



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
VERITATE SOLA NOBIS IMPONETUR VIRILISTOGA. 1948

Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Maestría en Agricultura Sostenible 11^{na} edición

Tesis para aspirar al grado de Master en Agricultura Sostenible

*Título: Aspectos bioecológicos y alternativas
para el manejo de *Davara caricae* Dyar
(Lepidoptera: Pyralidae) en *Carica papaya* L.*

Aspirante: Ing. Vániert Ventura Chávez

*Tutores: Dr. C. Jorge Rafael Gómez Sousa
Dra C. María del Carmen Castellón Valdés*

*Santa Clara
2014*

Sin una agricultura fuerte y eficiente que podamos desarrollar con los recursos que disponemos, no podemos aspirar a sostener la alimentación de la población, que tanto depende de importar productos que pueden cultivarse en Cuba.

Raúl Castro Ruz

AGRADECIMIENTOS

- *Agradecimiento muy especial a mi tutor Dr. C. Jorge Rafael Gómez Sousa por todo su esfuerzo, ayuda y dedicación a la realización de esta tesis.*
- *A mi familia quien siempre me transmite su apoyo y ayuda para la realización de esta tesis y en especial a mis padres José de la C. Ventura Martín y Martha Marisol Chávez López.*
- *Al compañero Ex - Director de la Empresa Agropecuaria de Santo Domingo Ing. Juan Rolando Mesa Rodríguez y al Ing. Osmel Reyes del Sol actual director de la empresa, por toda su dedicación a este empeño y por facilitar todos los medios para la realización del mismo. A ellos mi agradecimiento eterno.*
- *A todo el Departamento de Producción de la Empresa Agropecuaria de Santo Domingo Ing. Rolando Blondín Borroto, Ing. Miguel Pita Yañez, MSc. Deivys Llanes Rangel, Ing. Melbis Rojas López y Téc. Jorge Julio La Rosa Fonseca.*
- *En el CREE Manacas a la compañera Mariluz López Portales por toda su ayuda en la parte experimental montada en sus locales.*
- *Al compañero Director del INIVIT Dr. C. Sergio J. Rodríguez Morales por su valiosa ayuda y además por permitirme hoy trabajar en este centro tan prestigioso.*
- *A toda la Vice Dirección de Protección de Plantas del INIVIT Dra. C. Maryluz Folgueras, Dra. C. Lilian Morales, Dra. C. María del Carmen Castellón MSc. José E. González, MSc. Amaury Dávila, MSc. Julián González, MSc. Dahert García, Lic. Rosa Elena González y a los técnicos Guillermo Cartilla, Xiomara Rojas Yanisleidys García y Adel Vázquez por su apoyo y ayuda en la revisión y corrección de este trabajo.*
- *En el INIVIT al Dr.C. Alfredo Morales Tejón, Dr.C. Víctor Mederos Vega, Dr. Jorge López Torres y Dr. C. Luis Ruiz Martínez por su ayuda previsor en el desarrollo de mi carrera y en la realización de esta investigación. Gracias por confiar en mí.*
- *A la Ing. Maria Oliva Valdés y al Dr. C. Onelio Fundora por su valiosa ayuda en la realización de los eficientes análisis estadísticos.*
- *Al Dr. Horacio Grillo Ravelo, por su valiosa ayuda en la identificación de los enemigos naturales así como en el sexado de las pupas y adultos de D. caricae.*
- *En el AGRO-FAR a ese gran compañero y amigo que se ha ganado mi cariño y respeto, al MSc. Roberto Gálvez Migoyo por sus grandes consejos tanto en mi vida personal como profesional. Muchas Gracias.*
- *A Rafael Fito Rodríguez” actual coach de primera base de nuestro equipo de béisbol Villa Clara, que sus consejos desde los estudios preuniversitarios y en el deporte han sido fabulosos, a él mi agradecimiento eterno.*

DEDICATORIA

Existe un momento en el que todos tenemos la oportunidad de realizar un sueño. Agradezco a la vida y a Dios por haberme permitido aprovechar esos instantes y quiero dedicarle este sueño a:

La memoria de mis abuelos Jorge L. Chávez Palomino y Julia López Lima de quien siempre recibí amor, cariño y educación.

A mis padres, José de la Concepción Ventura Martín y Martha M. Chávez López por su amor, aliento, comprensión, de quien recibí apoyo tanto material como espiritual y ven hoy el fruto del esfuerzo hecho realidad.

A la Revolución Cubana

A los cinco héroes prisioneros del imperio

Y a todas mis amistades.

A todos muchas gracias.

RESUMEN

Con el incremento de los daños en las plantaciones de papaya (*Carica papaya* L.) a causa de la incidencia de *Davara caricae* Dyar (Lepidoptera: Pyralidae) en diferentes municipios del país, se decidió realizar un estudio con el objetivo de determinar aspectos de la bioecología y elementos para el manejo de *D. caricae* en Cuba. El trabajo se realizó en áreas de la Empresa Municipal Agropecuaria Santo Domingo. Los resultados de este estudio mostraron que el ciclo de *D. caricae* fue significativamente más prolongado cuando estos insectos se alimentaron con flores que cuando lo hicieron sobre frutos y secciones de tallo. En el período de marzo-abril con temperatura promedio de $22,4 \pm 2,1^{\circ}\text{C}$ fue de 28,76 días, mientras que para el período de julio-agosto con temperatura promedio de $27,1 \pm 0,9^{\circ}\text{C}$ descendió hasta 23,91 días. La oviposición y la longevidad de los adultos estuvieron influenciadas por la temperatura y la humedad relativa. Se detectó a *Rogas* sp. (Hymenoptera: Braconidae) parasitando larvas de *D. caricae* en condiciones de campo. Con el empleo de nemátodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis* en condiciones de campo se obtuvo una efectividad biológica de 93% a los cuatro días después de la aplicación, mientras que con *Bacillus thuringiensis* se obtuvo 79,56%. Ambos tratamientos mostraron una efectividad superior a 50% a los 7 días de aplicados.

INDICE	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Aspectos generales sobre el cultivo de la papaya	4
2.1.1 Origen y distribución	4
2.1.2 Importancia del cultivo de la papaya en Cuba y el mundo	4
2.2 Principales problemas fitosanitarios	6
2.3 <i>D. caricae</i>. Taxonomía, origen y distribución en Cuba	10
2.4 Daños que ocasiona <i>D. caricae</i> al cultivo de la papaya	10
2.5 Descripción de los estados de desarrollo de <i>D. caricae</i>	11
2.5.1 Huevos	11
2.5.2 Larvas	12
2.5.3 Pupas	12
2.5.4 Adultos	13
2.6 Manejo de <i>D. caricae</i>	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1 Aspectos de la bioecología de <i>D. caricae</i>	16
3.1.1 Duración del ciclo biológico de <i>D. caricae</i> en condiciones de laboratorio	17

3.1.2 Oviposición y longevidad de los adultos de <i>D. caricae</i> en condiciones de laboratorio _____	19
3.2 Determinación de enemigos naturales de <i>D. caricae</i> en condiciones de campo _____	20
3.3 Efectividad de <i>B. thuringiensis</i> y <i>H. indica</i> sobre larvas de <i>D. caricae</i> en condiciones de campo _____	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN _____	25
4.1 Aspectos de la bioecología de <i>D. caricae</i> _____	25
4.1.1 Duración del ciclo biológico de <i>D. caricae</i> en condiciones de laboratorio _____	25
4.1.2 Oviposición y longevidad de adultos de <i>D. caricae</i> en condiciones de laboratorio _____	31
4.2 Enemigos naturales de <i>D. caricae</i> en condiciones de campo _____	34
4.3 Efectividad de <i>B. thuringiensis</i> y <i>H. indica</i> sobre larvas de <i>D. caricae</i> en condiciones de campo _____	35
5. CONCLUSIONES _____	40
6. RECOMENDACIONES _____	41
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	42

1. INTRODUCCIÓN

En Cuba la papaya es una de las especies con gran perspectiva a nivel nacional, su cultivo puede ser una gran alternativa para la diversificación agrícola, debido a la existencia de áreas con condiciones edafoclimáticas favorables para su desarrollo (Dantas y Lima, 2001).

Según FAOSTAT (2013), en el año 2011 el área cosechada fue de 5 800ha, con una producción de 135 000t, con un rendimiento promedio de 23,27 t.ha⁻¹, el cual se puede definir como bajo, debido al mal manejo del cultivo, la explotación monovarietal basada en la variedad Maradol Roja y por varios problemas fitosanitarios que frenan su desarrollo (Alonso *et al.*, 2008).

Como todos los cultivos tropicales, la papaya es susceptible a una gran cantidad de enemigos, y se señala un número considerable de insectos y ácaros que se alimentan de los diversos órganos de la planta. Bruner *et al.* (1975) informaron 21 especies de insectos que atacan a este cultivo en Cuba.

A comienzos del siglo XX, por los años 1913 y 1920 se presentó una nueva plaga para este cultivo en algunas regiones del país, la cual fue identificada por Patricio Cardín Peñarredonda como *Eucardinia caricae* Dyar (Lepidoptera: Phycitidae), actualmente *Davara caricae* Dyar (Lepidoptera: Pyralidae) y se nombró comúnmente taladrador del cogollo o perforador de la fruta bomba (Vázquez y Hernández, 2002).

Martínez (1963) consideró a *D. caricae* como plaga de importancia para el cultivo de la papaya en Cuba, por los daños que realiza. Por su parte Cabello (1966)

precisó también la importancia que este insecto representa para el cultivo, por los severos daños que causa, cuando sus larvas atacan a las plantas adultas.

En Cuba, entre 1913 y 1920 cuando *D. caricae* se informó por primera vez, existía un total desconocimiento sobre la misma y a pesar de las afectaciones que produjo, se le comenzó a conceder importancia agrícola a partir del año 2008 en que se informaron daños significativos de este insecto a las plantaciones de papaya en diferentes municipios del país, tales como: Madruga (Mayabeque), Santo Domingo (Villa Clara), Perico (Matanzas) y Aguada de Pasajeros (Cienfuegos) que fueron los más afectados ya que ocasionó pérdidas de hasta un 35% en los rendimientos. En otros municipios como Los Palacios (Pinar del Río), Sagua la Grande (Villa Clara), 1^{ro} de Enero (Ciego de Ávila) y Colombia (Las Tunas), se ha informado daños de esta plaga, aunque se reconoce la presencia de la misma en la mayoría de los municipios que siembran papaya (MINAG, 2012).

