



Government
of Canada

Gouvernement
du Canada



CRIA Norte

Cadena de cardamomo

EVALUACION DE LA PATOGENEIDAD DEL HONGO *Beauveria bassiana*, y *Metarhizium anisopliae*, EN EL MANEJO DE *Cholus pilicauda* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE), EN EL CULTIVO DEL CARDAMOMO.

*Claudio Nunes,

** Benjamín Bol Caal;

***Pedro Chub Morales,

* (CECI-UNITERRA), ** (CARDEGUA), ***FEDECOVERA)

Cobán, Alta Verapaz, Guatemala

Noviembre de 2018

Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de ésta publicación es responsabilidad de su(s) autor(es) y de la institución(es) a las que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Contenido	Pag.
Resumen	5
Abstract	6
1. Introducción	7
2. Marco teórico	7
2.1 El picudo del cardamomo <i>Cholus pilicauda</i> Champion.	7
2.2 Reconocimiento, biología y comportamiento de <i>Cholus pilicauda</i> .	8
2.3 Daño.	9
2.4 Hongos entomopatógenos.	10
2.5 Factores climáticos que afectan a los entomopatógenos.	11
3. Objetivos del estudio.	12
3.1 Objetivo específico.	12
4. Hipótesis	12
5. Metodología	12
5.1 Localidad y época.	12
5.2 Diseño experimental.	13
5.3 Tratamientos.	13
5.4 Tamaño de la unidad experimental.	13
5.5 Modelo estadístico.	13
5.6 Variables de respuesta.	13
5.7 Análisis de la información.	13
5.8 Manejo del experimento.	13
6. Resultados	14
6.1 Estimación del daño.	14
7. Discusión	19
8. Conclusiones	20
9. Recomendaciones	21
10. Agradecimientos	21
11. Referencias	21

Resumen

C. pilicauda Champion, es la segunda plaga de importancia económica en el cultivo de cardamomo, (*Elettaria cardamomum*), en Guatemala, por detrás del thrips del cardamomo (*Sciothrips cardamomi*). El adulto perfora los frutos provocando pudrición, pérdida de semillas y baja calidad, mientras que las larvas penetran el sistema radicular, alimentándose de los tejidos y generando lesiones que facilita la entrada de hongos y bacterias. En la búsqueda de un plan de manejo, se evaluó el uso de dos hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en dos municipios de Alta Verapaz y uno en Quiché, Guatemala.

En los ensayos donde la cobertura forestal y humedad relativa fue baja, *B. bassiana* no ejerció control sobre *C. pilicauda*; no así *M. anisopliae*. En parcelas ubicadas en regiones con una tasa de sombra superior al 60% y con una precipitación promedio de 4000 a 5000 mm anuales, *B. bassiana* efectuó un control contra *C. pilicauda*.

El uso de *B. bassiana* y *M. anisopliae* para el control de *C. pilicauda* en el cultivo de cardamomo, muestra efectividad solamente en regiones que presentan una alta humedad relativa y una cobertura vegetal superior al 60%.

Palabras clave: *Cholus pilicauda*, *Elettaria cardamomum*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*

Abstract

C. pilicauda Champion, is the second pest of economic importance in the cardamom, (*Elettaria cardamomum*), in Guatemala, behind the cardamom thrips (*Sciothrips cardamomi*).

The adult perforates the fruits causing rotting, loss of seeds and low quality, while the larvae penetrate the root system, feeding on the tissues and generating lesions that facilitate the entry of fungi and bacteria.

In the search for a management plan, the use of two entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* was evaluated in two municipalities of AltaVerapaz and one in Quiche, Guatemala.

In trials where forest cover and relative humidity were low, *B. bassiana* did not control *C. pilicauda*; not so *M. anisopliae*. In plots located in regions with a shadow rate higher than 60% and with an average rainfall of 4000 to 5000 mm per year, *B. bassiana* carried out a control against *C. pilicauda*.

The use of *B. bassiana* and *M. anisopliae* for the control of *C. pilicauda* in the cultivation of cardamom, shows effectiveness only in regions that present a high relative humidity and a vegetal cover superior to 60%.

Key words: *Cholus pilicauda*, *Elettaria cardamomum*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*

1. Introducción

El cardamomo (*Elettaria cardamomum* Maton) ocupa, en Guatemala, el cuarto lugar en el abanico de productos agrícolas de exportación, después del azúcar, café y banano, (Robles 2013). El principal factor limitante en la producción y comercialización del cardamomo es la presencia de insectos plagas. El picudo del cardamomo o picudo del ginger, *Cholus pilicauda* Champion, esta reportado como plaga en plantas de la familia Zingiberaceae, Metzler (2007), a la cual pertenece, entre otros, el jengibre y el cardamomo.

En Centro América, *C. pilicauda*, ha sido reportado en Costa Rica, Hernández-Ramírez (1987), Coto y Saunders (2004), atacando el cultivo de cardamomo y de jengibre rojo (*Alpina purpurata*). En Guatemala, su presencia ha si reportada únicamente en el cardamomo.

Actualmente, *C. pilicauda*, es considerada la segunda plaga de importancia económica en este cultivo, después del thrips del cardamomo *Sciothrips cardamomi* (Nunes, *obs. person.*).

Por tratarse de una plaga ausente en las plantaciones de cardamomo del continente indio y asiático (su distribución, aparentemente, se limitaría a América tropical, particularmente Centro América), no se cuenta con estudios específicos sobre este curculionido mas allá de su presencia y descripción biológica. Es en Costa Rica donde se han realizado dos trabajos sobre *C. pilicauda*, uno en el cultivo de jengibre Metzler (2007), y otro en el cardamomo (Hernández-Ramírez 1987). Ningún trabajo científico formal sobre *C. pilicauda* ha sido publicado hasta la fecha en Guatemala, aunque no se descarta la posibilidad de su mención en la literatura gris o trabajos e informes privados de limitada difusión.

Datos preliminares obtenidos en Guatemala por el proyecto PROCACHI, demuestran que su incidencia y distribución no es homogénea, obteniéndose tasas de daño por *C. pilicauda* de 0 hasta 40% de frutos cosechados. Aparentemente, su incidencia, dependería de la región, humedad, malezas huéspedes y manejo de la sombra (Nunes, *obs. pers*). No obstante, en ciertas áreas cardamomeras de Guatemala, su impacto puede llegar a superar al del thrips del cardamomo (*com pers*).

El manejo de plagas insectiles en el cultivo de Zingiberaceae por medios químicos es poco rentable debido a la arquitectura de la planta Hata *et al.* (1995).; Hata y Hara (1992) y Hata *et al.* (1992), por lo tanto, se hace necesaria la búsqueda de alternativas que puedan ser incorporadas en el manejo de esta plaga.

