

CICLO DE VIDA, CONTROL QUÍMICO Y ESTADO DE  
DAÑO de *Holopothrips tabebuia* (THYSANOPTERA:  
PHLAEOTHIRIPIDAE) EN LA ZONA OESTE DE  
PUERTO RICO

Por:

Luis Antonio Marín Becerril

Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de

**MAESTRIA EN CIENCIAS**

En

**PROTECCIÓN DE CULTIVOS**

DEPARTAMENTO DE CULTIVOS Y CIENCIAS AGROAMBIENTALES

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO

RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ

2013

Aprobado por:

\_\_\_\_\_  
Irma Cabrera, MS.  
Miembro Comité Graduado

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Sally González, MLA.  
Miembro Comité Graduado

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Ángel L. González, PhD.  
Presidente Comité Graduado

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Carlos Santos, PhD.  
Representante de Escuela Graduada

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Skip Van Bloem, Ph.D.  
Director de Departamento

\_\_\_\_\_  
Fecha

## ABSTRACT

This study was made to determine the life cycle, the effectiveness of various insecticides, and the damage of *Holopothrips tabebuia*, a new invasive species, in the western region of Puerto Rico. *Holopothrips tabebuia* took 23.5 days to complete the egg, larvae 1-2, prepupa, pupa and adult on White Cedar, *Tabebuia heterophylla*, saplings. Imidacloprid and acephate insecticides were very effective in controlling larvae and adult stages of *H. tabebuia* on saplings of White and Yellow Cedar (*T. aurea*) and Calabash (*Crescentia cujete*), while neem and orchard oils were ineffective. The thrips was found attacking trees of White cedar in urban, rural and forest areas between Mayagüez, Maricao and Sabana Grande municipalities. In Maricao and Sabana Grande forests, *H. tabebuia* was found attacking Red Cedar, *T. schumanniana*. The White Cedar was more susceptible to attack than other species in the Family Bignonaceae.

## RESUMEN

Este estudio se realizó con el propósito de determinar el ciclo de vida, la efectividad de varios insecticidas, y el estado de daño de *Holopothrips tabebuia*, una nueva especie invasora, en la zona oeste de Puerto Rico. *Holopothrips tabebuia* tomó 23.5 días en completar las etapas de huevo, larva 1-2, prepupa, pupa y adulto en arbolitos de roble nativo, *Tabebuia heterophylla*. Los insecticidas imidacloprid y acephate fueron muy efectivos controlando larvas y adultos de *H. tabebuia* en arbolitos de *T. heterophylla*, roble amarillo (*T. aurea*) e higüero (*Crescentia cujete*), mientras que los aceites neem y de huerta no lo controlaron. El trípido se encontró atacando árboles de *T. heterophylla* en zonas urbanas, rurales y de bosque entre Mayagüez, Maricao y Sabana Grande. En los bosques de Maricao y Sabana Grande se encontró atacando el roble colorado, *Tabebuia schumanniana*. *T. heterophylla* es la especie de la familia Bignonaceae más susceptible al ataque de *H. tabebuia*.

## DEDICATORIA

Le quiero dedicar este gran logro primero que todo, a mis padres Yolanda Becerril Rodríguez y Luis Marín Soto ya que fueron los **únicos** que estuvieron ahí en los momentos donde la vida se me derrumbó. La luz dejó de brillar y las esperanzas se me terminaron. Solo ahí fue que pude entender lo que es el amor incondicional de padres a hijo. No solamente por estar presente sino también por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan que son los que he utilizado para vivir cada día.

Otra persona muy significativa en mi vida que le puedo agradecer esta nueva meta es al amor de mi vida y madre de mi primogénito Adriana Jiménez López. Gracias por darme tu amistad durante toda la carrera universitaria, por permitirme ser tu mano derecha en el resto de tu vida y por amarme como solo tú lo sabes hacer junto a ti nada se me hace imposible.

A mis abuelos que día a día se preocuparon por mi bienestar y me apoyaron a pesar de la distancia.

Y por último y no por ser el menos importante a mi querido hijo Luis Sayid que llegaste tan pronto y te convertiste en la inspiración por la cual me levanto día a día para darte una mejor educación.

*Luis Marín Becerril*

## **AGRADECIMIENTOS**

Debo agradecer infinitamente:

Al Dr. Ángel L. González por permitirme trabajar bajo su tutela, por su apoyo, capacidad, experiencia y colaboración en todo momento.

Irma Cabrera y Sally González, por sus valiosas correcciones y el desinteresado aporte que me brindaron en el transcurso de la investigación.

Carlos Santos, por sus valiosas correcciones.

Héctor Torres, por su apoyo en las instalaciones de la Finca Alzamora, sin su apoyo hubiese resultado difícil terminar mis estudios de maestría.

Wetsy Cordero, por abrirme las puertas en las instalaciones de los Boques de Susúa y Maricao; sin su apoyo hubiese resultado difícil completar mi estudio.

Al personal de las Subestaciones Experimentales de Mayagüez y Juana Díaz, quienes me recibieron incondicionalmente.

Al personal del Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, por su desinteresada colaboración, en especial al Prof. Arístides Armstrong, Prof. Nydia Vicente, Sra.

María Pagán, Sra. Jeannette Morales, Dr. Raúl Macchiavelli, Agro. Víctor González, Agro. Luis Collazo y Dr. Alejandro Segarra.

A mis compañeros y amigos, con especial afecto y respeto a Adriana Jiménez, Elsie González, Ernesto Zayas, Dollys Báez, Miriel Otero, Moisés Soto y Erick Soto; con los cuales he compartido y aprendido valores humanos y profesionales que han sido esenciales en mi formación académica.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
LISTA DE FIGURAS .....	vii
LISTA DE CUADROS .....	viii
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivos .....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1. Descripción general de los trípodos .....	3
2.2. Ciclo de vida .....	4
2.3. Efecto de factores ambientales en las poblaciones .....	5
2.4. Control .....	6
2.4.1. Enemigos naturales, control natural y biológico .....	6
2.4.2. Control químico .....	7
2.5. <i>Holopothrips tabebuia</i> .....	8
2.5.1. Taxonomía y biogeografía .....	8
2.5.2. Descripción morfológica .....	8
2.5.3. Importancia económica .....	9
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	11
3.1. Ciclo de vida .....	11
3.2. Control químico .....	13
3.3. Catastro .....	16
3.3.1. Descripción de localidades .....	16
3.3.2. Evaluación de daño causado por <i>H. tabebuia</i> .....	20
4. RESULTADOS .....	21
4.1. Ciclo de vida .....	21
4.2. Control químico .....	23
4.3. Catastro .....	27
5. DISCUSIÓN .....	32
6. CONCLUSIONES .....	37
7. RECOMENDACIONES .....	38
8. LITERATURA CITADA .....	39
9. APÉNDICES .....	43

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Daños causados por <i>H. tabebuia</i> en <i>T. heterophylla</i> .....	10
Figura 2. Localización del experimento en la Finca Alzamora RUM .....	11
Figura 3. Especies de árboles del experimento en el tratamiento control.....	15
Figura 4. Lugar de estudio en el mapa de Puerto Rico. ....	17
Figura 5. Zonas muestreadas.....	17
Figura 6. Especies utilizadas en el catastro A) <i>T. heterophylla</i> B). <i>T. schumanniana</i> . ....	18
Figura 7. Duración promedio del ciclo de vida de <i>H. tabebuia</i> .....	21
Figura 8. Etapas en el ciclo de vida de <i>H. tabebuia</i> .....	22

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Número de árboles de <i>tabebuia</i> muestreados por zona .....	19
Cuadro 2. Escala daño visual utilizada .....	20
Cuadro 3. Tamaño de las diferentes etapas de <i>H. tabebuia</i> .....	22
Cuadro 4. Efectos de varios insecticidas en el número promedio de hojas dañadas en varias especies de árboles de la familia Bignoniáceae (2008-2009) .....	23
Cuadro 5. Efectos de <i>H. tabebuia</i> en el número de hojas dañadas en especies de la familia Bignoniáceae (2008-2009) .....	23
Cuadro 6. Efecto de varios insecticidas sobre el número promedio de huevos de <i>H. tabebuia</i> en varias especies de árboles de la familia Bignoniáceae (2008-2009) .....	24
Cuadro 7. Efecto de la especie de árbol en el número promedio de huevos de <i>H. tabebuia</i> (2008-2009) .....	24
Cuadro 8. Efecto de varios insecticidas sobre el número promedio de larvas de <i>H. tabebuia</i> en varias especies de árboles de la familia Bignoniáceae (2008-2009) .....	25
Cuadro 9. Efecto de la especie de árbol en el número promedio de larvas de <i>H. tabebuia</i> (2008-2009) .....	25
Cuadro 10. Efecto de varios insecticidas sobre el número promedio de adultos en varias especies de árboles de la familia Bignoniáceae (2008-2009) .....	26

Cuadro 11. Efecto de la especie de árbol en el número promedio de adultos de <i>H. tabebuia</i> ....	26
Cuadro 12. Efecto de varias localidades sobre el número promedio de huevos <i>H. tabebuia</i> en árboles de <i>T. heterophylla</i> (2008-2009) .....	27
Cuadro 13. Efecto de varias localidades sobre el número promedio de larva <i>H. tabebuia</i> en árboles de <i>T. heterophylla</i> (2008-2009) .....	28
Cuadro 14. Efecto de varias localidades sobre el número promedio de adultos <i>H. tabebuia</i> en árboles de <i>T. heterophylla</i> (2008-2009) .....	28
Cuadro 15. Efecto de la localidad de bosque sobre el número promedio de huevos, larvas y adultos de <i>H. tabebuia</i> en árboles de <i>T. schumanniana</i> (2008-2009) .....	28
Cuadro 16. Daño de <i>H. tabebuia</i> en árboles de <i>T. heterophylla</i> (2008-2009) .....	29
Cuadro 17. Daño de <i>H. tabebuia</i> en árboles de <i>T. schumanniana</i> (2008-2009) .....	29
Cuadro 18. Correlación entre el daño foliar (escala visual) por <i>H. tabebuia</i> a <i>Tabebuia heterophylla</i> y <i>T. schumanniana</i> y la precipitación promedio mensual en el bosque Maricao (2008-2009).....	30
Cuadro 19. Correlación entre el daño foliar (escala visual) por <i>H. tabebuia</i> a <i>Tabebuia heterophylla</i> y <i>T. schumanniana</i> y la precipitación promedio en el bosque Susúa (2008-2009).....	31

## 1. INTRODUCCIÓN

El roble nativo, *Tabebuia heterophylla* (DC.) Britton y otras especies de la familia Bignoniáceae tienen una gran importancia económica en Puerto Rico, ya que se cultivan para fines ornamentales y de forestación en jardines residenciales, comerciales, servidumbres de paso, parques y centros urbanos. *T. heterophylla* es un árbol que no necesita mucho mantenimiento y se caracteriza por florecer varias veces al año. Este árbol provee los siguientes beneficios: purifica el aire, protege contra los incesantes rayos solares, aísla los ruidos, sirve de barrera contra el viento, provee hábitáculos para la vida silvestre, protege contra la erosión, ayuda en la conservación de cuerpos de agua, produce madera, añade belleza al paisaje y almacena carbono (Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, 2004; 2012).

Para el año 2000, en Puerto Rico se encontraron varias especies de la familia Bignoniáceae atacadas por un trípido que causaba una reducción en la apariencia estética del árbol, convirtiéndose así en un problema para la industria de paisajismo y la forestación urbana. Un daño similar fue informado por Mound y Marullo (1996) en América Central y América del Sur y el insecto causal identificado preliminarmente como *Holopothrips* nr. *inquilinus* (Mound y Marullo, 1996).