No existe prácticamente información sobre *D. caricae* en Cuba, al respecto, solo se refieren investigaciones realizadas por Monteagudo *et al.* (1992) relacionadas con la morfología, duración del ciclo biológico en el tallo de la planta y control químico de la misma.

A pesar de los estudios realizados por Monteagudo *et al.* (1992), aún no existen investigaciones profundas relacionadas con la bioecología de *D. caricae*, así como estudios concernientes al empleo de plaguicidas de origen biológico, los que constituirán un buen punto de partida para encontrar una salida ecológica concreta a este problema fitosanitario en favor de una agricultura sostenible.

A partir de este problema, se formuló la hipótesis de este trabajo:

Los estudios bioecológicos sobre *Davara caricae* Dyar, junto a la determinación de prácticas biológicas, permitirán reunir elementos para el manejo de este insecto.

Para el cumplimiento de esta hipótesis se trazó el siguiente **objetivo general**:

- ✓ Determinar aspectos de la bioecología y elementos para el manejo de *Davara caricae* Dyar como plaga de la papaya en Cuba.

Para el cumplimiento de éste se trazaron los siguientes **objetivos específicos**:

1. Determinar aspectos de la bioecología de *D. caricae*.
2. Conocer los enemigos naturales de *D. caricae* en condiciones de campo.
3. Evaluar la efectividad de *Bacillus thuringiensis* Berliner y *Heterorhabditis indica* Poinar sobre larvas de *D. caricae* en condiciones de campo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos generales sobre el cultivo de la papaya

2.1.1 Origen y distribución

Existen diversos criterios acerca del origen de la papaya, sin embargo, los investigadores coinciden en señalar al Centro y Sudamérica como los lugares de origen de esta especie. Jiménez (2002a) fue más preciso y señaló al Centro Sur Mexicano y Centroamericano, que comprende al Sur de México, Guatemala, Honduras y Costa Rica. Aunque entre botánicos existe una controversia en cuanto a su origen; algunos la sitúan en el área del Caribe, otros al noroeste de América del sur y en la vertiente oriental de Los Andes, debido a que en esta región se localizan la mayor diversidad de especies del género *Carica* (De los Santos *et al.*, 1997).

La papaya fue descrita por primera vez por el cronista español Oviedo en 1526 en la costa del Caribe. A Panamá llegó en 1535, a Puerto Rico en 1540 y unos años después, a Cuba. En 1611 se cultivaba en la India y a partir de 1800 fue ampliamente distribuida en las islas del sur del océano Pacífico. Su origen exacto ha sido muy discutido debido a que su rango natural se ha visto oscurecido por la diseminación de las semillas por parte del hombre (Manshardt, 1992; Teixeira *et al.*, 2007).

2.1.2 Importancia del cultivo de la papaya en Cuba y el mundo

La papaya es considerada como una de las frutas de mayor valor nutritivo y digestivo, y es utilizada ampliamente en dietas alimenticias con gran aceptación a nivel nacional e internacional. Es una de las frutas más importantes en Cuba por

su gran valor nutricional y contenido de vitaminas. Se consume fundamentalmente como fruta fresca, aunque también es muy popular en conservas y otros productos industrializados (Alonso *et al.*, 2006).

La importancia económica de este cultivo esta dada por los diferentes usos que se le pueden dar a la planta y sus frutos, que se destina al consumo nacional y la exportación en forma de dulces, jugos o fruta fresca. La extracción de la papaína de los frutos verdes y del tallo es de gran utilidad en la medicina y en la industria de cosméticos (Castro *et al.*, 2000).

El látex de los frutos se usa para ablandar carnes, en tratamiento de heridas gangrenosas y quemaduras (Hewitt *et al.* 2000). Okeniyi *et al.* (2007) mostró que las frutas y semillas poseen actividad antihelmíntica y amebicida.

La papaína es producida y comercializada por su empleo como ablandador de carnes, en la industria cervecera para la clarificación, para el tratamiento de la lana y de la seda antes de la coloración textil, para depilar el cuero antes del curtido, como adyuvante en la transformación de la goma y en la industria farmacéutica como digestivo. Se ha utilizado también para el tratamiento de úlceras, difteria, fiebres, como antiinflamatorio y como agente adhesivo después de las operaciones quirúrgicas (Bernal *et al.*, 1999).

De acuerdo con Ferraguetti (2003), el mercado consumidor de frutas de papaya de gran tamaño va creciendo de manera considerable. Un ejemplo de ello, lo constituye un aumento considerable de las ventas de este tipo de frutos en Europa y Canadá, así como en los Estados Unidos de América.

Según FAOSTAT (2013) en el año 2011 los principales países productores de papaya fueron: La India, Brasil, Nigeria e Indonesia. En el continente americano se destacan: Brasil, México, Guatemala y República Dominicana.

Tabla 1. Países con mayor área cosechada en el cultivo de la papaya

Países	Área Cosechada (ha) FAOSTAT, (2013).			Total
	2009	2010	2011	
India	102 600	112 400	104 307	319 307
Nigeria	94 236	93 700	94 000	281 936
Brasil	34 213	34 357	35 531	104 101
Bangladesh	33 400	34 600	20 923	88 923
México	15 574	14 180	14 223	43 977

Tabla 2. Países con mayor producción en el cultivo de la papaya

Países	Producción (t.) FAOSTAT, (2013).			Total
	2009	2010	2011	
India	3 911 600	4 713 800	4 180 080	12 805 480
Brasil	1 792 590	1 871 300	1 854 340	5 518 230
Nigeria	763 619	703 800	705 000	2 172 419
Indonesia	772 844	695 214	958 251	2 426 309
México	707 347	616 215	634 369	1 957 931

2.2 Principales problemas fitosanitarios

Aunque en la papaya se ha reconocido más de 40 especies de insectos y ácaros, así como numerosas enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus; unas pocas causan verdaderos daños económicos y en muchos casos sus afectaciones son consecuencia de manejos inadecuados en aspectos fitotécnicos durante su ciclo, como los provocados por deficiencias nutricionales, lo que genera debilitamiento y descompensación de las plantaciones (Hernández, 1994)

Las enfermedades virales tienen la mayor importancia en este cultivo, y pueden ocasionar su pérdida total. El Virus de la Mancha Anular (PRSV-p, por sus siglas en inglés) resulta el más nocivo en todas las regiones del mundo, acortando la

vida productiva de las plantaciones y dándole un carácter nómada al cultivo por la necesidad de trasladarlo a nuevas áreas donde no hayan antecedentes a corto plazo de la enfermedad (Pérez y González, 2007).

Este virus ha reducido significativamente la productividad de las plantaciones de papaya en países como Hawai, Brasil y otras regiones del Caribe, así como al sureste de Asia (OECD, 2003).

Existen otras enfermedades virales consideradas importantes en la producción de papaya a nivel mundial, estas son: el amarillamiento letal (*Papaya lethal yellowing virus*, PLV), la necrosis apical (*Papaya apical necrosis virus*, PANV); la necrosis droopy (*Papaya droopy necrotic virus*, PDNV); la meleira (*Papaya meleira virus*, PMeV) (Ventura *et al.*, 2004) y el mosaico de la papaya (*Papaya mosaic virus*, PapMV) (Noa *et al.*, 2006).

Dentro de los hongos que afectan a la papaya se pueden mencionar: *Cercospora papayae* Hansf, *Rhizoctonia* sp., *Oidium caricae* F. Noack, *Cladosporium* sp., *Phomopsis caricae-papayae* Petrak y *Colletotrichum gloesporioides* (Penz) Sacc, siendo este último el más dañino y económicamente importante, ya que causa pérdidas considerables durante la comercialización y transporte de las frutas, a pesar de que la infección proviene del campo. Esta es una de las enfermedades de la papaya que más impacto económico tiene en la mayor parte de las regiones tropicales y subtropicales (Pérez y González, 2007).

Además, inciden enfermedades asociadas a procariotes como: *Bunchy top*, *Erwinia papayae* sp., *Pseudomonas caricae-papayae* Robbs (Pérez y González, 2007).

Este cultivo es atacado también por insectos y ácaros. Bruner *et al.* (1975) citaron a 21 especies que atacan a la papaya en Cuba.

Entre las especies más comunes de ácaros que se informan, se encuentran el ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), la araña roja *Tetranychus sexmaculatus* (Riley), el ácaro rojo de los cítricos *Panonychus citri* McGregor, la araña roja *Tetranychus mexicanus* (Mc Gregor), el ácaro chato *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) y otros como *Paratetranychus* sp.

Según lo afirmado por Bruner *et al.* (1975), existen numerosas especies de insectos que pueden ser encontrados en plantaciones de papaya, aunque no se les concede importancia agrícola, entre ellas: *Empoasca dilitera* De long y Davidson (Hemiptera: Cicadellidae), *Empoasca kraemeri* Ross y Moore (Hemiptera: Cicadellidae), *Corythucha gossypii* (Hemiptera: Tingidae), *Maenas jussiaeae* Poey (Lepidoptera: Aretiidae), *Platynota rostrana* Walker, (Lepidoptera: Tortricidae), *Spodoptera ornithogalli* UER (Lepidoptera: Noctuidae), *Spodoptera frugiperda* S y A (Lepidoptera: Noctuidae), *Pseudalacaspis pentagona* Targ (Hemiptera: Diaspididae) y *Pseudoparlatoria ostreata* Ckll (Hemiptera: Diaspididae).

Entre las especies más importantes para el cultivo se encuentran los áfidos, los cuales no constituyen plaga habitual en las plantaciones, sólo se encuentran individuos aislados. Sus daños principales son la transmisión de virus, enfermedades muy destructivas en este cultivo. Son numerosas las especies de áfidos vectores de la enfermedad, pero se considera a *Aphis gossypii* Glov (Hemiptera: Aphididae) y *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae) como sus

vectores más eficientes (Fariñas, 1990). Además son citadas por Brunner *et al.* (1975) otras especies como *Aphis spiraecola* Patch (Hemiptera: Aphididae) y *Toxoptera aurantii* (Boyer) (Hemiptera: Aphididae) que afectan también al cultivo.

Empoasca papayae Oman (Hemiptera: Cicadellidae), conocido como salta hojas de la papaya, es succionador de savia, pero no constituye una plaga habitual en el cultivo. El daño más importante es como transmisor del cogollo arrellado o *Bunchy Top*, enfermedad de origen micoplasmático de la cual es un eficiente vector. Además, trasmite la necrosis apical, enfermedad viral que ataca al cultivo de la papaya en Cuba (Fariñas, 1990).

