

Descripción morfológica, efecto de temperatura, efectividad de trampas pegajosas y determinación de huéspedes alternos para la Chinche Harinosa del cactus de Harrisia: Hypogeococcus pungens (Hemíptera: Pseudococcidae)

Por:

Adriana Jiménez López

Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el

Grado de

MAESTRIA EN CIENCIAS

En Protección de Cultivos

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO

RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ

2013

Aprobado por:

Irma Cabrera, M. S.
Miembro, Comité Graduado

Fecha

David Jenkins, Ph. D.
Miembro, Comité Graduado

Fecha

Alejandro Segarra, Ph. D.
Presidente, Comité Graduado

Fecha

Pedro Vásquez, Ph. D.
Representante Estudios Graduados

Fecha

Skip Van Bloem, Ph. D.
Director de Departamento

Fecha

RESUMEN

Este estudio se realizó con el propósito de describir las etapas de desarrollo de la chinche harinosa de los cactus (CHC), el efecto de la temperatura en su ciclo de vida, la capacidad para detectar estados inmaduros ("crawlers") y machos en sus vuelos nupciales utilizando trampas de pega, y obtener una producción masiva del insecto plaga en condiciones de laboratorio utilizando hospederos alternos. Los resultados apuntan a nuevos descubrimientos acerca de la morfología de CHC, como la presencia de poros triloculares en el primer estado, y la ausencia de poros multiloculares. Como era de esperarse, se pudo observar que los estados de CHC se desarrollan más rápidamente a medida que aumenta la temperatura. Encontramos que el número promedio de los machos de CHC encontrados en las trampas medianas amarillas, fue mayor que en todas las otras trampas utilizadas. El desarrollo y los hábitos de alimentación, fueron observados tanto en *Portulaca* sp. como en *Alternanthera* sp, en donde en promedio y a temperatura estable (°F) el ciclo de vida se puede completar en 30 días en *Portulaca*, y 27 días en *Alternanthera*.

ABSTRACT

This study was made to describe the developmental stages of the *Harrisia* cactus mealybug (HCM), the effects of temperature in its life cycle, the ability to detect immature and males (on their nuptial flights) by the use of sticky traps, and to obtain a mass production for insect pest in laboratory conditions using alternate hosts. The results point out new discoveries about the morphology of HCM, like the presence of trilocular pores, and absence of multilocular pores in the first stage of life. As expected, it was observed that stages develop more rapidly as the temperature increases. We found that the number of HCM males is higher in medium yellow traps in comparison to all other traps used. The development and feeding habits were observed in both *Portulaca* sp. and *Alternanthera* sp in where on average and stable temperature (° F) the life cycle can be completed in 30 days in *Portulaca*, and 27 days in *Alternanthera*.

Le dedico este proyecto a esa energía maravillosa que ha creado nuestra existencia.... Esa luz que me ilumina, y me guía. Gracias "Dios".

A mi esposo, Luis Marín, quien me enseñó el sentido de la palabra "amar", y me ha demostrado amor incondicional, por tu comprensión y compañía. Gracias por estar presente en todo momento, y sobre todo, por tu apoyo en muchas de las decisiones más difíciles de mi vida.

A mi niño, Luis Sayid. Te amo con todo mi corazón, eres tu quien me motivo a terminar este capítulo de mi vida que aún estaba sin terminar. Eres mi motivación, inspiración, y todo para mí. Gracias por darle sentido a mi vida...

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi agradecimiento a mi consejero, al Dr. Alejandro Segarra por su apoyo incondicional y colaboración en todo momento. Le doy las gracias por aceptarme como su estudiante graduada. Por ayudarme a crecer profesionalmente, por sus consejos, tiempo y dedicación.

Al Dr. David Jenkins, por aceptar ser miembro de mi comité. Gracias por abrirme las puertas al mundo entomológico, es por usted y su trabajo que sembró en mí el interés, el deseo y motivación de continuar mis estudios graduados en entomología.

A Irma Cabrera, por aceptar ser miembro de mi comité. Por sus valiosas correcciones y el desinteresado aporte que me brindó en el transcurso de la investigación.

A todo el personal del Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, por su desinteresada colaboración, en especial al Prof. Arístides Armstrong, Sra. María Pagán, Sra. Jeannette Morales, Agro. Víctor González y Agro. Luis Collazo.

A Hariette Pérez, por tu amistad, consejos y ayuda incondicional en el proyecto.

A mis queridos compañeros: Dollys Báez, Miriel Otero, Elsie Gonzalez y Emmanuel Velez. Gracias por su gran amistad, por tanto apoyo, por los buenos e inolvidables momentos. Es a ustedes a quien les debo gran parte de mis logros universitarios.

Con mucho cariño, a mi madre, Norma López, quien ha sido un ser ejemplar en mi vida. Le agradezco, desde lo más profundo de mi corazón, su apoyo en todas mis decisiones profesionales. Gracias madre por estar siempre ahí para mí.

A mi hermano Wilhem Jiménez, por su apoyo y su ayuda durante estos últimos años.

A mí querido y especial compañero Luis Marín, por tantos años de compañerismo, por siempre estar presente en toda mi formación profesional y personal. Le doy gracias por su apoyo, comprensión y sobre todo por siempre estar presente tanto en buenos como en malos momentos en estos últimos años de mi vida. Es a ti a quien debo gran parte de la persona que soy hoy en día.

Gracias al Proyecto MS-016, y al departamento de agricultura por financiar esta investigación.

A todas las personas que de una forma a otra aportaron algo en mi vida, e hicieron de mi carrera universitaria una experiencia inolvidable. ¡Gracias!

Tabla de Contenido

RESUMEN.....	ii
ABSTRACT	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
TABLA DE CONTENIDO.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE CUADRADOS.....	xi
JUSTIFICACIÓN	1
OBJETIVOS	5
CAPÍTULO 1: Ciclo de vida y descripción de etapas inmaduras y adultos de la chinche harinosa del cactus de Harrisia: <i>Hypogeococcus pungens</i> Granara de Willink (Hemíptera: Pseudococcidae).....	6
1.1 RESUMEN.....	7
1.2 INTRODUCCIÓN	8
1.3 METODOLOGÍA	16
1.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
1.4.1 Primer estado “Crawler”	25
1.4.2 Segundo estado- hembras y machos	26
1.4.3 Tercer estado – Hembras	28
1.4.4 Tercer estado- Machos	29
1.4.5 Pupa- Macho	30
1.4.6 Hembra adulta	31
1.4.7 Macho adulto	32
CAPÍTULO 2: El efecto de factores ambientales sobre el ciclo de vida de la chinche harinosa de los cactus: <i>Hypogeococcus pungens</i> Granara de Willink (Hemíptera: Pseudococcidae)	43
2.1 RESUMEN.....	44
2.2 INTRODUCCIÓN.....	44
2.3 METODOLOGÍA.....	46
2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
CAPÍTULO 3: Determinación de la eficacia de las trampas pegajosas en el muestreo de la chinche harinosa de los cactus: <i>Hypogeococcus pungens</i> Granara de Willink (Hemíptera: Pseudococcidae).....	53
3.1 RESUMEN.....	54
3.2 INTRODUCCIÓN.....	54
3.3 METODOLOGÍA.....	58
3.3.1 Pruebas de efectividad	58
3.3.2 Fenología reproductiva	60
3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
3.4.1 Pruebas de efectividad	62
3.4.2 Fenología reproductiva	66

CAPÍTULO 4: Determinación de hospederos alternos de la chinche harinosa de los cactus: <i>Hypogeococcus pungens</i> Granara de Willink (Hemíptera: Pseudococcidae)	70
4.1 RESUMEN.....	71
4.2 INTRODUCCIÓN.....	72
4.3 METODOLOGÍA.....	75
4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	76
CONCLUSIONES.....	80
RECOMENDACIONES	82
LITERATURA CITADA	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Agallas de <i>Hypogeococcus pungens</i> en <i>P. royenii</i>	12
Figura 2- Estados de - <i>Hypogeococcus pungens</i>	33
A) Primer estado	33
B) Segundo estado	33
C) Tercer estado- Hembra	33
F) Adulto- hembra y macho	33
E) Cuarto estado- Pupa macho	33
D) Tercer estado- Macho	33
Figura 3- Largos del fémur y la tibia entre distintos estados de machos y hembras de <i>H. pungens</i>	35
(A) Largo del fémur de la pata trasera de los machos entre distintos estados.....	35
(B) Largo del fémur de la pata trasera de las hembras entre distintos estados.....	35
(C) Largo de la tibia de la pata trasera de los machos entre distintos estados	35
(D) Largo de la tibia de la pata trasera de las hembras entre distintos estados.....	35
Figura 4- Primer estado	36
Figura 5- Segundo estado (Hembra y macho).....	37
Figura 6- Tercer estado- Hembra	38
Figura 7- Tercer estado- Macho	39
Figura 8- Cuarto estado (Pupa- Macho)	40
Figura 9- Macho adulto.....	41
Figura 10- Hembra adulta.....	42
Figura 11- Duración (en días) de etapas inmaduras de CHC bajo distintas temperaturas y fotoperiodos.....	50
Figura 12- Trampas pegajosas de diferentes formas y colores colocadas en una zona infectada de la reserva de Cabo Rojo.....	59

Figura 13- Zonas muestreadas en el Bosque Seco de Guánica (puntos rojos).....	61
Figura 14- Zonas muestreadas en Cabo Rojo (puntos rojos)	61
Figura 15- Número de adultos por diferentes trampas o tratamiento.....	65
Figura 16- Número de “crawlers” por diferentes trampas o tratamiento	65
Figura 17- Totalidad de machos por fecha y localidad en 2009-2010	67
Figura 18- Totalidad de “crawlers” por fecha y localidad en 2009-2010	67
Figura 19- Tiempo entre cambio de estados en <i>Alternanthera</i> sp. y <i>Portulaca</i> sp.....	77

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Comparación morfológica entre estados femeninos de <i>H. pungens</i>	20
Cuadro 2. Comparación morfológica entre estados masculinos de <i>H. pungens</i>	20
Cuadro 3. Largo y rangos de las patas traseras en estados diferentes en Hembras de <i>H. pungens</i>	22
Cuadro 4. Largo y rangos de las patas traseras en estados diferentes	22
Cuadro 5. Aplicación de prueba T ($p < 0.05$) para determinar diferencias significativas entre medidas del largo de la Tibia en diferentes estados de <i>H. pungens</i> ..	34
Cuadro 6. Aplicación de prueba T ($p < 0.05$) para determinar diferencias significativas entre medidas del largo del Fémur en diferentes estados de <i>H. Pungens</i> .	34
Cuadro 7. Promedio de días \pm SE de diferentes estados en el ciclo de vida de <i>H. pungens</i> expuestos a diferentes temperaturas y fotoperiodos	49
Cuadro 8. Prueba de Kruskal Wallis para determinar diferencias significativas en tratamientos para adultos y “crawlers”.	63
Cuadro 9. Especies en el género <i>Hypogeococcus</i> , y familias de huéspedes (Miller, 1983)	73

JUSTIFICACIÓN

Desde la introducción de *Hypogeococcus pungens* Granara de Willink (Hemíptera: Pseudococcidae) en los bosques secos de Puerto Rico, se han observado grandes mortandades en las poblaciones de cactus columnares. Llamada comúnmente como la chinche harinosa del cactus (CHC), se le considera como una plaga invasiva severa, capaz de producir cambios ecológicos significativos en la flora y la fauna de los frágiles bosques secos (Segarra-Carmona et al., 2009).

En Puerto Rico, las especies de cactus columnares juegan un rol ecológico importante en los bosques secos tropicales, y el daño de las CHC limita severamente su crecimiento (Zimmermann et al., 2010). En Puerto Rico hay 13 especies nativas de cactus y 3 endémicas, de las cuales 2 están en peligro de extinción. La presencia de esta chinche harinosa en Puerto Rico amenaza estas especies columnares endémicas y en peligro de extinción, como los cactus *Harrisia portoricensis* Britton y *Leptocereus grantianus* Britton (Segarra-Carmona, com. pers. Noviembre 2008).

Además de su efecto contra las poblaciones de cactus, otros organismos también se ven afectados por la presencia de esta nueva plaga invasora en Puerto Rico. Por ejemplo, se ha documentado que la mayoría de los cactus columnares tienen frutas suculentas que estimulan la dispersión de sus semillas por algunas especies de vertebrados (Soriano et al., 1999). Así, la variedad de cactus co-

columnares presentes en los ecosistemas semiáridos producen grandes cantidades de frutas que son una fuente de suministro de importancia para una gran diversidad de animales (González y Quintana, 1986; Wendelken y Martin, 1988; León y Domínguez, 1991; Valiente-Banuet et al., 1995; Soriano et al., 1999, Godínez-Álvarez et al., 2002). Ejemplos tales como la mariquita de Puerto Rico, *Agelaius xanthomus* (Sclater), y los polinizadores tales como murciélagos, alevillas y otros que dependen de la abundante reproducción de estos cactus para su alimentación y supervivencia. En efecto, los frutos de cactus columnares presentes en Puerto Rico y las Islas de Mona, Desecheo y Caja de Muertos, como *Pilosocereus royenii* (L.) Byles & G.D.Rowley (conocido como el cactus de Royen), y *Harrisia portoricensis* Britton son de gran preferencia para la mariquita de Puerto Rico (U.S. Fish and Wildlife Service, 1990).

Al presente, CHC amenaza la existencia de estas especies endémicas. Desde su descubrimiento en el bosque seco de Guánica en el 2005, se ha observado una rápida diseminación de CHC en la zona de los bosques secos de la Isla de Puerto Rico. Segarra-Carmona et al., (2009), informan que cerca de 1,500 km², o sea todo el sur de la Isla de Puerto Rico tiene infestaciones de este pseudococcido. A excepción de Barbados y la Isla de Santo Tomás, ningún daño ha sido reportado en otras Islas del Caribe. Aun así estudios intensivos podrían revelar su presencia e infestaciones en otras Islas. Su introducción en las Islas de Mona y Culebra pudiesen resultar ecológicamente significativas, en la exis-

tencia de poblaciones de cactus en peligro de extinción presentes en las mismas (Segarra-Carmona et al., 2009).

Sin embargo, el impacto de CHC no se limita a su daño ecológico. Las reservas naturales del bosque seco son también de gran importancia por interés económico y eco-turístico. De esta forma, la pérdida de los cactus en bosques secos de Puerto Rico pudiese afectar elementos esenciales de la flora que los caracteriza, y así disminuir su atractivo. Es significativo que, en 1981, el Bosque Estatal de Guánica fue declarado Reserva de la Biosfera por la UNESCO, siendo solo una de las cuatro existentes en el Caribe. Por lo tanto, sus pérdidas estéticas y biológicas pudiesen afectar negativamente el interés de personas de alrededor del mundo en visitar nuestra Isla y estudiar sus riquezas naturales.

Dada la extensión territorial de la invasión de CHC en Puerto Rico, y a la sensibilidad ecológica de las áreas afectadas, existen pocas opciones para el manejo efectivo de sus poblaciones. En el 2008, varias agencias estatales y federales llegaron a un consenso de que la principal opción para manejar la plaga y limitar su impacto negativo sería el uso de control biológico clásico. Esta tradicional técnica se caracteriza por la introducción de enemigos naturales de otros países para el control de plagas como la CHC. Sin embargo, el uso efectivo de esta técnica requiere de conocimientos básicos sobre la biología, ciclo de vida y monitoreo efectivo de la plaga que deseamos afectar.

Desafortunadamente, el conocimiento sobre la biología de CHC es bastante limitada. Por ejemplo, se conoce de profundos efectos causados por la temperatura

y por el fotoperiodo sobre la reproducción y sobrevivencia en otros pseudocóccidos, pero no así en CHC. Desconocemos también su efecto sobre los ciclos reproductivos de la plaga y no poseemos métodos efectivos para estimar la severidad de las poblaciones de CHC por carecer de métodos eficientes de muestreo que puedan indicar su densidad poblacional.

Esta investigación tiene como objetivo mejorar el conocimiento actual de CHC mediante la determinación de su ciclo de vida, mediante la descripción de las principales características morfológicas presentes en todas las etapas inmaduras. Además, se pretende ilustrar el efecto de la temperatura y del fotoperiodo, así como de sus huéspedes alternos, en el desarrollo y la reproducción del CHC. Esta información nos ayudará a determinar su adaptación a diferentes condiciones climáticas y ecológicas de la zona de bosque seco en Puerto Rico, para así poder predecir la probabilidad de brotes de sus poblaciones. Por último, deseo demostrar la efectividad de las trampas pegajosas para estimar el nivel poblacional de CHC, para el uso más eficiente de control biológico clásico.

OBJETIVOS

Como meta, esta investigación persigue la búsqueda de información biológica fundamental para establecer un programa de manejo integrado de CHC, enfatizando la técnica del control biológico. Por lo tanto sus objetivos son los siguientes:

1. Describir la morfología de las etapas inmaduras de *H. pungen*s.
2. Determinar el efecto de algunos factores ambientales sobre el ciclo de vida de CHC.
3. Determinar efectividad de trampas pegajosas para el muestreo de CHC.
4. Determinar la gama de huéspedes alternos de CHC y su efecto sobre su desarrollo

A continuación presento los resultados de mi investigación en forma de capítulos, independientes en contenido, pero relacionados entre sí por la naturaleza de los objetivos.

**CAPÍTULO 1: CICLO DE VIDA Y DESCRIPCIÓN DE ETAPAS IN-
MADURAS Y ADULTOS DE LA CHINCHE HARINOSA DEL CAC-
TUS DE HARRISIA: *HYPOGEOCOCCUS PUNGENS* Granara de
Willink (Hemíptera: Pseudococcidae)**

1.1 RESUMEN

Hypogeococcus pungens Granara de Willink, conocida comúnmente como la chinche harinosa del cactus de *Harrisia*, es una plaga invasiva importante de cactus columnares. La introducción accidental de esta chinche harinosa en áreas donde los cactus columnares son endémicos, como en Puerto Rico, ha resultado en la destrucción masiva de la población de estos cactus, y ha ocasionado gran daño ecológico a los ecosistemas de los bosques secos (Segarra-Carmona et al., 2009). Como en el caso de otros pseudocóccidos plaga, el conocimiento adecuado de sus ciclo de vida es muy importante para predecir su desarrollo, distribución y abundancia para un mejor manejo de poblaciones. Desafortunadamente, estos parámetros se desconocen en *H. pungens*.

En esta investigación se presenta una descripción precisa de las etapas de desarrollo de *H. pungens* mediante el uso de múltiples características. Los resultados apuntan a nuevos descubrimientos acerca de la morfología de *H. pungens*, como la presencia de poros triloculares en el primer estado, y la ausencia de poros multiloculares.

1.2 INTRODUCCIÓN

Hypogeococcus pungens conocida comúnmente como la chinche harinosa del cactus de Harrisia (CHC), es nativo de Argentina, Chile, Brasil y Perú. Esta chinche fue coleccionada por primera vez en Argentina en 1972 en el cactus *Eriocereus martinii* Laboure, que es conocido comúnmente como el cactus de Harrisia (McFadyen, 1979).

Sinonimia

CHC fue descrito originalmente como *Pedronia festeriana* por Lizer y Trelles, y luego identificado equivocadamente como *Hypogeococcus festerianus* Lizer y Trelles (McFadyen, 1979). Más adelante, la especie fue descrito formalmente por Granara de Willink en 1981 con su epíteto específico de *pungens*. Aunque ambas especies pueden ser encontradas en cactus, su gama de hospederos es diferente en ambas especies (Hodges y Hodges, 2009), donde la chinche *H. festerianus* es específica para especies de la familia Cactaceae (Pérez, et al., 2006), mientras que *H. pungens* puede atacar otras familias como Amaranthaceae y Portulacaceae.

Debido a dicha identificación errónea, *H. pungens* fue introducido en Australia creyendo que se trataba de *H. festerianus* para que sirviera como agente de control biológico para cactus invasivos. Así, *H. pungens* fue introducido a África del Sur y en Australia durante los años 1970-1980 como agente de control biológico de cactus de la tribu Cereeae y Trichocereae (Pérez et al., 2006). En

Australia se introdujo para controlar especies como *Eriocereus martinii* Labouret, *E. tortuosus* (J.Forbes ex Otto & A. Dietr.) Riccob, y *Acanthocereus pentago* Britt y Rose (Hodges y Hodges, 2009). En África del Sur se introdujo para controlar *E. martinii* (Moran y Zimmerman, 1991). Estos autores, consideraban que CHC era el mejor agente de control biológico para especies de cactus que dependen de las semillas para la reproducción.

