

## Efecto de potenciadores bioorgánicos sobre el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Ignacio Corrales Garriga<sup>1</sup>, Pedro Jesús López Labarta<sup>2</sup>. & Eduard Chapman Nicot<sup>3</sup>.

Fecha de recibido: 13 de septiembre de 2016

Fecha de aceptado: 16 de marzo de 2017

### RESUMEN

La investigación se realizó en la finca “El Huerto” perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios “Cándido González” en la provincia de Camagüey-Cuba, sobre un suelo Fersialítico Rojo Parduzco Mullido Ferromagnesial de baja fertilidad natural, teniendo como objetivo incrementar el rendimiento en el cultivo del frijol variedad Rosa, con el empleo de potenciadores bioorgánicos, los que se aplicaron cada siete días a partir de los diez días de germinada la semilla. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con seis tratamientos y cuatro réplicas. Los indicadores evaluados fueron la altura de la planta, número de vainas por plantas, número de granos por vaina, masa de 100 granos y el rendimiento agrícola. Para la evaluación de los datos experimentales se empleó un análisis de varianza de clasificación doble, por medio del paquete estadístico y donde hubo significación se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan para un nivel de significación del 5%. Se obtuvo como resultado que en el tratamiento donde se aplica el humus líquido natural + nitrato de potasio + sulfato de potasio, se logra el mayor incremento en el rendimiento y sus principales componentes

**PALABRAS CLAVE/:** *Phaseolus vulgaris* , frijol, potenciadores bioorgánicos, humus líquido,

### Effect of Bioorganic Primers on Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Yields

### ABSTRACT

This research took place on El Huerto Farm, Cándido González Cooperative of Credit and Services, in the province of Camaguey, Cuba, on low-natural-fertility, red-brown, soft fersiallitic ferromagnesial soil. The goal of the study was to increase yields of bean variety "rosa", using bioorganic primers, applied every seven days after seed germination. A randomized block design was made, with six treatments and four replicas. The indicators evaluated were, number of pod per plants, number of bean per pod, mass of 100 beans, and agricultural yield. A computerized double variance analysis was used for evaluation of the experimental data; the Duncan's test was

<sup>1</sup> Investigador Auxiliar, M. Sc. en Fertilidad del Suelo, Instituto de Suelos, UCTB Camagüey: [icorrales@suelos.cmg.minag.cu](mailto:icorrales@suelos.cmg.minag.cu)

<sup>2</sup> Ing. Agrónomo Especialista, Dpto. de Investigación - Desarrollo Unidad Científico Tecnológica de Base Suelos Camagüey: [plopez@suelos.cmg.minag.cu](mailto:plopez@suelos.cmg.minag.cu)

<sup>3</sup> Empresa Agropecuaria Camagüey.

applied to significant instances of 5%. The treatment that applied the natural liquid humus + potassium nitrate + potassium sulphate produced the highest rise in yields and related components.

**KEY WORDS/:** *Phaseolus vulgaris*, bean, bioorganic primers, liquid humus

## INTRODUCCIÓN

El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) es originario de América, y dentro del grupo de las leguminosas comestibles, una de las más importantes debido a su amplia distribución en los cinco continentes y por ser complemento nutricional de gran importancia en la alimentación humana por el elevado contenido de nutrimentos que posee. En América Latina, así como en otros países del tercer mundo, es la “Carne de los Pobres” (Benítez, 2011).

En el mundo el frijol posee una gran demanda, países como Brasil, India y Estados Unidos se destacan por ser los mayores productores. En los años 2000 a 2008 la producción de frijol en el mundo estuvo de 17 450 803 a 20 991 898 t, donde en estos mismos años el área cosechada fue de 23 667 767 a 28 189 680 ha, con rendimientos de 0,68 a 0,76 t.ha<sup>-1</sup> (FAOSTAT, 2010).

En Cuba, uno de los productos de demanda más dinámica ha sido justamente el frijol, se priorizó su producción a entidades no especializadas en producciones agrícolas y se incrementaron las importaciones, pero estos movimientos no resultaron suficientes para contrarrestar la caída en la oferta de las fuentes proteicas de origen animal, de las que se convirtieron en sustitutos dadas las circunstancias y también se incrementó significativamente el precio de los frijoles en el mercado informal, después de 1994, la oferta nacional responde a estos incentivos, que ahora se canalizan legalmente a través del mercado agropecuario. Se cultivan aproximadamente 52 000ha de frijol, sin incluir las áreas dedicadas al autoabastecimiento, la producción estatal solamente cubre el 5% de la demanda, lo que exige la importación de 120 000t anuales de este grano, equivalente a 40 millones de dólares (MINAG, 2009).

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) forma parte importante en la dieta del pueblo cubano, la producción nacional abarca las áreas que siembra el Ministerio de la Agricultura que en la proyección estratégica para el 2015 alcanzaron las 135 964 ha y una producción de 190 350 t con un rendimiento de 1,4 t /ha, en esta cifra se incluye la producción de semilla lo que significa un gran desafío para la economía cubana (Benítez *et al.*, 2011).

La forma de producción, distribución y manejo del cultivo del frijol en la provincia de Camagüey, necesitan de una recuperación con exigencias agrotécnicas, fitosanitarias y edafoclimáticas adecuadas a las nuevas realidades económicas y ambientales, con la participación activa de todos los actores del proceso productivo. Entre estos últimos los que más se destacan son las enfermedades virales transmitidas por moscas blancas (Martínez *et al.*, 2007).

Debido a la creciente demanda de alimento provocada por el aumento de la población mundial, se han empleado fertilizantes minerales, con el objetivo de incrementar los rendimientos agrícolas de los cultivos (Instituto de Suelos, 2010); lo que constituye en la actualidad un grave problema de contaminación ambiental provocada fundamentalmente por su uso indiscriminado, por lo que se ha recurrido a fuentes alternativas de fertilización.

En los países tropicales y subtropicales se utilizan diferentes productos como fuentes alternativas bioorgánicas y en la agricultura se ha desarrollado en la medida que las corrientes agroecologistas han avanzado (Barroso, 2015). En Cuba esta tendencia se ha incrementado en los últimos años y por medio de la agricultura urbana y suburbana se han desarrollado programas en los que se introducen aplicaciones de estos productos. Dentro de las fuentes alternativas empleadas se encuentran, el humus líquido natural, humus líquido mejorado, el humus líquido natural con otros elementos nutritivos que influyen en el crecimiento y desarrollo de los cultivos, lo que constituye el objeto de estudio de este trabajo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en los meses de enero- abril del año 2015, en la finca “El Huerto” perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortificada (CCSF) “Cándido González”. Ubicada a 5 km al noreste de la ciudad de Camagüey en los 21°21’40” de latitud Norte y los 77°51’30” de longitud Oeste a 120 msnm. su extensión es de 20,13 ha. En la finca escogida se sembró la variedad Rosa. El suelo se clasifica como Fersialítico Rojo Parduzco Mullido Ferromagnesial (Hernández *et al.*, 1999). La fuente de abasto de agua para el riego es un embalse.

La semilla se inoculó con *Rhizobium* ante de la siembra, se realizaron 4 aplicaciones de los productos de forma foliar en horas tempranas de la mañana, a partir de los 7 días después de germinada la semilla y con una frecuencia de 7 días, de acuerdo a la dosis establecida (Tabla 1). Para su aplicación se utilizó una mochila de 16 litros de capacidad, se ajustó la dosis por tratamiento. El diseño experimental que se empleó fue de bloques al azar con 6 tratamientos y 4 réplicas.

Tabla 1. Tratamientos empleados

Tratamientos	Descripción	Dosis (L.ha <sup>-1</sup> )
1	Testigo	-
2	Humus Líquido Natural	2.0
3	Humus Líquido Mejorado	2.0
4	Humus Líquido Fortificado	2.0
5	Humus Líquido Natural + <i>Rhizobium</i>	2.0
6	Humus Líquido Natural + Nitrato de Potasio + Sulfato de Potasio	2.0

La preparación del suelo, y demás labores fitotécnicas se realizaron de acuerdo a lo establecido en el Instructivo Técnico del cultivo del frijol, (MINAG 2009).

Tabla 2. Características de las parcelas.

Largo (m)	10
Ancho (m)	2,8
Área de la parcela (m <sup>2</sup> )	28
Distancia entre parcelas (m)	1
Números de surcos	4
Surcos a evaluar	2
Área de cálculo (m <sup>2</sup> )	11,2
Distancia de siembra (m)	0,70 x 0,20
Área total del experimento (m <sup>2</sup> )	728

Las variables estudiadas:

- Altura de la planta a los 30 y 60 días (se midió con una cinta métrica en 10 plantas por parcelas desde el suelo hasta el meristemo primario).
- Cantidad de vainas por planta (se evaluó en el área de cálculo de la parcela, en un total de 10 plantas al azar).
- Número de granos por vaina (se tomaron 10 plantas por parcela y a cada una de ellas se le realizó el conteo).
- Masa de 100 granos (se seleccionaron al azar 100 granos y se calculó la masa de los mismos).
- Rendimiento (se cosecharon todas las plantas del área de cálculo de cada parcela y los rendimientos se expresaron en t/ha).

La cosecha se efectuó en los 2 surcos centrales de cada parcela que constituye el área de cálculo y se calculó el rendimiento en t.ha<sup>-1</sup>.

Los datos se procesaron por análisis de varianza de doble clasificación por medio del paquete estadístico SSPS versión 11.5.1 (1999) para Windows y donde hubo diferencias significativas se empleó la prueba de rangos múltiples de Duncan para un nivel de significación de 5 %.

Para el análisis económico se tomaron todos los gastos incurridos en el experimento considerando los indicadores de gasto por cada uno de los tratamientos, se calcularon las ganancias y el beneficio obtenido.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La altura de la planta se favoreció con la aplicación de los potenciadores bioorgánicos (Tabla 3).

Tabla 3. Altura de la planta (cm).

Tratamientos	30 días	60 días
Testigo	18,2b	23,9c
Humus líquido natural	20,9a	25,8bc
Humus líquido mejorado	20,9a	26,4b
Humus líquido fortificado	22,1a	29,1a
Humus líquido natural + Rhizobium	20,9a	28,4a
Humus líquido natural + nitrato de potasio + sulfato de potasio	22,1a	28,7a
ESx	0.39 *	0.59

**Nota:** a, b, c,.. Letras diferentes difieren estadísticamente para  $p \leq 0,05$

Se observa que a los 30 días de germinado el frijol, todos los tratamientos que en su composición tuvieron potenciadores bioorgánicos obtuvieron valores que difieren significativamente con relación al testigo, aunque entre ellas las medias no mostraron diferencia significativa, lo que pudiera estar dado por la asimilación de los productos que tuvieron las plantas en esa fase de crecimiento, que provocaron un aumento de tamaño uniforme, pues las condiciones nutrimentales se condicionaron para su asimilación, lo que evidencia la conveniencia de aplicar estas alternativas en la nutrición del cultivo del frijol, lo cual fue señalado por Bonner y Galston (1972), Reyes (1992), citado por Socorro *et al.* (2006) cuando refieren que la altura es una característica genética propia de la variedad, que interactúa con el medio ambiente, y es el resultado del número de nudos y la longitud de entrenudos en el tallo.

Sin embargo a los 60 días de sembrado el cultivo, las aplicaciones de los potenciadores bioorgánicos influyeron de forma diferente, pues cuando se aplica humus líquido natural (tratamiento 2) no se observó diferencia significativa con el testigo y cuando se adicionaron otros elementos nutricionales se observaron valores significativos cuantitativamente superiores al testigo, lo que evidencia que el requerimiento nutricional de la planta quedó satisfecho y en la medida que se enriquecen los potenciadores, la altura se hace mayor, aunque sin diferencia significativa entre ellas, lo que pudiera deberse a que la asimilación por la planta de este elemento provocara un efecto favorable en su crecimiento.

Resultados similares a los obtenidos en el trabajo fueron logrados por Socorro y Martín (1998), quienes lograron valores de 19,16 cm en la fase de crecimiento del cultivo; sin embargo, resultados diferentes fueron obtenidos por García *et al.* (2011), quienes al realizar estudios comparativos de dos cultivares de frijol negro común en las condiciones ecológicas de Pinar del Río, reportan alturas entre 37 y 43 cm, afirmando que el comportamiento del cultivo, es un reflejo de la respuesta de los biotipos y la expresión de las características individuales a las condiciones ambientales.

Tabla 4. Número de vainas por planta.

Tratamientos	vainas por planta	granos por vaina
Testigo	9,1f	5,3 c
Humus líquido natural	11,0 e	5,3 c
Humus líquido mejorado	12,2 d	5,6 b
Humus líquido fortificado	13,2 c	5,9 a
Humus líquido natural + <i>Rhizobium</i>	14,0 b	5,8 a
Humus líquido natural + nitrato de potasio + sulfato de potasio	15,3 a	5,9 a
ESx	0,24*	0,49*

**Nota:** a,...b,...c,... Letras diferentes difieren estadísticamente para  $p \leq 0,05$

Respecto al número de vainas por planta (Tabla 4) en el tratamiento 6, las plantas obtuvieron la mejor respuesta con 15,3 vainas como promedio, con diferencias significativas al resto de los tratamientos, dado posiblemente por la composición del potenciador, pues además del humus líquido natural, posee nitrato de potasio y sulfato potasio y fueron aplicados en el momento adecuado, provocando mejores condiciones para su asimilación, lo que favoreció el incremento en la cantidad de vaina en las plantas, además, coincide con lo planteado por Rosario (2006), quien refiere que el número de vainas puede estar afectado por el estado nutricional de las plantas en la fase de formación de las mismas. Se muestra además, que los tratamientos en la medida que se enriquecen producen efectos favorables en la cantidad de vainas producidas. En el número de granos por vaina, se observa que las mayores cantidades se logran en los tratamiento que contienen humus líquido fortificado, humus líquido natural + *Rhizobium* y humus líquido natural + nitrato de potasio + sulfato de potasio, que sus valores son significativamente superiores al resto de los tratamientos, aunque entre ellos las diferencias no son significativas estadísticamente. La aplicación de humus líquido natural no favoreció la cantidad de granos por vaina en relación al testigo, pues sus valores no tuvieron diferencias estadísticas. Estos resultados son similares con los obtenidos por Torres (2006), quien al estudiar cultivares de frijol negro en el Municipio de Majibacoa, obtuvo un promedio máximo de 5,8 granos por vaina, además refiere que el comportamiento de la producción de granos por vainas está ligado a la cantidad de nutrientes en la planta que estimulan la formación de semilla.

Tabla 5.- Efecto de los potenciadores en la masa de 100 granos (g).

Tratamientos	Masa de 100 granos (g)
Testigo	17,68 c
Humus líquido natural	19,42 b
Humus líquido mejorado	19,73 ab
Humus líquido fortificado	20,32 ab
Humus líquido natural + Rhizobium	20,32 ab
Humus líquido natural + nitrato de potasio + sulfato de potasio	21,12 a
ESx	0,31*

**Nota:** ,...b,...c,.. Letras diferentes difieren estadísticamente para  $p \leq 0,05$

La masa de 100 granos (Tabla 5), ante las aplicaciones de los potenciadores bioorgánicos, en todos los tratamientos alcanzo valores significativamente superiores al testigo, el cual posee solo el inóculo de Rhizobium. También se muestra que entre los tratamientos que se aplica el humus líquido natural, el mejorado, el fortificado y donde se aplica con Rhizobium sus valores no presentan diferencias significativas, aunque en el tratamiento donde se aplica el humus líquido natural con nitrato y sulfato de potasio, el valor que se obtiene difiere significativamente del testigo y del tratamiento en el que se aplica solo el humus líquido natural. Resultados que difieren de los que plantea el Instructivo Técnico del frijol (2011), que en este caso alcanza la cifra de 20g y que son similares a los obtenidos por Cisneros (2013), cuando estudió en la variedad Delicia 364, productos bioorgánicos en condiciones diferentes a las de la investigación.

Tabla 6.- Influencia de la aplicación de los potenciadores en el rendimiento

Tratamientos	Rendimiento (t/ha).
Testigo	0,98 e
Humus líquido natural	1,07 d
Humus líquido mejorado	1,09 d
Humus líquido fortificado	1,14 c
Humus líquido natural + Rhizobium	1,33 b
Humus líquido natural + nitrato de potasio + sulfato de potasio	1,40 a
ESx	0,054*

**Nota:** ,...b,...c,.. Letras diferentes difieren estadísticamente para  $p \leq 0,05$

Se muestra el efecto de los potenciadores bioorgánicos en el rendimiento, (tabla 6), en la que se observa que la aplicación de los productos ejerce un efecto favorable en el rendimiento con valores que tienen diferencia significativa con el testigo. Se muestra además que a medida que se enriquece el humus líquido natural, el rendimiento se incrementa con valores que sus medias son



significativamente superiores entre ellas y que cuando se aplica el humus líquido natural con el nitrato y el sulfato de potasio el valor obtenido en el rendimiento muestra diferencia significativa con el resto de los tratamientos, lo que pudiera deberse a la composición de este potenciador y la influencia que ejerce el nitrato, el azufre y el potasio en el crecimiento y desarrollo de la planta, creando las condiciones nutrimentales necesarias que provocan mayores rendimientos. Esta respuesta corrobora los resultados obtenidos por Montejo *et al.* (2012) en fincas de agricultura suburbana en el municipio Camagüey en cultivos de hortalizas y frutales y por López *et al.* (2012) con el empleo de potenciadores orgánicos para incrementar rendimientos agrícolas en granos, viandas y pastos. Los resultados alcanzados son similares a los obtenidos por López y Montejo (2012) en fincas demostrativas correspondientes a la agricultura suburbana con índice promedio de  $1,97 \text{ t ha}^{-1}$ ; sin embargo, los rendimientos obtenidos son inferiores a los obtenidos por Socorro y Martín, (1998), pues éstos obtuvieron rendimientos de 2.5 y  $2.7 \text{ t. ha}^{-1}$  respectivamente, en cambio, superaron los valores alcanzados por Rodríguez (2006), quien al estudiar 15 cultivares de frijol en el municipio de Majibacoa en época tardía obtuvo rendimientos entre  $0.33$  y  $0.48 \text{ t. ha}^{-1}$  y a los reportados por Pupo (2007), quien al evaluar 9 cultivares de frijol negro en el mismo Municipio alcanzó rendimientos entre  $0.59$  y  $1.19 \text{ t. ha}^{-1}$ .

## CONCLUSIONES

La aplicación de los productos bioorgánicos en el cultivo del frijol variedad Rosa ejerció un efecto favorable en su crecimiento y desarrollo, siendo el de mayor influencia el tratamiento con humus líquido natural, Nitrato y Sulfato de potasio. El potenciador bioorgánico de mayor beneficio económico resultó ser el tratamiento donde se obtuvo el mayor incremento en el rendimiento.

## RECOMENDACIONES.

Continuar con el estudio de estas alternativas en condiciones edafoclimáticas similares para otros cultivos agrícolas.

## REFERENCIAS

- Benítez, R., Faure, B., León, Y., Chaveco, O. & García, E. (2011). Nueva variedad de frijol común para la producción comercial en Cuba. [Resúmenes] Encuentro Internacional de Arroz. La Habana, Cuba: [s.n.].
- Bonner, J. & Galston, W. A. (1972). Principios de Fisiología Vegetal. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Cisneros, B (2013). Evaluación agroproductiva del cultivo del frijol *Phaseolus vulgaris* L, variedad Delicias 364 mediante la utilización de productos bioorgánicos en una finca agroecológica
- FAOSTAT (2010). Tipos de importaciones de frijoles secos. Dirección de Estadística. La Habana, Cuba.
- García, J.C., Quintero, E. Gil, V. D., Chaveco, O. & Rodríguez, G. (2011). Colección germoplasma de frijol fortificado en hierro y zinc comportamiento agronómico y preferencia por los productores. En Resúmenes. IV Encuentro Internacional de Arroz. La Habana, Cuba: [s.n.].



- Hernández, A. (1999). Nueva versión de la Clasificación genética de los Suelos de Cuba. Ciudad de La Habana, Cuba: Instituto de Suelos; Ministerio de la Agricultura.
- Instituto de Suelos (2010). Los biofertilizantes y estimuladores, una alternativa para lograr la agricultura sostenible. Camagüey, Cuba.
- López, P; J. Montejo; I. Corrales; P. Chavelis y E. Pérez (2012). Empleo de potenciadores bioorganicos para incrementar rendimientos en sistemas productivo. Informe final de proyecto. UCTB de Suelos Camagüey, p 37.
- Martínez, E., Barrios, G., Rovesti, L. & Santos, R. (2007). Manejo Integral de Plagas. Manual Práctico. En La protección de cultivos. (p. 19). [s.l.]: [s.n.].
- Ministerio de la Agricultura (2011). Instructivo técnico para el cultivo del frijol, La Habana,
- Ministerio de la Agricultura (2009). Instructivo técnico del cultivo del frijol. La Habana
- Montejo, J; P. López; I. Corrales; R. Barroso y A.C. Rosabal (2012). Manejo de la nutrición integrada en casas de cultivo de la granja urbana, p 28. Informe final UCTB de suelos de Camagüey.
- Pupo, L (2007). Evaluación de 9 variedades de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L) en las condiciones edafoclimáticas del municipio Majibacoa. Trabajo de Diploma.
- Reyes, J. (1992). Historia de la producción del maíz. En memoria del Simposio Internacional de Sanidad Vegetal. (p. 47). Managua, Nicaragua: ESAVE-UNA.
- Rosario, E., Socorro, Z. Joya, J. Zoraida del Socorro L, (2006). Evaluación Preliminar de 36 genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la época postrera en Macico, Somoto. Trabajo de Diploma. Managua. Nicaragua.
- Rodríguez, Y. (2006) Evaluación de quince cultivares de frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*, L) en las condiciones edafoclimáticas del Municipio Majibacoa (en opción al título de ingeniero agrónomo). Centro Universitario de Las Tunas
- Socorro, E.O. & Arelis Maria, R. (2006). Efecto de la Densidad Poblacional y la época de siembra en el rendimiento y la calidad de la semilla de una población de Caupí Rojo (*Vigna unguiculada* L.) en la finca El Plantel. Trabajo de grado, Ingeniero Agrónomo, Managua, Nicaragua.
- Socorro, Q.M., Martín, F. & David. (1998). Granos. México, DF: Instituto Politécnico Nacional.