Toxotrypana curvicauda Gerst, (Diptera: Tephritidae) comúnmente llamada como mosca de la papaya, es de forma alargada, color amarillo y alas transparentes. Las larvas se alimentan de la pulpa del fruto y de sus semillas, produciendo amarillez y caída de los mismos. Es dañina en cultivares de masa delgada y plantaciones desatendidas (Fariñas, 1990).

Asterochiton variabilis Quaint (Hemiptera: Aleyrodidae), es una pequeña mosca de color blanco que prefiere en sus ataques el brote terminal y las hojas jóvenes. Sus ataques traen pérdida de vigor en la planta y follaje amarillento con aspecto ennegrecido por la presencia de fumagina (Fariñas, 1990).

Erinnyis alope Drury (Lepidoptera: Sphingidae), conocida como primavera de la papaya, es un gusano grande y muy voraz, de color verde, que se alimenta de su follaje causando pérdidas en los rendimientos cuando sus ataques son intensos (Fariñas, 1990).

D. caricae (Lepidoptera: Pyralidae), en su forma larval es inquieta, de color gris verdoso, es común hallarlo entre dos frutos o entre un fruto y el tallo, envuelto en una trama de hilos de seda, mezclada con arenilla (Fariñas, 1990).

A causa de los daños ocasionados por *D. caricae* a las plantaciones de papaya, se decidió incluir en el instructivo técnico del cultivo a esta especie como plaga de importancia en el mismo (MINAG, 2007).

2.3 *D. caricae*. Taxonomía, origen y distribución en Cuba

D. caricae fue descrita por primera vez en 1913 por Dyar. Bruner (1931) incluyó a *Homalopalia dalera* (= *Eucardinia caricae* Dyar) en la familia *Pyralidae*.

Rodríguez y Monteagudo (1990) expresaron que *D. caricae* se encuentra distribuido en todas las provincias de Cuba y en Villa Clara su distribución es amplia. Monteagudo y Mirabal (1984) refieren a la mayor presencia de esta plaga en la Empresa Cultivos Varios Motembo (68,7%), seguido de la Empresa Cultivos Varios Valle del Yabú (28%) y la empresa de Cultivos Varios Sagua (10%).

Monteagudo *et al.* (1986) afirmaron que la presencia de esta especie está estrechamente relacionada con la floración, por lo que se recomienda comenzar los muestreos con el inicio de esta fase fenológica.

2.4 Daños que ocasiona *D. caricae* al cultivo de la papaya

Barry (1959) manifestó que los frutos de papaya son los más afectados, señalando además que estos se deforman y dan posibilidad a la entrada de patógenos.

Estudios realizados por Osorio (1960) destacaron la presencia de larvas en el tallo de la planta, así como en sus frutos además del cogollo, igualmente refiere que *D. caricae* realiza galerías en esta zona de la planta.

En investigaciones realizadas por Martínez (1963) se afirma que este insecto en su estado larval ataca a los pecíolos de las hojas y frutos y efectúa galerías de 2 a 3cm de diámetro en el cogollo y tronco tierno de la planta de papaya. Aunque su nombre vulgar hace pensar que los daños mayores son ocasionados en el cogollo, en la práctica, las partes más afectadas son los frutos en todos los estados o grados de desarrollo. La larva roe los frutos deformándolos y dándoles entrada a organismos causantes de enfermedades que más tarde los destruyen. Este autor manifestó que las plantas atacadas por *D. caricae*, sufren de tal modo que comienzan a secarse desde arriba, por lo que la consideró una plaga de importancia para el cultivo.

Otros autores como Monteagudo *et al.* (1992) manifestaron que las larvas al emerger comienzan a alimentarse del fino parénquima de las hojas tiernas, lo mismo hacen con las flores donde roen los pétalos y en los frutos tiernos la corteza.

2.5 Descripción de los estados de desarrollo de *D. caricae*

2.5.1 Huevos

Son hialinos recién depositados por la hembra y en forma de escamas lo que hace que sea un tanto difícil observarlos a simple vista. Presentan el corión ligeramente esculpido, miden alrededor de 0,2mm, pueden ser depositados en camadas compuestas por cuatro o seis huevos, pero también se encuentran dispersos. El

promedio de huevos por hembra oscila entre 10 y 20 huevos en condiciones de laboratorio. Las puestas pueden localizarse en las partes tiernas de la planta, en hojas, flores y frutos en formación, estos elementos son importantes para la localización de este organismo nocivo (Monteagudo *et al.*, 1992).

2.5.2 Larvas

Monteagudo *et al.* (1992) demostraron que las larvas de los primeros instares son de color amarillento tornándose más oscuras en la medida en que avanzan en su desarrollo, los últimos instares son de color verde olivo, destacándose en la región dorsal del cuerpo bandas de color oscuro. Desde el inicio se cubren de pequeños hilos de seda que junto a las deyecciones van formando un nido dentro del cual se desarrolla la larva. Estas pueden trasladarse de un lugar a otro pendiendo de finos hilos de seda secretados y de esta forma llegar a cualquier parte de la planta. Estos autores determinaron además que las larvas de *D. caricae* pasan por seis instares, con un período de 3,5 días entre cada muda y que poseen en todos una gran movilidad.

2.5.3 Pupas

La pupa es cónica, de color verde, con tonalidades pardas al inicio, donde se tornan oscuras al final del desarrollo, en el cremaster se destacan un par de espinas entre las cuales y hacia los extremos se observan seis quetas coronando esta zona. Esta puede ser localizada en el campo en la zona del daño, cubierta por un fino capullo de seda constituido por excretas y restos de alimentos (Monteagudo *et al.*, 1992). Los citados autores reflejaron también que no existió una marcada diferencia en cuanto a tamaño entre pupas de ambos sexos, pero en

el caso de las hembras la constitución fue más robusta. En relación con la ubicación de los poros genital y anal, en el macho estos se encuentran en un mismo segmento del cremaster; en cambio en la hembra se observó un segmento de separación.

2.5.4 Adultos

Osorio (1960) refirió que los adultos presentan hacia el margen anal de las alas anteriores detalles de color pardo oscuro que se enmascaran con el color gris ceniciento de las escamas hacia esa región del ala. Otros autores como Monteagudo *et al.* (1992) manifestaron que en las alas anteriores se observó la ausencia de la R_5 y en las posteriores la fusión de la vena subcosta y R_1 , lo que caracteriza a la familia. Al realizar la disección de los genitales de hembras y machos, se observó en la hembra el signo de la bursa copulatrix con una placa quitinosa ovalada. En el macho las valvas son delgadas, pilosas y bifurcadas destacándose los herpes en forma de espinas.

2.6 Manejo de *D. caricae*

En la literatura consultada se reflejan varias investigaciones sobre el manejo de este insecto con productos químicos. Martínez (1963) refirió la aplicación de DDT como medida preventiva, realizándolas en las zonas del daño, desde el cogollo hasta las flores y frutos. Este autor recomendó también la aplicación de Arseniato de Plomo cuando exista la presencia de la misma, sugirió además que la aplicación se realice con dos operarios, uno levanta los frutos y otro aplica el producto, para lograr una mayor cobertura.

Por su parte Cabello (1966) recomendó la aplicación de Toxafeno a razón de 1,5 a 2,0 libras técnicas por 400 litros de agua, y sugirió la aplicación de DDT a razón de 2 libras técnicas por 400 litros de agua.

Monteagudo *et al.* (1990), realizó estudios con Metamidofos CS 60, Carbaryl PH 80, Malathion CE 57, Dimetotato CE 40 y dos insecticidas piretroides sobre larvas de *D. caricae*, en condiciones de campo, donde observaron que los insecticidas más efectivos fueron el Carbaryl PH 80 y Metamidofos CS 60, no ofreciendo buenos resultados, Malathion CE 57, Dimetotato CE 40 y los dos insecticidas piretroides.

Suárez *et al.* (1992) recomendaron el uso de Carbaryl 80 PH contra *D. caricae* en concentración de 0,25Kg de i.a. en 100L de agua. Además afirmaron que deben de utilizarse equipos de alta presión, dirigir la aspersion hacia los retoños y los pedúnculos de las hojas y lograr que la primera de estas aspersiones se realice cuando los frutos estén formados y cuando hayan caído los pétalos.

Otro método de combate aunque menos usado contra este insecto es el empleo de la feromona sexual. Al respecto, Ávalos (2010) reflejó excelentes resultados con el uso de feromonas sexuales como alternativa, lo que puede ser importante para un manejo integrado de esta plaga, ya que se logró disminuir la densidad poblacional, y se observó compatibilidad con otros mecanismos inocuos de control, como el biológico y el cultural.

El control biológico es una alternativa ecológica en el manejo integrado de plagas. Al respecto Vázquez y Álvarez (2011) recomendaron la aplicación de *Bacillus thuringiensis* en concentración de 1 a 2 L.ha⁻¹ como táctica de manejo de este

insecto y demostraron que se debe garantizar una alta solución final y presión del equipo para que el bioproducto llegue a los sitios donde se encuentra la larva, ya que la misma se desarrolla entre los frutos que están unidos y en la zona del pedúnculo de éstos.

Por su parte Martínez *et al.* (2007) recomendaron la aplicación de *B. thuringiensis*, en concentraciones de 1 a 2 L.ha⁻¹, así como la liberación de *Trichogramma* spp. como parasitoide de huevos.

Los nemátodos entomopatógenos de las familias Heterorhabditidae y Steinernematidae pueden ser una alternativa a los insecticidas químicos (Cherry *et al.*, 2004; Nyasani *et al.*, 2008a; Nyasani *et al.*, 2008b) ya que han sido informados causando infección a larvas de lepidópteros (Baur *et al.*, 1998); sin embargo, son necesarias evaluaciones en laboratorio y campo antes de ser incluidos en programas de manejo integrado de plagas (Sarfraz *et al.*, 2005; Nyasani *et al.*, 2008a).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en áreas de la Empresa Municipal Agropecuaria Santo Domingo ubicada en el poblado de Sabino Hernández, municipio Santo Domingo, provincia Villa Clara, en el período comprendido entre marzo de 2010 y noviembre de 2011.

Los experimentos en condiciones de laboratorio se desarrollaron en el Centro Reproductor de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE) de la Empresa Municipal Agropecuaria de Santo Domingo.

Los análisis estadísticos se realizaron en el programa SPSS (*Packaged for Social Science*), para Windows, versión 11.5 y Statgraphics 5.0.

Los datos relacionados con las variables climáticas temperatura y humedad relativa se obtuvieron mediante un Hidrotermógrafo de la marca Fischer, colocado en el lugar de los experimentos.