2. Marco teórico

2.1 El picudo del cardamomo *Cholus pilicauda* Champion (= *Cholus subcaudata*).

El picudo del cardamomo *Cholus pilicauda* (Coleoptera: Curculionidae) ha sido reportado como plaga en plantas pertenecientes a la familia Zingiberaceae, a la cual pertenece el cardamomo, (*Elettaria cardamomum*), el ginger, (*Zingiber officinale*) la maraca amarilla (*Zingiber zerumbet*) y el bastón del emperador (*Etlinger eliator*). Su distribución se

limitaría aparentemente a América central, siendo reportado, hasta la fecha, en Costa Rica y Guatemala.

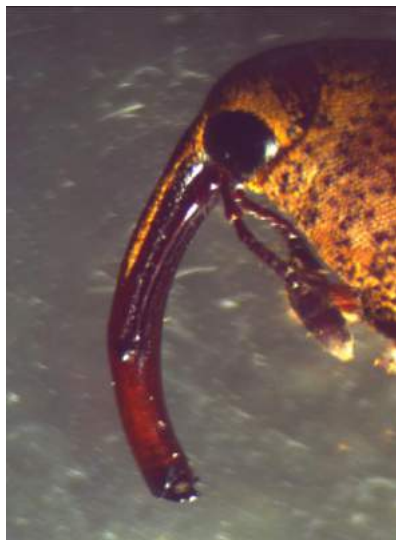
La hembra deposita los huevos en la base de los pseudotallos, sobre todo en sitios húmedos bajo sombra densa; las larvas se desarrollan y completan el ciclo de vida en las raíces, una vez que emergen los adultos, estos se alimentan principalmente de las flores en el ginger (Coto y Saunders 2004) y en frutos y capsulas en el cardamomo. El daño lo ocasionan las larvas generando lesiones y galerías en los pseudotallos, permitiendo la entrada de patógenos como *Erwinia carotovora* y *Fusarium* spp. (Hernández-Ramírez 1987). Los adultos dañan los frutos de cardamomo con el *rostrum* (pico) durante la alimentación. Por lo general el fruto es perforado una sola vez por el adulto (Nunes, *obs. person.*).

2.2 Reconocimiento, biología y comportamiento de *Cholus pilicauda*.

Adulto, (Fig. 1) de 1,5 -1,7 cm. de longitud, cuerpo y patas marrones, cubierto con escamas pardo-amarillentas, cabeza y *rostrum* con escamas pardo-amarillentas que se extienden cerca de la inserción de las antenas (Fig. 2); ventralmente, los últimos tres segmentos abdominales no presentan escamas pardo-amarillentas en el centro, exponiendo un color oscuro (fig. 3). La longevidad del adulto es de 120 días.



(Fig. 1) Adulto, tomado de Nunes (2017).



(Fig. 2) Cabeza y *rostrum*, tomado de Nunes (2017).



(Fig. 3) Abdomen, tomado de Nunes (2017).

El huevo, 2 mm de largo, es generalmente depositado en la base de los pseudotallos, sobre todo en sitios bajo sombra densa; incubación entre 21 y 26 días.

La larva es apoda y en forma de C. Blanco-amarillenta; capsula cefálica café claro, mandíbulas oscuras. Se desarrolla al interior del tallo, durante dos meses, aproximadamente (Fig. 4).



(Fig. 4) Larva, tomado de Nunes (2017).

La pupa es Blanca y exarada. También llamada pupa libre, los apéndices no están adheridos al cuerpo, sino expuestos exteriormente, se encuentra en el suelo. Metamorfosis entre 22 y 30 días.

2.3 Daño

El daño de *C. pilicauda* en el cardamomo, lo ocasiona tanto el adulto como la larva. La larva penetra el sistema radicular, alimentándose de los tejidos y de la base de los tallos. El adulto perfora la capsula, preferentemente tierna y por lo general, una sola vez (Hernández-Ramírez 1987). El daño por el adulto, puede provocar pudrición del fruto, pérdida de semillas y baja calidad. Si las capsulas están tiernas, el adulto consume todo su contenido, dejándolas vacías, pero si están maduras, no afecta a las semillas pero si a la calidad del fruto.

En cuanto a la larva, las galerías ocasionadas a los tejidos en las raíces y en la base de los tallos han sido asociadas a la entrada de patógenos, tales como: *Erwinia caratovora* y *Fusarium* spp. (Hernández-Ramírez 1987).

2.4 Hongos entomopatógenos

Los hongos han sido los primeros entomopatógenos utilizados en el control microbiano de insectos. Cerca del 80% de las enfermedades de los insectos son causadas por hongos pertenecientes a 90 géneros y más de 700 especies (Nunes 2000). Los comúnmente utilizados son los géneros: *Beauveria*, *Nomuraea*, *Metarhizium*, *Verticillium* y *Entomophthora*.

Bajo condiciones favorables, según Alves (1986) los hongos presentan las siguientes fases de desarrollo:

1 Germinación. Una vez las esporas están sobre la cutícula del insecto (fig. 5), desarrollan un tubo germinativo, formando en su extremo una grampa que penetra desde la epicutícula hacia la exocutícula, endocutícula y membrana basal (no todos los hongos pueden presentar una grampa de penetración).

2 Penetración. Esto es debido a la presión mecánica ejercida por el hongo y a la descomposición del tejido por acción de las enzimas proteasas, lipasas y quitinasas. Las vías más frecuentes de penetración son: boca, suturas inter-escleritales, tarsos y ano.

3 Colonización. Una vez al interior del insecto, el hongo se ramifica inicialmente en el tegumento para pasar posteriormente al interior, formando pequeñas colonias en los cuerpos grasos, sistema digestivo, tubos de Malpighi, hipodermis, sistema nervioso y finalmente músculos y tráqueas. Este proceso se efectúa entre 80 a 120 horas (fig. 5).

4 Reproducción. Pasadas 48 a 60 horas después de la muerte del insecto (4 a 5 días de la inoculación) las hifas comienzan a emerger a través de los espiráculos y de las suturas inter-escleritales. De 24 a 48 horas más tarde, bajo condiciones de alta humedad y una temperatura entre 20 y 30 °C, el hongo produce los conidios. La muerte del insecto es debida a la presencia de micotóxicas, bloqueo del aparato digestivo y otros daños físicos debidos al crecimiento del micelio.

