933-12

ESTABLECIMIENTO DE UNA COLONIA Y ESTUDIO SOBRE LA BIOLOGÍA HÁBITOS Y EFICIENCIA DE *Delphastus pusillus* (Le Conte) (COLEÓPTERA: COCCINELLIDAE) DEPREDADOR DE LA MOSCA BLANCA DE LOS INVERNADEROS *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)

Javier García González[1]
A. López-Ávila[2]

Resumen

El insecto depredador *Delphastus pusillus* (Le Conte) (Coleóptera: Coccinellidae) ha sido registrado alimentándose vorazmente sobre estados inmaduros de la mosca blanca de los invernaderos *T. vaporariorum* en varias regiones de Colombia. En esta investigación se estudió el ciclo de vida, hábitos de comportamiento del *D. pusillus* y se determinó la capacidad de consumo sobre estados inmaduros de la mosca blanca.

Se estableció una colonia del depredador en el cuarto de crías del programa "MIP" en el C.I. "Tibaitatá" con una temperatura promedio de 25 °C y una humedad relativa del 58% y se realizaron estudios del ciclo de vida del insecto; como alimento se le suministraron estados inmaduros de la plaga. A partir de adultos obtenidos de una primera generación en cautiverio, se evaluó la capacidad de consumo de éstos y del tercer ínstar larval del depredador sobre el estado de huevo y los ínstares ninfales I, II, y IV de la mosca blanca *T. vaporariorum*, teniendo en cuenta que en cada caso el estado de la presa ofrecida se encontrara al inicio del ínstar correspondiente. Bajo las condiciones de laboratorio descritas la duración de postura a la emergencia del adulto de *D. pusillus* fue de 29,2 días en promedio. El insecto en su proceso de desarrollo pasa por los estados de huevo, larva, pupa y adulto, y el estado larval presenta cuatro ínstares. La duración promedio de cada estado fue: Huevo 6.8 días, I ínstar larval 3.6 días, II ínstar larval 2.1 días, III ínstar larval 2.7 días, IV ínstar larval 6.8 días y Pupa 7.3 días. La hembra varía su hábito de oviposición según el estado de la población de la presa; cuando se alimentaron con huevos de la mosca blanca, las posturas se observaron protegidas debajo de las

[1] Ingeniero Agrónomo. Investigador Programa Nacional de manejo Integrado de Plagas "MIP". CORPOICA "Tibaitatá". Transv. 68 No 73-09.
[2] Ph D. Entomología. Coordinador Programa Nacional de manejo Integrado de Plagas "MIP". CORPOICA. A.A. 240142 Las Palmas. Santa fé de Bogotá.

nervaduras de la hoja, y cuando se suministró como alimento ninfas de la plaga, las posturas del depredador se observaron mimetizadas en medio de la población de la presa así como protegidas debajo de las nervaduras. En el ensayo de capacidad de consumo, la mayor cantidad de presas consumidas se observó en ninfas de primer ínstar de la mosca blanca; en 24 horas un adulto del depredador consumió en promedio 80 ninfas en primer ínstar de mosca blanca, mientras que el menor consumo se determinó en ninfas de IV ínstar, con 17 ninfas consumidas en 24 horas.

Introducción

El enfoque de la agricultura moderna encaminada a una producción *más racional* en cuanto al uso de plaguicidas químicos, ha llevado a las personas y entidades relacionadas con el medio a cambiar el pensamiento de controlar las poblaciones de insectos plaga casi que exclusivamente por este método, conduciéndolos a buscar nuevas alternativas de control.

Es así como el pensamiento antiguo de "control de plagas, ha sido reemplazado por el de "Manejo Integrado de plagas", el cual combina el uso de umbrales de población, la aplicación racional de productos químicos y la utilización de agentes de control biológico como el caso de los insectos benéficos. Derivado de ello el estudio de la biología, hábitos, comportamiento, y cría de los insectos benéficos se ha incrementado debido a los resultados satisfactorios que ha presentado el componente insectos benéficos dentro del manejo integrado de plagas. El estudio de dietas alimenticias artificiales y el empleo de las poblaciones presa naturales, en el caso de los insectos depredadores, son de gran importancia en la producción de cantidades considerables de éstos con el fin de ser liberados en campo para la regulación de las plagas, práctica que favorece el equilibrio natural. Coccinéllidos depredadores pertenecientes al género *Delphastus*, se encontraron alimentando sobre diferentes especies de mosca blanca en Estados Unidos (Gerling, 1990). En Colombia los registros indican que tanto larvas como adultos de *D. pusillus* se han encontrado depredando huevos y primeros instares ninfales de la mosca blanca de los invernaderos (ICA, 1990; 1993).

Objetivos

Este trabajo de investigación tiene como objetivos establecer una colonia de *Delphastus pusillus* en condiciones de invernadero; determinar el ciclo de vida del insecto; Describir cada uno de los estados por los que pasa el insecto depredador; determinar características biológicas del insecto tales como fecundidad, proporción de sexos y determinar la capacidad de consumo del insecto tanto en estado larval como adulto.

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en los laboratorios e invernaderos del centro de investigaciones "Tibaitatá" de CORPOICA, ubicado en el municipio de Mosquera (Cundinamarca) a 2640 msnm y temperatura promedio de 14 ^{o}C. El mantenimiento de la colonia del insecto depredador se ubicó en un cuarto de crías perteneciente al Programa Nacional de Manejo Integrado de Plagas "MIP" con una T° promedio de 25 +°C y 58% + de humedad relativa.

Material vegetal

En invernadero se contó con una colonia de la mosca blanca *T. vaporariorum* mantenido sobre plantas de fríjol (*Phaseolus vulgaris*) variedad "Simijaca" sembradas en piso. Se sembraron dos semillas por sitio a una distancia de 0,30 m entre plantas, dejadas a libre crecimiento vegetativo con el fin de obtener buena cantidad de individuos de la plaga. Cuando las plantas formaron zarcillo fueron encordadas y posteriormente infestadas con adultos de la mosca blanca de los invernaderos, recolectados en campo en veredas del municipio de Fusagasugá. En estas plantas fue posible obtener los diferentes estados de mosca blanca, con los que se alimentó al insecto depredador y se realizaron los respectivos ensayos.