3.1 Aspectos de la bioecología de *D. caricae*

Para el estudio de los aspectos de la biología de *D. caricae* primeramente se estableció un pie de cría que permitiera contar con un número de huevos suficientes para el desarrollo de esta investigación.

Se colectaron entre 20 y 30 larvas en campo, las que se colocaron en placas Petri de 9,0cm de diámetro y 1,5cm de alto, se les suministró como alimento secciones de tallo entre 5 y 7cm.

Al formar las pupas se colocaron en recipientes de 5L de capacidad a los que se le colocó serrín de madera en el fondo, se le añadieron flores de papaya y una

solución de miel de abejas al 30% para la alimentación de los adultos. En el interior de los mismos se colocaron tirillas de papel de filtro así como ramas de papaya para que la hembra deposite sus puestas (Figura 1).



Figura 1. Recipiente plástico de 5L de capacidad utilizado para el desarrollo de los adultos de *D. caricae* y la obtención de las puestas

3.1.1 Duración del ciclo biológico de *D. caricae* en condiciones de laboratorio

El estudio se realizó en el año 2010 en dos períodos: marzo – abril y julio – agosto. En cada uno de ellos se estudió el ciclo biológico de *D. caricae* en los tres órganos de la planta de papaya preferidos por las larvas de esta especie para su alimentación: (tallo, flor y fruto) (Figura 2). Para cada uno de estos tratamientos se utilizaron 20 muestras, para un total de 60 en cada período evaluado y 120 entre ambos.



Figura 2. Órganos de la planta de papaya en los que se desarrolló el ciclo biológico de *D. caricae*. a) Tallo b) Flores c) Frutos

Para obtener la duración del estado de huevo se realizó la metodología descrita por Monteagudo *et al.* (1992).

Una vez que las hembras comenzaron a ovipositar, las puestas fueron colocadas en placas Petri de 9cm de diámetro y 1,5cm de alto, en un número de 4 a 6 huevos donde se observó diariamente con el auxilio de un microscopio estereoscópico marca Olympus, a un aumento de 10x.

Luego de emergidas las larvas, se colocaron aisladas, una en cada placa Petri, en sus respectivos alimentos, para ello se empleó un pincel fino de cerdas suaves. El alimento se cambió cada tercer día y se realizaron observaciones diarias.

El estado pupal se determinó colocándolas aisladas en frascos plásticos de 80ml (Figura 3) tapados con malla de marquiset. Estas se observaron en un microscopio estereoscopio marca Olympus, a un aumento de 10x para su sexado, teniendo en cuenta la ubicación de los poros genital y anal según lo reflejado por Monteagudo *et al.*, (1992). Se evaluó diariamente la emergencia de los adultos y se llevaron muestras al laboratorio de Taxonomía de la Universidad Central Martha Abreu de Las Villas para corroborar los resultados sobre el sexado.



Figura 3. Frascos de 80ml de capacidad empleado para determinar la duración del estado de pupa

Los datos relacionados con la duración del ciclo biológico en las tres dietas empleadas se compararon estadísticamente mediante la prueba no paramétrica *Kruskal-Wallis*, mientras que para la comparación entre ambos períodos se utilizó el test no paramétrico para dos muestras independientes *Mann-Whitney*.

3.1.2 Oviposición y longevidad de los adultos de *D. caricae* en condiciones de laboratorio

Se realizó en los meses de mayo y diciembre del año 2010, para ello se emplearon 20 parejas de insectos vírgenes obtenidos del pie de cría existente en el laboratorio. Cada una de estas parejas se colocaron en placas Petri de 15,5cm de diámetro y 2,5cm de alto, con papel de filtro en su base para coleccionar las puestas.

La dieta para la fase de adulto consistió en una solución de agua destilada y miel de abejas al 30% impregnada en pequeños secciones de esponja sintética, así como flores de plantas de papaya, según la metodología de Monteagudo *et al.*, (1992).

Las observaciones se realizaron diariamente y en las mismas se determinó:

- Inicio de la oviposición: Se cuantificaron los días después de colocadas las parejas hasta la oviposición.
- Días de oviposiciones: Cuantificación del número de días en que ocurrieron las oviposiciones.
- Total de huevos: Se cuantificó el número de huevos ovipositados.
- Fertilidad de los huevos: Cuantificación del número de huevos de los cuales emergieron larvas y cálculo del porcentaje de fertilidad.
- Número máximo y mínimo de huevos por puesta: Cuantificación del número máximo y mínimo de huevos en cada puesta.
- Longevidad de los adultos: Cuantificación en días desde la emergencia del adulto hasta su muerte.

3.2 Determinación de enemigos naturales de *D. caricae* en condiciones de campo

La investigación se realizó en el período comprendido entre marzo de 2010 y noviembre de 2011, para ello se colectaron larvas, pupas y adultos en las fincas que se relacionan a continuación.

1. Finca 17 perteneciente a la Unidad Estatal de Base (UEB) Granja Cascajal.
2. Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Israel Ruiz.
3. Huerto José Ramón Chávez.

4. Campo 10 del Instituto Nacional de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT).
5. Campo 24 del Instituto Nacional de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT).
6. Finca 26 de Julio, perteneciente a la Unidad Estatal de Base Comercializadora en Divisas de la Empresa Agropecuaria Santo Domingo.
7. Finca del productor privado Arturo Ortiz, perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida (CCSF) Rubén Martínez Villena.
8. Finca del productor privado Alberto Vázquez, perteneciente a la CCSF Pedro Julio Marcelo.
9. Finca del productor privado Felix Boris Jiménez, perteneciente a la CCSF Conrado Benítez.
10. Finca del productor privado Delvis de la Paz perteneciente a la CCSF Diosdado Pérez.

Las larvas y pupas colectadas se colocaron en placas Petri plásticas de 9cm de diámetro y 1,5cm de altura, para observar si emergía algún parasitoide o se detectaba la presencia de algún entomopatógeno. Las larvas se alimentaron con secciones de tallo de la planta de papaya y el alimento se cambió cada tercer día.

Los adultos colectados se colocaron en frascos plásticos de 80ml de capacidad para observar posible parasitismo por algún entomopatógeno, a estos se le suministró una solución de miel de abejas al 30%, así como flores de papaya para su alimentación.

3.3 Efectividad de *B. thuringiensis* y *H. indica* sobre larvas de *D. caricae* en condiciones de campo

El experimento se realizó en el mes de noviembre del año 2011, en la Finca 26 de Julio, perteneciente a la UEB Comercializadora en divisas de la Empresa Agropecuaria de Santo Domingo, en un área de 1,0ha dedicadas al cultivo de la papaya.

Se establecieron tres tratamientos:

1. Control sin aplicación
2. Aplicación de *Bacillus thuringiensis* Berliner cepa LBT-26. La solución final aplicada fue de $1,76 \times 10^{10}$ esporas en 5 L de agua.
3. Aplicación de *Heterorhabditis indica* Poinar cepa P₂M. La solución final aplicada fue de 40 000 Ij₃ en 5 L de agua.

Cada tratamiento fue representado por 10 plantas seleccionadas al azar, de la variedad Tainung-2. Estas se encontraban en etapa de fructificación, con una altura de 1,00 a 1,50m y un año de edad, plantadas sobre un suelo pardo mullido carbonatado, en un marco de plantación de 2,0 x 2,0m, con sistema de riego.

Los productos biológicos procedían de:

- *Bacillus thuringiensis* Berliner cepa LBT-26 procedente del Centro Reproductor de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE) de la Empresa Agropecuaria Santo Domingo, provincia Villa Clara, con una concentración de $4,40 \times 10^9$ esporas.gramo⁻¹.

- *Heterorhabditis indica* Poinar cepa P₂M procedente del CREE Eureka perteneciente al Complejo Agroindustrial George Washington del municipio Santo Domingo, provincia Villa Clara, con una concentración de 2 millones de nemátodos.L⁻¹.

El procedimiento empleado fue el siguiente:

Se realizó un conteo inicial donde se cuantificó el número de larvas vivas en los tres tratamientos. Posteriormente, se realizó la aplicación de los bioplaguicidas con asperjadoras dorsales Jacto de 16L de capacidad, las que fueron dirigidas desde las flores y frutos hasta el cogollo de la planta, debido a que esta es el área preferida por *D. caricae* para realizar sus ataques. La aplicación se realizó en horas de la tarde, cuando estaba declinando el sol.

Después de efectuarse la aplicación se realizó un conteo diario por espacio de siete días, donde se cuantificó el número de larvas vivas existentes en todas las plantas seleccionadas.

Las efectividades biológicas fueron calculadas por la fórmula (Henderson-Tilton, 1955).

$$EB (\%) = 1 - \left[\frac{n \text{ en Co antes del tratamiento} \times n \text{ en T después del tratamiento}}{n \text{ en Co después del tratamiento} \times n \text{ en T antes del tratamiento}} \right] \times 100$$

Donde: n = Número de larvas T= Tratamiento Co= Control

Para la variable número de larvas se utilizó el análisis de varianza de clasificación simple y la comparación múltiple de media según la dócima de *Dunnett* C y para la variable efectividad biológica se empleó el procedimiento no paramétrico para dos muestras independientes *Mann-Whitney*.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Aspectos de la bioecología de *D. caricae*

4.1.1 Duración del ciclo biológico de *D. caricae* en condiciones de laboratorio

Se demostró a partir de este estudio que para el primer período de evaluación correspondiente a los meses de marzo y abril el ciclo biológico de *D. caricae* estuvo influenciado por el tipo de dieta empleada en la alimentación de la fase de larva.

En el tratamiento cuya dieta fueron secciones de tallo, el ciclo del insecto se completó en 28,26 días, mientras que cuando se alimentó con segmentos de frutos el ciclo fue de 28,60. Estos tratamientos difirieron significativamente con los valores obtenidos en el tratamiento cuya alimentación consistió en flores de papaya (31,33 días). Entre los tratamientos cuya dieta fue con secciones de tallos y frutos no existieron diferencias estadísticas significativas.

El estado de larva se prolongó por menos tiempo cuando se alimentaron con tallos y frutos con diferencias estadísticas significativas con respecto al tratamiento cuya alimentación fue la flor.

El estado de pupa transcurrió más rápido cuando se alimentó la larva con secciones de tallo con diferencias estadísticas significativas con respecto al tratamiento cuya dieta fue flores de papaya. Entre los tratamientos donde la dieta empleada fue tallo y frutos de papaya no se encontraron diferencias estadísticas significativas (Tabla 3).