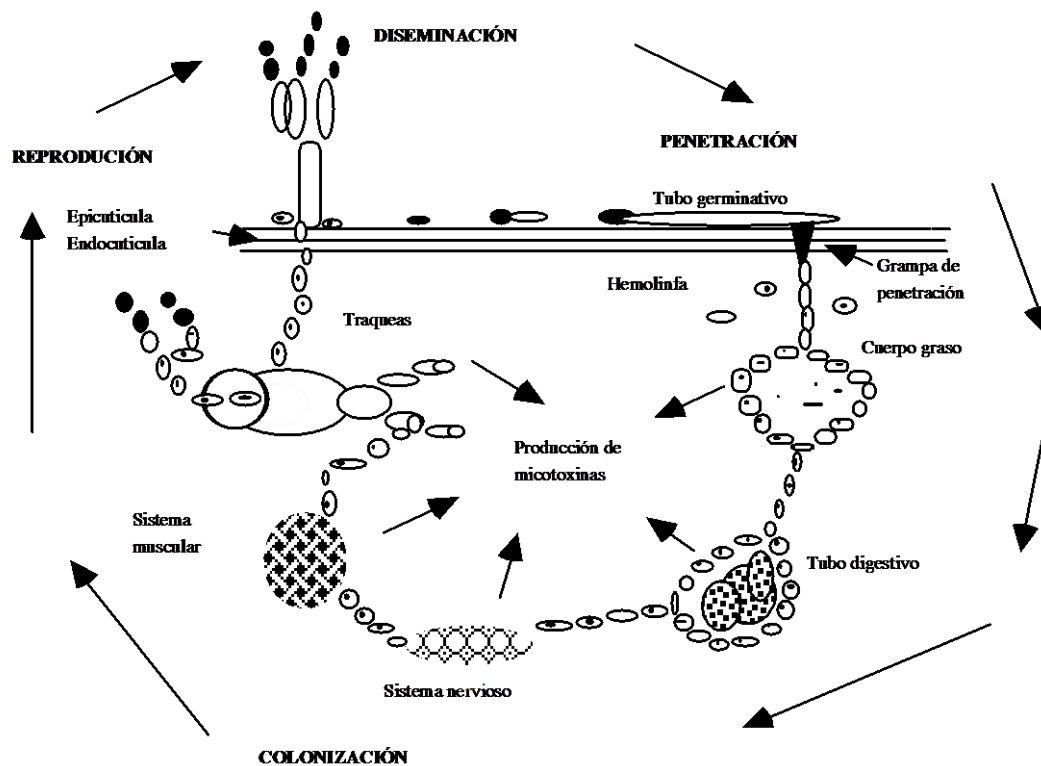


Figura 5. Esquema de desarrollo de *M. anisopliae* sobre su hospedero Tomado de Alves, (1986) y modificado (Nunes 2000).

2.5 Factores climáticos que afectan a los entomopatógenos.

Temperatura. Los patógenos no poseen un sistema que les permita regular su temperatura, pudiendo ser afectada por esta. El rango favorable para el desarrollo de los patógenos varía en función del grupo al cual pertenecen. En regla general la temperatura más indicada para su aplicación en campo deberá ser entre los 20 y 30 °C.

En relación a los hongos, la temperatura óptima se encuentra dentro de la faja de 20 a 30 °C. La conservación de los hongos exige una temperatura de menos -20 a 8 °C. El hongo *B. bassiana* requiere una temperatura de 22 a 26 °C para su desarrollo, pudiendo soportar temperaturas de hasta 45 °C.

Humedad se manifiesta a través de la lluvia, humedad del suelo o del aire siendo esencial para algunas fases de germinación, reproducción y penetración del patógeno. La humedad, puede considerarse más importante que la temperatura, debido a que afecta principalmente la velocidad de desarrollo de la enfermedad.

En relación a los hongos, la humedad relativa (HR), afecta la longevidad de las esporas. En efecto, Clerk y Madelin (1965) demostraron que a 34% de HR hubo una menor preservación de las esporas que a 0%, en cuanto a 75% la preservación fue igual o superior que a 0%. Por otro

lado, Riba y Marcandler (1984) demostraron que el hongo *M. anisopliae* no puede prosperar abajo de 90% de HR sobre los huevos de *Ostrinia nubilalis*. Bajo condiciones de campo, se ha verificado que las epizootias se presentan en condiciones de HR del 70 al 100%, como sucede con: *Entomophthora* spp. en pulgones, *N. rileyi* en larvas de lepidópteras, *B. bassiana* en coleópteros y *M. anisopliae* en salivazos.

3. Objetivos del estudio.

Contribuir al incremento de la calidad y cantidad de cardamomo orgánico, a través del control biológico de *C. pilicauda* con el propósito de incrementar los ingresos económicos de los productores de Cardamomo de Guatemala.

3.1 Objetivo específico

Determinar la efectividad del hongo entomopatógeno *B. bassiana* en el control de *C. pilicauda*.

Determinar la efectividad del hongo entomopatógeno *M. anisopliae* en el control de *C. pilicauda*.

4. Hipótesis

H1: La aplicación del hongo entomopatógeno *B. bassiana*, reduce el número de frutos dañados de cardamomo por *C. pilicauda*

H0: La aplicación del hongo entomopatógeno *B. bassiana*, no exhibe diferencias en el número de frutos dañados de cardamomo por *C. pilicauda*.

H1: La aplicación del hongo entomopatógeno *M. anisopliae*, reduce el número de frutos dañados de cardamomo por *C. pilicauda*

H0: La aplicación del hongo entomopatógeno *M. anisopliae*, no exhibe diferencias en el número de frutos dañados de cardamomo por *C. pilicauda*.

5. Metodología

5.1 Localidad y época.

Las parcelas para el estudio fueron seleccionadas en función de dos criterios; alta incidencia de *C. pilicauda* y ausencia de historial de control químico.

- Cooperativa Integral Agrícola Ostua, R. L. Cobán, Alta Verapaz.
- Cooperativa Integral Agrícola Chilte, R. L. San Pedro Carcha, Alta Verapaz.
- Aldea Ixtahuacan Chiquito, Ixcán, Quiché.

- Comunidad Salvador Chitzol, Cobán, Alta Verapaz.

El Estudio dio comienzo en julio 2017

5.2 Diseño experimental.

Parcelas apareadas.

5.3 Tratamientos.

Un solo tratamiento para cada uno de los ensayos y un tratamiento nulo (testigo).

5.4 Tamaño de la unidad experimental.

Cada unidad experimental tuvo una superficie de 400 m² con un número de plantas útiles de 64 plantas.

5.5 Modelo estadístico.

Se realizaron comparaciones de medias; un Test T para dos muestras independientes.

5.6 Variables de respuesta.

Las capsulas fueron clasificadas en dos grupos en función del daño.

1. Sin daño (sin presencia de perforación por *C. pilicauda*)
2. Con daño (presencia de perforación por *C. pilicauda*).

5.7 Análisis de la información.

Los análisis se realizaron con la ayuda del software. InfoStat. Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2018. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

5.8 Manejo del experimento.

En cuatro zonas diferentes, tanto el hongo entomopatógeno *B. bassiana*, como *M. anisopliae* fueron comparados con un testigo (sin insecticida). Con el fin de determinar su eficacia contra *C. pilicauda*. Se utilizó la dosis de 4 cc/l, de TERABOVERIA 0.5 SC y MET FORTE 0.4 SC.

Antes del tratamiento, se eliminaron las vainas de las hojas secas. La aplicación del entomopatógeno fue dirigida hacia la base de los tallos, la panícula y el primer tercio de la base de la planta durante el periodo final de la floración y comienzo de la formación de frutos.

Las aplicaciones comenzaron a finales de julio 2017 y concluyeron en octubre del mismo año. Cuatro aplicaciones, en un intervalo promedio de 20 días entre aplicación.

Las capsulas fueron cosechadas una vez maduras a finales de octubre y principio de noviembre. El número de capsulas dañadas y no dañadas fueron registrados para cada planta. Se

cosecharon seis plantas tomadas al azar para el tratamiento y seis para el testigo, en cada una de las parcelas de investigación.

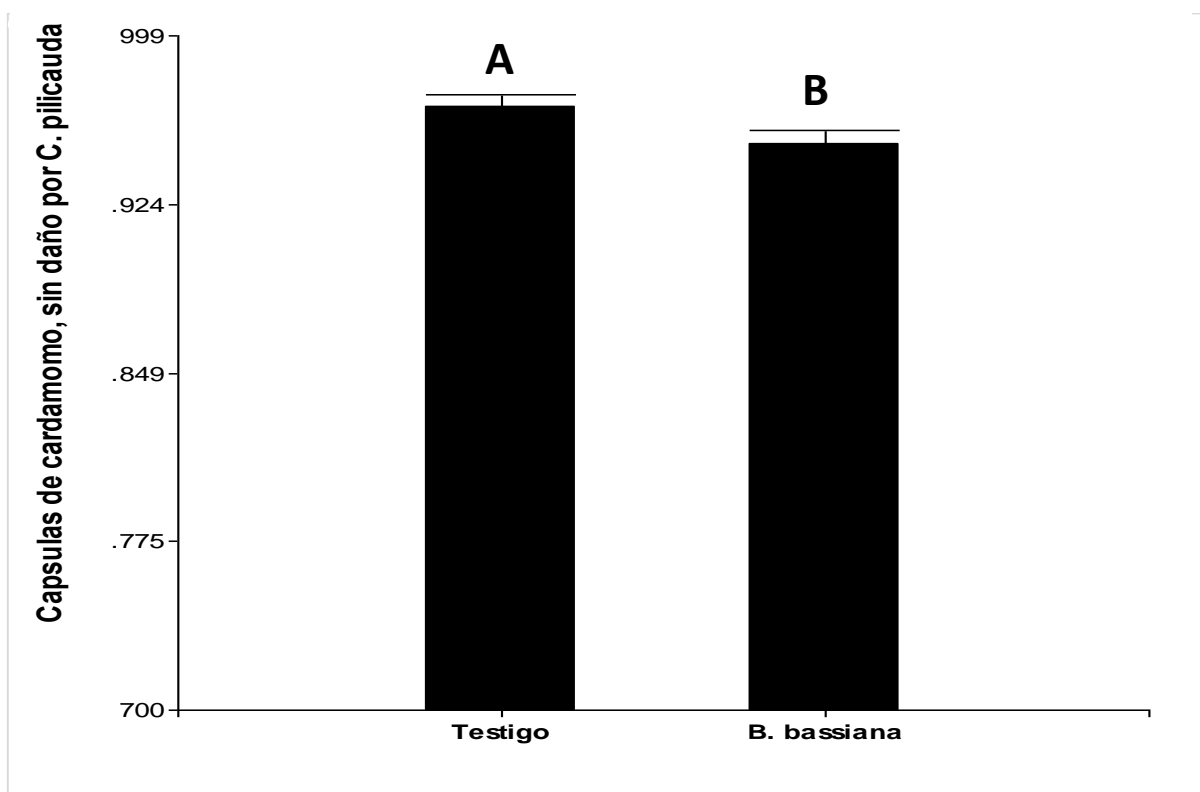
Estimación de la severidad del daño causado por *C. pilicauda*.

Las capsulas maduras recolectadas, fueron llevadas al laboratorio del proyecto PROCACHI-GU-M1055, (2014), para su clasificación (Ver 5.6 variables de respuesta)

6. Resultados

6.1 Estimación del daño.

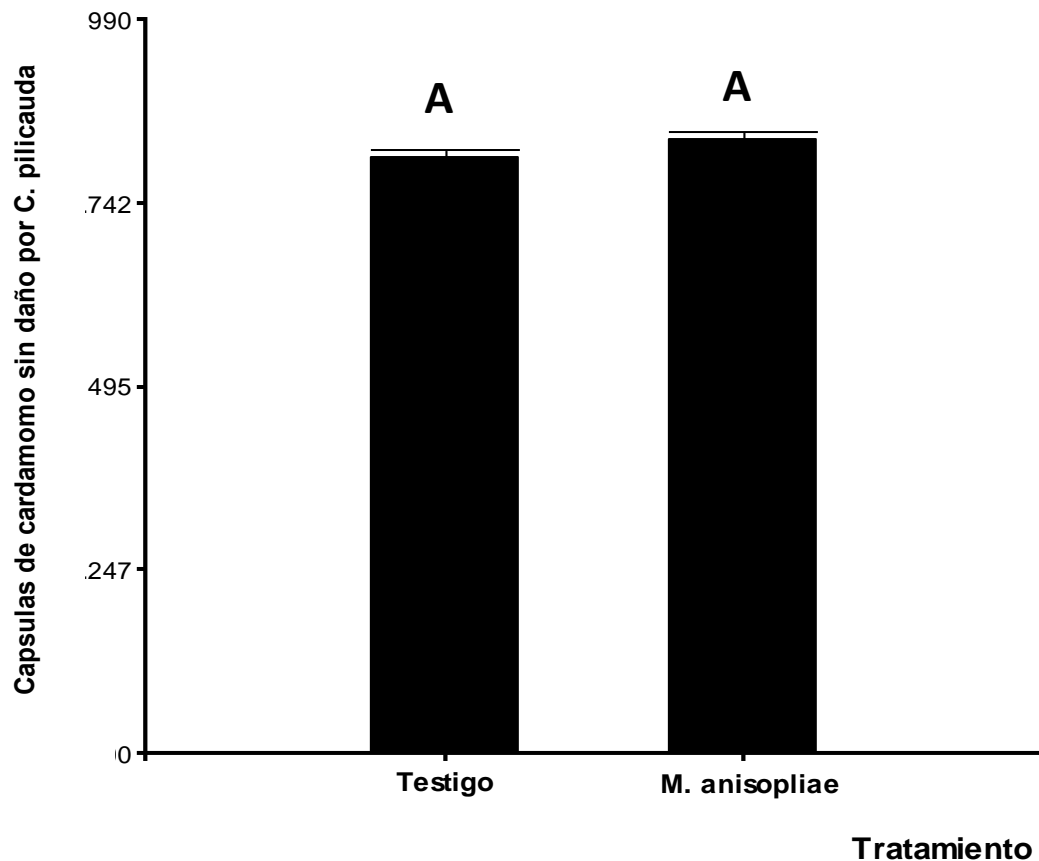
En la finca del Sr. Pedro Batz Coc asociado a la Cooperativa Integral Agrícola Ostúa, R.L. se desarrolló el ensayo de evaluación del hongo *B. bassiana* (TERABOVERIA 0.5 SC). En él, fueron cosechados un total de 2228 frutos en el tratamiento con *B. bassiana* y en el testigo. De las capsulas observadas en el tratamiento con *B. bassiana*, el 95%, no presento daño por *C. pilicauda*; mientras que en el testigo, fue el 97% de los frutos cosechados libres de daño. Los promedios de las capsulas no presentando daño por *C. pilicauda* muestran una diferencia ($P = 0.047$) entre las tratadas y el testigo (Fig. 1).



Test t. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes $P > 0.05$

Fig. 1. Número de capsulas de cardamomo no presentando daño por *C. pilicauda* Cooperativa Integral Agrícola Ostúa, R.L.

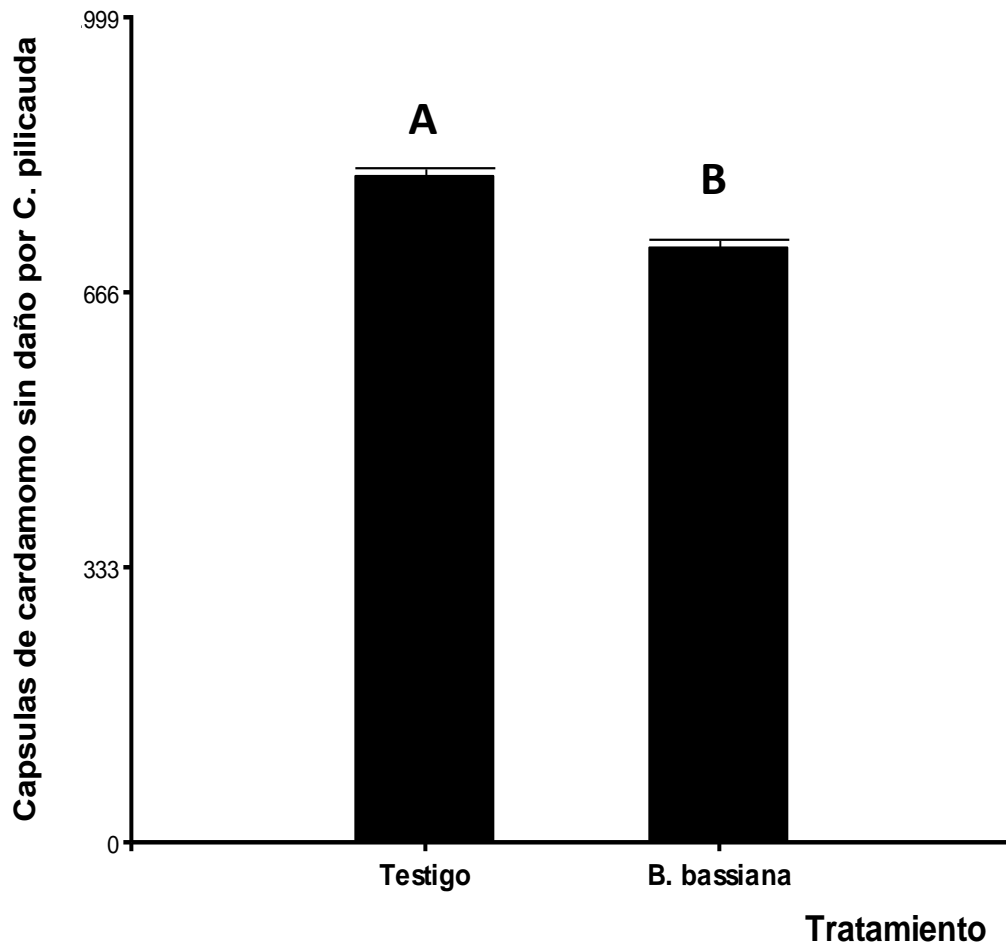
En el estudio desarrollado en la finca del señor Rolando Tun Chiis asociado a la Cooperativa Integral Agrícola Ostúa, R.L. se efectuó el ensayo de evaluación del hongo *M. anisopliae* (MET FORTE 0.4 SC). En él, fueron cosechados un total de 2692 frutos en el tratamiento con *M. anisopliae* y en el testigo. De las capsulas observadas en el tratamiento con *M. anisopliae*, el 83%, no presento daño por *C. pilicauda*; mientras que en el testigo, fue el 80% de los frutos cosechados libres de daño. Los promedios de las capsulas no presentando daño por *C. pilicauda* no muestran diferencia ($P = 0.112$) entre las tratadas y el testigo (Fig. 2).



Test t. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes $P > 0.05$

Fig. 2. Número de capsulas de cardamomo no presentando daño por *C. pilicauda* Cooperativa Integral Agrícola Ostúa, R.L.