Recolección y transporte de *D. pusillus*

En el laboratorio de control biológico del Programa Nacional "MIP" se diseñó una jaula para el transporte y mantenimiento del insecto benéfico. Se consiguieron cajas rectangulares de plástico con dimensiones de 12 cm de largo, 10 cm de ancho y 3 cm de fondo; a las cajas se hicieron dos ventanillas cubiertas con malla fina, ubicadas en la

parte anterior y posterior de la jaula; en la parte inferior de la jaula se colocó un bloque de oasis de 3 cm de largo por 10 cm de ancho, el que era humedecido con una solución nutritiva usada como alimento para las hojas de las plantas que posteriormente se ubicarían en estas jaulas. En la parte superior del oasis se colocó una lamina de acrílico pegada a las paredes de la jaula, para evitar el contacto directo de los individuos de *D. pusillus*, con el bloque de oasis humedecido. En el bloque de oasis como en la lámina de plástico se abrió un orificio de 2.0 mm de diámetro, para poner en contacto el peciolo de las hojas con la solución contenida en el oasis (Figura 1).

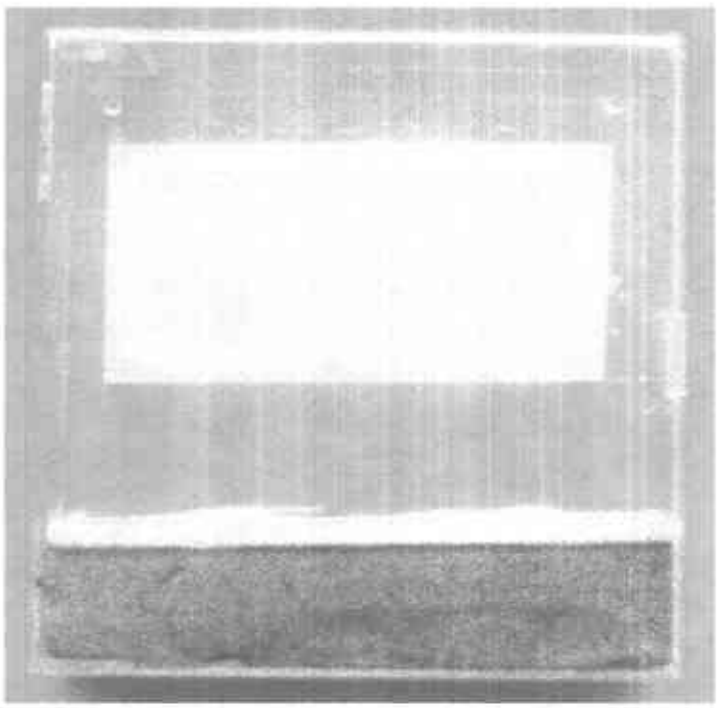

FIGURA 1. Jaula diseñada en laboratorio para el transporte de los individuos de *Delphastus pusillus* capturados en campo. Se observa el bloque de oasis y la lámina de acrílico con un orificio en el cual se introduce el peciolo de las hojas.

Para la captura de los individuos de *D. pusillus*, se realizaron cinco salidas de campo a los municipios de Silvania, Fusagasugá, Melgar, La mesa y Anapoima, lugares en los que se han registrado poblaciones naturales del insecto actuando sobre la mosca blanca. Se realizaron observaciones en plantas de Fríjol (*Phaseolus vulgaris*),

Habichuela (*Phaseolus vulgaris Var. humilis*), Tomate (*Lycopersicon esculentum*), Arveja (*Pisum sativum*) y Yuca (*Manihot esculenta*) para capturar los individuos de *D. pusillus.* Los adultos fueron recolectados de las hojas de las plantas con la ayuda de vasos plásticos circulares de 8 cm de diámetro. En las jaulas previamente descritas se ubicaron hojas de plantas infestadas con mosca blanca, para luego introducir los adultos del depredador capturados; las jaulas fueron posteriormente ubicadas en neveras de icopor para tratar de mantener condiciones estables. El material biológico recolectado fue llevado al laboratorio en "Tibaitatá", donde se estableció la colonia de *D. pusillus* y se realizaron los estudios biológicos.

Establecimiento de una colonia de *D. pusillus*.

Inicialmente se determinó el sexo de los individuos del depredador capturados, realizando observaciones al estereoscopio; las parejas de individuos que se observaron copulando, fueron separadas de la población y puestas en cajas de petri de vidrio de 5 cm de diámetro que en su interior contenían papel toalla humedecido con agua y trozos de hojas de fríjol infestadas con estados inmaduros de la mosca blanca de los invernaderos, para asegurarle alimento al depredador.

Para diferenciar el macho y la hembra en las parejas de individuos, se realizaron observaciones al momento de la cópula de los individuos; luego de que los individuos terminaban de copular, el individuo que en la cópula se ubicaba en la parte superior, presuponiendo que era el macho, era marcado con una pequeña gota de pintura blanca en uno de sus élitros. El individuo marcado fue observado al estereoscopio para determinar las características externas que lo diferenciaban del otro individuo, determinando así el sexo de cada uno de los adultos del *D. pusillus*.

Una vez se determinaron las características morfológicas del macho y la hembra, los adultos recolectados en campo se ubicaron por parejas en cajas de petri que contenían papel toalla humedecido y trozos de hojas de fríjol infestadas con mosca blanca, iniciando con el ciclo de vida del depredador.

Estudio de la biología y hábitos de *D. pusillus*.

Las parejas de insectos del depredador fueron observadas diariamente, renovando los trozos de hoja que contenían los estados inmaduros de la mosca blanca de los invernaderos; dicho material fue observado con la ayuda del estereoscopio con el fin de identificar las posibles posturas hechas por la hembra de *D. Pusillus*. Sobre estas parejas se realizaron observaciones de: duración de la cópula, hábitos de oviposición, hábitos de precópula y cópula, tiempo transcurrido entre la cópula y la oviposición, posturas por hembra y dimensiones de machos y hembras.

Cuando se identificaron las oviposiciones del insecto, se ubicaron en vasos plásticos previamente marcados de 2,5 cm de diámetro por 4,0 cm de alto que en su interior contenían un trozo de papel filtro humedecido con agua; los frascos fueron cubiertos con una tapa de cartón, y luego puestos en refractarias transparentes de 10 cm de alto, por 24 cm de ancho, por 30 cm de fondo. Así se logró la determinación del período de incubación y la descripción morfológica del estado de huevo.