Tabla 3. Duración (días) de los estados de desarrollo de *D. caricae* para los meses de marzo y abril

Dietas	Estados de desarrollo							
	Huevo		Larva		Pupa		Huevo-Adulto	
	Media	Media Rango	Media	Media Rango	Media	Media Rango	Media	Media Rango
Tallo	3,13	22,66a	13,20	19,00a	11,93	17,60a	28,26	17,23a
Flor	3,20	22,43a	13,66	29,50b	12,53	29,20b	29,40	31,33b
Fruto	3,13	23,90a	13,26	20,50a	12,20	22,20ab	28,60	20,43a

ab Medias de rangos con letras diferentes en columnas difieren para $p < 0,05$ según prueba no paramétrica de *Kruskal Wallis*.

Para el segundo período de evaluación correspondiente a los meses de julio y agosto, el ciclo del insecto fue de 23,46 días en el tratamiento con dieta a base de secciones del tallo de la planta de papaya, sin diferencias significativas con el tratamiento donde se les suministró frutos de papaya, los que a su vez difirieron significativamente al tratamiento donde se alimentó con flores de papaya.

El estado de desarrollo de larva presentó menor duración en los tratamientos cuya dieta fue el tallo y el fruto de la planta, con diferencias estadísticas significativas con respecto al tratamiento cuya alimentación fue la flor. En la fase pupal no se encontraron para este período de evaluación diferencias significativas entre los tres tratamientos (Tabla 4).

Tabla 4. Duración (días) de los estados de desarrollo de *D. caricae* para los meses de julio y agosto

Dietas	Estados de desarrollo							
	Huevo		Larva		Pupa		Huevo-Adulto	
	Media	Media Rango	Media	Media Rango	Media	Media Rango	Media	Media Rango
Tallo	2,13	23,00a	11,06	19,33a	10,26	17,83a	23,46	16,23a
Flor	2,13	23,00a	11,60	30,70b	10,80	27,73a	24,53	31,40b
Fruto	2,13	23,00a	11,06	18,96a	10,53	23,43a	23,73	21,36a

ab Medias de rangos con letras diferentes en columnas difieren para $p < 0,05$ según prueba no paramétrica de *Kruskal Wallis*.

Las diferencias encontradas en el ciclo biológico de *D. caricae* pueden estar influenciadas por el tipo de dieta. Al respecto Ali *et al.* (1990), resaltaron la

influencia que ejerció el tipo de dieta en algunas especies de Lepidópteros y reflejaron que estas diferencias suelen ser por variaciones en los elementos nutricionales de los alimentos.

En la literatura científica no existen trabajos donde describan la duración del ciclo biológico de *D. caricae* influenciado por varios tipos de dietas, pero si se informan estudios en otras especies de lepidópteros. Por ejemplo, Álvarez *et al.* (2010) en investigaciones realizadas sobre la biología de *Heliothis virescens* (Fabricius) en el cultivo del garbanzo (*Cicer arietinum* L.), alimentando las larvas con frutos y hojas tiernas, obtuvieron que el tiempo de desarrollo de larva a adulto fue de 40,23 días para las alimentadas con hojas tiernas, mientras que las que consumieron frutos tiernos el ciclo presentó una duración de 24,94 días. En este caso se observó una disminución del ciclo del insecto, influenciado también por el tipo de dieta suministrada en la fase larval.

Por otra parte, en investigaciones realizadas por Pratissoli *et al.* (2007) sobre la biología de *Diaphania hyalinata*, se determinó que el ciclo de este insecto se vio influenciado por el tipo de dieta. La fase larval de esta especie transcurrió más rápido, cuando la dieta fue con hojas de calabaza (*Cucurbita* spp.) y pepino (*Cumumis sativus*), mientras que se retardó más, cuando se utilizaron otras dietas artificiales.

El estudio realizado por Álvarez (2004) sobre *H. virescens*, se comprobó que la dieta jugó un papel importante en el tiempo que transcurrió entre la formación de la larva hasta la emergencia del adulto.

Este autor demostró que en hojas de tabaco el ciclo del insecto demoró 32,0 días, en granos tiernos de sorgo 27,0 días, en legumbres de gandul 28,2 días, en frutos de quimbombó 29,8 días y en granos tiernos de maíz 27,5 días, afirmando que la alimentación que dispone el insecto influye en el número de días en que se desarrolla su ciclo de vida.

De acuerdo con los resultados del presente experimento, se comprobó que el ciclo biológico de *D. caricae* estuvo influenciado por la temperatura y la humedad relativa. Con temperatura promedio de $22,4 \pm 2,1^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de $72 \pm 6,1\%$, comprendida en el período de marzo-abril, el ciclo del insecto fue de 28,76 días el cual difirió significativamente con los valores alcanzados en el período de julio-agosto a $27,1 \pm 0,9^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de $80 \pm 5,1\%$. Los estados de desarrollo de huevo, larva y pupa presentaron mayor duración en el período donde se registraron las temperaturas más bajas (Tabla 5).

Tabla 5. Duración (días) de los estados de desarrollo de *D. caricae* en los dos períodos evaluados

Estados de desarrollo	Períodos evaluados							
	Marzo-Abril				Julio-Agosto			
	Media	Rangos medios	Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	HR (%)	Media	Rangos medios	Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	HR (%)
Huevo	3,16	65,03b	$21,3 \pm 2,1$	$77 \pm 7,0$	2,13	25,97a	$26,9 \pm 0,8$	$82 \pm 4,3$
Larva	13,38	68,00b	$22,1 \pm 2,3$	$73 \pm 6,2$	11,24	23,00a	$27,2 \pm 0,7$	$78 \pm 4,4$
Pupa	12,22	66,81b	$22,9 \pm 1,4$	$70 \pm 5,6$	10,53	24,19a	$27,0 \pm 0,9$	$81 \pm 4,7$
Huevo-Adulto	28,76	69,70b	$22,4 \pm 2,1$	$72 \pm 6,1$	23,91	23,03a	$27,1 \pm 0,9$	$80 \pm 5,1$

ab Rangos medios con letras diferentes en filas difieren para $p < 0,05$ según prueba no paramétrica de Mann-Whitney.

Las diferencias encontradas en el ciclo biológico de *D. caricae* pueden estar influenciadas por la temperatura y la humedad relativa, al respecto Monteagudo *et al.* (1992), en investigaciones realizadas sobre la biología de *D. caricae* en

condiciones de laboratorio y a temperatura de 25 a 27 °C y 75 – 80% de humedad relativa, demostraron que el ciclo biológico presentó una duración de 29,12 días. Estos autores determinaron que esta especie, demoró 3,5 días en el estado de huevo, 14,02 días en el estado de larva y 11,60 en la fase de pupa, por lo que los resultados obtenidos en la presente investigación difieren los obtenidos por este autor.

Son varios los autores que han encontrado influencia de las variables climáticas en el ciclo de vida de los insectos. Tal es el caso de Méndez (2003) que en estudios sobre la biología de *Diaphania hyalinata* (L.), insecto que pertenece a la misma familia de *D. caricae*, en la región norte de la provincia de Las Tunas en condiciones de campo y a temperatura ambiente, reflejó alta significación, entre la variable climática temperatura media y el ciclo del insecto. Este autor determinó que en los meses donde las temperaturas y la humedad relativa alcanzaron los mayores valores, el ciclo del insecto transcurrió más rápido.

Otros autores como Surís, *et al.* (1997) demostraron la influencia de la temperatura ambiente y la humedad relativa en el ciclo de *D. hyalinata*, pues obtuvieron que el mayor desarrollo de este insecto transcurre cuando ocurren los mayores valores de temperatura ambiente.

Linares (1987) realizó investigaciones en condiciones controladas sobre la influencia de la temperatura en el ciclo biológico de *Diatraea sacharalis* (Fabricius) insecto que pertenece a la familia *Pyralidae*, este autor informó que al aumentar la temperatura de 26 a 34° C, disminuyó la duración del desarrollo del insecto.

En el presente estudio se pudo comprobar que la emergencia de los adultos se vio influenciada por la temperatura.

En el período correspondiente a los meses de julio-agosto con temperatura promedio $27,1 \pm 0,9^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de $80 \pm 5,1\%$, la emergencia fue superior al período de marzo-abril donde la temperatura promedio fue de $22,4 \pm 2,1^{\circ}\text{C}$ y la humedad relativa de $72 \pm 6,1\%$.

Al analizar las dietas de alimentación en ambos períodos, se observó que los mejores porcentajes de emergencia ocurrieron cuando las larvas consumieron secciones del tallo y frutos de la planta (Tabla 6).

La relación hembra-macho se comportó a 1,04:0,96, con mayor valor para las hembras. Al analizar los períodos evaluados no se observaron diferencias aunque existió una tendencia al incremento en las hembras en los meses de julio y agosto. Entre las dietas no se observan diferencias para ambos períodos (Tabla 6).

Tabla 6. Emergencia de adultos de *D. caricae* por sexos, en dos períodos del año 2010

Emergencia (%)	Períodos evaluados							
	Marzo-Abril				Julio-Agosto			
	Tallo	Flor	Fruto	Media	Tallo	Flor	Fruto	Media
Emergencia	80	75	80	78,3	90	80	85	85,0
Machos	49	50	50	49,7	48	49	49	48,7
Hembras	51	50	50	50,3	52	51	51	51,3

Estos resultados son similares a los obtenidos por Monteagudo *et al.* (1992). Estos autores obtuvieron a temperatura de $25-27^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de 75-80% una proporción de hembra y macho para *D. caricae* de 1:1, donde manifestaron que la cantidad de hembras es ligeramente superior a los machos. Sin embargo Linares (1987), reflejó para *D. sacharalis* insecto que pertenece a la misma familia que *D.*

caricae, una proporción hembra-macho de 0,87:1,00, donde los machos emergieron en mayor cantidad, independientemente de las temperaturas existentes.

4.1.2 Oviposición y longevidad de adultos de *D. caricae* en condiciones de laboratorio

Se demostró que la temperatura influyó en la oviposición de *D. caricae*. Se encontraron diferencias significativas entre todas las variables evaluadas. En el mes de mayo los promedios de temperatura y humedad relativa fueron superiores ($26,7 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$ y $73 \pm 5,6\%$ respectivamente) a los registrados en el mes de diciembre ($23,3 \pm 1,9^{\circ}\text{C}$ y $70 \pm 6,3\%$) lo que incidió en que el inicio de la oviposición fue en menor número de días. Fue menor el número de días en que la hembra no ovipositó y en los 5,30 días que ovipositó se contabilizaron un total de 22,15 huevos, de ellos más del 90% fértiles (Tabla 7).

Tabla 7. Valores promedios de los aspectos relacionados con el período de oviposición de *D. caricae*

Aspectos relacionados con la oviposición	Períodos evaluados			
	Mayo, 2010		Diciembre, 2010	
	Media	Rangos Medios	Media	Rangos Medios
Inicio de la oviposición (días)	3,35	12,08a	4,55	28,93b
Días que oviposita	5,30	28,80a	4,00	12,20b
Días que no oviposita	5,05	30,50a	2,50	10,50b

Total de huevos	22,15	30,50a	11,40	10,50b
Fertilidad de los huevos (%)	94,58	29,83a	83,33	11,18b
Máximo de huevos por puesta	11,35	30,50a	6,20	10,50b
Mínimo de huevos por puesta	3,55	25,05a	2,25	12,95b

ab Rangos medios con letras diferentes en filas difieren para $p < 0,05$ según la prueba no paramétrica *Mann-Whitney*.

De acuerdo con los resultados del presente experimento *D. caricae* necesitó entre 3 y 4 días para iniciar la oviposición independientemente del período evaluado. Resultados similares fueron descritos por Monteagudo *et al.* (1992), quienes informaron que la hembra de *D. caricae* comienza a copular a las 24 horas y entre 72 y 96 horas inicia la oviposición. Estos autores también coinciden en que la temperatura y la humedad relativa ejercen influencia en el inicio de la oviposición.

En investigaciones realizadas por Linares (1987) sobre la biología de *D. sacharalis* en condiciones de laboratorio, se determinó la acción de la temperatura en el período de preoviposición y de oviposición. Este autor comprobó que con un incremento marcado en la temperatura, la hembra aumentó el período preoviposicional y que el período de oviposición se reduce cuando esta va en ascenso. Este autor determinó que al aumentar la temperatura de 26 a 34 °C el período se reduce de 3,41 a 2,43 días.

En el presente trabajo se encontró que la hembra de *D. caricae* en condiciones de laboratorio pudo ovipositar como máximo 25 huevos en toda su vida, con un promedio de huevos por hembra entre 10 y 23 huevos independientemente del período evaluado. Resultados similares fueron descritos por Monteagudo *et al.* (1992) quienes determinaron que el promedio de huevos por hembra en

condiciones de laboratorio, con temperaturas entre 25 y 27°C y 75-80% de humedad relativa osciló entre 10 y 20 huevos.

Linares (1987) informó la acción de la temperatura en la fecundidad y fertilidad de los huevos y determinó que a 26°C se obtiene la mayor cantidad de huevos por hembra (538), con una fertilidad de 99%, mientras que al subir la temperatura hasta 34°C la fertilidad de los mismos disminuyó a 78,29%.

En relación con la longevidad de los adultos independientemente del período evaluado la hembra presentó mayor longevidad que el macho. Los adultos emergidos en el mes de mayo con temperatura promedio de $26,7 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$ y $73 \pm 5,6\%$ de humedad relativa presentaron una mayor longevidad que los emergidos en el mes de diciembre ($23,3 \pm 1,9^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de $70 \pm 6,3\%$), con diferencias estadísticas significativas (Tabla 8).

Tabla 8. Longevidad de *D. caricae* en dos períodos del año 2010

Longevidad (Días)	Períodos evaluados			
	Mayo		Diciembre	
	Media	Rangos Medios	Media	Rangos Medios
Longevidad Hembra	14,50	30,50a	11,25	10,50b
Longevidad Macho	13,60	30,50a	10,35	10,50b

ab Rangos medios con letras diferentes en filas difieren para $p < 0,05$ según la prueba no paramétrica de Mann-Whitney.

Las referencias sobre este aspecto ofrecidas por Monteagudo *et al.* (1992) mostraron valores semejantes a los obtenidos en el presente trabajo. Estos autores refirieron que la longevidad promedio fue de 10,0 días para el macho y 11,2 días para la hembra a temperatura de 25-27°C y 75-80% de humedad relativa.

En el presente estudio la longevidad promedio alcanzada para el macho y la hembra fue 13,60 y 14,50 días respectivamente, a temperatura promedio de

26,7±1,1°C y humedad relativa de 73±5,6%, mientras que a temperatura de 23,3±1,9°C y humedad relativa de 70±6,3% fue de 10,35 días para el macho y 11,25 días para la hembra, estos últimos valores similares a los reflejados por el citado autor.

La incidencia de la temperatura en la longevidad del adulto fue evaluada por Linares (1987), quien reflejó que al aumentar la temperatura de 26 a 34°C esta disminuyó y no fue afectada notablemente por la acción de las temperaturas, observando que las mayores diferencias se obtuvieron en la fase de larva.

En un estudio realizado por Valdés (2003) sobre la biología de *D. hyalinata* en condiciones ambientales, obtuvo que la longevidad del macho fue superior a la hembra con 8,54 y 8,47 días respectivamente, resultados que difieren a los obtenidos en la presente investigación donde la longevidad de la hembra de *D. caricae* fue superior a la de los machos.

4.2 Enemigos naturales de *D. caricae* en condiciones de campo

En larvas colectadas en el campo 10 del INIVIT emergió un parasitoide el cual fue trasladado al laboratorio de taxonomía del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) de la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas e identificado como *Rogas* sp. (Hymenoptera: Braconidae).

Este bracónido fue encontrado por primera vez atacando a larvas de *D. caricae* en la región de Motembo, municipio Corralillo, provincia Villa Clara, el cual fue identificado e informado por primer vez en Cuba por Monteagudo *et al.* (1987).

Estos autores informaron que se detectaron algunas larvas con síntomas de parasitismo. Las larvas parasitadas se observaron momificadas, notando hacia la

parte posterior del hospedante el orificio de emersión del parásito. Smith *et al.* (1955) citados por De Bach (1968), refieren que estas especies pupan dentro de la cutícula del huésped en una cubierta doble, delgada y transparente que es hecha de hilillos de seda sostenidos entre si mediante una sustancia de color claro. Además el meconio larval es excretado por lo que se presenta entre cápsulas.

Otros autores como Martínez *et al.* (2007) reportaron también a *Rogas* sp. como enemigo natural de *D. caricae* en Cuba.

4.3 Efectividad de *B. thuringiensis* y *H. indica* sobre larvas de *D. caricae* en condiciones de campo

Los resultados de este estudio mostraron que después de realizado el conteo inicial el número de larvas vivas totales en los tres tratamientos evaluados fue similar (73, 75 y 73, respectivamente). Después de realizada la aplicación el número de larvas vivas en los tratamientos en que se aplicaron los medios biológicos comenzó a disminuir, con diferencias estadísticas significativas desde el primer día después de la aplicación del tratamiento con el nemátodo *H. indica*, con respecto al tratamiento control. Dos días posteriores a la aplicación, los tratamientos *H. indica* y *B. thuringiensis* mostraron diferencias estadísticas significativas con respecto al tratamiento control. Al tercer y cuarto día en ambos tratamientos se cuantificó el menor número de larvas. Estas diferencias se mantuvieron hasta el séptimo día después de la aplicación. El tratamiento con *H. indica* fue estadísticamente superior al tratamiento con *B. thuringiensis* desde el segundo hasta el sexto día (Tabla 9).

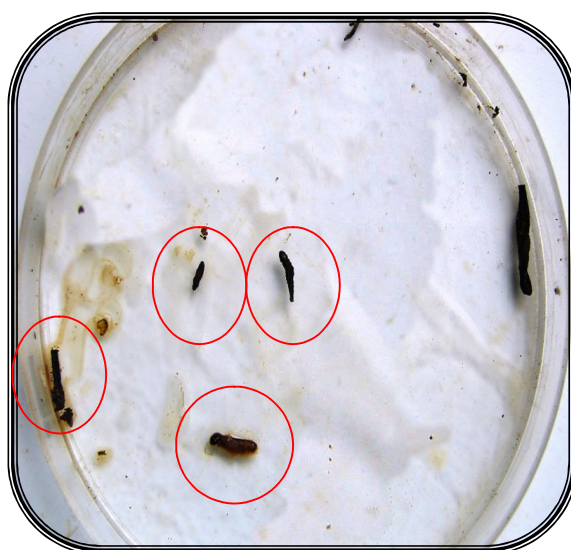


Figura 4. Larvas colectadas en plantas de papaya después de la aplicación de *H. indica* y *B. thuringiensis*.

Estas diferencias que existieron entre ambos tratamientos para los días dos, tres, cuatro y cinco pudieron estar dadas por la virulencia que presenta *H. indica* sobre larvas de lepidópteros, este nemátodo es capaz de buscar a su presa a través de películas de agua, mientras que la bacteria *B. thuringiensis* ataca sólo por ingestión, la cual requiere ser ingerida y procesada en el estómago medio del insecto (Joung y Cote, 2000).

Tabla 9. Respuesta de la variable número de larvas de *D. caricae* después de la aplicación de *B. thuringiensis* y *H. indica*

Tratamientos	Número de días posteriores a la aplicación						
	1	2	3	4	5	6	7
Control	7,60 b	8,40 c	9,40 c	10,00 c	10,50 c	10,10 b	11,00 b
<i>B. thuringiensis</i>	6,40 ab	4,60 b	2,60 b	2,10 b	2,40 b	3,20 a	4,70 a
<i>H. indica</i>	5,80 a	2,00 a	0,90 a	0,70 a	1,30 a	2,60 a	3,50 a
ES ±	0,33*	0,27*	0,23*	0,25*	0,25*	0,30*	0,39*
CV (%)	16,03	17,54	17,40	18,63	16,78	18,09	19,57

abc Medias con letras diferentes en columnas difieren para $p < 0,05$ según dística de Dunnett C

En la literatura científica revisada para la realización de esta investigación existen pocos trabajos donde se describa la acción de *B. thuringiensis* y *H. indica* sobre larvas de *D. caricae*, aunque existen en otras especies de lepidópteros.

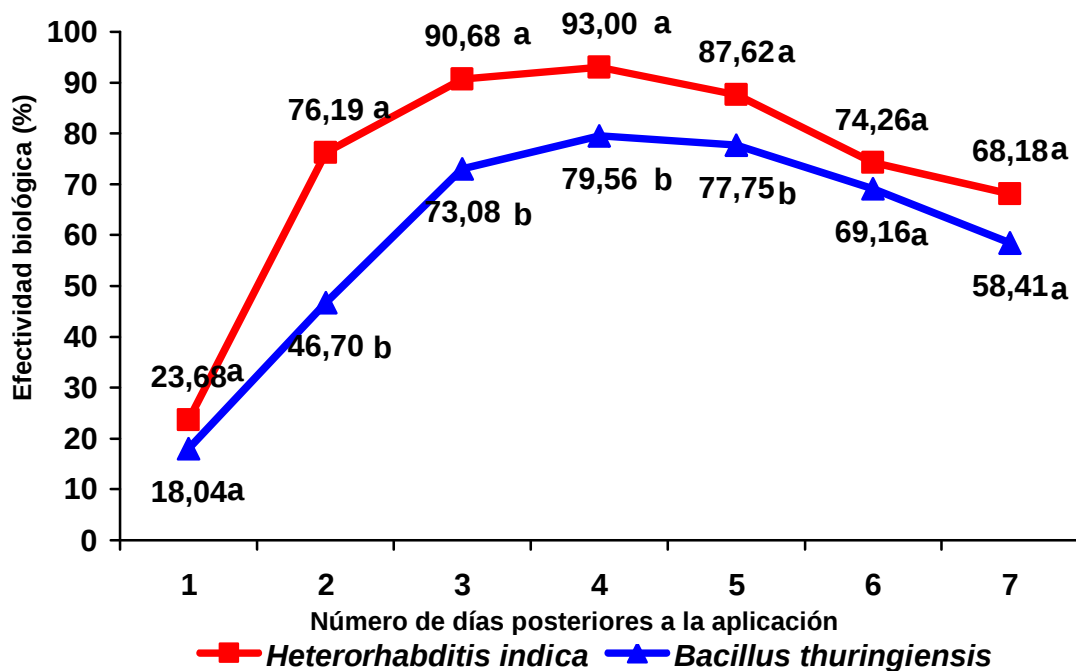
Rodríguez (2004) en estudios relacionados con la aplicación de *B. thuringiensis* (cepa LBT-24) sobre larvas de *D. hyalinata*, logró la mayor mortalidad de éstas a los dos días, con diferencias estadísticas significativas con respecto al control. Este autor demostró la excelente acción de esta bacteria sobre la citada plaga.

En el presente trabajo a pesar de existir diferencias significativas con respecto al tratamiento control, la bacteria no ejerce una acción total, debido al hábito barrenador de *D. caricae*, que se introduce en galerías y no ingiere la bacteria tan fácilmente.

Sáenz (2012), con aplicaciones de *Heterorhabditis indica* sobre *Plutella xylostella* determinó que el menor número de larvas vivas estuvo entre las 48 y 72 horas, con diferencias estadísticas significativas con respecto al control.

Al realizar los cálculos de la efectividad biológica se apreció que al tercer día posterior a la aplicación, ambos tratamientos mostraron efectividades superiores al 70%. El tratamiento correspondiente a la aplicación de *H. indica* se obtuvieron mayores valores de efectividad biológica, que fueron estadísticamente diferentes al tratamiento con *B. thuringiensis* desde el segundo hasta el quinto día posterior a la aplicación. Los mayores valores de la efectividad biológica se obtuvieron a los cuatro días posterior a la aplicación, el tratamiento *H. indica* mostró una efectividad biológica de 93,00%, mientras *B. thuringiensis* mostró 79,56%. Ambos

tratamientos reflejaron efectividades biológicas superiores al 50% a los siete días después de realizada la aplicación (Figura 5).



ab Medias con letras diferentes en los mismos días difieren para $p < 0,05$ según la prueba no paramétrica de Mann-Whitney.

Figura 5. Efectividad biológica (%) de *B. thuringiensis* y *H. indica* en el control de *D. caricae*.

La eficacia de los nemátodos del género *Heterorhabditis* en diferentes cultivos es reconocida por autores como Valdés *et al.* (2005). En estudios realizados en sistemas de organopónicos, en el cultivo del pepino se emplearon nemátodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis* cepa (CIAP-DEY-6 y P₂M), donde se logró reducir notablemente el índice de infestación por larvas de *D. hyalinata*.

En la presente investigación se obtuvo una efectividad biológica de 93% con aplicaciones de *H. indica*. Estos resultados no coinciden con los que obtuvo

Marrero (2006) en el cultivo de la col (*Brassica oleraceae*), donde se alcanzó una efectividad biológica de 72% con aplicaciones de este nemátodo.

Cruz *et al.* (2010) utilizaron nemátodos del género *Heterorhabditis* contra *Homoeosoma electellum* (HULST) (Lepidoptera: Pyralidae) en campos de girasol (*Helianthus annuus* L.). Las parcelas tratadas con dicho organismo presentaron una reducción en los daños provocados a los achenios por esta plaga.

Los resultados de este estudio reflejaron que *B. thuringiensis* mostró una efectividad por debajo del 90%, debido fundamentalmente al hábito de la plaga y el refugio que encuentran las larvas en galerías y debajo de los frutos. Estos resultados difieren a los obtenidos por Rodríguez (2004) en condiciones de campo, donde se obtuvo efectividades biológicas entre 92 y 95,9% utilizando biopreparados a base de *B. thuringiensis* cepa (LBT-24), contra *D. hyalinata* en el cultivo de la calabaza.

Ruiz *et al.* (2008), aplicaron formulados de *B. thuringiensis* sobre larvas de *D. hyalinata* y obtuvieron una efectividad biológica de 53% a las 24 horas de aplicado el producto, mientras que a las 48 horas se logró una efectividad de 100%, con diferencias significativas con respecto al control.

Los resultados antes expuestos sobre la efectividad de *H. indica* sobre larvas de *D. caricae*, constituyen los primeros que se dan a conocer en Cuba sobre esta especie como plaga de *C. papaya* por lo que se consideran una herramienta importante en el manejo de este insecto.

5. CONCLUSIONES

1. Se demostró que el ciclo de *D. caricae* fue significativamente más prolongado cuando estos insectos se alimentaron con flores que cuando lo hicieron sobre frutos y secciones de tallo.
2. El ciclo de *D. caricae* fue de 28,76 días a temperatura promedio de $22,4 \pm 2,1$ °C y de 23,91 días a temperatura promedio de $27,1 \pm 0,9$ °C. La oviposición y la longevidad de los adultos estuvieron influenciados por la temperatura.
3. Se encontró a *Rogas* sp. parasitando a larvas de *D. caricae*.
4. Se alcanzaron efectividades biológicas de 93,00% a los cuatro días con aplicaciones de *H. indica* y de 79,56% con *B. thuringiensis*, ambos tratamientos mantuvieron una efectividad superior a 50% a los 7 días de aplicados.

6. RECOMENDACIONES

1. Por su efectividad se recomienda el uso del nemátodo entomopatógeno *Heterorhabditis indica* en dosis de 10 millones de Ij₃.ha⁻¹ como una alternativa en el manejo de *D. caricae*.
2. Incorporar estos resultados al manejo integrado de plagas de la papaya, unido a la capacitación de los productores de este cultivo en Cuba.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, A., Luttrell, R. G. y Schneider, J. C. Effects of temperature and larval diet on development of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) Annual Entomology Society of American. V. 83, p. 725-733, 1990.
- Alonso, E. M; Ramos, R. R y Torne, Q. Y. 2006. Caracterización y evaluación de los recursos genéticos de Papaya (*Carica Papaya* L.). CitriFrut (Cuba) 23 (2): 21–25.
- Alonso, M; Y Torne; M Aranguren; R Ramos; K Rodríguez y MCR Pastor (2008) Caracterización de los frutos de cuatro cultivares de Papaya del grupo 'Solo', introducidos en Cuba. *Agronomía Costarricense* 32(2): 169-175.
- Álvarez, H., U. Contribución al manejo integrado de *Heliothis virescens* (Fabr) en el cultivo del tabaco *Nicotiana tabacum* (L), Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, p. 4-28, 2004.
- Álvarez, H., U.; Pérez, G., L.; González, P., M.; Cruz, L., A.; Gómez, S., J.; Álvarez, M., J., M. Biología de *Heliothis virescens* (Fabricius) en garbanzo (*Cicer arietinum* L.). Centro Agrícola, 37(3):89-92; julio-sept., 2010. ISSN papel: 0253-5785 ISSN on line: 2072-2001.
- Ávalos, R. Y. Las feromonas sexuales y su aplicación en el control de Lepidópteros, plagas de frutales. Boletín Noticitrifrut Vol. VII No.1, enero-junio 2010.
- Bach, P. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. La Habana, edición revolucionaria. Instituto del libro, 1968.
- Barry, F. C. Insectos que dañan a la Fruta Bomba. Folleto No. 3, EEA, Santiago de las Vegas, La Habana, Julio de 1959.
- Baur, M. E.; Kaya, H. K.; Tabashnik, B.; Chilcutt, C. F. 1998. Suppression of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) with an entomopathogenic nematode (Rhabditida: Steinernematidae) and *Bacillus thuringiensis* Berliner. Journal of Economic Entomology 91: 1089-1095.

- Bernal J; M Londoño; M Hincapié (1999). Frutales del clima cálido, CORPOICA, Centro de Investigación. La Selva, Antioquia, Colombia. 4p.
- Bruner, S. C. Algunos insectos dañinos a nuestros frutales. Circular 75 EEA. Santiago de las Vegas. Secretaría de Agricultura, Comercio y Trabajo. La Habana, 1931.
- Bruner, S. C.; Scaramuza L. C. y Otero A. R. 1975. Catálogo de los insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba. 2. ed., A.C.C. La Habana. 399 pp.
- Cabello, A. Libro Plagas y enfermedades. p 432-433. Editorial Pedagógica. La Habana 1966.
- Castro, L. L.; Morales L. A.; Aranguren G. M. 2000. Fundamentos teóricos – prácticos sobre el cultivo y cosecha de la Papaya *Carica Papaya* (L.). Ciudad de Matanzas: Editorial Universitaria. 19 pp. ISBN 959-16-0111-5.
- Cherry, A. J.; Mercadier, G.; Meikle, W.; Castelo-Branco, M.; Schroer, S. 2004. The role of entomopathogens in DBM biological control. pp. 51-70. In: Kirk, A. A; Bordat, D. (Eds.). Improving biocontrol of *Plutella xylostella* proceedings of the international symposium, Montpellier, France, 21-24 October 2004. CIRAD.
- Cruz, A.; Grillo, H.; Álvarez, U.; Pozo, E.; Valdés, R. y Cárdenas M. Nemátodos entomopatógenos en el control de *Homoeosoma electellum* (HULST) en campos de girasol. Revista Centro Agrícola, (Abr-Jun 2010), v. 37(2) p. 13-17, ISSN 0253-5785.
- Dantas, L. J. L y Lima, J. F. 2001. Seleção e recomendação de variedades de mamoeiro – avaliação de linhagens e híbridos. Revista Brasileira de Fruticultura (Brasil) 23(3):617–621.
- De los Santos, F, Becerra EN, Mosqueda R, Vázquez A, Vargas AB, Pérez-Luna E (1997) Manual de producción de Papaya en el estado de Veracruz. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de

Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental. Folleto Técnico No 17.

FAOSTAT database 2013. Disponible en faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor.

Fariñas, M. E. 1990. Principales plagas y enfermedades que afectan el cultivo de la Papaya en Cuba. CIDA, La Habana. 32p.

Fauquet, CM, Mayo MA, Maniloff J, Desselbelguer U, Ball LA (2005) Virus Taxonomy: *The Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. Elsevier, EE.UU. pp. 1259

Ferraguetti, G. A. 2003. CALIMAN 01 – O primeiro híbrido de mamão Formosa Brasileiro. In: Martins, D dos S. (eds). Papaya Brasil: qualidade do mamão para mercado interno. Vitoria, ES: Incaper, 2003. p. 211–218.

Henderson, G.F. 1955. Test with acaricide against the brown wheat mite. Disponible en <http://www.ehabsoft.com/ldpline/onlinecontrol.htm>. Conectado 15 de diciembre del 2011.

Hernández, R (1994) Estudio sobre el *Virus de la mancha anular de la fruta bomba* (*Carica papaya* L.). Señalización de vectores y control e integración con otras medidas fitosanitarias. *Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias agrícolas*. IBP, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba.

Hewitt H. H.; Whittle S.; Lopez S. A.; Bailey E. Y.; Weaver S. R. (2000) Topical uses of Papaya in chronic skin ulcer therapy in Jamaica. *West Indian Medical Journal* 49: 32-33.

Jiménez Díaz, J. A (2002a). Manual Práctico para el cultivo de la Papaya hawaiana. 1ra Edición Guácimo. Editorial EARTH. 108 p.

- Joung, K. B. y J. C. Cote: «A Review of the Environmental Impacts of the Microbial Insecticide *Bacillus thuringiensis*», *Technical Bulletin* No. 29, Montreal, Canadá, 2000.
- Lima, H (1991). Resultados obtenidos en las investigaciones de la Estación Nacional de frutales. Laboratorio de Cultivo *in vitro* y diagnóstico del Instituto de Investigaciones de cítricos y otros frutales. Laboratorio. Informe para presentar al Ministerio de la Agricultura. La Habana. p. 15-18.
- Linares, F. B. Influencia de la temperatura en el desarrollo de *Diatraea saccharalis* (Fabricius). Parte de la tesis de grado para optar al título de Magister Scientiarum. Caña de Azúcar, Vol. 05(2):43-66. 1987.
- Manshardt, R. (1992). Papaya In: F. A. Hammerschlag y R.E Litz (eds.). *Biotechnology of Perennial Frut Crops*. CAB International. pp 489- 511.
- Marrero, M. A. Nemátodos entomopatógenos (*Heterorhabditis* spp.) para el control de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), *Plutella xylostella* (Linnaeus.) y *Heliothis virescens* (Fabricius). *Revista Centro Agrícola*. Abr-Jun 2006 v. 33(2) p. 90. ISSN0253-5785.
- Martínez, A. A. Libro Plagas Agrícolas de Cuba. INRA-Departamento de enseñanza y divulgación. 156 pp. Cuba 1963.
- Martínez, G. E.; Barrios, S.G.; Rovesti, L.; Santos, P. R. Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico. p 210-211. Edición España 2007.
- Méndez, B. A. Algunas consideraciones sobre la biología y etología de *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) en la zona norte de la provincia de Las Tunas. *FITOSANIDAD* vol. 7, no. 4, diciembre 2003.
- MINAG. Ministerio de la Agricultura. 2007. Instructivo Técnico del Cultivo de la papaya. La Habana, biblioteca ACTAF, 2007. p 8.
- MINAG. Ministerio de la Agricultura. 2012. Grupo Nacional de Frutales. Resultados obtenidos en las investigaciones (2008 -2012). La Habana. Cuba. p 26.

- Mirabal, R. y Monteagudo, T. S. Distribución caracterización de los daños y aspectos biológicos de *Davara caricae* Dyar (Lepidoptera: Phycitidae). Trabajo de diploma, 1984.
- Monteagudo, T. S. y Ruiz, M. Incidencia de *Davara caricae* Dyar (Lepidoptera: Phycitidae) en el cultivo de la Papaya (*Carica Papaya*) y aspectos biológicos. Trabajo de diploma. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central de Las Villas, 1986.
- Monteagudo T. S.; Caballero, F. S.; Grillo, R. H.; Mirabal, R. R. *Rogas* sp. (Hymenoptera: Braconidae) parásito de larvas de *Davara caricae* Dyar (Lepidoptera: Phycitidae). Revista Centro Agrícola Año 14 No. 3 Julio – Septiembre de 1987. ISSN 0253-5785 p. 91-92
- Monteagudo, T. S.; Carracedo, G. C.; Mirabal, R. R.; Ruiz, M. M. Aspectos morfológicos y biología de *Davara caricae* (Lepidoptera: Phycitidae). Revista Centro Agrícola. Vol19, no. 1, Enero – Abril 1992, p. 3-12. ISSN 0253-5785.
- Nyasani, J. O.; Kimenju, F. M.; Olubayo, S. I.; Shibairo, A.; Wilson, M. 2008a. Laboratory and field investigations using indigenous entomopathogenic nematodes for biological control of *Plutella xylostella* in Kenya. International Journal of pest management 54 (4): 355-361.
- Nyasani, J.O.; Kimenju, F.M.; Olubayo, S.I.; Shibairo, A.; Mutua, G.K. 2008b. Occurrence of entomopathogenic nematodes and their potential in the management of diamondback moth in Kale. Asian Journal of Plant Sciences 7 (3): 314-318.
- Noa-Carrazana, J. C.; González-de-Leon, D.; Ruiz-Castro, B. S.; Piñero, D. y Silva-Rosales, L. (2006) Distribution of *Papaya ringspot virus* and *Papaya mosaic virus* in Papaya plants (*Carica Papaya*) in Mexico. *Plant Disease* 90: 1004-1011
- OECD (2003) (Organisation for Economic Co-operation and Development). Draft Consensus Document on the Biology of *Carica Papaya* L. (Papaya), Report no. 5, February, France

- Okeniyi, J. A.; Ogunlesi, T.A.; Oyelami, O. A.; Adeyemi, L. A. (2007) Effectiveness of dried *Carica Papaya* seeds against human intestinal parasitosis: A pilot study. *Journal of Medicinal Food* 10: 194-196
- Osorio, L. M. Insectos perjudiciales en el cultivo de la Papaya. Servicio de extensión agrícola. Circular 1. La Habana, octubre 1960.
- Pérez, L. F.; González, G. (2007) *Enfermedades del papayo: Descripción, epidemiología y manejo*. Ed. Científico-Técnica, La Habana, Cuba, p. 52.
- Pratissoli, D.; Polanczyk, R. A.; Holtz, A. M.; Cochetto, J.G.; Tamanhoni, T.; Milanez, A. M. 2007. Desenvolvimento da broca-das-cucurbitáceas em diferentes tipos de substratos alimentares. *Horticultura Brasileira* 25:598- 601.
- Rodríguez, A. O. y Monteagudo, T. S. Lucha química contra *Davara caricae* Dyar (Lepidoptera: Phycitidae) en el cultivo de la Fruta bomba. *Revista Centro Agrícola*. Año 17. No. 1 enero a marzo, 1990. ISSN 0253-5785.
- Rodríguez, A. Dinámica, control biológico y manejo de *Diaphania hyalinata* (Linné) en el cultivo de la calabaza. *Fitosanidad* vol. 8, no. 1, marzo 2004.
- Ruiz, S. E.; Chan, J. C.; Trejo, R. A.; Alejo, C. J.; Latourmerie, M. L. Comparación de la efectividad de insecticidas en el control del gusano barrenador del melón (*Diaphania hyalinata* (L.)) (Lepidoptera: Pyralidae). *Fitosanidad* vol. 12, no. 2, junio 2008.
- Sáenz, A. A. Susceptibilidad de *Plutella xylostella* a *Heterorhabditis* sp. SL0708 (Rhabditida: Heterorhabditidae). *Revista Colombiana Entomología*. vol.38 no.1 Bogotá Enero /Junio 2012.
- Sarfraz, M.; Andrew, B.; Dossall, L. 2005. Biological control of the diamondback moth, *Plutella xylostella*: A review. *Biocontrol Science and Technology* 15 (8): 763-789.
- Suárez, P. R.; Hernández, A. J.; Serrano, R. J.; y de Armas, A. G. *Plagas, Enfermedades y su control*. Editorial Pueblo y Educación (1992).

- Surís, M.; Hernández, Y. y López, M. «Comportamiento poblacional de *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera:Pyralidae) en calabaza», Rev. Protección Vegetal 12(1):39-45, 1997.
- Teixeira da Silva, J. A.; Rashid, Z.; Tan Nhut, D.; Sivakumar, D.; Gera, A.; Teixeira S. M.; Tennant, P.F. (2007) Papaya (*Carica Papaya* L.) biology and biotechnology. *Tree and Forestry Science and Biotechnology* 1: 47-73.
- Valdés, H. R.; Moya, P. E.; Castro, V. M.; Pozo, V. E. y Cárdenas, M. M. Empleo de nemátodos entomopatógenos (*Heterorhabditis* spp.) como contribución al manejo integrado de *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera; Pyralidae) en el cultivo del pepino en sistemas de organopónicos. Revista Centro Agrícola, año 32, no. 4, octubre-diciembre, 2005.
- Vázquez, L. L. y Hernández, P. N. Patricio Cardin Peñarredonda: Precursor del manejo de plagas en Cuba. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 65 p. 1 - 3, 2002.
- Vázquez, L. L. y Álvarez, M. J. Control ecológico de poblaciones de plagas. Ed. CIDISAV. La Habana, 134p. 2011.
- Ventura, J. A.; Costa, H.; Da Silva, T. J. (2004) Papaya diseases and integrated control. En: Naqvi, SAMH (ed.), Diseases of Fruits and Vegetables, Vol. II, pp. 201-268. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands