productivos del frijol común en la Finca "Monserrate 2"

Indicadores	UM	Campañas				
		2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018
Área sembrada	ha	21	8	24	2	2
Producción obtenida	t	23.1	7.9	27.2	1.81	1.84
Rendimiento	t/ha	1.1	0.98	1.13	0.90	0.92

Fuente. Elaborado por la autora a partir de los registros de la finca

En la tabla anterior se muestran los resultados productivos del frijol en la finca, donde se denota un decrecimiento en las dos últimas campañas, en relación al área destinada a la siembra de este cultivo, debido fundamentalmente a la disponibilidad de semillas, los rendimientos inferiores a la media nacional (1.11 t/ha), según FAOSTAT, (2018).

Diseño del experimento

El estudio consistió en un experimento de campo, donde se empleó el método aleatorio simple.

Se utilizó la estadística inferencial para la interpretación y valoración de los resultados, a través de un análisis de varianza (ANOVA) donde se aplicó la dócima hipótesis de comparación entre las medias y los resultados fueron mostrados en tablas para su mejor interpretación.

El área empleada fue de 4 ha, o sea la totalidad del área planificada a sembrar de frijol común en la finca durante la campaña, sobre un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado, con 2,48 de contenido de materia orgánica y un pH 7.06.

Se tomaron 2 ha como testigo, depositando las semillas directamente en el suelo sin ningún tratamiento, las 2 ha empleadas como muestra experimental, las semillas fueron imbibidas con los bioproductos EcoMic®, Azofert® y QuitoMax®.

Los indicadores evaluados fueron:

- Germinación (días después de la siembra)
- Enraizamiento (días después de la siembra)
- Prefloración y floración (días después de la siembra)
- Número de vainas por planta (uno)
- Número de granos por vaina (uno)
- Número de granos por plantas (uno)
- Peso de 25 granos (g)
- Altura de la planta (cm)
- Producción agrícola (t)
- Rendimiento agrícola (t/ha)

Para la valoración económica se tuvieron en cuenta los siguientes indicadores, tanto en la muestra como en el testigo:

- Gastos totales (CUP)
- Precio de venta (CUP)
- Ingresos por ventas (CUP)
- Utilidad (CUP)
- Costo por peso (CUP)
- Eficiencia económica (%)

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La preparación de suelo se realizó mediante el laboreo mínimo, evitando la inversión del prisma de tierra, logrando una profundidad mayor a 25 cm y un buen grado de mullición, además de garantizar la nivelación del suelo para evitar los encharcamientos y garantizar el drenaje interno y superficial.

En las dos parcelas, se realizó la fertilización de NPK a razón de 0.3 t/ha en el momento de la siembra.

El material de siembra utilizado de frijol común fue la variedad Triunfo negro, la que históricamente se siembra en la finca, con 98% de pureza y un 97,5% de germinación.

La siembra se realizó el 18 de octubre de 2019 en ambas parcelas, en coincidencia con la época óptima de siembra (15 octubre al 30 noviembre), de forma mecanizada con una sembradora de granos GASPARDO y un marco de siembra de 0.9 m x 0.25 m, con un espacio vital de 0,225 m² y un equivalente de 44 444 p/ha, la profundidad de siembra fue de 5-7cm, y se emplearon 200 kg de semillas, a razón de 50 kg/ha.

Las semillas sembradas en la parcela testigo no recibieron tratamiento alguno, mientras que las sembradas en la muestra experimental fueron imbibidas con una mezcla de los bioproductos EcoMic®, Azofert® y QuitoMax®, todos producidos en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), ubicado en Carretera Tapaste, km 3^{1/2}, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. Para ello se mezclaron 200 ml de QuitoMax®, 16 kg de EcoMic® y 200 ml de Azofert® por cada 100 kg de semilla a emplear, después de realizada la mezcla se procedió a imbibición de las semillas, recubriéndolas totalmente y puestas a secar durante 12 horas para realizar la siembra al día siguiente.

