

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Respuesta de *Phaseolus vulgaris* a la aplicación de Azofert-F, Micorriza y QuitoMax a la semilla, en dos períodos de siembra

Response of *Phaseolus vulgaris* to Azofert-F, Micorriza and QuitoMax application to seed, in two seeding periods

María Caridad Jiménez Arteaga* , Luis Gustavo González Gómez , Ana Julia Verdecia Corría , Anabel Oliva Lahera 

Universidad de Granma Universidad de Granma (UDG), Carretera a Manzanillo km 17 ½, Peralejo - Apartado 21 – Bayamo, Granma, Cuba, CP 85149

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 14/01/2019
Aceptado: 04/12/2019

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran no existir conflictos de intereses.

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

María Caridad Jiménez Arteaga
mcjimeneza@udg.co.cu



RESUMEN

El trabajo se desarrolló en la finca de semillas Cerca Blanca con el objetivo de comparar el efecto de tres bioestimulantes en el cultivo del frijol, sembrado en dos periodos, cuando se aplican a las semillas, previo a la siembra. Las semillas tratadas se sembraron bajo un diseño completamente aleatorizado a la distancia de 0,70 m entre surcos y 0,07 m entre plantas. Se evaluaron las siguientes variables: número de legumbres por plantas, número de semillas por legumbre, masa de mil semillas (g) y rendimiento agrícola ($t\ ha^{-1}$). Los mejores resultados correspondieron al tratamiento donde se aplicó Azofert F[®] para los dos periodos de siembra, con un rendimiento agrícola de 2,57 y 0,869 $t\ ha^{-1}$, seguido del tratamiento con QuitoMax[®] (2,11 y 0,774 $t\ ha^{-1}$). El tratamiento control fue el de menor rendimiento para ambos periodos (1,27 y 0,46 $t\ ha^{-1}$). El Azofert F[®] es el bioproducto que más incide en el rendimiento durante ambos periodos.

Palabras clave: Ecomic[®], Azofert F[®], QuitoMax[®], rendimiento agrícola

ABSTRACT

The work was carried out in the "Cerca Blanca" seed farm with the objective of comparing the effect of three biostimulants on bean cultivation, sown in two periods, when

applied to the seeds, before sowing. The treated seeds were sown under a completely randomized design at a distance of 0.70 m between rows and 0.07 m between plants. The following variables were evaluated: number of legumes per plants, number of seeds per legume, mass of one thousand seeds (g) and agricultural yield ($t\ ha^{-1}$). The best results corresponded to the treatment where Azofert F[®] was applied for the two planting periods, with an agricultural yield of 2.57 and 0.869 $t\ ha^{-1}$, followed by treatment with QuitoMax[®] (2.11 and 0.774 $t\ ha^{-1}$). The control treatment was the one with the lowest yield for both periods (1.27 and 0.46 $t\ ha^{-1}$). Azofert F[®] is the bioproduct that most affects performance during both periods.

Keywords: Ecomic[®], Azofert F[®], and QuitoMax[®], agricultural yield

INTRODUCCIÓN

El cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) está influenciado por un grupo de factores climáticos, edáficos y bióticos en Cuba, entre los cuales pueden producirse complejas interacciones. Las semillas almacenadas deben tener una viabilidad alta al inicio del almacenamiento y mantener la misma durante el tiempo que permanezcan en él (Corzo *et al.*, 2015).

Según Cejas (2014) convencionalmente las semillas se almacenan a temperaturas entre 5 °C y -20 °C, condiciones que reducen la actividad metabólica y los procesos relacionados con la pérdida de la viabilidad y el vigor. Sin embargo, aun en las mejores condiciones de almacenamiento, las semillas sufren un deterioro progresivo o envejecimiento que está relacionado con la acumulación de metabolitos tóxicos, la mezcla mecánica, el cruzamiento de los materiales y presiones de selección en poblaciones silvestres o variedades.

Una alternativa para solucionar este problema es aumentar la eficiencia de las plantas para tomar los nutrientes del suelo de tal manera que con menores cantidades de fertilizantes se obtengan cosechas satisfactorias. Una de las formas de aumentar dicha eficiencia es a través de las Micorrizas (Ecomic). La incorporación de hongos micorrizógenos ayuda a mejorar el área radicular, por lo que mejora la toma de nutrientes del suelo y los trasloca hacia la planta (Barrera, 2015).

El Azofert es un inoculante a base de bacterias del género *Rhizobium*, capaz de asociarse con las plantas leguminosas y formar nódulos en sus raíces, dentro de los cuales fijan

el nitrógeno del aire y lo brindan directamente a la planta, por lo que se reduce de esta forma el uso de este nutriente mediante formulaciones químicas (Nápoles *et al.*, 2016).