Los huevos a punto de eclosionar fueron puestos sobre hojas de fríjol infestadas con mosca blanca en cajas de petri, con el fin de facilitar el proceso de alimentación de las larvas recién emergidas. El ciclo de vida del insecto fue llevado a cabo en estas cajas hasta la emergencia de los adultos de *D. pusillus*. Las observaciones hechas en el estado larval fueron: número de instares contados con los cambios de muda, duración de cada ínstar larval, descripción morfológica y hábitos. Para el estado de pupa las observaciones fueron: hábitos de empupamiento, duración, descripción morfológica y dimensiones.

Una vez que en las cajas de petri se observaron adultos de *D. pusillus* pertenecientes a la primera generación obtenida bajo condiciones de laboratorio, se determinó su sexo y se ubicaron por parejas en cajas de petri, para realizar observaciones de: Proporción de sexos, longevidad de los adultos macho y hembra, duración del período de preoviposición, número de cópulas por día y descripción morfológica de los adultos. Por otra parte un grupo de adultos fue manipulado en forma individual para determinar la capacidad de consumo.

Evaluación de la capacidad de consumo de *Delphastus pusillus* (Le Conte)

En laboratorio se midió la capacidad de consumo de *D. pusillus* en tercer ínstar larval y en estado adulto, sobre el estado de huevo y los instares ninfales I, II y IV de la mosca blanca *T. vaporariorum*.

Adultos obtenidos en la primera generación se ubicaron individualmente en cajas de petri que contenían papel toalla humedecido y trozos de hoja infestados con estados inmaduros de la mosca blanca. Los adultos fueron sometidos a un período de ayuno por 24 hr para luego suministrarles poblaciones de huevos de la mosca blanca de los invernaderos; a las 24 horas de suministrada la presa al depredador, el material fue retirado y observado al estereoscopio contando población total y población consumida por el insecto. Los adultos fueron sometidos nuevamente a ayuno por 24 hr, para luego suministrarles el siguiente estado de la presa a evaluar. Por sesión se evaluó uno de los cuatro estados inmaduros de la mosca blanca.

Igual metodología se siguió para evaluar la capacidad de consumo del tercer ínstar larval de *D. pusillus*, con la diferencia que el período de ayuno era de seis horas, considerando la duración del depredador en este estado.

Resultados y Discusión

Durante la fase de transporte de los adultos de *Delphastus pusillus* recolectados en campo, las jaulas fabricadas en laboratorio mostraron ser eficaces, ya que la mayoría de los adultos capturados sobrevivieron al traslado de campo a laboratorio. Estas jaulas permiten un flujo permanente de aire que sirve para mantener una temperatura estable al interior de la jaula, sin ocasionar efectos adversos en los adultos; además, las hojas que se ubican en estas jaulas permanecen más frescas y por un mayor período de tiempo, permitiendo que los adultos de *D. pusillus* consuman las poblaciones inmaduros de la mosca blanca presentes en estas hojas en mejores condiciones. En estas hojas se observó a los adultos alimentándose durante el proceso de transporte. En contraste los adultos capturados que fueron ubicados en frascos de plástico con tapas que poseían una ventanilla cubierta con malla, casi que en su totalidad no soportaron el transporte al

laboratorio, debido posiblemente a que la temperatura interna del recipiente se ve incrementada por la escasa aireación que presenta este tipo de recipiente.

La mayor cantidad de adultos de *D. pusillus* fueron recolectados e el municipio de Anapoima en plantas de yuca infestadas con poblaciones de la mosca blanca de la Yuca *Aleurotrachelus socialis* Bondar. Las poblaciones de *D. pusillus* fueron escasas en las plantas de fríjol, habichuela y arveja muestreadas posiblemente debido a las frecuentes aplicaciones con insecticidas químicos que se realizan para el control de la mosca blanca de los invernaderos, por lo que se presentan pocas presas disponibles para el depredador o por la muerte del benéfico a causa de estas aplicaciones.

Biología y hábitos de *Delphastus pusillus* (Le Conte)

Precópula y cópula

La precópula se inicia con un acercamiento de la hembra al macho, ésta lo palpa con su par de antenas por un breve período de tiempo; el macho ante este estímulo se desplaza rápidamente tratando de evitar el contacto con la hembra, mientras que ésta va detrás para alcanzarlo. La hembra deja de perseguir al macho y se presenta la reacción por parte del macho; el macho toma la iniciativa y va en busca de la hembra por algunos momentos. Seguidamente la hembra permanece inmóvil mientras que el macho la monta, sujetando su primer par de patas en la base de los élitros de la hembra y sus otros dos pares de patas los ubica a los costados del cuerpo de ésta. En esta etapa la hembra puede rechazar al macho moviéndose constantemente, o puede aceptarlo. El macho estira la parte terminal de su abdomen y lo curva formando un arco dirigiéndolo hacia el abdomen de la hembra para alcanzar la genitalia de ésta, iniciando de esta manera la cópula.

Durante la fase de cópula el macho realiza movimientos laterales de su cuerpo, posiblemente con el fin de desalojar por completo su contenido seminal dentro del oviducto de la hembra. La duración de la cópula en estos insectos es relativamente larga con un período de tiempo que oscila entre nueve y 18 minutos, con un promedio de 13,6 minutos. El número de cópulas por día oscila de una a dos, siendo los rangos de las 9:30

a 11:00 am, y 2:30 a 4:00 pm, las horas en las que se observa el mayor número de cópulas.

Al momento en que va a finalizar la cópula, la hembra con su tercer par de patas separa al macho desplazando los pares de patas ubicados a los costados, hasta que el macho se separa; el macho se retira en tanto que la hembra permanece inmóvil por unos momentos, para luego ir en busca de alimento. Algunas de las parejas que copularon, no presentaron oviposiciones; tal y como lo mencionan Finney y Fisher (1987) , la monta, cópula o intentos de oviposición no son indicios exactos que la hembra este fecundada; la transferencia de espermatozoides puede no haber tenido lugar o por interrupciones al momento de la cópula solo ha ocurrido el simple contacto entre la pareja de adultos.

Huevo

La hembra de *D. pusillus* puede comenzar a ovipositar a las 3 horas después de la cópula, colocando los huevos individualmente o en grupos de máximo cuatro huevos. Los huevos son puestos en el envés de la hoja en posición horizontal y cerca o en medio de la población de la plaga. Los huevos son cilíndricos con sus extremos redondeados, corion estriado; recién puestos son transparentes para luego tomar una coloración blanca; después de 3 a 4 días de incubación el huevo se ve flácido debido a la conformación de la larva, con uno de sus extremos más voluminoso que corresponde a la conformación de la cabeza; cuando el huevo esta a punto de eclosionar se observa claramente el cuerpo de la larva, distinguiéndose los ojos simples como tres puntos negros dispuestos en forma triangular. El período de incubación del huevo oscila entre seis y diez días con un promedio de 6,8 días. Las dimensiones promedio son de 0,40 mm de largo por 0,20 mm de ancho (Figura 2).

