

## Desarrollo de la labor investigativa de los estudiantes a partir de las potencialidades que brinda el uso de biofertilizantes

### Development of investigative skills in students using the potentialities of the use of bio-fertilizers

Francisca Suárez-Soria\*, Xiomara Castellanos-Matos\*\*, Guiomar Rodríguez-Suárez\*\*\*

\* Ingeniero Agrónomo, Máster en Ciencias

Agrícolas, profesor Auxiliar

Universidad de Guantánamo. Cuba

[franci@cug.co.cu](mailto:franci@cug.co.cu)

\*\*Licenciada en Agronomía, Máster en Ciencias

Agrícolas, profesor Asistente

Universidad de Guantánamo. Cuba

[xiomara@cug.co.cu](mailto:xiomara@cug.co.cu)

\*\*\*Ingeniero Agrónomo

Empresa Agropecuaria San Antonio del Sur,  
Guantánamo. Cuba

Recibido: 28 de noviembre de 2015

Aceptado: 14 de enero de 2016

#### RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo socializar los resultados de la investigación sobre el uso de los biofertilizantes *Ecomic* y *Rhizobiumphaseoli*, realizada por estudiantes de la carrera Agronomía y profesores de la disciplina Ciencia del Suelo de la Facultad Agroforestal, Universidad de Guantánamo, en zonas llanas del municipio San Antonio del Sur dedicadas a la producción de granos. Con esta investigación se logró incrementar los rendimientos por unidad de superficie, beneficios para los cultivos asociados y una mayor protección del medio ambiente.

**Palabras clave:** Agronomía; Biofertilizantes; Tecnologías; Ingeniería en Producción de granos

#### ABSTRACT

This work aims at socializing the research findings related to the use of the bio-fertilizers *Ecomic* and *Rhizobiumphaseoli*, accomplished by students of the Agronomy major and professors of the discipline Science of the Soils of the Agro-forestry Faculty of the University of Guantánamo in plain zones of the San Antonio del Sur municipality, used for grain production. This investigation allowed the increasement of the productivity per unit of surface, benefits for the correlated cultures, and better protection of the environment.



**Keywords:** Agronomy Engineering; Bio- fertilizers; Technologies; Grain production

## **INTRODUCCIÓN**

En el programa de estudios de Ingeniería Agronómica se abordan temas relacionados con la producción de rubros de exportaciones tradicionales y no tradicionales, mercadeo de productos agroindustriales y de exportación, toma de decisiones, y manejo de programas computacionales aplicados al área agrícola.

Uno de los asuntos abordado con los estudiantes de esta carrera está relacionado con el crecimiento estable de la población mundial y cómo una de las mayores preocupaciones de la humanidad es el abastecimiento alimentario, sobre todo en los países más pobres, debido a que mientras la población crece a un ritmo acelerado, los suelos cultivables disminuyen a un ritmo vertiginoso de 6,8 % en cada década.

La agricultura tiene que hacer frente a este reto, fundamentalmente mediante el aumento de la producción de granos, entre otros cultivos, en los suelos que ya se están utilizando, y haciendo un uso más racional de los que son aptos para el cultivo.

Se insiste en el hecho de que la sustentabilidad de los sistemas de producción depende fundamentalmente del mantenimiento de la productividad de los suelos a través del desarrollo, la restauración y el mantenimiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas, regulada en gran medida por la capacidad de reciclaje de los recursos orgánicos y las actividades de los microorganismos que deben ser favorecidas por las acciones de manejo que se realicen. La diversificación productiva en el espacio y el tiempo es determinante para lograr el máximo reciclaje de la biomasa producida en los diversos ecosistemas, lo que estabilizaría los niveles de materia orgánica en el suelo (Gomero y Velázquez, 2001).

El empleo de cultivos múltiples es una de las técnicas que más influye sobre las cualidades agrícolas de los suelos, por su incremento en el contenido de materia orgánica, el reciclaje de nutrientes, el contenido de agua, la disminución de las temperaturas y los procesos de erosión, logrando una mayor producción por superficie (National Research Council (1989); Altieri,1993,1995).

Teniendo en cuenta estos principios, la necesidad de darle un uso más racional al suelo a lo largo de todo el año, y al mismo tiempo recuperar algunos cultivos tradicionales



como el frijol caballero (*Phaseolus lunatus*), por ser este un aportador por excelencia de nutrientes al suelo, tolerante al estrés hídrico, es que se propone a los estudiantes estudiar la utilización de hongos micorrízicos arbusculares (Ecomic) a base del género (*Glomus fasciculatum*) de calidad mínima garantizada, 20 esporas.g<sup>-1</sup> de inoculante y una cepa de *Rhizobium phaseoli* de calidad (109 UFC/g de suelo) producido en el Laboratorio Provincial de suelos salinos de Guantánamo, que mejoran las condiciones del suelo, el crecimiento de los cultivos y la diversidad de las producciones en diferentes etapas.

Los estudiantes de Ingeniería en Agronomía asumen esta investigación acompañados por los profesores de esta especialidad, encargados de brindar a los educandos las herramientas necesarias que les permite dar solución a problemas profesionales que se presentan en el contexto productivo mediante la necesaria sistematización de experiencias en el ámbito de la relación de los procesos docente – investigativo – productivo. En tal sentido se asume la tesis de Báxter cuando refiere: “el proceso educativo que se realiza en la institución educacional se caracteriza por un conjunto dinámico y complejo de actividades sistemáticas, mediante el cual se interrelaciona la acción de los educadores y los educandos, encaminado tanto a la formación del grupo, así como a la de cada uno de sus miembros individualmente” (Báxter, 2002, p. 147).

De ahí que este trabajo tiene como objetivo socializar los resultados de la investigación sobre el uso de los biofertilizantes *Ecomic* y *Rhizobium phaseoli*, realizada por estudiantes de la carrera Agronomía y profesores de la disciplina Ciencia del Suelo de la Facultad Agroforestal, Universidad de Guantánamo, en zonas llanas del municipio San Antonio del Sur dedicadas a la producción de granos.

## DESARROLLO

Para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación, en la etapa comprendida de octubre 2009 a mayo 2010 se realizó una prospección en el cultivo del frijol caballero (*Phaseolus lunatus*) y se desarrolló un experimento de campo utilizando la oleaginosa (*Heliantus annuus*) var. *Caburet-13* como sostén para el frijol caballero que es una planta de crecimiento indeterminado, sobre un suelo pardo mullido carbonatado. Se seleccionaron áreas de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Liben Cantillo, ubicadas en el municipio San Antonio del Sur.



Momentos antes de la siembra se procedió a la inoculación del biofertilizante Ecomic a las simientes utilizadas a partir de la tecnología de recubrimiento de semillas según Fernández, *et. al* (2001). De ambos cultivos se depositaron dos semillas por nido.

Las evaluaciones se hicieron al momento de la cosecha cuando los cultivos alcanzaron la madurez botánica en 10 plantas tomadas por parcelas, correspondientes al área de cálculo, a las que se le realizaron las siguientes mediciones:

**Girasol:** diámetro de la cabezuela (cm.), número de semillas por cabezuela, peso de 1000 semillas (g), rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>)

**Frijol:** número de vainas por plantas, número de granos por vainas, peso de 100 granos, rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>)

**Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:**

T1 Girasol 0,90mx0, 30m + HMA

T2 Girasol 0,90mx0, 30m (testigo)

T3 Frijol 0.90x1m,

T4 Frijol 0.90x1m + Rhizobium+ HMA

T5 Frijol 0.50x0.90m (testigo)

T6 Frijol 0.50x0.90m + Rhizobium+ HMA

Los resultados experimentales fueron sometidos a análisis de varianza según el diseño estadístico empleado, y se utilizó el paquete estadístico Stagraphis 4.1 en los casos que existieron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos. Se utilizó como criterio discriminante la prueba de rangos múltiples de Duncan, para el 95%

Al evaluar los componentes del rendimiento: número de vainas y número de granos por plantas (tabla número 1), el cultivo del frijol caballero (*Phaseollus lunatus*) alcanzó valores superiores en los tratamientos donde se coinoculó Rhizobium + hongos micorrízicos arbusculares al alcanzar 107.8 y 107 vainas, y 331 y 313 granos por plantas, respectivamente. Esto se debe a los efectos favorables de la coinoculación que permite aumentos en la fijación y utilización del nitrógeno atmosférico por parte del Rhizobium, una mayor extracción de agua y nutrientes por medio de los hongos micorrízicos arbusculares.

**Tabla 1.** Evaluación de los Componentes del Rendimientos del frijol caballero (*Phaseollus lunatus*)



Tratamientos	Vainas/ plantas	Granos/ Planta	Peso de 100 granos(g)
3.- Frijol + Rhizobium (0.90x 1 m)	101,2 c	2,80c	40.2 d
4.- Frijol + Rhizobium + Micorriza (0.90x1m)	107 a	2,92 b	43.8 b
5.- Frijol+Rhizobium (0,50m x0.90)	102,7b	2,61d	42.1 c
6. -Frijol + Rhizobium + Micorriza (0.50x 0.90m)	107.8 a	3,09 a	45.5 a
<b>ES x</b>	1,147*	0,562*	0,596 *

Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas para  $p \leq 0,01$

En la tabla número dos, donde se evalúan los componentes del rendimiento del cultivo del Girasol (*Heliantus annus*), se evidencia el efecto que provocó la aplicación de micorrizas (trat.1) sobre los parámetros de rendimiento, el diámetro de la cabezuela, el número de semillas por cabezuela y el peso de 1000 semillas, donde las semillas son más abundantes y con más peso promedio. Se demostró la influencia que ejerce este biofertilizante sobre estos indicadores del rendimiento al diferir significativamente ambos tratamientos. Esta diferencia está dada por el efecto que ejercen estos biofertilizantes sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, aumentando la adquisición de los nutrientes presentes en el mismo con mayor facilidad por las plantas.

**Tabla 2.** Evaluación de los componentes del rendimiento del Girasol (*Heliantus annus*)

Tratamientos	Diámetro de la cabezuela en cm	Número Semillas/ cabezuela	Peso (g) de 1000 semillas	Rend. (t.ha <sup>-1</sup> ).
1.Girasol+Micorriza	13,67 a	1024,5 a	50,22a	1,89 a
2. Girasol	12,01 b	948,4 b	48,70b	1,74 b
<b>ESx</b>	<b>0,252*</b>	<b>3,010*</b>	<b>0,048*</b>	<b>0,008*</b>

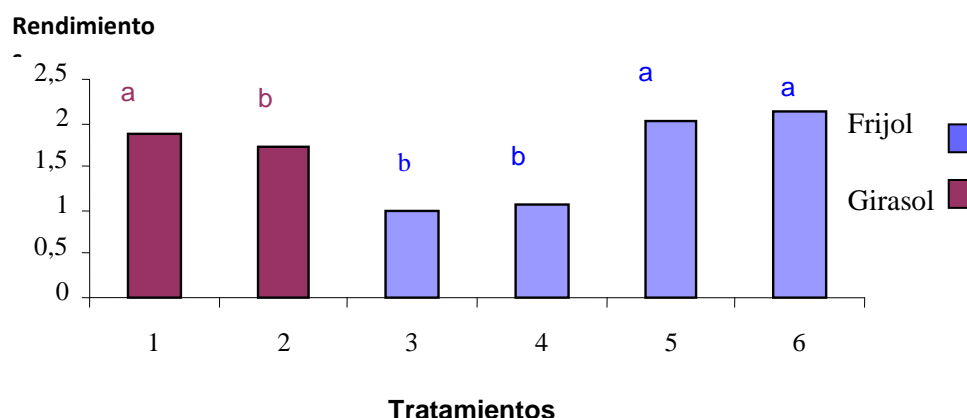
Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas para  $p \leq 0,01$

En relación con el rendimiento del cultivo se observó igual comportamiento e interrelacionado con sus componentes (Fig.1) a favor del tratamiento número 6 al incrementar los rendimientos en un 8% (2.13 t.ha<sup>-1</sup>) aunque Sauer, (1993) y Debouck, (1990) reportan rendimientos del cultivo del frijol (*Phaseolus lunatus*) entre 2,9 - 5 t.ha<sup>-1</sup>, superiores a los obtenidos en este experimento posiblemente por condiciones de sequía que



prevalecieron durante el desarrollo del cultivo, además por el comportamiento agronómico que mostró durante las etapas del experimento en que se evaluaron los componentes del rendimiento los resultados se comportaron similares a cuando el cultivo se desarrolló en condiciones favorables de humedad, demostrando que es tolerante a las condiciones de sequía imperantes durante las etapas experimentales.

Diversos estudios han comprobado la efectividad de los biofertilizantes cuya aplicación, en forma de biopreparados, mejoran significativamente la producción de cultivos tales como la papa (*Solanum tuberosum*), el ajo (*Alium cepa*), el maíz (*Zea mais*), el frijol (*Phaseolus vulgaris*), las hortalizas, entre otros. Las pruebas de campo han determinado incrementos en el rendimiento y permite el ahorro de fertilizantes nitrogenados y fosforados, así como disminuye también la contaminación del medio ambiente (Gomero y Velázquez, 2001)



**ES<sub>1</sub> = 0,0485**

**ES<sub>2</sub> = 0,0083**

**Figura 1** Evaluación del rendimiento en el cultivo del frijol caballero (*Phaseollus lunatus*) y Girasol (*Heliantus annus*) en (t. ha<sup>-1</sup>)

Estos resultados son comparados con los obtenidos por Barrera, Torres y Ballesteros (2004) con rendimientos que oscilaron entre 0,87 y 1,25 (t.ha<sup>-1</sup>) sin aplicación de biofertilizantes cuando evaluaron este cultivo para la reincorporación a la agricultura tradicional en el resguardo indígena de San Andrés de Sotavento en Córdoba, Colombia. Estos cultivos se comparan porque se sembraron asociados ya que el Girasol le sirve de soporte al frijol

caballero (*Phaseollus lunatus*) y por ende los efectos beneficiosos son en igualdad de condiciones para ambos cultivos.

Con relación al cultivo de Girasol (*Heliantus annus*), se evidenció un efecto favorable en los componentes del rendimiento con la aplicación de micorrizas (tratamiento1) lo que se logra por la influencia que ejerce este biofertilizante sobre los indicadores de rendimiento (Suárez, 2008)

Esta diferencia está dada por el efecto que ejercen los HMA sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, aumentando la absorción de sus nutrientes con mayor facilidad por las plantas. Es ciencia constituida que el Rhizobium y la Micorriza coinoculados funcionan con alta eficiencia, entonces su potencial está en establecer las bases de su utilización en cultivos asociados que propician elevar sus efectos benéficos y lograr sistemas verdaderamente eficientes y con plasticidad suficiente para soportar condiciones de estrés.

Resultados similares fueron obtenidos por Ruiz (2001) y Riera (2003) en este cultivo al evaluar el efecto de la biofertilización con hongos micorrízicos arbusculares y rizobacterias, donde se alcanzó buen balance nutricional a través de una eficiente asociación entre las plantas, los hongos y las bacterias, lo que permitió un mejor uso del nitrógeno, una mayor absorción de fósforo, y un aumento en los rendimientos.

Sistahs y León (1973, citados por Riera (2003), reportan rendimientos de girasol entre 0,93 y 1,14 (t.ha<sup>-1</sup>). Los resultados obtenidos con esta investigación reportan incrementos en un 65% al inocular el cultivo con HMA.

## CONCLUSIONES

La labor investigativa desarrollada por los estudiantes logró convertirlos en receptores y transmisores de ideas y conocimientos en la población rural con la cual trabajaron en el municipio San Antonio del Sur, lo que los convierte en creadores de nuevos métodos y tecnologías apropiadas para la utilización del uso de biofertilizantes para ser aplicadas en las condiciones ambientales del campo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Altieri, M. A. (1993), (1995). *El rol ecológico de la Biodiversidad en agroecosistema. Agroecología: conceptos y práctica*. Berkeley, California..



- Álvarez de Zayas, C. (1999). *La escuela en la vida: Didáctica*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Barrera M., Torres A., & Ballesteros G. (2004). *Reincorporación del Phaseolus Lunatus a la agricultura tradicional en el resguardo indígena de San Andrés de Sotavento en Córdoba, Colombia*. Recuperado de <http://www.cidicco.hn/mapadelsitio.htm>
- Báxter Pérez, E.; Amador Martínez A. & Bonet C. (2002). *La escuela y el problema de la formación del hombre*. Compendio de Pedagogía. La Habana: Pueblo y Educación.
- Debouck D. G. (1990). *Frijol chilipuca o Reyna (Phaseolus lunatus)*. Recuperado de <http://www.cidicco.hn/mapadelsitio>.
- Fernández Martín F., Ruíz Martínez L. & Torres de la Noval W. (2001). *Producto inoculante micorrizógeno*. Patente No. 22 641, Cuba.
- Gomero Osorio L. & Velázquez Alcántara H. (2001). *Bases conceptuales y programáticas para el manejo ecológico de suelos*. Recuperado de <http://www.adas.co.uk>
- Riera Manuel, C. (2003). *Manejo de la biofertilización con hongos micorrízicos arbusculares y rizobacterias en secuencias de cultivos sobre suelo Ferralítico Rojo*. Tesis de Doctorado. INCA, La Habana, Cuba.
- Ruiz, L. (2001). *Efectividad de las asociaciones micorrízicas en especies vegetales de raíces y tubérculos en suelos Pardos y Ferralíticos rojos de la región central de Cuba*. Tesis de Doctorado. INCA, La Habana, Cuba.
- Suárez Soria, F. (2008). *Uso de biofertilizantes y asociación de cultivos para la producción de granos*. Tesis de Maestría. Universidad de Granma, Cuba.