

REGULACIÓN BIOLÓGICA DE PLAGAS EN EL CULTIVO DEL FRÍJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN LA PROVINCIA DE CIEGO DE ÁVILA.

Raúl Alfredo Mur Rodríguez¹, Belkis Hernández Rodríguez², Yander Rodríguez Álvarez³ y Joel Rodríguez Cañete.⁴

RESUMEN

El objetivo es determinar el comportamiento de las plagas claves y su regulación con bioplaguicidas en el cultivo del frijol, en la Provincia de Ciego de Ávila. Se determinaron los efectos de la colindancia para analizar su posible consecuencia en la aparición de los insectos, la incidencia y distribución de los organismos nocivos, se evaluaron las alternativas biológicas en su regulación, la efectividad técnica, la prueba de virulencia frente a los artrópodos y la valoración económica. Para la comparación de las medias se aplicó un análisis de varianza simple con el test de rangos múltiples de Duncan con un 5 % de probabilidad de error. Se realizó el ajuste de la ecuación polinómica y cálculo del coeficiente de determinación. Se utilizó un paquete estadístico SSPS versión 17. La ocurrencia de estas plagas no estuvo determinada por el efecto de la colindancia. Los valores de la intensidad y distribución de *Empoasca kraemeri* en el tratamiento fue 2,6 % y 16%, *Diabrotica balteata* fue 2,6 % y 5% y *Andrector ruficornis* fue 1,6% y 18%. La efectividad técnica de *Metarhizium anisopliae* para la regulación de *Empoasca kraemeri* fue del 88% y *Beauveria bassiana* para *Diabrotica balteata* y *Andrector ruficornis* del 76 %. Se justifica económicamente la alternativa biológica para la regulación de la plaga en el cultivo del frijol. Con una relación beneficio/costo de 1.2.

Palabras Clave: *Empoasca kraemeri*, *Diabrotica balteata*, *Andrector ruficornis*, regulación, colindancia.

¹LABIOFAM. Sucursal Ciego de Avila. Cuba.

calidad@labiofam.cav.minag.cu

²CPA Revolución de Octubre. Ciego de Ávila. Cuba.

³Universidad Máximo Gómez Báez. Ciego de Ávila. Cuba.

⁴Empresa Agropecuaria Arnaldo Ramírez. Ciego de Avila. Cuba.

Biological regulation of plagues in the cultivation of the bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the province of Ciego de Avila, Cuba.

ABSTRACT

The essay was carried out with the objective of determining the key plagues and their regulation with biological pesticides in the cultivation of the bean, in the province of Ciego de Avila. The effects of the boundary to analyze their possible consequence in the appearance of the insects, and the incidence and distribution of the noxious organisms were determined. The technical effectiveness and the virulence of the biological alternatives applied, as well as the economic valuation were also evaluated. An analysis of simple variance was applied with the test of multiple ranges of Duncan with 5% of error probability for the comparison of the average values. It was carried out the adjustment of the polynomial equation and the calculation of the coefficient of determination. A statistical package SSPS version 17 was used. The incidence of the plagues was not determined by the effect of the boundary. The values of the intensity and distribution in the treatments were: *Empoasca kraemeri* 2,6% and 16%; *Diabrotica balteata* 2,6% and 5%; *Andrector ruficornis* 1,6% and 18%. The technical effectiveness of *Metarhizium anisopliae* in the regulation of *Empoasca kraemeri* was 88%, while technical effectiveness of *Beauveria bassiana* in the regulation of *Diabrotica balteata* and *Andrector ruficornis* was 76%. It is economically justified the biological alternative for the regulation of the pests in the cultivation of the bean, with a relationship benefit/cost equal to 1, 2.

Key words: *Empoasca kraemeri*, *Diabrotica balteata*, *Andrector ruficornis*, regulation, boundary.