La hembra de *D. pusillus* presenta diversos hábitos de oviposición, que dependen de la cantidad de individuos de la presa, como del estado de la misma. Cuando se suministró como alimento al insecto depredador ninfas en III, y IV ínstar de la mosca blanca, las oviposiciones se observaron en medio de la población de la plaga; cuando se suministraron huevos y I ínstar ninfal de la plaga, la mayoría de las posturas del depredador se observaron protegidas por las nervaduras de la hoja; esta variación en el

hábito de oviposición puede ser atribuida a que los huevos de *D. pusillus* por su tamaño y forma se mimetizan bien en las ninfas de II,III y IV ínstar de la mosca blanca; mientras que las posturas ubicadas sobre las poblaciones de huevos y ninfas en I ínstar de la mosca blanca, pueden ser un blanco fácil a otros insectos.

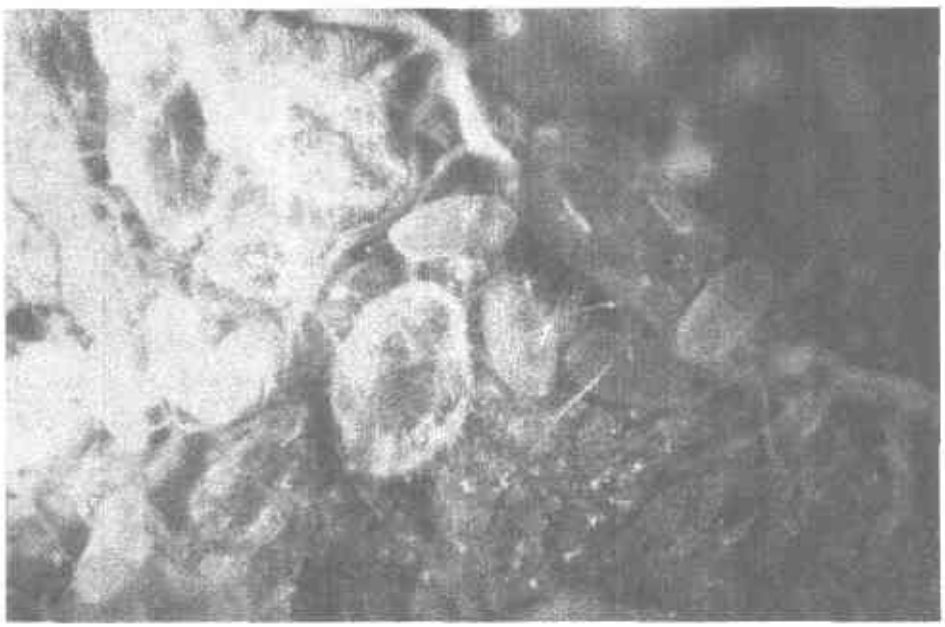

Figura 2. Posturas del insecto depredador *Delphastus pusillus* en medio de poblaciones ninfales de la mosca blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum*. Los huevos son puestos paralelos a la superficie de la hoja y se observan mimetizados en medio de la población de la plaga.

Similar comportamiento se observó cuando se suministraron diferentes cantidades de ninfas de mosca blanca al insecto depredador. En escasas poblaciones de ninfas de la plaga, las posturas del depredador se observaron protegidas en las nervaduras de las hojas; en altas poblaciones de la plaga las posturas de *D. pusillus* se observaron mimetizadas en medio de la población de la plaga.

Primer ínstar larval

Los huevos eclosionan por el extremo donde se encuentra ubicada la cabeza de la larva, haciendo un orificio en el corion en forma de V. La larva al momento de emerger presiona el corion con su cabeza, abriendo el espacio suficiente para que por allí salga todo su cuerpo. La larva recién emergida se observa con sus patas y cabeza dobladas, para luego extenderse e ir en busca de alimento, inicialmente son de color blanco, pero a medida que comienzan a alimentarse la coloración del cuerpo se torna amarilla debido al alimento que la larva consume.

El cuerpo de la larva en primer ínstar es alargado con la parte caudal del abdomen más angosta que el resto del cuerpo; el último segmento abdominal del cuerpo de la larva está adaptado para sujetarse a las superficies mediante la secreción de una sustancia pegajosa. El cuerpo es segmentado con 13 segmentos, posee gran cantidad de setas finas en el dorso y las partes laterales del cuerpo; con seis patas que en su parte terminal poseen un par de uñas; la cabeza es más oscura que el resto del cuerpo con una tonalidad marrón, sus dos ojos simples se observan como tres puntos negros dispuestos de manera triangular y ubicados cada uno a los costados de la cabeza; en el costado interno de los ojos se observan dos protuberancias que son restos del par de antenas; poseen un par de palpos y un par de mandíbulas que le sirven para la búsqueda y consumo de su presa.

Cuando la larva se encuentra a punto de mudar deja de alimentarse y busca el lugar adecuado para cumplir esta fase, se sujeta con el último segmento abdominal de su cuerpo a una superficie, y se adhiere a ésta secretando una sustancia pegajosa. No se observó un lugar específico para que la larva cumpliera su cambio de ínstar, mudando en medio de la población de mosca blanca sobre el envés de la hoja, en el haz de las hojas, o en la superficie de vidrio de la caja de petri. La duración promedio de la larva de *D. pusillus* en primer ínstar es de 3,6 días, con dimensiones de 0,56 mm de largo por 0,19 mm de ancho en promedio medido al nivel del tórax.

933-13

Segundo instar larval

La larva de segundo instar emerge por una escisión hecha en el dorso, entre la parte terminal de la cabeza y el tercer segmento del cuerpo del primer. La exuvia que ha quedado en el proceso de muda se observa fuertemente adherida a la superficie y formando un ángulo aproximado de 45° con respecto a la superficie donde ha mudado. La larva en II instar es de mayor tamaño que el primer instar, con una coloración amarilla más intensa; posee gran cantidad de setas en el dorso mucho más rígidas y en mayor cantidad que cubren además del dorso, los costados de su cuerpo. A diferencia de la larva en primer instar en la que el tamaño de la cabeza era proporcional al tamaño del cuerpo, el tamaño de la cabeza de la larva en segundo instar se observa más pequeño respecto a su cuerpo, ya que se presenta un crecimiento en el cuerpo de ésta. Las dimensiones de la larva en II instar son de 1,40 mm de largo por 0,42 mm de ancho en promedio. La duración de este instar es relativamente corto con un promedio de 2,1 días (Figura 3).

