

EVALUACION EN INVERNADERO DE SIETE PRODUCTOS BIOLÓGICOS Y UNO DE ORIGEN BOTANICO PARA EL COMBATE DE JOBOTOS EN INGENIO TABOGA Y EN INGENIO COOPEAGRI

Ing. Agr. Jose Daniel Salazar Blanco, LAICA-DIECA

Resumen

En dos experimentos ubicados en invernadero para el control de jobotos, se procedió a realizar la evaluación de la eficacia de siete productos biológicos y un botánico. Se evaluaron entomopatógenos (nematodos, bacterias y hongos) y extracto de cáscara de naranja. Se evaluó la eficacia y el porcentaje de mortalidad de los productos. Los resultados del ensayo solo mostraron diferencias altamente significativas ($p > .01$) entre el NEP *Heterorhabditis bacteriophora* y los demás tratamientos para la variable % eficacia en el Ingenio Taboga.

Introducción

Los jobotos, estadios larvales de abejones, son considerados en muchos países del mundo como una plaga con una amplia distribución en diversas condiciones de clima y suelos, con capacidad de provocar daños a diversos cultivos, desde plantaciones en invernadero o bajo cubierta de zarán hasta cultivos extensivos anuales o perennes.

En las condiciones del cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica, se ha reportado una mayor incidencia en las zonas de influencia de la Vertiente Pacífica (Guanacaste, Puntarenas, Valle Central y la Región Sur), con una menor incidencia en las otras regiones cañeras.

En los últimos años, las poblaciones de larvas y de abejones se han incrementado sustancialmente por razones que aún no están claras, pero se puede especular que un menor régimen de lluvias entre los meses de junio-agosto y una menor influencia de depresiones tropicales en el Caribe en el mes de octubre, ha permitido una mayor sobrevivencia natural de larvas de estos abejones.

El control de esta plaga, se debe enfocar desde un punto de vista, no solo de MIP, sino de Manejo Integrado del Cultivo. La implementación de diferentes estrategias y prácticas con el objeto de afectar cada uno de los estadios de vida (huevo - larva – pupa –adulto) son fundamentales para disminuir la presión de la plaga. Algunas estrategias se pueden desarrollar durante la época seca, al inicio de las lluvias y durante un periodo temprano de desarrollo del cultivo.

Alternativas válidas para el control directo de las larvas son el uso de productos químicos eficaces o el uso de biológicos que están en periodos de valoración desde hace algunos años. La oferta de productos es amplia, alguno de ellos con referencias de eficacia contra estas larvas, mientras otros con limitaciones debido a que las investigaciones desarrolladas en otros lugares se ejecutaron en condiciones muy diferentes o contra otras especies de la plaga.

En fin, el tema de encontrar productos altamente eficientes que permitan un manejo racional, con un bajo impacto al ambiente y con costos que sean manejables para los agricultores, es una lucha que hay que seguir, como se ha venido dando desde décadas atrás.

Objetivo

Evaluar la eficacia de productos biológicos / botánicos para el control de jobotos.

Materiales y métodos

En búsqueda de alternativas de manejo de plagas y ante la aparición en el mercado de nuevos productos de acción microbiológica con potencial de uso para muchas plagas, incluyendo los jobotos, se consideró necesario realizar la evaluación de algunos de ellos dirigidos a los primeros estadios larvales de la plaga (L1 – L2).

Ubicación

Las evaluaciones se realizaron en invernaderos ubicados en Ingenio Taboga, Bebedero, Cañas, Guanacaste e Ingenio El General (Coopeagri), Peñas Blancas, Pérez Zeledón, San José, en maceteros sembrados previamente con plántulas de caña de azúcar.

Tratamientos

El ensayo constó de 9 tratamientos donde se consideró una especie de nematodos, cuatro cepas de hongos entomopatógenos, dos bacterias, un producto de origen botánico y el testigo sin aplicar. Se establecieron tres (3) repeticiones para cada tratamiento.

