

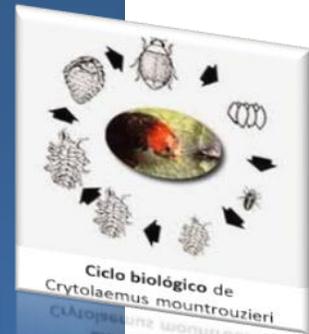
UNIVERSIDAD DE CIEGO DE ÁVILA
"MÁXIMO GÓMEZ BÁEZ"
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

TRABAJO DE DIPLOMA EN OPCIÓN AL TÍTULO
DE INGENIERO AGRÓNOMO

Alternativas de alimentación
mediante la utilización de
dietas artificiales para la
reproducción de *Cryptolaemus*
montrouzieri (Mulsant)

Autora: Leyanet Concepción Vieites

Ciego de Ávila
2017



UNIVERSIDAD DE CIEGO DE ÁVILA
“MÁXIMO GÓMEZ BÁEZ”
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



TRABAJO DE DIPLOMA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO

“ Alternativas de alimentación mediante
la utilización de dietas artificiales para
la reproducción de *Cryptolaemus*
montrouzieri (Mulsant)”

Autora: Leyanet Concepción Vieites.

Tutora: Ms. C. Regla Susana Granda Sánchez.

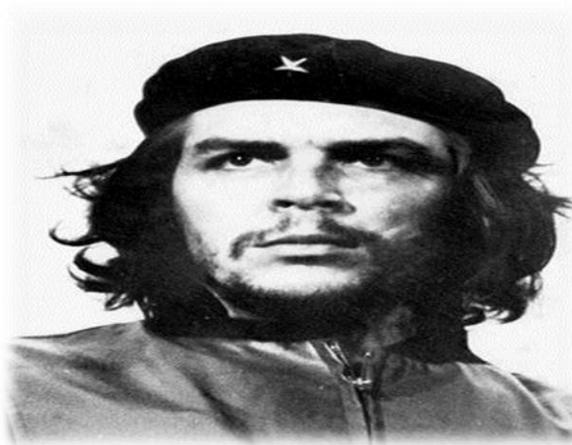
Ciego de Ávila

2017

PENSAMIENTO

*En la tierra hacen falta personas,
que trabajen más y critiquen menos,
que construyan más y destruyan menos,
que prometan menos y resuelvan más,
que esperen recibir menos y den más,
que digan mejor ahora que mañana.*

Ernesto Che Guevara de la Serna



DEDICATORIA

.....por todo su amor y apoyo incondicional, durante todo este tiempo y a lo largo de mi vida a mis padres Belkis Vieites Castro y Nelson Concepción de Cruz gracias por estar presente en cada minuto de mi vida... Los Amos.

.....A mi hermana por todo su ayuda y estar ahí siempre para mí, y a mi hermoso sobrino Héctor Noslen que me iluminó el camino.

.....A mi abuela Niní y a mi tío Sabino por todo el amor y la dedicación que me han brindado y confiar en mí siempre...

.....A Norma Noa Miranda y Eloy Zayas García por ser como mis segundos padres, y apoyarme y guiarme siempre por el buen camino, por su confianza y sacrificio....gracias, los quiero....

AGRADECIMIENTOS

Muchas son las personas a las que les tengo que agradecer por hacer de este sueño una realidad. Todos ellos de una forma u otra han contribuido a que estos cinco años pasaran en mi vida de la mejor forma posible.

A mi madre por su cariño, dedicación, comprensión y sacrificio, a mi papa por su confianza infinita en mí y su apoyo en todo momento en este largo proceso y por estar siempre para mí, a los dos gracias porque sin su apoyo incondicional nunca hubiese podido llegar hasta aquí.

A mis abuelos por todo el amor que me han dado en la vida, tanto los que ya no están como los que aún viven para verme crecer.

A mi novio Reinier Hernández Noa por demostrarme que la vida es mucho más de lo que conozco, por su apoyo, comprensión, sinceridad, confianza, amor y sobre todas las cosas por estar ahí cuando más lo necesito.

A mis suegros, en especial Normita y Eloy por estar ahí junto a mí en todo momento y por sus buenos consejos de padres.

A mi suegro Raúl por su ayuda cuando la necesite.

A mi tutora MSc. Regla Susana Granda Sánchez que con toda su dedicación y paciencia supo guiarme por el camino correcto y enseñarme que todo se puede lograr y confiar siempre en mí.

A todos mis profesores de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por dedicarme cada minuto de su tiempo en todo momento sin ningún tipo de inconformidad, y guiarme por los caminos correctos en estos cinco años.

A todos mis compañeros de aula que compartieron conmigo tres maravillosos años de estudios, por apoyarme en los momentos en que más los necesité, a

Lisbet, Anyel, Miladys, Marielys, Yilian, Dixon Roberto Carlos, Pino, Yunier y otros que comenzaron, pero no lograron llegar a la recta final.

A mis compañeros de aula del CPT que me acogieron y me demostraron que si se puede, y me apoyaron siempre, Geily, Yamilka, Víctor, Reinel y Daríel .

A todos los trabajadores del Centro Provincial de Sanidad vegetal, por su apoyo incondicional todo este tiempo.

A mis amistades, Evelyn y Carlitos, Jennifer e Iván por demostrarme confianza y apoyo en todo momento y ser incondicionales siempre.

A todos mis compañeros de la facultad y universidad en especial a los profesores de la facultad de Agronomía por todo su apoyo y entrega hacia mi persona, a ellos muchas gracias, a el Chino, al profe Villa Lobo, el profe Lázaro, a Pulido por toda su ayuda desde primer año y por demostrarme que cuando se quiere se puede.

A la profesora MSc... Idania Machado, la Dr.C. María Luisa Sisne Luis, MSc. Ioan Alberto Rodríguez Santana, al decano de la facultad Dr.C. Jorge Armengol, el MSc. Lucas, a la profesora Maritza Cazañas, al profesor Guillermo y la profesora Mirna Morgado por apoyarme infinitamente durante estos cinco años de estudio.

A todos los que de una forma u otra colaboraron en la realización de este trabajo:

En fin...a todas aquellas personas que, aunque no haya mencionado, contribuyeron a mi formación:

Mi sincera gratitud.

RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar tres dietas artificiales para la cría de larvas de *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant), en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Ciego de Ávila, en el período comprendido de noviembre de 2016 hasta mayo de 2017. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado. Se tomaron en total 80 larvas del primer instar de *C. montrouzieri*, con 20 repeticiones donde cada insecto es una repetición. Se distribuyeron en 10 placas Petri por cada uno de los tratamientos en estudio, dieta 1 (según Legner 2006), dieta 2 (según Singh1977), dieta 3 (según Sathiah, 1999), modificadas y el Control. Las dietas fueron suministradas en pequeñas cantidades, se le fue cambiado el alimento para evitar su descomposición. En los resultados se comprobó que las dietas artificiales evaluadas completaron el ciclo de desarrollo desde la fase de larva a pupa con un valor mínimo de 21 días y un máximo de 24 días. Las larvas y pupas del predador *C. montrouzieri* no presentaron deformaciones en las tres dietas evaluadas. El menor porcentaje de preda de las larvas lo alcanzó la dieta N°3 con un 30%. La composición cuantitativa del ciclo de desarrollo fue en la dieta N°1 y N°2 donde se formaron 13 pupas y en la dieta N°3 14 pupas. Los mayores pesos de las larvas lo alcanzaron la dieta N°1 y N°2 con 0.0068 y 0.0067 mg respectivamente, no presentando diferencias significativas entre ellas.

Palabras Clave: *Cryptolaemus montrouzieri*, dieta artificial y larvas.

ABSTRACT

The present study was carried out with the objective of evaluating artificial diets in the larvae rearing of *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant), at the Provincial Plant Health Laboratory of Ciego de Avila, from November 2016 to May 2017. Used a completely randomized design. A total of 80 larvae of the first instar of *C. montrouzieri* were taken, with 20 replicates where each insect is a repetition. They were distributed in 10 Petri dishes for each of the treatments under study, diet 1 (according to Legner 2006), diet 2 (according to Singh1977), diet 3 (according to Sathiah, 1999), and Control. In the results it was verified that the evaluated artificial diets completed the development cycle from the larva to pupa phase with a minimum value of 21 days and a maximum of 24 days. The larvae and pupae of the *C. montrouzieri* predator presented no deformations in the three evaluated diets. The minor percentage of predawn larvae reached the N^o3 diet with 30%. The quantitative composition of the development cycle was in the No1 and N^o2 diet where 13 pupae were formed and in the N^o3 diet 14 pupae. The highest weights of the larvae were reached by diet N^o1 and N^o2 with 0.0068 and 0.0067 mg respectively, and did not present significant differences between them.

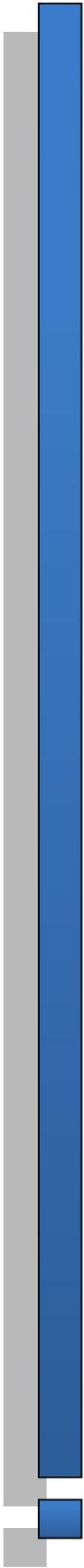
Cardinal words: *Cryptolaemus montrouzieri*, artificial diets and larvae.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Control Biológico.....	4
2.1.1. Control Biológico por conservación	5
2.1.2. Control Biológico clásico o por introducción de enemigos naturales ..	5
2.1.3. Control Biológico en Cuba	5
2.2. Antecedentes históricos del uso de entomófagos.....	5
2.2.1 Los entomófagos	5
2.2.2. Parasitismo y Preda.....	6
2.3. Utilización de los coccinélidos en el manejo integrado de plagas.....	6
2.4. Dietas artificiales para la crianza de insectos	6
2.4.1. Preparación de la dieta.....	7
2.5. Dietas empleadas en el desarrollo de parasitoides.....	7
2.5.1. Fundamentos en la preparación de dietas artificiales para la cría de entomófagos.....	8
2.6. Características generales del Hospedante <i>Planococcus citri</i> (Risso)	8
2.6.1. Biología.....	9
2.7. Caracterización de la especie <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> (Mulsant)	9
2.7.1. Clasificación taxonómica	10
2.7.2 Ciclo de vida de <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> (Mulsant).....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13