Distribución de *Hypogeococcus Pungens*

Al presente, CHC se ha informado en Australia, América del Sur, Europa, América del Norte y en el Caribe. En Estados Unidos se ha reportado en Florida y en Hawaii (Hodges y Hodges, 2009) y recientemente en Beverly Hills, California (Zimmermann et al., 2010).

No fue hasta mediados del año 2005 que el daño de CHC fue observado en Puerto Rico por varios oficiales de la reserva del Bosque Seco de Guánica (Zimmermann et al., 2010). Para el 2008, el Departamento de Agricultura identificó la presencia de este chinche harinoso afectando cinco especies diferentes de cactus columnares presentes en el bosque seco de Guánica. Esta infestación se ha extendido a lo largo de la costa sur de Puerto Rico, desde Cabo Rojo a Yabucoa (U.S. Fish and Wildlife Service, 2010).

Biología, ciclo de vida y morfología de *Hypogeococcus pungens*

Se conoce muy poco sobre el ciclo de vida de CHC y sobre la morfología de sus etapas inmaduras. Según McFadyen (1979), se conocen de tres instares de ninfas en las hembras y cuatro en los machos. Como en todos los pseudocóccidos, las hembras adultas son ápteras y sésiles, a diferencia de los machos los cuales son alados y tienen capacidad de dispersión. En CHC no ocurre partenogénesis aunque algunas hembras sin fertilizar pueden poner varios huevos que no se desarrollan. La cópula y la fertilización ocurren rápidamente luego de la última muda, y la hembra puede ovipositar luego de un periodo de pocos días, depositando entre dos a cuatro huevos al día por alrededor de 35 días. Curiosamente las ninfas eclosionan minutos luego de la oviposición aparentando ser un ejemplo falso de larviposición (McFadyen, 1979).

Existen diferencias sexuales en su desarrollo. Por ejemplo, al finalizar el segundo instar, el macho ya se diferencia de la hembra, y se mueve a áreas más expuestas de la planta en donde comienza a prepararse para pupar. La hembra usualmente se mantiene en el mismo sitio por toda su vida (McFadyen, 1979). Los machos adultos, tienen una vida corta, por lo que tienen poco tiempo para encontrar hembras y aparearse (Ramos y Serna, 2004).

Como con otros pseudocóccidos, conocer el ciclo de vida de CHC es muy importante para predecir su desarrollo, distribución y abundancia, permitiendo así información conducente a un buen manejo de sus poblaciones. Varios factores parecen ser importantes en el desarrollo de los pseudocóccidos. Por ejemplo,

en especies polífagas de chinches harinosas, el ciclo de vida puede variar según la planta de la cual se alimenta. En *Rastrococcus invadens* Williams, se observa que sus periodos de pre-ovoposición, y producción de progenie variaban en diferentes variedades de *Mangifera indica* L., al ser comparados con otros de sus hospederos (Boavida y Neuenschwander, 1995). De acuerdo con estos autores esto se debe a que las plantas de diferentes especies proveen diferentes cualidades nutricionales, y están constituidas por diferentes químicos, los cuales pueden afectar el desarrollo, la reproducción y la sobrevivencia del insecto (Harris, 1990).

Yang y Sadof (1995) demostraron que el nivel de mortalidad de *Planococcus citri* (Riso) en *Coleus blumei* Bentham era mayor en plantas de color verde, en comparación con plantas de colores amarillas y rojas. Por otra parte, la fecundidad era más rápida y mayor en plantas de color rojo.

En la familia Pseudococcidae, al primer estado de ninfa se le conoce como rastreadores o como "crawlers". Típicamente, éstos pasan de 1 a 2 días caminando por la planta buscando áreas primarias para alimentación. Esta es también la etapa principal de dispersión, ya que probablemente son capaces de dejarse llevar por las corrientes de viento y así llegar a nuevos hospederos. Durante su desarrollo, las chinches harinosas se establecen sobre su hospedero tan pronto encuentran una zona densa de tricomas, o fisuras lo suficientemente grandes para acomodarse. Los estados más jóvenes son los primeros en encontrar un sitio más protegido para posarse. Una vez encontrada un área apropiada para

posarse, los inmaduros se detienen e introducen sus partes bucales en el tejido de la planta para comenzar a alimentarse. Luego de esto, la mayoría pasa el resto de su vida en ese mismo sitio, y a la vez van creando la cubierta de cera mientras se alimentan (Rebek y Schnelle, 2009).

Otra característica de estos insectos es que sus cuerpos están cubiertos de una capa cerosa, y que les da su nombre en inglés de “mealybugs”. Se ha especulado que la función de la capa cerosa producida por las chinches harinosas se relaciona con la eliminación de material en exceso que se obtiene al momento de alimentarse (Pollister, 1937), también puede evitar la desecación de su cuerpo, o evitar que los huevos se peguen unos a otros (Hamon et al., 1975).



Figura 1. Agallas de *Hypogeococcus pungens* en *P. royenii*.
(Foto: A.Segarra, 2008)

Morfología de Pseudococcidae

En los pseudocócidos, las hembras adultas se reconocen por la presencia de estructuras morfológicas tales como: poros triloculares, ostiolos, cerarios, círculos, garras basales y ductos tubulares, entre otras características (Hardy et al., 2008). Los ostiolos son unas estructuras dorsales presentes en pseudocócidos, desde donde se producen gotas de fluidos, y se especula que tienen una función defensiva en contra sus enemigos naturales (Cox, 1987). Estas gotas se endurecen al ser expuestas al aire, y ensucian el aparato bucal de los depredadores. La presencia de poros triloculares es otra característica común de pseudocócidos, y se pueden observar bajo el microscopio en forma de pequeños triángulos. Por lo general miden cerca de 3.0 micras. Los poros multiloculares son otras de las estructuras presentes en más abundancia en especies ovíparas como CHC, y miden aproximadamente 5.5 micras de diámetro (Cox y Pearce, 1983). Los conductos tubulares son estructuras que están presentes en más abundancia en etapas adultas de hembras de las chinches harinosas, particularmente en el área ventral del abdomen. Finalmente, los cerarios típicamente consisten de cortas setas cónicas rodeadas de poros, y están posicionados alrededor del perímetro de su cuerpo (Cox y Pearce, 1983).

El aparato bucal de las hembras consiste de 2 estiletes situados debajo de la cabeza, que facilitan la perforación del tejido vivo, y un labio como cubierta protectora (Ramos y Serna, 2004). Se ha observado que muchas especies de la familia Pseudococcidae prefieren alimentarse de plantas suculentas, pero tam-

bién de varias malezas herbáceas, y plantas ornamentales (Hodges y Hodges, 2009). Esto no aplica a los machos adultos de la familia Pseudococcidae, ya que usualmente tienen la boca atrofiada o no tienen partes bucales, lo que hace que su ciclo de vida sea bastante corto (Ramos y Serna, 2004).

Las hembras adultas de la familia Pseudococcidae son bien similares a hembras adultas de las familias Putoidae y Phenacoleachiidae (Hardy et al., 2008). Algunas sutiles diferencias morfológicas permiten diferenciar entre estas familias. Una diferencia encontrada entre la familia Pseudococcidae y Putoidae es que estos últimos tienen un par de dentículos basales en las garras, algo que los pseudocócidos no poseen (Hardy et al., 2008).

Para poder diferenciar entre especies de chinches harinosas, las cuales tienen muchas características en común, es muy importante diferenciarlos entre diferentes estados, y entre machos y hembras. Para lograr esto, una descripción morfológica detallada es la técnica más utilizada, ya que permite diferenciar de manera visual a diferentes especies con muchas cualidades en común. Por ejemplo, para diferenciar entre diferentes estados de hembras de *Sacharicoccus sacchari* (Cockerell) (Hemíptera: Pseudococcidae), Rae (1993) se basó en la observación del largo del cuerpo, el largo de la tibia y del fémur de patas traseras y anteriores, el número de segmentos antenales y el grado de diferenciación en los lóbulos anales.

Entre los pseudocócidos, el género *Hypogeococcus* Rao se distingue porque la hembra adulta posee 7 segmentos antenales, mide aproximadamente de 2 a 3

mm, y su cuerpo es de forma entre redondo y ovalado (Hamon, 1984). Aunque se conoce bastante bien la morfología de las hembras adultas, poco se sabe sobre la de sus etapas inmaduras. Se sabe que los fluidos corporales de *H. pungens* son rojos, y pueden producir gran cantidad de seda (Hodges y Hodges, 2008). Su cuerpo es rosado, lo cual ha causado en varias ocasiones una confusión entre otras especies de chinches harinosas como *Maconellicoccus hirsutus* Green. CHC se diferencia de esta última por la ausencia en la hembra adulta de poros triloculares, y por la presencia de 3 círculos en su abdomen (Ramos y Serna, 2004). Se piensa que esos círculos, localizados en la parte ventral de la chinche harinosa, tiene función adhesiva para el insecto (Hodges y Hodges, 2009). En sus patas traseras la hembra adulta de CHC tiene poros translucientes bastante definidos, y localizados en la mitad externa de cada coxa, y 2 grupos pequeños en el borde distal exterior de la tibia (Hamon, 1984). En el abdomen se puede apreciar poros de discos multiloculares en filas, tanto simples como dobles, en los segmentos anteriores y posteriores. El anillo anal es bastante ancho, con tres filas de poros, y sus lóbulos anales están pobremente desarrollados (Hamon, 1984).

Otras investigaciones descriptivas han demostrado que otros pseudocóccidos, incluyendo *Maconellicoccus hirsutus* Green y *Nipaecoccus viridis* Newstead tienen conductos tubulares orales de collar como los de *Hypogeococcus pungens*. Estos conductos se asocian con la presencia de las fibras de cera que producen con el fin crear el “capullo de pupa” que cubre su cuerpo (Ghosh y Ghose, 1989).

1.3 METODOLOGÍA

Coleccionamos CHC de pedazos de tallos de aproximadamente 30 cm de largo, de la especie *Pilosocereus royenii* (Cactaceae) que fueron recolectados en el bosque seco de Guánica. Estos fueron trasladados en contenedores de plástico sellados al laboratorio de Control Biológico y Cuarentena- Francisco Sein localizado frente a la finca Alzamora de el Recinto Universitario de Mayagüez, Puerto Rico.

Los primeros estados recién nacidos fueron recolectados de los contenedores, y fueron colocados en los meristemas de su hospedero alterno *Alternanthera bettzickiana* Regel (Amaranthaceae). Previamente estos cortes fueron establecidos de segmentos de tallo de cerca de 10 a 12 cm, y a los que se les permitió su enraizamiento durante 7 días. Las plantas enraizadas fueron sembradas en tiestos de 15 cm de diámetro, con soporte DX PRO-MIX®, y fueron fertilizadas con 20-20-20 foliar, una vez por semana. Estas plantas fueron colocadas en cajas de plástico plegables con una tela fina BugDorm-2 60x60x60cm (BioQuip, Inc., Rancho Dominguez, California).

Las ninfas fueron examinadas diariamente para detectar la presencia de mudas. Para la montura de examinación, los especímenes de diferentes estados fueron recolectados en agua destilada, en donde los contenidos del cuerpo le fueron removidos. Una vez seleccionados para el montaje, las muestras se ubicaron en

viales, con hidróxido de potasio (KOH) al 10% para comenzar su maceración. Para acelerar la maceración, los viales se colocaron en agua, y fueron calentados en un plato caliente durante varios minutos. El procedimiento utilizado es el método utilizado por Williams y Granara de Willink (1992), en donde envuelve la deshidratación en alcohol etílico al 70% y 95%, tinción con tinte diluido “double stain” (BioQuip, Inc., Rancho Domínguez, CA), aceite de clavo para su aclaración, y finalmente en laminillas montadas en bálsamo de Canadá.

Una vez montados se procedió al examen y descripción de cada estado inmaduro. Varias características fueron examinadas, entre ellas: la presencia o ausencia de poros, setas y conductos, y el largo de las setas. Las medidas se realizaron usando un micrómetro de escala ocular integrada en un microscopio compuesto, Olympus CX 41. Se midió el largo de las patas, de la coxa, del trocánter, del fémur y de la tibia de toda la pata trasera. Además se contó el número de segmentos y el largo de las antenas de cada espécimen. El largo del cuerpo se midió sobre la superficie media-dorsal, y el ancho del cuerpo se midió al nivel de las patas mesotorácicas. Para llevar a cabo la medición de los inmaduros y adultos de CHC, se tomaron las medidas de distintos segmentos de las patas en 15 especímenes de cada estado (n=15).

Las tasas de cambio entre las medidas del primer y del segundo estado, del segundo al tercer estado, y del tercer estado a los adultos fueron tomadas para las hembras. Similarmente se hizo para los machos, excepto para la tasas de cambio entre el primer y el segundo estado ya que no fue posible diferenciar machos

de hembras. Igualmente se establecieron tasas entre el tercer y el cuarto estado, y del cuarto estado al adulto alado en los machos. En este estudio se usó una constante calculada a partir del primer estado. Para explicar la razón de crecimiento de *H. pungens* se usó la regla de Dyar, que ha sido utilizada en varias investigaciones para explicar las tasas de crecimiento entre estados de una misma especie. Se utilizaron las medidas de las patas (i.e., coxa, trocánter, fémur y tibia) para aplicar la regla. La siguiente fórmula se utiliza para determinar la regla Dyar o factor de progresión:

$$\text{Log } P = \log Y - \log K / n,$$

En donde Y es la longitud de cualquier estructura medida después de n mudas, K es la constante, o la longitud de cualquier estructura como el primer estado, y n es el número de estados.

Con el uso de InfoStat estudiantil se realizó una prueba T ($p < 0.05$) para muestras independientes. Esta prueba fue realizada para poder determinar diferencias significativas entre las medidas del largo de la tibia y del fémur en diferentes estados hembras de *H. pungens*.

1.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al igual que en otros pseudocóccidos, en *H. pungens* no existen diferencias aparentes entre machos y hembras de un primer estado usando los caracteres escogidos. Esta observación concuerda con varios estudios, en donde no se documenta diferencia alguna entre los sexos hasta luego de los segundos estados. Por ejemplo, Walton et al., (2004) estudió las etapas de desarrollo de *Planococcus ficus*, y encontró que la diferenciación entre sexos ocurría luego de el tercer estado, y no en el segundo estado. Chong, J-H et al., (2003), tampoco encontró dimorfismo sexual en estados jóvenes de *Phenacoccus madeirensis*. Por otro lado, algunos segundos estados de otras especies de pseudocóccidos tienen diferentes características que ayudan a diferenciarlos entre sexo. Por ejemplo, segundos estados machos de *Dysmicoccus vaccinii* tienen conductos tubulares “orales de collar”, partes bucales, y no tienen vulva (Miller y Polavarapu, 1997).

En general, se encontraron diferencias entre machos y hembras a partir del segundo estado, haciéndose más marcadas según avanzaba el estado de desarrollo. Los cuadros 1 (hembras) y 2 (machos) comparan las características morfológicas más relevantes encontradas para las etapas inmaduras de *H. pungens*.

Cuadro 1. Comparación morfológica entre estados femeninos de *H. pungens*. (Media± SE μm), n = 10.

Hembras de <i>H. pungens</i>	Poros Triloculares	Poros Multiloculares	Conductos Tubulares Orales de Collar	Segmentos Antenales	Largo Antenal n=10	Número de Círculos Abdominales
Primer Estado	Presente	Ausente	Ausente	6	122.3 ± 9.3 μm	1
Segundo Estado	Ausente	Presente	Presente	6	140.1 ± 22.0 μm	1
Tercer Estado	Ausente	Presente	Presente	6 (Algunas aparentan tener 7)	147.8 ± 14.9 μm	2
Hembra Adulta	Ausente	Presente	Presente	7	170 ± 9.7 μm	3

Cuadro 2. Comparación morfológica entre estados masculinos de *H. pungens* (media± SE μm)

Machos de <i>H. pungens</i>	Poros Triloculares	Poros Multiloculares	Conductos Tubulares Orales de Collar	Segmentos Antenales	Largo Antena l n=10	Número de Círculos Abdominales
Primer Estado	Presente	Ausente	Ausente	6	122.3 ± 9.3 μm	1
Segundo Estado	Ausente	Presente	Presente	6	140.1 ± 22.0 μm	1
Tercer Estado	Ausente	Presente	Presente	Desconocido	204.0 ± 23.3 μm	Ausente
Cuarto Estado (Pupa)	Ausente	Presente	Presente	10	322 ± 33.6 μm	Ausente
Macho Adulto	Ausente	Presente	Presente	10	545 ± 9.3 μm	Ausente

En los especímenes examinados en este estudio se observa que los primeros y segundos estados de ambos sexos poseen un solo círculo en el abdomen. Las hembras de segundos estados tienen dos círculos presentes, y adultos tienen tres. Esta última característica separa *H. pungens* de otras especies del género (Hodges y Hodges 2009).

Se observa también que las antenas de primeros y segundos estados sólo tienen 6 segmentos. Similarmente, la mayor parte de las hembras de tercer estado también tienen 6 segmentos antenales, aunque algunas tienen 7 segmentos, que es la misma cantidad presente en las hembras adultas. No fue posible determinar el número de segmentos antenales en el tercer estado de los machos, ya que es difícil diferenciar entre los segmentos presentes. Tanto el cuarto estado del macho (llamado informalmente “pupas”) como los machos adultos tienen 10 segmentos antenales.

Los cuadros 3 (hembras) y 4 (machos), resumen las medidas de longitud de los segmentos de las patas traseras en *H. pungens* por estado. Como es de esperar, se puede observar un aumento de tamaño a medida que pasa de un estado a otro. Esto se observa tanto en hembras como en machos. También podemos observar una diferencia en tamaño entre el fémur y la tibia de machos y hembras en su estado adulto, en donde las medidas de los machos es más larga que las medidas de las hembras. Esto podría estar relacionado con la necesidad del macho de tener mejores estructuras de locomoción para poder tener alta capacidad de búsqueda de hembras.

Cuadro 3. Largo y rangos de segmentos de las patas traseras en estados diferentes en hembras de *H. pungens* (Media \pm SE μm , n=15). Rango entre paréntesis.

Nota: Datos para primero y segundos estados parecen ser idénticos para hembras y machos.

ESTADO	COXA	TROCANTER	FÉMUR	TIBIA
Primer Estado	24.6 \pm 2.4 μm (20-28 μm)	29.1 \pm 2.7 μm (27.5-30 μm)	56.6 \pm 4.9 μm (51-67.5 μm)	48.4 \pm 5.6 μm (41-62.5 μm)
Segundo Estado	27.7 \pm 3.9 μm (22-38 μm)	33.1 \pm 3.7 μm (28-40 μm)	63.3 \pm 5.1 μm (52.5-71 μm)	55.3 \pm 5.8 μm (42.5-65 μm)
Tercer Estado	31.7 \pm 6.3 μm (25-45 μm)	36.3 \pm 4.5 μm (30-42 μm)	67.3 \pm 4.6 μm (60-75 μm)	57.3 \pm 4.7 μm (50-65 μm)
Adulto	41.1 \pm 5.5 μm (32.5- 47.5 μm)	45.0 \pm 5.2 μm (37.5-50 μm)	81.6 \pm 11.6 μm (62.5-95 μm)	68.2 \pm 9.2 μm (57.5-87.5 μm)

Cuadro 4. Largo y rangos de segmentos de las patas traseras en estados diferentes en machos de *H. pungens* (Media \pm SE μm , n=15). Rango entre paréntesis.