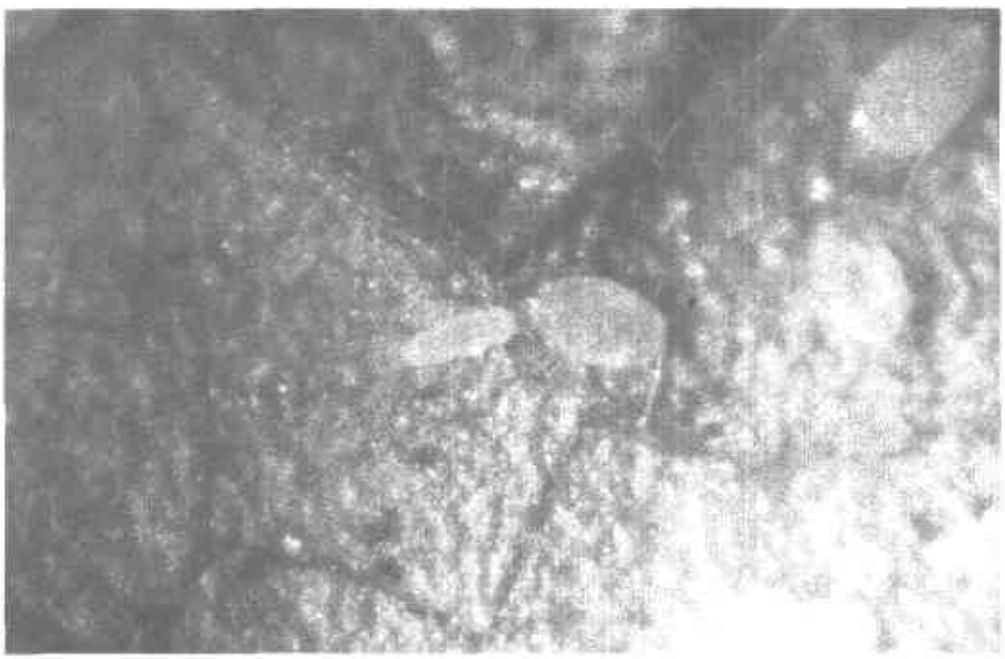

Figura 3. Larva en segundo instar del depredador *Delphastus pusillus* consumiendo una ninfa en cuarto instar de la mosca blanca de los invernaderos. La larva inserta su par de mandíbulas en los costados laterales del cuerpo de la ninfa, succionando el contenido interno.

Tercer ínstar larval

El comportamiento de la larva al momento de mudar es el mismo que el mencionado anteriormente, sujeta el último segmento de su cuerpo a la superficie donde va a mudar y secreta una sustancia pegajosa que le permite adherirse a la superficie. La larva de *D. pusillus* en tercer ínstar posee una coloración amarilla intensa y brillante, con las setas cubriendo el dorso de su cuerpo; el primer segmento del cuerpo comienza a tener un aumento de tamaño en el ancho, observándose el inicio en la conformación de la cavidad que va a proteger la cabeza del futuro adulto mediante la melanización de esta área; además de las características mencionadas este ínstar se diferencia del ínstar anterior ya que cada uno de los segmentos del cuerpo de la larva comienza a tomar una coloración oscura, ocasionada por la formación de franjas horizontales de color negro en cada uno de los segmentos.

Las larvas de *D. pusillus* en tercer ínstar son mucho más ágiles y activas que los ínstares anteriores, moviéndose rápidamente y alimentándose continuamente de los estado inmaduros de la mosca blanca. Las larvas en tercer ínstar tienen una duración promedio de 2,7 días; sus dimensiones en promedio son de 2,01 mm de largo por 0,60 mm de ancho.

Cuarto ínstar larval

Las larvas del depredador en este ínstar presentan un mayor incremento en el ancho que en el largo de su cuerpo; la cavidad que va a proteger la cabeza del futuro adulto se diferencia con mayor facilidad, observándose de forma rectangular y del mismo tamaño de la cabeza. Se nota la gran diferencia en tamaño de la cabeza el cual es mucho menor respecto al tamaño del cuerpo de la larva; los restos de las antenas que se observaron en las larvas de primer ínstar, en este ínstar se diferencian con mayor claridad, mostrando un mayor tamaño; las mandíbulas se observan más fuertes tomando una coloración marrón oscura con las cuales la larva puede alimentarse con solvencia. La coloración amarilla del cuerpo de la larva se torna oscura y menos brillante ya que las franjas negras que se observan en cada uno de los segmentos de su cuerpo ocupan un mayor área en cada segmento; las setas dorsales se observan turgentes y rígidas

cubriendo el cuerpo. La duración promedio de la larva de *D. pusillus* en este ínstar es de 3,8 días; sus dimensiones son de 2,69 mm de largo por 0,89 mm de ancho en promedio (Figura 4).

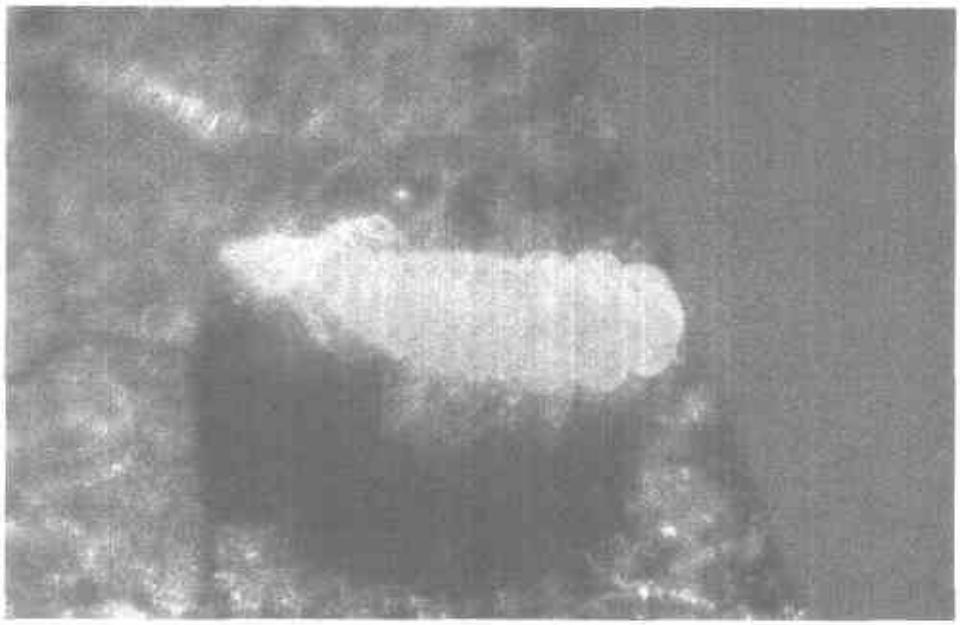

Figura 4. Larva en cuarto ínstar del depredador *Delphastus pusillus* en su fase de muda. La larva emerge por la parte frontal de la exuvia, dejando adherida la exuvia a la superficie de la hoja.

Las larvas de IV ínstar que se encuentran listas a empupar, dejan de alimentarse para luego buscar el lugar donde realizarán éste cambio. La larva une el último segmento de su cuerpo a la superficie adheriéndose a ésta mediante la secreción de una sustancia pegajosa amarillenta; se encorva, curvando su cuerpo dorsalmente y recogiendo su cabeza hacia el interior del mismo. No se observó un sitio especifico donde la larva cumpliera con esta etapa de desarrollo; las larvas listas a empupar se ubicaron en el haz y envés de las hojas, en el papel toalla y en la base de vidrio de la caja de petri. Las larvas que no quedaron bien adheridas a la superficie no alcanzaron a empupar y tomaron una coloración marrón que permite identificar las larvas que mueren. Con el

paso de los días las larvas sufren un incremento en el ancho de su cuerpo, observándose la pupa que esta a punto de emerger de la exuvia larval. Debido a la curvatura que presenta la larva, la dimensión del largo es menor que la larva en IV instar con 2,16 mm de en promedio, mientras que el ancho permanece relativamente estable siendo de 0,91 mm en promedio. La duración promedio del insecto en prepupa es de 3,0 días.

Pupa

Las pupas emergen por la parte superior de la exuvia larval, haciendo una escisión desde la parte terminal de la cabeza hasta el sexto o séptimo segmentos de la exuvia. La pupa formada saca aproximadamente la mitad de su cuerpo, dejando la otra mitad unida a la exuvia larval, que sirve como sostén para la pupa formada. Las pupas son de tipo exarata de forma ovalada observándose claramente diferenciado el cuerpo del futuro adulto; poseen gran cantidad de setas en el dorso, con presencia de finas gotas en los extremos terminales de estas; inicialmente son de color amarillo para con el tiempo tomar una coloración marrón que se observa primero en la cabeza y par de élitros del futuro adulto y luego en el resto del cuerpo; los élitros se empiezan a formar a los tres días de empupar el insecto observándose como dos divisiones que se forman a los costados del cuerpo; se diferencian los segmentos abdominales, que posteriormente son cubiertos por los élitros; las seis patas se encuentran ubicadas en la parte ventral recogidas. A diferencia del estado larval donde los ojos se observaban como tres puntos negros dispuestos de manera triangular, en las pupas éstos se observan de forma redondeada y de color negro. La duración del insecto en la fase de pupa es de 7,3 días en promedio; las dimensiones en promedio son de 1,5 mm de largo y 1,1 mm de ancho (Figura 5).

Adulto

El adulto de *D. pusillus* listo a emerger presiona la exuvia pupal con su cabeza haciendo un orificio de forma circular en ésta. Después que emerge el adulto, las exuvias larval y pupal se observan unidas. Algunos adultos al emerger tienen la coloración oscura típica del insecto, mientras que otros poseen una coloración dorada; éstos últimos buscan refugio en sitios oscuros hasta que toman el color negro característico del adulto.

Los adultos de *D. pusillus* permanecen inactivos por algunas horas, para posteriormente ir en busca de alimento (Figura 6).

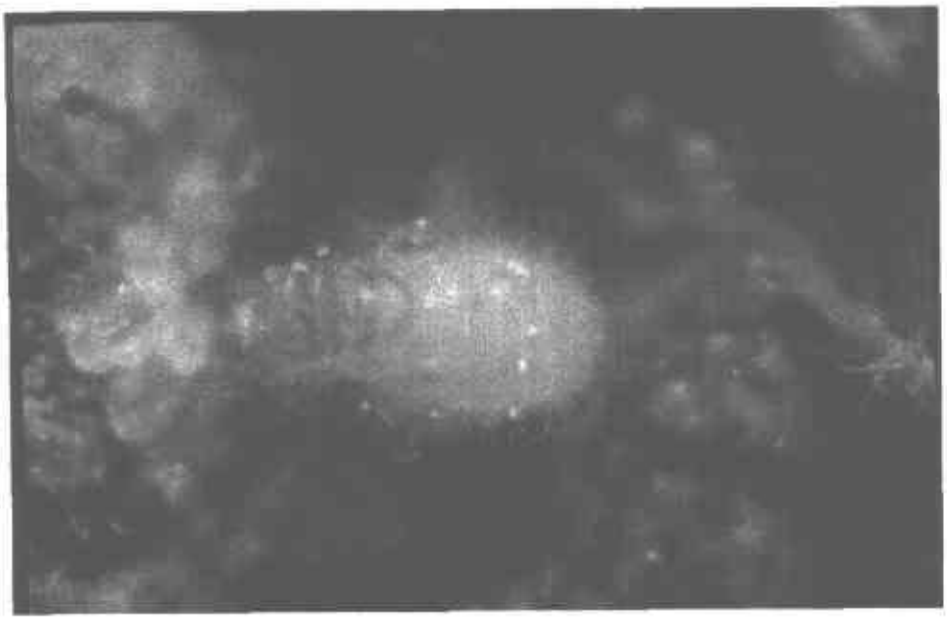

Figura 5. Pupa del insecto depredador *Delphastus pusillus*. La pupa posee una tonalidad amarilla intensa, con gran cantidad de setas que cubren su cuerpo; se diferencian los élitros del futuro adulto ubicados en los costados laterales de su cuerpo. La pupa no elimina la exuvia larval, sino que la utiliza como sostén para adherise a la superficie de la hoja.