El sistema de riego fue por aspersión, con máquina eléctrica de pivote central y una frecuencia de riego cada cuatro días, alternándola con la aplicación de plaguicidas inorgánicos utilizados en la campaña (tabaquina a razón de 8 litros/ha) para ambas parcelas. Las atenciones culturales realizadas fueron:

Actividades mecanizadas: pase de tiller y aporque

Actividades manuales: escarde

En ambas parcelas se aplicó Flex 25 CS a razón de 0.5 – 1.0 l/ha como control post emergente para las dicotiledóneas anuales y para el control de plagas se aplicó Polo 550 EC a razón de 0.75-1.0 l/ha para mosca blanca, trips, pulgones y ácaros.

La observación se realizó a partir de la guía de observación (anexo 1) y abarcó todo el periodo que duró el ciclo del cultivo, durante los primeros 7 días después de la siembra se revisaron las parcelas para observar el inicio y terminación de la germinación.

La germinación es la primera etapa de la fase vegetativa del frijol común, debe ocurrir entre los 0–5 días después de la siembra (dds), según CIAT, (1986).

La muestra experimental inició la germinación a los 4 dds, alcanzando el 98% a los 5 dds, mientras que el testigo inicio la fase a los 5 dds, alcanzando un 93% a los 7dds.

Estos resultados demuestran que el empleo de la mezcla de los bioproductos EcoMic®, Azofert® y QuitoMax® resultó efectiva en el indicador evaluado, en coincidencia con estudios realizados por Allan y Graham, 2002; Parson, 2004; Falcón *et al.*, 2015; Nápoles *et al.*, 2016, Terry *et al.*, 2017 y Costales *et al.*, 2017.

Una vez concluida la germinación y cuando las plantas presentaban el primer par de hojas trifoliadas, entre los 11 y 16 dds, se procedió a examinar el sistema radicular de las plántulas, comprobando que las plantas de la muestra experimental desarrollaron un sistema radical más abundante en comparación con el testigo, como se puede observar en la siguiente figura.

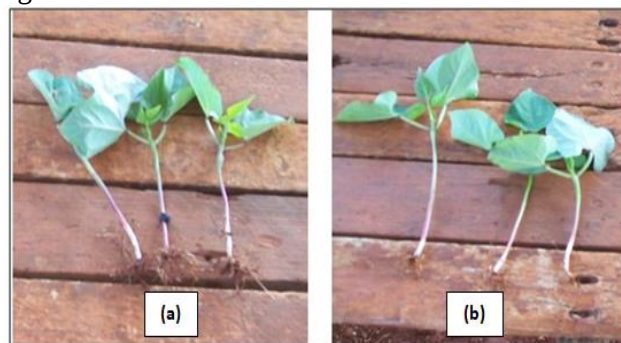


Fig. 4. Enraizamiento de las plantas: (a) muestra con bioproductos, (b) testigo sin bioproductos

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Morales *et al.*, (2016), donde infieren que la aplicación de QuitoMax® estimula el crecimiento de las raíces.

Una vez concluida la fase de germinación (7 días), se inició la observación de la siguiente fase que se corresponde con la prefloración, esta es la primera etapa de la fase reproductiva y ocurre entre los 23 y 32 días después de la siembra y se considera cuando el 50 % de las plantas han emitido el botón floral, a partir de los 32 dds y hasta los 36 dds ocurre la floración, cuando el 50% de las plantas han abierto la primera flor, según CIAT, (1986). La prefloración en la muestra experimental se adelantó en 3 días con relación al testigo ambos se encuentran dentro de los términos establecidos para esta fase reproductiva, y en el caso de la floración se adelantó 2 días en la muestra con respecto al testigo y con el término para esta fase reproductiva.

Los resultados obtenidos en el experimento demuestran el efecto positivo de los bioestimulantes en el crecimiento vegetativo durante la fase reproductiva, estos coinciden con resultados mostrados en estudios anteriores realizados por Falcón *et al.*, (2015) y Nápoles *et al.*, (2016).

Para determinar el número de vainas por planta se realizó una selección al azar, tomando 10 plantas del centro del campo, para evitar el efecto de borde, se tomaron en surcos alternos y se contaron las vainas que tenía cada una de las plantas seleccionadas tanto en la muestra experimental como en el testigo.