ESTADO	COXA	TROCANTER	FÉMUR	TIBIA
Tercer Estado	35.0 \pm 3.5 μm (20-28 μm)	40.0 \pm 1.8 μm (27.5-30 μm)	69.5 \pm 4.5 μm (51-67.5 μm)	61.0 \pm 5.8 μm (41-62.5 μm)
Cuarto Estado (Pupa)	46.0 \pm 4.0 μm (22-38 μm)	48.4 \pm 5.5 μm (28-40 μm)	83.6 \pm 5.8 μm (52.5-71 μm)	90.6 \pm 11.0 μm (42.5-65 μm)
Adulto	50.8 \pm 4.8 μm (32.5- 47.5 μm)	49.0 \pm 10.0 μm (37.5-50 μm)	116.1 \pm 9.0 μm (62.5-95 μm)	154.4 \pm 5.0 μm (57.5- 87.5 μm)

Por otra parte, se utilizó la "Regla de Dyar" para poder explicar cómo la mayoría de las estructuras del cuerpo del insecto aumentan de tamaño con una razón constante en relación con esa estructura. Dyar (1890) estudió el número de mudas en 39 individuos de 28 especies de lepidóptera, y pronosticó matemáticamente el número de instares larvales, los cuales fueron comparados con el número de instares reales. De aquí surgió la conclusión de que la regla de Dyar parte de la premisa de que un área esclerotizada del cuerpo de un insecto, permanece constante en un mismo estado, con una progresión geométrica normal entre mudas. El valor de medición más común es de 1.4 unidades entre mudas, y es el más común utilizado en los artrópodos.

La constante utilizada en los datos que aquí se presentan fue tomada del fémur y la tibia del primer estado. Esta constante fue calculada utilizando la fórmula de la Regla de Dyar para determinar constantes: $\log (K / n)$, y la misma fue de 0.44 para el fémur, y 0.42 para la tibia. Esta constante se utiliza para calcular los valores de otros insectos. En las hembras, se puede observar que las medidas del fémur y la tibia del primero a segundo estado 1.36 y 1.32 respectivamente, segundo al tercer estado 1.39 y 1.34 respectivamente, y del tercer al estado adulto 1.47 y 1.41 respectivamente, están muy cerca del valor, de 1.4 y el cual es común en el crecimiento de los insectos. En los machos, el fémur del segundo al tercero (1.40) y tercero a cuarto (1.48), se queda en el mismo rango de esperado de 1.4. Otros valores para los machos de cuarto instar a adultos fueron

1.36 para la coxa, 1.32 para el trocánter, 1.63 el fémur, y 1.77 para la tibia, y los que están un poco más alejados del valor esperado de 1.4.

Así se demuestra, que la regla de Dyar podría ser eficiente para explicar el radio de crecimiento de hembras de *H. pungenis*. Esto se debe a su constante radio de crecimiento relativo a la estructura medida de 1.4 y que se asemeja al de muchos otros insectos.

En la prueba estadística T ($p < 0.05$) realizada para poder determinar diferencias significativas entre las medidas del largo de la tibia y del fémur en diferentes estados hembras de *H. pungenis*, se observa que, según los valores obtenidos, no existe diferencia significativa entre el largo del fémur y la tibia entre hembras de el segundo y tercer instar. Sin embargo, si hay diferencia significativa entre los: I-II, I-III, I-IV, II-IV y III-IV instares, tanto en el largo del fémur como en la tibia (Cuadros 6 y 7).

Descripciones por estado

La contribución principal de este capítulo es la descripción detallada de cada estado de *H. pungenis*. Como se ilustra a continuación estas descripciones permitirán su uso en importantes situaciones del manejo de poblaciones, como lo es el describir con más certeza el estado de desarrollo de una colonia, y para determinar los estados preferidos por agentes de control biológico. A continuación, se describe más detalladamente las características morfológicas de distintos estados de *H. pungenis*.

1.4.1 Primer estado- “Crawler” (Ambos Sexos) (Figura 2A y 4)

Al momento de la eclosión, los primeros estados pueden ser diferenciados por su color rosa brillante y por su pequeño tamaño. Más tarde, cuando comienzan a alimentarse se tornan a un color rosa más pálido. Después de 2-3 días, el cuerpo comienza a secretar cera, parecida a una secreción harinosa, que eventualmente cubre todo su cuerpo. En general la forma de su cuerpo es alargada a ovalada, y en promedio mide $448.9 \pm 61.7 \mu\text{m}$ de largo y $275.8 \pm 63.4 \mu\text{m}$ de ancho.

Se observan fácilmente líneas longitudinales (4-5) de poros triloculares que están presentes a ambos lados del dorso. La presencia de estos poros triloculares no había sido reportada sobre esta especie y constituye un nuevo hallazgo. Estos poros triloculares desaparecen completamente del segundo estado en adelante, y es quizás por esto que varios autores no se habían percatado de su existencia (e.g., Hodges y Hodges, 2009). El primer estado también carece de poros multiloculares y de conductos tubulares orales de collar. También están presentes en este estado setas filamentosas y setas cónicas alrededor de todo el cuerpo.

Cabeza. Las antenas tienen una longitud promedio de $122.3 \pm 9.2 \mu\text{m}$, y tanto los machos como las hembras tienen seis segmentos antenales. Los segmentos antenales, o flagelos, varían en tamaño. En este último segmento se pueden observar presencia de varias setas filamentosas más alargadas en comparación con las setas presentes en el resto de la antena. El aparato bucal parece com-

pletamente funcional, con dos pares de estiletes presentes y una cubierta conformada por el labio.

Tórax. Las patas traseras son las más alargadas (Cuadro 3). Esto quizás nos indica su importancia para la locomoción en este estado en comparación con los otros. Se observa que el fémur es el segmento más alargado, seguido por la tibia. Este estado carece de espiráculos.

Abdomen. Solo se observa un círculo abdominal localizado ventralmente entre los primeros segmentos del abdomen. La longitud promedio del anillo anal es de $14.8 \pm 5.3 \mu\text{m}$. Se observa además la presencia de cerario anal con pelos cónicos. Esta etapa carece de setas filamentosas. No se detectó ninguna diferencia morfológica para distinguir entre machos y hembras en el primer estado.

1.4.2 Segundo estado- (Ambos sexos) (Figura 2B y 5)

Los segundos estados se caracterizan porque su cuerpo es de color rosa pálido, y están completamente cubiertos con secreciones harinosas. Su forma corporal es ovalada y alargada, con una longitud promedio de $605.5 \pm 49.3 \mu\text{m}$ y $385.0 \pm 47.3 \mu\text{m}$ de ancho. Los poros triloculares desaparecen en este estado, y se comienzan a observar la presencia de poros multiloculares y de conductos tubulares orales de collar en áreas dorsales, y ventrales de su cuerpo (cuadro 1 y 2). Tampoco se detectaron maneras de diferenciar morfológicamente entre sexos en este estado.

Cabeza. En comparación con el primer estado, las antenas siguen teniendo seis segmentos, aunque su largo total promedio es un poco mayor ($140.1 \pm 21.9 \mu\text{m}$). Los segmentos antenales también varían en tamaño, siendo el último segmento el más alargado. En el segmento apical también se pueden observar varias setas filamentosas más alargadas en comparación con las setas presentes en el resto del flagelo. Al igual que en primeros estados, el aparato bucal es completamente funcional, y está completamente desarrollado. El mismo está compuesto de dos pares de estiletes y una cubierta conformada por el labio.

Tórax. Las patas traseras son más largas que las patas de los primeros estados. El fémur, seguido por la tibia, siguen siendo los dos segmentos más largos (Cuadro 3). Se observan cuatro espiráculos torácicos, un par presente debajo de las propatas (Espiráculo mesotorácico), y otro par debajo de las patas mesotorácicas (Espiráculo metatorácico).

Abdomen. Al igual que en el primer estado, se observa un círculo entre los primeros segmentos del abdomen ventral. 2 ostiolos están presentes en el sexto segmento abdominal, localizados uno a cada lado de su cuerpo.

1.4.3 Tercer estado – Hembras (Figura 2C y 6)

Los inmaduros del tercer estado tienen formas corporales similares a la del segundo estado, con $773.0 \pm 58.9 \mu\text{m}$ de largo y $513.3 \pm 68.8 \mu\text{m}$ de ancho. Se observa que el cuerpo está cubierto de pelos cónicos dorsales, y de setas filamentosas ventrales. Numerosos conductos tubulares orales de collar y de poros multiloculares están presentes en todo el cuerpo.

Cabeza. Al igual que en estados anteriores, las hembras de tercer estado tienen seis segmentos antenales, con $147.8 \pm 14.9 \mu\text{m}$ de longitud total. Algunas tenían siete segmentos. Los segmentos antenales también varían en tamaño, siendo el último segmento el más alargado. A diferencia de los estados anteriores, las setas filamentosas son más visibles alrededor de todos los segmentos del flagelo, menos en la escápula.

Tórax. Al igual que en segundos estados, cuatro espiráculos torácicos están presentes en el mismo arreglo antes descrito. Las patas traseras son más largas que en primeros y segundos estados, siendo nuevamente el fémur el segmento más alargado.

Abdomen. La medida promedio del anillo anal es de $25.8 \pm 4.7 \mu\text{m}$. Dos ostiolos están presentes en el sexto segmento abdominal, uno a cada lado. El abdomen tiene presencia de dos círculos localizados en los primeros segmentos abdomi-

nales ventrales. La presencia de este segundo círculo adicional separa el tercer estado de los demás estados de HCH en las hembras.

1.4.4 Tercer estado- Machos (Figura 2D y 7)

El tercer estado es cuando se pudo diferenciar claramente entre sexos. El desarrollo sexual del macho es evidente por la presencia de brotes de ala, la forma del aparato bucal, y de las antenas. El cuerpo del macho es completamente alargado, y de un largo promedio de $861 \pm 29.5 \mu\text{m}$ y $398 \pm 36.9 \mu\text{m}$ de ancho, y está cubierto con conductos tubulares orales de collar, y algunos pocos poros multiloculares.

Cabeza. Las antenas miden un promedio de $204 \pm 23.3 \mu\text{m}$ de largo, y el número de segmentos antenales es difícil de discernir. En esta etapa, el aparato bucal está reducido, y atrofiado. Es posible que esta etapa no se alimente.

Tórax. Las patas traseras son más alargadas que las patas de estados anteriores (Cuadros 3 y 4), siendo el fémur el segmento más alargado. Se comienza a observar además el brote de las alas anteriores en forma de pequeños sacos alares. Los cuatro espiráculos también se encuentran presente en esta etapa.

Abdomen. Las setas filamentosas están presentes en todo el abdomen. Dos ostiolos localizados en el sexto segmento abdominal también se pueden apreciar. No hay presencia de círculos en este estado en los machos. Se puede ob-

servar que en esta etapa se comienza la formación de la cubierta penial, que es donde, en etapa adulta, se encontrará localizado el edeago.

1.4.5 “Pupa”- Macho (Figura 2E y 8)

Esta es en realidad una etapa intermedia entre el tercer estado y el adulto, y típica de los pseudocóccidos. El cuerpo es alargado, con un largo medio de $878.9 \pm 56.6 \mu\text{m}$ y $398 \pm 28.7 \mu\text{m}$ de ancho. Algunos conductos tubulares orales de collar y los poros multiloculares pueden ser observados alrededor del dorso y del vientre.

Cabeza. A diferencia de todos los estados anteriores, la cabeza está bien definida, y separada del tórax. Esto permite una distinción entre los dos segmentos. Este estado también se diferencia de estados anteriores en que aunque posee piezas bucales estas no son funcionales. Dos pares de ojos, uno dorsal y otro ventral son claramente visibles. Otro cambio importante es el aumento sustancial en el número de segmentos antenales, ya que cuenta con 10 segmentos antenales y que tiene una longitud total media de $322 \pm 33.6 \mu\text{m}$.

Tórax. El tórax está claramente separado de la cabeza por la presencia de un cuello restringido. En comparación con el tercer estado, las alas son sustancialmente más grandes y más pronunciadas. Las patas son más largas que en estados anteriores, siendo la pata trasera la de mayor longitud. A diferencia del estado anterior, la tibia es el segmento más alargado (Ver Cuadro 4 y Figura. 3

C). Como en todos los estados anteriores, también podemos observar la presencia de 4 espiráculos.

Abdomen. Bastante similar al abdomen de terceros estados machos. Se pueden observar setas filamentosas alrededor del abdomen, la cubierta penial se observa un poco más desarrollada, y también se observa la presencia de dos ostiolos posteriores en el sexto segmento abdominal.

1.4.6 Hembra adulta (Figura 2F y 10)

La forma del cuerpo es ovalada a circular, con un promedio de $1006 \pm 130.9 \mu\text{m}$ de largo y $612 \pm 173.2 \mu\text{m}$ de ancho. Ductos tubulares orales de collar y poros multiloculares alrededor del dorso están presentes. La hembra adulta se puede diferenciar de todos los otros estadios por la presencia de 3 círculos localizados en su abdomen.

Cabeza. A diferencia de estados anteriores, las antenas tienen 7 segmentos, con una longitud de $170 \pm 9.7 \mu\text{m}$ de largo. Se observa la presencia de setas filamentosas alrededor de todos sus segmentos. La boca está completamente desarrollada, y completamente funcional a diferencia del macho adulto que carece de piezas bucales.

Tórax. Al igual que en hembras inmaduras, cuatro espiráculos torácicos están presentes. El largo de las patas traseras es mayor que en estados inmaduros, siendo el fémur el segmento más alargado (cuadro 3) (Fig. 3 B). Una caracterís-

tica clave para este estado es la presencia de poros translúcidos en la coxa de ambas patas traseras. Se dice que estos poros están asociados con la secreción de feromonas sexuales (Castillo y Bellotti, 1990). Estos poros son pequeños círculos con apariencia clara, presentes en las áreas más esclerotizadas en los segmentos de la pata.

Abdomen. EL mismo consiste de 8 segmentos abdominales. La presencia de tres círculos en el abdomen ventral es una de las características más distintivas en la identificación de las hembras adultas. Dos ostiolos están también presentes en el sexto segmento abdominal, uno a cada lado. Según lo mencionado por Hamon 1984, discos de poros multiloculares se pueden diferenciar en todo el abdomen.

1.4.7 Macho adulto (Figura 2F y 9)

El macho adulto es completamente diferente de la hembra adulta. El mismo puede diferenciarse de todos los demás estados por la presencia de un edeago distintivo, el tórax y la cabeza están fuertemente esclerotizados, y por la presencia de alas bien desarrolladas. La forma del cuerpo es alargado- ovalado, con $893 \pm 54.3 \mu\text{m}$ de largo y $253 \pm 5.2 \mu\text{m}$ de ancho.

Cabeza. La cabeza está completamente definida y claramente separada del tórax. Cuenta con piezas bucales vestigiales, y como en las pupas, dos pares de

ojos son completamente visibles. Cuenta con 10 segmentos antennales, con un largo de $545 \pm 9.3 \mu\text{m}$.

Tórax. Otra diferenciación distintiva a la hembra adulta lo es la presencia de dos pares de alas completamente funcionales. Conductos tubulares orales de collar y poros multiloculares están presentes en el dorso y el vientre, aunque en menos cantidad que en las hembras. El largo de las patas traseras es mayor que en estados inmaduros, siendo la tibia el segmento más alargado (Cuadro 4) (Fig. 3 C).

Abdomen. Dos grandes setas caudales se encuentran cerca de la región anal. El macho adulto carece de círculos abdominales. Se observa la cubierta penial completamente formada, y un edeago distintivo.

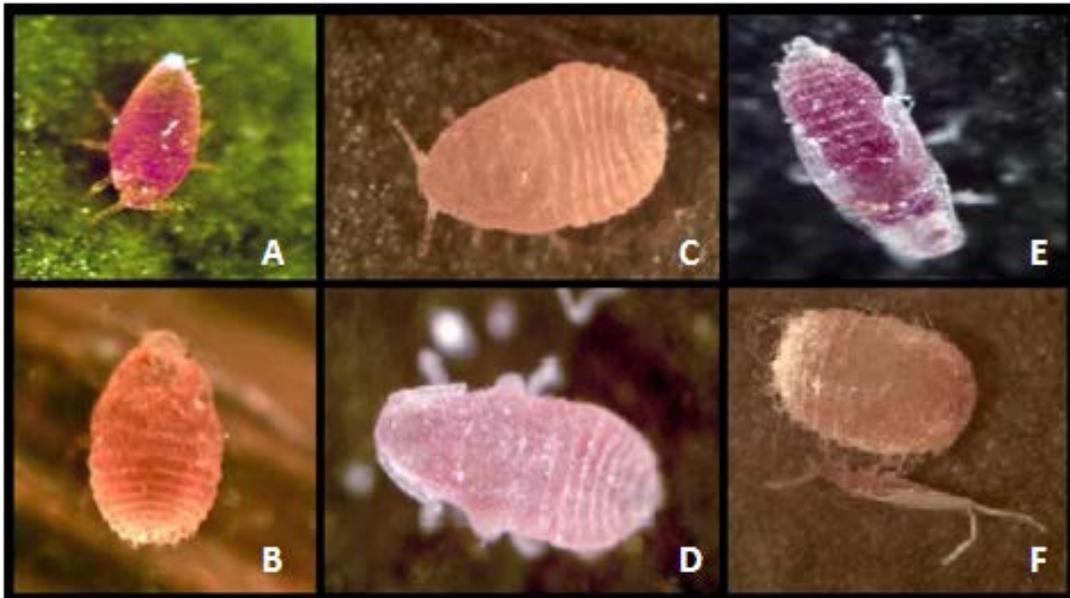


Figura 2. Estados de *H. pungens*. A) Primer estado B) Segundo estado C) Tercer estado- Hembra D) Tercer estado- Macho E) Cuarto estado- Pupa Macho F)Adulto- Hembra y Macho.

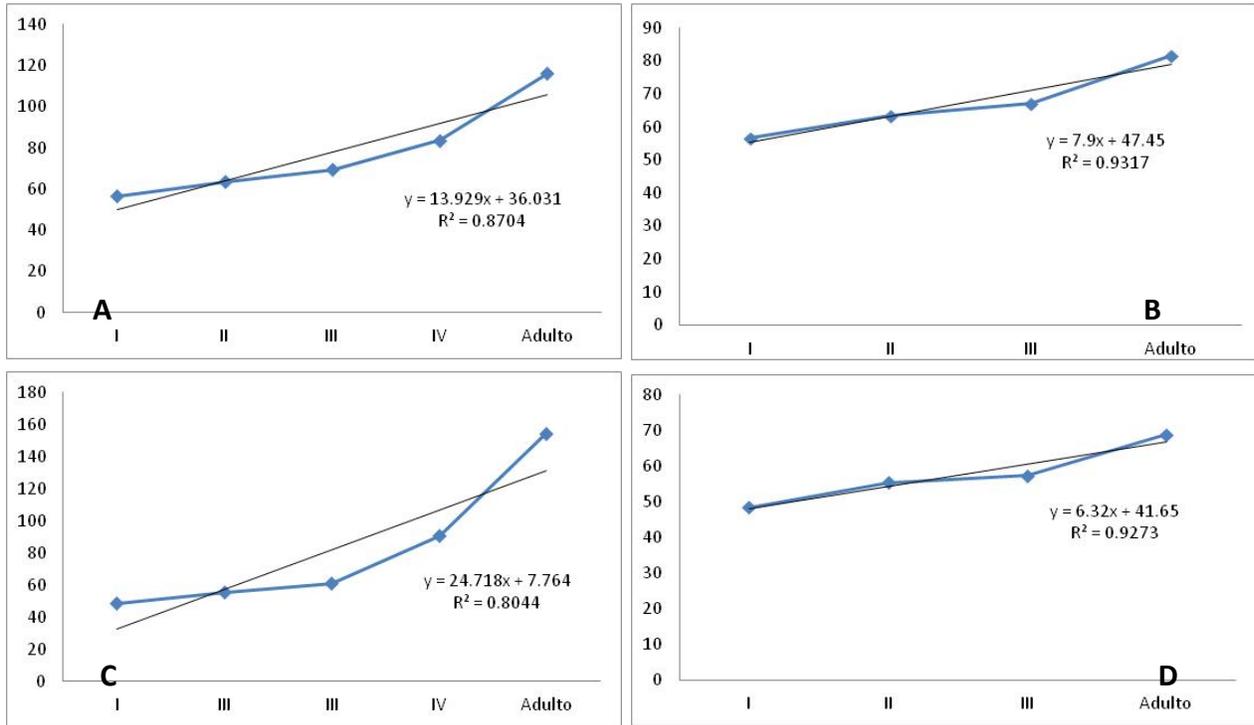
Cuadro 5. Aplicación de prueba T ($p < 0.05$) para determinar diferencias significativas entre medidas de la variable del largo de la Tibia en diferentes estados de hembras de *H. pungenis*.