En el año 2001, en el condado de Miami en la Florida (E.E.U.U.), se reportó *H. nr. inquilinus* afectando árboles de *Tabebuia heterophylla*. En el año 2008, Cabrera y Segarra identificaron taxonómicamente a *H. nr. inquilinus* como *Holopothrips tabebuia*, una nueva especie en el género *Holopothrips* que ataca los robles y otras especies bignonáceas. Este insecto ha causado que muchos propietarios de jardines y áreas verdes reemplacen a los robles y otras especies atacadas por especies de árboles que no demuestren susceptibilidad a *H. tabebuia*. Otros consumidores han optado por podar el follaje dañado por el insecto en un intento por mejorar la apariencia de los árboles. Este estudio busca determinar el ciclo biológico de *H. tabebuia* y la efectividad de varios insecticidas para su control, además de evaluar el estado de daño en especies atacadas en la región oeste de Puerto Rico.

## 1.1 Objetivos

Esta investigación tiene como propósito los siguientes objetivos:

1. Determinar el ciclo de vida de *Holopothrips tabebuia*.
2. Determinar la efectividad de varios insecticidas para el control del trípido.
3. Evaluar el estado de daño a especies atacadas en la región oeste de Puerto Rico.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Descripción General de los Trípidos

Según Triplehorn y Johnson (2005), los trípidos son insectos que miden entre 0.5 mm y 6 mm de longitud algunos especies pueden llegar a 13 mm de largo. Poseen un cuerpo cilíndrico con el extremo posterior muy agudo. La coloración del cuerpo es amarilla, castaña o negra con bandas alternas, claras y oscuras. La cabeza es pequeña, de contorno rectangular. Poseen un aparato bucal asimétrico con tres estiletes, del tipo raspador-chupador con el cual raspan y laceran la superficie vegetal, luego succionan los jugos del contenido celular con el cono bucal, absorbiendo a estos través del canal alimenticio. Sus antenas son muy cortas (5 a 9 segmentos), filiformes o moniliformes. Los ojos están compuestos de muchos omatidios y poseen 2 o 3 ocelos. El tórax posee el protórax libre y muy desarrollado, el meso y el metatórax fusionados, formando el pterotórax. Hay especies ápteras y aladas. En este último caso las alas son muy estrechas y el margen de las alas está rodeado de cerdas impartiendo una apariencia plumosa a éstas. En general, no son buenos voladores pero sí pueden saltar. La condición de ápteros lleva consigo algunas variaciones morfológicas (tamaño de antenas, ausencia de antenas, diferencia de coloración) y en general predomina en los machos. Las patas son ambulatorias y los tarsos tienen 1 ó 2 segmentos. Estos insectos poseen un arolio en forma de vesícula, retráctil, en el extremo apical de las patas que sirve como órgano de adherencia a modo de ventosa. El abdomen posee 10 segmentos. En el suborden Terebrantia, los segmentos IX y X forman un cono con hendidura ventral que en las hembras posee el ovopositor. En el suborden Tubulífera, los segmentos IX y X forman un tubo sin hendidura ventral y carecen de ovopositor.

## 2.2. Ciclo de vida

La metamorfosis de los trípodos es intermedia, en donde varía entre simple y completa. Las especies bajo los sub-ordenes Terebrantia, y Tubulifera comparten las mismas características físicas tanto en el primero como en el segundo estado de sus ciclos de vida. Es aquí donde se puede observar que no tienen alas externas, y usualmente son llamados larvas. En el sub-orden Terebrantia, los terceros (pre-pupa) y cuartos (pupas) estados son inactivos, es decir, no llevan a cabo alimentación, y también se puede observar la presencia de un par de alas.

En el sub-orden Tubulifera, los terceros estados, también conocidos como pre-pupas, también son inactivos, y, a diferencia de los terebrántidos, este estado es seguido de dos instares llamados pupas, las cuales constituyen el cuarto y quinto estado de el ciclo de vida, seguido por un último estado, la etapa adulta de el insecto (Triplehorn y Johnson, 2005).

Pueden completar de 11 a 12 generaciones en un año dependiendo de las condiciones ambientales. La duración en el ciclo de vida puede ir desde un mes hasta un año. El ciclo de vida de los trípodos puede completarse en 10 días hasta llegar al adulto a una temperatura de 40°C, pero en condiciones de invernadero puede tardar más tiempo debido a las condiciones de temperatura y a la especie (Triplehorn y Johnson, 2005).

### **2.3. Efectos de factores ambientales en las poblaciones**

El desarrollo y la reproducción de los trípodos están relacionados con condiciones ambientales, en especial la temperatura (Edelson y Mangaro, 1988). Según estudios previos, los trípodos prefieren la primavera para comenzar a establecerse y continúan activos hasta el comienzo del invierno en áreas templadas con un pico poblacional en verano, cuando las temperaturas están más altas y favorecen su desarrollo (Bergant et al., 2005). En condiciones tropicales las poblaciones se mantienen activas todo el año, y son limitadas principalmente por la disponibilidad de hospederos en la etapa susceptible. Existe una correlación positiva entre la temperatura del suelo, la humedad relativa y la temperatura del aire con la densidad poblacional de los trípodos (Fournier et al., 1995). La cantidad de horas de luz también correlaciona positivamente en el desarrollo poblacional en estos insectos (Lewis, 1973). Se ha encontrado que la precipitación pluvial alta puede aumentar la tasa de mortalidad de los trípodos (Patterson et al., 1999). También, los factores ambientales pueden afectar el color y tamaño de los trípodos (Murai y Toda, 2002). Los factores ambientales influyen en la disponibilidad de alimento y refugios por lo que se incrementa la competencia interespecífica bajo condiciones de estrechez alimentaria y de refugios y esto, a su vez, puede disminuir o aumentar el tamaño de las poblaciones de los trípodos (Fuentes, 2000).

## 2.4. Control

### 2.4.1. Enemigos naturales, control natural y biológico

Los enemigos naturales de trípidos reportados en la literatura son pocos y en su mayoría son depredadores generalistas. Entre estos se encuentran los siguientes depredadores: el neuróptero *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae), el hemíptero *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae), el coleóptero coccinélido *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), y el ácaro depredador *Amblyseius cucumeris* (Arácnida: Acari) el cual es muy efectivo bajo condiciones de 70-80% de humedad relativa.

La chinche *Montandoniola moraguesi* (Puton) (Hemiptera: Anthocoridae) se informó como un depredador general de trípidos (Dobbs y Boyd, 2006; Herring, 1967; Lattin, 2000). *Montandoniola moraguesi* (Puton) es un depredador generalista que ataca varias especies de trípidos y es un buen candidato para control biológico (Herring, 1967). *Montandoniola moraguesi* (Puton) fue introducido en Hawaii (Funasaki, 1966) y en Bermuda (Bennett, 1995) como agente de control biológico. Este depredador fue detectado en Florida en el 1990 como una especie inmigrante y una vez se estableció en Florida fue enviado a Texas en el 1992 para ser utilizado como agente de control biológico (Bennett, 1995).

*Thripastichus gentilei* (Hymenoptera: Eulophidae) es un endoparásitoide especializado en trípidos de la subfamilia Phlaeothripinae, el cual se ha encontrado atacando larvas de *Gynaikothrips* y *Holopothrips* (LaSalle, 1993). Se reportó también la presencia de tres

parasitoides afectando las larvas de trípidos, *Ceranisus menes* Walker, *C. lepidotus* Graham y *C. amanosus* Doğanlar, Gumovsky y Doganlar, himenópteros de la familia Eulophidae (Lacasa et al., 1996; Doganlar et al., 2009).

#### **2.4.2. Control químico**

Al presente no se conoce control químico efectivo para controlar las poblaciones de *H. tabebuia*. En la literatura se reportan insecticidas efectivos para controlar otras especies de trípidos que producen agallas, tales como *Gynaicothrips ficorum* y *G. uzeli*. Según Buss (2009) la mayoría de los insecticidas neonicotinoides (ej. imidacloprid, dinoterufan, tiametoxam, y acetamiprid) cuando se aplican al suelo proporcionan control por un período de seis meses. Los insecticidas foliares se utilizan con más frecuencia para el control de los trípidos, pero no logran erradicar el insecto. Muchos insecticidas organosintéticos de aplicación foliar no son eficientes y tienen que combinarse con aceite o jabón para que sean efectivos y duraderos (Seal et al., 1993). Los insecticidas más utilizados para el control de trípidos en ornamentales según la Universidad de Florida (UF, IFAS, 2009) son: los organofosforados acefato (Ortho Orthenex Garden Insect®) y malathion (Ortho Malathion Plus Insect Spray®), los piretroides bifentrina, permetrina (Ortho Systemic Insect Killer®, Hi-Yield Indoor/Outdoor Broad Use Insecticide® y Ortho Bug-B-Gon Max Garden Insect Dust®) y cyfluthrin (Bayer Advanced Lawn Complete®), el nicotinoide imidacloprid (Bayer Advanced Tree & Shrub Insect Control®), el carbamato carbaryl (Sevin®), y la spinosina spinosad (Bulls-Eye Bioinsecticide®).

## **2.5. *Holopothrips tabebuia***

### **2.5.1. Taxonomía y biogeografía**

*Holopothrips* es un género Neotropical de unas 30 especies descritas (Mound, 2007). El trípido *Holopothrips tabebuia* se informó como una nueva especie en Puerto Rico por Cabrera y Segarra en el 2008. Esta especie, se describió a base de especímenes recolectados en muestreos hechos en Puerto Rico, Florida, Guadalupe y República Dominicana (Cabrera y Segarra, 2008). Su clasificación taxonómica es como sigue: reino Animalia , filum Arthropoda, clase Insecta, orden Thysanoptera, suborden Tubulifera, familia Phlaeothripidae, subfamilia Phlaeothripinae, género *Holopothrips*, especie *Holopothrips tabebuia*. Ésta difiere de su especie homóloga, *H. nr. inquilinus*, en las reticulaciones del metanoto y la cantidad de setas epimerales (Cabrera y Segarra, 2008).

### **2.5.2. Descripción morfológica**

Al presente solamente se conoce la descripción de la etapa adulta de esta especie. Los machos y hembras son bien similares, con la diferencia de que los machos son más pequeños que las hembras y carecen de un diente o garras en el primer tarso (Cabrera y Segarra, 2008). Su cuerpo varía en coloración, y miden aproximadamente de 1.5 a 2.2 mm de largo.

La cabeza tiende a ser más larga que ancha y es de color marrón claro. Poseen un par de antenas con ocho segmentos, donde los primeros dos segmentos basales son de color marrón claro, mientras que los antenómeros 3-8 son de color amarillo (Cabrera y Segarra, 2008). Las alas están presentes. Poseen un par de setas epimerales en el pronoto. El mesotorax es de color marrón claro y tiene dos setas mediales. Tienen de 8 a 10 segmentos abdominales, siendo los últimos segmentos de color marrón oscuro.

Los adultos de *Holopothrips tabebuia* se distinguen de los adultos del suborden Terebrantia por la forma tubular del último segmento abdominal y la ausencia en las hembras de un ovopositor externo en forma de lanza (Cabrera y Segarra, 2008).

### **2.5.3. Importancia económica**

Los trípidos en general utilizan los estiletes de su aparato bucal para lacerar y destruir las células epidermales de las hojas y flores extrayendo y succionando la savia que se emana (Koschier et al., 2002; Medina-Gaud, 1961). En las hojas, las larvas y los adultos se alimentan mayormente del tejido joven, provocando daños directos al destruir las células epidermales (Bergant et al., 2005).