A partir de los resultados encontrados en el cultivo del frijol, uno de los aspectos a través de los cuales el quitosano influye en la reducción de la transpiración es que el producto incrementa los niveles de ácido abscísico (ABA) en las hojas tratadas, el cual activa el cierre parcial de los estomas (Jiao *et al.*, 2012).

Es por ello que nos propusimos como objetivo evaluar la respuesta agronómica del frijol a tres bioproductos, Azofert, Micorriza y quitosano, en el cultivo del frijol sembrado durante un periodo óptimo y uno tardío.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en la finca de semillas "Cerca Blanca", municipio Bayamo, provincia Granma, en los periodos comprendidos entre el 15 de diciembre y el 5 de marzo de 2018 (óptimo) y el 23 de enero y el 4 de abril del 2017 (tardío), sobre un suelo pardo con carbonato (Hernández *et al.*, 2015). Se utilizó la variedad de frijol blanco Quivicán comprada en la Empresa de Semillas Granma.

Los datos climáticos fueron tomados de la red de Hidrometeorológica de la provincia Granma, ubicada en Bayamo a 3,5 km de distancia del lugar de los experimentos.

Se aplicaron los tratamientos siguientes para los dos periodos evaluados:

- Tratamiento 1: tratamiento control, semillas asperjadas con agua.
- Tratamiento 2: las semillas se peletizaron con una pasta formada por Micorrizas y agua.

- Tratamiento 3: se inocularon las semillas con Azofert, mediante aspersión hasta su total humedecimiento.
- Tratamientos 4: las semillas fueron embebidas durante 4 h con una solución de QuitoMax con una concentración de 1 g L⁻¹, posteriormente se secaron en una bandeja de aluminio y se dejaron reposar 24 h hasta su siembra.

Se evaluaron las siguientes variables para los dos periodos, en 30 plantas por tratamientos y réplicas.

- Número de legumbres por plantas: en el momento de fructificación masiva (más del 50 % de las plantas con vainas).

En el momento de la cosecha se seleccionaron 30 legumbres al azar de 15 plantas por cada tratamiento (cinco por réplica), se contabilizó:

- Número de granos por legumbres, se contaron y promediaron las mismas.
- Masa de mil semillas (g): Se seleccionaron al azar 1 000 semillas y pesaron en una balanza analítica.
- Rendimiento agrícola estimado (t ha⁻¹), se calculó el rendimiento agrícola estimado por parcelas y se ponderó el mismo para una hectárea.

Las parcelas experimentales tuvieron una dimensión de 5 m de largo y 3,50 m de ancho (cinco surcos) separados a 0,70 m, sembradas las semillas a una distancia de 7 cm entre plantas. El diseño utilizado fue de bloque al azar con tres réplicas y el análisis estadístico empleado fue un Análisis de Varianza de clasificación doble y prueba de Duncan para un nivel del 5 % de probabilidad de error, con el paquete estadístico STATISTICA Versión 10,0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo óptimo las temperaturas oscilaron entre de 23,5 y 25,4 °C y temperaturas de 25,3 a 27,4 oC para el periodo tardío, como se observa, estas oscilaron en un rango favorable para este cultivo. Patiño (2018) refiere que este cultivo se desarrolla bien a una temperatura entre 21 y 28 °C, aunque esta diferencia de 2 oC puede influir en los resultados.

La humedad relativa varió entre 77 y 82 % para el periodo óptimo y entre 68 y 75 % para el tardío; sin embargo, Patiño (2018) señala que la humedad entre 65 y 80 % favorecen el crecimiento y desarrollo de este cultivo. Solo en el periodo óptimo esta humedad fue ligeramente superior al rango y no se considera que pudo haber influido en los resultados.

Las precipitaciones fueron escasas para los dos periodos por lo que la carencia de humedad en el suelo fue corregida a través de riegos por aspersión, hasta la fase de floración y luego, un riego por gravedad durante la fase de fructificación.

Al evaluar el número de legumbres por plantas se apreció que en el periodo óptimo el mejor comportamiento correspondió al tratamiento con Azofert, pudiendo ser atribuido a la mayor fijación de nitrógeno al aplicar este bioproducto (Tabla 1); sin embargo, en el periodo tardío no existen diferencias entre los tres tratamientos donde se aplicaron los bioproductos a las semillas, pero difieren respecto al tratamiento control. La diferencia entre un periodo y otro, a pesar de que las temperaturas estuvieron dentro del rango permisible para el cultivo, en el periodo tardío se acerca al límite permisible del mismo y pudo haber afectado fisiológicamente la variable

Tabla 1. Número de legumbres por planta en los tratamientos y periodos de siembra

Tratamiento	Periodo óptimo	Periodo tardío
Control	11,60 bc	4,20 c
Micorriza	10,80 c	6,20 ab
Azofert-F	19,90 a	7,10 a
QuitoMax	15,50 b	6,20 ab
E.E.	0,79	0,36

Medias con letras desiguales difieren entre sí para $p \leq 5\%$

analizada.