3.1. Determinación del ciclo de desarrollo larva-pupa de <i>C. montrouzieri</i> , en las diferentes dietas artificiales	14
3.1.1. Diseño de la investigación	14
3.1.2. Composición de las dietas artificiales	15
3.1.3. Secuencia de preparación de las dietas artificiales	16
3.1.3.1. Materiales de laboratorio utilizados	16
3.1.3.3. Tratamiento I. Dieta N°1 Legner 2006 (modificada)	16
3.1.3.3.1. Preparación de la dieta	16
3.1.3.4. Tratamiento II. Dieta N°2: Singh 1977(modificada)	16
3.1.3.4.1. Preparación de la dieta	16
3.1.3.5. Tratamiento III. Dieta N°3: Sathiah 1999 (modificada)	16
3.1.3. 5.1. Preparación de la dieta	16
3.1.3.6. Tratamiento IV. Dieta N°4 (Control).....	17
3.2. Determinación de la composición cualitativa, porcentaje de preda y la composición cuantitativa de larvas y pupas de <i>C. montrouzieri</i> durante el ciclo de desarrollo en diferentes dietas artificiales	17
3.2.1. Determinación de la composición cualitativa	17
3.2.2. Determinación del porcentaje de larvas predadas. Composición cuantitativa de larvas de <i>C. montrouzieri</i> alimentadas con diferentes dietas artificiales.....	17
3.3. Determinación del peso obtenido en larvas alimentadas con las diferentes dietas artificiales	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
4.1. Ciclo de desarrollo larva-pupa de <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> en las diferentes dietas artificiales.....	19

4.2. Composición cualitativa, porcentaje de preda y la composición cuantitativa de larvas y pupas de <i>C. montrouzieri</i> durante el ciclo de desarrollo en diferentes dietas artificiales.....	21
4.2.1. Composición cualitativa en el ciclo de desarrollo de larvas y pupas en las diferentes dietas.....	21
4.2.2. Porcentaje de larvas predadas de <i>C. montrouzieri</i> alimentadas con diferentes dietas artificiales	22
4.2.3. Composición cuantitativa del ciclo de desarrollo de larva-pupa de <i>C. montrouzieri</i>	24
4.3. Peso obtenido en larvas alimentadas con las diferentes dietas artificiales	27
V. CONCLUSIONES.....	29
VI. RECOMENDACIONES.....	30
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	31
VIII. ANEXOS.....	37



INTRODUCCIÓN

I.INTRODUCCIÓN

El control biológico en Cuba tuvo sus primeras expresiones prácticas alrededor del año 1930, con la introducción del parasitoide *Eretmocerus serius* Silvestri para el control de la mosca prieta de los cítricos *Aleurocanthus woglumi* Ashby, y la cotorrita predadora *Rodolia cardinalis* (Mulsant) para la lucha contra la guagua acanalada *Icerya purchasi* (Mask), ambas plagas importantes de los cítricos. Se logró el establecimiento de estos entomófagos, lo cual se considera como un ejemplo exitoso de control biológico clásico en la región, ya que desde su implementación no se han presentado afectaciones por estas plagas (Martínez *et al.*, 2000).

Las ventajas que estas especies entomófagas presentan para el agroecosistema, debido a la evolución natural de los sistemas de producción agraria han derivado en los últimos años hacia métodos de regulación de plagas que se orientan en el uso de estos organismos para la disminución de poblaciones de insectos nocivos. Estos tipos de estrategias se han perfilado como alternativas más racionales e integradas con el ambiente, basándose en los preceptos de desarrollo sostenible y conservación de la biodiversidad (Vázquez, 2010).

Debido a las dificultades fitosanitarias en la región del Caribe y en todo el continente americano por la presencia de *Maconellicoccus hirsutus* (Green), insecto fitófago de un grupo de plantas de gran importancia económica para Cuba, se introdujo en el país proveniente de Trinidad y Tobago el depredador *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant), en el año 2000. Posteriormente se extendió la reproducción masiva en las diferentes provincias como control biológico de fitófagos, y en especial de pseudocóccidos (Milán, 2005).

Existen dietas artificiales para la crianza de insectos que facilitan su obtención en laboratorio, que disminuyen los costos y acortan los tiempos requeridos para llevar a cabo la producción de diferentes enemigos naturales, sin tener la necesidad de disponer en laboratorio de la alimentación natural, es decir las crías en condiciones cerradas de insectos presas (Core, 2006).

La utilización de entomófagos en nuestro país atraviesa un déficit en la producción que influye en las insatisfacciones de las demandas cada vez más crecientes de artrópodos benéficos por no producirse en las cantidades necesarias, con la diversidad requerida y avaladas con un control de la calidad efectivo (Alemán, 2002).

El uso de dietas artificiales para la cría de insectos en el país tiene escasos informes, así podemos mencionar la cría de (*Spodoptera* sp., y *Crysopa* sp) (Massó, 2000).

Hasta el momento en el país las dietas artificiales para los diferentes estados del ciclo de desarrollo de *C. montrouzieri* son insuficientes y por eso deben criarse con el hospedante natural o presa. De ello cada sistema de cría suele poseer 3 niveles: el insecto entomófago, el hospedante o presa y el hospedante o planta alimentaria de la presa o dieta, mantener los niveles de reproducción, puede ser difícil y costoso; por consiguiente, existen razones suficientes para buscar alternativas alimentarias que complementen la alimentación natural y mantener procesos de reproducción continuos que no interrumpan los ciclos de reproducción garantizando la estabilidad en los programas de liberaciones de éste predador, lo cual origina el siguiente **problema científico**, no existen suficientes alternativas de alimentación para mantener los niveles de reproducción continuos de larvas de *C. montrouzieri* en condiciones de laboratorio.

Con la intención de resolver esta impostergable necesidad se realizó la presente investigación a partir de la siguiente **hipótesis científica**: Si se utilizan dietas artificiales para la reproducción y obtención de larvas de *C. montrouzieri*, se complementará la dieta natural y se mantendrán los niveles de reproducción continuos en la obtención de adultos del predador en condiciones de laboratorio.

Para demostrar la validez de la misma, nos trazamos el siguiente **Objetivo General:**

Evaluar tres dietas artificiales para la cría de larvas de *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) que complementen las dietas naturales en la obtención de adultos en condiciones de laboratorio.

Y como **Objetivos Específicos** los siguientes:

1. Determinar el ciclo de desarrollo larva-pupa de *C. montrouzieri*, en las diferentes dietas artificiales.
2. Determinar la composición cualitativa, el porcentaje de preda y la composición cuantitativa de larvas y pupas de *C. montrouzieri* durante el ciclo de desarrollo en diferentes dietas artificiales.
3. Determinar el peso obtenido en larvas alimentadas con las diferentes dietas artificiales objeto de investigación.



*REVISIÓN
BIBLIOGRÁFICA*

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Control Biológico

La Organización Internacional de Lucha Biológica (OILB) define al control biológico como: "la utilización de organismos vivos, o de sus productos, para evitar o reducir las pérdidas o daños causados por los organismos nocivos. (Mederos, 2003).

Una de las estrategias del control biológico utilizadas en nuestro país son las liberaciones de entomófagos, considerando que el objetivo de la multiplicación artificial de cualquier entomófago es la de obtener un gran número de individuos para que estos sean liberados (De la Torre, 1993).

El inicio del uso del control biológico mediante la utilización de entomófagos en Cuba fue en el año 1930, desde entonces se realizaron estudios de la biología y ecología de diferentes especies e investigaciones sobre la cría masiva, abrió las puertas de una nueva fase de lucha biológica y la agricultura del país (Fernández, 2002).

A partir de la década de los 90 se intensificaron las investigaciones con la finalidad de disponer de un mayor número de agentes biológicos, así se desarrollaron metodologías para la reproducción masiva de diversos artrópodos benéficos (Peña *et al.*, 2007).

Estas investigaciones, al igual que los estudios bioecológicos, de nocividad y de control de las principales plagas agrícolas, han contribuido a la integración de los entomófagos al manejo de plagas, de manera que su utilización sea más racional y efectiva, incluyendo su establecimiento en los agroecosistemas (Vázquez, 2010).

En los últimos años el uso de los biorreguladores ha mantenido un continuo incremento mediante su incorporación a los programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) y Manejo Agroecológico de Plagas en diferentes regiones del mundo (MAP) según Vázquez (2004), por lo cual se le atribuye una gran importancia a esta forma de lucha por su aporte a la conservación de la biodiversidad de los agroecosistemas.

2.1.1. Control Biológico por conservación

La conservación o preservación de los enemigos naturales o antagonistas, consiste en proteger, favorecer el desarrollo y manipular los biorreguladores de las plagas en el agroecosistema. Esto implica la manipulación del hábitat a favor de la efectividad de los organismos en la supresión de las plagas, para cuidar del balance en el ecosistema (Vázquez, 1999).

2.1.2. Control Biológico clásico o por introducción de enemigos naturales

El control biológico clásico consiste en la importación de enemigos naturales para la regulación de una plaga en particular. Generalmente la plaga objeto de control es una especie “exótica”, “introducida”, o como se le ha llamado últimamente “emergente”, se trata de organismos cuarentenados que al introducirse bajo condiciones favorables pueden alcanzar una densidad poblacional alta. Esta estrategia tuvo y tiene éxitos en el control de numerosas plagas en diferentes partes del mundo. El número de especies bajo control total o parcial ascienden a más de 200 (Van den Bosh ,1973; De Bach y Rosen, 1991; Greathead y Greathead ,1992).

2.1.3. Control Biológico en Cuba

La viabilidad del Control Biológico en Cuba está precedido por un desarrollo socio cultural que permitió que toda la población se alfabetizara y muchos alcanzaran niveles técnicos, es por ello que en 1973 se crea el Departamento de Educación para la Sanidad Vegetal para realizar una labor educativa que contempla la transmisión de tecnologías con la participación del campesino y el investigador (Rijo, 2000).

2.2. Antecedentes históricos del uso de entomófagos**2.2.1 Los entomófagos**

Uno de los primeros documentos que recomienda el uso de insectos predadores para el control de plagas enfatiza que cada insecto tiene un predador el cual lo destruye. Dichos insectos predadores deben ser capturados y utilizados para desinfectar las plantas de cultivo. Pero no fue hasta principios de 1800 que se hicieron sugerencias concretas de utilizar moscas sírfidas y

coccinélidos para controlar áfidos en invernaderos. Los entomófagos son organismos que se alimentan de insectos, se clasifican en parásitos, parasitoides y predadores de insectos y ácaros plagas. Son comúnmente conocidos por su abundancia relativa en lugares donde no se aplican muchos plaguicidas (Massó, 2007).