Todas las etapas de *Holopothrips tabebuia* coexisten dentro de las hojas afectadas y causan más daño en las áreas con mayor humedad relativa. Según Cabrera et al. (2008). Estos autores encontraron un porcentaje más alto de árboles de *T. heterophylla* y *T. aurea* afectados por el trípido en los municipios de Mayagüez, San Juan y Caguas. En estos municipios de mayor

incidencia, el insecto mostró preferencia por *T. heterophylla*. Se encontró menor severidad de daño en los municipios de Santa Isabel, Salinas y Arecibo. Observaciones de campo indican que *Tabebuia heterophylla* tiene una alta susceptibilidad al ataque de esta nueva especie invasora.

La especie *H. tabebuia* daña las hojas nuevas de los robles (Figura 1) y otras especies causando áreas cloróticas, rojizas o necróticas y la formación de pseudoagallas (Cabrera et al., 2008). El daño es severo e irreversible, ya que presenta una deformación con un patrón de dobleces de los bordes de las hojas las que se enroscan hacia la vena central. La apariencia estética de los árboles es severamente afectada y en arbolitos jóvenes puede detener el desarrollo y ocasionar su muerte. *Holopothrips tabebuia* se ha encontrado causando daño en roble nativo (*Tabebuia heterophylla* [DC.]Britton), roble venezolano (*T. rosea* [Bertol.] DC) y roble plateado (*T. aurea* [Silva Manso] Benth & Hook). Esta especie se encuentra en Puerto Rico, Guadalupe, República Dominicana y la parte sur de Estados Unidos.



**Figura 1. Daños causados por *Holopothrips tabebuia* en *Tabebuia heterophylla* .**

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ciclo de vida

La investigación se realizó en la Finca Alzamora (coordenadas  $18^{\circ} 12'57.25''N$ ,  $67^{\circ} 08'47.86''O$ ) del Recinto Universitario de Mayagüez (Figura 2). El experimento se comenzó en octubre del 2008 y se finalizó en abril 2009. La temperatura promedio fue de  $24.4\text{ C}^{\circ} \pm 1.8$ .



**Figura 2. Localización del experimento (flecha) en la Finca Alzamora, RUM.**

Se utilizaron 300 plantas de *Tabebuia heterophylla*. Las semillas se sembraron en tiestos de 12.57 cm de diámetro en un sustrato compuesto de 50:50 composta vegetal de la Finca Alzamora y turba de pantano. Las plantas se mantuvieron en bancos de metal de 6.09 metros de largo por 1.52 metros de ancho cubiertos por una rejilla metálica con huecos de  $2.54\text{ cm}^2$ . Las

plántulas se regaron dos veces al día (7:00 am y 5:00 pm) por siete (7) minutos mediante un sistema de goteo instalado a una fuente de agua de la AAA del municipio de Mayagüez y se abonaron cada 14 días con una formulación 30-20-20 foliar, a razón 15 g por 3,780 ml de agua, para mantener un flujo vegetativo constante. El abono se aplicó al follaje a razón de 5 segundos por planta mediante una bomba de espalda (Solo<sup>®</sup>, volumen de 7.56 L, con una descarga de 8.25 ml por segundo y un pistero ajustable marca Teejet). A los arbolitos se les removió las hojas dañadas y se aislaron dentro de jaulas entomológicas de polietileno (30 cm x 30 cm x 30cm) para evitar el daño del trípido. Para el estudio se utilizaron arbolitos con al menos tres hojas.

Se aislaron 20 plantas, dos por cada jaula y esto se repitió 15 veces hasta usar las 300 plantas. Las plántulas se sacaron de las jaulas cuando comenzaron a salir las hojas y se expusieron por 48 horas al ataque natural de *H. tabebuia* colocándolas sobre un banco cerca de árboles de *T. heterophylla* infestados con el trípido en la misma localidad. Las plántulas se transportaron al Laboratorio de Entomología de Protección de Cultivos y se cubrieron con malla tipo mosquitero hasta ser evaluadas. Las plántulas se examinaron cada 24 horas para determinar la presencia y el desarrollo de *H. tabebuia*. En cada etapa de desarrollo se tomó el tiempo promedio de las 15 repeticiones para el comienzo de la siguiente etapa.

Con el uso de una escala ocular integrada en un microscopio compuesto, Olympus CX 41, el cual mide en micrómetros, se determinó la longitud de 10 especímenes de cada etapa y se determinó el promedio y la desviación estándar de esta medida. Estos especímenes se encontraban preservados en alcohol. La medida fue tomada desde el área superior del *frons* en la cabeza hasta el extremo posterior del último segmento del abdomen.

Este experimento se dividió en las siguientes etapas:

**Primera Etapa (Desarrollo embrionario):** Postura del huevo y la eclosión del mismo.

**Segunda Etapa (Larva 1):** Esta etapa se comenzó a evaluar desde el tiempo promedio de la eclosión del huevo y termino cuando se observó la primera muda de larva 1.

**Tercera Etapa (Larva 2):** Esta etapa se comenzó a evaluar desde el tiempo promedio que mudó de la larva 1 a larva 2 y terminó cuando la primera larva se convirtió en prepupa

**Cuarta Etapa (Prepupa):** Esta etapa se comenzó a evaluar desde el tiempo promedio de muda de la larva 2 a prepupa y terminó cuando la primera prepupa mudó a pupa

**Quinta Etapa (Pupa):** Esta etapa se comenzó a evaluar desde el tiempo promedio de muda de la prepupa a la pupa y terminó cuando apareció la primera pupa en estado adulto..

**Sexta Etapa (Adulto):** Esta etapa se evaluó desde el tiempo promedio de muda de pupa a adulto hasta la muerte del primer adulto.

Los datos de tiempo en cada etapa se analizaron para determinar la media y la desviación estándar.

### 3.2. Control Químico

La investigación se realizó en la Finca Alzamora (coordenadas 18° 12'57.25''N, 67° 08'47 (Figura 2). Se evaluaron tres especies de la familia Bignoniácea: *Tabebuia heterophylla* (DC) Britton, *Crescentia cujete* L. y *Tabebuia aurea* (Manso y Benth) (Figura 3). Se sembraron 100 plantas de cada especie para un total de 300 plantas. Las semillas se sembraron en tiestos de 2.73 L en un sustrato compuesto de 50:50 composta vegetal de la Finca Alzamora y turba de

pantano. Las plántulas se regaron dos veces al día (7:00 am y 5:00 pm) por siete (7) minutos mediante un sistema de goteo que se instaló a una fuente de agua de la AAA del municipio de Mayagüez, y se abonaron cada dos semanas con una formulación 20-20-20 foliar a razón 15 g por 3,780 ml de agua para mantener el flujo vegetativo constante. El abono se aplicó como se hizo en el objetivo 1. Los tratamientos se arreglaron en un diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones con los insecticidas como parcelas (5) separadas a un metro una de otra y las especies (3) como subparcelas separadas a medio metro una de otra (5 plantas/subparcela).

Se utilizaron los siguientes insecticidas: imidacloprid (Admire Pro<sup>®</sup>) 0.08 ml por tiesto en 200 ml de agua en una preparación total de 1.6 ml en 4000 ml H<sub>2</sub>O (se aplicó directamente al medio cada seis meses); azadiractina (aceite Neem) a razón de 40 ml en 3,785 ml H<sub>2</sub>O + 10 ml jabón (se utilizó jabón de fregar Vel<sup>®</sup>); aceite derivado de petróleo (Aceite de Huerta) a 45 ml en 3,785 ml H<sub>2</sub>O; acephate (Orthonex<sup>®</sup>) a razón de 45 ml en 3,785 ml H<sub>2</sub>O; y el control (se aplicó agua) (Ver Apéndice 1 para la descripción de los insecticidas utilizados). Las aplicaciones de los insecticidas azadiractina, aceite de petróleo y acephate al follaje de se realizaron con una bomba de mano (Solo<sup>®</sup>) volumen de 7.56 L, con una descarga de 8.25 ml por segundo y un pistero ajustable marca Teejet, cada 15 días por un año). Previo al comienzo del experimento, a las plantas se les removieron las hojas dañadas.

Cada dos semanas se escogieron aleatoriamente tres hojas afectadas, por cada subparcela, en cada repetición. Estas hojas se colocaron en envases plásticos de 50 ml con alcohol etílico 70 % y fueron transportadas al laboratorio de Entomología ubicado en el edificio Anexo Piñero de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez. Éstas se observaron en un

estereoscopio marca Olympus® serie SZ40 para contabilizar el número de huevos, larvas, pupas y adultos presentes en las hojas.

Los datos se analizaron mediante análisis de varianza utilizando SAS versión 8.5 para determinar el efecto de los insecticidas en las poblaciones y daño de *H. tabebuia* en las especies de árboles. Las medias se separaron mediante LSM con ajuste Tukey a  $p=0.05$ .



**Figura 3. Especies de árboles del experimento en el control: A-*Tabebuia heterophylla* (roble nativo), B. *Tabebuia aurea* (roble plateado) y C. *Crescentia cujete* (higüero).**

### 3.3. Catastro

#### 3.3.1. Descripción de las localidades

Esta parte de la investigación se realizó en los municipios de Hormigueros, Mayagüez, Maricao, Sabana Grande y San Germán, localidades en la vertiente suroeste de la cordillera central de la Isla (Figura 4). Para realizar el catastro se establecieron seis zonas: urbana, rural y bosque en dos localidades (Figura 5). Se muestrearon árboles colindantes a las carreteras para facilitar el acceso y la toma de muestras. Se incluye la distancia en km recorrida entre el primer y último árbol muestreado. Para la zona de bosque se utilizó, el Bosque Estatal de Susúa, calle Tamarindo que se encuentra de camino al bosque a unos 233 msnm y con una distancia recorrida de 3.37 km, y el Bosque Estatal de Maricao en el que se muestreó en la carretera PR 120 en el área del Monte del Estado a unos 803 msnm y con una distancia recorrida de 10.36 km. En la zona rural del área de Mayagüez se muestrearon árboles ubicados en lugares boscosos de la carretera PR 105 a unos 226 msnm y por una distancia recorrida 11.34 km, y para la zona rural de Sabana Grande se utilizaron árboles en la carretera PR 120, a unos 286 msnm y por una distancia recorrida de 11.41 km. En la zona urbana de Mayagüez se muestrearon árboles colindantes a la carretera PR 2 a unos 30 msnm y una distancia recorrida de 6.52 km, y en la zona urbana de Sabana Grande se recolectaron las muestras en la carretera PR 368 a unos 98 msnm y por una distancia recorrida de 5.88 km. Se evaluaron muestras desde julio del 2009 hasta junio del 2010. Se realizó una correlación entre el daño a las hojas causado por *H. tabebuia* y la precipitación pluvial promedio mensual por los 12 meses del muestreo.



Figura 4. Lugar de estudio (municipios con bordes en rojo) en el mapa de Puerto Rico.