Prado *et al.* (2017) evaluaron variedades de frijol en condiciones de déficit hídrico siendo los mejores resultados en este indicador los obtenidos cuando las semillas fueron inoculadas con Azofert, lo que coincide con los resultados alcanzados en este trabajo.

En la variedad Quivican Peña *et al.* (2017) al aplicar diferentes dosis de un bioestimulante se reportaron un valor para este indicador de 7,48 legumbres por plantas en el tratamiento control y 16,90 legumbres por plantas en la dosis más elevada para el periodo óptimo, solo el tratamiento con Azofer supera este rango para el periodo óptimo, aunque en el periodo no óptimo están por debajo del mismo.

La Tabla 2 refleja el número de granos por legumbres, apreciándose que en los dos periodos no existieron diferencias significativas entre los tratamientos. Los valores del número de granos referidos por Peña *et al.* (2017) con esta variedad fueron de 4,73 a 6,03 granos por legumbres, lo que coincide con los obtenidos durante el periodo óptimo, sin embargo, en el periodo tardío ninguno de los tratamientos se encuentra en ese rango.

Según Expósito y García (2011), al evaluar 78 variedades de *Phaseolus*, los resultados obtenidos en este indicador fueron de 3,68 a 5,88 granos por legumbres. Por eso queda demostrado que los bioproductos empleados y las épocas evaluadas inciden sobre esta variable al no producir cambios significativos en la misma.

Con relación a la masa de mil semillas, el Manual de Producción Sostenible de Frijol Común en Cuba (MINAG, 2018) reporta que la variedad Quivican puede alcanzar valores de 210 g, valor que es superado por todos los tratamientos evaluados, debido a la ejecución de una buena agrotecnia, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos durante ninguno de los dos periodos. Sin embargo, estos resultados relegados en la Tabla 3 superan todos los tratamientos reportados por Peña *et al.* (2017), pero al igual que en este, no hubo diferencias entre los tratamientos aplicados.

Según MINAG (2018) esta variedad tiene un potencial de rendimiento de 2,2 t ha⁻¹, valor que fue superado solo en el tratamiento cuando las semillas fueron inoculadas con Azofert en el

Tabla 2. Número de granos por legumbre en los por tratamientos y periodo de siembra

Tratamiento	Periodo óptimo	Periodo tardío
Control	4,80	4,06
Micorriza	5,00	3,80
Azofert-F	5,00	3,80
QuitoMax	5,20	4,05
E.E.	0,05	0,068

Ausencia de letras no existe diferencias significativas para $p \leq 5\%$

Tabla 3. Masa de mil semillas por tratamientos y periodos de siembra (g)

Tratamientos	Periodo óptimo	Periodo tardío
Control	387,8	379,9
Micorriza	388,5	381,5
Azofert	389,2	380,4
QuitoMax	391,2	383,3
E.E.	0,18	0,16

Ausencia de letras no existe diferencias significativas para $p \leq 5\%$

periodo óptimo, el resto de los tratamientos están por debajo del potencial productivo de la variedad Quivican (Tabla 4).

En el periodo tardío ninguno de los tratamientos alcanza el 50 % del potencial de la variedad, aunque los tratamientos con Azofert y QuitoMax superan la media mundial que es de 0,68 t ha⁻¹ y a países con tradición como son México con 0,674 t ha⁻¹ y Brasil con 0,713 t ha⁻¹ (MINAG, 2018).

Por otro lado, Pérez (2017) reporta rendimiento de hasta 2,3 t ha⁻¹ en esta variedad lo que son inferiores a los resultados de esta experiencia cuando se aplicó Azofert, ligeramente superior cuando se aplicó QuitoMax. A la vez, Viñals *et al.* (2002) reportan que la siembra de varios cultivares de frijol, entre los que se incluye Quivican, se ve seriamente afectado entre un periodo óptimo y un periodo tardío con afectaciones que varían de 0,64 t ha⁻¹ para un periodo normal y 0,32 t ha⁻¹ para uno tardío en la provincia de Pinar del Rio, igual afectación se presenta en el caso evaluado donde los resultados en el periodo óptimo superan al tardío, demostrando que este cultivo es susceptible a las condiciones climáticas, especialmente a la temperatura.

CONCLUSIONES

La aplicación de los bioproductos sobre las semillas, previo a la siembra ejerce un efecto positivo sobre el rendimiento y algunos de sus componentes. Los mejores resultados se obtienen cuando se realizan aplicaciones de Azofert (2,57 t ha⁻¹ para el periodo óptimo y 0,869 t ha⁻¹ para el periodo no óptimo). El

tratamiento a la semilla con micorrizas fue el menos efectivo, pero los rendimientos alcanzados con el uso de los tres bioproductos fueron significativamente superiores al obtenido en el tratamiento control.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

María Caridad Jiménez Arteaga: Diseño y ejecución de experimentos, redacción del documento, procesamiento e interpretación de los datos.

Luis Gustavo González Gómez: Diseño y ejecución de experimentos, redacción del documento, procesamiento e interpretación de los datos, revisión bibliográfica.

Ana Julia Verdecia Corría: Diseño de experimentos, introducción y extensión de resultados. Participación en la toma de datos.

Anabel Oliva Lahera: Diseño de experimentos, introducción y extensión de resultados. Participación en la toma de datos.

BIBLIOGRAFÍA

BARRERA, L. 2015. Uso y Manejo de las Micorrizas: Investigación en Cultivos. Universidad Nacional de Palmira. Gerente de Agrotecnia Ltda. Colombia, localizado en <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/uso-manejo-micorrizas-investigacion-t32322.htm> Consultado 5-12-18.

Tabla 4. Rendimiento obtenido (t ha⁻¹) en cada tratamiento durante los periodos evaluados

Tratamiento	Periodo óptimo	Periodo tardío
Control	1,27 b	0,46 b
Micorriza	1,55 b	0,592 ab
Azofert-F	2,57 a	0,869 a
QuitoMax	2,11 ab	0,774 a
E.E.	0,32	0,18

Medias con letras desiguales se diferencian significativamente para $p \leq 5\%$

- CEJAS, I. 2014. Semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) modelo para caracterizar los efectos de la crioconservación en la germinación, el crecimiento y desarrollo de las plantas. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas, Ciego de Ávila, Universidad "Máximo Gómez Báez", 100 p.
- CORZO, M., RIVERO, D., ZAMORA, L. y MARTÍNEZ, B. 2015. Detección e identificación de nuevos aislados de *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* en cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la provincia Mayabeque, Cuba. *Revista Protección Vegetal*, 30 (2): 97-103. ISSN 2224-4697.
- EXPÓSITO, R. y GARCÍA, N. 2011. Comportamiento productivo de cultivares de frijol negro (*Phaseolus vulgaris*, l.) En la Cooperativa de Créditos y Servicios "José Manuel Rodríguez" del Municipio Jesús Menéndez, en Observatorio de la Economía Latinoamericana, N° 153. Texto completo en: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2011/> Consultado el 21/05/2019.
- HERNÁNDEZ, A., PÉREZ, J., BOSCH, D. y CASTRO, N. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Ediciones INCA, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, 93 p.
- JIAO, Z., LI, Y., LI, J., *et al.* 2012. Effects of Exogenous Chitosan on Physiological Characteristics of Potato Seedlings Under Drought Stress and Rehydration". *Potato Research*, 55 (3-4): 293-301, DOI 10.1007/s11540-012-9223-8.
- MINAG. 2018. Manual de Producción Sostenible de Frijol Común en Cuba. Folleto. Ministerio de la Agricultura, Dirección de la Agricultura, La Habana, República de Cuba, 28 p.
- NÁPOLES, M., CABRERA, J., ONDERWATER, R., *et al.* 2016. Señales en la interacción *Rhizobium leguminosarum*-frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*, 37 (2): 37- 44.
- PATIÑO, J. 2018. Agroclimatología aplicada al cultivo de frijol. Ubicado en http://www.academia.edu/17801752/agroclimatología_aplicada_al_cultivo_de_frijol Consultado el 05/12/2018.
- PEÑA, K., RODRÍGUEZ, J., OLIVERA, D., *et al.* 2017. Efecto de un promotor del crecimiento en el comportamiento productivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Avances en Investigación Agropecuaria. Revista de investigación y difusión científica agropecuaria*. 21 (1): 35-45.
- PÉREZ, A. 2017. Caracterización morfoagronómica de cinco cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) en el municipio de Jobabo". *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, octubre, En línea: <http://www.eumed.net/rev/caribe/2017/10/cultivares-frijol-comun.html>.
- VIÑALS, M. E., ORTIZ, R., PONCE, P. y RÍOS, H. 2002. Análisis de la diversidad fenotípica de variedades de frijol (*P. vulgaris* L.) utilizadas por los campesinos en la comunidad "La Palma" en Pinar del Río. *Cultivos Tropicales*, 23 (1): 15-19.

Artículo de libre acceso bajo los términos de una *Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional*. Se permite, sin restricciones, el uso, distribución, traducción y reproducción del documento en cualquier medio, siempre que la obra sea debidamente citada.