Comparación entre estados	n (1)	T	Valor P
I-II Instar	11	-3.24	0.0071
I-III Instar	11	-3.1	0.0057
I-IV Instar	11	-5.87	<0.0001
II-III Instar	11	-0.24	0.8102
II- IV Instar	11	-4.81	0.0007
III- IV Instar	11	-4.62	0.0007

Cuadro 6. Aplicación de prueba T ($p < 0.05$) para determinar diferencias significativas entre medidas de la variable del largo del Fémur en diferentes estados de hembras de *H. pungenis*.

Comparación entre estados	n (1)	T	Valor P
I-II Instar	11	-2.97	0.0075
I-III Instar	11	-2.62	0.0164
I-IV Instar	11	-5.58	<0.0001
II-III Instar	11	0.23	0.8185
II- IV Instar	11	-3.88	0.0017
III- IV Instar	11	-3.92	0.0009

Figura 3. Largos del fémur y la tibia entre distintos estados de machos y hembras de *H. pungens*.



A) Largo del fémur de la pata trasera de los machos entre distintos estados. B) Largo del fémur de la pata trasera de las hembras entre distintos estados. C) Largo de la tibia de la pata trasera de los machos entre distintos estado. D) Largo de la tibia de la pata trasera de las hembras entre distintos estados.

La figura 3, demuestra los largos del fémur y la tibia de distintos estados de los machos y hembras de *H. pungens*. Figuras 3B y 3D, largos del fémur y la tibia en hembras, son los valores que más representan una relación lineal entre las variables, esto puede ser observado además en la ecuación lineal, donde la correlación (R) se aproxima más al valor 1. Decimos que existe correlación positiva ya que al aumentar una variable, la otra variable también aumenta en proporción constante. En las figuras 3A Y 3B (Fémur y tibia de los machos) no observamos el mismo patrón de crecimiento como en las hembras, y los valores de R están un poco más alejados del valor 1. Este valor me ayuda a determina cuan fiables o representativos son mis datos.

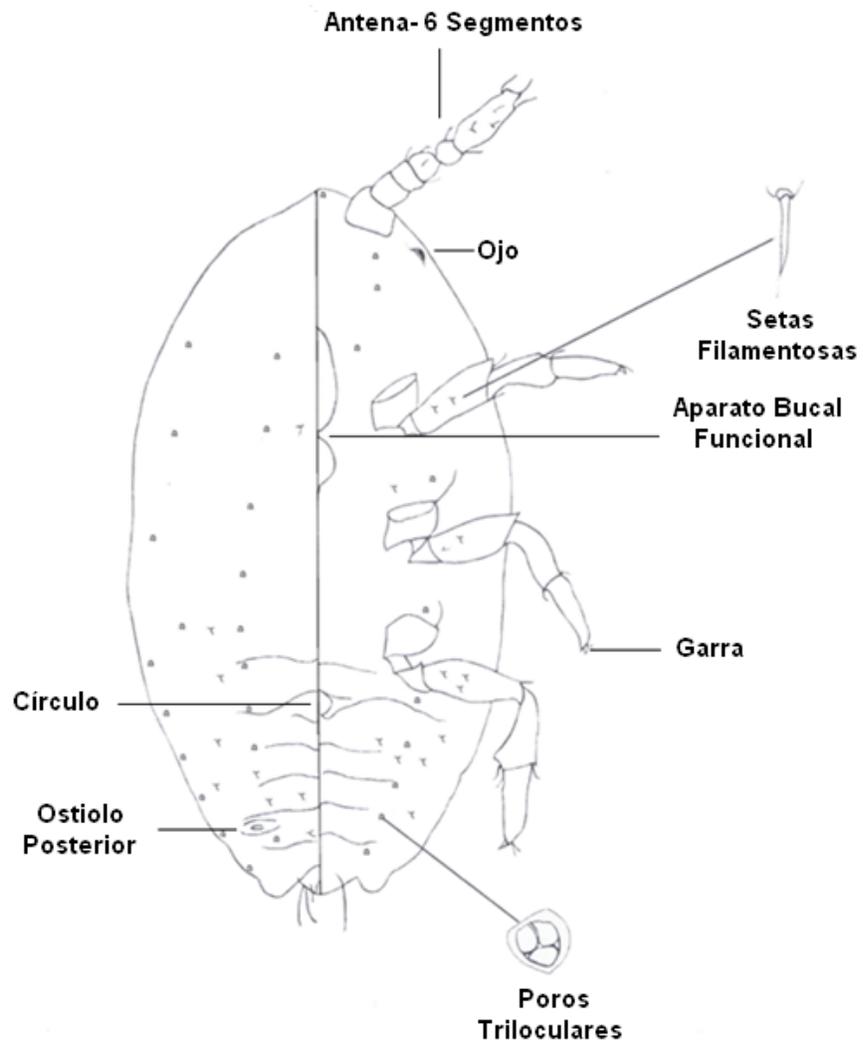


Figura 4. Primer estado- *Hypogeococcus pungens*.

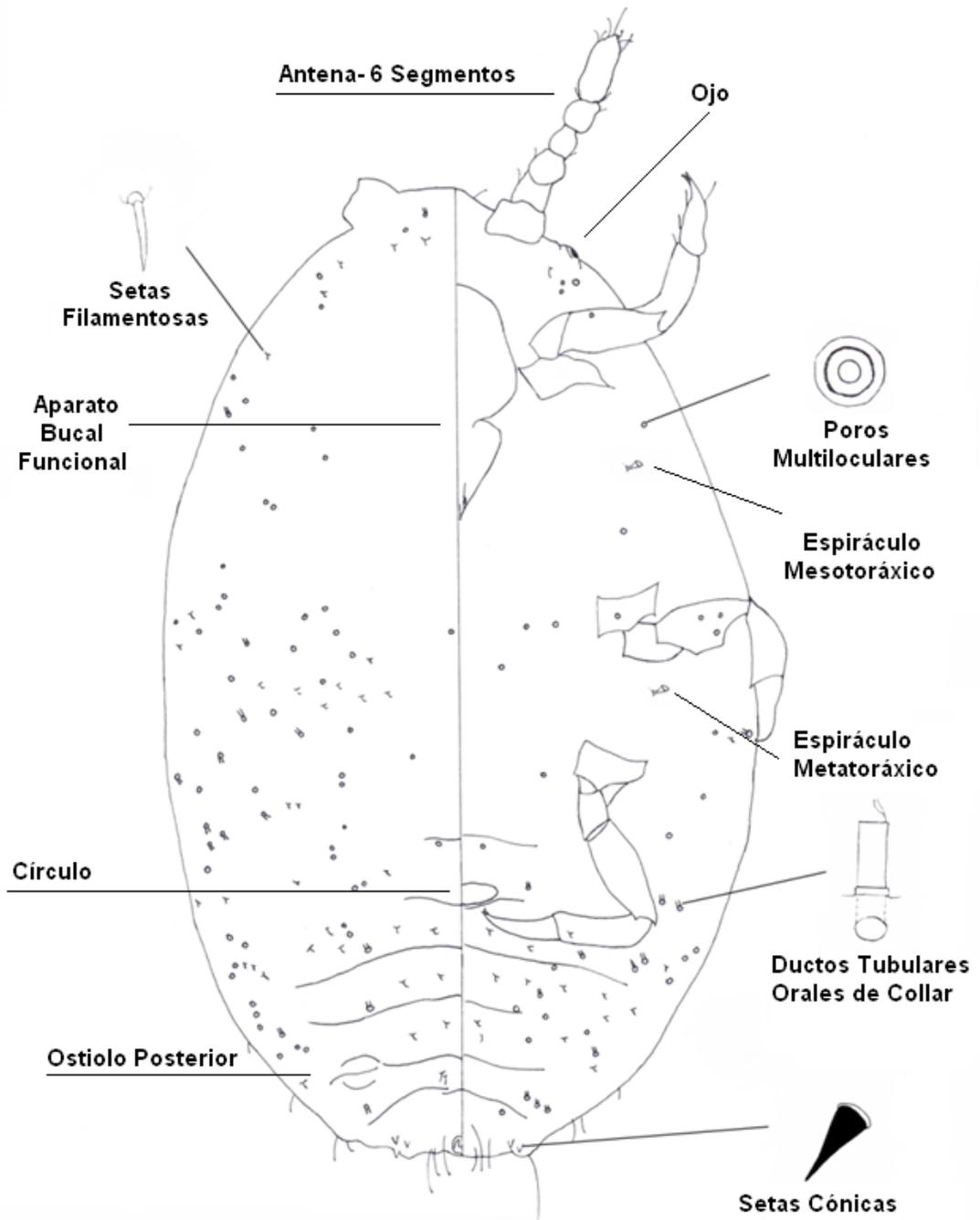


Figura 5. Segundo estado *H. pungens* (Hembra y macho)