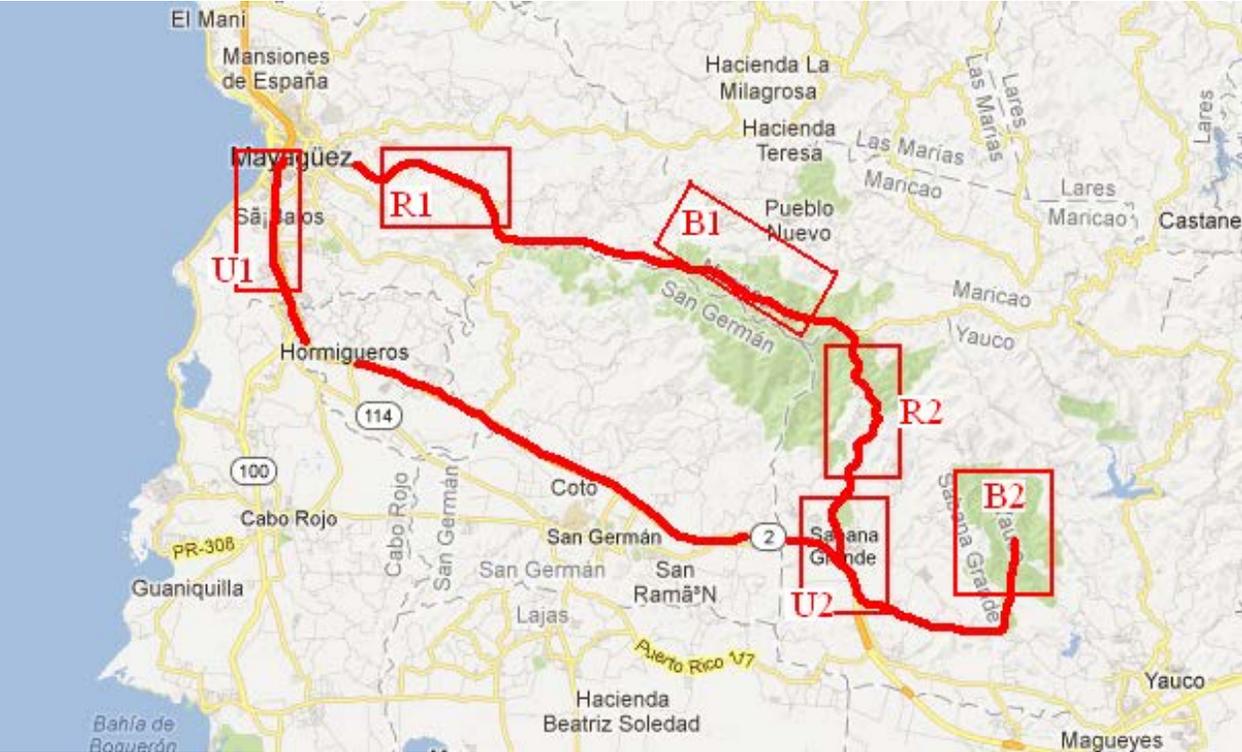


Figura 5. Zonas muestreadas (rectángulos con línea roja) .

En cada zona se seleccionaron 10 árboles de *Tabebuia heterophylla* para un total de 60 árboles. En cada zona de bosque se seleccionaron 10 árboles de *Tabebuia schumanniana* para un total de 20 árboles (Figura 6). La suma del catastro total fue de 60 árboles de *T. heterophylla* y 20 de *T. schumanniana* (Cuadro 1).



**Figura 6. Especies utilizadas en el catastro A) *T. heterophylla* B) *T. schumanniana***

**Cuadro 1. Número de árboles de *Tabebuia* muestreados por zona.**

Áreas muestreadas	<i>T. heterophylla</i>	<i>T. schumanniana</i>
Zona urbana Mayagüez	10	
Zona rural Mayagüez – Maricao	10	
Zona bosque Maricao (Monte del estado)	10	10
Zona rural Sabana Grande	10	
Zona bosque Sabana Grande(Bosque Susúa)	10	10
Zona urbana de Sabana Grande	10	
Total	60	20

Cada árbol se localizó mediante sus coordenadas espaciales utilizando un equipo Garmin GPS76 (Apéndice 2). El muestreo se realizó cada 15 días por un año para determinar daño en las hojas y contar el número de las distintas etapas de *H. tabebuia* presentes.

Para determinar los niveles poblacionales de *H. tabebuia* presentes, se tomó una muestra de tres hojas en dos puntos cardinales opuestos de cada árbol, tomada de brotes nuevos de los puntos de crecimiento que mostraban el daño típico del insecto. Las hojas se colocaron en envases plásticos de 50 ml con tapa de forma cilíndrica con 10 ml de alcohol etílico al 70%. Las muestras se llevaron al Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrícolas y fueron observadas a través de un estereoscopio marca Olympus® serie SZ40 para determinar el número de huevos, larvas, prepupas y adultos presentes. Se hizo una transformación logarítmica ( $\log N+1$ ) en los datos luego de que la prueba de Shapiro Wilks mostró falta de normalidad en la distribución. Las medias se separaron mediante LSM con ajuste Tukey a  $p=0.05$ .

### 3.3.2. Evaluación del daño causado por *H. tabebuia*.

Se utilizó una escala visual (0-4) para evaluar el daño en las hojas y puntos de crecimiento en las seis zonas muestreadas (Cuadro 2; Apéndice 3).

**Cuadro 2. Escala de daño visual utilizada**

Clave	Daño
0	sin daño
1	25 % o menos de daño en el árbol
2	26 % a 50% de daño en el árbol
3	51% a 75% de daño en el árbol
4	más de 75% de daño

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Ciclo de vida

El tiempo promedio de desarrollo de *H. tabebuia* desde huevo hasta adulto fue de  $23.5 \pm 1.7$  días (Figura 7). La etapa de huevo presentó un tiempo promedio de desarrollo de  $5.5 \pm 0.82$  días. Las larvas del primer instar duraron en promedio  $4.4 \pm 0.11$  días, mientras que las del segundo instar duraron  $3.4 \pm 0.28$  días. La prepupa tardó en promedio  $1.9 \pm 0.35$  días en desarrollarse, mientras que las pupas tomaron  $2.9 \pm 0.33$  días y el adulto duró  $5.4 \pm 0.27$  días (Figuras 7-8).

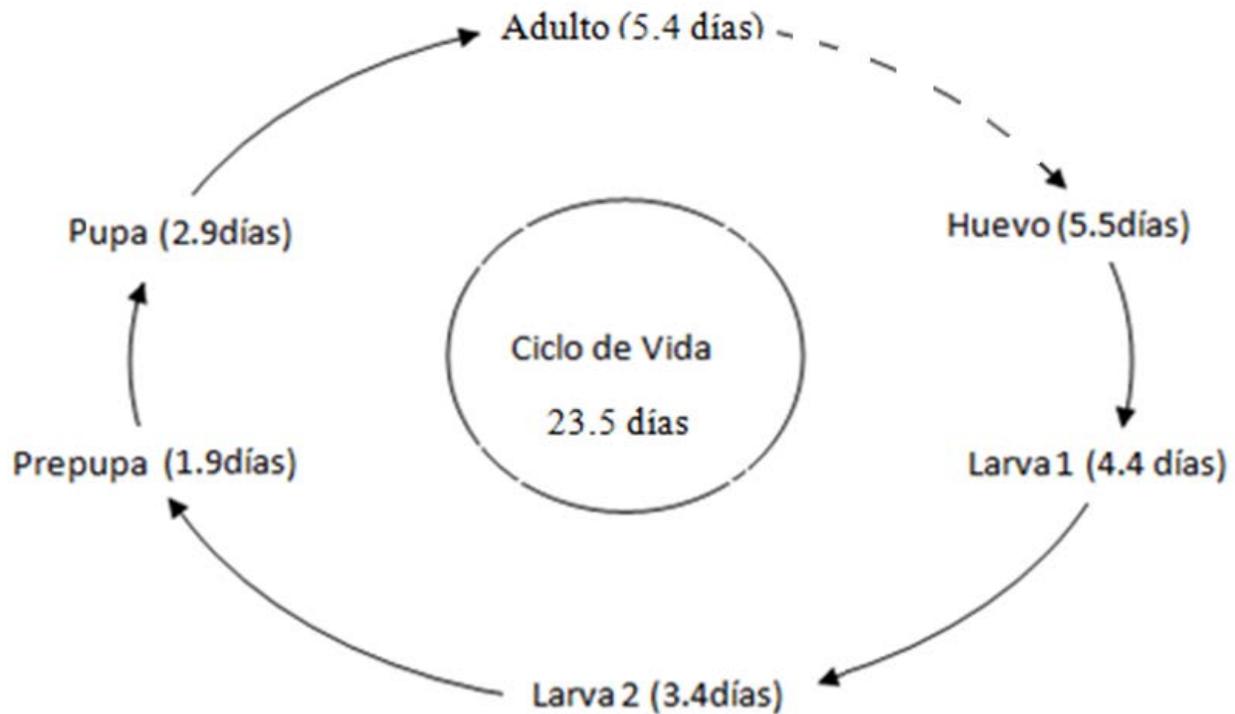
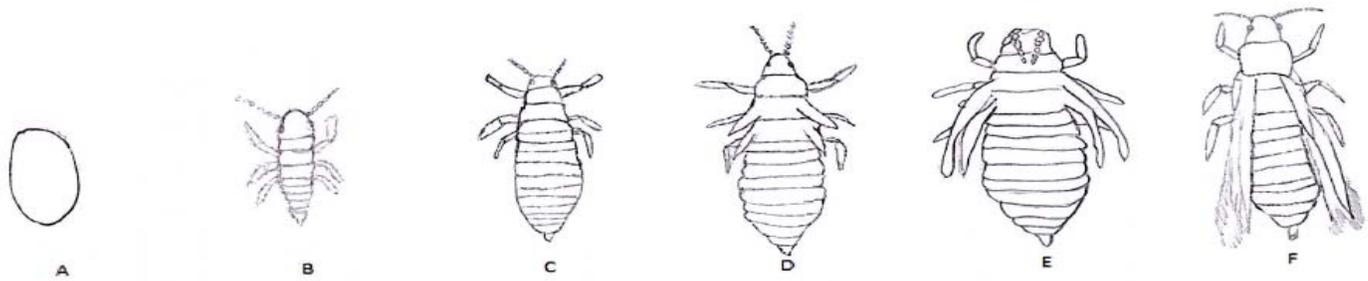


Figura 7. Duración promedio del ciclo de vida de *H. tabebuia*



**Figura 8. Etapas en el ciclo de vida de *H. tabebuia*; A- Huevo, B- Larva 1, C- Larva 2, D- Prepupa 1, E- Pupa y F- Adulto.**

La etapa de huevo presentó un tamaño promedio de  $330 \pm 0.03 \mu\text{m}$ , Las larvas del primer instar  $650 \pm 0.02 \mu\text{m}$ , el segundo instar  $750 \pm 0.03 \mu\text{m}$ , prepupa  $850 \pm 0.09 \mu\text{m}$ , las pupas  $970 \pm 0.01 \mu\text{m}$  y el adulto  $1180 \pm 0.06 \mu\text{m}$  (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Tamaño de las diferentes etapas de *H. tabebuia*.**

<b>Etapa</b>	<b>Promedio (<math>\mu\text{m}</math>) <math>\pm</math> DE N=15</b>
<b>Huevo (A)</b>	$330 \pm 0.03$
<b>Larva 1 (B)</b>	$650 \pm 0.02$
<b>Larva 2 (C)</b>	$750 \pm 0.03$
<b>Prepupa 1 (D)</b>	$850 \pm 0.09$
<b>Pupa (E)</b>	$970 \pm 0.01$
<b>Adulto (F)</b>	$1180 \pm 0.06$

(A-F) refiérase a la figura 8.

## 4.2 Control químico

Los insecticidas imidacloprid y acephate redujeron significativamente el número de hojas dañadas por *H. tabebuia* ( $P \leq 0.01$ ). El aceite neem y el aceite de huerta no mostraron diferencias significativas en comparación con el control (Cuadro 4). Se encontró que *H. tabebuia* causó un daño mucho mayor ( $P \leq 0.01$ ) en *T. heterophylla* comparado con *T. aurea* y *C. cujete* (Cuadro 5).

**Cuadro 4. Efecto de varios insecticidas sobre el número promedio de hojas dañadas por *H. tabebuia* en varias especies de árboles de la familia Bignoniáceae (2008-2009).**

Insecticida	<i>T. heterophylla</i> (N=66)	<i>T. aurea</i> (N=66)	<i>C. cujete</i> (N=66)	Hojas Dañadas Promedio
Control	27.0 A	3 A	2.2 A	10.8 A
Imidacloprid	7.2 B	3 A	1.2 A	3.8 B
Aceite Neem	21.5 A	2.7 A	5 A	9.8 A
Aceite Huerta	29.2 A	1.7 A	2.5 A	11.2 A
Acephate	11.0 B	1 A	0.8 A	4.3 B

Las medias con letras diferentes en cada columna son significativamente diferentes a  $p=0.05$ , prueba LSM con ajuste Tukey. N=300

**Cuadro 5. Efecto de *H. tabebuia* en el número promedio de hojas dañadas en especies de la familia Bignoniáceae (2008-2009).**

Especie	Hojas Dañadas (N=110)
<i>T. heterophylla</i>	19.2 A
<i>T. aurea</i>	2.3 B
<i>C. cujete</i>	2.3 B

Las medias con letras diferentes en cada columna son significativamente diferentes a  $p=0.05$ , prueba LSM con ajuste Tukey.

En los tratamientos con imidacloprid y acephate se redujo significativamente el número promedio de huevos de *H. tabebuia* en comparación con los demás tratamientos (Cuadro 6). Al comparar el número de huevos encontrados por especie de árbol no se encontró diferencias entre los diferentes insecticidas en *C. cujete* ni en *T. aurea*, pero en *T. heterophylla* se encontraron significativamente menos huevos con los tratamientos de imidacloprid y acephate. En esta última especie, el aceite de huerta redujo el número de huevos en comparación con el aceite neem pero no en comparación con el control. El número de huevos de *H. tabebuia* encontrados en *T. heterophylla* fue de 13 y 32 veces más alto que en *T. aurea* y *C. cujete*, respectivamente (Cuadro 7).

**Cuadro 6. Efecto de varios insecticidas sobre el número promedio de huevos de *H. tabebuia* en varias especies de árboles de la familia Bignoniáceae (2008-2009).**

Insecticida	<i>T. heterophylla</i> (N=66)	<i>T. aurea</i> (N=66)	<i>C. cujete</i> (N=66)	Huevos Promedio
Control	41.3 AB	4.3 A	2.0 A	16.5 A
Imidacloprid	6.0 C	2.8 A	0.5 A	3.1 B
Aceite Neem	56.3 A	2.0 A	1.0 A	19.8 A
Aceite Huerta	35.5 B	0.3 A	0.8 A	12.2 A
Acephate	5.8 C	0.0 A	0.3 A	2.0 B

Las medias con letras diferentes en cada columna son significativamente diferentes a  $p=0.05$ , prueba LSM con ajuste Tukey.

**Cuadro 7. Efecto de la especie de árbol en el número promedio de huevos de *H. tabebuia* (2008-2009).**

Especies	Huevos (N=110)
<i>T. heterophylla</i>	29.0 A
<i>T. aurea</i>	2.3 B
<i>C. cujete</i>	0.9 B

Las medias con letras diferentes en cada columna son significativamente diferentes a  $p=0.05$ , prueba LSM con ajuste Tukey.

En *T. heterophylla*, los insecticidas imidacloprid y acephate redujeron significativamente el número de larvas promedio de *H. tabebuia* comparado con los demás tratamientos (Cuadro 8). En *T. aurea*, no se encontró diferencias entre los tratamientos con insecticidas, pero en *C. kujete* se encontró un número mayor de larvas de *H. tabebuia* en los tratamientos con los aceites de huerta y neem que en los otros dos tratamientos. El número de larvas fue significativamente más alto en *T. heterophylla* que en *T. aurea* o *C. kujete* (Cuadro 9).

**Cuadro 8. Efecto de varios insecticidas sobre el número promedio de larvas de *H. tabebuia* en varias especies de árboles de la familia Bignoniáceae (2008-2009).**

Insecticida	<i>T. heterophylla</i> (N=66)	<i>T. aurea</i> (N=66)	<i>C. kujete</i> (N=66)	Larvas Promedio
Control	125.8 A	0.0 A	0.5 B	42.1 A
Imidacloprid	3.3 B	0.0 A	0.0 B	1.1 B
Aceite Neem	106.5 A	0.3 A	6.5 A	37.8 A
Aceite Huerta	119.5 A	0.0 A	2.3 A	40.6 A
Acephate	0.8 B	0.0 A	0.0 B	0.3 B

Las medias con letras diferentes en cada columna son significativamente diferentes a  $p=0.05$ , prueba LSM con ajuste Tukey.

**Cuadro 9. Efecto de la especie de árbol en el número promedio de larvas de *H. tabebuia* (2008-2009).**

Especie	Larva (N=110)
<i>T. heterophylla</i>	71.2 A
<i>T. aurea</i>	0.1 B
<i>C. kujete</i>	1.9 B

Las medias con letras diferentes en cada columna son significativamente diferentes a  $p=0.05$ , prueba LSM con ajuste Tukey.

En *T. heterophylla*, los insecticidas imidacloprid y acephate redujeron significativamente el número de adultos de *H. tabebuia* comparados con los demás tratamientos (Cuadro 10). No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en *T. aurea* y *C. cujete*. El número de adultos de *H. tabebuia* fue significativamente más alto en *T. heterophylla* que en *T. aurea* o *C. cujete* (Cuadro 11).

**Cuadro 10. Efecto de varios insecticidas sobre el número de adultos de *H. tabebuia* en varias especies de árboles de la familia Bignoniáceae (2008-2009).**

Insecticida	<i>T. heterophylla</i> (N=66)	<i>T. aurea</i> (N=66)	<i>C. cujete</i> (N=66)	Adultos Promedio
Control	10.8 A	0.5 A	0.3 A	3.9 A
Imidacloprid	3.3 B	0.0 A	0.0 A	1.9 B
Aceite Neem	12.8 A	0.5 A	2.3 A	5.2 A
Aceite Huerta	25.0 A	0.0 A	0.8 A	8.6 A
Acephate	1.8 B	0.0 A	0.8 A	0.9 B

Las medias con letras diferentes en cada columna son significativamente diferentes a  $p=0.05$ , prueba LSM con ajuste Tukey.

**Cuadro 11. Efecto de la especie de árbol en el número de adultos de *H. tabebuia* (2008-2009).**

Especie	Adulto (N=110)
<i>T. heterophylla</i>	10.7 A
<i>T. aurea</i>	0.2 B
<i>C. cujete</i>	0.8 B

Las medias con letras diferentes en cada columna son significativamente diferentes a  $p=0.05$ , prueba LSM con ajuste Tukey.

### 4.3. Catastro

El número de huevos y larvas de *H. tabebuia* en *T. heterophylla* fue significativamente más alto en la localidad de Sabana Grande rural que en las demás localidades muestreadas (Cuadros 12 y 13). No se encontraron diferencias en el número de adultos de *H. tabebuia* en *T. heterophylla* entre las diferentes localidades estudiadas (Cuadro 14). Se encontró a *H. tabebuia* atacando el roble endémico, *Tabebuia schumanniana* (roble colorado), en las localidades de los bosques de Maricao y Susúa (Cuadro 15). En esta especie de roble, no se encontró diferencias en el número de huevos, larvas y adultos de *H. tabebuia* entre las localidades de ambos bosque Maricao y bosque de Susúa (Cuadro 15).

**Cuadro 12.** Efecto de varias localidades sobre el número de huevos de *H. tabebuia* en árboles de *T. heterophylla* (2008-2009).

Localidad	Huevo (N= 132)
Bosque Maricao	4.4 A
Bosque Susúa	5.7 A
Rural Sabana Grande	10.3 B
Rural Mayagüez	5.3 A
Urbano Sabana Grande	2.8 A
Urbana Mayagüez	0.9 A

Las medias con letras diferentes en cada columna son significativamente diferentes a  $p=0.05$ , prueba LSM con ajuste Tukey.

**Cuadro 13.** Efecto de varias localidades sobre el número de larvas de *H. tabebuia* en árboles de *T. heterophylla* (2008-2009).

Localidad	Larva (N=132)
Bosque Maricao	1.3 A
Bosque Susúa	3.3 A
Rural Sabana Grande	8.1 B
Rural Mayagüez	0.3 A
Urbano Sabana Grande	2.9 A
Urbana Mayagüez	0.6 A

Las medias con letras diferentes en cada columna son significativamente diferentes a  $p=0.05$ , prueba LSM con ajuste Tukey.

**Cuadro 14.** Efecto de varias localidades sobre el número de adultos de *H. tabebuia* en árboles de *T. heterophylla* (2008-2009).

Localidad	Adulto (N=132)
Bosque Maricao	2.9 A
Bosque Susúa	0.8 A
Rural Sabana Grande	1.7 A
Rural Mayagüez	0.2 A
Urbano Sabana Grande	0.7 A
Urbana Mayagüez	0.5 A

Las medias con letras diferentes en cada columna son significativamente diferentes a  $p=0.05$ , prueba LSM con ajuste Tukey.

**Cuadro 15.** Efecto de la localidad de bosque sobre el número de huevos, larvas y adultos de *H. tabebuia* en árboles de *Tabebuia schumanniana* (2008-2009).

Localidad	Huevos (N=44)	Larvas (N=44)	Adulto (N=44)
Bosque Maricao	2.5 A	0.1 A	0.0 A
Bosque Susúa	3.3 A	0.1 A	0.0 A

Las medias con letras diferentes en cada columna son significativamente diferentes a  $p=0.05$ , prueba LSM con ajuste Tukey.

Se encontró un menor daño en las hojas de *T. heterophylla* en el Bosque de Maricao que en las otras localidades (Cuadro 16). No hubo diferencias entre las demás localidades. Sin embargo, se encontró más daño por *H. tabebuia* en las hojas de *T. schumanniana* en el Bosque de Maricao que en Susúa (Cuadro 17).

**Cuadro 16.** Daño de *H. tabebuia* en árboles de *T. heterophylla* (2008-2009).

Localidad	Escala Visual (N=132)
Bosque Maricao	0.8 A
Bosque Susúa	1.4 A
Rural Sabana Grande	0.9 A
Rural Mayagüez	1.0 A
Urbano Sabana Grande	1.2 A
Urbana Mayagüez	0.9 A

Las medias con letras diferentes en cada columna son significativamente diferentes a  $p=0.05$ , prueba LSM con ajuste Tukey.

**Cuadro 17.** Daño de *H. tabebuia* en árboles de *T. schumanniana* (2008-2009).

Localidad	Escala Visual (N=44)
Bosque Maricao	0.7 A
Bosque Susúa	0.3 B

Las medias con letras diferentes en cada columna son significativamente diferentes a  $p=0.05$ , prueba LSM

Se realizó una correlación entre el daño a las hojas causado por *H. tabebuia* y la precipitación mensual promedio por el periodo del muestreo. En el Bosque de Maricao, se obtuvieron valores del coeficiente de correlación de Pearson de 0.19 en *T. heterophylla* y de 0.050 en *T. schumanniana*. (Cuadro 18). En *T. heterophylla* se encontró una débil correlación

positiva, lo que tiende a indicar que aumentos en la precipitación deben aumentar el daño por *H. tabebuia* en esta especie. Sin embargo, en el bosque de Susuá se obtuvieron valores de -0.22 para *T. heterophylla* y -0.0042 en *T. schumanniana* (Cuadro 19), lo que tiende a indicar que el daño por *H. tabebuia* debe aumentar en *T. heterophylla* en periodos de menos lluvia.

**Cuadro 18. Correlación entre el daño foliar (escala visual) por *H. tabebuia* a *Tabebuia heterophylla* y *T. schumanniana* y la precipitación promedio mensual en el bosque Maricao (2008-2009).**

Correlación en el bosque de Maricao			
Daño/especie árbol			
Mes	Precipitación(cm)	<i>T. heterophylla</i>	<i>T. schumanniana</i>
Julio	10.6	1.3	1.5
Agosto	19.9	1.3	1.3
Septiembre	22.9	1.9	0.9
Octubre	27.9	0.4	0.4
Noviembre	10.5	0.3	0.7
Diciembre	6.7	0.6	0.1
Enero	1.1	0.8	0.8
Febrero	11.3	1.2	1.1
Marzo	4.3	0.8	0.7
Abril	9.0	0.8	0.2
Mayo	22.3	0.7	0.4
	r=	0.1918	0.050

**Cuadro 19. Correlación entre el daño foliar (escala visual) por *H. tabebuia* a *Tabebuia heterophylla* y *T. schumanniana* y la precipitación promedio en el bosque Susúa (2008-2009).**

Correlación en el bosque de Susúa			
<i>Daño/especie árbol</i>			
Mes	Precipitación(cm)	<i>T. heterophylla</i>	<i>T. schumanniana</i>
Julio	8.8	3.0	1.3
Agosto	16.3	1.7	0.8
Septiembre	18.4	1.2	0.0
Octubre	15.5	0.7	0.0
Noviembre	11.9	0.5	0.0
Diciembre	10.7	1.8	0.5
Enero	6.6	1.3	0.5
Febrero	3.1	1.4	0.1
Marzo	2.1	1.3	0.1
Abril	6.4	1.7	0.0
Mayo	12.6	1.1	0.0
	r=	-0.2219	-0.0042

## 5. DISCUSIÓN

En el experimento del ciclo de vida se pudo determinar que *Holopothrips tabebuia* consta de seis etapas de desarrollo: el huevo, las etapas larvales uno (L1) y dos (L2), la prepupa, la pupa y el adulto. Stannard, (1957) menciona que miembros pertenecientes a la familia Phlaeothripidae cuyo ciclo de vida ha sido investigado, tienen tres estados pupales; en el primer estado pupal las antenas y las patas son más cortas mientras que las alas comienzan a observarse a partir del segundo estado pupal. En la literatura no se encontró información que corrobore estos datos con especies bajo el género *Holopothrips*; sin embargo estudios realizados a otras especies en la familia Phlaeothripidae, como por ejemplo en *Gynaikothrips ficorum*, indican que el ciclo de vida es igual al reportado para *H. tabebuia* en este estudio, el cual consiste de las etapas de huevo, dos estados larvales, pre-pupa, pupa y el adulto (North Carolina State University, 2004)

Con relación a la determinación de la duración del ciclo de vida de *H. tabebuia*, la etapa de huevo tuvo una duración promedio de 4.6 días y la larva de 8.6 días. Estos datos se asimilan a datos publicados por Edelson y Mangaro. (1988), quienes encontraron que la duración promedio de la etapa de huevo en *Thrips tabaci* fue de 5.5 días, y la de las larvas de 7.8 días. La longitud promedio del adulto de *H. tabebuia*, tomada desde el área del frons hasta el extremo posterior del último segmento abdominal, fue de 1.18 mm  $\pm$  0.06. Estos datos reflejan cifras inferiores a las informadas por Mannion (2008), quien informa medidas de 1.5-2.2 mm de longitud para la etapa adulta, y también difiere de las medidas de 2.1 a 2.4 mm obtenidas del holotipo por Cabrera et al. (2008). Estas diferencias pudieron ocurrir porque las medidas de *H.*

*tabebuia* en el presente estudio se tomaron de especímenes preservados en alcohol mientras otros autores utilizaron especímenes montados en laminillas. Además, los especímenes medidos en el presente estudio crecieron en condiciones artificiales lo que pudo afectar el desarrollo del insecto. No se encontraron medidas de las etapas inmaduras de *H. tabebuia* en la literatura publicada.

En este estudio, se observó que *H. tabebuia* se alimenta solo de hojas nuevas en desarrollo en los ápices de crecimiento de especies de roble y *C. cujete*, por lo que el número de generaciones anuales, bajo condiciones naturales va a estar condicionado a los flujos vegetativos de las especies de árboles que actúan como sus hospederos alimentarios. Según los resultados obtenidos en este estudio y los resultados de Cabrera et al. (2008), *T. heterophylla* es el hospedero principal del trípido *H. tabebuia*.

*Tabebuia heterophylla* aumenta su nuevo flujo vegetativo entre los meses de julio a septiembre en el Bosque Estatal de Maricao, mientras que en el Bosque de Susúa el flujo vegetativo se mantiene casi constante, con excepción del mes de julio, cuando este aumenta drásticamente. Este flujo varía de región en región ya que el roble se encuentra ampliamente distribuido en bosques secundarios, pastos abandonados y en bosques secos y húmedos, con excepción de las altas elevaciones en las montañas de Luquillo y la cordillera central. Ambientes ideales para el establecimiento de robles, y con los recursos disponibles necesarios para su crecimiento, ocasionan la ocurrencia de flujos vegetativos asíncronos en distintas regiones de la Isla. Esto debe favorecer la permanencia de poblaciones de *H. tabebuia* en espacio y tiempo y

aumenta la probabilidad de daño por esta especie a robles nativos, endémicos e introducidos y a otras especies susceptibles en toda la isla.

Se encontró que el trípido del roble afecta *T. heterophylla* en zonas urbanas, rurales y en bosques naturales de la región oeste de Puerto Rico. Esta especie invasora se encontró atacando la especie endémica de roble rojo, *T. schumanniana*. El ataque de *H. tabebuia* puede afectar las poblaciones de esta especie endémica, así como la de otras especies de roble como el roble nativo (*Tabebuia heterophylla*), el roble venezolano (*T. rosea*), el roble plateado (*T. aurea*), el higüero (*Crescentia cujete* L.), el higüerito (*C. linearifolia*) y otras especies endémicas de roble presentes en los bosques de Puerto Rico.

Se demostró que el roble nativo (*T. heterophylla*) es altamente susceptible al ataque de *H. tabebuia*, mientras que en el roble plateado (*T. aurea*) y el higüero (*C. cujete*) el daño es mucho menor. Se observaron arbustos de *T. heterophylla* cuyo crecimiento fue completamente detenido por el daño causado por *H. tabebuia*. Las poblaciones de todas las etapas de desarrollo (huevo-adulto) del trípido fueron más altas en *T. heterophylla* que en *T. aurea* o *C. cujete*, debido a una mayor postura de huevos en la primera. Apenas se desarrollaron larvas y adultos en *T. aurea* y *C. cujete*. Estos datos concuerdan parcialmente con observaciones de campo hechas por Cabrera et al. (2008), quienes encontraron mayor número de ninfas (=larvas) y adultos y mayor daño foliar en *T. heterophylla* que en *T. aurea*.

Los insecticidas acephate e imidacloprid, ambos sistémicos, fueron muy efectivos para reducir el daño y las poblaciones de huevos, larvas, pupas y adultos de *H. tabebuia* en arbolitos

del roble nativo, *T. heterophylla*. Estos datos concuerdan con lo encontrado por otros autores en estudios sobre el control químico de trípidos. Byrne et al. (2010) informaron entre 80 a 100 % de mortalidad de trípidos en el aguacate entre la cuarta a la trigésimo sexta semana luego de tratamiento con imidacloprid. Por otro lado, Held y Boyd (2008) encontraron un 68.3% de mortalidad de trípidos en el primer día y un 14.93 % de mortalidad entre el día 7 hasta el día 21 en plantas ornamentales tratadas con acephate. El acephate fue muy efectivo controlando *H. tabebuia* en *T. heterophylla*, roble amarillo y *C. cujete* hasta por 15 días desde la aplicación.

El insecticida imidacloprid muestra un mayor control de trípidos comparado con acephate y es más costo efectivo ya que se aplica cada seis meses mientras que el acephate es necesario aplicarlo cada 15 días para mantener el follaje del roble protegido. Los insecticidas de contacto, como aceites refinados de petróleo o aceites botánicos como el azadiractina (aceite neem), aplicados en forma de aspersion al follaje no son efectivos para controlar este insecto. El aceite de neem y el aceite de huerta son insecticidas que funcionan por contacto y tienen muy poca duración en la planta. Su eficacia depende mucho de factores externos tales como la aplicación del plaguicida, evaporación, luz solar y lluvia. No pueden penetrar al espacio interno de las hojas dobladas en donde se encuentran las etapas susceptibles de *H. tabebuia*. Sin embargo, Mordue et al. (2010) reportaron recientemente que la azaridactina (componente activo del aceite neem) tiene efecto sistémico contra insectos fitófagos cuando se aplica en solución a través de la raíz. Queda por demostrar si el aceite neem aplicado de esta manera controla el trípido del roble. También, se deben realizar estudios adicionales para determinar la efectividad de otros insecticidas sistémicos dentro de los neonicotinoides y dilucidar las dosis más adecuadas para controlar el trípido del roble.

Se pudo observar una alta incidencia en el número de huevos durante el estudio con insecticidas. Esto pudo deberse a que esta etapa no se alimenta de las hojas y no es hasta que emerge la larva del huevo y se alimenta que se observa el efecto de los insecticidas. Estos insecticidas están dirigidos directamente al control de los insectos en etapas de alimentación activa en la planta. En el caso de *H. tabebuia* las etapas más susceptibles a acephate e imidacloprid son la etapa larval y la etapa adulta. Aún así, al reducir el número de adultos por el efecto de insecticidas como el imidacloprid y el acephate se puede reducir la postura de huevos y los niveles poblacionales intergeneracionales.

## 6. CONCLUSIONES

- El ciclo de vida de *Holopothrips tabebuia* se completó en 23.5 días a una temperatura de 24.4 °C y pasa por las etapas de huevo, larva1, larva 2, prepupa, pupa y adulto.
- El insecticida más efectivo para controlar todas las etapas de *H. tabebuia* es imidacloprid. El mismo es más eficiente que acephate ya que se obtiene un control excelente con menos aplicaciones y menos ingrediente activo. Además, al aplicarlo al suelo reduce los efectos adversos sobre especies benéficas.
- El aceite neem y el aceite de huerta aplicados en aspersión al follaje no son efectivos para el control de ninguna de las etapas de *H. tabebuia*.
- *Holopothrips tabebuia* se encuentra afectando el follaje nuevo de *T. heterophylla* en zonas rurales y urbanas de la región oeste, desde Mayagüez hasta Sabana Grande y Maricao. También causa daño al follaje de la especie de roble endémica, *T. schumanniana* en los bosques de Maricao y Susúa.
- Factores ambientales como la precipitación pluvial pueden influenciar la dinámica poblacional del insecto en la medida que promueven la producción de nuevos flujos vegetativos en las especies de árboles susceptibles al ataque de *H. tabebuia*.
- *Tabebuia heterophylla* es la especie más susceptible al ataque de *H. tabebuia*.

## 7. RECOMENDACIONES

1. Realizar un análisis económico sobre el impacto de *H. tabebuia*.
2. Los arbolitos de roble producidos en viveros deben protegerse contra el ataque de *H. tabebuia* mediante la aplicación de insecticidas sistémicos de larga duración, como el imidacloprid y otros neonicotinoides, aplicados al medio de cultivo. Se debe estar atento a los flujos vegetativos de árboles susceptible para protegerlos previo al ataque del insecto.
3. Se debe continuar el catastro a nivel isla para determinar si otras especies nativas o endémicas son susceptible al ataque de *H. tabebuia* y determinar la dinámica poblacional del insecto bajo otras condiciones ambientales.
4. Se debe desarrollar una escala pictorial de daño a nivel de campo con especies susceptibles.
5. Ya que esta es una plaga invasora se debe considerar la introducción de enemigos naturales para lograr un equilibrio en las poblaciones de *H. tabebuia*.
6. Los árboles y arbustos afectados deben podarse para eliminar las ramas afectadas por el insecto y las mismas deben ser destruidas mediante molienda y composta de los residuos.
7. Se deben realizar estudios adicionales para determinar la efectividad de otros insecticidas neonicotinoides y dilucidar las dosis más adecuadas para controlar el trípido del roble. También se debe determinar si el aceite neem aplicado al medio de cultivo tiene efecto sistémico y controla el trípido.

## 8. LITERATURA CITADA

- Bergant, K., S. Trdan, D. Znidarcic, Z. Crepinsek, y L. Kajfez-Bogataj, 2005. Impact of climate changes on development dynamics of thrips (Thysanoptera: Thripidae): can it be quantitated? *Environ. Entomol.* 34 (4): 755-766.
- Buss, E., 2009. Invasive Pests Affecting Ornamentals in the Florida Landscape, Institute of Food y Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville. <http://edis.ifas.ufl.edu>, Noviembre 2010.
- Byrne, F., E. Humeres, A. Urena, M. Hoddle, y J. Morse, 2010. Field evaluation of systemic imidacloprid for the management of avocado thrips and avocado lace bug in California avocado groves. *Pest Manag. Sci.* 66: 1129-1136.
- Cabrera, I., y A. Segarra, 2008. A new gall-inducing species of *Holopothrips* (Thysanoptera: Phlaeothripidae) from *Tabebuia* trumpet trees in the Caribbean region. *Florida Entomologist* 91(2): 232-236.
- Cabrera, I., A. Ramirez, S. Cruz, A. Velez, L. Saez, y A. Segarra, 2008. *Holopothrips tabebuia* sp.n. Cabrera & Segarra (Thysanoptera: Phlaeothripidae) en los robles *Tabebuia heterophylla* y *Tabebuia aurea* en Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P.R.* 92(3-4): 225-229.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, 2004. Composición natural bosque choca, Puerto Rico. <http://www.oslpr.org/2001-2004/B1VZ88AE.pdf>, 11-2005.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, 2012. Puerto Rico Statewide Assessment and Strategies for Forest Resources. [http://www.drna.gobierno.pr/oficinas/arn/recursosvivos/nsf/publicaciones/PRSWASF\\_S\\_STRAT\\_APP\\_22%20OCT2010%20gul%20-%20FINAL.pdf/view?searchterm=State](http://www.drna.gobierno.pr/oficinas/arn/recursosvivos/nsf/publicaciones/PRSWASF_S_STRAT_APP_22%20OCT2010%20gul%20-%20FINAL.pdf/view?searchterm=State).
- Dobbs, T., y D. Boyd, 2006. Status and distribution of *Montandoniola moraguesi* (Hemiptera: Anthocoridae) in the continental United States. *Florida Entomol.* 89: 41-46.

- Doganlar, M., A. Gumovsky, y O. Doganlar, 2009. A new species of the menes species group of the genus *Ceraninus* (Hymenoptera: Eulophidae) from Turkey. *Türk. Entomol. Derg.* 33 (4): 265-278.
- Domínguez, R., 1990. Taxonomía. Tomos I. Departamento de Parasitología Agrícola. Claves y Diagnósis. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México. pp. 346-363.
- Edelson, J. V., y J. J. Mangaro, 1988. Development of onion thrips. *Thrips tabaci* Linderman (Thysanoptera: Thripidae), as a function of temperature. *Southwest Entomol.* 13: 71-76.
- Fournier, F., G. Boiviny, y K. R. Stewart, 1995. Sequential sampling for *Thrips tabaci*; In, *Thrips Biology and Management*. New York, Ed. Plenum Press., 1995. P. 557-562.
- Fuentes, P. M., 2000. Control biológico natural del trípido, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) por sírfidos predadores y por el cultivo de borduras y/o entrelíneas. Instituto Aerotécnico. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Nacional del Nordeste, Brazil. 4 pp.
- Herring, J. L., 1967. Heteroptera: Anthocoridae. *Insects of Micronesia* 7: 391-414.
- Held, D., y D. Boyd, 2008. Evaluation of sticky traps and insecticides to prevent gall induction by *Gynaikothrips uzeli* Zimmerman (Thysanoptera: Phlaeothripidae) on *Ficus benjamina*. *Pest Manag. Sci.* 64:133-140.
- Kawai, A., 1990. Life cycle and population dynamics of *Thrips palmi*. *JARQ* 23(4): 282-288.
- Koschier, E. H., K. A. Sedy, y J. Novak, 2002. Influence of plant volatiles on feeding damage caused by onion thrips. *Crop Protection* 21: 419-425.
- Lacasa, A., J. A. Sánchez, y M. Lorca, 1996. Aspectos ecológicos de los parásitos de los tisanópteros en España. *Bol. San. Veg., Plagas* 22: 339-349.
- LaSalle, J., 1993. North American genera of Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae). *J. Nat. Hist.* 28: 109-236.

- Lattin, J. D., 2000. Minute pirate bugs (Anthocoridae), pp. 607-637, *In* C. W. Schaefer and A.R. Panizzi (eds.), *Heteroptera of Economic Importance*. CRC Press. Boca Raton, FL. 828 pp.
- Lewis, T., 1973. *Thrips: Biology, Ecology and Economic Importance*. London, Academic Press. 452 pp.
- Mannion, C., 2008. Exotic Pests *Holopothrips* sp. (near *H. inquilinus*) <http://lee.ifas.ufl.edu/Hort/BrownsPlantFiles/TabebuiaThrips%202.pdf>, 2010.
- Medina-Gaud, S., 1961. The Thysanoptera of Puerto Rico. University of Puerto Rico, Agricultural Experimental Station. Rio Piedras. PR. Bulletin No. 93, 159 pp.
- Mound, L. A., 2007. Thysanoptera (Thrips) of the World— a checklist. <http://www.ento.csiro.au/thysanoptera/worldthrips.html>. 2010.
- Mound, L. A., y R. Marullo, 1996. The Thrips of Central and South America: An Introduction. *Memoirs on Entomology International* 6: 1-488.
- Mordue, A. J., E. D. Morgan, y A. J. Nisbet. 2010. Azadirachtin, a natural product in insect control. *In*, *Insect Control: Biological and Synthetic Agents*, L. I. Gilbert and S. S. Gill (eds.). Academic Press, San Diego, CA. pp. 184-206.
- Murai, T. y S. Toda, 2002. Variation of *Thrips tabaci* in color and size; Thrips and Tospovirus: Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Symposium on Thysanoptera Calabria, Australian National Insect Collection Canberra. pp. 377–378.
- North Carolina State University, 2004. Cuban laurel thrips. *Insect and Related Pests of Flowers and Foliage Plants*. <http://www.mrec.ifas.ufl.edu/Foliage/entomol/ncstate/thrips3.htm> (4/9/2004).
- Patterson, D. T., J. K. Westbrook, R. J. V. Joyce, P. D. Lingren, y J. Rogasik, 1999. Weeds, insects and diseases. *Clim. Change* 43: 711-727.
- Seal, D. R., R. M. Baranowski, y J. D. Bishop, 1993. Effectiveness of insecticides in controlling *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) on different vegetable crops in south Florida. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 106: 228-233.

Stannard, L. J. Jr. 1957. The phylogeny and classification of the North American Genera of the Sub-order Tubulifera (Thysanoptera). Illinois Biological Monographs: 25: 5.

Triplehorn, C. A., y N. F. Johnson, 2005. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. 7th Edition. Thomson Brooks/Cole, Belmont, CA. pp. 333-340.

University of California Statewide IPM Program, 2007. Pests in Gardens and Landscapes, California USA. <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/PESTNOTES/pn7429.html>. 9/16/2011

UF/IFAS, Tropical Research and Education Center, 2009. Thrips on ornamental plants. <http://edis.ifas.ufl.edu/mg327>, 3/20/2012.

## 9. APÉNDICES

**Apéndice 1.** Descripción de insecticidas utilizados en estudio sobre el control químico de *H. tabebuia*.

**A. Imidacloprid-** es un insecticida sistémico de la clase de los neonicotinoides. Éstos se aplican al suelo o sustrato de crecimiento y se absorben por las raíces de las plantas y son transportados a través del xilema. Los neonicotinoides pueden permanecer activos en la planta hasta por seis meses. Son homólogos de la nicotina y actúan inhibiendo los receptores postsinápticos en el sistema nervioso de los insectos. Se recomienda la aplicación de imidacloprid a razón de 62-82 ml en 227-409- litros de agua por acre cada seis meses según la etiqueta del producto.

**B. Aceite de neem-** es un aceite vegetal extraído de las frutas y semillas del árbol de Neem, *Azadirachta indica* A. Juss., cuya molécula activa se conoce como azadiractina. El neem es un árbol de hoja perenne endémico del subcontinente indio y que ha sido introducido en muchas otras zonas del trópico incluyendo a Puerto Rico. Aunque el modo de acción de azadiractina no ha podido ser dilucidado, la molécula se ha sintetizado a partir de una degradación de la molécula del compuesto (Mordeu et al., 2010). Según Mordeu et al. (2010) son varios los efectos que azadiractina causa en los insectos como: desincentiva la alimentación, inhibe el proceso de muda mediante la inhibición de la hormona protoracicotrópica producida por las glándulas corpora cardíaca, y reduce la reproducción afectando la vitelogénesis y el desarrollo testicular al afectar la producción de hormona juvenil. Para su uso como insecticida de contacto, el aceite de Neem debe ser diluido en agua en la proporción 133 ml del producto en 227-454 litros de agua por acre,

aplicado al follaje según la etiqueta del producto. Es necesario añadirle un surfactante para que se mezcle con el agua. Si viene formulado sin este surfactante, se puede utilizar un jabón a razón de 10ml/Litro según indica la etiqueta.

C. **Acephate**- es un insecticida foliar del fosfato orgánico de persistencia moderada con actividad sistémica residual de cerca de 10-15 días a la dosis recomendada de uso. La dosis recomendada por el fabricante es de 236-473 ml del producto en 227-454 litros de agua por acre. Es un insecticida de acción sistémica, baja toxicidad y buen efecto residual que actúa por contacto e ingestión. Las aplicaciones son foliares, disuelto en la suficiente cantidad de agua para lograr una buena cobertura y distribución del preparado sobre el follaje. El insecticida es un neurotóxico inhibidor de la acetilcolinesterasa, enzima necesaria para degradar la acetilcolina una vez que el impulso nervioso es transmitido.

D. **Aceite de huerta**- es un insecticida foliar derivado de aceites de petróleo. Se aplica directamente al follaje. Este producto mata los insectos por sofocación al cubrir los espiráculos. La dosis recomendada por el fabricante es de 322-644 ml del producto en 227-454 litros de agua por acre.

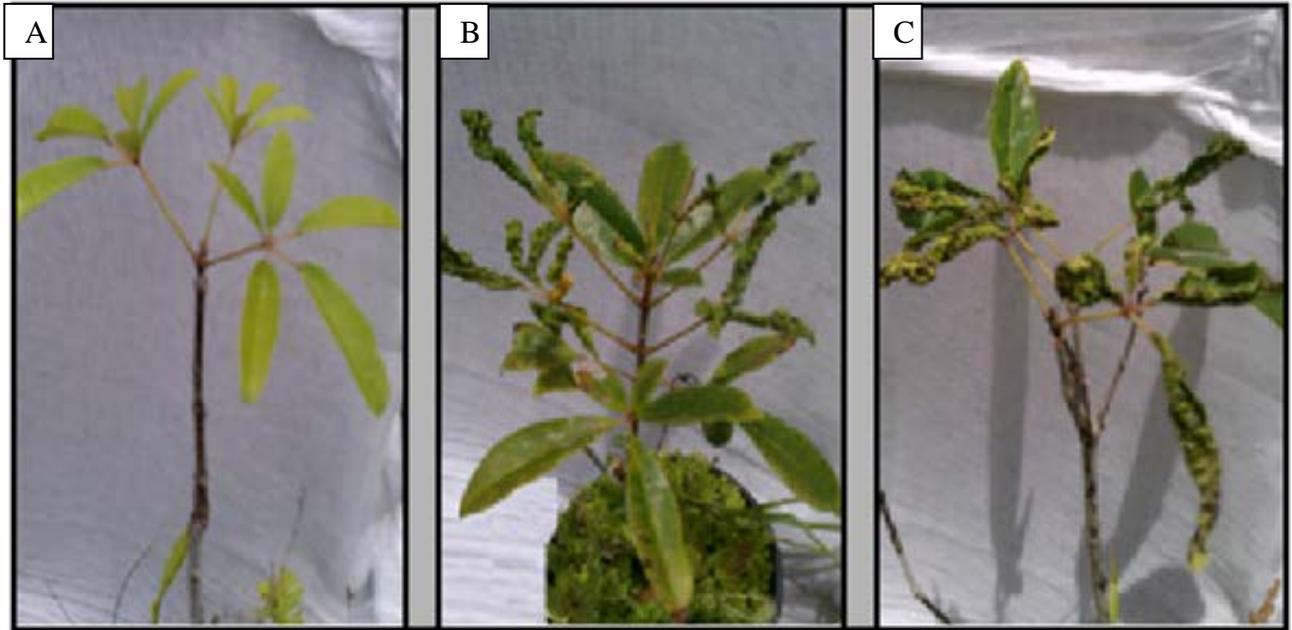
**Apéndice 2.** Coordenadas espaciales de los árboles de *T. heterophylla* y *T. schummaniana* muestreados en el catastro de la región oeste de Puerto Rico.

<u>Zona</u>	<u>Especie</u>	<u>Coordenadas</u>
Rural Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 11.337 W = 067' 04. 798
Rural Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 11.337 W = 067' 04. 798
Rural Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 11. 365 W = 067' 04.021
Rural Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 11. 395 W = 067' 03 .591
Rural Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 11. 143 W = 66' 58. 918
Rural Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 11. 143 W = 66' 58. 918
Rural Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18 ' 11. 014 W = 66' 59. 074
Rural Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18 ' 11. 014 W = 66' 59. 075
Rural Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 10. 598 W = 66' 59. 38
Rural Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 10.328 W = 66' 59. 608
Bosque Maricao	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 10.227 W = 66' 59.55
Bosque Maricao	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 10.120 W = 66' 59.611
Bosque Maricao	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 09. 798 W = 66' 59. 899
Bosque Maricao	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 09 .033 W = 66' 59. 346
Bosque Maricao	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 09. 037 W = 66' 59.333
Bosque Maricao	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 09.098 W = 66' 59.236
Bosque Maricao	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 09.060 W = 66' 59.145
Bosque Maricao	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 08. 963 W = 66' 59. 027
Bosque Maricao	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 08.768 W = 66' 58. 764
Bosque Maricao	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 08. 588 W = 66' 58. 495
Rural Sabana Grande	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 06. 135 W = 66' 57. 554
Rural Sabana Grande	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 06. 004 W = 66' 57. 451
Rural Sabana Grande	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 05. 993 W = 66' 57.430
Rural Sabana Grande	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 05.670 W = 66' 57. 720
Rural Sabana Grande	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 05. 642 W = 66' 57. 757
Rural Sabana Grande	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 05. 063 W = 66' 57. 703
Rural Sabana Grande	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 05. 063 W = 66' 57. 703
Rural Sabana Grande	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 05. 070 W = 66' 57. 585
Rural Sabana Grande	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 04. 982 W = 66' 57. 451
Rural Sabana Grande	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 04. 982 W = 66' 57. 451
Bosque Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 04. 495 W = 66' 55.154
Bosque Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 04. 495 W = 66' 55.155
Bosque Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 04. 194 W = 66' 56.094
Bosque Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 04. 243 W = 66' 56.079
Bosque Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 04. 414 W = 66' 56.524

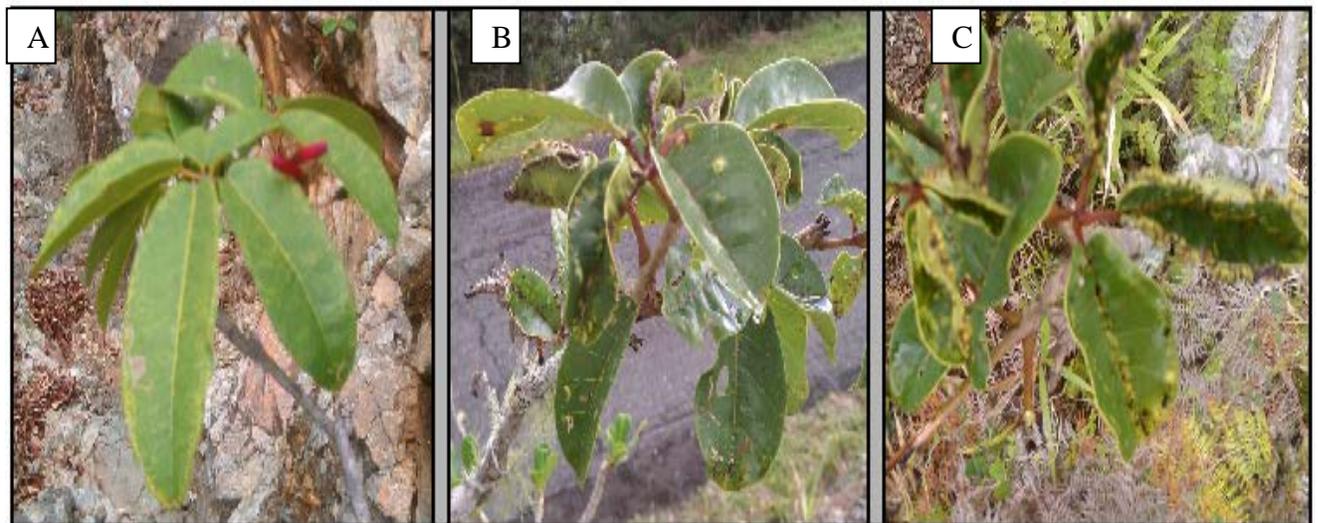
<b><u>Zona</u></b>	<b><u>Especie</u></b>	<b><u>Coordenadas</u></b>
Bosque Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 04. 700 W = 66' 57.599
Bosque Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 04. 608 W = 66' 57.623
Bosque Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 04. 481 W = 66' 57.606
Bosque Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 02. 975 W = 66' 57.038
Urbano Sabana Grande	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 04. 854 W = 66' 58.675
Urbano Sabana Grande	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 04. 854 W = 66' 58.675
Urbano Sabana Grande	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 04. 854 W = 66' 58.675
Urbano Sabana Grande	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 04. 854 W = 66' 58.675
Urbano Sabana Grande	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 04. 843 W = 66' 58.646
Urbano Sabana Grande	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 04. 844 W = 66' 58.696
Urbano Sabana Grande	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 04. 844 W = 66' 58.696
Urbano Sabana Grande	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 04. 766 W = 66' 58.667
Urbano Sabana Grande	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 04. 932 W = 66' 58.935
Urbano Sabana Grande	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 04. 932 W = 66' 58.935
Urbano Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 09. 358 W = 67' 08. 402
Urbano Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 09. 525 W = 67'08. 402
Urbano Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 09. 547 W = 67'08. 620
Urbano Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 09. 826 W = 67' 08. 860
Urbano Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 11. 490 W = 67' 08. 522
Urbano Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 11. 853 W = 67' 08. 528
Urbano Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 11. 853 W = 67' 08. 812
Urbano Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 12. 761 W = 67' 08. 663
Urbano Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 12. 652 W = 67. 08. 437
Urbano Mayaguez	<i>T heterophylla</i>	N = 18' 13. 161 W = 67' 08. 746
Bosque Maricao	<i>T shummaniana</i>	N = 18' 08.963 W = 66' 59. 193
Bosque Maricao	<i>T shummaniana</i>	N = 18' 09.874 W = 66' 59.719
Bosque Maricao	<i>T shummaniana</i>	N = 18' 09. 835 W = 66' 59. 808
Bosque Maricao	<i>T shummaniana</i>	N = 18' 09 .775 W = 66' 59. 928
Bosque Maricao	<i>T shummaniana</i>	N = 18' 09.098 W = 66' 59.236
Bosque Maricao	<i>T shummaniana</i>	N = 18' 08. 588 W = 66' 58. 495
Bosque Maricao	<i>T shummaniana</i>	N = 18' 08. 637 W = 66' 58.211
Bosque Maricao	<i>T shummaniana</i>	N = 18' 08. 81 W = 66' 57. 280
Bosque Maricao	<i>T shummaniana</i>	N = 18' 08. 463 W = 66' 57. 453
Bosque Maricao	<i>T shummaniana</i>	N = 18' 08 .499 W = 66' 57. 422
Bosque Susua	<i>T shummaniana</i>	N = 18' 04. 453 W = 66' 54. 504
Bosque Susua	<i>T shummaniana</i>	N = 18' 04. 535 W = 66' 54. 467
Bosque Susua	<i>T shummaniana</i>	N = 18' 04. 457 W = 66' 54. 534

Bosque Susua	<i>T shummaniana</i>	N = 18' 04. 357 W = 66'54. 621
Bosque Susua	<i>T shummaniana</i>	N = 18' 04. 272 W = 66' 54. 678
Bosque Susua	<i>T shummaniana</i>	N = 18' 04. 262 W = 66' 54. 756
Bosque Susua	<i>T shummaniana</i>	N = 18' 04. 311 W = 66' 54. 779
Bosque Susua	<i>T shummaniana</i>	N = 18' 04. 354 W = 66' 54. 830
Bosque Susua	<i>T shummaniana</i>	N = 18' 04. 391 W = 66' 54.906

**Apéndice 3.** Escala pictorial (desarrollada con arbolitos crecidos en tiestos) para la evaluación de daño por *Holopothrips tabebuia*.



Posible observación visual de daño por *H. tabebuia* en *T. heterophylla*,:A- 0% , B- 50% y C- 100%.



Posible observación visual de daño por *H. tabebuia* en *T. schumanniana*: A- 0% , B- 50% y C- 100%.