Los adultos del depredador son diminutos insectos de forma ovalada dorsalmente y plana ventralmente, de color negro; la cabeza posee setas muy finas, y se encuentra protegida con un área quitinizada que utiliza el insecto cuando se ve en peligro introduciendo la cabeza allí. Posee ojos compuestos de tonalidad negra; un par de antenas filiformes con 11 segmentos, siendo el último segmento más grande. Aparato bucal de tipo masticador con un par de palpos y un par de fuertes mandíbulas. Posee un par de alas membranosas que le sirven para realizar vuelos cortos, protegidas por dos élitros de color negro brillante. Tres pares de patas; el primer par de patas se encuentra ubicado en la base del protórax, el cual se encuentra separado de los otros dos pares;

las patas poseen fémur bien desarrollado, tarso trisegmentado, y un par de uñas. Abdomen dividido en cinco segmentos, terminado en punta y con gran cantidad de setas muy finas en el último segmento. Algunos adultos que se obtuvieron en la primera generación, se observaron con deformaciones en sus alas membranosas y elitros; los elitros no cubrieron el abdomen del adulto, mostrándose totalmente desprotegidos. Estos individuos murieron a los tres días de haber emergido.

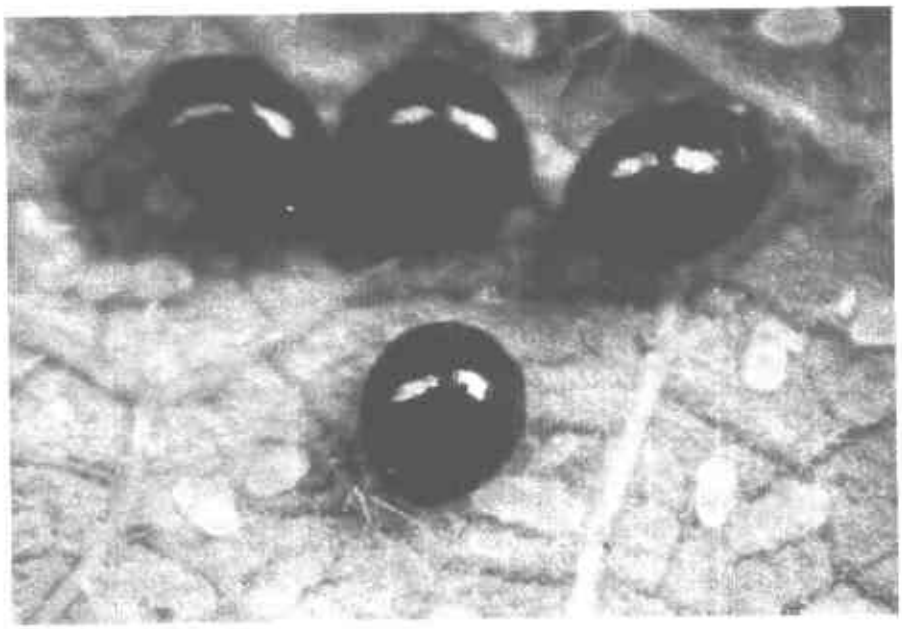

Figura 6. Adultos del insecto depredador *Delphastus pusillus* en medio de una colonia de ninfas de la mosca blanca de los invernaderos. Se observa la coloración negra y brillante de los adultos.

Los adultos de *D. pusillus* presentan dimorfismo sexual, siendo la hembra de mayor tamaño que el macho. Las dimensiones de la hembra son de 1,65 mm de largo por 1,16 mm de ancho en promedio; las dimensiones del macho son de 1,49 mm de largo por 1,06 mm de ancho en promedio; las características externas que diferencian a hembras de machos, se observan en la coloración de la cabeza; en las hembras es de color

negro, mientras que en los machos es marrón claro; el tamaño más grande de la hembra; y la menor cantidad de setas presentes en la parte terminal del abdomen en las hembras.

Las hembras del depredador requieren de un período de preoviposición; el macho puede empezar a montar a la hembra a los cinco días después de haber emergido; a pesar de que el macho monte a estas hembras, las primeras posturas se observan a partir de los quince días de haber emergido la hembra, observándose un solo huevo en la primera postura; la cantidad de huevos puestos se incrementa después de la primera oviposición alcanzando un máximo de cuatro huevos por postura. Una hembra de *D. pusillus* puede ovipositar más de 200 huevos durante su período de existencia, siendo la longevidad de los adultos mayor a 90 días. Como lo menciona Clausen (1940), especies de Coccinéllidos que se alimentan de áfidos pueden ovipositar entre 500 y 1.000 huevos durante su período de existencia, mientras que especies que se alimentan de insectos Aleyródidae, Cóccidae y ácaros producen un menor número de huevos.

Algunas hembras del depredador obtenidas de la primera generación, se ubicaron individualmente en cajas de petri y se alimentaron con poblaciones de estados inmaduros de la mosca blanca de los invernaderos. Al observar las hojas de fríjol que contenían poblaciones de la plaga, se distinguieron posturas, las que fueron puestas a incubación. A pesar que todos los huevos puestos no fueron viables, se presentó emergencia de larvas en algunos de estos, planteando la idea que existe algún tipo de partenogénesis en los individuos de *D. pusillus*. Como lo menciona Doutt (1987), la partenogénesis en la mayoría de especies depredadoras es rara, y las hembras que no han sido apareadas usualmente no depositan huevos, pero si lo hacen, los huevos infértiles no eclosionarán. La proporción de sexos que se presentó en los adultos de *D. pusillus* obtenidos en la primera generación fue de 1 hembra : 1,5 macho, notándose el relativo equilibrio de sexos que se presenta en ésta especie. En la Tabla 1 se presentan las dimensiones de cada estado del insecto depredador con su respectivo período de duración. Como se observa en esta Tabla, la duración de postura a emergencia de adultos es de 29,2 días en promedio.