2.2.2. Parasitismo y Preda

La más importante dicotomía entre las especies entomófagas consiste en la distinción entre parásitos y predadores, la cual se basa, en que para su desarrollo consuman solo un individuo o si devoran a varios individuos para alcanzar la madurez. Los predadores larvales requieren del consumo de más de un individuo para alcanzar el estado adulto (Massó, 2007).

2.3. Utilización de los coccinélidos en el manejo integrado de plagas

Los coccinélidos son insectos que pertenecen al Orden Coleoptera, familia Coccinellidae y están incluidos dentro de los entomófagos, porque su actividad principal es la de alimentarse de insectos vivos que atacan a cultivos de importancia económica, son polívoros y se caracterizan porque tanto las larvas, como los adultos, son voraces predadores de insectos de cuerpo blando como áfidos, cochinillas, ácaros, cóccidos, chinches harinosas, guaguas, estados inmaduros de lepidópteros, a los que buscan activamente así como mielecilla de homópteros y néctar de las flores citado por Milán (2006).

2.4. Dietas artificiales para la crianza de insectos

Las dietas artificiales empleadas para la cría de insectos tienen que ser capaces de garantizar un elevado número de ejemplares con la calidad requerida. Estas dietas tienen que ser baratas, fáciles de confeccionar a partir de ingredientes locales disponibles y deben poseer todos los requerimientos nutricionales para el completamiento de todos los estados del ciclo de vida de los insectos. El tamaño y la tasa de desarrollo de los insectos producidos tienen que ser similares al de los insectos que viven en condiciones naturales. Los adultos tienen que aparearse, depositar huevos viables y reproducirse continuamente sin pérdida del vigor o fecundidad. La conducta de los insectos

debe ser “normal” y los insectos producidos deben tener una calidad aceptable (Álvarez, 2004).

Thompson (1999), señaló que muchas especies de himenopteros y parasitoides se han criado con dietas artificiales que excluyen totalmente al insecto presa. Señaló además que hay evidencia de crianza artificial exitosa en muchas especies de coccinélidos e himenopteros predadores.

2.4.1. Preparación de la dieta

Debe considerarse el correcto pesaje de los ingredientes y la mezcla completa de los mismos, especialmente los de pequeñas cantidades. Las dietas requieren esterilización antes de emplearse. Este proceso puede causar la desnaturalización de algunos de sus componentes, aunque algunos autores señalan que puede haber efectos beneficiosos con el uso de esta práctica. El calor se puede aplicar con temperaturas prácticas relativamente bajas en corto período de tiempo para reducir los efectos perjudiciales en las dietas. Aplicar temperaturas elevadas en forma intermitente por un corto período de tiempo produce mejores resultados que cuando se emplea el método convencional de autoclave (Massó, 2000).

2.5. Dietas empleadas en el desarrollo de parasitoides

Se han realizado intentos de criar directamente los parasitoides sobre dietas artificiales para sustituir de esta forma el empleo de hospedantes, ya sean naturales o alternativos. Es de destacar que durante los últimos 20 años se han logrado avances significativos en la confección de dietas artificiales para muchas especies de endoparasitoides de huevos, algunos ectoparasitoides y numerosos predadores. Sin embargo, se ha alcanzado poco éxito en el cultivo *in vitro* de endoparasitoides larvales, (con la excepción de algunos taquínidos) debido a que son más dependientes de la fisiología del hospedante. En el futuro se prevé que la competitividad de las compañías productoras de enemigos naturales estará basada sobre medios artificiales en lugar de hospedantes, aspecto este que fue abordado en una conferencia internacional celebrada en el año 2001 (Álvarez, 2004).

2.5.1. Fundamentos en la preparación de dietas artificiales para la cría de entomófagos

- Formulación de dietas.

La formulación de una dieta artificial depende de un buen conocimiento de la nutrición, la composición química del insecto y su alimento natural, un conocimiento de su hábitat y comportamiento alimenticio de la especie. Los requerimientos principales en la formación de una dieta se refieren a que debe ser física y químicamente atractiva, de tal forma que estimule al insecto a comer una comida no usual, debe poseer todos los nutrientes esenciales en proporciones balanceadas, necesarios para un crecimiento normal, desarrollo y reproducción y debe estar libre de contaminantes químicos (Massó, 2000).

El balance cuantitativo de los nutrientes es el factor dominante en el éxito de una dieta, por lo que las proteínas, carbohidratos, lípidos y vitaminas deben estar presentes en proporciones adecuadas. Las necesidades nutricionales de los insectos son similares y la preferencia para una determinada dieta depende principalmente de factores no nutricionales como son las propiedades físicas y los estimulantes (Marco, 2007).

2.6. Características generales del Hospedante *Planococcus citri* (Risso)

Martínez *et al.* (2002), refiriéndose al *P. citri* usado como hospedante de sustitución, refieren que este constituye un hospedante adecuado como cría de *C. montrouzieri* por las características que posee: productor de ovisacos, alta fecundidad, se adapta a las condiciones de un insectario, debido a su corto ciclo de vida.

***Planococcus citri* (Risso).**

El *Planococcus citri* (Risso) se conoce comúnmente como Cotonet, Melazo o Cochinilla Algodonosa.

Clasificación taxonómica.

En la sistemática este insecto se localiza en:

Reino: Animal.

Phylum: Arthropoda.

Superclase: Hexapoda.

Clase: Insecta

Orden: Homoptera

Familia: Pseudococcidae

Género: *Planococcus*

Especie: *Planococcus citri* (Risso)

2.6.1. Biología

Huevo: La hembra segrega unos filamentos algodonosos formando masas como medio de protección de los huevos. Una hembra adulta puede llegar a poner un total de 300-600 huevos durante su vida distribuidos en varios ovisacos (unos 200 en cada uno). Inicia la puesta en primavera y la paraliza en el invierno pues a bajas temperaturas el número de huevos es bajo.

Ninfa: Las ninfas jóvenes son móviles, activas y emigran a determinadas zonas de la planta para alimentarse (nervaciones de hojas, cáliz de frutos) pasando por 3 fases ninfales, éstas segregan melaza sobre la que crecen ciertos hongos llamados vulgarmente “negrilla” (daño indirecto) y establecen relaciones simbióticas con hormigas como ocurre también en el caso de los áfidos.

Adulto: El macho es amarillento o rojizo oscuro con 2 largas quetas bajo el órgano copulador, muy distinto a la hembra que presenta un aspecto ovalado con el dorso convexo y segmentado y de color amarillenta mide de 2-4 mm, móvil y con 18 pares de cortos filamentos céreos a los lados del cuerpo. Esta especie es “no Partenogénica”; o sea necesita de la participación de los 2 sexos para la reproducción. Necesitan calor y humedad para un desarrollo favorable.

2.7. Caracterización de la especie *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant)

El predador de Pseudococcidos, *C. montrouzieri*, pertenece a la familia de los coccinélidos y es originario de Australia. El adulto puede alcanzar una longitud de 4 mm. y tiene élitros negro-marrón. La cabeza, el tórax y el abdomen son marrón-anaranjados. La larva de *Cryptolaemus* puede alcanzar una longitud de 13 mm. Típica es la secreción de excrecencias blancas. Debido a esta

secreción, la larva y su presa se parecen mucho. Sin embargo, la larva alcanza un tamaño mucho mayor, es más larga, más móvil y la excrescencia cerosa más larga (Biobest, 2006).

2.7.1. Clasificación taxonómica

Zarazaga (2001) define la ubicación sistemática de *Cryptolaemus montrouzieri* como sigue:

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Coccinellidae Latreille, 1807

Subfamilia: Scymninae (Mulsant), 1846

Tribu: Scymnini (Mulsant), 1846

Género: *Cryptolaemus* (Mulsant), 1853

Especie: *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant), 1853

2.7.2 Ciclo de vida de *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant)

La duración del ciclo de vida es altamente dependiente de la temperatura, Whitcomb (1940), determinó que, bajo condiciones de alimentación óptimas, lo que significaría alimentar al depredador con todos los estadios de la presa, y a temperaturas de 26,6°C el ciclo duraría entre 27,7-30 días.

Huevo: Los huevos miden 0,5 mm de ancho por 1.0 mm de largo. Forma oval alargada con un color amarillo limón característico, son depositados de a uno o en grupo en medio de las masas algodonosas de huevos de *Pseudococcus*. El período de incubación de los huevos está regido por la humedad relativa y la temperatura. En circunstancias favorables, la incubación es de seis a ocho días (Yudelevich, 1950).

Larva: Las larvas son de forma oblonga a oval oblonga; recién eclosadas miden aproximadamente 1 mm de largo y tienen lanosidades cortas y ralas. El cuerpo es de color amarillo sucio, a medida que crece se va cubriendo de largos filamentos lanosos de color blanco y forma triangular. La larva desarrollada mide aproximadamente 1 cm de largo y 0.3 cm de ancho, pero los filamentos la hacen parecer dos veces más larga. La cabeza al igual que los últimos tres

tarsos son negros. El cuerpo está compuesto de nueve segmentos (Whitcomb, 1940).

Bhat *et al.* (1983), obtuvieron en sus laboratorios un período larval de 18 a 21 días. La primera fase dura tres a cuatro días; la segunda fase cuatro días y la tercera y cuarta fase dura cuatro a cinco y siete a ocho días respectivamente. El período larval dura 18 a 20 días (Whitcomb, 1940).

Pupa: La pupa mide cerca de 5 mm de largo. Es de color amarillo brillante, está cubierta por las lanosidades de la larva dándole aspecto de larva dormante. En el borde del abdomen de la pupa desnuda se observa una hilera de espinas cortas. Es el estado más vulnerable en la vida del insecto (Whitcomb, 1940).

C. montrouzieri inverna como pupa, siendo una excepción a los coccinélidos en general que pasan el invierno como adultos en lugares protegidos ubicados en zonas de gran altura (Clausen, 1940).

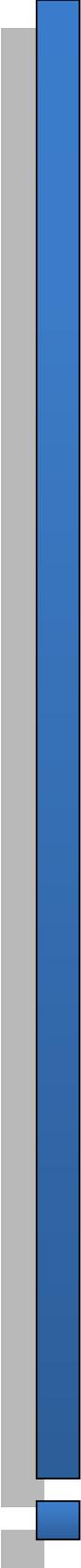
La duración del período de pupación en laboratorio es de 8 a 12 días Whitcomb (1940), observó que la pupación se extendía por un mínimo de seis días a 80°F (26,6 °C) a un máximo de 39 días a 60°F (15,5 °C), con duración promedio de 11,4 días a 70°F (21,1 °C).