Cuadro 1. Productos utilizados en la evaluación de biológicos / botánicos.
Ingenios Taboga y Coopeagri, 2013.

| Organismo | Tipo de organismo | Nombre comercial | Casa Comercial-Institución |
|---|-------------------------|----------------------|----------------------------|
| <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> | Nematodo entomopatógeno | B-Green | BioControl |
| <i>Beauveria bassiana</i> | Hongo entomopatógeno | MYCOTROL | BioControl |
| <i>Metarhizium anisopliae</i> + <i>Beauveria bassiana</i> | Hongo entomopatógeno | MTCONTROL+INSECTOSBV | Laboratorios Biotec |
| <i>Metarhizium anisopliae</i> | Hongo entomopatógeno | <i>Metadieca</i> | LAICA |
| <i>Beauveria bassiana</i> | Hongo entomopatógeno | <i>Beauvedieca</i> | LAICA |
| <i>Bacillus popillae</i> | Bacteria entomopatógena | Milky Spore | Horizon BioAgro S.A. |
| <i>Bacillus thuringiensis</i> | Bacteria entomopatógena | B T | Horizon BioAgro S.A. |
| Extracto cáscara naranja | Botánico | ORO-BOR N1 | BioControl |
| Testigo | | | |

Periodo de evaluaciones

El proyecto se ejecutó entre el 16 de mayo y el 21 de agosto del 2013. Se realizaron tres evaluaciones para cada tratamiento, según las recomendaciones de los representantes de las empresas.

| Tratamiento | Evaluación |
|----------------------|--------------------|
| B-Green | 7 - 22 y 45 dda |
| MYCOTROL | 7 - 22 y 45 dda |
| MTCONTROL+INSECTOSBV | 7 - 15 Y 30 dda |
| <i>Metadieca</i> | 7 - 15 y 30 dda |
| <i>Beauvedieca</i> | 7 - 15 y 30 dda |
| Milky Spore | 3 - 6 y 12 semanas |
| B T | 3 - 6 y 12 semanas |
| ORO-BOR N1 | 7 - 15 y 45 dda |
| TESTIGO | 7 - 22 y 45 días |

Características del suelo

En el caso de Taboga, se utilizó un suelo franco-arcillo-limoso de buena fertilidad con un contenido de materia orgánica de 0,62% (Cuadro 2).

| Cuadro 2. Resultado del análisis químico - físico del suelo utilizado para el ensayo | | | | | | | | | |
|--|-----------|---------|------|---------|------|------------|----|----|----|
| pH | cmol(+)/l | | | | mg/l | | | | |
| | Acidez | Ca | Mg | K | P | Zn | Mn | Cu | Fe |
| 5,7 | 0,15 | 11,9 | 4,5 | 0,52 | 13 | 4,3 | 2 | 5 | 22 |
| Textura | Arena | Arcilla | Limo | Textura | %MO | C.E. Dsm/m | | | |
| | 18 | 32 | 50 | FAL | 0,62 | 0,87 | | | |

Laboratorio de Suelos . INTA, 2013.

Análisis microbiológicos realizados dan como resultado la identificación de hongos dominantes de los géneros *Rhizopus* sp., *Fusarium* sp., *Aspergillus niger* y *Penicillium* sp. (Laboratorio de Microbiología, CIA – UCR, 2013). Además se diagnosticó la presencia de los nematodos *Pratylenchus* sp. y *Criconebella* sp. (Análisis Nematológico, Laboratorio Nematología, UCR, 2013).