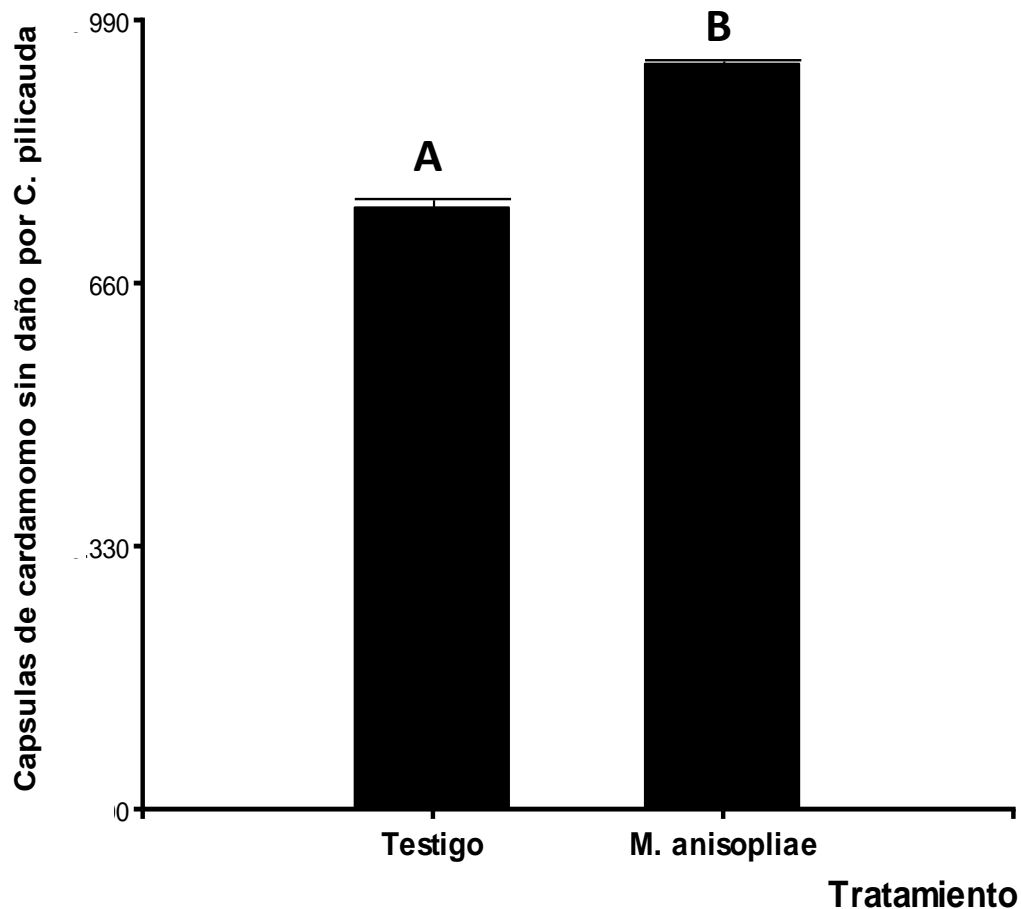
En la finca del Sr. José Pop Caal asociado a la Cooperativa Integral Agrícola Chilte, R.L. se desarrolló el ensayo de evaluación del hongo *B. bassiana*. (TERABOVERIA 0.5 SC). En él, fueron cosechados un total de 3288 frutos en el tratamiento con *B. bassiana* y en el testigo. De las capsulas observadas en el tratamiento con *B. bassiana*, el 72%, no presento daño por *C. pilicauda*; mientras que en el testigo, fue el 81% de los frutos cosechados libres de daño. Los promedios de las capsulas no presentando daño por *C. pilicauda* muestran una diferencia entre las tratadas y el testigo (Fig. 3).



Test t. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes $P > 0.05$

Fig. 3. Número de capsulas de cardamomo no presentando daño por *C. pilicauda* Cooperativa Integral Agrícola Chilte, R.L

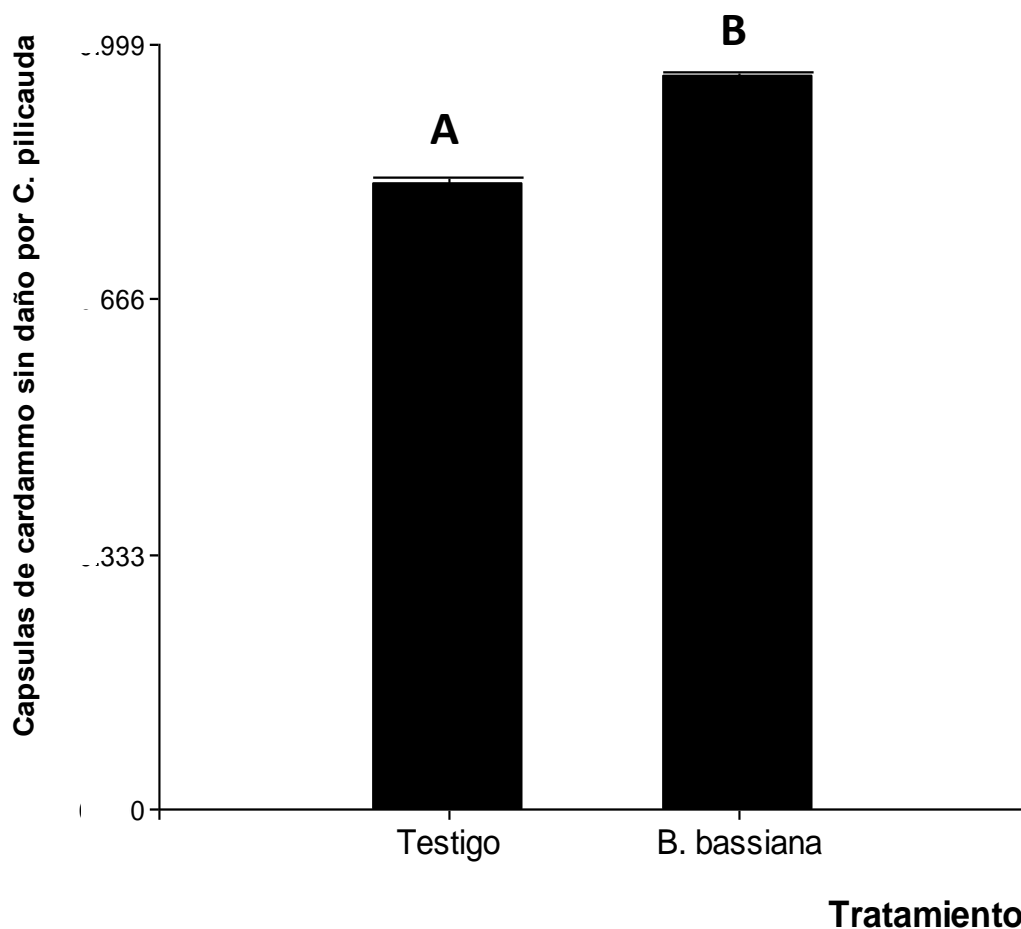
En el estudio desarrollado en la finca de la señora Angustia Icó Mucú asociado a la Cooperativa Integral Agrícola Chilte, R.L. se efectuó el ensayo de evaluación del hongo *M. anisopliae* (MET FORTE 0.4 SC). En él, fueron cosechados un total de 2880 frutos en el tratamiento con *M. anisopliae* y en el testigo. De las capsulas observadas en el tratamiento con *M. anisopliae*, el 94%, no presento daño por *C. pilicauda*; mientras que en el testigo, fue el 76% de los frutos cosechados libres de daño. Los promedios de las capsulas no presentando daño por *C. pilicauda* presenta diferencia significativa ($P < 0.001$) entre las tratadas y el testigo (Fig. 4).



Test t. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes $P > 0.05$

Fig. 4. Número de capsulas de cardamomo no presentando daño por *C. pilicauda* Cooperativa Integral Agrícola Chilte, R.L

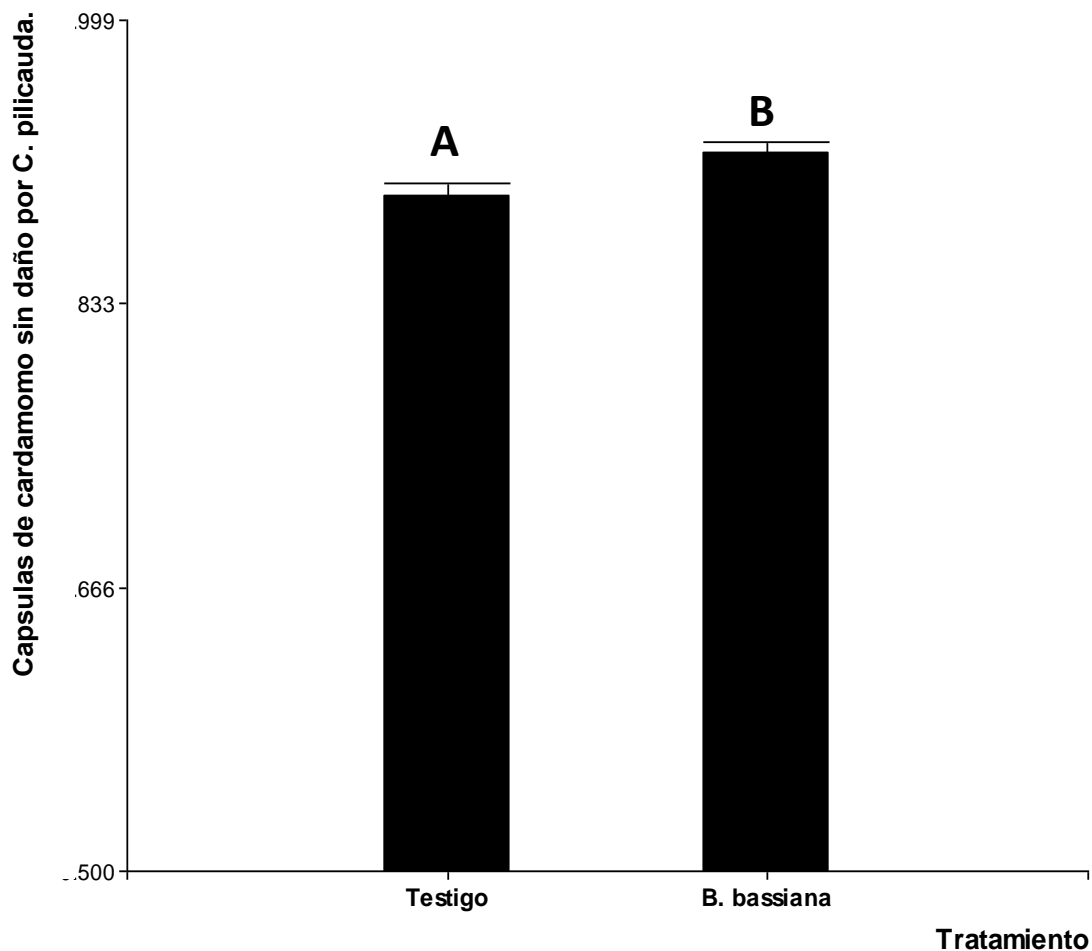
En la finca del Sr. Darío Ramírez Maldonado de la comunidad de Ixtahuacan Chiquito, Ixcán, Quiché se desarrolló el ensayo de evaluación del hongo *B. bassiana*. (TERABOVERIA 0.5 SC). En él, fueron cosechados un total de 2482 frutos en el tratamiento con *B. bassiana* y en el testigo. De las capsulas observadas en el tratamiento con *B. bassiana*, el 96%, no presento daño por *C. pilicauda*; mientras que en el testigo, fue el 82% de los frutos cosechados libres de daño. Los promedios de las capsulas no presentando daño por *C. pilicauda* muestra una diferencia significativa ($P < 0.001$) entre las tratadas y el testigo (Fig. 5).



Test t. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes $P > 0.05$

Fig. 5. Número de capsulas de cardamomo no presentando daño por *C. pilicauda* Ixtahuacan Chiquito, Ixcán, Quiché.

En la finca del Sr. Jorge Mario Cup, en Salvador Chitzol se desarrolló el ensayo de evaluación del hongo *B. bassiana*. (TERABOVERIA 0.5 SC). En él, fueron cosechados un total de 3436 frutos en el tratamiento con *B. bassiana* y en el testigo. De las capsulas observadas en el tratamiento con *B. bassiana*, el 92%, no presento daño por *C. pilicauda*; mientras que en el testigo, fue el 90% de los frutos cosechados libres de daño. Los promedios de las capsulas no presentando daño por *C. pilicauda* muestran una diferencia ($P = 0.01$) entre las tratadas y el testigo (Fig. 6).



Test t. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes $P > 0.05$

Fig. 6. Número de capsulas de cardamomo no presentando daño por *C. pilicauda*, Comunidad Salvador Chitzol, Cobán, Alta Verapaz.

7. Discusión

El picudo del cardamomo o picudo del ginger, *Cholus pilicauda* Champion, ha sido reportado formalmente en Costa Rica como plaga de plantas de la familia Zingiberaceae, Hernández-Ramírez (1987), Coto y Saunders (2004) y Metzler (2007). Es únicamente en Costa Rica donde se han realizado trabajos sobre *C. pilicauda*, uno en el cultivo de jengibre Metzler (2007), y otro en el cardamomo (Hernández-Ramírez 1987). Ningún trabajo científico o publicación formal sobre *C. pilicauda* ha sido publicado hasta la fecha en Guatemala, aunque no se descarta la posibilidad de su mención en la literatura gris o en informes privados.

Aparentemente, su incidencia no es homogénea y puede oscilar, su daño, entre 0 hasta 40% en una misma región. (PROCACHI-GU-M1055, 2014), esta variabilidad dependería de la región, inóculos cercanos, humedad, plantas huéspedes y cobertura forestal.

En el presente estudio, podemos observar una variabilidad de respuestas en función del entomopatógeno aplicado y el porcentaje de sombra y en consecuencia de la humedad en las parcelas experimentales.

En las parcelas del productor Pedro Batz y Rolando Tun, miembros de la cooperativa Ostua, tanto *B. bassiana* como *M. anisopliae* no ejercieron una reducción en el número de capsulas dañadas por *C. pilicauda*. En efecto, en la parcela del Sr. Batz (Fig. 1), el número de capsulas sanas en la parcela tratada con *B. bassiana* fue inferior con respecto al testigo; mientras que en la parcela tratada con *M. anisopliae* (Fig. 2), no se observó diferencias significativas con la no tratada. En el caso de las parcelas del Sr José Pop, de la cooperativa Chilte (Fig. 3), la respuesta de *B. bassiana* fue similar, no causando control alguno. No obstante, bajo las mismas condiciones ambientales, *M. anisopliae* pudo reducir significativamente el número de capsulas dañadas por *C. pilicauda* (Fig. 4), Estos resultados pueden ser explicados debido a la baja tasa de sombra y en consecuencia baja humedad relativa (UR), en dichas parcelas. En efecto, el porcentaje de sombra estimada en las parcelas de la cooperativa Ostúa no superaba el 25%, mientras que en la cooperativa Chilte esta fue del 30%. La escasa sombra, incrementa la radiación solar, reduciendo la UR lo que afecta la germinación de las esporas Clerk y Madelin (1965), como también el desarrollo del hongo y posibilidad de formación de epizootias (Riba y Marcandler 1984). En cuanto a los resultados positivos con *M. anisopliae* es posible que este, sea más tolerante a la reducción de la humedad en comparación a *B. bassiana*.

La interpretación de los resultados en las cooperativas Ostua y Chilte, antes mencionados, se ven fortalecidos con los obtenidos en los ensayos en Ixtahuacan Chiquito, Ixcán y Salvador Chitzol, Cobán, (Fig. 5 y 6 respectivamente). En estos dos ensayos, *B. bassiana* efectuó un control contra *C. pilicauda*. En Ixtahuacan Chiquito la tasa de sombra en las parcelas trabajadas fue superior al 80% con una precipitación promedio de 4000 a 5000 mm anuales; mientras que en Salvador Chitzol se estimó una cobertura forestal entre 60–70%. Estos ambientes, generan una UR alta, lo que promueve la germinación, desarrollo y multiplicación de los hongos entomopatógenos (Riba y Marcandler 1984).

8. Conclusiones

La aplicación de *B. bassiana* y *M. anisopliae* redujo el daño de *C. pilicauda* únicamente en las parcelas que presentaron una importante cobertura forestal y humedad relativa.

Estos entomopatógenos, producidos en el país y de relativo bajo costo, deberían ser recomendados para su uso en áreas que produzcan cardamomo orgánico, que presenten una alta humedad relativa y una alta incidencia de la plaga (superior al 20% de capsulas con presencia de perforaciones).

El manejo de plagas insectiles por medios químicos en las Zingiberaceae es poco rentable debido a la arquitectura y tamaño de las plantas (Hata *et al.* 1995, Hata y Hara 1992 y Hata *et al.* 1992). No obstante, la inoculación de hongos entomopatógenos en zonas donde la cobertura forestal y la UR es elevada a lo largo del año, podría generar epizootias que reduzca la presencia de *C. pilicauda*.

9. Recomendaciones

Con respecto a la técnica de aplicación para el manejo de *C. pilicauda*, se recomienda aplicar el entomopatógeno en la base de la planta y en el primer tercio de la planta a partir del suelo. Las aplicaciones deberán realizarse en intervalos de 20 a 30 días desde el inicio de la estación lluviosa, en cultivos bajo una amplia cobertura forestal y en regiones con una alta humedad relativa. La dosis dependerá del fabricante, el volumen dependerá del tamaño de la macolla; una planta madura de más de 50 tallos, puede necesitar entre 350 y 450 cc.

10. Agradecimientos

Los autores agradecen al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en ingles), al programa de Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria (CRIIA), ejecutado por el Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola (IICA), al Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), al programa Uniterra del Centro de Estudio y de Cooperación Internacional (CECI) y del Servicio Universitario Mundial de Canadá (EUMC), por sus siglas en francés y financiado por el Ministerio de Asuntos Mundiales de Canadá, a la Federación de cooperativas de las Altas Verapaces (FEDECOVERA), a la Asociación de Cardamomeros de Guatemala (CARDEGUA), y a los productores de cardamomo, Pedro Batz Coc, Rolando Tun, Jose Pop Caal, Angustia Ico Mucu de Coc, Jorge Mario Cu y Darío Ramírez Maldonado.

11. Referencias

- Alves, S. B. (1986) Controle microbiano de insetos. Editora Manole. Sao Paulo, Brasil. 407 pp.
- Coto D., Saunders J. 2004. Insectos plagas de cultivos perennes con énfasis en frutales en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. (Serie Técnica, Manual Técnico/CATIE; no. 52).
- Clerk y Madelin (1965) The longevity of conidia of three insect-parasitizing hyphomycetes. *Transactions British Mycological Society*. London, 48: 193-209.
- Hata T.Y., Hara A.H. 1992. Evaluation of insecticides against pests of red ginger in Hawaii. *Tropical Pest Management* 38:234-236.

Hata T.Y., Hara A.H., Jang E.B., Imaino L.S., Hu B.K.S., Tenbrink V.L. 1992. Pest management before harvest and insecticidal dip after harvest as a systems approach to quarantine security for red ginger. *Journal of Economic Entomology* 85:23102316.

Hata T.Y., Hara A.H., Hu B.K.S., Kaneko R.T., Tenbrink V.L. 1995. Excluding pests from red ginger flowers with insecticides and pollinating, polyester, or polyethylene bags. *Journal of Economic Entomology* 88(2):393-397.

Hernandez-Ramirez, J. M. (1987) Estudios preliminares sobre el “picudo del cardamomo” *Cholus subcaudata (pilicauda)*. Investigación Agrícola, (San José) 1(2). 16-19.

InfoStat. (2018) Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2018. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Metzler, H. M. (/ 2007) Manejo de *Cholus pilicauda* (Coleoptera: Curculionidae) en flores de ginger (*Alpinia purpurata*) *Agronomía Costarricense* 31(1): 95-100.

Nunes, C. (2017) Poster, Proyecto PROCACHI, (Gu- M1055)-CECI., Ciudad de Cobán, Alta Verapaz, Guatemala.

Nunes, C. (2000) Introducción al control biológico de plagas insectiles. Editora F. San Salvador, El Salvador 55 pp.

PROCACHI-GU-M1055, (2014). Organización, diversificación productiva y comercialización para pequeños productores de comunidades mayas de Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala. Documento del Banco Interamericano de Desarrollo. Fondo Multilateral de Inversiones. 22 pp.

Riba y Marcandler (1984) Influence de l’humidité relative sur l’agressivité et la viabilité des souches de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. et de *Metarhizium anisopliae* (Motsch.) Sorock, hyphomycetes pathogenes de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hübn. *Agronomic. Paris.* 4(2): 189-194.

Robles 2013, Producción y exportación de cardamomo en Guatemala. Guatemala, 25 Abr, 2013, consultado 7 ene. 2017. Disponible en http://www.deguate.com/artman/publish/produccion-guatemala/produccion-y-exportacion-de-cardamomo-en-guatemala.shtml#.WlqEc_DhCM8



Government
of Canada

Gouvernement
du Canada