Adulto: El adulto de *Cryptolaemus* mide 5 mm de largo por 3 mm de ancho, con la convexión característica de los coccinélidos. Color negro excepto la cabeza, abdomen y la punta del ala posterior que son rojo-anaranjado. El cuerpo está cubierto de cerdas cortas. La cabeza es muy pequeña en donde se destacan los ojos compuestos de color negro. Las mandíbulas están separadas en la punta, no presenta dimorfismo sexual aparente Whitcomb (1940), Kaufmann (1996), agrega que el dimorfismo sexual es leve y que la diferencia es que las piernas del protórax son de color anaranjado para los machos y negras para las hembras.

La duración del desarrollo embrionario tendrá una relación inversamente proporcional con la temperatura, así cuanto más alta es la temperatura, más corto es éste. Este desarrollo es de 8-9 días a 21 °C y de 5-6 días a 27 °C,

mientras que el desarrollo larvario dura 32 días a 24 °C y se completa en 25 días a 30 °C (Carlos De Liñán, 2002).

El ciclo completo puede variar entre 4 y 7 semanas. La hembra copula poco después de emerger, y comienza a poner huevos unos cinco días después, siendo estos depositados separadamente en las bolsas de huevos que la cochinilla posee. La longevidad de la hembra es de aproximadamente 50 días, y es capaz de poner unos 400 huevos, a una temperatura de 25 °C la escasez de alimento reduce la población. Los machos alcanzan su madurez sexual a los 5 días. La proporción de sexos en las poblaciones de *C. montrouzieri* es aproximadamente de 1:1 (Malais *et al.*, 1991).



MATERIALES
Y
MÉTODOS

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal (LPSV), en los locales de cría destinados a la multiplicación artificial del predador *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant), en condiciones semi-controladas, durante el período comprendido de noviembre de 2016 a mayo de 2017.

Se establecieron dos niveles tróficos, según la metodología de reproducción de *Cryptolaemus montrouzieri*, (Mulsant) propuesta por el Instituto Nacional de Investigaciones de Sanidad Vegetal (1999):

- Primer nivel trófico *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera) (hospedero natural, formador de ovisaco).



Figura 1. Imagen de la cría artificial de *Planococcus citri* (Risso) (insecto presa) reproducida sobre papa y calabaza en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, en Ciego de Ávila.

- Segundo nivel trófico *Cryptolaemus montrouzieri*, (Mulsant) (predador introducido).



Figura 2. Imagen de *Cryptolaemus montrouzieri*, (Mulsant) (predador introducido) en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, en Ciego de Ávila.

3.1. Determinación del ciclo de desarrollo larva-pupa de *C. montrouzieri*, en las diferentes dietas artificiales

3.1.1. Diseño de la investigación

Se utilizaron los siguientes tratamientos:

- Tratamiento I. Dieta N°1: Legner 2006 (modificada).
- Tratamiento II. Dieta N°2: Singh 1997(modificada).
- Tratamiento III. Dieta N°3: Sathiah 1999(modificada).
- Tratamiento IV. Dieta N°4: Control. Insecto- presa *Planococcus citri* (Risso).

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado. Se tomaron en total 80 larvas del primer instar de *C. montrouzieri*, con 20 repeticiones donde cada insecto es una repetición. Se distribuyeron en 10 placas Petri de tamaño (15x1.5) por cada uno de los tratamientos en estudio (dieta 1, dieta 2, dieta 3 y el control), el

número de larvas por cada placa no fue mayor de dos, debido a la existencia de canibalismo en *C. montrouzieri* en ese estado.

Las dietas fueron suministradas en pequeñas cantidades y se eliminó todos los restos de los días anteriores para así evitar su descomposición.

Se confeccionó un registro donde se reflejaban diariamente las siguientes observaciones: Fecha en que iniciaban y finalizaban la formación de los diferentes estados del ciclo de desarrollo de *C. montrouzieri* (Primer instar larval-pupa).

Las observaciones de las larvas de *C. montrouzieri* en cada tratamiento se basaron en contrastar la dieta usual del insecto presa (control) frente a las tres dietas artificiales empleadas en su alimentación.

3.1.2. Composición de las dietas artificiales

Tabla 1: Composición de las dietas.

Componentes de las dietas	UM	Tratamientos		
		Dieta N°1 Legner 2006 (modificada)	Dieta N°2 Singh 1997 (modificada)	Dieta N°3 Sathiah 1999 (modificada)
Agar Nutriente y Extrac. carne	g	1.5 y 0.5	1.0 y 0.5	1.0 y 0.5
Azúcar	g	15	16	20
Miel	mL	6	6	6
Agua Caliente	mL	100	40	40
Jalea Real	mL	0.5	-	-
Harina	g	0.5	0.5	-
Huevos Frescos(HF)	g	-	1.5	-
Presa seca Pulverizada <i>P.citri.</i>	g	2	-	-

3.1.3. Secuencia de preparación de las dietas artificiales**3.1.3.1. Materiales de laboratorio utilizados**

Placas Petri, revolvedores, pinzas, beaker de 50 mL, mortero, agitador eléctrico Marca P-Selecta.

3.1.3.2. Pesado de insumos de la dieta

Todos los componentes antes de preparar las dietas se pesaron en una balanza analítica marca FA2204B.

3.1.3.3. Tratamiento I. Dieta N°1 Legner 2006 (modificada)**3.1.3.3.1. Preparación de la dieta**

En agua hirviendo se disolvió el agar nutriente y el extracto de carne con el azúcar y la miel. Al llegar esta mezcla a 30°C se agregó la jalea real, la harina y la presa seca pulverizada, se revolvió vigorosamente para mezclarlo y se homogenizaron con un agitador eléctrico. La dieta, así líquida, fue transferida al tubo de ensayo, se colocó a temperatura ambiente, una vez fría, se colocó en refrigeración.

3.1.3.4. Tratamiento II. Dieta N°2: Singh 1977(modificada)**3.1.3.4.1. Preparación de la dieta**

Se disolvió una parte del agar nutriente y extracto de carne con el azúcar y la miel en agua caliente; se tomaron 20ml de esta solución, revolviéndose hasta obtener una emulsión. Luego se agregó la harina y los HF. Se revolvió vigorosamente la solución y se le añadió la parte restante de agar y extracto de carne; se colocó a temperatura ambiente y se dejó refrescar por un tiempo de dos horas para colocarla posteriormente en refrigeración.

3.1.3.5. Tratamiento III. Dieta N°3: Sathiah 1999 (modificada)**3.1.3. 5.1. Preparación de la dieta**

Se disolvió el azúcar, el agar nutriente y extracto de carne en 20 ml de agua, calentando la mezcla en el mechero; la miel se diluyó en los 20 ml de agua restante y se agregó a la mezcla anterior cuando ésta llegó al punto de ebullición. Se retira la solución y se deja reposar a temperatura ambiente por un tiempo de dos horas.

3.1.3.6. Tratamiento IV. Dieta N°4 (Control)

Se seleccionaron dos lotes de la cría artificial del insecto presa *P. citri* reproducida sobre papa y calabaza para tomar ejemplares de la cría (masas de huevos, ninfas y estados inmaduros de adultos) y con ellos alimentar las larvas de *C. montrouzieri* de ésta variable control.

3.2. Determinación de la composición cualitativa, porcentaje de preda y la composición cuantitativa de larvas y pupas de *C. montrouzieri* durante el ciclo de desarrollo en diferentes dietas artificiales

3.2.1. Determinación de la composición cualitativa

Las variables morfológicas se describieron cualitativamente, teniendo en cuenta las características descritas para la especie y la detección de anomalías en larvas y pupas.

3.2.2. Determinación del porcentaje de larvas predadas. Composición cuantitativa de larvas de *C. montrouzieri* alimentadas con diferentes dietas artificiales

Se contabilizó diariamente la cantidad de individuos totales y vivos en cada una de las placas Petri, en correspondencia al estado de evolución de larvas y pupas, para determinar el porcentaje de preda. Con el número de larvas total resultados de la preda se evaluó la composición cuantitativa de larvas y pupas.

3.3. Determinación del peso obtenido en larvas alimentadas con las diferentes dietas artificiales

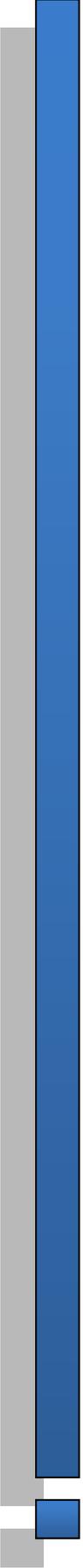
- Se tomaron diez larvas al azar de cada variable y se pesaron en una balanza analítica, marca FA2204B y se determinó la masa (mg) total de cada una de ellas (**figura 3**).



Figura 3. Imagen de la balanza analítica utilizada para determinar la masa de las larvas de *C. montrouzieri*.

Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos se desarrolló con el empleo del utilitario SPSS Statistics versión 21.0, soportado sobre el sistema operativo Windows. Se realizaron análisis paramétricos (*ANOVA simple*), *Tukey*, $p < 0.05$) después de chequeada la distribución normal (Kolmogorov-Smirnov, $P < 0.05$) y la homogeneidad de las varianzas (Levene, $P < 0.05$). Para las variables en porcentaje los datos se transformaron según $y' = 2\arccos(\sqrt{y/100})$. El tipo de procesamiento y transformaciones realizados en cada caso aparecen reflejados en las figuras del capítulo de Resultados y Discusión.



*RESULTADOS
Y
DISCUSIÓN*

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Ciclo de desarrollo larva-pupa de *Cryptolaemus montrouzieri* en las diferentes dietas artificiales

La **figura 4** muestra el ciclo de desarrollo del predador *C. montrouzieri*, en el mismo se obtuvieron valores mínimos de 19 días y un máximo de 24 días desde la fase de huevo a primer instar larval y de ésta a pupa en los tratamientos evaluados.

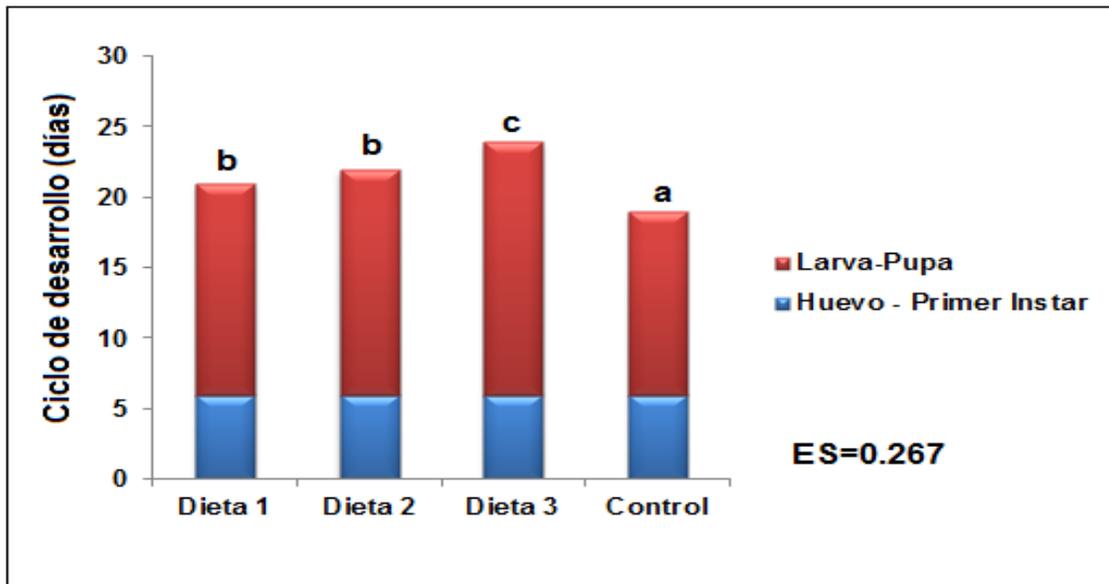


Figura 4. Ciclo de desarrollo larva-pupa de *Cryptolaemus montrouzieri* en las diferentes dietas artificiales elaboradas en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, en Ciego de Ávila, en el año 2017. Leyenda: Dieta 1 (según Legner 2006), Dieta 2 (según Singh 1977), Dieta 3 (según Sathiah, 1999), modificadas. *Medias con letras diferentes indican significación (ANOVA simple), Tukey, $p < 0.05$.*

En la dieta N°1 se obtiene, un valor de seis días en el período de huevo a primer instar, que es el momento en fueron seleccionadas las larvas para poder manipularlas dentro de los ovisacos y se comenzó a suministrar la dieta artificial, el mismo se caracterizó por la duración hasta la fase de pupa de 15 días para un total general de 21 días. Este resultado coincide con Milán (2005), el cual en estudios realizados para determinar el ciclo de desarrollo de *C. montrouzieri* reproducida en *P. citri* obtuvo una duración de 21.5 días.

En la dieta N^o2 se extiende un día la fase de pupa a 16 días, culmina el ciclo con 22 días. En la dieta N^o3 se presenta igual duración en días para la fase de huevo a primer instar de seis días y 18 días hasta la fase de pupa, concluye el ciclo de desarrollo con 24 días. Estos resultados se admiten, dentro de los valores obtenidos por Gómez *et al.* (2002) el mismo expone, que según estudios de adaptación de la especie *C. montrouzieri* en la provincia de Cienfuegos reproducida con hospedante natural, reporta un valor mínimo 25 y máximo de 39 días en su ciclo de desarrollo.

Caballero *et al.* (2000), al estudiar el ciclo de desarrollo de *Coleomegilla cubensis* (Csy) (Coleoptera- Coccinellidae) en Villa Clara, en dieta artificial y condiciones semicontroladas obtiene una duración del ciclo de desarrollo de 23 a 34 días, al igual que Granda (2002), en la provincia de Ciego de Ávila al realizar estudios de la referida especie en condiciones similares logra un ciclo de desarrollo entre 20- 27 días. Son escasos los estudios reportados sobre la crianza de *C. montrouzieri* con alimento artificial, es por ello que se citan los autores antes referidos, aunque los resultados obtenidos no son realizados para la especie en estudio, si coinciden para el orden y familia por lo que presentan características y hábitos alimenticios similares.

En las evaluaciones realizadas al tratamiento N^o4 control se obtiene un igual período para la fase de huevo a primer instar de seis días, y a los 13 días se formaron las pupas, finaliza el ciclo con 19 días, contrasta este valor con lo obtenido en las dietas artificiales porque las larvas se alimentaron con el insecto presa natural *P. citri*.

Se observa que la dieta N^o 1 presenta diferencias significativas con la dieta N^o 3 y el control, al respecto la dieta N^o 2 muestra diferencias con la dieta N^o 3 y el control, mientras que la dieta N^o 3 muestra diferencias significativas con la dieta N^o 1, N^o 2 y el control y éste a su vez difiere con las tres dietas artificiales.

Las dietas artificiales evaluadas resultaron efectivas, porque en todas existe evolución en las diferentes fases de *C. montrouzieri*. El menor período de desarrollo se obtiene en la dieta N^o1 con 21 días, luego la dieta N^o2 con 22 días y el mayor período de duración se alcanzó en la dieta N^o3 con 24 días.

4.2. Composición cualitativa, porcentaje de preda y la composición cuantitativa de larvas y pupas de *C. montrouzieri* durante el ciclo de desarrollo en diferentes dietas artificiales

4.2.1. Composición cualitativa en el ciclo de desarrollo de larvas y pupas en las diferentes dietas

La **figura 5** muestra las larvas de *C. montrouzieri* alimentadas con diferentes dietas artificiales donde del total de individuos analizados no se presentó deformaciones, ni cambios morfológicos en las tres dietas evaluadas, lo cual es un signo positivo del estado fisiológico de la población en desarrollo. Éstas mostraron ser activas y con aceptación por las dietas artificiales. En cuanto al estado de pupación se formaron pupas con características bien definidas para la especie, donde no se detectaron deformaciones u otros cambios en cuanto a la morfología. Este proceso de metamorfosis es un período de intensos cambios morfológicos y fisiológicos donde existe una fuerte actividad metabólica y este puede estar muy relacionado con la satisfacción de los requerimientos nutricionales que se hayan brindado para cubrir las necesidades de proteínas.

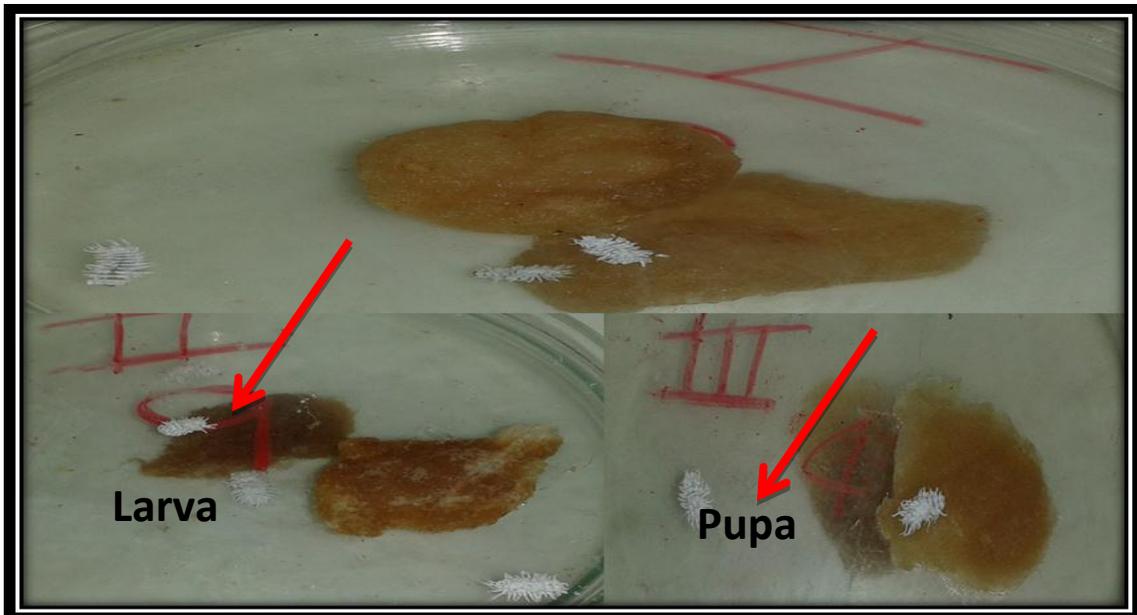


Figura 5. Larvas y pupas de *C. montrouzieri* alimentadas con las dietas artificiales elaboradas en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, en Ciego de Ávila, en el año 2017. Leyenda: Dieta 1 (según Legner 2006), Dieta 2 (según Singh, 1977), Dieta 3 (según Sathiah, 1999), modificadas.

Coincide con resultados obtenidos por Booth y Pope (1986) al describir el cuerpo de la larva de *C. montrouzieri* con una la coloración blanca, con apéndices velludos cubiertos por una sustancia cerosa que dan la apariencia de rayas irregulares, las que se asemejan a las ninfas de la chinche harinosa.

Además, se observó las mudas entre instar e instar que evidenciaron los cuatro instares en las cuatro variables, estos resultados coinciden con Ramesh y Azam (1987), en la India, que realizaron los estudios de biología de *C. montrouzieri* criados con *M. hirsutus* a temperaturas ambientales entre 25 y 31 °C, encontraron un tiempo de desarrollo para la fase de larva desde 29,9 a 13,8 días con cuatro instares larvales.

Resultados similares reporta Torres y Marcano (2007), en Venezuela en larvas de *C. montrouzieri* utilizando *M. hirsutus* como presa, observaron cuatro instares larvales en ciclo de desarrollo.

Autores como Fisher (1963), y Ramesh *et al.* (1987), citados por Torres (2012), confirman también el desarrollo de cuatro instares larvales en *C. montrouzieri* a cuatro temperaturas constantes de (20, 25, 30 y 35 °C).

Se encuentran coincidencias por lo expuesto por Valdebenito (1985), Yudelevich (1950), citado por Godoy (2002). La pupa de *C. montrouzieri* presenta un color amarillo brillante, que generalmente está oculto por restos de filamentos algodonosos, debido a que la pupación tiene lugar dentro de las lanosidades que cubren la larva. Algunas de estas lanosidades se desprenden para dejar descubierta la parte posterior.