Capacidad de consumo de *Delphastus pusillus* (Le Conte)

El hábito alimenticio de larvas y adultos del depredador es similar, presentándose unas pocas variaciones. Los individuos del depredador buscan a su presa con ayuda del par de palpos maxilares, tocando el dorso de su presa por unos breves momentos. Según Doutt (1987), la selección de la presa por parte del depredador está dividida en cuatro fases, de las cuales una de ellas es su aceptación o rechazo. Para que exista aceptación

TABLA 1. Dimensiones promedio de cada uno de los estados de desarrollo de *Delphastus pusillus* (Le Conte) con la duración promedio en cada estado

estado de *D. pusillus*	N	dimensiones (mm)				duración (días)
		largo	rangos	ancho	rangos	
huevo	43	**0.38**	0.34 - 0.41	**0.20**	0.16 - 0.23	**6,8**
I ínstar larval	28	**0.56**	0.36 - 1.30	**0.19**	0.13 - 0.27	**3,6**
II ínstar larval	37	**1.40**	1.08 - 1.76	**0.42**	0.28 - 0.57	**2,1**
III ínstar larval	29	**2.01**	1.63 - 2.41	**0.60**	0.47 - 0.72	**2,7**
IV ínstar larval	33	**2.69**	2.11 - 3.13	**0.89**	0.75 - 1.05	**6,8**
Larva						**15,2**
Pupa	28	**1.50**	1.30 - 1.70	**1.10**	0.95 - 1.30	**7,3**
TOTAL	57					**29,2**
hembra	30	**1.65**	1.56 - 1.77	**1.16**	1.09 - 1.26	**>90**
macho	27	**1.49**	1.43 - 1.70	**1.06**	0.85 - 1.12	**>90**

de la presa se debe presentar el estímulo adecuado, que es una característica del comportamiento innato de las especies benéficas. Si la presa es aceptada por el depredador, éste inserta su par de mandíbulas en los costados del cuerpo de la ninfa para proceder a consumir el contenido interno de su presa, a través de los orificios hechos por las mandíbulas sobre las ninfas o huevos de la mosca blanca. Tanto larvas como adultos del depredador regurgitan un contenido liquido dentro de la ninfa para posteriormente seguir consumiendo las sustancias líquidas de la ninfa.

Las ninfas que han sido devoradas por el depredador, se observan completamente vacías, notándose únicamente la piel totalmente transparente. La duración de un individuo de *D. pusillus*, sea larva o adulto, en consumir una presa varía según el estado de esta, siendo más prolongado este período cuando el depredador se alimenta sobre los últimos ínstares ninfales de la plaga. De la misma forma adultos de *D. pusillus* consumen más rápidamente su presa que las larvas; una larva en primer ínstar del depredador puede consumir una ninfa de primer ínstar de la mosca blanca en 3 minutos aproximadamente, mientras que un adulto consume esta misma presa en un minuto o menos; esto obviamente se refleja en la cantidad de individuos consumidos. En la Figura 7, se observa el porcentaje de presas consumidas por adultos y larvas de III ínstar del insecto depredador después de 24 horas de haberle suministrado los estados de la plaga evaluados. Como lo muestra esta Figura, la mayor cantidad de presas consumidas por adultos de *D. pusillus* se presentó en ninfas de I ínstar de la mosca blanca *T. vaporariorum*; mientras que los menores niveles de consumo se presentaron en ninfas de IV ínstar. Estos resultados pueden estar relacionados con la cantidad de nutrientes que se pueden obtener de estos ínstares ninfales. La baja cantidad de ninfas consumidas en IV ínstar de la mosca blanca puede ser la suficiente para los requerimientos nutricionales del estado adulto del depredador. De manera contraria el mayor consumo de ninfas en I ínstar de la mosca blanca se puede deber a que los nutrientes que posee la plaga se encuenten en menor cantidad, por lo que el adulto de *D. pusillus* requiere consumir un mayor número de presas en este ínstar para compensar sus necesidades nutricionales. Un resultado similar mostraron las larvas en III ínstar de *D. pusillus* cuando fueron alimentadas con los estados de la plaga evaluados. Los

mayores niveles de consumo de estas larvas se presentaron en ninfas de I ínstar de la mosca blanca de los invernaderos, mientras que los menores niveles de consumo se presentaron en ninfas de IV ínstar. Una larva en III ínstar del depredador consume en 24 horas un promedio de 51 ninfas en I de la mosca blanca, mientras que un adulto puede consumir en este mismo período de tiempo 80 ninfas de la plaga. Estos resultados muestran las perspectivas y potencialidad de utilizar al insecto depredador *D. pusillus* como agente controlador de estados inmaduros de la mosca blanca *T. vaporariorum*.

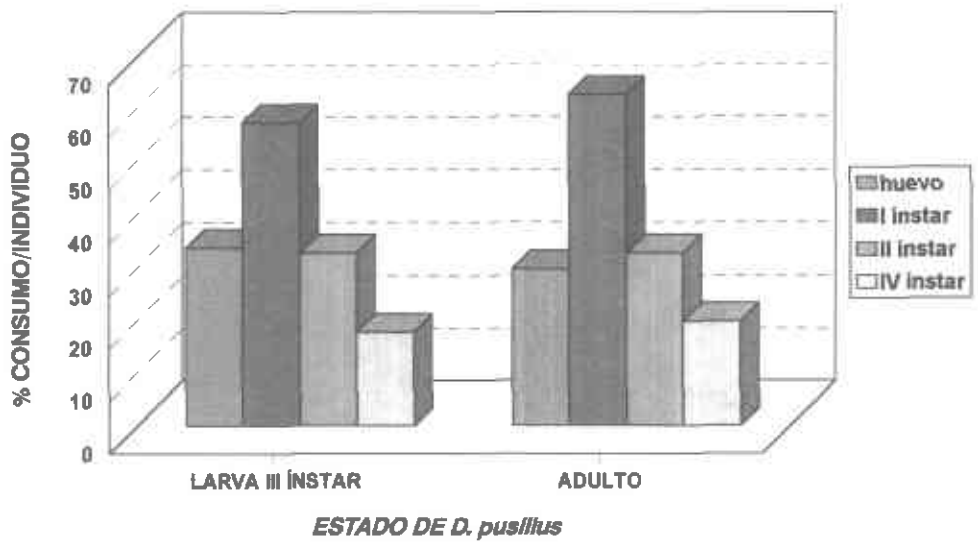

FIGURA 7. Capacidad de consumo de dos estados de *Delphastus pusillus* a las 24 horas de suministradas poblaciones de inmaduros de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*

Conclusiones

El insecto depredador *Delphastus pusillus* (Le Conte) completa su ciclo de vida en 29,2 días en promedio, duración que es similar a la presentada por la mosca blanca de los invernaderos.

El insecto depredador cumple su ciclo de vida pasando por cuatro etapas de desarrollo, de las cuales el estado larval presenta cuatro ínstares.