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es entre las leguminosas de grano alimenticias, la especie más importante para el consumo humano. Su producción abarca áreas diversas, pudiéndose decir que prácticamente se

cultiva en todo el mundo. El continente Americano es, en particular una de las principales regiones de mayor producción y consumo, estimándose que el 30% de la producción total mundial proviene de esta área, según datos de la FAO (2010).

En Cuba, constituye una parte fundamental de la dieta diaria. Martínez *et al.*, 2007. Se cultiva en todo el territorio nacional, siendo una especie idónea para la rotación y asociación con otros cultivos por el aporte de nitrógeno que incorpora en los suelos. El ciclo vegetativo de la mayoría de las variedades está entre los 90 y 100 días, aunque existen algunas más precoces de 60 a 70 días. Este cultivo se siembra en dos períodos, de Septiembre a Noviembre y de Enero a Febrero. Martínez *et al.*, 2007.

Para los cubanos la presencia de este grano en la mesa constituye parte de su identidad alimentaria, aunque los niveles de consumo históricamente han sido inestables, esto se corrobora al analizar las estadísticas de la FAO (2010). Nos planteamos el objetivo: Determinar el comportamiento de las plagas claves y su regulación con los medios biológicos en la Provincia de Ciego de Ávila.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en las Empresa de Cultivos Varios “Arnaldo Ramírez”, y en la CPA “Revolución de Octubre” que se encuentran ubicada en los municipios Primero de Enero y Baraguá respectivamente, en la campaña 2011-2012. Sobre un suelo

Ferralítico rojo. En maquina de pivote central, donde se tomó dos cuadrantes uno como testigo y el otro como tratamiento, plantada con la variedad Bat 304 (Frijol negro) y Lewa blanco. Se establecen barreras de maíz en franjas alternas en los cuadrantes y los realengos como refugio de los artrópodos benéficos. El cultivo anterior fue frijol.

Criterios para clasificar la colindancia a fin de estudiar sus efectos sobre la ocurrencia de plagas y enemigos naturales (Vázquez, 2008).

1.- Clasificación de la colindancia respecto a su diversidad.

Tipo de diversidad	Composición (1)
1	No difieren
2	Solamente dos colindancias diferentes.
3	Tres colindancias diferentes.
4	Cuatro colindancias diferentes.

1. Número de cultivos u otros componentes diferentes (sin cultivar, Edificaciones.) alrededor del campo evaluado.

2.- Clasificación de la colindancia respecto a la afinidad con el cultivo evaluado.

Tipo de afinidad	Número de colindantes a afines
a	Cuatro.
b	Tres.
c	Dos.
d	Uno.
e	Ninguno.

Determinar la Incidencia y distribución de las plagas claves en el cultivo de Frijol

En el cultivo del frijol se comenzó las observaciones al aparecer las primeras hojas trifoliadas para determinar la incidencia de crisomélidos y se mantuvo cada siete días hasta estado de aguja (comienzo formación de vainas).

En los crisomélidos las observaciones se efectuó semanal para detectar su presencia, primero en los bordes del campo franja de 20 m de ancho 10 observaciones en cinco lugares de cada borde del campo.

Se Muestreo 100 hojas/há y por cada há más se tomarán 10 hojas. La intensidad del daño se utiliza la fórmula y escala de grado de 0-4. Según la metodología establecida [CNSV, 2010].

$$\% \text{ Intensidad} = \frac{\sum a.b.100}{4n}$$

Donde:

- a: Grado de la escala
 - b: Unidades por cada grado
 - n: Total de hojas observadas
 - 4: Último grado de la escala
- De acuerdo con la escala:

Grado Descripción

- 0: Hoja sin crisomélidos.
- 1: De 1 a 2 perforaciones en las hojas
- 2: De 6 a 10 perforaciones en las hojas.
- 3: De 11 a 16 perforaciones en las hojas y formando perforaciones grandes.
- 4: De más de 16 perforaciones en el limbo de la hoja, perforaciones fuertes ocupando casi todo el limbo de la hoja.

Determinar la incidencia y distribución *Empoasca kraemeri* Ross y Moore, Harris en el cultivo de Frijol. CNSV (2010)

Las observaciones se realizaron semanales mediante el jamo, para detectar 0.5 insecto/jamadas. Primero

en los bordes del campo, 10 pases en cinco lugares de cada borde del campo. Seleccionar 10 puntos distribuidos en las diagonales o tablero de ajedrez, en cada punto 10 pases.

Para determinar el porcentaje de daños producidos por el salta hoja se utilizó la siguiente escala:

- 0.- Planta sana.
- 1.- Ligeramente encrespamiento de las hojas, bordes no quemados y el crecimiento de las plantas es normal. Hay presencia de flores y vainas según la variedad.
- 2.- Encrespamiento de las hojas, algunas presentan amarillamiento en los bordes y pocas hojas de las más viejas presentan algunas quemaduras en los bordes. El Crecimiento es normal y se observaron escasas vainas deformadas.
- 3.- Todas las hojas están encrespadas con bordes amarillos la mayoría de las hojas viejas y algunas jóvenes presentan quemaduras en los bordes, hay retraso en el crecimiento y las vainas están deformadas. La producción es

escasa y se observa alguna deformación.

- 4.- Todas las hojas están encrespadas con bordes amarillos muchos de ellos jóvenes y viejos están quemados en los bordes y el limbo entre las nervaduras hay defoliación y retraso en el crecimiento. La producción de vainas es escasa y la mayoría de estas están deformadas.
- 5.- Plantas defoliadas con encrespamiento severo de las hojas. Las hojas presentes están quemadas por los bordes o el limbo, una zona alrededor de la nervadura mantienen un color verde amarillento. La producción es casi nula y las vainas están deformadas. Hay fuerte retraso en el crecimiento.

Para calcular el porcentaje de intensidad de daños se utiliza la fórmula:

$$I = \frac{\sum (a.b.)}{n.k} 100$$

Donde:

I= Porcentaje de intensidad del daño.

Σ (a.b.)= Suma del número de plantas infestadas por su grado de afectación.

n= Numero de plantas evaluadas.

K= Mayor grado de la escala.

El porcentaje de distribución (P) se calculó como

$$P = \frac{\Sigma}{n} \times 100$$

Donde:

l: Cantidad de hojas infestadas

n: Total de hojas observadas.

Protección Fitosanitaria

Tratamientos con el medio biológico para el manejo de Crisomélidos en el cultivo de frijol.

Se efectuaron los siguientes tratamientos:

Beauveria bassiana Para la regulación de crisomélidos, con una frecuencia de siete días. Dosis de 2 kg/ha (5×10^9 – 1×10^9 esporas /ha) solución final.

Se realizó la evaluación de la acción del hongo entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* para la regulación de salta hojas. Dosis de 2 Kg/ha (1×10^9 esporas /ha) solución final.

Determinar la efectividad de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para la regulación de las plagas del cultivo.

Para la determinación de la efectividad biológica de los entomopatógenos se utilizó la fórmula, Vázquez, (2008).

$$ET \% = Pa - Pp / Pa (100)$$

Donde:

ET: Efectividad biológica en %

Pa: es la población de la plaga antes de la aplicación.

Pp: es la población de la plaga con posterioridad a la aplicación.

Análisis comparativo de la valoración económica

Se realizó una valoración económica comparativa entre los costos de la estrategia y los costos de la protección con el uso de los medios biológicos empleados.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, los valores porcentuales de mortalidad se procesaron mediante transformaciones de $\arcsen \sqrt{x}$. Para la comparación de las medias se aplicó un análisis de varianza simple por el test de rangos múltiples de Duncan con un 5 % de probabilidad de error. Se realizó un ajuste de la ecuación polinómica y se calculó el coeficiente de determinación. Se utilizó el paquete estadístico SSPS en español versión 17.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Criterios para clasificar la colindancia a fin de estudiar sus efectos sobre la ocurrencia de plagas y enemigos naturales.

1.- Clasificación de la colindancia respecto a su diversidad

La colindancia teniendo en cuenta el tipo de diversidad corresponde al tipo 1, por tener tres colindantes diferentes que se corresponden los cultivares, kingrass, moringa, boniato. Lo que coincide con (Vázquez, 2008) que plantea que la ocurrencia de plagas depende del cultivo colindante si es hospedero de la misma, si los colindantes son diferentes, interfiere en la llegada de la plaga al cultivo principal, debido a que la mezcla de olores y colores de varias especies de plantas en áreas no muy extensas de cultivos, producen una desorientación de los insectos plagas.

Respecto al cultivo evaluado la afinidad es e por no tener ningún colindante a afines, por lo que no manifiesta la ocurrencia de la plaga hasta el momento del desarrollo fisiológico del cultivo más de 30 días de germinado que aparecieron las plagas, por no

existir cultivos a afines que sirvan de hospederos de la plaga, lo que coincide con (Vázquez, 2008), cuando plantea que la colindancia es uno de los principales elementos que se tienen presentes en la programación de las siembras, porque algunos cultivos tributan poblaciones de plagas a otros. Comportamiento de los diferentes organismos nocivos.

Porcentaje Intensidad de Daño de las plagas

En la Figura 1 (A) se observa el porcentaje de intensidad de *Empoasca kraemeri* Ross y Moore, Harris en el tratamiento que se manifestó una disminución con valores inferiores al 5 %. En el ajuste de la ecuación polinómica se reveló una situación similar con una disminución en los tratamientos con *Metarhizium anisopliae*, el coeficiente de determinación R^2 0.720 muy apropiado para predecir el comportamiento de la plaga, en el testigo ocurrió lo contrario con una tendencia al incremento. Resultados similares obtuvo (Sobrado *et al*, 1986) al observar porcentaje de intensidad de *Empoasca spp* en el cultivo de frijol por encima del 30% en áreas sin tratamiento.

La Figura 1 (B) muestra el porcentaje de intensidad de *D. balteata* Le Conte, en el caso de los tratamientos de medios biológicos se observó la disminución de la población de la plaga y el ajuste de la ecuación polinómica se comportó muy similar con un coeficiente de determinación R^2 0.720 que se ajusta a los resultados obtenidos, en el testigo se observa una tendencia al incremento de las poblaciones. Este comportamiento se corrobora por la preferencia del insecto al cultivo de frijol que es capaz en un ataque intenso de defoliar hasta el 50% del follaje de las plantas (Ecured., 1989.).

Figura 1 (C) aparece el porcentaje de intensidad de *Andrector ruficornis* Oliver se observa una tendencia a la disminución de las poblaciones en el tratamientos con *Beauveria bassiana*, en la ecuación polinómica existe un decrecimiento de los valores con un coeficiente de determinación R^2 0,812,

muy apropiado para predecir el comportamiento de la plaga. En el testigo existe una tendencia al incremento de las poblaciones y de los valores del porcentaje de intensidad, muy similar en el ajuste de la ecuación polinómica, con un coeficiente de determinación R^2 0.964. Resultados similares se corroboran en estudios realizados en el comportamiento de *Diabrotica balteata* Le Conte (Rodríguez, 2012).

Según (Murguido, 2002), en la siembra tardía los saltos de hojas y los crisomélidos incidieron a los cinco días de la siembra con baja incidencia (0,3 individuos/planta) incrementándose hasta los 15 días después con valor moderado (1,0 individuos/planta). A los 22 días de la siembra los crisomélidos se incrementaron en este momento (3,8 individuos/planta).

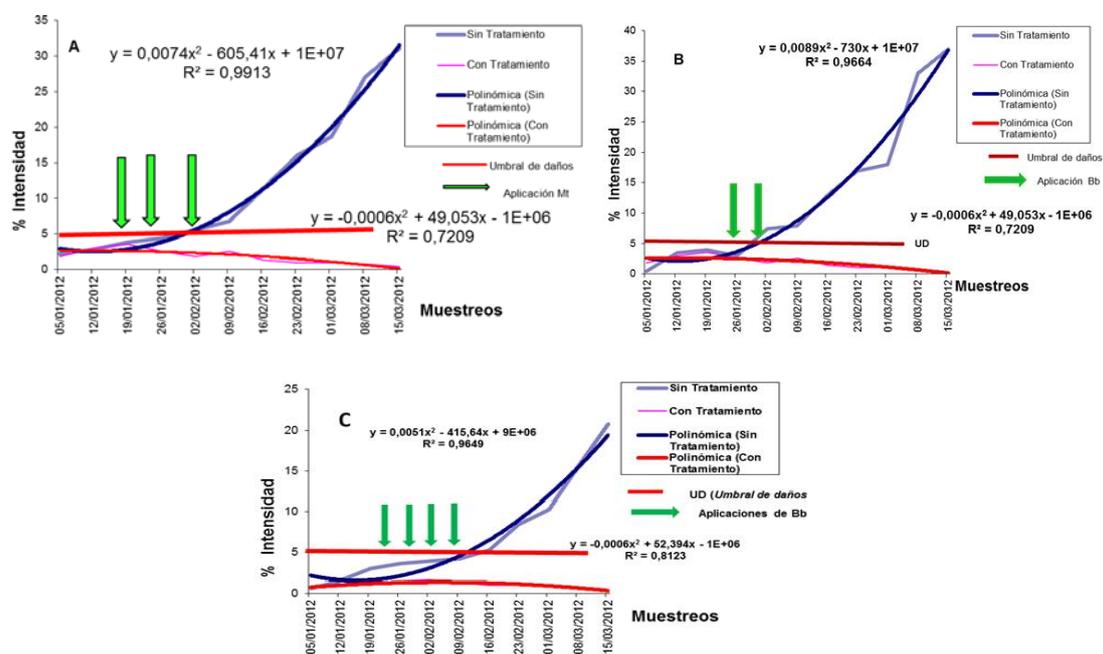


Figura 1. Porcentaje de intensidad (A) *Empoasca kraemeri* Ross y Moore, Harris (B) *Diabrotica balteata* Le Conte (C) *Andrector ruficornis* Oliver.

En la Figura 2 (A) se observa el porcentaje de distribución de *E. kraemeri* en el tratamiento con *Metarhizium anisopliae* una disminución considerable del porcentaje como consecuencia de la acción reguladora del microorganismo, con un comportamiento similar en el ajuste de la ecuación polinómica y con un coeficiente de determinación de R^2 0,720, el cual se ajusta a los resultados obtenidos. En el testigo se mantiene la tendencia al incremento. Lo que se corrobora con los estudios desarrollados por Portillo (1988), donde las poblaciones son extremadamente altas, porque no hay

efecto de la lluvia y tampoco hay cultivos de frijol alrededor.

En la Figura 2 (B) se observa el porcentaje de distribución de *D. balteata* Le Conte en el tratamiento una disminución por debajo del 10%, lo que corresponde con el ajuste de la ecuación polinómica y con el coeficiente de determinación R^2 0,771, lo que pone de manifiesto la acción reguladora de *Beauveria bassiana*. En el testigo se manifiesta la tendencia del aumento por encima del 40%. Según Altieri (1994), señala que aunque las plagas pueden

variar su respuesta a la distribución, abundancia y dispersión, el manejo del hábitat propicia la biodiversidad, en general y a los enemigos naturales en particular.

En la Figura 2 (C) se observa el porcentaje de distribución de *Andrector ruficornis* Oliver. En los tratamientos hay una tendencia a la disminución en los porcentajes se alcanzó valores de 0.55%, se demuestra la actividad reguladora de

Beauveria bassiana, se corresponde con el ajuste de la ecuación polinómica y con un coeficiente de determinación con un valor de R^2 0,898. En el testigo existe una tendencia del aumento por encima del 60% del porcentaje de distribución de la plaga superior a los tratamientos. Rodríguez (2012), obtuvo resultados similares en estudios realizados en el comportamiento de *Diabrotica balteata* Le Conte.

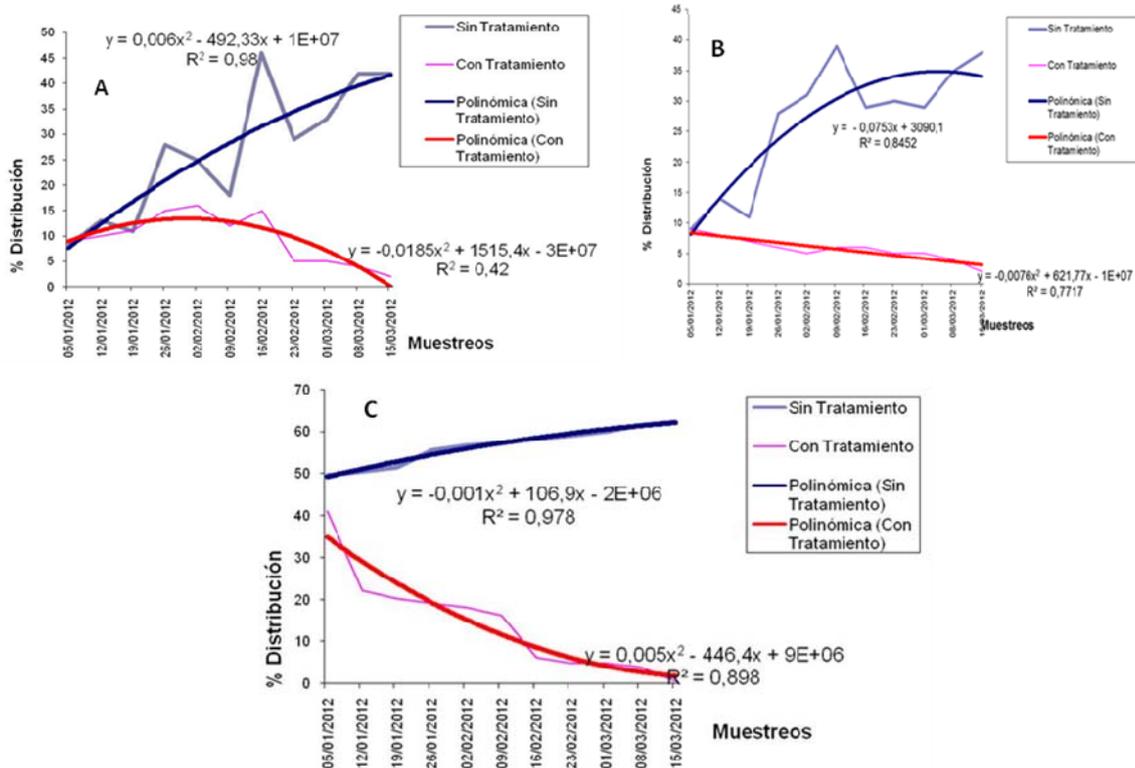


Figura 2. Porcentaje de Distribución (A) *Empoasca kraemeri* Ross y Moore, Harris (B) *Diabrotica balteata* Le Conte (C) *Andrector ruficornis* Oliver.

En la Tabla 1 se observa las efectividad técnica del medio biológico aplicado en la

regulación de la plaga principal que incidió en el cultivo del frijol, para la

regulación de *Empoasca kraemeri* se utilizó el hongo *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin con resultados en la efectividad técnica entre un 71 y 88 %. Para la regulación de *D. balteata* Le Conte y *A. ruficornis* se utilizó el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* comportándose la efectividad técnica entre el 70 - 76 % respectivamente.

Vázquez *et al* (2008) afirma que estas cepas son reproducidas en los Centros de Reproducción de Entomopatógenos (CREs) para realizar aplicaciones inoculativas en los campos donde menos se manifiesta la epizootia de forma natural.

Tabla 1. Resultados de la efectividad técnica de los medios biológicos aplicados.

Plaga	Medio biológico	Concentración Ufc /g-ml	Dosis Kg/Ha	Efectividad Técnica %		
				1	2	3
<i>Empoasca kraemeri</i> Ross y Moore, Harris	<i>Metarhizium anisopliae</i>	1×10^9	2	78	71	88
<i>Diabrotica balteata</i> Le Conte	<i>Beauveria bassiana</i>	1×10^9	2	74	70	76
<i>Andrector ruficornis</i> Oliver.	<i>Beauveria bassiana</i> .	1×10^9	2	71	74	76

En la Tabla 2 se muestra los resultados del balance económico realizado a las áreas en investigación, considerando los tratamientos establecidos en la estrategia del cultivo, a pesar de no estar potenciado como sustitución de importaciones.

Los costos/pesos en el tratamiento químico es de 0.78 centavos por cada peso invertido, mientras que con los tratamientos

de medios biológicos es de 0.45 centavos por pesos invertidos, la relación costo beneficio en los tratamientos biológicos es de 1.2, por cada peso, y los tratamientos químicos es de 0.75, lo que justifica los beneficios económicos de las aplicación de los medios biológicos para la regulación de las plagas en el cultivo del frijol. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Portillo (1988), en los cuales se obtuvo la

relación costo beneficios en los invertido.
tratamientos de 1.00 por cada peso

Tabla 2. Análisis comparativo de la valoración económica.

Indicadores	Tratamientos químicos	Tratamientos Biológicos
Producción Total	8.8.00 ton	11.00 ton
Rendimientos /ha.	1.10	1.38
Valor de la Producción	174735.62	149555.20
Costo de Producción	99856.35	67299.84
Costo /Pesos	0.78	0.45
Ganancias	74879.27	82255.36
Costo/Beneficio	0.75	1.2

CONCLUSIONES

- La ocurrencia de estas plagas no estuvo determinada por el efecto de la colindancia.
- Los valores de la a intensidad y distribución de *Empoasca kraemeri* Ross Moore Harris, *Andrector ruficornis* Oliver y *D. balteata* Le Conte fue menor en los tratamientos.
- La efectividad técnica de *Metarhizium anisopliae* frente a *Empoasca kraemeri* Ross y Moore, Harris fue entre el 71 - 88 %. En *Beauveria bassiana* frente a *D. balteata* Le Conte y *Andrector*

ruficornis Oliver fue del 71 - 76%.

- Se justifica económicamente la aplicación de la alternativa biológica para la regulación de la plaga en el cultivo del frijol. Con una relación costo/beneficio de 1.2.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CNSV (2010). Centro Nacional de Sanidad Vegetal. Metodologías de señalización.
- FAO (2010). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Dirección de Estadística.

- FAOSTAT (2010). Dirección de Estadística.
- FAOSTAT (2010). Top importaciones de Frijoles Secos del año 2007. FAO Dirección de Estadística.
- FAO (2011) ¿Qué es la agricultura orgánica? [en línea]. <http://www.fao.org/docrep/007/ad818s/ad818s03.htm> Consultado: 15/03/13.
- Instructivo Técnico (2011). Cultivo del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).
- Sambrano *et al.* (2008). Procedimiento para la preparación de hongos entomopatógenos. Perú.
- Martínez, E. G, Barrios. L, Rovesti. R. Santos (2007). Manual Práctico Manejo Integrado de Plagas pág. 189.
- Rodríguez Álvarez Yander (2012). Regulación biológica de *Diabrotica balteata* Le Conte en el cultivo del frijol. Tesis de grado para opción de Ingeniero Agrónomo.
- Vázquez, L.L., Y .Matienzo, M. Veitia y J. Alfonso (2008). Manejo y Conservación de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba. Ed. CIDISAV ISBN: 978-959-7194-17-0.202 p.