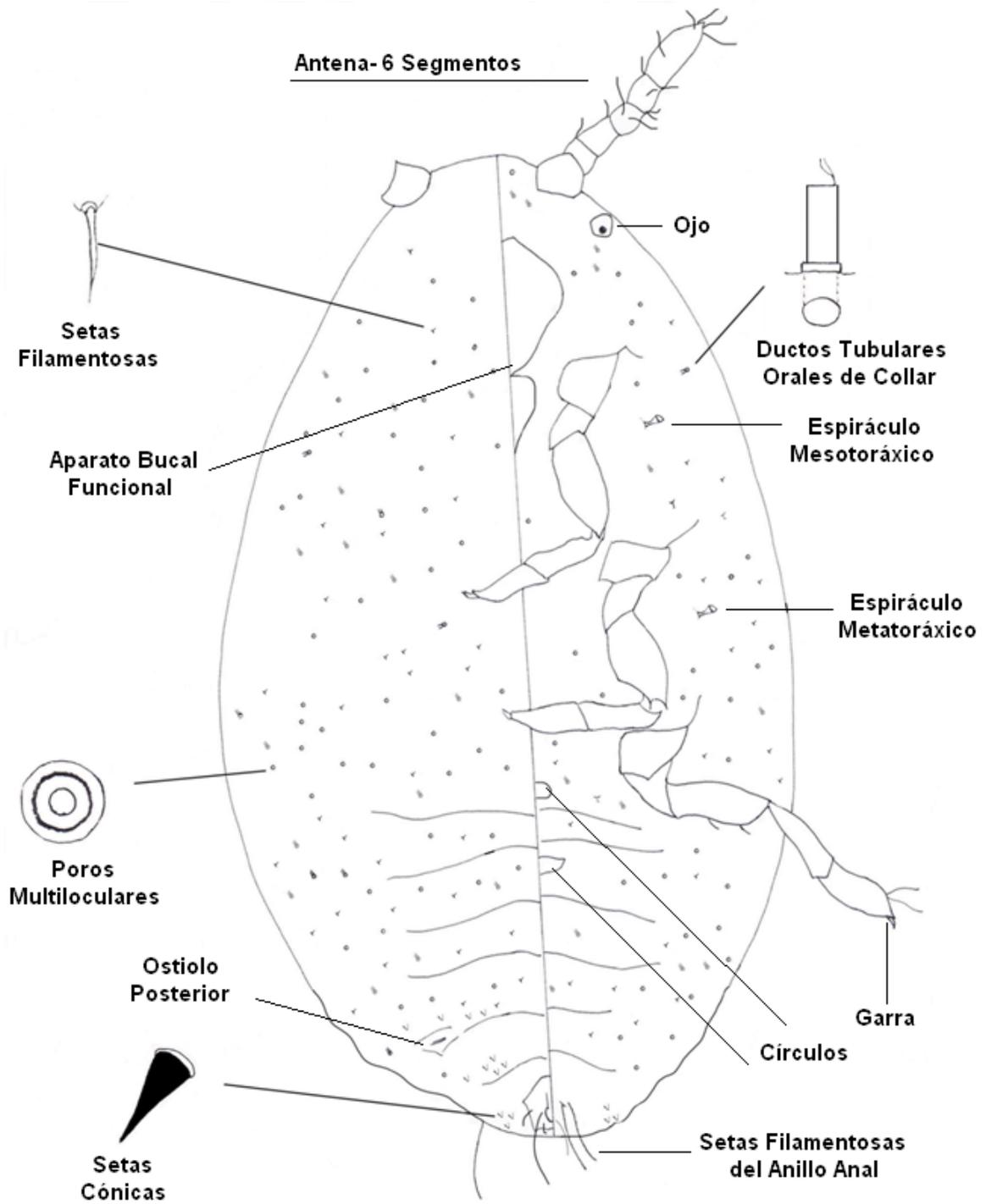


Figura 6. Tercer estado- Hembra

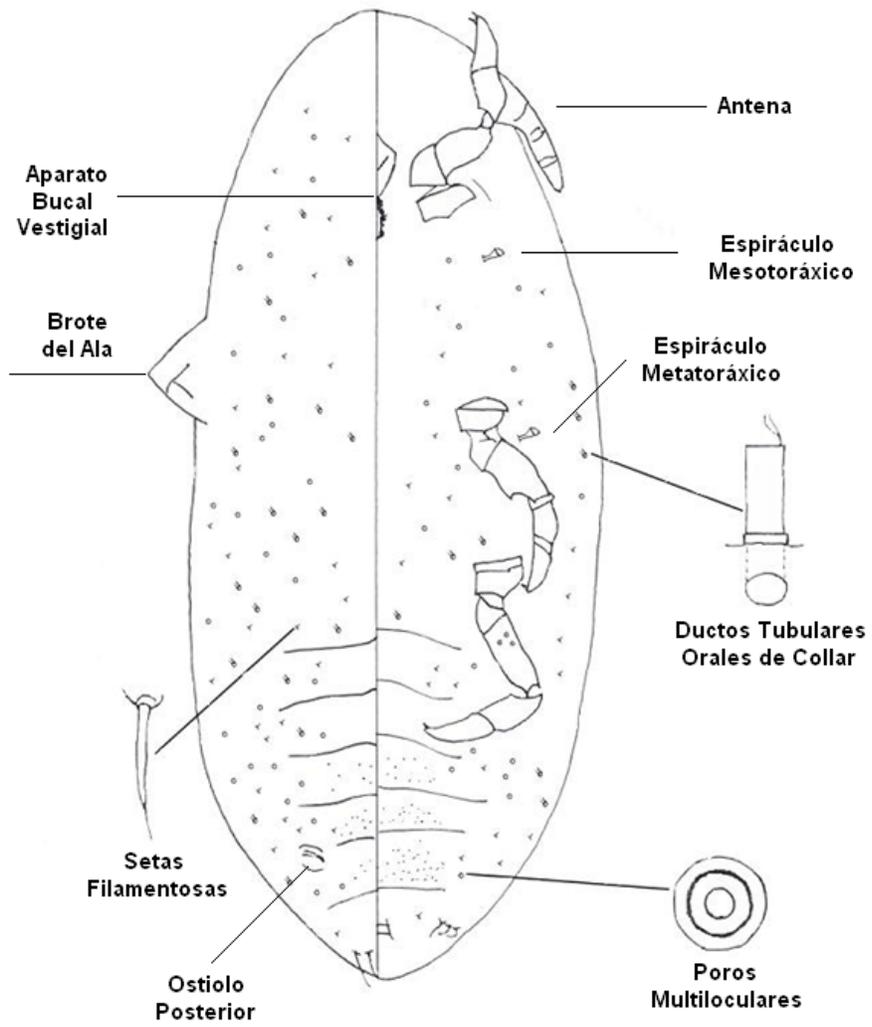


Figura 7. Tercer estado- Macho

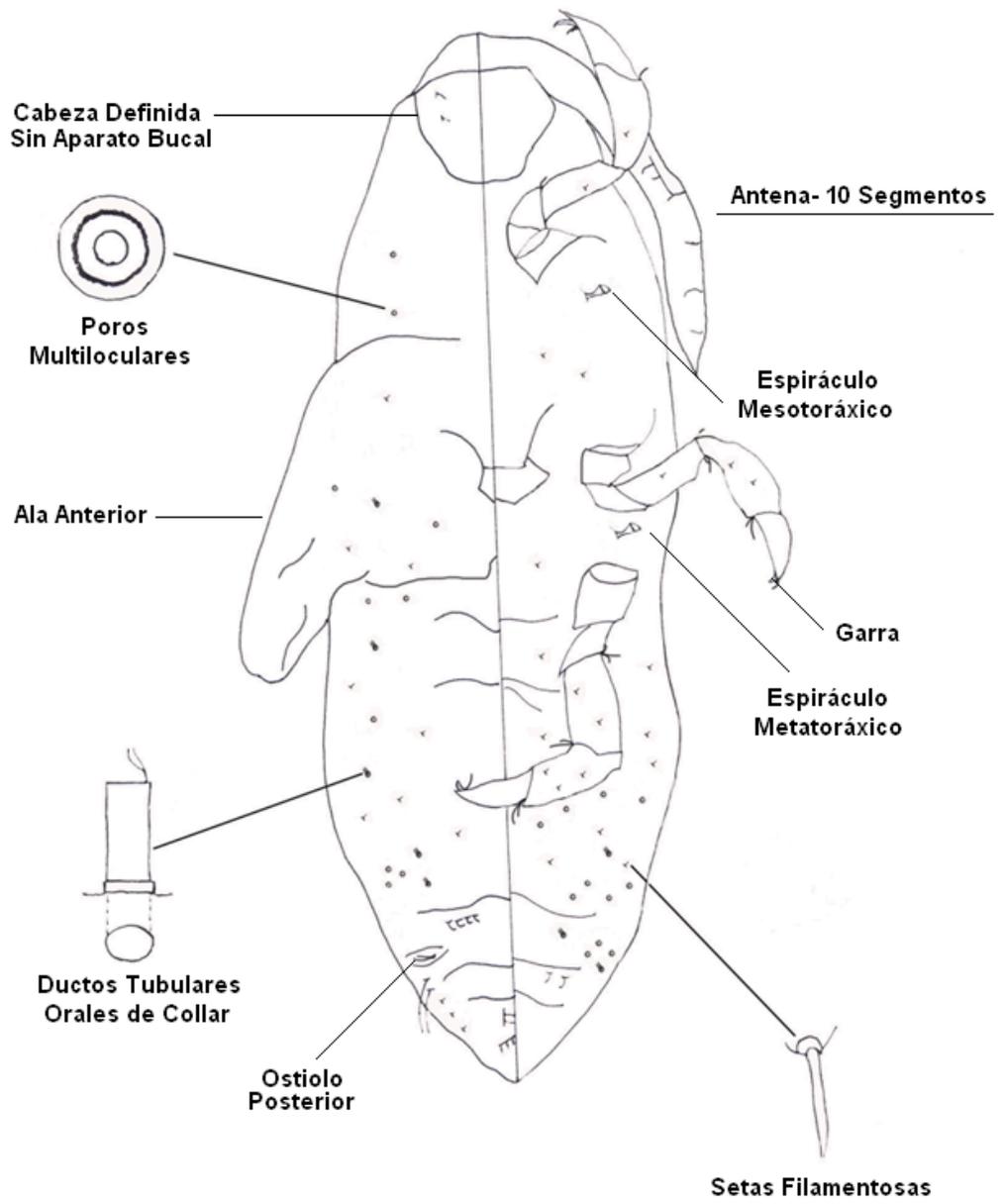


Figura 8. Cuarto estado (Pupa) - Macho

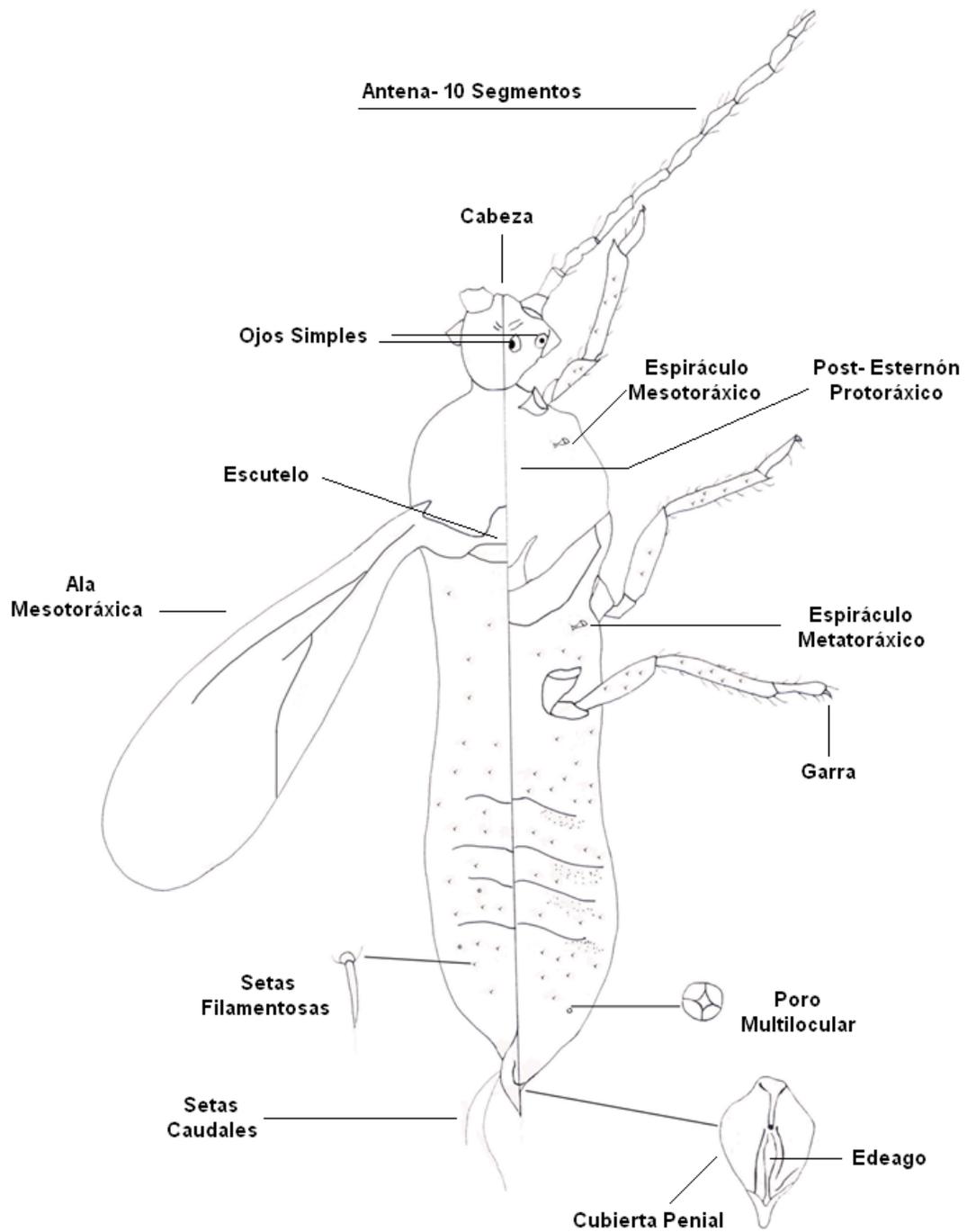


Figura 9. Macho adulto

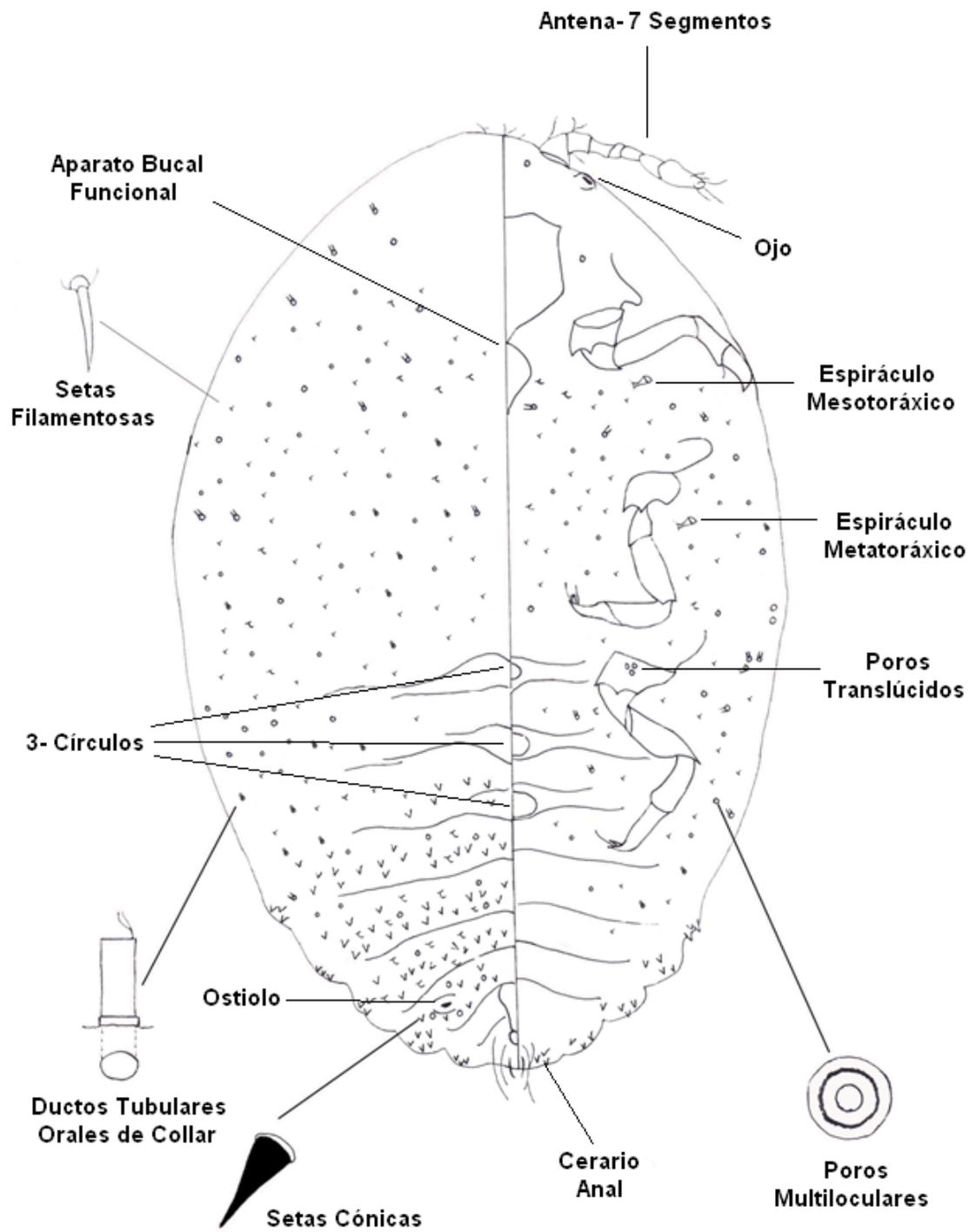


Figura 10. Hembra adulta

CAPÍTULO 2: EL EFECTO DE FACTORES AMBIENTALES SOBRE EL CICLO DE VIDA DE LA CHINCHE HARINOSA DE LOS CACTUS: *HYPOGEOCOCCUS PUNGENS* Granara de Willink (HEMÍPTERA: PSEUDOCOCCIDAE)

2.1 RESUMEN

La temperatura tiene importantes efectos sobre la dinámica poblacional de las plagas y de sus enemigos naturales. Desafortunadamente, no existen investigaciones que ilustren el efecto de factores abióticos sobre el desarrollo de *Hypogeococcus pungens*. El propósito de esta investigación es investigar el efecto de temperatura en el ciclo de vida de *H. pungens* y de esta manera entender como sus poblaciones responden a cambios anuales en este parámetro. Se investigó el efecto combinado de temperaturas y fotoperiodos como sigue: (mínima-máxima °C, fotoperiodo): (1) 24°-27°, 11h; (2) 24°-30°, 13h, y (3) 26°-33°, 13h. Estas combinaciones corresponden a las condiciones prevalentes de Diciembre, de Marzo y de Julio en el Bosque Seco de Guánica. Se pudo observar que los estados de *H. pungens* se desarrollan más rápidamente a medida que aumenta la temperatura.

2.2 INTRODUCCIÓN

Hypogeococcus pungens Granara de Willink, conocida comúnmente como la chinche harinosa del cactus de *Harrisia* (CHC), es una plaga invasiva de cactus columnares. Para poder predecir la dinámica poblacional de insectos plagas, es importante conocer la habilidad que tiene un insecto para poder desarrollarse a diferentes temperaturas. Esta habilidad que tienen los insectos es una adapta-

ción importante para poder sobrevivir en varias condiciones climáticas (Mizell y Nebeker, 1978).

La temperatura es uno de los factores abióticos más importantes que pueden afectar el desarrollo y la dinámica poblacional de las plagas y así como de sus enemigos naturales (Huffaker et al., 1999) En los insectos, los sistemas fisiológicos funcionan de manera óptima dentro de un rango limitado de temperatura. Los insectos requieren una cierta cantidad de unidades de calor para poder desarrollarse de una etapa a otra (Gordan, 1999).

Desafortunadamente no existe ningún tipo de investigación que demuestre el efecto abiótico en el desarrollo de *Hypogeococcus pungens*, pero sí se ha demostrado el efecto abiótico en especies cercanas. Como por ejemplo, en un estudio con *Paracoccus marginatus* Williams & Granara de Willink, se demostró que según disminuía la temperatura a 25 grados Celsius ($^{\circ}$ C), la longevidad del adulto, y los periodos de oviposición aumentaban. También se demostró, que la fecundidad era mayor en una temperatura de 25 $^{\circ}$ C, en donde las hembras ponían hasta 300 huevos (Amarasekare et al., 2008B). *P. marginatus* sobrevive entre los 18 $^{\circ}$ C a 30 $^{\circ}$ C, lo que nos indica que tiene la habilidad de sobrevivir y establecerse en áreas con estos rangos de temperatura (Amarasekare et al., 2008b). Por otro lado, Chong J-H y colaboradores, 2008, en otro estudio realizado a colonias establecidas de *Phenacoccus madeirensis* Green (Hemíptera: Pseudococcidae) demostraron el efecto de la temperatura en el desarrollo, crecimiento, supervivencia y alimentación de la plaga utilizando plantas de *Chry-*

santhemum- Dendrathera x grandiflora Kitham como principales hospederos. Se pudo observar que la duración de desarrollo de todos los estados disminuía a la vez que aumentaba la temperatura. En otro estudio realizado a la chinche harinosa de la yuca, *Phenacoccus manihoti* Mat-Ferr, se observó que el tiempo de desarrollo de las etapas inmaduras también disminuía al aumentar la temperatura (Iheagwam y Eduwa, 1983). Leuschner (1978), mediante estudios de largo plazo de información climática, demostró que la temperatura, humedad y la lluvia eran los principales factores ambientales que controlaban el desarrollo de *P. manihoti*. El mismo efecto de temperatura se reportó en otro estudio realizado a *Phenacoccus solani*. Se investigó su desarrollo a diferentes temperaturas (20° C, 25° C Y 30° C), en dónde el periodo total de desarrollo de estados inmaduros y periodos pre-reproductivos de adultos disminuían significativamente al aumentar la temperatura (Nakahira y Arakawa, 2006).

2.3 METODOLOGÍA

Pedazos de tallos de *Pilosocereus royenii* de aproximadamente 30 cm de largo, fueron recolectados en el bosque seco de Guánica y trasladados en contenedores de plástico sellados al laboratorio de Control Biológico y Cuarentena- Francisco Sein localizado frente a la finca Alzamora de el Recinto Universitario de Mayagüez, Puerto Rico. “Crawlers” recién nacidos fueron recolectados de los contenedores, y fueron colocados en los meristemas de cortes realizados de plantas de *Alternanthera bettzickiana* Regel. (Amaranthaceae). Estas plantas

fueron colocadas en cajas de plástico plegables con una tela fina BugDorm-2 60x60x60cm, BioQuip Inc. Rancho Dominguez, California. Las mismas fueron colocadas bajo una incubadora: Percival Intellus Environmental Controller, modelo E36H0, para mantener niveles controlados de temperatura y fotoperiodo.

Con el uso de un estereoscopio, las plantas se monitorearon diariamente para detectar la presencia de exuvias, lo que ayuda a determinar el tiempo de desarrollo para cada estado. Para poder identificar cada individuo, se esperó a que comenzaran a alimentarse para marcar su localización en la planta. Esto se hace ya que una vez el insecto inserta su aparato bucal en la planta, se mantiene en el mismo sitio por todo su ciclo.

La prueba se completó cuando se observó la presencia del macho adulto, y en algunos casos, la presencia de la última muda. Hubo dos repeticiones para cada una de las tres temperaturas establecidas: mín-máx ° C, fotoperiodo: (1) 24 °-27 °, 11h; (2) 24 ° -30 °, 13h, y (3) 26 ° -33 °, 13 h, que corresponden a los meses de Diciembre, Marzo y Julio en el Bosque Seco de Guánica. De esta manera se puede determinar el efecto entre las etapas en estas temperaturas establecidas. Un promedio de duración de desarrollo de cada individuo fue calculado para cada estado.

Estas pruebas se realizaron de manera no-simultáneas ya que solamente disponíamos de una incubadora. El usar pruebas simultáneas utilizando una misma incubadora, no fue la mejor opción a utilizar, ya que al ser insectos bien peque-

ños, estos podían dispersarse de una prueba a otra, contaminando y ocasionando más variabilidad en los datos.

2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Bajo una temperatura de 27°C día, y 24°C noche, con un fotoperiodo de 11 horas. Se observó que los “crawlers” comenzaron a mudar de 3 a 6 días después de ser colocados en las plantas. La duración promedio de: Segundos estados- 6.21 días, Terceros estados- 4.4 días, y Cuartos estados (machos) - 9.2 días promedio, completando su periodo de desarrollo en 23.93 días (Cuadro 8).

Otro grupo de plantas fueron infectadas. Las mismas fueron colocadas bajo una temperatura de 30°C día, y 24°C noche, con un fotoperiodo de 13 horas. Al siguiente día los “crawlers” comenzaron a alimentarse. 2 a 4 días más tarde los “crawlers” comenzaron a mudar. La duración promedio de: Segundos estados fue de 5.81 días, Terceros estados- 3.68 días, y Cuartos estados (machos) - 9.3 días promedio, completando su periodo de desarrollo en 21.99 días (Cuadro 8).

Por último, un tercer grupo de plantas fueron infectadas. La temperatura asignada fue de 33 ° C día y 26 ° C noche, con un fotoperiodo de 13 horas. Al igual que en los grupos anteriores, los “crawlers” comenzaron a alimentarse al siguiente día. 2 a 4 días más tarde comenzaron a mudar. La duración promedio de: Segundos estados fue de 5.28 días. Terceros estados- 3.5 días, y cuartos

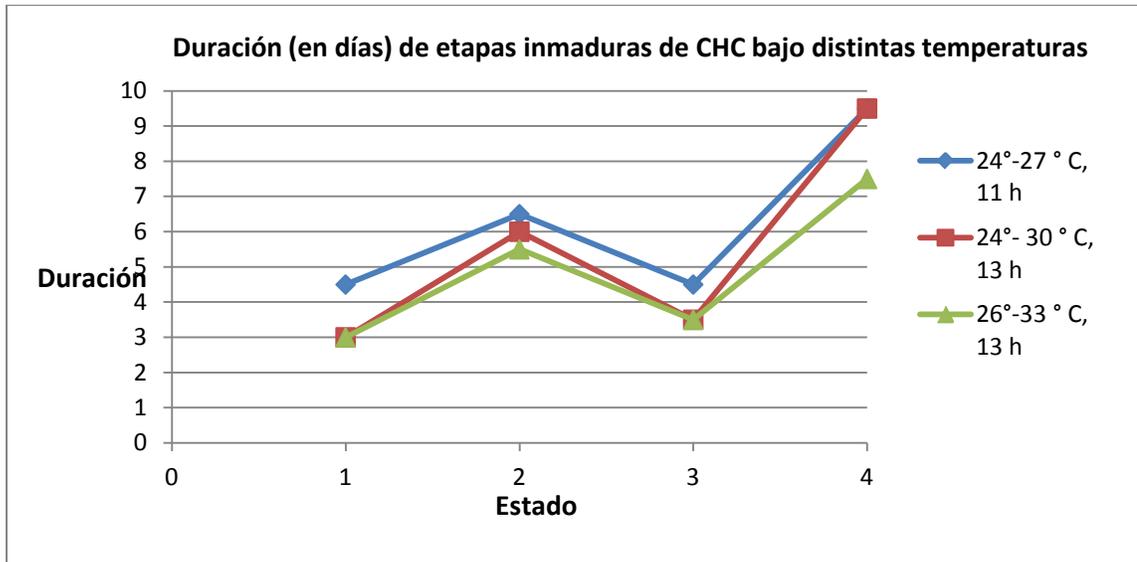
estados (machos) - 7.70 días promedio, completando su periodo de desarrollo en 19.58 días (Cuadro 8)

Cuadro 7. Promedio de días \pm SE de diferentes estados en el ciclo de vida de *H. pungens* expuestos a diferentes temperaturas y fotoperiodos.

	Primer Estado	Segundo Estado	Tercer Estado	Cuarto Estado (Macho)	Periodo de Desarrollo
A					23.93
Media	4.12 \pm 0.87	6.21 \pm 1.23	4.4 \pm 0.50	9.2 \pm 0.42	
Rango	3-6	5-8	4-5	9-10	
B					21.99
Media	3.2 \pm 0.76	5.81 \pm 1.00	3.68 \pm 0.48	9.3 \pm 0.48	
Rango	2-4	5-7	3-4	9-10	
C					19.58
Media	3.1 \pm 0.79	5.28 \pm 1.11	3.5 \pm 0.51	7.7 \pm 0.48	
Rango	2-4	4-7	3-4	7-8	

(**A**: Día: 27°C, Noche: 24°C. Fotoperiodo de 11 horas; **B**: Día: 30°C, Noche: 24°C. Fotoperiodo de 13 horas; **C**: Día: 33°C, Noche: 26°C. Fotoperiodo de 13 horas)

Figura 11. Duración (en días) de etapas inmaduras de CHC bajo distintas temperaturas y fotoperiodos.



Los resultados del uso de diferentes temperaturas indican que los estados de *H. pungenis* se desarrollan más rápidamente a medida que aumenta la temperatura. En promedio, los segundos estados y cuartos estados en machos, son las etapas más largas del ciclo de vida de CHC (Figura 11). Esto se puede deber a la necesidad de obtener más energía para poder llevar a cabo cambios morfológicos necesarios, que en el caso de segundos estados, nos introduce a observar las diferencias sexuales en las siguientes etapas; y en el caso de cuartos estados en machos, esto podría demostrar la necesidad de desarrollarse completamente en su etapa adulta. Al comparar el largo de desarrollo entre diferentes rangos de temperatura y fotoperiodo, se puede observar que a menor temperatura, el número de días de desarrollo en diferentes etapas del insecto es mayor (Figura 11).

Esto coincide con varias investigaciones similares llevadas a cabo para determinar el efecto de diferentes rangos de temperatura en otros pseudocóccidos. Amarasekare y colaboradores (2008b), encontraron que *P. marginatus* se desarrolla más rápidamente a altas temperaturas y completa su ciclo de vida de 2-3 veces más rápido que con una temperatura más baja. De igual forma, Juanghong Chong y colaboradores (2008), en colonias establecidas de *Phenacoccus maderiensis* pudieron observar el efecto de temperaturas constantes en el crecimiento, desarrollo, supervivencia y reproducción de la plaga. Los mismos observaron que mientras aumentaba la temperatura, la duración del ciclo de vida de la plaga disminuía, concluyendo que, por lo general, la temperatura si tiene efecto sobre el crecimiento de las chinches harinosas en estudio. Otras investigaciones realizadas a otras especies del género *Phenacoccus*, también demuestran su comportamiento de desarrollo y reproducción con relación a la temperatura. Ejemplos de los mismos son *Phenacoccus manihoti* Mat-Ferr y *Phenacoccus solani*, las cuales en ambas especies, se observa que el periodo total de desarrollo de estados inmaduros y periodos pre- reproductivos de adultos disminuye significativamente con un aumento en la temperatura (Iheagwam y Eluwa, 1983), (Nakahira y Arakawa, 2006).

El umbral de desarrollo y la constante térmica de un insecto son indicadores de gran importancia de su distribución y abundancia (Campbell et al., 1974). Las constantes de temperatura obtenidas en esta investigación podrían ser útiles para predecir la distribución y establecimiento de *Hypogeococcus pungens* alrede-

dor del mundo. Esta información también podría ser útil para la planificación de un manejo de las etapas más susceptibles de *H. pungens* a diferentes grados de temperatura. Una prolongación del plazo de tiempo de estados inmaduros de *H. pungens* a temperaturas bajas podría aumentar su exposición a enemigos naturales, y otros métodos de control, ya que según Townsend y colaboradores (2000), estados tempranos son más fáciles de controlar que estados tardíos. La información obtenida en este estudio será importante para el manejo de *H. pungens*, proporcionando una mejor comprensión de su historia de vida y capacidad de sobrevivir en diferentes temperaturas.

**CAPÍTULO 3: DETERMINACIÓN DE LA EFICACIA DE LAS
TRAMPAS PEGAJOSAS EN EL MUESTREO DE LA CHINCHE
HARINOSA DE LOS CACTUS: *HYPOGEOCOCCUS PUNGENS*
Granara de Willink (HEMÍPTERA: PSEUDOCOCCIDAE)**

3.1 RESUMEN

El uso de trampas de atracción, como las trampas de pega, son comúnmente usadas en estudios entomológicos de poblaciones. No existe literatura sobre el uso de trampas de pega de color amarillo para estudiar los patrones poblacionales de CHC, y su uso pudiese ayudar a predecir las densidades poblacionales de esta plaga a través de su ciclo anual. Esta investigación tuvo como propósito determinar entre diferentes tipos de trampas pegajosas de diversas formas, tamaños y colores (Azul y Amarillo) la capacidad para detectar estados inmaduros (“crawlers”) y machos en sus vuelos nupciales. Se muestreó semanalmente por un año en cuatro localidades. Encontramos que el número promedio de los machos de CHC encontrados en las trampas medianas amarillas, fue mayor que en todas las otras trampas utilizadas. La menos eficaz fue la trampa de color azul. Por otra parte se pudo observar que un promedio de la población adulta masculina es mayor en la Reserva Natural de Pesca y Vida Silvestre en Cabo Rojo que en el Bosque Seco de Guánica.

3.2 INTRODUCCIÓN

El monitoreo de las plagas es un componente fundamental en cualquier programa de manejo integrado de plagas. Un programa de muestreo efectivo determina la abundancia de la plaga y de sus enemigos naturales, y ayuda a predecir daños y tomar decisiones correctas de control (Geiger y Daane, 2001). Es de

gran importancia la detección temprana de la plaga, ya que se ha comprobado que estados tempranos de chinches harinosas son más fáciles de controlar que los estados tardíos (Townsend et al., 2000). Siendo así, las técnicas de atracción, como lo son las trampas pegajosas, son ampliamente utilizadas por la mayoría de los estudios poblacionales (eg., Hoback et al., 1999). Por ejemplo, las poblaciones de *Oracella acuta* Lobdell (Hemíptera: Pseudococcidae), se monitorean utilizando trampas amarillas. Estas trampas pegajosas amarillas se usan como parte de un programa de control biológico monitoreando el establecimiento de *O. acuta* (Sun et al., 2002).

Heng-Moss et al., 1999, estudió la abundancia estacional de *Rhopus nigroclavatus*, una avispa parasítica (himenóptera), y su huésped, *Tridiscus sporoboli*, una chinche harinosa. Estos utilizaron trampas pegajosas amarillas para capturar ambas especies bajo condiciones de campo. El número de machos, de *T. sporoboli*, capturados en las trampas amarillas aumentó de Mayo a Julio, y disminuyó en los siguientes meses.

Las trampas pegajosas son también utilizadas para monitorear dispersión de primeros estados de las chinches harinosas. La dispersión por parte del insecto se debe a varios factores. Entre ellos: apareamiento, búsqueda de recursos alimenticios, condiciones de la planta huésped, o para evitar depredadores (Molles, 2002). Típicamente los primeros estados de las chinches harinosas se dispersan, y colonizan nuevas plantas huéspedes caminando o viajando pasivamente a través del viento (Daane et al., 2006).

Según Zimmermann et al., 2010, la dispersión por viento y la dispersión por intercambio en viveros son dos entradas utilizadas por el insecto para poder expandirse rápidamente a través de regiones del Caribe. Loxdale y colaboradores (1993), indican que a corto plazo la migración es tan importante biológicamente como la dispersión de largo alcance, y es probablemente más importante a punto de vista del manejo de la poblaciones. Poder entender la capacidad de dispersión de especies de plagas en el medio ambiente, y su capacidad para poder localizar su huésped es bien esencial para predecir el curso de las infestaciones de las plagas y para la planificación de un método de control (Barras et al., 1994).

Varios métodos de muestreo se han probado para ayudar a los productores predecir el daño y poder desarrollar métodos de control sobre la plaga. Entre los métodos de muestreos utilizados está: un conteo de cinco minutos, conteos en muestras de tamaño estándar de la corteza del tronco y conteos en cinta adhesiva. De todos, el conteo de cinco minutos demostró ser el más correlacionado con la población real de chinches harinosas (Geiger y Daane, 2001). Muestreos visuales han sido utilizados para predecir daños y para tomar decisiones de control para especies como *P. maritimus*, aun así, los mismos pueden ser consumidores de tiempo y costosos (Geiger y Daane, 2001).

Numerosos estudios han utilizado este método de muestreo para demostrar el efecto del viento en la propagación de plagas de chinches harinosas (Geiger y Daane, 2001). Según las directrices de varias respuestas del USDA sugieren

que el huevo, “crawlers” y machos adultos tienen el potencial de ser arrastrados por las corrientes de viento en la atmósfera superior por vientos prevalentes (Stibick, 1997). Además, se ha demostrado que varios insectos pertenecientes a la familia Coccidae (Escamas blandas), como por ejemplo: *Saissetia oleae* Olivier, se dispersan por vía aérea hasta 137 metros, y escama tortuga de pino, *Toumeyella numismaticum* Pettit y McDaniel se dispersan por vía aérea hasta 5 km (Rabkin y Lejeune, 1954).

También se ha reportado de varias especies de chinches harinosas (Hemíptera: Pseudococcidae) que son capaces de dispersarse tanto caminando como por vía aérea. En un experimento realizado a *Pseudococcus maritimus* se utilizaron trampas pegajosas para determinar el grado por el cual este puede moverse entre plantas de uvas, ya sea caminando sobre ellas o por dispersión a través del viento. En experimentos con primeros instares indicaron que las chinches harinosas no caminan lejos de su huésped, y solo raramente alcanzan plantas adyacentes. Otro experimento realizado en el campo demuestra que *P. maritimus* puede dispersarse por el viento, pero existe un descenso marcado en el número de insectos, al aumentar la distancia de la planta fuente (Grasswitz y James, 2008). Curiosamente, en esta misma investigación, se pudo observar además que la mayoría de las chinches harinosas se encontraban escondidas en áreas bastantes protegidas, y es por esto que se indica que se requiere utilizar medidas de control, como control químico o biológico, los cuales pueden penetrar estas áreas protegidas (Geiger y Daane, 2001).

Otro modelo de dispersión de chinches harinosas es el de *Pseudococcus longispinus* Targioni- Tozzetti, conocida como la chinche harinosa de cola larga, el cual machos fueron capturados en trampas de pega. Los mismos fueron encontrados caminando sobre los troncos de los árboles, lo que demuestra que son buenos indicadores para determinar la población total en un árbol dado (Debach, 1949).

La investigación que se reporta abajo compara la efectividad de varios tipos de trampa pegajosa en la captura de CHC, e ilustra su funcionamiento como herramientas de monitoreo de sus poblaciones por espacio de un año.

3.3 METODOLOGÍA

3.3.1 Pruebas de efectividad.

La eficiencia de captura de CHC se determinó usando trampas de pega de diferentes formas, tamaños y colores (Azul y Amarillo). Los modelos de trampas utilizados fueron los siguientes: “Sticky Aphid White Fly Trap” 4”x7” (10 cm x 17.5 cm) de laboratorios “Seabright”, “Sticky Leafminer Trap” 4” x 7” de laboratorios “Seabright”, “TRECE yellow sticky trap, Unbaited Pherocon® AM” 7” x 9”, y “Yellow Sticky Strips”- 3”x 5”, de Productos Olson Inc. Las trampas fueron colocadas en una zona infectada localizada en la Reserva de Pesca y Vida Silvestre en Cabo Rojo. Tres repeticiones en tiempo se llevaron a cabo en cada uno de dos diferentes sitios infectados. En cada sitio colocamos al azar, 4 trampas diferen-

tes en el tallo del mismo cactus, a partir de seis pies del suelo, y dejando cerca de 6 pulgadas de distancia entre cada trampa (Fig.12). Para controlar el efecto de diferencia en tamaño entre las trampas, se tomó en consideración el número de machos y “crawlers” por 2” x 4” del centro de cada trampa.



Figura 12. Trampas pegajosas de diferentes formas y colores colocados en una zona infectada de la reserva de Cabo Rojo.

Se muestrearon 4 tallos en cada sitio/localidad con un total de 8 tallos por localidad. Las trampas fueron recolectadas cada semana durante 3 semanas, y se registró la presencia de los machos, “crawlers” y otros insectos asociados. Para el análisis de datos se llevó a cabo una transformación de datos de raíz cuadra-

da a valores atípicos, con el fin de asegurarse de una distribución normal en los datos, y para de esta forma, facilitar la visualización e interpretación de los mismos (Reyes-Aguilar, 2007). Con el uso de un programa estadístico (Infostat), se realizó una prueba estadística no paramétrica (Kruskal Wallis) para comprobar que el grupo de datos provino de la misma población.

3.3.2 Fenología reproductiva

Tres tallos fueron seleccionados en dos lugares establecidos, con un total de 6 tallos por localidad. La investigación se realizó en el Bosque Seco de Guánica (coordenadas: 17° 57'25.60"N, 66° 52'21.77"O y 17° 57'32.83"N, 66° 51'42.09"O) y en la Reserva de Vida Silvestre en Cabo Rojo (coordenadas: 17° 58'27.93"N, 67° 10'29.44"O y 17°58'48.47"N, 67° 10'18.24'O) (Figura 13 y Figura 14).

La trampa pegajosa más eficaz elegida en la parte A se utilizó para determinar la presencia o ausencia del vuelo de los machos, diseminación de "crawlers" y su crecimiento poblacional. Semanalmente, durante 52 semanas consecutivas, las trampas se cambiaron y el número de machos y "crawlers" presentes en todas las trampas fueron reportados y comparados, utilizando pequeñas lupas de mano (Coddington-Magnifier- 10X y 20X) para facilitar su conteo. Solamente se utilizaron las dos líneas de cuadros centrales en cada trampa (2" x 4") para el conteo tanto de machos como de los "crawlers".



Figura 13. Zonas muestreadas en el Bosque Seco de Guánica (puntos rojos).

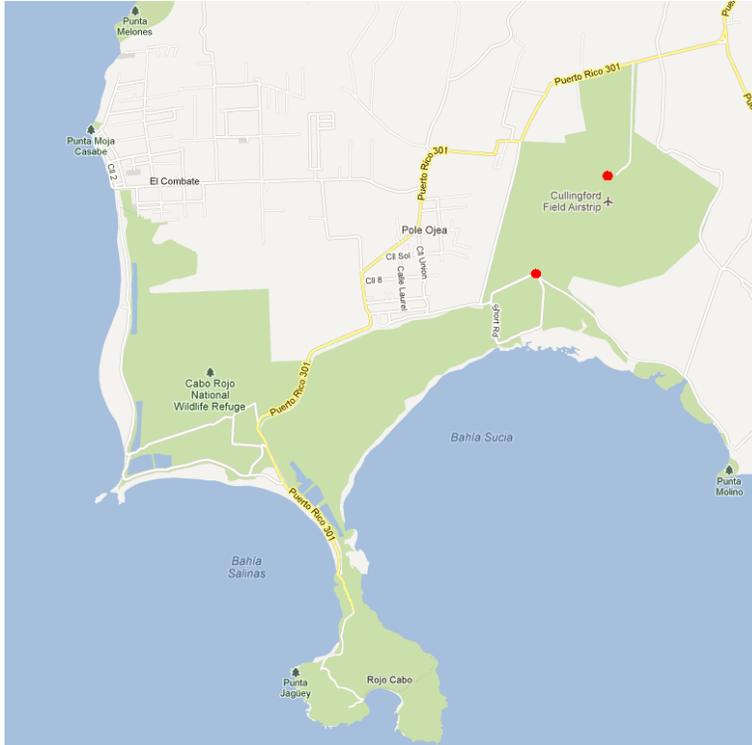


Figura 14. Zonas muestreadas en Cabo Rojo (puntos rojos).

3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.4.1 Pruebas de efectividad

Evaluamos cuatro tipos de trampas pegajosas con el propósito de conocer cuál es más efectiva para el muestreo de "crawlers" y machos de *H. pungs*. El número promedio de los machos de CHC encontrados en las trampas "Sticky Aphid Whitefly" fue mayor que en todas las otras trampas utilizadas (Figura 15). Por otra parte, las "TRECE yellow sticky trap", Unbaited pherocon® AM obtuvieron el mayor número de "crawlers" (Figura 16). La menos eficaz fue la "Blue Sticky thrips leafminer trap", que capturó menor número de "crawlers" y machos.

Fue necesario llevar a cabo una transformación de datos de raíz cuadrada a valores atípicos debido a que en algunas observaciones el número de individuos encontrados en las trampas eran muy distantes del resto de los datos. Se encontró una diferencia significativa con relación a la presencia de "crawlers" entre ambos sitios seleccionados para este experimento. Por otra parte, de acuerdo con la prueba estadística de Kruskal Wallis, no hay ninguna diferencia significativa entre los tratamientos utilizados para ambos, los adultos y los "crawlers" (Cuadro 8).

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Adultos	1	23	0.97	1.01	1	4.17	0.181
	2	23	0.43	0.63		0	
	3	23	0.75	0.8		1	
	4	23	0.84	0.83		1	
Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
"Crawlers"	1	23	1.2	2.56	0	1.82	0.396
	2	23	0.64	1.96		0	
	3	23	1.5	3.65		0	
	4	23	1.63	3.38		0	

Cuadro 8. Prueba de Kruskal Wallis para determinar diferencias significativas en tratamientos para adultos y "Crawlers".

Estos datos se comparan con otros experimentos realizados, en donde según Topliff y colaboradores, 2008, las trampas amarillas son las más eficientes para atrapar diferentes especies de insectos. Esto se debe a que el color amarillo es atractivo para la mayoría de las especies. Las trampas de pega también ayudan a determinar el aumento o disminución de las poblaciones de las plagas en diferentes estaciones del año.

En otra investigación llevada a cabo por Hoback y colaboradores, 1999, determinaron la diversidad de especies presentes en un área y obtuvieron un estimado de la población presente. Estos pudieron determinar que las trampas de color azul eran menos efectivas en comparación con las trampas amarillas al coleccionar la mayoría de las familias de insectos. Las trampas amarillas atraparon un 20 % más de familias de insectos que las trampas azules, los que sugieren el uso de trampas amarillas para futuros estudios ecológicos.

Sobre el manejo y utilidad de las trampas, se puede mencionar que durante todas las semanas de muestreo se observó un rápido deterioro en la eficacia de las trampas al pasar los días. Esto fue debido a la grande acumulación de otros insectos que son atraídos por las mismas. Aunque las trampas no fueran tan eficientes luego de una semana, las mismas resultaron ser bien eficientes para el control de las plagas.

Las trampas: “Sticky Aphid Whitefly” y “TRECE yellow sticky trap”, Unbaited pherocon® AM pudieron ser manejadas de manera eficiente. En el caso de las “Yellow Sticky Strips”, varios detalles como su tamaño, forma, y color más brillante, las hacían difícil de manejar, e incluso, su pequeño tamaño dificultaba la colocación de la misma en el tallo de los cactus muestreados. El color de las “Blue Sticky thrips leafminer trap” dificultaba el conteo tanto de machos como de los “crawlers”. En fin, por su mejor manejo a la hora de muestrear, y por su gran eficacia para coleccionar chinches harinosos, las trampas: “Sticky Aphid Whitefly” resultaron ser las más eficientes y manejables para recolectar muestras de CHC.

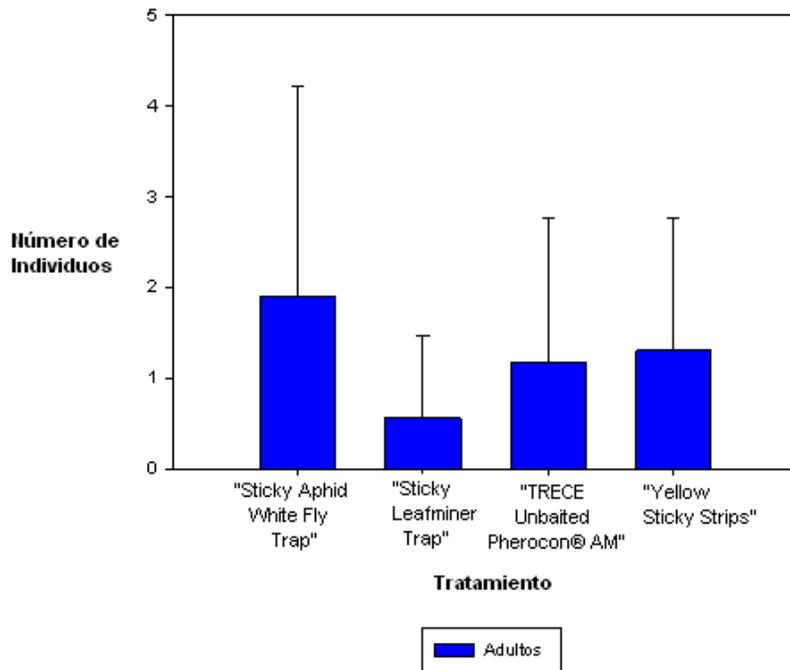


Figura 15. Número de adultos por diferentes trampas o tratamientos

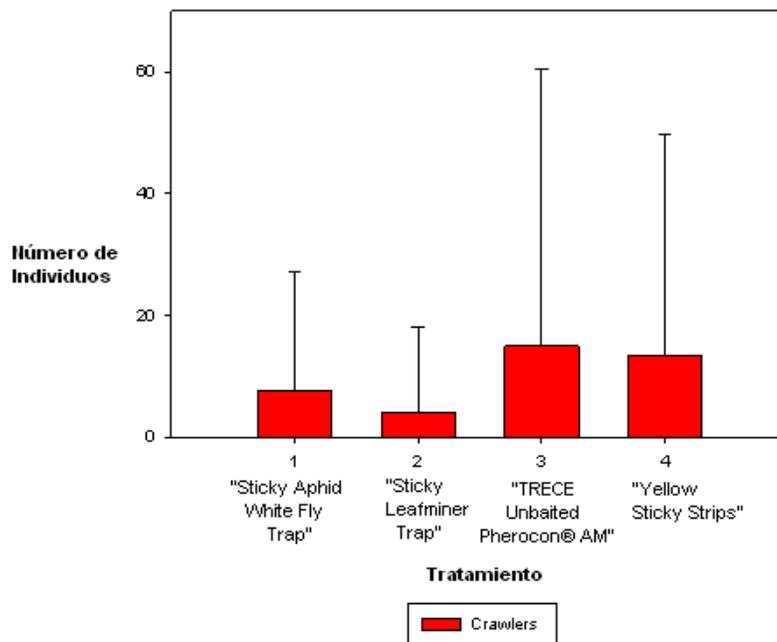


Figura 16. Número de "Crawlers" por diferentes trampas o tratamientos

3.4.2 Fenología reproductiva

Observamos que la infestación de *H. pungens* presente en Guánica es mas antigua, ya que la misma lleva establecida hace mas de 5 años en el bosque seco, a diferencia de la infestación presente en Cabo Rojo, la cual se encuentra en pleno desarrollo. También observamos que las infestaciones activas de *H. pungens* son mucho mayores en Cabo Rojo, aunque el daño más severo se puede apreciar en el Bosque Seco de Guánica. Las figuras 17 y 18, demuestran que el promedio de la población adulta masculina y población de “crawlers” fue mayor en la Reserva Natural de Pesca y Vida Silvestre en Cabo Rojo que en el Bosque Seco de Guánica.