El suelo de Coopeagri presentó características muy diferentes. Las limitantes propias de los suelos de la región se manifiestan en el resultado del análisis químico – físico. Además, se reportan los mismos microorganismos de suelos que en Taboga, pero no hay presencia de nematodos.

| Cuadro 3. Resultado del análisis químico - físico del suelo usado en Coopeagri | | | | | | | | | |
|--|------------|---------|------|---------|------|------------|----|----|----|
| pH | cmol (+)/l | | | | mg/l | | | | |
| | Acidez | Ca | Mg | K | P | Zn | Mn | Cu | Fe |
| 4,9 | 0,3 | 2,7 | 0,6 | 0,12 | 6 | 1,3 | 4 | 4 | 96 |
| Textura | Arena | Arcilla | Limo | Textura | %MO | C.E. Dsm/m | | | |
| | 32 | 36 | 32 | FA | 0,62 | 0,3 | | | |

Laboratorio de Suelos, INTA, 2013

Condiciones del invernadero

En el invernadero se ubicaron las macetas en el piso de cemento (Taboga) o sobre bancales (Coopeagri). Se les suministro riego por aspersión 2-3 veces al día según las necesidades. En algunos registros se reportó entre 31 °C y 38°C y 38% a 64% HR en el invernadero en diferentes días y horas.

Procedimiento

Se colocaron 5 larvas (Taboga) y 3 larvas (Coopeagri) por macetero 7-8 días antes de la aplicación de los productos. Las larvas se colectaron en el campo, considerando para ello su estadio de desarrollo (L1 – L2). En el primer caso la especie de joboto fue *Phyllophaga elenans*, mientras en la Región Sur no fue posible verificar la especie o especies colectadas, aunque se presume por su predominancia que fueran *Anomala* sp. y *Phyllophaga menetriesi*.

Cada tratamiento lo constituyeron 15 macetas de aproximadamente 19cm se diámetro por 16cm de alto. El proceso de preparar las macetas fue el siguiente:

1. Llenado de las macetas con suelo representativo de la finca
2. Siembra de plántulas de caña de azúcar provenientes de cultivo de tejidos
3. Colecta en plantaciones de caña de azúcar e inoculación de jobotos en los maceteros
4. Aplicación de los tratamientos



Variables evaluadas

Porcentaje de Eficacia (Abbott): %Eficacia = $(Cd - Td / Cd) \times 100$ en donde: Cd = población en el testigo (control) y Td = población en el tratamiento.

Larvas sanas: conteo de las larvas vivas

Larvas enfermas: colecta, revisión y acondicionamiento de larvas con poca movilidad, necrosamiento o deformes.

Mortalidad: Larvas inoculadas - larvas sanas

% de mortalidad: $(\text{larvas inoculadas} - \text{larvas sanas} / \text{larvas inoculadas}) \times 100$

Diseño

Los nueve (9) tratamientos, incluido un testigo o control sin aplicar se componían de 15 macetas, distribuidas en hileras en tres bloques (repeticiones).

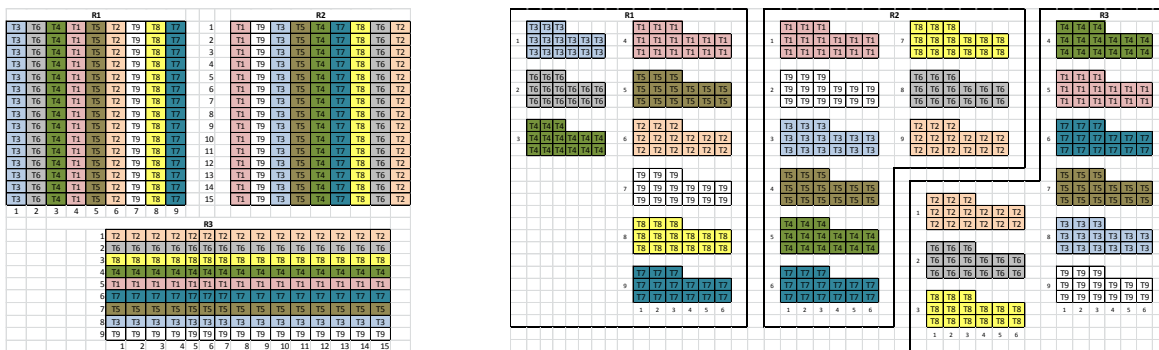


Figura 1. Distribución de los tratamientos en el invernadero en Taboga y Coopeagri. 2013.