4.2.2. Porcentaje de larvas predadas de *C. montrouzieri* alimentadas con diferentes dietas artificiales

En los estudios realizados se pudo constatar que en la dieta N°1 y N°2 solamente resultaron depredadas siete larvas de la fase primer instar a pupa, que representa un 35% de la población. En la dieta N°3 por Sathiah (1999), el porcentaje de larvas depredadas fue de un 30% **figura 6.**

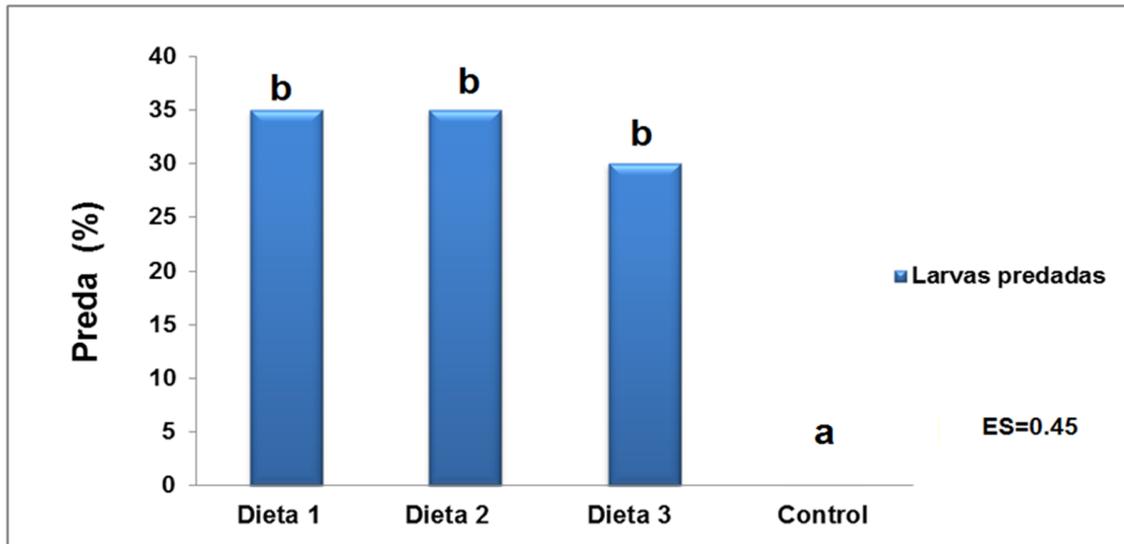


Figura 6. Porcentaje de larvas predadas de *C. montrouzieri* alimentadas con diferentes dietas artificiales elaboradas en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, en Ciego de Ávila, en el año 2017. Leyenda: Dieta 1 (según Legner 2006), Dieta 2 (según Singh, 1977), Dieta 3 (según Sathiah, 1999), modificadas. ES error estándar de la media. *Medias con letras diferentes indican significación (ANOVA simple), Tukey, $p < 0.05$.* Los datos fueron transformados según $y' = 2 \arccos(\sqrt{y/100})$. Cada dato representa la media para $n=20$

En el tratamiento control no se presentaron evidencias de canibalismo durante la fase de larvas a pupas, obviamente fueron alimentadas con el insecto presa natural *P. citri*.

La mayor cantidad de larvas depredadas fue en la dieta N°1 y N°2, formulada por Legner (2006), y Singh (1977), respectivamente ambos investigadores utilizan presa seca pulverizada *P. citri* y jalea real como fuente proteica. Ambos componentes se sustituyeron por nutrientes proteicos similares de fácil adquisición en la provincia.

Estos valores se encuentran por debajo del criterio expuesto por Yudelevich (1950), donde señala que este coccinélido presenta un alto grado de canibalismo en sus larvas, quienes devoran huevos y larvas más pequeñas cuando el alimento escasea, no superando el 50%.

Thompson, (1999), expone que los mejores resultados tanto en hemipteros como en coleopteros se han obtenido con el uso de dietas basadas en subproductos de la carne y señala que los componentes no nutricionales como el agar, son esenciales por la textura y la tensión superficial que otorgan a las dietas artificiales. Estos componentes están íntima e intrínsecamente relacionados con la aceptación del alimento.

Milán (2005), expone en el informe final de la etapa de introducción y cuarentena en Cuba, que se pudo constatar que el 84,2% de la población en el estadio de huevo y larva de primer instar perecieron por canibalismo, no así en los diferentes instares alimentadas con *Planococcus citri* (Risso). Resultado muy superior al obtenido en nuestra investigación, por supuesto se trata de la etapa de cuarentena de éste insecto introducido desde Trinidad y Tobago, por lo que tuvo diferentes fuentes de alimentación y estuvo sometido a cambios ambientales.

Los resultados obtenidos en la evaluación de la dieta natural con las dietas artificiales en estudio, demuestran que el porcentaje de preda no sobrepasa el 35% de la población inicial porque más de un 65% llega a pupar. Se corrobora lo expuesto por Saud (2000), al explicar que existen formas alternativas a la tradicional de proveerle alimento a *C. montrouzieri* durante su crianza. Por lo tanto, su experimentación y perfeccionamiento son esenciales para el desarrollo de una dieta nutricionalmente adecuada, que permita complementar la alimentación natural de este útil agente de control biológico.

4.2.3. Composición cuantitativa del ciclo de desarrollo de larva-pupa de *C. montrouzieri*

Desde el punto de vista poblacional la evolución del estado de las larvas de *C. montrouzieri* que llegó a pupar se muestra en la **figura 7**, la dieta N°1 muestra que de 19 larvas puparon 13, en la dieta N°2 se evidencia que de 16 larvas puparon solamente 13, mientras que en la dieta N°3 de 19 larvas lograron pupar 14 individuos. Se observa que en el tratamiento control alimentado con el insecto presa natural *P. citri* todos los individuos evaluados cumplieron su ciclo de desarrollo en esta fase reproductiva, puparon los 20 individuos que representan un 100% de la población inicial.

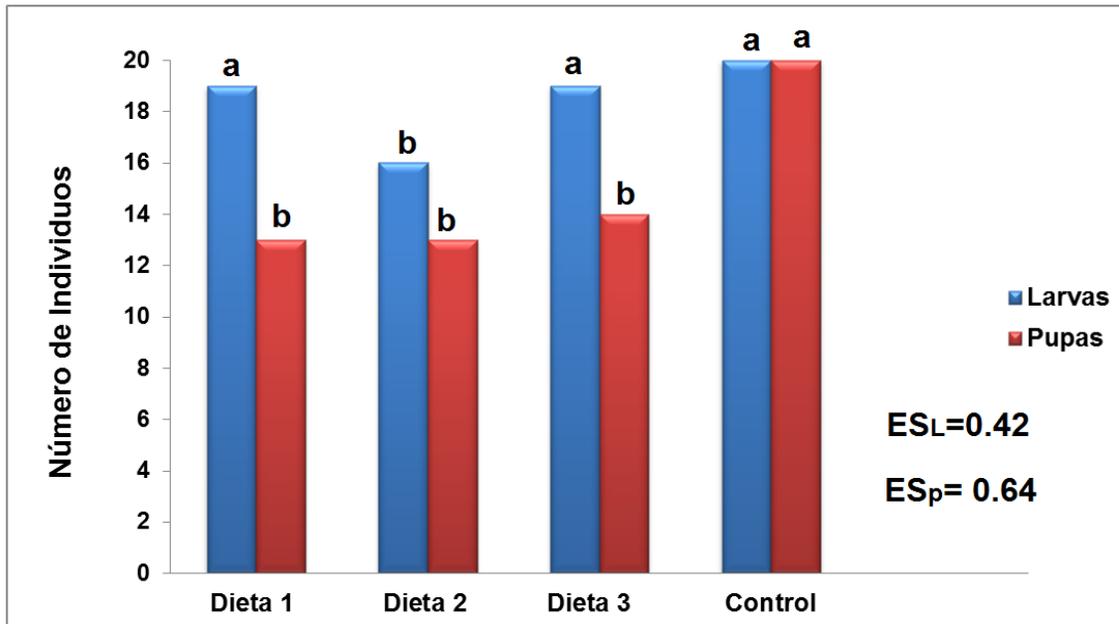


Figura 7. Composición cuantitativa del ciclo de desarrollo de larva-pupa de *C. montrouzieri* alimentadas con diferentes dietas artificiales elaboradas en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, en Ciego de Ávila, en el año 2017. Leyenda: Dieta 1 (según Legner 2006), Dieta 2 (según Singh, 1977), Dieta 3 (según Sathiah, 1999), modificadas. ES error estándar de la media. Medias con letras diferentes indican significación (ANOVA simple), Tukey, $p < 0.05$). Cada dato representa la media para $n=20$

Se encuentran coincidencias en los resultados al evaluar la dieta diseñada por Singh (1977), es igualmente efectiva a la dieta control para la sobrevivencia y evolución en los estadios del controlador biológico.

Estos resultados no coinciden con lo obtenido por Marco (2007), en Chile, al evaluar las dietas creadas por Legner (2006), y por Sathiah (1999), las larvas alimentadas con las dietas no permitieron el estado evolutivo de las mismas y provocaron su muerte prematura. En nuestra investigación las dietas fueron modificadas por componentes locales y la crianza de las larvas se realizó en condiciones semicontroladas y sometidas a variables climáticas diferentes que ocasiona el trópico lo cual demuestra la efectividad mostrada en los componentes que se sustituyeron.

Se corrobora también lo referido por De Bach (1968), al decir que lo más práctico sería el cultivo del huésped o presa de los insectos entomófagos. Un huésped artificial podría ser usado si fuese cultivado más fácilmente en una dieta artificial.

Chambers (1997), expone que la producción del hospedante es la etapa más difícil y la que requiere de más tiempo de investigación, porque se debe elaborar una dieta sintética o artificial que permita un desarrollo normal de cada una de las etapas de su metamorfosis como sea posible.

Como se aprecia en la composición cuantitativa del ciclo de desarrollo de larva-pupa de *C. montrouzieri* alimentadas con diferentes dietas artificiales, no ocurrieron muertes, ni se obtuvieron individuos deformes. Se presentó canibalismo que influyó en la disminución de la población inicial. No obstante, se supera el 70% de rendimiento en la obtención de pupas que demuestra la aceptación por las dietas artificiales evaluadas y la certeza en los componentes sustituidos porque suplieron las necesidades alimenticias en cuanto a la cantidad de proteínas, carbohidratos, vitaminas y energía.

Estos resultados coinciden con los estudios realizados por Marco (2007), relacionados con la composición de las dietas artificiales. Entre los componentes fundamentales de las dietas se encuentran las proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales. Generalmente se emplea algún tipo de azúcar como fuente de carbohidratos en las dietas.

Todo lo anterior confirma, que las dietas artificiales evaluadas para la cría de *C. montrouzieri* cumplen con los requisitos generales para poder introducirse en un proceso de cría. Tienen que ser capaces de garantizar un elevado número de ejemplares con la calidad requerida para cumplir con los objetivos trazados, (baratas, fáciles de confeccionar) a partir de ingredientes locales disponibles y poseer todos los requerimientos nutricionales.

4.3. Peso obtenido en larvas alimentadas con las diferentes dietas artificiales

La **figura 8** muestra el peso promedio de las larvas en cada dieta evaluada. Se observa que las larvas logradas con la dieta tradicionalmente empleada alcanzaron los mayores pesos (estadísticamente superiores a los logrados con las dietas artificiales), los valores en éstas se encuentran dentro de los rangos considerados como adecuados, lo que confirma la validez del empleo de dichas dietas como alternativas para la producción artificial de *C. montrouzieri*.

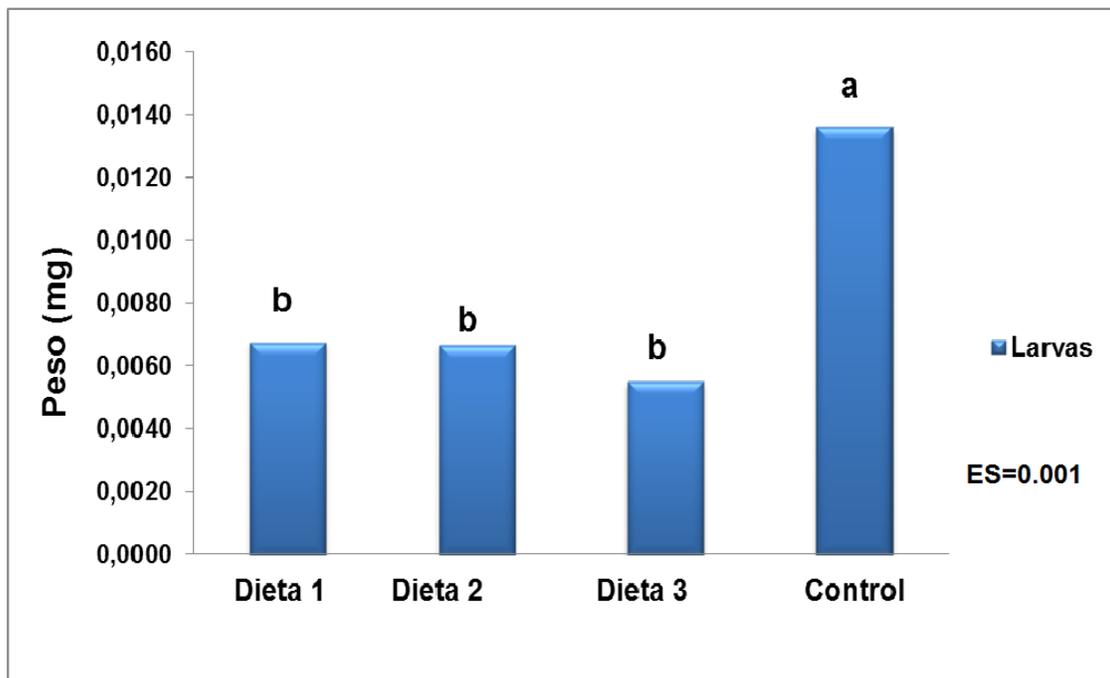


Figura 8. Peso de larvas de *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) alimentadas con diferentes dietas artificiales elaboradas en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, en Ciego de Ávila, en el año 2017. Leyenda: Dieta 1 (según Legner 2006), Dieta 2 (según Singh, 1977), Dieta 3 (según Sathiah, 1999), modificadas. ES error estándar de la media. Medias con letras diferentes indican significación (ANOVA simple), Tukey, $p < 0.05$). Cada dato representa la media para $n=10$

Se obtiene para la dieta N°1 un valor mínimo de 0.003 mg y un valor máximo de 0.009 mg. para un peso promedio de 0.0068 mg. El valor mínimo de la dieta N°2 es de 0.004 mg y un valor máximo de 0.011 mg y se comportó con un peso

de 0.0067mg, mientras que la dieta N°3 presenta un valor mínimo de 0.001mg y un máximo de 0.012 mg con un peso de 0.0055 mg como promedio en la dieta, por otra parte, el control se comportó con un máximo de 0.018mg y un mínimo de 0.011 mg, alcanzó el peso más alto de 0.0136 mg porque las larvas se alimentaron con el insecto presa natural *P. citri*.

La dieta N°1 muestra el mayor peso obtenido de las larvas de *C.montrouzieri* porque la dieta en su composición contiene como ingrediente la presa seca pulverizada es decir su alimentación natural y jalea real. La dieta N°2 alcanzó similar peso para las larvas alimentándose estas con huevos frescos, pero no existen diferencias significativas entre ellas, mientras que en la dieta N°3 alcanzó aproximadamente 0.0013 mg menos que en las otras dos dietas.

Vanderzant (1974), expone que una dieta nutricionalmente completa en cultivo, para la mayoría de insectos debe contener todos o la mayor parte de los siguientes elementos: proteínas o aminoácidos, carbohidratos, ácidos grasos, vitamina B12, caroteno o vitaminas A, tocoferol, ácido ascórbico, minerales y agua.

Granda (2002), explica que en la cría artificial de *C.montrouzieri*, durante las primeras generaciones del predador se realizaron evaluaciones en el proceso de reproducción en la provincia, se incorporó el peso, como un elemento nuevo a evaluar. En las revisiones para conformar el marco teórico no se encontraron reseñas para discutir éste parámetro referido a las larvas.



CONCLUSIONES

V. CONCLUSIONES

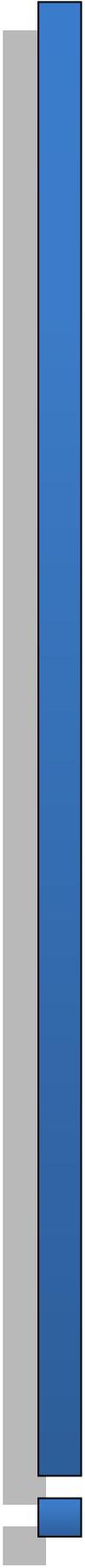
1. Las tres dietas artificiales evaluadas completaron el ciclo de desarrollo desde la fase de larva a pupa con un valor mínimo de 21 días y un máximo de 24 días.
2. Las larvas y pupas del predador *C. montrouzieri* no presentaron deformaciones en las tres dietas evaluadas.
3. El menor porcentaje de preda de las larvas lo alcanzó la dieta N°3 con un 30%.
4. La composición cuantitativa del ciclo de desarrollo en la dieta N°1 y N°2 es la formación de 13 pupas y en la N°3 14 pupas.
5. Los mayores pesos de las larvas lo alcanzaron la dieta N°1 y N°2 con 0.0068 y 0.0067 mg respectivamente, no presentó diferencias significativas entre ellas.



RECOMENDACIONES

VI. RECOMENDACIONES

1. Continuar los estudios relacionados con el ciclo de desarrollo de larvas de *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) en las dietas artificiales evaluadas en el presente estudio en generaciones sucesivas obtenidas del predador investigado.
2. Implementar indistintamente cualquiera de las tres dietas evaluadas para la reproducción de *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) según el objetivo de la cría.



BIBLIOGRAFÍA

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Alemán, M. (2002). Aseguramiento de la calidad en producción de insectos. CENSA,23-27.
- Álvarez, J. (2004). Estudios bioecológicos, reproducción artificial y liberación de *Tetrastrichus howardi* (Olliff) (Hymenoptera: Eulophidae) parasitoide pupal de *Diatraeae saccharalis* (Fab.) en Cuba. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, UCLV, Villa Clara,14-18.
- Bhat, P., Chacko, M., & Sreedharam, K. (1983). Biology of ladybird beetle *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, a predator of ealybugs. Placrosym Stading Commitee,50-53.
- Biobest. (2006). *Cryptolaemus* sistem. Recuperado el 2 de febrero de 2017, de <http://207.5.17.151/biobest/sp/productfiche/Cryptolaemus-System.pdf>
- Booth, R., & Pope, R. (1986). Revisión del género *Cryptolaemus* (Coleoptera:Coccinellidae) con particular referencias a las especies *C. montrouzieri* (Mulsant). Bull.Ent.Res,62-66.
- Caballero , S., & Sánchez, D. (2000). Reproducción del deperedador *Coleomegilla cubensis* en Laboratorio. V Evento Nacional de Bioplaguicidas,15-19.
- Carlos de Liñan , V. (2002). Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. Madrid: Agrotécnicas,45-49.
- Chambers, D. (1977). Quality in mass produced insects International Atomic energy agency. Viena: IAEA-PL-582/3 Controllyn fruit Tlies by the sterile insect.
- Clausen, C. (1940). Entomophagous ensects. Mc Graw - Hillbook Company Inc., Nueva York and Londres,8-10.

- Core, J. (2006). Ensayo de fertilidad para los insectos benéficos. Recuperado el 27 de enero de 2017, de <http://www.ars.usda.gov/is/espanol/pr/2003/030523.es.htm>
- De Bach, P. (1968). Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Compañía Editorial Continental , México,32-36.
- De Bach, P., & Rose, D. (1991). Biological control by natural enemies. University Press, Cambridge, USA.
- De la Torre, S. (1993). Trichogramma Biología. Aplicación y Sistemática. (Primera ed.). La Habana: Científico Técnica,42-45.
- Fernández, M. (2002). Scaramuzza Pandini: una personalidad en la historia de la sanidad vegetal. Fitosanidad, 6(2), 51-61.
- Godoy, L. (2002). Parámetros biométricos y biológicos de *Cryptolaemus montrouzieri* para establecer un control de la calidad en su producción masiva. Universidad Católica de Valparaíso.Laboratorio de Control Biológico,28-33.
- Gómez, A., & Medardo, A. (2002). Informe técnico de la producción de *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) y sus hospederos en la provincia de Cienfuegos. Boletín Fitosanitario.INISAV,15-20.
- Granda Sánchez, R. (2002). Reproducción artificial Coleomegilla cubensis, una alternativa más en los programas de manejo Integrado de Plagas en la provincia Ciego de Ávila. La Habana: V Encuentro Agricultura Orgánica.
- Greathead, D., & Greathead, A. (1992). "Biological control of insects pests by parasitoides and predators". IV(13), 61-68.