En el capítulo 2 demostramos como la temperatura afecta el ciclo de vida de *H. pungens*, y se demostró que su ciclo de vida disminuye al aumentar la temperatura. En esta sección podemos observar un aumento en el número de la población de machos entre los meses de Febrero y Junio en Cabo Rojo, y en los meses de Mayo, Septiembre y Octubre en el bosque seco de Guánica. Según reportes del “National weather Service” (NOAA), se reportó temperaturas promedio para- Febrero: 25.5 °C, Junio: 28.3 °C, Mayo: 27.7 °C, Septiembre: 28.3 °C y Octubre: 28 °C. Estos datos no justifican los datos presentados en el capítulo 2, ya que se observa mucha variabilidad de resultados. Los mismos se pueden deber a varios factores que afectaron los conteos de insectos, como por ejemplo: factores ambientales y caída de trampas.

Figura 17. Totalidad de machos por fecha y dos localidades en 2009-2010

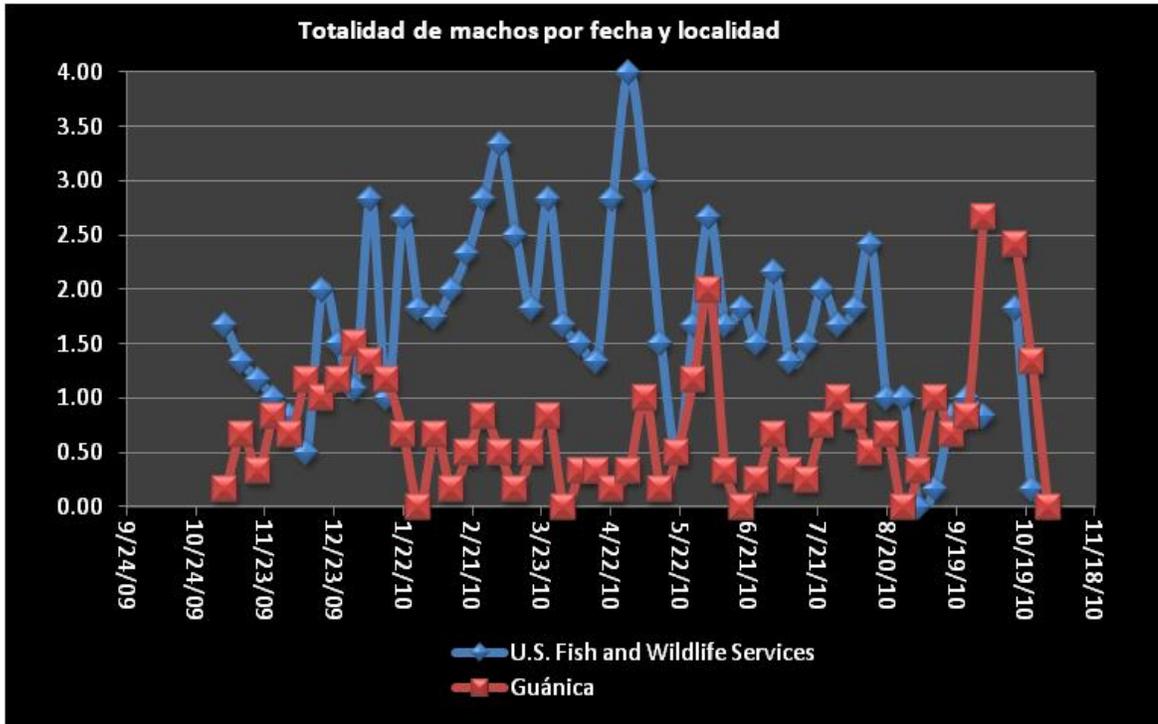
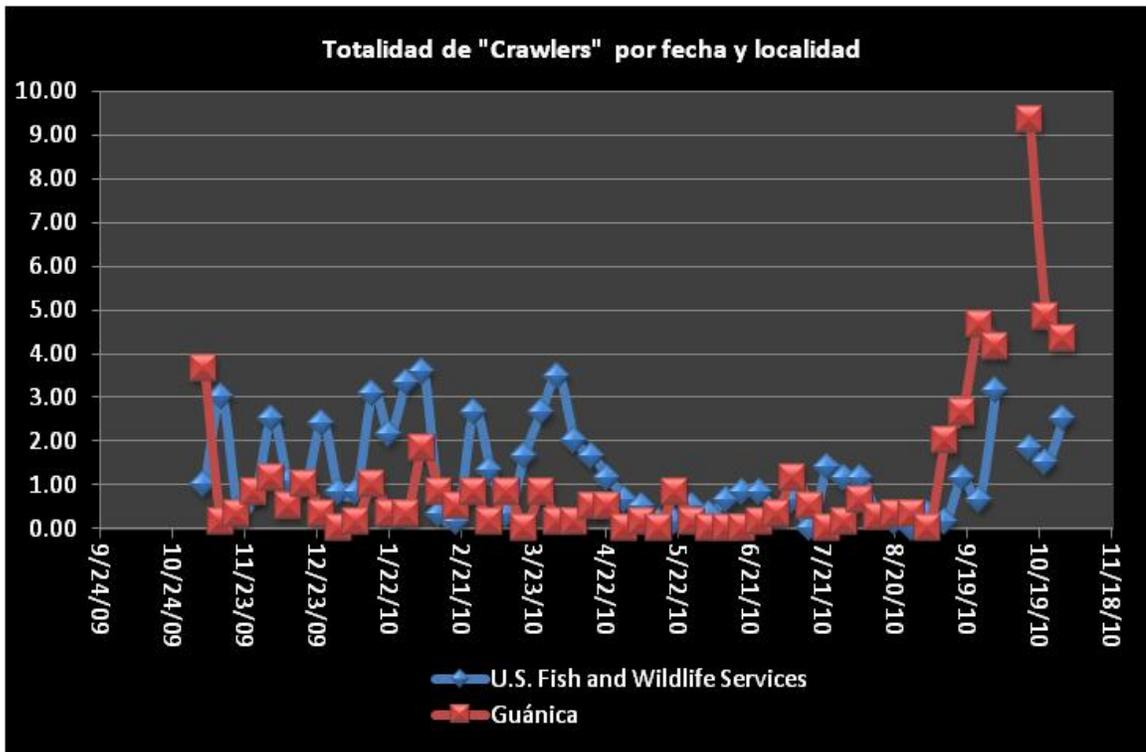


Figura 18. Totalidad de "crawlers" por fecha y dos localidades en 2009-2010



Adicional a la variabilidad encontrada en los datos, también en una ocasión fue imposible la recolección de datos debido a las fuertes lluvias.

En términos de eficiencia entre capturas de machos y “crawlers”, las trampas amarillas resultaron ser bastante útiles para el monitoreo de ambas poblaciones.

Al igual que en otras investigaciones, en donde se utilizan trampas de pega para monitorear las plagas, pudimos ver su eficacia al observar varios patrones de crecimiento y de reducción a medida que pasaba el año de muestreo. Las trampas resultaron ser efectivas para determinar patrones de vuelo en machos, y dispersión de “crawlers” por parte del viento. Aun así, se encontraron factores que podrían afectar el uso de trampas amarillas en los “crawlers”, y el mismo tiene que ver con la atracción del insecto hacia las trampas de pega color amarilla, ya que en varias ocasiones nos encontramos con nuevos brotes establecidos al lado de las trampas, causando una alteración en los datos de los “crawlers”.

Podemos decir, que la gran cantidad de “crawlers” y otras etapas inmaduras encontradas en las trampas de pega nos indica su habilidad de dispersarse por viento.

Estos resultados se asemejan a resultados de otras investigaciones las cuales fueron llevadas a cabo para observar el efecto del viento en la dispersión de chinches harinosas. Jahn y Beardsley (2000), utilizaron trampas pegajosas de color azul para determinar la dispersión de chinches harinosas a través del viento. Trampas amarillas fueron utilizadas en un comienzo, pero por la gran variedad de insectos atraídos a estas, se decidió cambiarlas por trampas pegajosas de color azul. Cientos de “crawlers” fueron encontrados en las trampas. Estos

concluyeron que las chinches harinosas son dispersados por el viento. Por otra parte, Barras et al., (1994), sugiere que machos solamente son capaces de vuelos débiles y no utilizan el viento para dispersarse a nuevas localidades.

**CAPÍTULO 4: DETERMINACIÓN DE HOSPEDEROS AL-
TERNOS DE LA CHINCHE HARINOSA DE LOS CACTUS: *HYPO-
GEOCOCCUS PUNGENS* Granara de Willink (HEMÍPTERA:
PSEUDOCOCCIDAE)**

4.1 RESUMEN

La familia Cactaceae es una de las principales hospederas de *H. pungenis*. Se reconoce que CHC tiene además huéspedes de diversos géneros que no son de la familia Cactaceae. También ha sido reportado en dos especies de *Portulaca*, ambas presentes en Puerto Rico, *Portulaca oleracea* Linnaeus y *Portulaca quadrifida* Linnaeus (Hodges y Hodges, 2009). Como parte del efecto de CHC, se observa una distorsión en las puntas de los tallos de los cactus. En muchos casos, se detiene la florecida y la producción de frutas (Klein, 2002). Esta investigación se llevo a cabo con el propósito del desarrollar nuevas técnicas de crianza, utilizando huéspedes alternos, para obtener una producción masiva del insecto plaga en condiciones de laboratorio. Como resultados se pudo determinar que tanto la papa como el chayote no son hospederos adecuados para *H. pungenis* ya que no se observó desarrollo ni alimentación por parte del insecto. Por otra parte, el desarrollo y los hábitos de alimentación, fueron observados tanto en *Portulaca* sp. como en *Alternanthera* sp. Se puede observar que en ambos huéspedes, el tiempo de cambio entre estados es más largo cuando el insecto está pasando de segunda a tercera etapa. En promedio y a temperatura estable (°C) el ciclo de vida se puede completar en 30 días en *Portulaca*, y 27 días en *Alternanthera*.

4.2 INTRODUCCIÓN

La superfamilia Coccoidea pertenece al orden Hemiptera, sub-orden Sternorrhyncha, y consiste de insectos parásitos de plantas, los cuales son reconocidos como severas plagas en la agricultura (Claps y Haro, 2001 y Hardy et al., 2008). En general, constituyen un grupo de pequeños insectos polífagos, con gran variedad de características en común. Se ha mencionado que la mayor diversidad de esta familia se encuentra presente en los trópicos, sub-trópicos y en climas con altas temperaturas (Claps et al., 1998).

Sus hábitos alimenticios pueden variar entre especies, y asociación con hospederos puede ir desde especies monófagas a especies polífagas (Claps y Haro, 2001).

El género *Hypogeococcus* fue descubierto por George Rau en 1938 (Miller, 1983). Se han descrito alrededor de 12 especies de este género, de los cuales 4 se han descrito en países del Caribe (Ramos y Serna, 2004). El cuadro 9 ilustra lo que se conoce del rango de hospederos dentro del género *Hypogeococcus*.

La familia Cactaceae es una de las principales hospederas de CHC. Este grupo de plantas se considera como uno de los grupos más importantes en la ecología de las zonas áridas, y semiáridas desde el Norte y Sur América, como en el Caribe (Fleming y Valiente-Banuet, 2002). En Puerto Rico, su daño extensivo

ocurre en *Pilosocereus royenii* (L.) Byles & G.D.Rowley, pero subsecuentemente, estudios realizados en la Isla demuestran que otras especies de la familia Cactaceae como *Leptocereus quadricostatus* (Bello) Britton & Rose, *Melocactus intortus* (P. Miller) Urban, y *Cereus hexagonus* (L.) Mill. también son severamente afectados por esta especie (Segarra et al., 2010; Zimmermann et al., 2010).

Especies	Familias (Huéspedes)
<i>Hypogeococcus barbarae</i> Rau	Compositae
<i>H. boharti</i> Millar	Orchidaceae
<i>H. festerianus</i> Lizer y Trilles	Cactaceae
<i>H. gilli</i> Millar	Orchidaceae
<i>H. margaretae</i> Millar	Eriocaulon-Eriocaulaceae
<i>H. othnius</i> Miller and McKenzie	Orchidaceae
<i>H. pungens</i> Granara de Willink	<i>Alternanthera</i> -Polygonaceae
<i>H. spinosus</i> Ferris	Cactaceae

Cuadro 9. Especies en el género *Hypogeococcus*, y familias de huéspedes (Miller, 1983)

Se conoce también que CHC tiene además huéspedes de diversos géneros que no son de la familia Cactaceae. También ha sido reportado en dos especies de *Portulaca*, ambas presentes en Puerto Rico, *Portulaca oleracea* Linnaeus y *Portulaca quadrifida* Linnaeus (Hodges y Hodges, 2009). *Portulaca oleracea* L., conocida comúnmente como verdolaga, es una planta anual, nativa de la India y del Medio Oriente. Esta planta, presente en regiones templadas, tropicales, y sub-tropicales, se caracteriza por ser bien tolerante a diferentes temperaturas y tipos de suelo, por lo que es considerada como maleza y plaga en invernaderos ornamentales (Kesden y Will Jr., 1987).

Hypogeococcus pungens también ha sido reportado en dos especies del género *Alternanthera*: *Alternanthera pungens* Kunth y *Alternanthera bettzickiana* Regel (Hodges y Hodges, 2009), y en varias especies de *Acalypha* (Euphorbiaceae) (Zimmermann et al., 2010).

Como parte del efecto de CHC, se observa una distorsión en las puntas de los tallos de los cactus. En muchos casos, se detiene la florecida y la producción de frutas (Klein, 2002). También se ha encontrado afectando los meristemas de las plantas, y estimulando brotes laterales (ARC-Plant Protection Research Institute, 2002).

Esta investigación se llevo a cabo con el propósito de ayudar a desarrollar nuevas técnicas de crianza, utilizando huéspedes alternos, para obtener una producción masiva del insecto plaga en condiciones de laboratorio.

4.3 METODOLOGÍA

Pedazos de tallos de aproximadamente 30 cm de largo, de la especie *Pilosocereus royerii* (Cactaceae) fueron recolectados en Mayo 22 del 2010 en el bosque seco de Guánica, y fueron trasladados en contenedores de plástico sellados al laboratorio de Control Biológico y Cuarentena- Francisco Sein localizado frente a la finca Alzamora de el Recinto Universitario de Mayagüez, Puerto Rico. Con el uso de una brocha fina, se recolectaron 50 “crawlers” de los contenedores, y fueron colocados en brotes de hojas de varias plantas alternas seleccionadas: Chayote (*Sechium edule* Jacq. Sw: Cucurbitaceae), Portulaca (*Portulaca oleracea* L: Portulacaceae), Alternanthera (*Alternanthera* sp.: Amaranthaceae) y en terminales apicales de brotes de patatas (*Solanum tuberosum* L.: Solanaceae) enraizadas. Las papas fueron colocadas sobre porta vasos de cartón, ya que, esta técnica ha sido utilizada anteriormente para proveer buena aireación a las papas y prolongar su vida útil. Una vez que los insectos fueron transferidos, estas plantas fueron colocadas individuales dentro de un cuarto de laboratorio, en cajas de plástico plegables selladas, con una tela fina BugDorm-2 60x60x60cm, BioQuip Co. Rancho Dominguez, California a una temperatura promedio de 27°C, 60-80 % humedad relativa, y fueron cubiertas por una tela negra para mantenerlas en oscuridad. Dos repeticiones de 3 plantas por réplica fueron utilizadas. La población de las chinches harinosas fue monitoreada semanalmente hasta completar una generación, y el desarrollo fue observado removiendo las exuvias presentes luego de cada muda. En algunos casos, preparaciones mi-

croscópicas fueron necesarias para poder distinguir entre segundos y terceros estados, y entre terceros y hembras adultas.

4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluamos tres tipos de plantas con el propósito de conocer cuál es la más efectiva para llevar a cabo una crianza masiva de *H. pungens* en condiciones de laboratorio. Se encontraron diferencias en parámetros de crecimiento y sobrevivencia de *H. pungens* que fueron criados en las cuatro especies de plantas. Sin embargo, *H. pungens* solamente demostró crecimiento y sobrevivencia en *Portulaca* sp., y *Alternanthera* sp.

La decisión de utilizar la papa y el chayote como huéspedes alternos para *H. pungens* se debe a su uso efectivo en otras investigaciones llevadas a cabo hacia otros pseudocóccidos para propósitos de crianza. Por ejemplo, Chong et al., (2008) mantuvieron una colonia de *M. hirsutus* utilizando papas enraizadas, Zaviezo et al., (2010) por otra parte, utilizaron papas enraizadas y chayote para determinar el desarrollo de *Pseudococcus calceolariae*.

Para esta investigación, la papa, no resultó ser un huésped efectivo para *H. pungens*. Se observó la alimentación de primeros estados, pero no hubo desarrollo alguno, y por consiguiente no hubo sobrevivencia. Lo mismo se puede decir del chayote, ya que no se observó alimentación ni desarrollo por parte del insecto.

Desarrollo y hábitos de alimentación, si fueron observados tanto en *Portulaca* sp. como en *Alternanthera* sp. Figura 19 demuestra el tiempo entre estados en ambos huéspedes. Se puede observar que en ambos huéspedes, el tiempo de cambio entre estados es más largo cuando el insecto está pasando de segunda a tercera etapa. En promedio y a temperatura estable el ciclo de vida se puede completar en 30 días en *Portulaca*, y 27 días en *Alternanthera*.

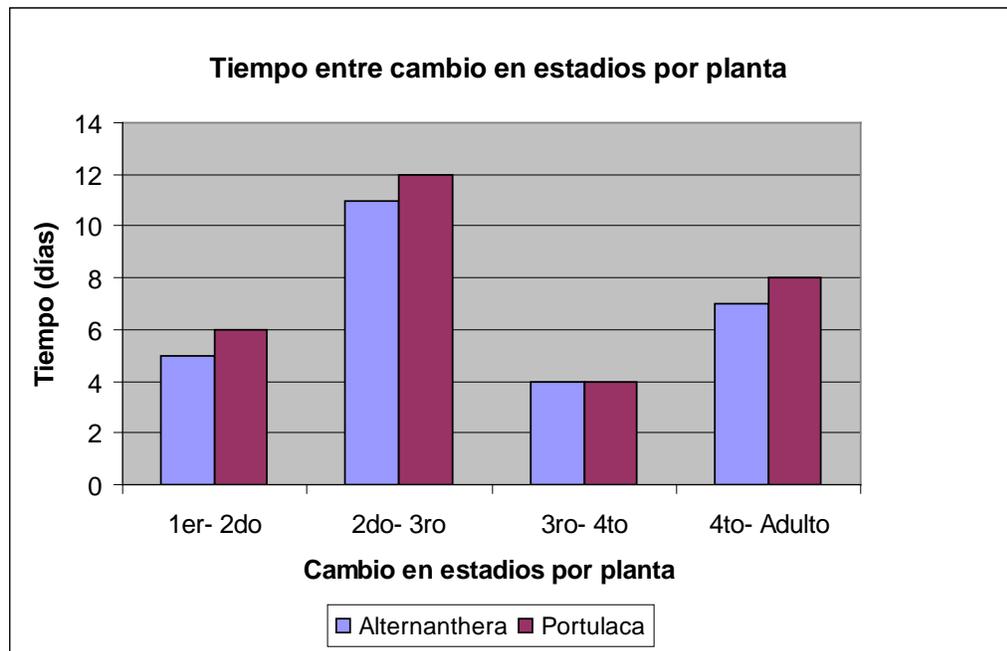


Figura 19. Tiempo entre cambio de estados en *Alternanthera* sp. y *Portulaca* sp.

Según Amarasekare et al., (2008a) el ciclo de vida de un insecto puede variar dependiendo de la fuente de alimentación, y las diferentes especies de plantas proveen diferentes nutrientes y componentes químicos que afecta la supervivencia, reproducción y desarrollo de un insecto. Por lo tanto estos resultados sugie-

ren que *A. bettzickiana* podría proporcionar los mejores nutrientes para un buen desarrollo y producción masiva de colonias de *H. pungenis* bajo condiciones de laboratorio. La capacidad de desarrollarse en estas plantas, demuestra su habilidad de moverse, distribuirse y establecerse en nuevas áreas en donde estas especies de plantas están presentes. *Portulaca* sp. también demostró ser un buen hospedero para *H. pungenis*.

Este experimento se compara con otras investigaciones en donde se demuestra que diferentes especies hospederas afectan los parámetros del ciclo de vida de otras especies de chinches harinosas. Boavida y Neuenschwander (1995), determinaron que periodos pre-reproductivos más largos, y una producción de progeie más alta fue observada en *Rastrococcus invadens* Williams cuando estas fueron criadas en diferentes variedades de *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae).

Otros estudios realizados a otros pseudocóccidos demuestra la capacidad de estos insectos para dispersarse y desarrollarse en diferentes plantas hospedantes. Una investigación realizada con *P. marginatus* demostró que esta especie fue capaz de desarrollarse, sobrevivir y reproducirse en diferentes plantas ornamentales y malezas como *Acalypha wilkesiana* Müll. Arg (Euphorbiaceae), *Plumeria rubra* L. (Apocynaceae) y *Parthenium hysterophorus* L. (Asteraceae) (Amarasekare et al., 2008a). Por otra parte, la mortalidad de *Planococcus citri* (Risso); conocido como la chinche harinosa de los cítricos, fue mayor en variedades verdes de *Coleus blumei* O Bellevue (Benthman) (Lamiaceae) que en variedades amarillas o rojas, pero por otro lado, su desarrollo fue más acelerado

en plantas de variedad roja (Yang y Sadof, 1995). Estos hallazgos ayudaron en el desarrollo de nuevas investigaciones, utilizando el huésped más eficaz para obtener una producción masiva del insecto plaga en condiciones de laboratorio.

CONCLUSIONES

- En el experimento del ciclo de vida, la observación de poros triloculares en el primer estado es una característica que se desconocía de esta especie, ya que según la literatura *H. pungens* carece de poros triloculares.
- Diferencias entre machos y hembras de primeros y segundos estados no se pudieron determinar para distinguir entre sexos.
- Se pudo determinar que la regla de Dyar se puede utilizar para explicar el radio de crecimiento de estados femeninos de *H. pungens*. Esto se debe a su constante radio de crecimiento relativo a la estructura medida.
- *Althernanthera bettzickiana* provee los mejores nutrientes para un mejor desarrollo y cría masiva de una colonia de *H. pungens* bajo condiciones de laboratorio. *Portulaca* sp. también se pudo identificar como buen hospedero, aunque aún no se conoce su uso efectivo para llevar a cabo una cría masiva.
- En promedio, machos de *H. pungens* completan su ciclo de vida utilizando *Althernanthera bettzickiana* como huésped inmediato en aproximadamente 27 días, mientras que en *Portulaca* sp. lo completan en 30 días.
- Cambio de estado de *H. pungens* con más tiempo de desarrollo tanto en *Portulaca* sp como *Althernanthera bettzickiana*, viene siendo cuando cambian desde segundo al tercer estado.

- Existe una diferencia poblacional entre la Reserva de Vida Silvestre en Cabo Rojo y el Bosque Seco de Guánica, en donde aparenta indicar que la incidencia de esta plaga está en un nivel más alto en la Reserva de Vida Silvestre, en Cabo Rojo.
- Trampas medianas amarillas usadas en el muestreo de la densidad poblacional, son eficientes para capturar machos de *H. pungs*.
- Los resultados del uso de diferentes temperaturas indican que los estados de *H. pungs* se desarrollan más rápidamente a medida que aumenta la temperatura.

RECOMENDACIONES

- Utilizar los caracteres morfológicos encontrados en todos los distintos estados de *H. pungens* para desarrollar una clave taxonómica, la cual ayudará a diferenciar entre diferentes especies bajo el género *Hypogeococcus*.
- Evaluar mas a fondo la distancia y capacidad de vuelo de los machos de *H. pungens* para poder determinar la importancia en su distribución.
- Evaluar el efecto en el color de las plantas huéspedes, y como esto influye en la mortalidad y fecundidad de *H. pungens*.

LITERATURA CITADA

ARC-Plant Protection Research Institute. 2002. Biological control of invasive cactus species (Family Cactaceae); *Harrisia* cactus mealybug (*Hypogeococcus pungens*). PPRI Leaflet Series: Weeds Biocontrol, No 2.13.

Amarasekare, K. G., C. M. Mannion, L. S. Osborne, y N. D. Epsky. 2008a. Life history of *Paracoccus marginatus* (Hemiptera: Pseudococcidae) on four host plant species under laboratory conditions. *Environmental Entomology*. 37: 630-635.

Amarasekare, K. G., J. H. Chong., N. D. Epsky y C. M. Mannion. 2008b. Effect of temperature on the life history of the mealybug *Paracoccus marginatus* (Hemiptera:Pseudococcidae). *J.Econ. Entomol.* 101: 1798-1804.

Barrass, I. C., P. Jerie, y S. A. Ward. 1994. Aerial dispersal of first- and second-instar longtailed mealybug, *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti) (Pseudococcidae: Hemiptera). *Aus. J. Exp. Agr.* 34: 1205-1208.

Boavida, C. y P. Neuenschwander. 1995. Influence of host plant on the mango mealybug, *Rastrococcus invadens*. *Entomol. Exp. Appl.* 76 (2): 179-188.

Campbell, A., B. D. Frazer, N. Gilbert, A. P. Gutierrez, y M. Mackauer. 1974. Temperature requirements of some aphids and their parasites. *J. Appl. Ecol.* 11 (2): 431-438.

Chong, J. H., R. D. Oetting y M. W. Van Iersel. 2003. Temperature effect on the development, survival, and reproduction of the Madeira mealybug, *Phenacoccus madeirensis* Green (Hemiptera: Pseudococcidae), on *Chrysanthemum*. *Ann. Entomol Soc. Am.* 96(4): 539-543.

Chong, J. H., A. L. Roda y C. M. Mannion. 2008. Life History of the Mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae), at Constant Temperatures. *Environ. Entomol.* 37 (2): 323-332.

Claps, L. E., J. J. Morrone, y S. Coscarón. 1998. Coccoidea. Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Una perspectiva biotaxonómica. Ediciones Sur: 140-143.

Claps, L y M. de Haro. 2001. Coccoidea (Insecta: Hemiptera) Associated with Cactaceae in Argentina. *Journal of Professional Association for Cactus Development* 6. Online at: http://www.jpacd.org/downloads/Vol4/PD_1.pdf

Cox, J. M. 1987. Fauna of New Zealand. Pseudococcidae (Insecta: Hemiptera). Science Information Publishing Centre. [Number 11] pp 232.

Cox, J. M. y M. J. Pearce. 1983. Wax produced by dermal pores in three species of mealybugs (Homoptera: Pseudococcidae). *Int. J. Insect. Morphol. And Embryol.* 12(4):235-248.

Daane, K. M., W. J. Bentley, V. M. Walton, R. Malakar-Kuenen, J. G. Millar, C. A. Ingels, E. A. Weber, y C. Gispert. 2006. New controls investigated for vine mealybug. *Calif. Agr.* 60(1): 31-38.

DeBach, P. 1949. Population studies of the long-tailed mealybug and its natural enemies on citrus trees in southern California, 1946. *Ecology* 30(1): 14-25.

Fleming, T. H. y A. Valiente-Banuet. 2002. Columnar cacti and their mutualists: Evolution, ecology and conservation. University of Arizona Press. pp 66-68.

Geiger, C. A., y K. M. Daane. 2001. Seasonal movement and distribution of the grape mealybug (Homoptera: Pseudococcidae): developing a sampling program for San Joaquin Valley vineyards. *J. Econ. Entomol.* 94(1): 291-301.

Ghosh, A. B y S. K. Ghose. 1989. Descriptions of all instars of the mealybug *Nipaecoccus viridis* (Newstead) (Homoptera: Pseudococcidae). *Environment and Ecology* 7: 564–570.

Godínez-Álvarez, H., A. Valiente-Banuet, y A. Rojas-Martínez. 2002. The role of seed dispersers in the population dynamics of the columnar cactus *Neobuxbaumia tetetzo*. *Ecology* 83(9): 2617-2629.

González-Espinosa, M. y P. F. Quintana-Ascencio. 1986. Seed predation and dispersal in a dominant desert plant: *Opuntia*, ants, birds and mammals. *Tks. Veg. Sci.* 15:273-284.

Gordon, H. T. 1999. Growth and development of insects. In C. B. Huffaker and A. P. Gutierrez [eds.], *Ecological entomology*, Wiley, New York. 2: 55-82.

Grasswitz, T. R. y D. G., James. 2008. Movement of grape mealybug, *Pseudococcus maritimus* on and between host plants. *Entomologia experimentalis et Applicata.* 129(3):268-275.

Hamon, A. B., P. L. Lambdin y M. Kosztarab. 1975. Eggs and wax secretion of *Kermes kingii*. *Annals of the Entomological Society of America* 68(6): 1077-1078.

- Hamon, A. B.** 1984. A cactus mealybug, *Hypogeococcus festerianus* (Lizer y Trelles), in Florida (Homoptera: Coccoidea: Pseudococcidae). Entomology Circular No. 263.
- Hardy, N. B., P. J. Gullan y C. J. Hodgson.** 2008. A subfamily-level classification of mealybugs (Hemiptera:Pseudococcidae) based on integrated molecular and morphological data. *Systematic Entomology*. 33(1):51-71.
- Harris, P.** 1990. Environmental impact of introduced biological control agents. In Critical Issues in Biological Control (Mackauer, M., ed.), pp. 289–300. Intercept.
- Heng- Moss T. M., F. P. Baxendale, T. P. Riordan y L. J. Young.** 1999. Influence of *Rhopus nigroclavatus* (Hymenoptera: Encyrtidae) on the Mealybugs *Tridiscus sporoboli* and *Trionymus sp.* (Homoptera: Pseudococcidae) parasitoid. Entomology Department, University of Nebraska. *Environ. Entomol.* 28(1): 123-127.
- Hoback, W. V., T. M. Svatos, S. M. Spomer y L. G. Higley.** 1999. Trap color and placement affects estimates of insect- family level abundance and diversity in a Nebraska Salt marsh. *Entomologia experimentalis et applicata*. 91(3): 393-402.
- Hodges, A. y G. Hodges.** 2009. *Hypogeococcus pungens* Granara de Willink (Insecta: Hemiptera: Pseudococcidae), a mealybug. University of Florida. IFAS Extension. EENY- 459.
- Huffaker, C., A. Berryman, y P. Turchin.** 1999. Dynamics and regulation of insect populations, In C. B. Huffaker and A. P. Gutierrez [eds.]. *Ecological entomology*, ed. Wiley, New York. 2: 269- 305.
- Iheagwam, E. U y M. C. Eluwa.** 1983. The effects of temperature on the development of the immature stages of the Cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* MAT-FERR (Homoptera: Pseudococcidae). Dt. Entomol. Z.F. 30 (1-3): 17-22.
- Jahn G. C., y J. W. Beardsley.** 2000. Interactions of Ants (Hymenoptera: Formicidae) and Mealybugs (Homoptera: Pseudococcidae) on Pineapple. *Proc. Hawaiian Entomol. Soc.* 34: 161-165.
- Kesden, D. y A. A. Will Jr.** 1987. Purslane: A ubiquitous garden weed with nutritional potential. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 100: 195-197.
- Klein, H.** 2002. Biological control of invasive cactus species (Family Cactaceae). Harrisia cactus mealybug (*Hypogeococcus pungens*). ARC-Plant Protection Research Institute. In PPRI Leaflet Series: Weeds Biocontrol 2.5: 1-3.

León De La Luz, J. L. y R. Dominguez-Cadena. 1991. Evaluación de la reproducción por semilla de la pitaya agria (*Stenocereus gummosus*) en Baja California Sur, Mexico. *Acta Botánica Mexicana*. 14: 75-87.

Leuschner, K. 1978. Preliminary observations on the mealybug (Hemiptera-Pseudococcidae) - Proceedings of the international workshop on the Cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* Mat Ferr Pseudococcidae. Proceeding Series No 1: 15-19.

Liogier, HA. 1988. Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent islands. Editorial de la Universidad de Puerto Rico, Río Piedras. Vol. 2.

Loxdale, H. D., J. Hardie, S. Halbert, R. Footitt, N. A. C. Kidd y C. I. Carter. 1993. The relative importance of short- and long-range movement of flying aphids. *Biol. Rev.* 68(2): 291-311.

McFadyen, R.E. 1979. The cactus mealybug *Hypogeococcus festerianus* (Hem:Pseudococcidae) an agent for the biological control of *Eriocereus martinii* (Cactaceae) in Australia. *Entomophaga*, 24(3): 281-287.

Miller, D.R. 1983. Key to North and Central American species of the mealybug genus *Hypogeococcus* (Homoptera, Coccoidea, Pseudococcidae) with descriptions of four new species and redescription of the type species. *Pan-Pacific Entomologist*. 59(1-4): 188-217.

Miller, D.R. y S. Polavarapu. 1997. A new species of mealybug in the genus *Dysmicoccus* (Hemiptera, Coccoidea, Pseudococcidae) of importance in highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum*, Ericaceae) in the eastern United States. *Proc. Entomol.Soc. Wash.* 99(3): 440-460.

Mizell, R. F., III, y T. E. Nebeker. 1978. Estimating the developmental time of the southern pine beetle *Dendroctonus frontalis* as a function of field temperatures. *Environ. Entomol.* 7(4): 592-595.

Molles, M. C. 2002. Ecology, concepts and applications. McGraw Hill, New York, NY.

Moran, V. C y H. G. Zimmermann. 1991. Biological control of cactus weeds of minor importance in South Africa. *Agriculture, ecosystems, and environment* 37(1-3): 37-55.

Nakahira, K. y R. Arakawa. 2006. Development and reproduction of an exotic pest mealybug, *Phenacoccus solani* (Homoptera: Pseudococcidae) at three constant temperatures. *Appl. Entomol. Zool.* 41(4): 573-575.

Pérez Sandi y Cuen, M. H., Zimmermann., J. Golubov y S. Arias. 2006. El piojo harinoso. Otro cactófago invasor amenaza nuestra biodiversidad desde Estados Unidos y las Islas del Caribe. *Biodiversitas*. 66: 10-11.

Pollister, P.F. 1937. The structure and development of wax glands of *Pseudococcus maritimus* (Homoptera: Coccidae). *O.J. Microsc. Sci.* 80(1): 127-152.

Rabkin, F. B., y R. R. Lejeune. 1954. Some Aspects of the Biology and Dispersal of the Pine Tortoise Scale, *Toumeyella numismaticum* (Pettit and McDaniel) (Homoptera: Coccidae). *Can. Entomol.* 86(12): 570-575.

Rae D. J. 1993. A method for discrimination between instars of *Saccharicoccus sacchari* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae). *J. Aus. Entomol. Soc.* 32(3):249-252.

Ram, P. B. 2009. *Gyranusoidea Indica* Shafee, Alam y Agarwal (Hymenoptera: Encyrtidae): Studies on its biology and use in biological control of *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Homoptera: Pseudococcidae) in Trinidad. Thesis. University of the West Indies. Department of life science. pp 23.

Ramos, A. A. y F. J. Serna. 2004. Coccoidea de Colombia, con énfasis en las cochinillas harinosas (Hemiptera: Pseudococcidae). *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. Volumen 57 (2).

Rebek, E. J. M. y A. Schnelle. 2009. Arthropod pest management in greenhouses and interiorscapes. Oklahoma: Oklahoma cooperative extension service. Division of agricultural sciences and natural resources. E 1011:8-10.

Reyes-Aguilar, P. 2007. Distribución normal, prueba de normalidad y transformación de datos.

http://www.icicm.com/files/DISTR_NORMAL_PRBA_NORM_TRANS_DAT.doc. 12/04/2012.

Segarra- Carmona, A, Ramirez-LLuch A y Sustache J. 2009. First Report of a new invasive mealybug, the harrisia cactus mealybug *Hypogeococcus pungens* (Hemiptera:Pseudococcidae). Research note. *J Agric. Univ. Puerto Rico*. 94 (en prensa).

Segarra-Carmona, A. Universidad de Puerto Rico. Comunicación Personal. Noviembre 2008.

Soriano, P. J., M. E. Naranjo, C. Rengifo, M. Figuera, M. Rondón y R. L. Ruiz. 1999. Aves consumidoras de frutos de cactáceas columnares del enclave semiárido de Lagunillas, Mérida, Venezuela. *Ecotropicos* 12(2): 91-100.

- Soriano P.J. y Ruiz. 2002.** The role of bats and birds in the reproduction of columnar cacti in the Northern Andes. In: Fleming T.H. and Valiente-Banuet A. (eds), Evolution, Ecology and Conservation of Columnar Cacti and their Mutualists, Arizona University Press, Tucson, 241 –263 pp.
- Stibick, J. N. L. 1997.** New pest response guidelines, pink hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus*. In USDA-APHIS-PPQ [ed.]
- Sun, J. H., Clarke, S. R., DeBarr, G. L. y Berisford, C. W. 2002.** Yellow sticky traps for monitoring males and two parasitoids of *Oracella acuta* (Lobdell) (Homoptera: Pseudococcidae). *Journal of Entomological Science* 37(2): 177-181.
- Topliff, L.A., M. A Schnelle, K.N. Pinkston, G.W. Cuperus y S.V. Broembsen. 2008.** IPM –Scouting and Monitoring for Pests in Commercial Greenhouses. Oklahoma cooperative extension service. HLA-6711.1-6711.8.
- Townsend, M. L., R. D. Oetting, y J. H. Chong. 2000.** Management of the mealybug *Phenacoccus madeirensis*. *Proc. South. Nurs. Assoc. Res. Conf.* 45: 162-166.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 1990.** Endangered and threatened wildlife and plants: Determination of threatened status for the plant *Harrisia portoricensis*. Federal Register, 55. 133: 32255.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 2010.** Higo Chumbo (*Harrisia portoricensis*) 5-Year Review: Summary and Evaluation. Caribbean Ecological Services Field Office. 70 FR 53807.
- Valiente-Banuet, A., M. Arizmendi, A. Rojas-Martinez, y L. Dominguez-Canseco. 1996.** Ecological relationships between columnar cacti and nectar feeding bats in Mexico. *J. Trop. Ecol.* 12(1):103-119.
- Walton V. M. y K. L. Pringle. 2004.** Vine mealybug, *Planococcus ficus* (Signoret) (Homoptera: Pseudococcidae), a Key Pest in South African vineyards. A Review. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 25(2):54-62.
- Wendelken P. W. y R. F. Martin. 1988.** Avian consumption of the fruit of the cacti *Stenocereus eichlamii* and *Pilosocereus maxonii* in Guatemala. *Amer. Mid. Nat.* 119(2):235-243.
- Williams D.J. y M. C. Granara de Willink. 1992.** Mealybugs of Central and South America. C.A.B. International. UK. pp 635.
- Yang, J. y C.S. Sadof. 1995.** Variegation in *Coleus blumei* and life history of citrus mealybug (Homoptera:Pseudococcidae). *Environ. Entomol.* 24(6):1650-1655.

Zaviezo T., E. Cadena, M. F. Flores y J. Bergmann. 2010. Influencia de diferentes sustratos de plantas en el desarrollo y reproducción para la crianza en laboratorio de *Pseudococcus calceolariae* (Maskell) (Hemiptera: Pseudococcidae). *Cien. Inv. Agr.* 37(3): 31-37.

Zimmermann, H.G., M. Perez, S. Cuen, M.C. Mandujano, y J. Golubov. 2010. The South American Mealybug that Threatens North American Cacti. *Cactus and Succulent Journal* 82(3):105-107