Resultados

Después de tres periodos de evaluación para cada tratamiento cuyo espaciamento era variable para los diferentes microorganismos según lo recomendado por los proveedores (desde 1 hasta 12 semanas), se procedió a realizar las evaluaciones en cinco macetas por tratamiento en cada una de las fechas indicadas. El muestreo consistió en extraer la planta y revisar bien el suelo buscando los jobotos y verificando la condición de cada uno de ellos. Es necesario indicar que se encontró una mortalidad importante en cada uno de los tratamientos incluyendo el control (Testigo), probablemente ocasionado por el manejo de los jobotos durante su recolección en los campos cañeros, sumado a la condición natural reportada de sobrevivencia de larvas en el tiempo.

Solo en el experimento establecido en Taboga se encontraron diferencias altamente significativas del B-Green con el resto de los tratamientos.

Cuadro 4. Análisis de varianza de las variables Eficacia de control y Mortalidad de jobotos. Ingenio Taboga, 2013.

| Análisis de varianza Eficacia | | | | | |
|-------------------------------|----|-------------------|-----------------------|-------|-------------------|
| Fuente de variación | GL | Suma de cuadrados | Promedio de cuadrados | F | Probabilidad |
| Bloques | 2 | 566,836119 | 283,41806 | 7,01 | 0,0065 |
| Tratamientos | 8 | 6467,876919 | 808,48462 | 20,00 | <0,0001 |
| Error | 16 | 646,815615 | 40,42598 | | |
| Total | 26 | 7681,528652 | | | |

| Análisis de varianza Mortalidad | | | | | |
|---------------------------------|----|-------------------|-----------------------|--------|----------------|
| Fuente de variación | GL | Suma de cuadrados | Promedio de cuadrados | F | Probabilidad |
| Bloques | 2 | 90,600000 | 45,30000 | 0,3275 | 0,72550 |
| Tratamientos | 8 | 2,670000 | 333,70000 | 2,41 | 0,06368 |
| Error | 16 | 646,815615 | 40,42598 | | |
| Total | 26 | 7681,528652 | | | |

Como se observa en el cuadro 5 y figuras siguientes, la eficacia del B-Green fue 51,4% respecto al testigo, muy superior a los resultados de los tratamientos con hongos (*M. anisopliae* y *B. bassiana*) y bacterias entomopatógenas (*B. popillae* y *B. thuringensis*), así como el Oro-Bor N1.

La mortalidad en el control fue del 41,78%, indicador de pérdida de larvas por razones presuntamente relacionadas con la manipulación o la muerte natural de las mismas. Similares porcentajes se encontraron en los demás tratamientos, con excepción de lo reportado en el caso del NEP, que tuvo una mortalidad del 66,67%, superior en 24,89% al testigo, seguido del Mycotrol.

No fue posible observar jobotos enfermos o muertos que presentaran síntomas de las enfermedades o microorganismos aplicados. El deterioro de los insectos muertos fue intenso por lo cual no fue posible preservarlos o aislar algún microorganismo.

Cuadro 5. Eficacia relativa (%) y Mortalidad (%) de larvas para cada tratamiento en invernadero. Ingenio Taboga. 2013.

| Tratamientos | Eficacia relativa (%) | Mortalidad (%) |
|----------------------|-----------------------|----------------|
| B-Green | 51,40 a | 66,67 |
| Milky Spore | 16,47 b | 44,44 |
| B T | 11,20 b | 46,22 |
| ORO-BOR N1 | 8,15 b | 50,67 |
| <i>Metadieca</i> | 2,97 b | 43,11 |
| MYCOTROL | 2,27 b | 62,67 |
| <i>Beauvedieca</i> | 0,67 b | 33,78 |
| MTCONTROL+INSECTOSBV | 0,00 b | 55,56 |
| TESTIGO | 0,00 b | 41,78 |
| Promedio | 10,35 | 49,43 |
| DS | 6,36 | 10,55 |
| CV (%) | 61,46 | 21,34 |

Valores promedio con letra diferente en una misma columna difieren estadísticamente entre si, según Tukey ($p \leq 0,01$)

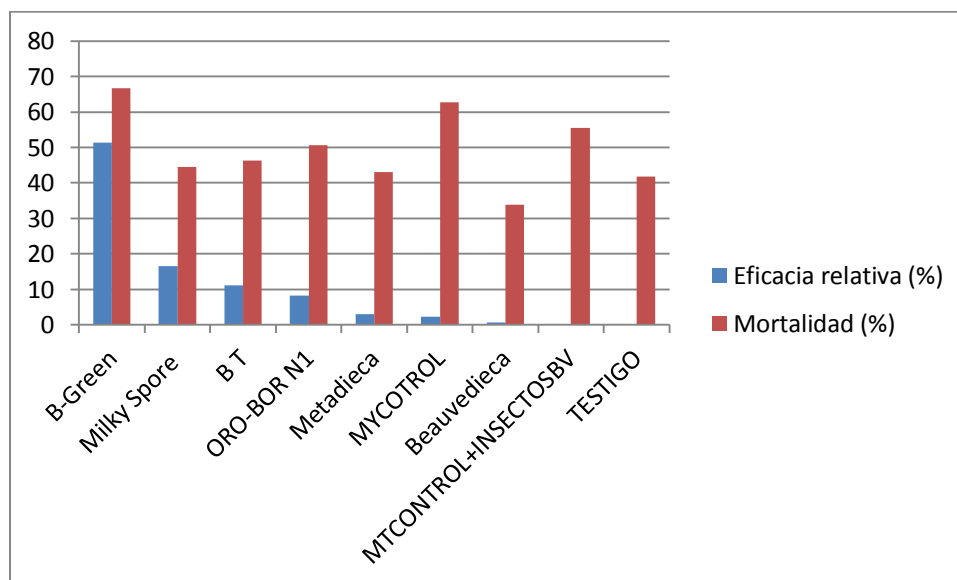


Figura 2. Eficacia y Mortalidad porcentuales de los tratamientos aplicados. Taboga, 2013.

En la figura 3 se observa el porcentaje de larvas vivas de los tratamientos evaluados, sobresaliendo que el menor valor se presentó para el tratamiento con B-Green. En todos los casos se presenta una disminución de la cantidad de larvas vivas conforme pasan los días.

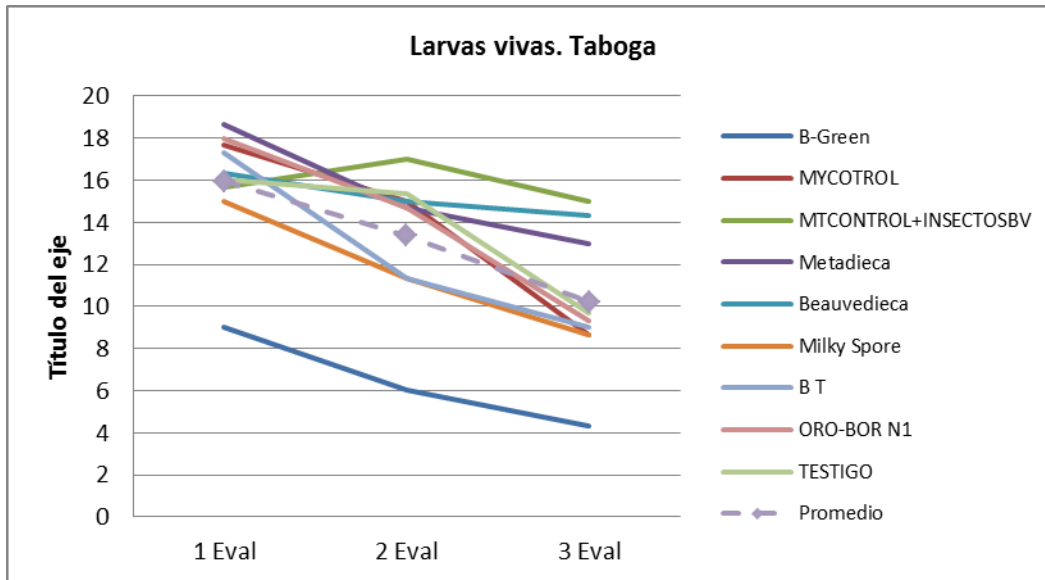


Figura 3. Supervivencia de larvas en los diferentes tratamientos. Taboga 2013.

Respecto al experimento establecido en Coopeagri, no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos para ninguna de las variables analizadas. Además, no se encontró consistencia de esos resultados si se comparan con los obtenidos en Guanacaste. Al respecto no se tiene claro que factores determinaron resultados tan diferentes. Se puede especular un poco sobre las diferentes características de los suelos usados, las condiciones de los jobotos colectados ya que se obtuvo material más homogéneo por estadio larval en Taboga en comparación con el de la zona sur y las especies.

Cuadro 6. Análisis de varianza de las variables Eficacia de control y Mortalidad de jobotos. Ingenio Coopeagri, 2013.

| Análisis de varianza Eficacia | | | | | |
|-------------------------------|----|-------------------|-----------------------|-------|--------------|
| Fuente de variación | GL | Suma de cuadrados | Promedio de cuadrados | F | Probabilidad |
| Bloques | 2 | 3866,815556 | 1933,407778 | 21,72 | <0.0001 |
| Tratamientos | 8 | 124,033333 | 128,004167 | 1,44 | 0,2547 |
| Error | 16 | 1424,037778 | 89,002361 | | |
| Total | 26 | 6314,88667 | | | |

| Análisis de varianza Mortalidad | | | | | |
|---------------------------------|----|-------------------|-----------------------|------|--------------|
| Fuente de variación | GL | Suma de cuadrados | Promedio de cuadrados | F | Probabilidad |
| Bloques | 2 | 90,600000 | 105,89849 | 1,62 | 0,22970 |
| Tratamientos | 8 | 2,670000 | 32,51029 | 0,50 | 0,8418 |
| Error | 16 | 1049,108368 | 65,56927 | | |
| Total | 26 | 1520,977654 | | | |

Como se observa en el cuadro 7 todos los tratamientos fueron ligeramente superiores al testigo para las dos variables determinadas; el mayor porcentaje de mortalidad (Metadieca) fue apenas 19,70% y un 11,11% superior al testigo en eficacia y mortalidad, respectivamente. Como se mencionó anteriormente, no es posible explicar la diferencia tan marcada en los resultados en las dos regiones, ya que no se encuentra un indicador que refleje una posible causa. El tipo de suelo y el estadio larval son dos de los factores que marcaron diferencia entre los dos experimentos.

Cuadro 7. Eficacia relativa (%) y Mortalidad (%) de larvas para cada tratamiento en invernadero. Ingenio Coopeagri. 2013.

| Tratamientos | Eficacia relativa (%) | Mortalidad (%) |
|----------------------|-----------------------|-----------------|
| <i>Metadieca</i> | 19,70 | 60,00 |
| B T | 19,33 | 55,56 |
| <i>Beauvedieca</i> | 19,07 | 55,57 |
| ORO-BOR N1 | 14,40 | 56,30 |
| Milky Spore | 14,03 | 53,33 |
| MTCONTROL+INSECTOSBV | 12,33 | 53,33 |
| MYCOTROL | 11,00 | 53,33 |
| B-Green | 6,43 | 50,37 |
| TESTIGO | 0,00 | 48,89 |
| Promedio | 12,92 | 54,07407 |
| DS | 9,43 | 8,09486 |
| CV (%) | 73,01 | 14,9748 |

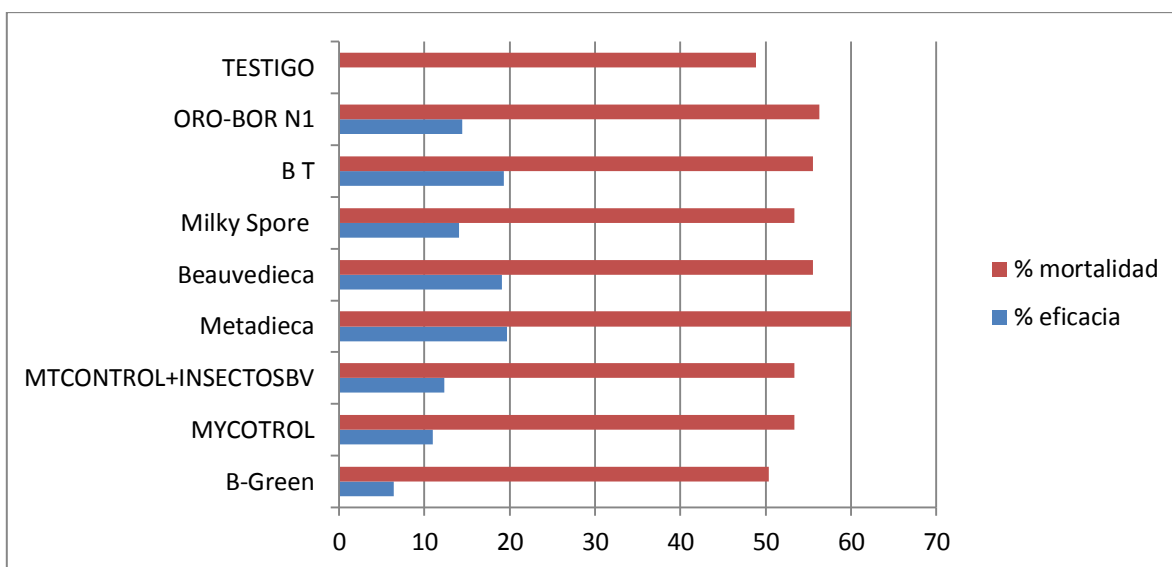


Figura 4. Eficacia y Mortalidad porcentuales de los tratamientos aplicados. Coopeagri, 2013.

En la figura 5 se observa el comportamiento de las larvas vivas durante los periodos de evaluación, con una tendencia a disminuir en la mayoría de los casos conforme pasa el tiempo.

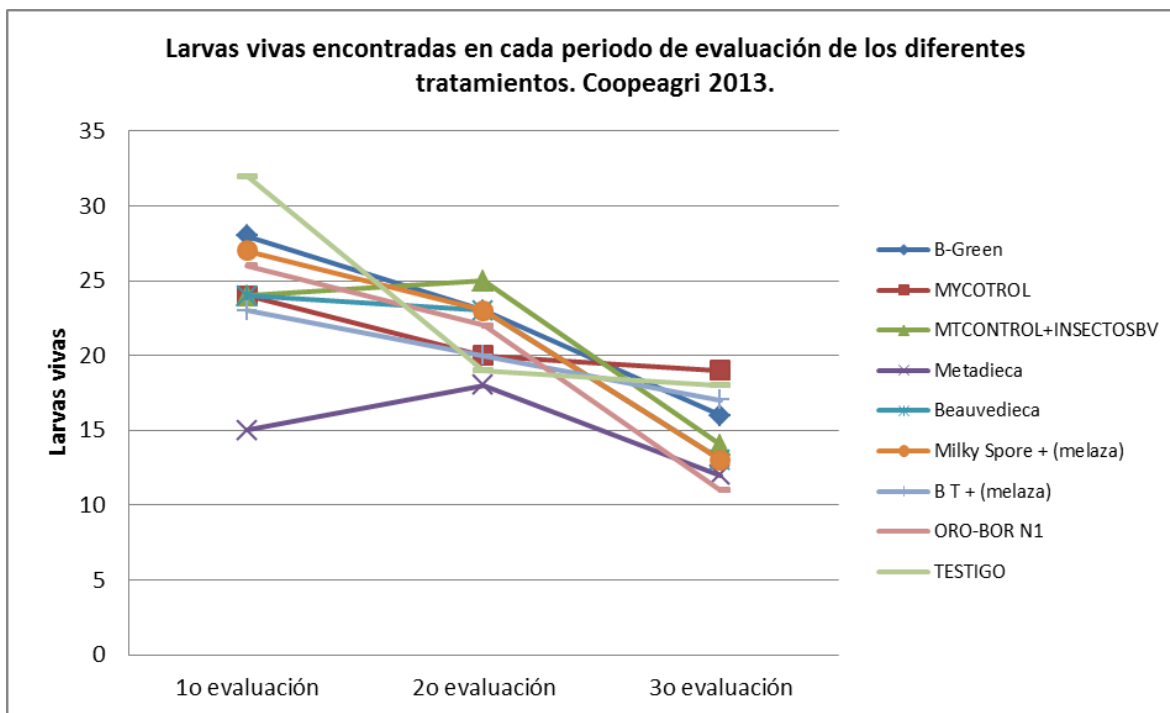


Figura 5. Sobrevivencia de larvas en los diferentes tratamientos. Coopeagri 2013.

Conclusiones

Se presentaron resultados en cada invernadero muy diferentes en la eficacia y mortalidad de los tratamientos sobre los jobotos posiblemente por factores de manejo, tipo de suelo y estadios colectados, pero no explica el comportamiento tan diferente de algunos tratamientos en los dos experimentos.

Hay que reconocer, que el manejo de productos biológicos es delicado y que se deben tener todas las previsiones posibles para evitar su deterioro antes y durante el uso.

Debe considerarse que los métodos de manejo y control de plagas alternativos al uso de agroquímicos, son una herramienta básica que en el futuro debe ser aceptada por los agricultores y técnicos, pero para ello es fundamental convencerlos con resultados que respalden su eficacia.

El NEP *Heterorhabditis bacteriophora* y las bacterias *Bacillus popillae* y *Bacillus thuringiensis* podrían ser los microorganismos con mayor potencial de control de los jobotos.

Recomendación

Algunos de los técnicos que estuvieron en el desarrollo del trabajo coincidimos en realizar un nuevo proyecto con los productos que reflejaron mayor potencial (Be-Green: *H. bacteriophora*, Milky Spore: *B. popillae* y BT: *B. thuringiensis*), incluyendo otros agentes de control como algunas

especies del género *Steinernema* y un *H. bacteriophora* de la UCR, paralelamente en invernadero y en campo (parcelas) para validar los resultados obtenidos y observar efectos en un plazo mayor.

Agradecimiento

A cada una de las personas que colaboraron en la ejecución de los dos experimentos en los ingenios Taboga y Coopeagri; personal de campo y algunos estudiantes que realizaban pasantías.

Al Ing. Albar Conejo, Ing. Javier Calvo, Ing. Roberto Santana y al señor Johnny Ruiz de Taboga.

Ing. Oldemar Navarro, Ing. Willy Valverde y al señor Luis Mora en Coopeagri.

Técnicos Rodrigo Oviedo y Daniel Alfaro, Bio. Laura Castro y a los Ingenieros Julio Barrantes y Alvaro Angulo de LAICA - DIECA.