TABLA 2.

Número de vainas por planta

Vainas por planta		
No.	Muestra	Testigo
1	14	10
2	13	10
3	10	9
4	12	11
5	13	10
6	11	11
7	12	10
8	11	11
9	10	10
10	11	11
Total	117	103

Media ($\bar{x}$)	11,7	10,3
Varianza	1,76	0,42

Nivel de significación: $\alpha = 0,05$ y 95 % de fiabilidad

Fuente: Elaborada por la autora a partir de los resultados

Como se observa en la tabla anterior, al aplicar la dódima hipótesis de la comparación entre las medias, se puede afirmar que existen diferencias significativas entre el resultado obtenido en la media de la muestra

experimental que supera a la del testigo en 1.4 vainas por planta, infiriendo el efecto positivo de la aplicación de los bioproductos aplicados en la investigación.

Para determinar el número de granos por vaina se emplearon las mismas plantas que para el indicador anterior, procediéndose a contar los granos en las vainas que poseían al menos un grano bien formado.

TABLA 3.

Número de granos por vaina

Granos por vaina		
No.	Muestra	Testigo
1	9	5
2	10	6
3	9	5
4	9	5
5	9	5
6	9	6
7	9	6
8	9	6
9	9	5
10	9	6
Total	91	55

Media ($\bar{x}$)	9,10	5,50
Varianza	0,10	0,28

Nivel de significación: $\alpha = 0,05$ y 95 % de fiabilidad

Fuente: Elaborada por la autora a partir de los resultados

Resultado de aplicar la dódima hipótesis de la comparación entre las medias, se observa que la media de la muestra experimental supera en 3.6 granos por vaina a la media obtenida en el testigo, lo que evidencia que existen diferencias significativas en los resultados alcanzados en este indicador, lo que influye positivamente en la producción, demostrando la efectividad de los bioproductos empleados.

Para calcular el número de granos por planta se utilizaron las 10 plantas que fueron seleccionadas para calcular los indicadores anteriores (número de vainas por planta y número de granos por vaina) y se contaron todos los granos que tenía cada una de ellas.

TABLA 4.
Número de granos por planta

Granos por planta		
No.	Muestra	Testigo
1	94	56
2	91	57
3	91	55
4	92	57
5	91	54
6	91	55
7	90	54
8	89	56
9	91	53
10	92	56
Total	912	553

Media ($\bar{x}$)	91,20	55,30
Varianza	1,73	1,79

Nivel de significación: $\alpha = 0,05$ y 95 % de fiabilidad

Fuente: Elaborada por la autora a partir de los resultados

La tabla anterior muestra los resultados estadísticos del indicador granos por planta, donde al aplicar la décima hipótesis de la comparación entre las medias, se demuestra que existen diferencias significativas en los resultados alcanzados por la media de la muestra experimental que supera en 35.9 a la media del testigo, evidenciando la efectividad de los bioproductos en este indicador que tributa a la producción.

Para calcular el peso de 25 granos por planta se utilizó una balanza analítica marca Cole-parmer, se tomaron 4 muestras en cada caso (testigo y muestra experimental) y se promediaron.

Al analizar este indicador mostrado en la tabla 5 y como resultado de aplicar la décima hipótesis de la comparación entre las medias, se observa que la media del peso de la muestra experimental es superior en 3.82 gramos a la media del testigo, ello permite afirmar que existen diferencias significativas entre los resultados, lo cual corrobora también la influencia de los bioproductos en este importante indicador evaluado.

TABLA 5.
Peso de 25 granos por planta

Peso 25 granos por planta		
Plantas	Muestra (g)	Testigo (g)
1	9	6,3
2	11	7,0
3	9	5,3
4	12	7,1
Total	41.0	25,7

Media ($\bar{x}$)	10,25	6,43
Varianza	2,25	0,72

Nivel de significación: $\alpha = 0,05$ y 95 % de fiabilidad

Fuente: Elaborada por la autora a partir de los resultados

La figura 5 muestra de forma comparativa los resultados obtenidos en la media de los indicadores de rendimiento evaluados, donde la muestra experimental logra valores superiores en todos los indicadores con relación al testigo.

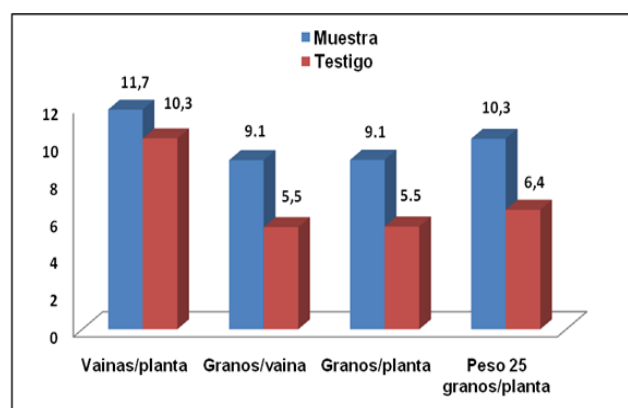


Fig. 5. Comparación de los indicadores de rendimiento evaluados

Fuente: Elaborada por la autora a partir de los resultados

Al respecto García (2014), en la aplicación combinada de Pectimorf® y Azofert® en el cultivo de soya demostró que estas con una dosis de 200 mg.ha-1 y 400 mg.ha-1, incrementaron el número de granos por legumbre.

Estos resultados están en coincidencia con estudios realizados por Morales *et al.*, (2016), quienes estudiaron el efecto del QuitoMax® en aplicaciones foliares en las plantas de frijol, comprobando que se

estimula el número de granos por planta, a la vez que proporciona la formación de un mayor número de vainas y una mayor cantidad de granos por vaina, lo que se traduce en un rendimiento superior al de las plantas que no reciben tratamientos con este bioestimulante.

Terry *et al.*, (2017) obtuvieron resultados similares en el cultivo del tomate, donde el número de racimos, flores y frutos, alcanzaron el mayor valor en los tratamientos donde se embebieron las semillas con las concentraciones de 1, 0 g L⁻¹ del producto.

El EcoMic® es un inoculante sólido que contiene propágulos de hongos micorrízicos arbusculares (HMA).

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), protegen a las plantas hospederas contra los efectos perjudiciales del déficit de agua y de patógenos, así como, incrementan la absorción de nutrientes del suelo, mejorar el crecimiento, desarrollo y los rendimientos de los cultivos. (Ruiz-Lozano *et al.*, 2012)

Otro de los indicadores evaluados fue la altura de la planta, la que se midió con una cinta métrica, desde el área basal del tallo hasta la última hoja trifoliada, para ello se seleccionaron 10 plantas al azar del centro del área en ambas parcelas para evitar el efecto de borde.

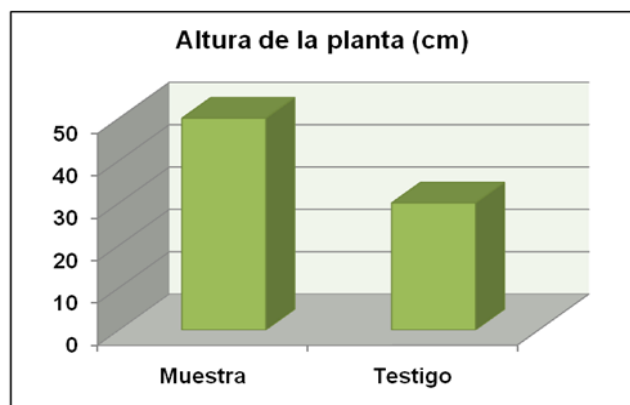


Fig. 6. Altura de la planta

Fuente: Elaborada por la autora a partir de la guía de observación

Como indica la figura anterior existió diferencia en relación a la altura promedio de las plantas medidas durante la investigación, en el caso de la muestra que recibió el tratamiento con bioestimulantes las plantas sobrepasan en 20 cm la altura del testigo, estos resultados coinciden con los obtenidos por Morales *et al.*, (2016) donde infieren que la aplicación de QuitoMax® estimula el crecimiento de las plantas.

Otro de estos productos bioactivos es el Azofert, el cual es un biofertilizante que contiene especies nativas de rizobios, con alto grado de pureza, eficiencia y estabilidad biológica, que ha sido evaluado agrónomicamente con éxito en diferentes condiciones edafoclimáticas. Los efectos beneficiosos que produce este bioproducto se deben principalmente a la función de los rizobios como fijadores del nitrógeno, pero también a la amplia gama de mecanismos de acción de las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. (Nápoles *et al.*, 2016)

Después de realizada la cosecha y realizado el muestreo de humedad se trasladó a la Unidad de Acopio municipal, donde fue pesada, la misma fue obtenida en qq y realizada la conversión a toneladas.

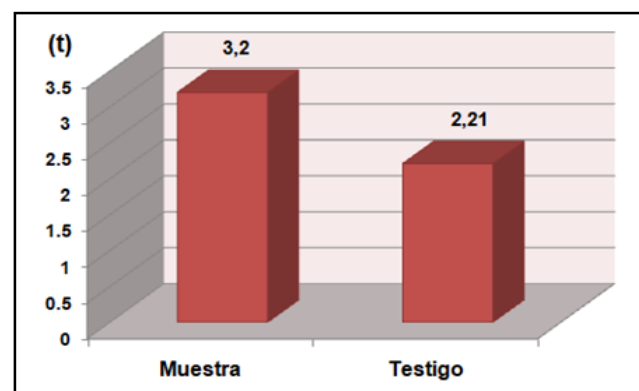


Fig. 7. Producción agrícola obtenida

Fuente: Elaborada por la autora a partir de los cálculos realizados

La fig. 7 visualiza que los resultados de la producción agrícola en la muestra experimental fue superior en 0,99 toneladas a la del testigo, lo que demuestra que el empleo de los bioproductos inciden favorablemente en la producción, estos resultados coinciden con los obtenidos en estudios realizados con la aplicación de estos bioproductos de Quintana (2007), Morales *et al.*, (2016) y Torres *et al.*, (2018).

Con estos resultados y conociendo el área cosechada (2 ha en cada caso) se procedió al cálculo el rendimiento agrícola en t/ha⁻¹.

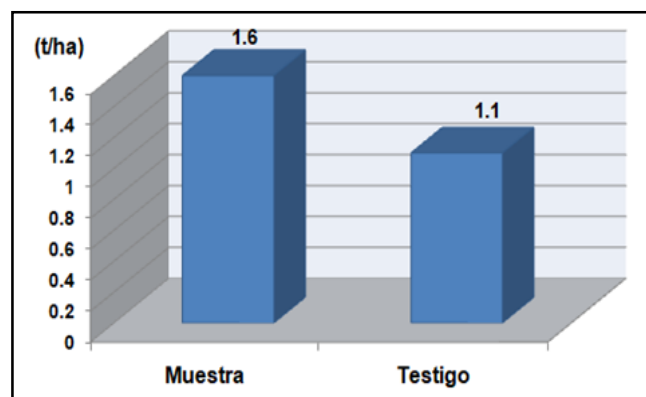


Fig. 8. Rendimiento agrícola obtenido

Fuente: Elaborada por la autora a partir de los cálculos realizados

La figura anterior muestra los resultados del rendimiento agrícola obtenido durante el experimento, donde se evidencia un incremento de 0,5 t/ha en el rendimiento agrícola de la muestra experimental sobre el testigo, demostrando efectividad de la aplicación de los bioproductos en este indicador, estos resultados coinciden con los obtenidos en estudios realizados con la aplicación de estos bioproductos de Quintana (2007), Morales *et al.*, (2016) y Torres *et al.*, (2018).

La respuesta favorable de los indicadores productivos se debe a que la aplicación de QuitoMax estimuló los procesos fisiológicos de las plantas, incrementando el tamaño de las células, lo cual hace más asimilable los nutrientes por las mismas (Hadwiger, 2013).

Por otra parte, este efecto también está relacionado con la capacidad del producto de actuar como antitranspirante al provocar un cierre parcial o total de los estomas, favoreciendo el estado hídrico de la planta y otros procesos fisiológicos que contribuyen a aumentar la producción de biomasa y el rendimiento agrícola, a la vez que reduce las pérdidas de agua en las plantas. (Mansilla *et al.*, 2013)

La valoración económica se realizó comparando los resultados obtenidos durante la investigación (2018-2019) entre la muestra experimental y el testigo, así como los resultados de la muestra con los resultados de las últimas dos campañas (2016-2017 y 2017-2018), para ello se emplearon los datos obtenidos en la revisión de la documentación estadística de la UBPC.

Los indicadores económicos evaluados en ambos casos fueron:

Gastos totales (\$), se calcularon teniendo en cuenta todos los gastos incurridos durante el experimento.

Precio de venta (\$/qq), se obtuvo del precio establecido según el Ministerio de Finanzas y Precios para este producto.

Ingresos por venta (\$), se obtuvo de multiplicar la producción obtenida por el precio de venta ($I = P \cdot Pv$)

Utilidad (\$), se obtuvo de multiplicar el ingreso por las ventas menos el gasto ($U = I - V - Gt$)

Costo por peso (\$), se obtuvo de dividir el gasto total entre los ingresos ($C/\$ = Gt/I$)

Eficiencia económica (%), se obtuvo de dividir el ingreso entre el costo total de la producción ($Ee = I/Gt$)

TABLA 6.

Resultados de la valoración económica de la producción

Indicadores	UM	Campaña 2016 – 2017	Campaña 2017 – 2018	Campaña 2018 – 2019	
				Testigo	Muestra
Gastos totales	\$	28 322.00	27 451.00	26 011.00	26 891.00
Gastos de Bioproductos	\$	-	-	-	440.00
Precio de venta	\$/qq	915.00	915.00	915.00	915.00
Ingresos por ventas	\$	35 803.95	36 600.00	43 764.45	63 656.55
Utilidad	\$	5 237.36	9 149.00	17 744.30	25 735.88
Costo por peso	\$	0.79	0.75	0.59	0.42
Eficiencia económica	%	1.26	1.33	1.7	2.4

Fuente. Departamento Económico UBPC

Como se observa en la tabla anterior, al comparar los resultados obtenidos en la campaña 2018-2019, la muestra experimental obtiene valores superiores en todos los indicadores evaluados con respecto al testigo, en el indicador ingresos por ventas la muestra experimental supera al testigo en \$ 19 892.10, generando utilidades superiores en \$ 7 991.58 con respecto al testigo.

En el caso del gasto total en la muestra experimental se incrementa por el uso de los bioproductos empleados, no obstante se disminuye el costo por peso en \$0,17.

Al analizar la eficiencia económica obtenida en la muestra experimental se evidencia un incremento en este indicador con respecto al testigo, lo que se corresponde con los resultados obtenidos y demuestra la efectividad de los bioproductos empleados en el experimento en el incremento de los rendimientos agrícolas.

Al comparar los resultados obtenidos por la muestra experimental, con los obtenidos en las campañas anteriores (2016-2017 y 2017-2018), se observa una disminución tanto en los gastos totales como en el costo por peso, a pesar de incluirse los gastos de los bioproductos y se denota un incremento significativo

de los indicadores ingresos por ventas y la utilidad, así como un incremento en la eficiencia económica, aspectos esenciales que permiten aseverar la que el empleo de bioproductos contribuyen a elevar la producción y los rendimientos agrícolas en el cultivo estudiado.

Todos los resultados evaluados durante la investigación permiten afirmar que, no solo los indicadores fisiológicos evaluados durante el experimento (vainas por planta, granos por vaina y granos por planta) resultaron superiores en la muestra experimental e influyeron en el aumento de la producción y los rendimientos agrícolas, sino que el uso de los bioproductos empleados en la investigación permitieron disminuir tiempo en el ciclo vegetativo y productivo y permitieron el incremento de la producción, el rendimiento agrícola y los indicadores económicos evaluados.

IV. CONCLUSIONES

1. La imbibición de las semillas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), en una mezcla de EcoMic®, Azofert® y QuitoMax®, estimula el crecimiento fisiológico de las plantas, disminuyendo el ciclo vegetativo
2. El empleo de los bioproductos EcoMic®, Azofert® y QuitoMax®, incrementa la producción y los rendimientos agrícolas en el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)
3. Los resultados económicos obtenidos en la producción frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) demuestran la efectividad de los bioproductos en la disminución del costo por peso y en el aumento de la eficiencia económica.

RECOMENDACIONES

- Socializar los resultados de la investigación en fincas dedicadas al cultivo del frijol y otras áreas de la provincia Artemisa, con el fin de lograr la sostenibilidad de la agricultura en el territorio.
- Incluir en las acciones de capacitación de los productores de granos del municipio y la provincia el tema de aplicación y beneficio de los bioproductos en el cultivo del frijol.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Beebe S., Ribet J., Velasco A. Pedraza F., Beck D.P. & Drevon J.J. (2013). Symbiotic nitrogen fixation of common 64ige under phosphorus limitation: heritability, correlation and gene tagging. (Proyecto de cooperación Franco- Cubana sobre el manejo del complejo Phaseolus- Fósforo- Rhizobium (PPR) para mejorar los rendimientos de las rotaciones frijol- maíz y la fertilidad de los suelos en Cuba). La Habana, Cuba: Instituto de Suelos.

[2] FAO (2016). Estado de inseguridad alimentaria en el mundo, 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4646s.pdf>. Consultado en junio de 2019.

[3] ONEI (2016). Sector Agropecuario. Indicadores seleccionados. Enero-Diciembre de 2015. Centro de Gestión de la Información Económica, Medioambiental y Social. República de Cuba, p. 14.

[4] Sueiro, A.; Rodríguez, M. y de la Cruz, S. (2011). “El uso de biofertilizantes en el cultivo del frijol: una alternativa para la agricultura sostenible en Sagua la Grande”. Observatorio de la Economía Latinoamericana, no. 159, ISSN 1696-8352. Disponible en: <https://www.eumed.net/eumednet/cursecon/ecolat/cu/2011/gpm.zip>. Consultado el 15 de mayo de 2019.

[5] Faure, A.B., Benítez, G.R. y Rodríguez, A.E. (2014). Guía técnica para la producción de frijol común y maíz. 1st. Ed., La Habana, Cuba, Instituto de Investigaciones de Fruticultura Tropical, 22 p.

[6] Martínez, L., Maqueira, L., Nápoles, M y Núñez, M., (2017). Efecto de Bioestimulantes en el rendimiento de dos cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) biofertilizados, Vol. 38, nº 2, p. 113 – 118.

[7] Falcón, A.B., González, D., Costales, D., Morales, D., Travieso, L., Terry, E., Ruiz, J., González, L.G., Jiménez, M.C., Martínez, M.A., (2015). Avances en las investigaciones conducentes a la implementación del QuitoMax en el cultivo del tomate, Vol. 39.

[8] Falcón, A.B., Costales, D., González, D., Morales, D., Mederos, Y., Jerez, E., Cabrera, J.C., (2017). Chitosans of different molecular weight enhance potato (*Solanum tuberosum* L.) yield at field trial, Vol. 15 <https://doi.org/10.5424/sjar/2017151-9288>. Consultado 10 de junio de 2019.

[9] Broughton, W.J.; Hernández, G.; Blair, M.; Beebe, S. y Gepts, P.(2003). Beans (*Phaseolus* spp.) model food legumes. Plant and Soil. Vol. 252, p. 55-128.

[10] FAOSTAT (2018). Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: www.fao.org/foostat/es/#data/QC. Consultado 16 de diciembre de 2019.

[11] CIAT (1986). Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

[12] Allan, D. and Graham, P. (2002). Soil Biology and Fertility: Symbiotic Nitrogen Fixation, other N₂-fixing symbiosis. Dep. of Soil, p. 1 – 125.

[13] Parsons, R., (2004). Plant Microbe Metabolism. Disponible en:

www.personal.dundee.ac.uk/~rparsons/andfrank.htm.

Consulta 10 junio de 2019.

[14] Nápoles, M.C., Cabrera, J.C., Onderwater, R., Wattiez, R., Hernández, I., Martínez, L y Núñez, M., (2016). Señales en la interacción *Rhizobium leguminosarum*-frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Cultivos Tropicales, Vol. 37, n° 2, p. 37 – 44.

[14] Terry, E., Falcón, A., Ruiz J., Carrillo Y. y Morales, H. (2017). Respuesta agronómica del cultivo de tomate al bioproducto QuitoMax. Cultivos Tropicales. 38 (1).

[15] Costales, D., Nápoles, M.C., Falcón, A.B., González Anta, G., Ferreira, A., Rossi, A., (2017). Influencia de quitosanos en la nodulación y el crecimiento vegetativo de soya (*Glycinemax* L. Merrill). Cultiv. Trop, Vol. 38, p. 138 – 146.

[16] Morales, G.D., Dell'Amico, R.J., Jerez, M.E., Díaz, H.Y y Martín, M.R., (2016). Efecto del QuitoMax® en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivos. Tropicales, Vol. 37, n° 1, p. 142 – 147. ISSN impreso: 0258-5936, ISSN digital: 1819 – 4087.

[17] Ruiz-Lozano, J. M., Porcel, R., Bárzana, G., Azcón, R. y Aroca, R. (2012). Contribution of arbuscular mycorrhizal symbiosis to plant drought tolerance. State of the art. En: Plant Responses to Drought Stress: From Morphological to Molecular Features. Ed. R. Aroca. Springer-Verlag, Heidelberg, Germany, p. 335-362.

[18] Quintana, O. (2007). Evaluación de tres bioestimulantes, en el cultivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de la provincia Santiago de Cuba. Tesis presentada en opción al Título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Granma, Bayamo, Cuba.

[19] Torres, J.A.; Reyes, J.J.; González, L.G.; Jiménez, M.; Boicet, T.; Enríquez, E.A.; Rodríguez, A.T.; Ramírez, M.A. y González, J.C. (2018). Respuesta agronómica de dos variedades de maíz blanco (*Zeas mays*, L.) a la aplicación de Quitomax, Azofert y Ecomic. Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud. Volumen XX, Número 1. Universidad de Sonora. Disponible en: <http://biotecnica.unison.mx>. Consultado el 12 de julio de 2020.

[20] Hadwiger, L.A. (2013). Multiple effects of chitosan on plant systems: Solid science or hype. Plant Science. 208: 42-49.

[21] Mansilla, A.Y., Albertengo, L., Rodríguez, M.S., Debbaudt, A., Zúñiga, A. y Casalongué, C.A. (2013). Evidence on antimicrobial properties and mode of action of a chitosan obtained from crustacean exoskeletons on *Pseudomonas syringae* pv. Tomato

DC3000. Applied Microbiology and Biotechnology. 97 (15): 6957-6966.

ANEXOS

Anexo 1. Guía de observación

Objetivo: Constatar los aspectos fisiológicos de las plantas, vinculados directamente los rendimientos agrícolas evaluados en el experimento en la finca “Monserrate 2”.

Indicadores a observar

- Germinación (días después de la siembra)
- Sistema radicular (días después de la siembra)
- Prefloración y floración (días después de la siembra)
- Número de vainas por planta (uno)
- Número de granos por vaina (uno)
- Número de granos por planta (uno)
- Peso de 25 granos por planta (g)
- Altura de la planta(cm)
- Producción agrícola (t)
- Rendimiento agrícola (t/ha)

La información de cada indicador se recoge en la siguiente tabla:

Indicadores	UM	Muestra	Testigo
Germinación	dds		
Sistema radicular	dds		
Prefloración y floración	dds		
Número de vainas por planta	uno		
Número de granos por vaina	uno		
Número de granos por plantas	uno		
Peso de 25 granos por planta	g		
Altura de la planta	cm		
Producción agrícola	t		
Rendimiento agrícola	t/ha		