- INISAV. (1999). Metodología de reproducción de *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) y sus hospedantes. La Habana: Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal.
- Kaufmann, T. (1996). Dynamics of sperm transfer, Mixing, and Fertilization in *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleóctera: coccinellidae) in Kenia África. *Annals of the Entomological Society of America*, 89(2), 238-242.
- Legner, N. (2006). Nutririon of arthropod natural enemies. Recuperado el 12 de enero de 2017, de <http://www.faculty.ucr.edu/~legnerref/biotact/bc-57.htm>
- Malais, M., & Ravenaberg, W. (1991). Conocer y reconocer Koppert Biological Systems. Paises Bajos,40-43.
- Marco Cahís, M. (2007). Evaluación de tres dietas artificiales para la crianza de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. Univesidad Católica de Valparaíso, Quillota,3-16.
- Martínez, M., Surís, M., Pérez, I., Blanco, E., & Navarro, A. (2002). Prorama de diagnóstico y detección de chinche rosada en Cuba. Matanzas, Cuba: IV Seminario Científico de Sanidad Vegetal, Taller Plagas y Enfermedades,10-14.
- Martínez, R., Blanco, N., & de la Torre, C. (2000). Bosquejo histórico de los trabajos realizados para el establecimiento del control biológico de la mosca prieta de los cítricos en Cuba. *Fitosanidad*, III y IV(4), 99-105.
- Massó Villalón, E. (2000). Dietas artificiales para la reproducción de entomófagos, procedimientos y factores a considerar. Curso a distancia sobre reproducción de artrópodos benéficos. La Habana: INISAV.
- Massó Villalón, E. (2007). Producción y uso de entomófagos en Cuba, III(11), 67-73.

- Mederos, D. (2003). Control Biológico. La Habana, UNAH Facultad Agronomía, 28-31.
- Milán Vargas, O., Massó Villalón, E., Larrinaga Lrwis, J., Pineda Duvergel, M., Caballero Figueroa, S., Peña Rodríguez, M., y otros. (2006). Técnico para la reproducción y uso de coccinélidos: insectos benéficos para el combate de fitófagos en los agroecosistemas sostenibles en Cuba. Protegido por la Legislación vigente de derecho de autor en la República de Cuba.
- Milán Vargas, Ofelia, Rijo Camacho, Esperanza, Massó Villalón, & Elina. (Septiembre de 2005). Introducción, cuarentena y desarrollo de *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) en Cuba. INISAV, fitosanidad, IX(3), 69-76.
- Peña Rodríguez, M., Limonta Cutiño, Y., Quiñones, S., Aurelio, & Álvarez Álvarez, L. (2007). Desarrollo de un método de cría masiva de *Lysiphlebus* spp. como control biológico de áfidos. Fitosanidad, II(11), 9-12.
- Pérez, N., & Vázquez, L. (2004). Manejo ecológico de plagas. La Habana: ACTAF En: Transformando el campo cubano. avances de la Agricultura Sostenible.
- Rijo, E. (2000). Reproducción de artrópodos benéficos. La Habana, Cuba: Curso a distancia, INISAV.
- Sathiah, N. (1999). Registration for biocontrol agents in Kenya. Recuperado el 11 de Enero de 2017, de http://www.cpp.uk.com/UPLOADS/publications/downloads/Registration_for_Biocontrol_agents_in_Africa.pdf
- Saud, G. (2000). Almacenaje y alternativas de alimentación para *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (coleóptera: Coccinellidae). Taller de Licenciatura Ing. Agr., 32.
- Singh, P. (1997). Artificial diets for insects, mites, and spiders.

- Thompson, N. (1999). Nutrition and culture of entomophagous insects. *Entomología*, 92-561.
- Thompson, N., & Hagen, K. (1999). Nutrition of entomophagous insects and other arthropods. *Handbook of biological control. Principles and applications of biological control*, 594-652.
- Torres, F., & Marcano, R. (2007). Efecto de la temperatura en el desarrollo de *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coleoptera:Coccinelliae) utilizando como presa *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae). I(22), 17-25.
- Torres, F., Marcano, R., & Torres, R. (2012). Caracterización de los instares larvales de *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) a cuatro temperaturas constantes. II(27), 49-56.
- Van den Bosch, R., & P.S. (1973). *Messenger Biological Control*. Intext. New York, USA: Educational Publisher, 35-40.
- Vanderzant, E. (1974). Development, significance and application of artificial diet for insects. *Revista Entomológica*, 139-154.
- Vázquez, L. (2004). Experiencia de Cuba en la inserción del control biológico al Manejo Integrado de Plagas. Lima, Perú: RAAA.
- Vázquez, L. (2010). Desarrollo del manejo agroecológico de plagas en los sistemas agrarios de Cuba. *Fitosanidad*, III(11), 63-70.
- Vázquez, L., & Blanco, E. (1999). Análisis del riesgo y pronóstico de introducción en Cuba de la Cochinilla Rosada, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Homoptera: Pseudococcidae). La Habana: Primer Taller Nacional sobre cochinillas, 48-52.

Vázquez, M. (1999). La conservación de enemigos naturales de plagas en el contexto de la fitoprotección. INISAV, Boletín Técnico, V(4),63-65.

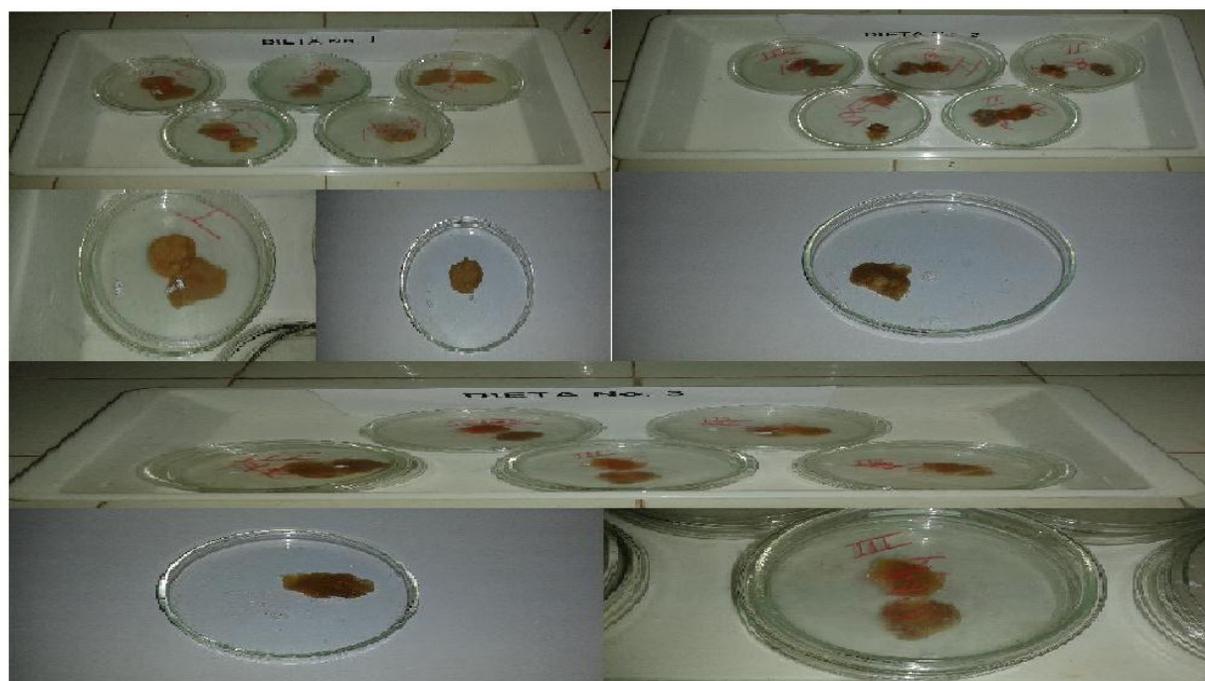
Whitcomb, W. (1940). Biological control of mealybugs in greenhouses. Massachusetts: Agricultural Experimental Station Bull,35-40.

Yudelevich, M. (1950). Control Biológico de los Pseudococcus en Chile. Tesis Ing.Agr. Santiago, Universidad de Chile. Facultad de Agronomía,28-38.



ANEXOS

VIII. ANEXOS



Dietas empleadas para la cría de larvas de *C. montrouzieri* en condiciones de laboratorio

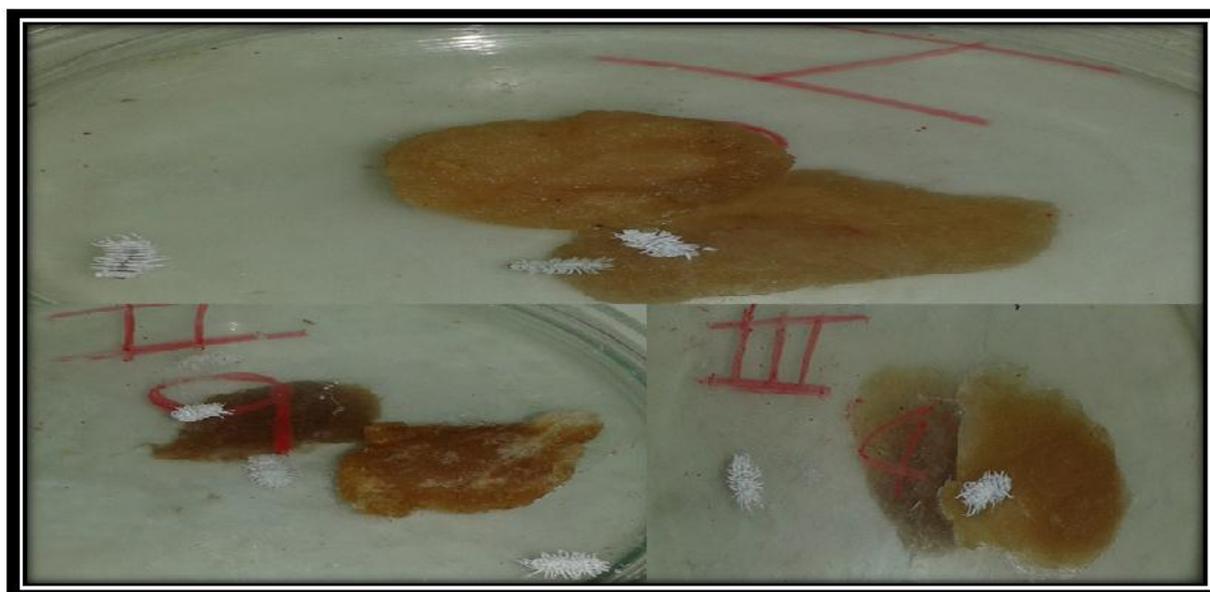


Foto de larvas y pupas del predador *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant)