



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

MAESTRÍA EN PROTECCIÓN VEGETAL

TRAMPAS CON LUZ PARA CAPTURAR *Hypsipyla grandella* Zeller EN PLANTACIÓN DE CEDRO ROJO, EN EL PALMAR, TEZONAPA, VERACRUZ

TESIS

**Que como requisito parcial
para obtener el grado de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN
VEGETAL**

PRESENTA:

ZAMORA GALLEGOS IRMA AZUCENA

Chapingo, México. Junio de 2012



COORDINACIÓN GENERAL ACADÉMICA
COORDINACIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
COORDINACIÓN DE EXÁMENES PROFESIONALES*



**TRAMPAS CON LUZ PARA CAPTURAR *Hypsipyla grandella* Zeller EN
PLANTACIÓN DE CEDRO ROJO, EN EL PALMAR, TEZONAPA,
VERACRUZ.**

Tesis realizada por Irma Azucena Zamora Gallegos bajo la dirección del
Comité Asesor indicado, aprobado por el mismo y aceptado como requisito
parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

DIRECTOR:



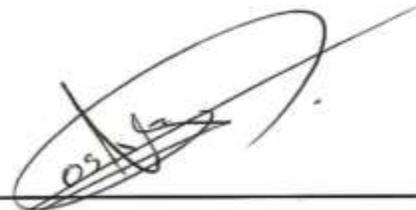
DR. JUAN FERNANDO SOLÍS AGUILAR

CO-DIRECTOR:



DR. SAMUEL RAMÍREZ ALARCÓN

ASESOR:



M.C. HORACIO KOJI OSADA VELÁZQUEZ

AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)**, por el financiamiento proporcionado para realizar mis estudios de Posgrado.

A la **Universidad Autónoma Chapingo**, particularmente al **Departamento de Parasitología Agrícola** y a la **Dirección General de Investigación y Posgrado**, que a través de la **Maestría en Protección Vegetal**, me proporcionaron el apoyo para cursar mis estudios de Posgrado y la realización de mi Tesis.

Al **Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECYT)**, por el apoyo brindado para la realización de la presente Tesis.

Al **Dr. Juan Fernando Solís Aguilar**, por su valiosa asesoría, disposición y apoyo para realizar el presente trabajo.

Al **Dr. Samuel Ramírez Alarcón**, gracias por sus valiosos comentarios y sugerencias a esta Tesis.

Al **M. C. Horacio Koji Osada Velázquez**, por su gran empeño y aportación a la presente Tesis, además de la paciencia y generosidad para compartir sus conocimientos.

Al **M. C. Vicente Sánchez Monsalvo**, por su gran apoyo y aportaciones, además de su disposición de colaborar en esta Tesis.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) **Campo Experimental El Palmar, Tezonapa, Veracruz**, por abrirme sus puertas y facilitar la realización del presente trabajo.

A los profesores **Dr. Rodolfo Campos Bolaños** y **Dr. José Tulio Méndez Montiel**, por siempre estar dispuestos a colaborar con este trabajo, además de sus valiosos comentarios y palabras de aliento.

A la M. C. Olga Santiago, al M. C. Luis Emilio Castillo M., al Ing. Humberto Espejel, al Ing. Cirilo Méndez, a la Sra. Dora Hernández y a Adrián Delgadillo, gracias por su apoyo.

DEDICATORIA

A mi esposo Belén Hernández Hernández y mi hermoso hijo Santiago Hernández Zamora, los dos grandes amores de mi vida.

A mi familia hermosa, mis padres y hermanos y sus respectivas familias, que siempre y hasta la eternidad serán la base de mi grata existencia.

A mis grandes amigos Marina Gaytán, Enedino Fernández, René Cano, Rocío Elizalde y Emma Sandoval, gracias por compartir más que sólo el salón de clases de la Maestría.

DATOS BIOGRÁFICOS

Irma Azucena Zamora Gallegos nació el 20 de noviembre de 1981 en San Francisco Javier, Municipio de Valle de Santiago, Guanajuato, donde sus estudios básicos de 1987 a 1996.

En 2001 ingresó a la Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo. En el período de 2004 a 2008 cursó sus estudios de licenciatura en el Departamento de Parasitología Agrícola de la misma universidad obteniendo un Título como Ingeniero Agrónomo Especialista en Parasitología Agrícola por medio de la realización de Tesis Profesional.

En 2010 ingresó a la Maestría en Ciencias en Protección Vegetal del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, terminando los créditos en diciembre de 2011, y para la cual realizó el presente trabajo de investigación.

INDICE GENERAL

INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN Y ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACION	3
III. OBJETIVOS	5
IV. HIPOTESIS	5
V. REVISIÓN DE LITERATURA	6
5.1 Cedro rojo (<i>Cedrela odorata</i> L.)	6
5.1.1 Clasificación taxonómica	6
5.1.2 Descripción	6
5.1.3 Origen y distribución.....	8
5.1.4 Importancia del cedro rojo como producto forestal	8
5.2 Barrenador de brotes y yemas (<i>Hypsipyla grandella</i> Zeller)	9
5.2.1 Clasificación taxonómica	9
5.2.2 Importancia y daños	10
5.2.3 Distribución	12
5.2.4 Hospedantes.....	12
5.2.5 Características	12
5.2.5.1 Huevo.....	12
5.2.5.2 Larva	13
5.2.5.3 Pupa	13
5.2.5.4 Adulto.....	14
5.2.6 Aspectos bioecológicos.....	15
5.2.6.1 Hábitos.....	15
5.2.6.2 Ciclo de vida.....	16
5.2.6.3 Oviposición	17
5.2.6.4 Vuelo.....	18
5.2.7 Estrategias de manejo.....	19
5.2.7.1 Manejo silvicultural	19
5.2.7.2 Manejo Biológico.....	21
5.2.7.3 Manejo Orgánico.....	22
5.2.7.4 Manejo etológico	23
5.2.7.5 Manejo Químico	24

5.2.7.6 Manejo genético.....	25
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	26
6.1 Tratamientos.....	26
6.2 Localización del experimento.....	26
6.3 Elaboración de trampas	28
6.4. Prueba piloto de las trampas con baterías	30
6.5 Modificación al diseño de las trampas.....	31
6.6 Colocación de las trampas modificadas en campo.....	31
6.7 Diseño experimental	31
6.8 Recolección de muestras.....	32
6.9 Análisis estadístico	33
6.10 Evaluación del daño.....	33
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
7.1 Discusión general sobre las trampas en campo	35
7. 2 Identificación de los insectos capturados en las trampas	36
7.3. Resultados del análisis estadístico.....	40
7.3.1 Análisis de varianza	40
7.3.2 Comparación de medias	40
7.3.3 Coeficientes de correlación de Pearson	422
7.3.4 Modelos de regresión.....	433
7.4 Resultados de la evaluación del daño en la plantación	43
VIII. CONCLUSIONES	47
IX. RECOMENDACIONES GENERALES.....	48
X. LITERATURA CITADA.....	49
XI. ANEXOS.....	56
Anexo I. Material y herramienta utilizados en la fabricación de los circuitos.....	56
Anexo II. Compilación de fotografías	61

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en trampas para la captura de <i>Hypsipyla grandella</i> en cedro rojo, en Tezonapa, Veracruz.....	27
Cuadro 2. Número de individuos capturados en las trampas en los diferentes tratamientos.....	37
Cuadro 3. Familias pertenecientes al Orden Coleóptera capturados en las trampas.....	39
Cuadro 4. Cuadrados medios de las variables (Ordenes).....	40
Cuadro 5. Comparación de medias de los Órdenes capturados en las trampas.....	41
Cuadro 6. Coeficientes de correlación de Pearson entre variables evaluadas en las trampas con luz (Ordenes).....	42
Cuadro 7. Número de barrenaciones por árbol causadas por la larva de <i>H. grandella</i> en arboles de cedro rojo, en el Palmar, Tezonapa, Veracruz.....	43

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de Cedro rojo (<i>Cedrela odorata</i>) de un año de edad.....	7
Figura 2. Semillas y fruto de cedro rojo	8
Figura 3. Árbol de Cedro rojo (<i>Cedrela odorata</i>) dañado por <i>Hypsipyla grandella</i>	11
Figura 4. Huevo, larva, pupa y adulto de <i>Hypsipyla grandella</i>	14
Figura 5. Barrenador de las meliáceas, <i>Hypsipyla grandella</i> (Zeller).....	14
Figura 6. Daño por <i>H. grandella</i>	16
Figura 7. Huevecillos de <i>H. grandella</i>	18
Figura 8. Localización geográfica del municipio de Tezonapa, Veracruz.....	27
Figura 9. Componentes de la trampa.....	28
Figura 10. Elaboración de los dispositivos electrónicos.....	29
Figura 11. Dispositivo electrónico, modelo terminado de la trampa.....	29
Figura 12. Trampas colocadas por primera vez cerca de la plantación de cedro.....	30
Figura 13. Trampas funcionando con energía eléctrica y ubicación de las repeticiones en la plantación.....	32
Figura 14. Procesamiento de las muestras en laboratorio.....	33
Figura 15. Presencia de excremento y seda en las barrenaciones hechas por la larva de <i>H. gradella</i>	34
Figura 16. Órdenes de insectos capturados en las trampas.....	37

Figura 17. Individuos de las Familias del Orden Coleóptera capturados en las trampas.....	39
Figura 18. Imagen satelital de la localización del experimento.....	44
Figura 19. <i>Magistimas</i> spp. (Psyllidae) en cedro rojo.....	46

TRAMPAS CON LUZ PARA CAPTURAR *Hypsipyla grandella* Zeller EN PLANTACIÓN DE CEDRO ROJO, EN EL PALMAR, TEZONAPA, VERACRUZ

LIGHT TRAPS TO CAPTURE *Hypsipyla grandella* Zeller ON SPANISH CEDAR PLANTATION, IN EL PALMAR, TEZONAPA VERACRUZ

Irma Azucena Zamora Gallegos¹, Juan Fernando Solís Aguilar²

RESUMEN

La larva de *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) ataca principalmente el meristemo apical del Cedro rojo (*Cedrela odorata*) causando la formación de brotes laterales, y la deformación del tronco. En el presente trabajo se utilizó la energía luminosa como atrayente de adultos de *H. grandella*. Con el objetivo de determinar la longitud de onda que atrajera a este insecto se fabricaron trampas con LEDs de luz roja (620-750 nm), azul (450-495 nm) y violeta (380-450 nm) con tres repeticiones cada una, las cuales fueron colocadas en una plantación de cedro rojo bajo un diseño experimental completamente al azar en el INIFAP de El Palmar, Tezonapa, Veracruz. Después de un período de 40 días de exposición, al analizar las trampas no se encontró ningún ejemplar de *H. grandella*. Sin embargo, se encontraron insectos pertenecientes a los Órdenes Hemiptera, Hymenoptera y Coleoptera, principalmente, encontrándose en éste último la familia Bostrichidae, la cual es de importancia forestal. Se realizó también un muestreo del daño y se determinó que la distribución espacial de la plaga es por conglomerados, lo cual no coincidió con la ubicación de las trampas. Para estudios posteriores, se propone utilizar longitudes de onda menores a 400 nm, además de probar diferentes diseños de trampas.

PALABRAS CLAVE: Cedro rojo, *Hypsipyla grandella*, longitud de onda, trampas.

¹ Tesista, ² Director de tesis

ABSTRACT

The larvae of *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) affects mainly the apical meristem of the Spanish cedar (*Cedrela odorata*) causing the formation of side shoots, and the deformation of the trunk. In this work we used the energy of light as an attractant for adults of *H. grandella*. In order to determine the wavelength that would attract this insect, traps were made of red LEDs (620 to 750 nm), blue (450 to 495 nm) and violet (380-450 nm). There were three repetitions each, placed in a grove of Spanish cedar under a completely randomized design in El Palmar, Tezonapa, Veracruz at INIFAP institution. After a period of 40 days of exposure, traps were analyzed and no single specimen of *H. grandella* was found. However, there were several insects belonging Hemiptera, Hymenoptera and Coleoptera here the majority in the Bostrichidae family, very important in forestry. Sampling was also carried out for damage and found that the spatial distribution of the pest is by conglomerates, which did not coincide with the location of the traps. Further studies are suggests for wavelengths below 400 nm, in different trap designs.

KEY WORDS: Spanish cedar, *Hypsipyla grandella*, wavelength, traps.

¹ Thesis autor, ² Thesis director

I. INTRODUCCIÓN

Existen un gran número de especies de la familia Meliaceae que tienen valor potencial como productoras de madera, los géneros más aprovechados en los neotrópicos son *Cedrela* y *Swietenia*, los cuales han sido el pilar del desarrollo de la industria forestal de Latinoamérica. Cubren el territorio neotropical desde México hasta Brasil y Argentina, pasando por Centro América e islas de El Caribe, sus individuos adultos se presentan en baja proporción en las poblaciones forestales y también con baja regeneración natural, lo que aumenta su condición de especies raras (FAO, 1997).

El cedro rojo (*Cedrela odorata*) y la caoba (*Swietenia macrophylla*), comúnmente llamadas maderas preciosas, son especies que por sus propiedades y características estéticas son de alta estimación y tienen un alto valor comercial. En nuestro país, estas dos especies representan sólo 0.5% de volumen y 1.5% del valor de la madera producida en México (Pérez & Esquivel, 2008). Además, el cedro rojo, entre otras especies maderables, es utilizado en plantaciones comerciales o bien para reforestar bosques de manera natural.

En el Plan Estratégico Forestal para México 2025, las principales funciones del establecimiento forestal es reducir la presión sobre los bosques naturales, el abastecimiento de la industria forestal con los productos maderables y convertir áreas degradadas en bosques productivos, contribuyendo así al mejoramiento del ambiente en general. La superficie nacional cubierta con plantaciones

forestales es de poco más de 117 mil hectáreas, de las cuales más del 85 % son de especies maderables, entre los que se encuentra el cedro rojo. El estado de Veracruz cuenta con casi 23 mil hectáreas de plantaciones forestales comerciales (CONAFOR-CP, 2011).

Según la base de datos estadísticos del Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN), en nuestro país se produjeron cerca de 29 mil m³ rollo de maderas preciosas para 2010. En el estado de Veracruz la producción forestal maderable en este mismo grupo de especies fue de casi 8 mil m³ rollo para el mismo año, lo que se traduce en aproximadamente 20 millones de pesos, considerando un precio promedio de \$ 2,500 por m³ (CONAFOR, 2011), solamente precedido por el estado de Quintana Roo, con aproximadamente 8,500 m³ rollo.

Por otra parte, en México se tienen registradas más de 200 especies de insectos y patógenos que provocan daños en los ecosistemas forestales. Estas afectaciones llegan a ser cuantiosas en términos económicos debido a la pérdida directa de productos forestales, así como en términos ambientales, por la pérdida de cobertura arbórea y el consecuente impacto a los distintos hábitat (CONAFOR, 2007). El estado inmaduro de *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) ataca el meristemo apical del Cedro rojo y de la Caoba, causando la formación de brotes laterales, y la deformación del tronco, por esta razón *H. grandella* es considerada un factor limitante para el éxito en el establecimiento

de plantaciones de estas dos especies en México y otros países en los Neotrópicos (Pérez & Esquivel, 2008).

II. JUSTIFICACION

El barrenador de las meliáceas, *Hypsipyla grandella* Zeller (Lepidóptera: Pyralidae) es una de las plagas forestales más severas conocidas en el trópico (Briceño, 1997). Se han investigado diversas opciones para el manejo integrado (MIP) de esta plaga, pero los resultados aún son poco factibles en términos operativos y económicos. Por tanto, es necesario buscar otros enfoques para su manejo (Pinto, 2003). Cornelius y Hilje (2001), consideran que este insecto es quizás la principal plaga forestal en América Latina y el Caribe debido a que tiene un bajo umbral de tolerancia, pues con apenas una larva por árbol el daño resulta severo; pero además también una alta especificidad sobre miembros de la subfamilia Swietenioideae de las Meliaceae (13 especies neotropicales), entre las que figuran especies de alto valor económico, además de una amplia distribución geográfica.

En el entendido de que se debe establecer un manejo integral de ésta plaga, en el presente trabajo se propone utilizar la energía luminosa como atrayente. La región del espectro electromagnético atrayente a los insectos se encuentra en las longitudes de onda de 300 a 700 nanómetros (nm), que corresponde a la luz natural y a las radiaciones ultra-violeta o "luz negra", siendo esta última la más atrayente para la mayoría de los insectos; muchos de ellos, incluyendo el orden

Lepidóptera, poseen en sus ojos un set de fotoreceptores de diferente sensibilidad al espectro visual; mayormente hacia los colores UV (ultravioleta), azul y verde (Briscoe & Chittka, 2001).

En un estudio realizado por Gilbert & Anderson (1996), se muestra que la región espectral visual más eficiente en *Ephestia cautella* (Lepidóptera: Pyralidae) se encuentra entre el amarillo-verde que es alrededor de 546 (nm) y la ultravioleta (UV), de alrededor de los 400 nm; a esta familia también pertenece el género *Hypsipyla*, lo cual sugiere que el espectro visual pudiera ser similar. Además en el mencionado estudio hace referencia que la sensibilidad de los fotoreceptores a la luz ultravioleta en los insectos ha jugado un rol importante en su sistema de navegación. En las regiones dorsal y ventral del ojo compuesto se encuentran principalmente los fotoreceptores de luz ultravioleta en el insecto; lo que sugiere que la región dorsal es de importancia para la navegación y la región ventral en la orientación para la búsqueda de alimento.

III. OBJETIVOS

Determinar la longitud de onda (color de luz), como componente de un diseño de trampa de elaboración manual, que atrae de manera más efectiva a los adultos de la palomilla *Hypsipyla grandella*.

Generar información para el desarrollo de una estrategia integral que permita el manejo eficaz de *Hypsipyla grandella* en regiones productoras de maderas preciosas en México.

IV. HIPOTESIS

El prototipo de trampa elaborada que incluye la longitud de onda de entre 380 y 450 nm (que percibimos como luz violeta) tiene una alta capacidad de captura de adultos de *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera:Pyralidae) al ser atraídas visualmente.

V. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1 Cedro rojo (*Cedrela odorata* L.)

5.1.1 Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Fanerógama / Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Sapindales

Familia: Meliaceae

Género: Cedrela

Especie: C. odorata

Nombre binomial: **Cedrela odorata** (Linneo, 1753)

5.1.2 Descripción

El cedro rojo (Figura 1) es un árbol caducifolio, de 20 a 35 m (hasta 45 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 1.7 m, aunque se han encontrado individuos de más 60 m de altura. Su copa es grande, redondeada, robusta y extendida o bien, achatada. Tiene hojas alternas, paripinnadas o imparipinnadas, de 15 a 50 cm, incluyendo el pecíolo, compuestas por 10 a 22 folíolos opuestos o alternos, lanceolados u oblongos. El tronco es recto, robusto, formando a veces pequeños contrafuertes poco prominentes (1 m de alto). Ramas ascendentes o arqueadas y gruesas. La corteza es ampliamente fisurada con las costillas escamosas, pardo grisácea a moreno rojiza. Interna rosada cambiando a pardo amarillenta, fibrosa y amarga. La flor es en

panículas terminales largas y sueltas, de 15 a 30 cm de largo; muchas flores angostas aparentemente tubulares pero con 5 pétalos, suavemente perfumadas, actinomorfas; cáliz en forma de copa, corola crema verdosa. Los frutos se encuentran en infrutescencias hasta de 30 cm de largo, péndulas. Cápsulas leñosas dehiscentes (parecidas a nueces), de 2.5 a 5 cm de largo, 4 a 5 valvadas, elipsoides a oblongas, pardo verdosas a morenas, con un fuerte olor a ajo y produciendo un exudado blanquecino y acuoso cuando están inmaduras. El fruto contiene alrededor de 20 a 40 semillas y permanece adherido al árbol por algún tiempo. Por último, las semillas son aladas de 2 a 3 cm de largo, incluyendo el ala, morenas, adheridas al eje (Figura 2); es una especie monoica (CONAFOR, 2012).



Figura 1. Árbol de Cedro rojo (*Cedrela odorata*) de un año de edad.



Figura 2. (a) Semillas y (b) fruto de cedro rojo .

5.1.3 Origen y distribución

Es originaria de América tropical. Se extiende desde México (latitud 26° N) hasta el norte de Argentina (latitud 28° S). Se encuentra también en las Islas del Caribe. No se encuentra en Chile; y ha sido introducida al Viejo Mundo. En nuestro país se encuentra en la vertiente del Golfo, desde el sur de Tamaulipas y sureste de San Luis Potosí hasta la península de Yucatán y en la vertiente del Pacífico, desde Sinaloa hasta Guerrero y en la Depresión Central y la costa de Chiapas a una altitud de 0 a 1,700 msnm (CONAFOR, 2012).

5.1.4 Importancia del cedro rojo como producto forestal

Las plantaciones forestales comerciales en México han adquirido gran importancia en los últimos años, las cuales están orientadas a obtener celulosa para papel y productos forestales maderables. La competitividad de la madera proveniente de plantaciones es relativamente mejor que la del bosque natural,

ya que se tiene acceso y condiciones de extracción más fáciles, existe homogeneidad en el producto, además del creciente mercado nacional e internacional para los productos maderables (Ramírez, *et al*, 2008).

Después de la caoba, el cedro es la especie maderable más importante en la industria forestal de México. Su madera es de características excelentes, es usada para obtener madera aserrada, chapa para madera terciada, así como para fabricar artículos torneados para diferentes usos, para cajas y envolturas de puros y para hacer esculturas. Por su bello jaspeado se utiliza para la fabricación de chapas y madera terciada con fines de exportación (Pennington y Sarukhan, 1968).

5.2 Barrenador de brotes y yemas (*Hypsipyra grandella* Zeller)

5.2.1 Clasificación taxonómica

Actualmente se conocen 15 especies del género *Hypsipyra*, aunque once especies han sido mayormente estudiadas, cuatro del Nuevo Mundo y siete del Viejo Mundo. Dentro de las especies pertenecientes al Nuevo Mundo se encuentran aquellas catalogadas como principales, que son *Hypsipyra grandella* e *Hypsipyra ferrealis*, las cuales se alimentan de la familia Meliaceae. La taxonomía de las especies del Viejo Mundo de *Hypsipyra* es poco conocida, entre ellas se encuentra *Hypsipyra robusta* (Horak, 1996). Y de la misma manera lo confirma Griffiths (1996), quien menciona que las dos especies más importantes del género *Hypsipyra* que barrenan brotes y yemas son *H.*

grandella, la cual se encuentra en América e *H. robusta* que pertenece a África y a la región de Asia/Pacífico.

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Pyralidae

Subfamilia: Phycitinae

Género: Hypsipyla

Especie: H. grandella

Nombre binomial: **Hypsipyla grandella** (Zeller, 1848)

5.2.2 Importancia y daños

Es la plaga principal de las meliáceas americanas que se consideran maderas preciosas, incluso el barrenador ha hecho fracasar gran parte de las plantaciones hechas con estas especies (Cibrián, *et al.*, 1995); el daño provocado por la alimentación de la larva repercute en el vigor del árbol y causa una bifurcación de su tronco (Figura 3), lo cual reduce el valor de la madera (Mayhew & Newton, 1998).

La barrenación de brotes constituye el principal daño que causa este insecto. En infestaciones severas hay una considerable reducción del crecimiento y una

severa deformación del fuste (Figura 3). En los árboles jóvenes la infestación se inicia cuando los individuos tienen menos de un año de edad; la intensidad de la infestación va creciendo y a los dos años se puede presentar el ataque máximo (Méndez, *et al.*, 2008). Las semillas también son atacadas, las larvas penetran el fruto, devoran la mayor parte de su contenido y dejan su interior lleno de excrementos y parte de aserrín, unidos con hilos de seda (Hochmut y Milán, 1984), el adulto sale del fruto por un agujero ya construido por la larva, permaneciendo largo tiempo sobre él antes de ser capaz de volar (Rodríguez, 1990). La tasa de crecimiento del árbol es muy lenta y, en ataques continuos, puede causar la muerte del árbol. Los daños son más fuertes en áreas con mucha luz, por lo tanto, los mayores efectos se observan en árboles jóvenes recién plantados; especialmente en plantaciones con una sola especie (FAO, 2009).



Figura 3. Árbol de Cedro rojo (*Cedrela odorata*) dañado por *Hypsipyla grandella*; se puede observar la bifurcación.

5.2.3 Distribución

La distribución del también llamado taladrador de las meliáceas *Hypsipyla grandella* probablemente coincide con la de sus hospederos principales, es decir, las caobas y los cedros (Howard y Mérida, 2004), la cual se considera en la región de los Neotrópicos, principalmente. Se encuentra distribuida en el sureste de Estados Unidos, que es el estado de Florida, México, América Central, El Caribe y Sudamérica (excepto Chile).

En nuestro país se encuentra distribuida en los estados de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Cibrián, *et al.*, 1995).

5.2.4 Hospedantes

La mayoría de las especies son nativas de los trópicos de las Américas, pero especies exóticas como *Khaya* spp. pueden ser atacadas cuando se crecen en América (Howard y Merida, 2004). En nuestro país ataca principalmente a *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*, *S. humilis*, *Carapa guianensis*, *Guarea tonduzzi* y *Trichilia* spp (Cibrián, *et al.*, 1995).

5.2.5 Características

5.2.5.1 Huevecillo

Es de forma hemisférica aplanada en su base, la superficie presenta pequeñas proyecciones cónicas, en la parte superior y casi en el centro se encuentra una pequeña cavidad. Recién puesto es de color blanco cremoso, posteriormente va

cambiando a un tono grisáceo o rojizo, sobre todo cuando la larva está a punto de emerger (Cibrián, et al., 1995). Mide aproximadamente 0.7 mm de largo, el ancho varía entre 0.5 y 0.6 mm (Hochmut y Milán, 1984) (Figura 4).

5.2.5.2 Larva

Es de tipo eruciforme, con cabeza bien desarrollada color café, pasa de 5 a 6 instares (Cibrián, et al., 1995), los segmentos del cuerpo tienen cuatro puntos oscuros en la parte dorsal, dispuestos en forma trapezoidal, (Hochmut y Milán, 1984). El cuerpo de la larva de los instares jóvenes es de un color café pálido a blanco y miden entre 2 y 2.5 mm, mientras que las larvas del último instar miden entre 21 y 27 mm de largo y su color anterior se torna a azul (Howard y Mérida, 2004) (Figura 4).

5.2.5.3 Pupa

Es de tipo obtecta con una longitud de entre 13 y 19 mm color café oscuro (Cibrián, et al., 1995). Se envuelve en un capullo de seda blanca que oculta totalmente a la pupa (Hochmut Milán, 1984) (Figura 4). La transformación a pupa se efectúa dentro del propio brote dañado, aunque la larva también puede salir y buscar un brote nuevo donde pupar o puede bajar al suelo (Rodríguez, 1990).

5.2.5.4 Adulto

El tamaño de los adultos varía de 20 hasta 40 mm en expansión alar; la longitud promedio de las hembras es ligeramente mayor a la de los machos, éstos se diferencian por tener las antenas ciliadas. La cabeza y el tórax están cubiertos por escamas grises, las alas anteriores son grisáceas con un brillo violáceo, teniendo en el centro una mancha blanquecina (Figura 5). Las alas posteriores son de color gris claro y ligeramente transparentes (Cibrián, et al., 1995).

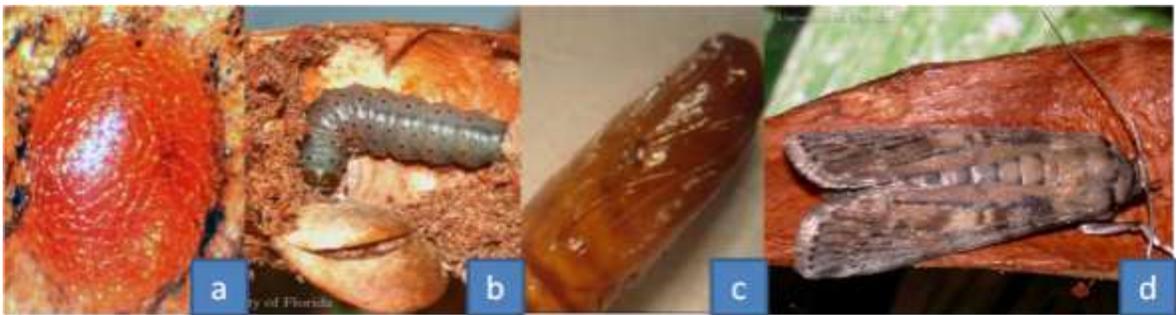


Figura 4. (a) Huevo, (b) larva, (c) pupa y (d) adulto de *Hypsipyla grandella*.¹



Figura 5. Barrenador de las meliáceas, *Hypsipyla grandella* (Zeller).²

¹ Doug Caldwell, Collier County Cooperative Extension Service, University of Florida.

² Colección de insectos de importancia forestal, División de Ciencias Forestales, UACH.

5.2.6 Aspectos bioecológicos

5.2.6.1 Hábitos

Las hembras se aparean sólo una vez, produciendo entre 200 y 450 huevos. El huevecillo y los primeros ínstaes tiene una alto índice de mortalidad; sin embargo, incluso en niveles bajos de población su alimentación pueden influir considerablemente en la deformación del árbol (Griffiths, 1996).

Después de la emergencia, la larva joven penetra los brotes o frutos. En el caso de los brotes inicia un túnel por la parte central del mismo, que se va ensanchando conforme se desarrolla la larva, quien con frecuencia expulsa excremento por el orificio de entrada y sale del túnel para acomodar dichos materiales y mezclarlos con seda para taponar su galería (Figura 6). También muda en el exterior (Méndez, et al., 2008).

La mayor incidencia de ataque de este insecto corresponde a la época de lluvias, que es entre mayo y septiembre, ya que al iniciar este período se inicia también una activa brotación de yemas nuevas, lo que representa la fácil oviposición para la palomilla y se propician las condiciones para un óptimo crecimiento de las larvas (Arreola y Patiño, 1987).

Las larvas que se alimentan de los brotes se transforman en crisálidas dentro del túnel del tallo o en el suelo cerca de la base del árbol. El comportamiento de las larvas y los sitios de oviposición y pupas que se alimentan de frutas, flores y

corteza son menos conocidos, y varían de acuerdo con la especie hospedera y la parte de la planta de la que se alimentan (Griffiths, 1996).

Una generación por lo general tarda de 1 a 2 meses, que se extiende a 5 meses si las larvas entran en diapausa. La diapausa larval se ha detectado en zonas de bajas temperaturas o cuando existe escasez de precipitaciones.



Figura 6. Daño por *H. grandella*. Se puede observar la barrenación de la larva y su excremento y savia expulsados al exterior.

5.2.6.2 Ciclo de vida

En el sureste de México, durante la estación seca (enero-mayo) el ciclo de vida puede durar hasta 60 días, en cambio durante la temporada de lluvias (junio-diciembre) se puede completar en 26 a 33 días. Un ciclo completo en dicha temporada de lluvias sería como sigue: huevo, de 2 a 5 días, larva de 12 a a14 días, pupa de 10 a 12 días y el adulto de 6 a 8 días (Cibrián, et al., 1995), aunque según Holsten (1976) la duración exacta del estado adulto hembra en

cautiverio es de 7.88 días y del adulto macho es de 6.25 días. Se presume que hay cuando menos 7 generaciones por año. En estado de larva pasa de 5 a 6 instares. También se han realizado estudios del ciclo de vida de éste insecto en cautiverio, observándose que la duración promedio del estado pupal fue de ocho días; la emergencia del adulto ocurrió con más frecuencia cerca del anochecer; para secarse y extender las alas tardó once minutos y el apareamiento se inició a las diez horas de la emergencia (Rodríguez, 1990). La proporción sexual en la emergencia de adultos es de 1:1 (Holsten, 1976).

5.2.6.3 Oviposición

Las palomillas responden a señales olfatorias producidas por la emergencia de los nuevos brotes, así como excremento y resina exudada de previos ataques; los autores anteriores mostraron estudios donde se observó que las hembras vírgenes de *H. grandella* son primeras en detectar y aterrizar en un nuevo hospedante, aunque las palomillas en estado de gravidez tienen un umbral de recepción de señales olfatorias del hospedante más alto; por lo que tienden a realizar vuelos cortos entre árboles durante la estación húmeda. Debido a que *C. odorata* pierde el follaje durante la estación seca, los huevecillos se pueden encontrar sobre los tallos defoliados, esto indica que las hembras pueden recibir estímulos olfatorios del tronco del hospedante o de resinas exudada de ataques anteriores (Holsten & Gara, 1976). Solo depositan en promedio cuatro huevecillos por árbol, por el contrario en la estación seca se pueden observar muchos huevecillos en tallos individuales de árboles

defoliados. Los insectos prefieren infestar estructuras no reproductoras en arboles jóvenes y estructuras reproductoras en arboles grandes (Cibrián, et al., 1995). Otro sitio de oviposición también preferido por la hembra es debajo o al lado de las yemas axilares, donde se pueden ver hasta dos huevecillos (Figura 7) (M.C. Vicente Sánchez, comunicación personal)³.



Figura 7. Huevecillos de *H. grandella*.

5.2.6.4 Vuelo

El adulto de *H. grandella* elige el hospedero durante la noche, especialmente entre las 00:00 hr y las 5:00 am, aunque el punto máximo de actividad se encuentra entre las 02:00 y las 03:00 hr (Holsten, 1976), cuando el rango de temperaturas se encuentra entre 15-24 °C, aparentemente durante el día se encuentran en los troncos de los árboles grandes o entre la vegetación herbácea más baja (Holsten & Gara, 1976), o bien permanece escondido en la cobertura de pasto y hierba asociada a las plantaciones con meliáceas durante las horas de luz del día (Holsten & Gara, 1974).

³ Sánchez M. V., 2012. Investigador. INIFAP El Palmar, Tezonapa, Veracruz.

Según estudios realizados por Holsten & Gara, (1976), las hembras son las primeras en arribar atraídas por los nuevos brotes y los machos acuden después de ellas; esto se puede atribuir a la producción de feromona sexual por parte de la hembra aparentemente la lluvia superior a los 11 mm inhibe el vuelo.

De acuerdo al estudio realizado también por Holsten & Gara (1974), donde se observó el vuelo de varios adultos, se deduce que la mayoría de éstos prefieren reposar en las copas de los arboles durante las horas de luz, a una altura en promedio de 10 m, solo unos pocos prefieren permanecer en la hojarasca.

5.2.7 Estrategias de manejo

El barrenador de las meliáceas *Hypsipyla grandella* ha sido una de las plagas forestales tropicales más difíciles de combatir. Se han realizado trabajos que contemplan su control biológico, el uso de insecticidas; el uso de métodos silviculturales y numerosas otras alternativas para su manejo, sin embargo, hasta la fecha continúa siendo el principal obstáculo para el establecimiento de plantaciones comerciales con especies de meliáceas.

5.2.7.1 Manejo silvicultural

Según Briceño (1997), un buen manejo de la plaga en cuestión comienza con la selección de la semilla a utilizar, es decir, se debe optar por la semilla de

árboles de cedro y caoba de fuste recto y buena copa; esta selección nos permite inferir que el árbol padre escogido tuvo una cierta resistencia al ataque del barrenador durante su estado joven. Así mismo la semilla debe estar libre de plagas y sin daño físico, así la planta producida en los viveros será alta calidad, lo que sugiere que sobrevivirán y se desarrollarán bien en los sitios de plantación. Rodríguez (1990), menciona que existe la recomendación de fumigar la semilla almacenada con bisulfuro de carbono.

Ya en campo debe existir una atención periódica del árbol. El suelo debe tener un buen drenaje, se deben podar las ramas más viejas y cubrir de las heridas con un cicatrizante, eliminación de malezas alrededor del árbol, además de contar con un programa de fertilización adecuado (Briceño, 1997). También se recomienda mezclar especies para promover los enemigos naturales, hacer las plantaciones en terrenos fértiles y bien drenados; todo esto con el fin de promover un rápido crecimiento del árbol (CONAFOR, 2007).

Una forma de manejo también son las podas. Se recomienda un corte de 20 cm de distancia del punto donde se encuentra el daño (grumo de excrementos, seda y savia) en dirección a la rama principal o tronco, se deberá realizar el corte con una sierra y cubrir la herida con pintura; se sugiere realizar estas acciones de poda una a principios y otra a la mitad de la temporada de lluvias (CONAFOR, 2007).

5.2.7.2 Manejo Biológico

En 1995 se realizaron los primeros ensayos en campo con el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* contra *Hypsipyla* en el Campo Experimental El Palmar. Posteriormente se realizaron evaluaciones con la bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis* la cual ha demostrado eficacia en el control de larvas de lepidópteros. En el trabajo realizado por Sánchez y Velázquez (1998), en el cual se trabajó también con los entomopatógenos anteriores, se sugiere realizar aplicaciones mensuales de *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis* durante el periodo de lluvias, aún cuando no se haya observado incidencia de la plaga. Además de los entomopatógenos mencionados anteriormente, también se utiliza *Metarrhizium anisopliae*, todos en calidad de biocidas comerciales, desafortunadamente estos productos tienen el inconveniente de su poca permanencia en el ambiente al no existir condiciones favorables para su desarrollo (Briceño, 1997).

Hasta ahora se han identificado al menos 11 especies de parasitoides de huevecillos, incluyendo avispidas (familias Braconidae, Ichneumonidae y Trichogrammatidae); un ejemplo es el braconido *Bracon chontalensis* y moscas (Tachinidae), así como de depredadores (avispas grandes, chinches, arañas, etc.) (Cornelius y Hilje, 2001). El género *Trichogramma* spp. se considera el más importante y factible de liberar en las plantaciones de meliáceas, aunque de igual manera su éxito dependerá de las condiciones ambientales. Para ambos casos (entomopatógenos y parasitoides) se recomienda ser aplicados

y/o liberados respectivamente en horas de la tarde, ya que el calor puede afectar su eficacia (Briceño, 1997).

En Costa Rica se llevó a cabo un estudio acerca de la asociación parasítica entre el nematodo *Hexamermis albicans* (Nematoda: Mermithidae) y el barrenador *Hypsipyla grandella*, donde se encontró un parasitismo en larvas de hasta 25 % por parte del nematodo en cedro rojo y caoba (Nickle & Grijpma, 1974).

5.2.7.3 Manejo Orgánico

Respecto a la utilización de productos orgánicos como el Neem (*Azadirachta indica*, Meliaceae) Maldonado y Uc (2010), realizaron un estudio donde se probaron productos químicos, biológicos y neem en el control de *Hypsipyla grandella* en el estado de Yucatán. Los resultados de dicho experimento mostraron que éste último tiene igual o mayor eficacia que los tratamientos químicos o biológicos utilizados en el estudio. Al igual que los productos biológicos, los productos orgánicos tienen la ventaja de ser inocuos para el ambiente y ser seguros para las personas al momento de ser aplicados.

Otro producto orgánico que se ha estudiado para este fin, es la ruda (*Ruta hallepensis*) la cual contiene en su follaje alcaloides, cumarinas, triterpenos, flavonoides, taninos, saponinas, y esteroides; de ellos, los tres primeros tipos de

compuestos tienen una mayor actividad fagodisuasiva para *Hypsipyla grandella* (Barboza, et al., 2010).

5.2.7.4 Manejo etológico

Este tipo de manejo se refiere a los efectos de factores que alteran el comportamiento de *H. grandella*, incluyendo sustancias atrayentes, así como repelentes y disuasivas (Cornelius y Hilje, 2001). El comportamiento de vuelo en busca de su hospedante, el cual ocurre en horas de la noche, debido a que este insecto es de actividad nocturna, es la pauta para la utilización de trampas para el adulto (Pinto, 2003). Las trampas son dispositivos que atraen a los insectos para capturarlos o destruirlos. Comúnmente se utilizan para detectar la presencia de los insectos o para determinar su ocurrencia estacional y su abundancia, con el objetivo de orientar otras formas de control. Ocasionalmente, las trampas pueden utilizarse como método directo de destrucción de insectos.

Un estudio realizado por Holsten & Gara (1973), muestra que trampas cebadas con feromonas sexuales de la hembra funcionan como atrayentes, sin embargo, se pierde la eficacia rápidamente; por lo tanto se buscan propuestas para prolongar la efectividad, y una de ellas podrían ser las sustancias volátiles del cedro rojo. Todo lo anterior podría coadyuvar en el diseño de una trampa integral.

Sambaraju & Phillips (2008), realizaron un estudio en *Plodia interpunctella*, miembro también de la familia Pyralidae, en el cual mencionan que no existe un incremento en la capacidad de captura de una trampa que incluye luz ultravioleta, feromona sexual y alimento. Sin embargo, es necesario llevar a cabo una investigación exhaustiva acerca del comportamiento de *Hypsipyla grandella*, lo anterior para poder fabricar y utilizar una trampa que integre luz, feromona sexual y aceites esenciales de los hospederos, o bien combinaciones diferentes de éstos que sea eficaz.

5.2.7.5 Manejo Químico

Wylie (2001) (citado por Floyd, et al., 2003), hizo una revisión de la literatura sobre el control químico de *Hypsipyla* spp., sumalizando que después de más de ocho décadas de la investigación en 23 países tropicales todavía no existía ningún método de control químico confiable, económico, y ambientalmente sano para prevenir daño económico por estos insectos. Él sugirió que el control químico de estas plagas pudiera ser aplicable a las situaciones de viveros como parte de un manejo integrado.

El uso de insecticidas para el combate de *H. grandella* ha tenido poca aceptación, tanto por su alto costo como por factores operativos, entre los que destacan la rápida penetración de la larva en el brote tras emerger del huevo, el lavado causado por las lluvias, y los métodos de aplicación per se. (Cornelius y Hilje, 2001).

En México, la Comisión Nacional Forestal presenta un Manual de Sanidad Forestal donde se menciona que para el manejo de *Hypsipyla* puede utilizarse un insecticida sistémico como Carbofuran 5%, el cual se puede aplicar directo al suelo en la zona de goteo del árbol y a una dosis de 45 a 50 kg.ha⁻¹ (CONAFOR 2007) y según Briceño (1997), éste método de control puede hacerse en la época de sequía y al inicio de las lluvias para facilitar su penetración en el suelo, ya que se coloca por partes en agujeros alrededor del árbol. En dicho Manual también son recomendados el Malation, Deltametrina, Dimetoato y Carbaryl.

5.2.7.6 Manejo genético

Se ha evidenciado que algunas especies de *Swietenia* y *Cedrela* son menos susceptibles al ataque del barrenador de las meliáceas *H. grandella*; también se ha señalado que *C. odorata* es preferida por el barrenador que las especies de *Swietenia*.

Con el fin de contribuir a un buen manejo de *H. grandella* se sugiere una estrategia donde se realice una selección de genotipos menos susceptibles y su posterior propagación vegetativa y el empleo de materiales más resistentes dentro de sistemas silviculturales adecuados que optimicen el control de plagas. En ese mismo sentido, se han realizado colectas de procedencias/progenies de *S. macrophylla* y *C. odorata*, principalmente de poblaciones naturales existentes en la Península de Yucatán y se han establecido ensayos en los Campos

Experimentales del INIFAP en la misma región. Durante 1995 se iniciaron otros trabajos similares, en los que se incluye un muestreo de poblaciones de *S. macrophylla* y *C. odorata* en el sur y sureste de México. El objetivo está orientado a cuantificar la diversidad genética y relacionarla con las características de la población, a través de ensayos genéticos y posteriormente con métodos moleculares (FAO, 1997).

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Tratamientos

Con base en la evidencia científica disponible y del patrón de comportamiento visual de los insectos se utilizaron tres tratamientos con diferentes longitudes de onda (tipos de luz): roja de 620 a 750 nm, azul de 450 a 495 nm y violeta de 380-450 nm; para fines de esta investigación la luz roja es considerada como testigo (Cuadro 1).

6.2 Localización del experimento

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental El Palmar, ubicado en el municipio de Tezonapa, Veracruz, en una plantación de Cedro rojo establecida como parte de las investigaciones acerca de clones de cedro. Dicha plantación tiene árboles jóvenes de un año y tres meses de edad. La localización geográfica es 18° 31' 1.3" de Latitud y 96°

45' 40.9" de Longitud. Se tiene una altitud de 137 msnm, una temperatura media anual de 24.4° C, y una precipitación media anual de 2,885 mm (INIFAP, 2012) (Figura 8).

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en las trampas para la captura de *Hypsipyla grandella* en cedro rojo, en Tezonapa, Veracruz.

Tratamientos	Longitud de onda (λ) (nm)	Color de luz
1	620-750	Rojo
2	450-495	Azul
3	380-450	Violeta

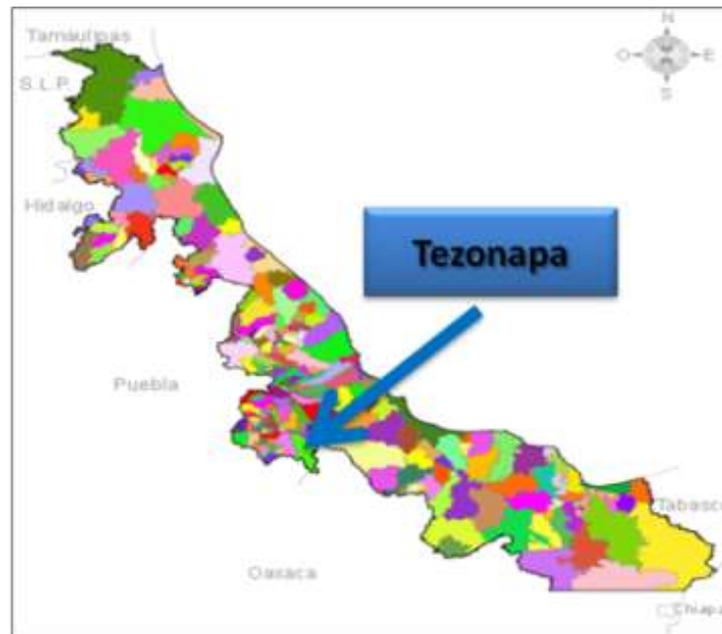


Figura 8. Localización geográfica del municipio de Tezonapa, Veracruz, donde se encuentra El Palmar, lugar del experimento.

6.3 Elaboración de trampas

El prototipo de trampa utilizado fue fabricado manualmente, éste se constituyó de tres partes: a) la unidad de energía, abastecida por baterías AA, b) el circuito electrónico que contiene la unidad temporizadora, la cual tuvo la función de ejecutar el tiempo de encendido y apagado, además de mantener la luz intermitente, y c) la unidad emisora de luz, la cual está compuesta por cuatro LEDs (Light-Emitting Diode) comerciales de 5 mm de los diferentes colores que se utilizaron en el experimento (Figura 9).

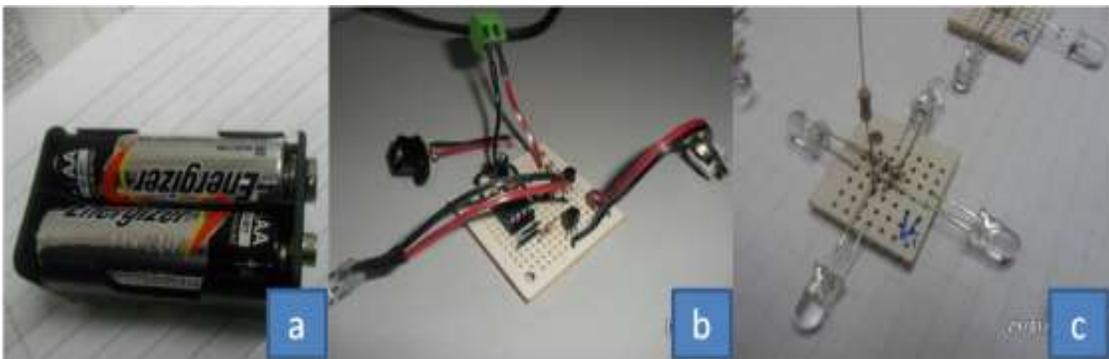


Figura 9. Componentes de la trampa; (a) unidad de energía (baterías AA), (b) unidad temporizadora (componentes electrónicos) y (c) unidad emisora de luz (LEDs).

La fabricación de los circuitos se llevó a cabo en las instalaciones del Departamento de Parasitología Agrícola, de la Universidad Autónoma Chapingo (Figura 10); con el material y herramienta necesarios (Anexo 1). Se elaboraron nueve unidades correspondientes a los tres tratamientos. Una vez construidos los circuitos electrónicos se colocaron en el interior de pequeños recipientes de plástico para ser protegidos (Figura 11 a), además se utilizaron envases vacíos

de agua de un tamaño de 6 L, los cuales tuvieron la función del cuerpo de la trampa. En el fondo del recipiente, al ser expuestas en campo, se colocó una pequeña cantidad de metomilo mezclado con aserrín o viruta, para matar y contener los insectos dentro de la trampa una vez que hayan sido capturados (Figura 11 b).



Figura 10. Elaboración de los dispositivos electrónicos.

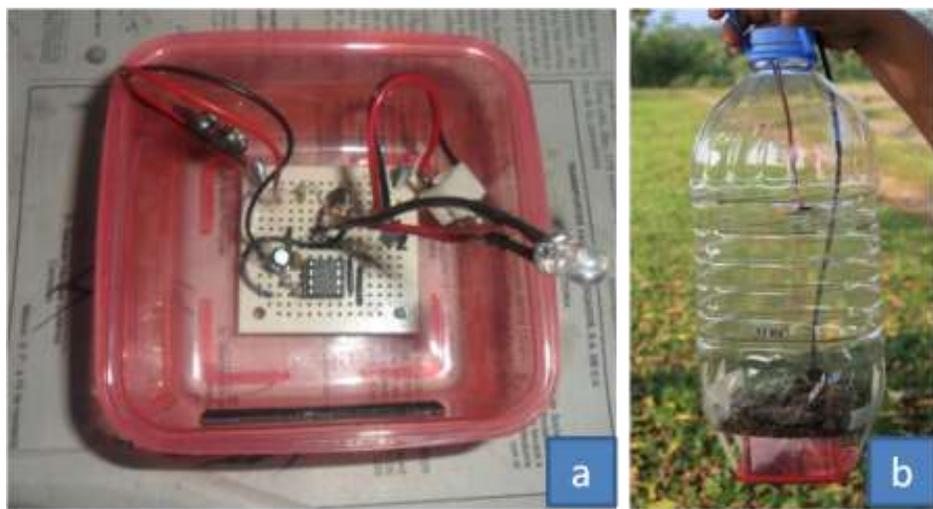


Figura 11. Dispositivo electrónico dentro del recipiente de plástico (a), modelo terminado de la trampa (b).

6.4. Prueba piloto de las trampas con baterías

Concluido el diseño, las trampas fueron llevadas al campo el 31 de enero de 2012, para ser evaluadas por primera ocasión en el sitio experimental. Por cuestiones de operatividad las trampas se colocaron adyacentes a la plantación de cedro rojo (Figura 12). Las trampas permanecieron por una semana, durante las noches más oscuras del mes de enero, de acuerdo al calendario lunar, para evitar que la luz de luna tenga efectos en el comportamiento de las palomillas y distraerlas de la luz de las trampas.

Debido a una serie de infortunios que no permitieron el buen funcionamiento de las trampas; lo cual se discute más adelante, se tomó la decisión de retirar los equipos para una posterior modificación.



Figura 12. Trampas colocadas por primera vez cerca de la plantación de cedro.

6.5 Modificación al diseño de las trampas

Debido a los problemas que se presentaron en la primera exposición de las trampas en campo, se procedió a rediseñar los equipos de manera que fueran más tolerantes a las condiciones ambientales y realizar mejoras en la parte de la unidad de energía, como lo fue la adaptación para que funcionaran con energía eléctrica. El material utilizado se encuentra descrito en el Anexo 1.

6.6 Colocación de las trampas modificadas en campo

Una vez que se realizó la adaptación de la fuente de energía de baterías a energía eléctrica en las trampas (Figura 13), el 30 de marzo del 2012, estas fueron colocadas nuevamente en el lugar del experimento. Cabe señalar que el tiempo de exposición de las trampas, en esta etapa, no tiene relevancia; ya que el objetivo fue evaluar la sensibilidad de los insectos a las diferentes longitudes de onda. Por lo tanto, al no tener limitantes en cuanto a la fuente de energía, el tiempo de exposición fue de 40 días.

6.7 Diseño experimental

Los tres tratamientos (trampas) fueron colocadas de manera aleatoria dentro de la plantación, en un diseño experimental completamente al azar; asumiendo que la distribución de los adultos de *H. grandella* era homogénea. cada tratamiento con tres repeticiones.



Figura 13. (a) Trampas colocadas por segunda vez modificadas para funcionar con energía eléctrica y **(b)** ubicación de las repeticiones en la plantación.

6.8 Recolección de muestras

Posteriormente, el día 21 de Abril de 2012 las muestras dentro de cada trampa fueron retiradas del campo y llevadas al laboratorio de Entomología Agrícola del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo para extraer los insectos que fueron atrapados en cada una de ellas y realizar la identificación de los mismos al nivel taxonómico de Orden y en algunos casos, donde se consideran de importancia agrícola o forestal, a Familia (Figura 14); lo anterior basándose en las descripciones de Domínguez (2003).



Figura 14. Procesamiento de las muestras en laboratorio.

6.9 Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANAVA), comparación de medias de Tukey con un $\alpha = 0.05$, además de una análisis de correlación; así como una regresión lineal, cuadrática y cúbica, utilizando el programa SAS System®.

6.10 Evaluación del daño

Para complementar la información generada en el experimento se realizó una evaluación del daño ocasionado por la larva de *H. grandella* en los árboles de cedro rojo de la plantación donde se colocaron las trampas, la cual tiene una superficie aproximada de 6 mil m². Dicha evaluación se llevó a cabo con el objetivo de determinar la presencia del barrenador de brotes *Hypsipyla grandella*, y su distribución en la plantación.

El predio consta de aproximadamente 60 surcos con 50 árboles cada uno; por lo tanto un total de 3 mil árboles, por lo cual el muestreo fue de manera sistemática, tomando una muestra de 30 árboles del total de la plantación, los cuales fueron equidistantes. Cada árbol se dividió en tres partes de abajo hacia arriba, la parte evaluada fue el tercio superior. Se registró el número de barrenaciones observando los agujeros hechos por la larva los cuales son evidentes por la presencia de excremento y seda (Figura 15).



Figura 15. Presencia de excremento y seda en las barrenaciones hechas por la larva de *H. gradella*.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Discusión general sobre las trampas en campo

El primer periodo de exposición de las trampas en campo se redujo a sólo períodos de tiempo indefinidos debido a que se presentaron condiciones de lluvia que obstaculizaron el buen funcionamiento de las trampas. Además, posterior a ser probadas en campo se determinó que la fuente de energía; es decir, el estuche de las cuatro pilas solo contiene una cantidad de 7,600 miliamperes (mA), mientras que un juego de cuatro LEDs violeta, por ejemplo, gastan en promedio una energía de 800 mA por hora, por lo cual en un tiempo de exposición de 10 horas la energía suministrada por las baterías no fue suficiente. Como parte de los circuitos se utilizó una pieza de electrónica llamada fotosensor, el cual tuvo la función de apagar y encender el circuito, al comenzar el día y la noche, respectivamente, ya que como su nombre lo indica es sensible a la luz ultravioleta (luz solar). Debido a que existe un período de oscuridad media antes de caer la noche o al salir el sol, el fotosensor pudo tener problemas para distinguir la cantidad de luz en el ambiente, por lo cual su funcionamiento no fue el correcto y esto pudo ocasionar también un desgaste adicional de la fuente de energía.

Una limitación en el uso de las trampas es que no se conocen agentes atrayentes para muchas plagas importantes. También es una limitación el hecho de actuar solamente contra los adultos y no contra las larvas que son las formas en que muchos insectos causan los daños.

7. 2 Identificación de los insectos capturados en las trampas

Se determinó que alrededor el 98% de los insectos recolectados pertenecen a diferentes Órdenes de la clase Insecta; mientras que poco más del 2% pertenecen a la clase Arachnida (Cuadro 2). Desafortunadamente no se obtuvo ningún ejemplar objetivo que es el barrenador de brotes *Hypsipyla grandella*. Los factores que pudieron influir en la nula presencia de la plaga son el ambiente, el comportamiento del insecto o la baja población existente.

En el Cuadro 2 se muestra el número de ejemplares pertenecientes a los diferentes Órdenes capturados en las trampas; además se puede observar de manera evidente que la mayor cantidad de insectos atraídos es hacia las longitudes de onda más cortas (azul y violeta); en el espectro de luz estas dos longitudes son muy cercanas, mientras que el Tratamiento 1 con sus tres repeticiones (rojo) tiende a ser menos atractivo a los insectos.

De mayor a menor presencia los Ordenes de insectos capturados son: Coleóptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera, Araneae y Orthoptera. De manera gráfica se puede observar en la Figura 16 cómo en los tratamientos azul y violeta se encuentra mayor cantidad de insectos, principalmente de los Ordenes Coleóptera, Hemiptera e Hymenoptera.

Cuadro 2. Número de individuos capturados en las trampas en los diferentes tratamientos.

	Tratamiento 1 (Rojo=620-750 nm)	Tratamiento2 (Azul= 450-495 nm)	Tratamiento 3 (Violeta= 380- 450 nm)	TOTAL
Lepidoptera	2	27	58	87
Coleoptera	17	64	220	301
Hemiptera	12	92	141	245
Hymenoptera	3	19	74	96
Orthoptera	2	4	4	10
Diptera	0	6	15	21
Araneae	6	4	7	17
TOTAL	42	216	519	777

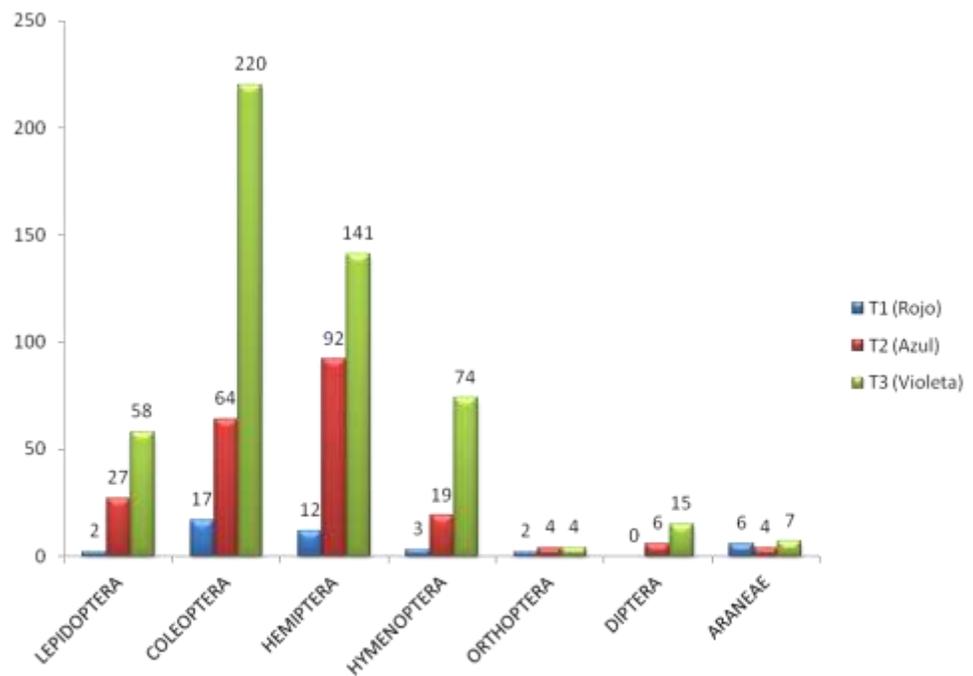


Figura 16. Órdenes de insectos capturados en las trampas.

Del total de los insectos capturados la mayor cantidad se concentra dentro del Orden Coleoptera, en el Cuadro 3 se observa que las trampas con la luz violeta presentan la mayor cantidad de coleópteros, de los cuales los que pertenecen a la familia Bostrichidae (Anexo 2) fueron los más predominantes; estos escarabajos son de importancia forestal, ya que barrenan la madera seca y la reducen a polvo, similar a talco. Su cuerpo es de tamaño pequeño a medio, la cabeza está protegida por el protórax, el cual es como una capucha que la esconde. Las antenas terminan en un mazo de tres segmentos (Cibrián, *et al.*, 1995).

Otra de las familias de mayor presencia dentro del Orden Coleóptera en los insectos capturados es la familia Scarabaeidae, conocidos como mayates de junio o gallinas ciegas; éstos son de cuerpo robusto, oval, elongados y convexos, la clava antenal es de forma lamelada. Son destructivos en el estado de larva principalmente en vivero, ya que éstas se alimentan de las raíces de las plantas.

En la Figura 17 se muestra lo descrito en el Cuadro 3; el tratamiento 3 o luz violeta es más atractivo visualmente a los bostríquidos que a los insectos de la familia Elateridae o Scarabaeidae.

Cuadro 3. Familias pertenecientes al Orden Coleóptera capturados en las trampas.

	Tratamiento 1 (Rojo)	Tratamiento 2 (Azul)	Tratamiento 3 (Violeta)
Bostrichidae	1	17	71
Elateridae	7	12	59
Scarabaeidae (Gen. <i>Phyllophaga</i>)	4	4	35
Otros (Lampyridae, Passalidae, Staphylinidae, etc.)	2	12	27
TOTAL	14	45	192

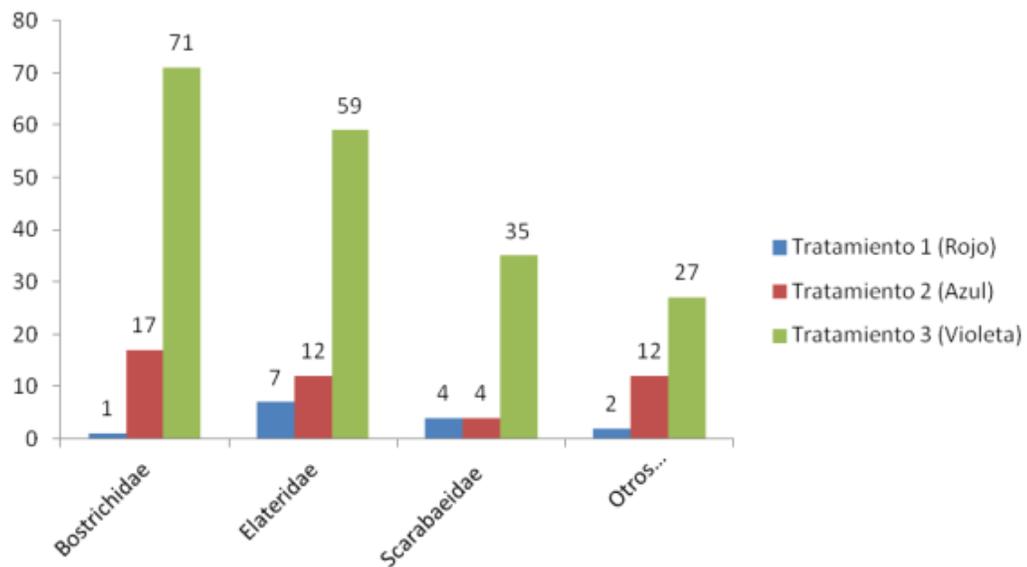


Figura 17. Individuos de las Familias del Orden Coleóptera capturados en las trampas.

7.3. Resultados del análisis estadístico

7.3.1 Análisis de varianza

En el análisis de varianza (ANAVA) se determinó que para los Órdenes Lepidóptera, Coleóptera e Hymenoptera si existen diferencias significativas entre tratamientos ($\alpha < 0.05$), mientras que para los Ordenes Hemiptera, Orthoptera, Diptera y Araneae no existen tales (Cuadro 4).

Cuadro 4. Cuadrados medios de las variables (Ordenes).

FV	GL	^y LEP	COL	HEM	HYM	ORT	DIP	ARA
Tratamientos	2	262.33*	3764.11*	1413.44	462.33**	0.44	19.00	0.77
ERROR	6	13.22	483.33	395.11	7.55	1.33	7.66	7.55
TOTAL	8							
CV (%)		37.61	65.73	73.01	25.76	103.92	118.6	15.52
MEDIA		9.66	33.44	27.22	10.66	1.11	2.33	1.88

*Significativo, **Altamente significativo, ^yLEP: Lepidoptera, COL: Coleoptera, HYM: Hymenoptera, HEM: Hemiptera, ORT: Orthoptera, DIP: Diptera, ARA: Araneae, GL: Grados de libertad, FV: Fuentes de variación, CV: Coeficiente de variación.

7.3.2 Comparación de medias

El Cuadro 5 muestra que para el Orden Lepidóptera si existen diferencias significativas entre los tratamientos; la prueba de comparación de medias de Tukey muestra que el tratamiento con el mayor número de insectos Lepidópteros capturados fue el color violeta. Los mismos resultados fueron obtenidos para el Orden Hymenoptera.

Para los Ordenes Hemiptera, Orthoptera, Díptera y Araneae, los resultados de los tratamientos en la captura son estadísticamente iguales; es decir, no hubo diferencias significativas entre sí; por lo que, puede determinarse que no existe un patrón en la preferencia por alguno de los tres colores utilizados en las trampas.

Respecto al Orden Coleóptera se puede observar que si existen diferencias significativas entre los tratamientos; todos los tipos de luz fueron atractivos para los insectos de éste Orden; sin embargo, se puede observar una tendencia en la preferencia de los insectos de este orden hacia las longitudes de onda corta (color violeta).

Cuadro 5. Comparación de medias de los Órdenes capturados en las trampas.

Tratamientos	Descripción	LEP ^Y	COL	HEM	HYM	ORT	DIP	ARA
1	Rojo (620-750 nm)	0.667b	5.67b	4.00a	1.00b	0.66a	0.00a	1.33 ^a
2	Azul (450-495 nm)	9.000b	21.33ab	30.67a	6.33b	1.33a	2.00a	2.00a
3	Violeta (380-450 nm)	19.33 ^a	73.33a	47.00a	24.66a	1.33a	5.00a	2.33 ^a

^YLEP: Lepidoptera, COL: Coleoptera, HYM: Hymenoptera, HEM: Hemiptera, ORT: Orthoptera, DIP: Diptera, ARA: Araneae, ^ZMisma letra en la columna no existen diferencias significativas.

7.3.3 Coeficientes de correlación de Pearson

En el Cuadro 6 se observa que existe una correlación entre los Órdenes Lepidóptera e Hymenoptera con los Tratamientos. Lo anterior muestra que conforme longitud de onda disminuye en los tratamientos, es decir, si se acerca más al color azul y violeta, el número de insectos de éstos Ordenes también disminuye y viceversa. También se observa que existe una tendencia de los órdenes Coleóptera y Hemíptera a correlacionar con los tratamientos.

Cuadro 6. Coeficientes de correlación de Pearson entre variables evaluadas en las trampas con luz (Ordenes).

	LEP ^Y	COL	HEM	HYM	ORT	DIP	ARA
TRAT	0.0028**	0.041	0.027	0.012**	0.416	0.089	0.998
LEP^Y		0.077	0.100	0.003	0.492	0.132	0.729
COL			0.008	0.007	0.300	0.007	0.830
HYM				0.043	0.160	Z0.0001	0.824
HEM					0.775	0.050	0.968
ORT						0.081	0.695
DIP							0.632
ARA							

**Altamente significativo, ^YLEP: Lepidoptera, COL: Coleoptera, HYM: Hymenoptera, HEM: Hemiptera, ORT: Orthoptera, DIP:Diptera, ARA: Araneae.

7.3.4 Modelos de regresión

De acuerdo a los resultados se tiene que los datos se ajustan al modelo cuadrático: $(Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2)$, donde Y = número de insectos y X la longitud de onda (nm), lo cual comprueba que al aumentar la longitud de onda disminuye el número de insectos capturados o viceversa; es decir, existe una Correlación negativa.

7.4 Resultados de la evaluación del daño en la plantación

Al realizar la evaluación de los daños ocasionados por el barrenador de brotes *H. grandella* en la plantación donde se llevó a cabo el experimento se obtuvieron los datos citados en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Número de barrenaciones por árbol causadas por la larva de *H. grandella* en arboles de cedro rojo, en el Palmar, Tezonapa, Veracruz.

Número de árbol	Número de surco				
	1	2	3	4	5
1	0	2	3	0	0
2	0	0	2	1	5
3	3	3	1	4	2
4	2	1	0	0	0
5	3	0	0	3	2
6	0	2	0	0	0

Al momento de realizar la evaluación de daño se observó secreción y excremento de la larva con una tonalidad café; lo anterior muestra que dicho daño fue hecho al menos una semana antes, mientras que los daños con excremento y seda de tonalidad blanca son hechos recientemente.

De dicha evaluación de daño también se deduce que la mayor presencia de la plaga se encontró en la parte sur de la plantación, y las trampas fueron ubicadas hacia el lado norte (Figura 18).



Figura 18. Imagen satelital de la localización del experimento; se observa el acomodo de las repeticiones respecto del daño.

Cabe señalar, que en muchas de las barrenaciones no se encuentra la larva; se presume que esto podría deberse a que existe un alto índice de parasitismo

por parte del nematodo *Hexameris* y por otros parasitoides, y por consiguiente la larva muere antes de completar su estadío.

En un estudio de muestreo donde se analizaron los resultados de la evaluación se obtuvo que, dado que la capacidad de oviposición de las hembras de la palomilla es en promedio 300 huevecillos y extrapolando el número de barrenaciones por árbol (1.3 en promedio), se concluye que el número posible de hembras en toda la plantación en ese momento fue de 8 a 18. Lo cual es una cantidad relativamente baja; sin embargo, lo anterior es asumiendo que una barrenación es una larva; pero cabe señalar que una misma larva puede causar varios daños (barrenaciones) en un mismo árbol.

De acuerdo a la información arrojada al hacer el análisis de los datos obtenidos en el muestreo; se deduce que los datos no se ajustan a la distribución Poisson; por lo cual la distribución espacial de la plaga no es aleatoria; por el contrario dichos datos se ajustan a una distribución binomial; lo que indica que la plaga se presenta dentro de la plantación en una disposición espacial de contagio o por conglomerados, pero con una tendencia a una distribución regular, lo cual confirma la localización del daño sólo en un área de la superficie de la plantación. La densidad de población del insecto; según la cantidad de daño encontrado se considera ecológicamente baja; aunque desde el punto de vista forestal existe una tolerancia cero, ya que una sola larva es capaz de mermar la calidad comercial de un árbol.

Por otro lado, es importante mencionar que la mayor atención se encuentra centrada en *H. grandella* dado que desde siempre y en muchos lugares es un detractor en la producción de maderas preciosas, y esto puede dejar de lado otras problemas fitosanitarios o biofísicos que también pueden convertirse en factores limitantes (Cornelius y Hilje, 2001), como es el caso de el campo experimental del INIFAP El Palmar, en Veracruz; donde se han observado infestaciones del comúnmente llamado piojo harinoso de las meliáceas, *Mastigimas* spp. (Hemiptera: Psyllidae) (Figura 19), el cual se encuentra en los brotes nuevos alimentándose de savia; las infestaciones severas reducen el crecimiento de los árboles, provocando la deformación de hojas y eventualmente causan la muerte de las puntas, de ramas o del árbol (CONAFOR, 2008).



Figura 19. *Mastigimas* spp. (Psyllidae) en cedro rojo.

VIII. CONCLUSIONES

No se encontró ningún ejemplar del barrenador de brotes *Hypsipyla grandella* en ninguna de las trampas con los tratamientos (diferentes longitudes de onda) durante el tiempo de exposición.

Las longitudes de onda más corta, es decir, los colores azul y violeta presentaron mayor atracción visual a insectos de los órdenes capturados en las trampas de los Coleóptera, Hemiptera, Hymenoptera, principalmente. La longitud de onda más larga, (el color rojo), presenta atracción visual hacia arañas.

La evaluación del daño por *Hypsipyla grandella* en la plantación de cedro rojo donde se realizó el experimento muestra que la población de la plaga es ecológicamente baja; y se encuentra en una parte del predio (disposición espacial de contagio o por conglomerados). Desafortunadamente las trampas fueron expuestas en un área donde hubo muy poca presencia del insecto, debido a que no se realizó un estudio previo de la preferencia de oviposición de las hembras en el lote experimental. Cabe señalar que desde el punto de vista forestal este insecto tiene una tolerancia técnicamente cero.

IX. RECOMENDACIONES GENERALES

Este tipo de trampa puede ser utilizado como apoyo para realizar monitoreos de adultos de *H. grandella* o de la familia Bostrichidae del Orden Coleóptera, con fines de manejo integrado o estudios de dinámica poblacional.

En base a las observaciones realizadas durante el experimento se concluye que la hembra adulta busca que la larva tenga una buena alimentación y nutrición; además una mayor seguridad, por lo cual también tiene una preferencia mayor o igual por ovipositar en los frutos. Debido a esto se sugiere también implementar una estrategia de manejo hacia los mismos.

Se necesitan estudios más profundos acerca de la utilización de trampas con luz para captura de *Hypsipyla grandella* en árboles tropicales como el cedro rojo y la caoba; como complemento en el manejo de esta plaga. Se sugiere la utilización de longitudes de onda menores a 400 nm; de acuerdo al análisis estadístico de los tratamientos, además de probar diferentes diseños de trampas.

X. LITERATURA CITADA

Arreola, V.M.C., Patiño, V.F., 1988. Influencia de factores climáticos en la incidencia de ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller; Lep.: Pyralidae en caoba *Swietenia macrophylla* King y cedro *Cedrela odorata* L. INIFAP. Publicación Especial 59: IV Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal. Durango, Dgo. 301-313.

Barboza, J., Hilje, L., Durón, J., Cartín, V., Calvo, M. 2010. Fagodisuasión de un extracto de ruda (*Ruta chalepensis*, Rutaceae) y sus particiones sobre larvas de *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae). Revista Biológica Tropical. Vol. 58:1-14.

Briceño, V. A. 1997. Aproximación hacia un manejo integrado del barrenador de las meliáceas, *Hypsipyla grandella* (Zeller). Revista forestal venezolana. 41:23-28.

Briscoe, A. D., Chittka, L. 2001. The evolution of color vision in insects. *In*: Annual Review Entomology. 46:471–510.

Cibrián, T. D., Méndez, M. J., Campos, B. R., Yates, H.O., Flores, L. J. 1995. Insectos Forestales de México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. pp. 112-117.

CONAFOR, 2007. Comisión Nacional Forestal. Manual de Sanidad Forestal. www.conafor.gob.mx. pp: 49-53. (Consultado el 01 de Abril de 2011).

CONAFOR, 2008. Comisión Nacional Forestal. Manual identificación y manejo de plagas y enfermedades en viveros forestales. www.conafor.gob.mx. pp: 46-47. (Consultado el 01 de Abril de 2011).

CONAFOR, 2011. Comisión Nacional Forestal. Precios de productos forestales maderables. Reporte del IV trimestre. www.conafor.gob.mx. (Consultado el 01 de Febrero de 2012).

CONAFOR-CP, 2011. Comisión Nacional Forestal y Colegio de Posgraduados. Situación actual y perspectivas de las plantaciones forestales comerciales en México. 445 pág. www.conafor.gob.mx. (Consultado el 20 de Febrero de 2012).

CONAFOR, 2012. Comisión Nacional Forestal. Sistema Nacional de Información Forestal. Fichas técnicas. *Cedrella odorata* L. www.conafor.gob.mx/snif (Consultado el 01 de febrero de 2012).

Cornelius, J., Hilje L. 2001. ¿Es inmanejable *Hypsipyla grandella* como plaga?. Hoja técnica No. 38. Revista Manejo Integrado de Plagas No. 61. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

FAO, 1997. Recursos genéticos de *Swietenia* y *Cedrela* en los neotropicos: propuestas para acciones coordinadas. Dirección de recursos forestales. Departamento de Montes. FAO, Roma (Italia).

FAO, 2009. *Hypsipyla grandella* and *Hypsipyla robusta*. FAO Forestry Paper 156. Pp: 86-88. (Consultado el 01 de Febrero de 2012).

FAO, 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales. Informe principal. Departamento de Montes 163. pp: 70-79

Floyd, R. B., Hauxwell, C., Griffiths, M., Horak, M., Sands, D., Speight, M., Watt, A., Wylie, F. 2003. Taxonomy, ecology, and control of *Hypsipyla* shoot borers of meliaceae. *In*: Lugo, A., Figueroa, J., Alayón (eds.). M. Big-leaf of mahogany: Genetics, ecology and management. 2003. Springer- Verlag. New York. pp. 381-394.

Griffiths, M. W. 1996. The biology and ecology of *Hypsipyla* shoot borers. *In*: Floyd, R. B.;Hauxwell, C. *Hypsipyla* shoot borers in Meliaceae. Proceedings of an International Workshop held at Kandy, Sri Lanka. 20-23 de Agosto de 1996. pp. 74-80.

Gilburt, H. L., Anderson, M. 1996. The spectral of efficiency of the eye of *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of stored products research. 32:3. pp 285-291.

Hochmut, R., Milán, M. D. 1984. Protección contra las plagas forestales en Cuba. Ed. Científico- técnica. La Habana, Cuba. 290 pág.

Holsten, E. H., Gara, R. I. 1976. Attraction and ovipositional response of *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) to host and non-host materials. College of forest resources. University of Washington. pp: 325-327.

Holsten, E. H., Gara, R. I. 1974. Flight of the mahogany shoot borer, *Hypsipyla grandella*. College of forest resources. University of Washington. pp: 319-320.

Holsten H. E. 1976. Life cycle of *Hypsipyla grandella* Zeller. In: J. L. Withmore (ed.). Studies on shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller) Lep. Pyralidae. Vol. III. 1976. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. pp: 112-116.

Holsten, E. H., Gara, R. I. 1973. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller), preliminary observations on female sex attractant and flight behaviour. In: Memorias del Primer Simposio sobre Control Integrado de *Hypsipyla*. Turrialba, Costa Rica, 5-12 Marzo, 1973.

Horak, M. 1996. Current status of the taxonomy of *Hypsipyla* Ragonot (Pyralidae: Phycitinae). In: Floyd, R. B.;Hauxwell, C. *Hypsipyla* shoot borers in Meliaceae. Proceedings of an International Workshop held at Kandy, Sri Lanka, 20-23 de Agosto de 1996. pp. 69-73.

Howard, F. W., Merida, M. A. 2004. El taladrador de las meliáceas, *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae). Departamento de Entomología y Nematología. University of Florida. 11 pág.

INIFAP, 2012. Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas. <http://clima.inifap.gob.mx/redclima/> (Consultado en Abril de 2012).

Mayhew, J.E, Newton A.C.1998. The silviculture of mahogany. CAB International. New York, N.Y. 226 pág.

Méndez, M. J., García, D. S., Don Juan, M. B., Angel, A. L. 2008. Diagnostico fitosanitario en plantaciones forestales comerciales en las Choapas, Veracruz y Huimanguillo, Tabasco. Informe final. Gerencia nacional de sanidad. CONAFOR-UACH. pp: 32-34.

Nickle, W. R., Grijpma, P. 1974. *Hexamermis albicans* (Siebold) (Nematoda: Mermithidae) a parasite of larva. *In*: J. L. Withmore (ed.). Studies on shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller) Lep. Pyralidae. Vol. II. 1976. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. pp: 70-74.

Pennington, T. D., Sarukhán, J. 1968. Arboles tropicales de México. INIFAP. ONU. México. pp: 238-239.

Pérez, S. D, Esquivel, R. 2008. Tree infection by *Hypsipyla grandella* in *Swietenia macrophylla* and *Cedrela odorata* (Meliaceae) in Mexico's southern Yucatan Peninsula. *In: Forest Ecology and Management* 255 (2008) 324–327.

Pinto, A. I. 2003. Evaluación de la repelencia de sustancias puras y de la atracción de combinaciones binarias de compuestos feromonales sobre *Hypsipyla grandella* (Zeller). Tesis. Maestría en Ciencias. CATIE, Costa Rica.

Ramírez, C. G., Vera, C. G., Carrillo, A. F., Magaña, T. O. 2008. El cedro rojo (*Cedrella odorata* L.) como alternativa de reconversión en terrenos abandonados por la agricultura comercial en el sur de Tamaulipas. *Agricultura técnica en México*. Vol 34 No. 002. INIFAP, Mexico. pp: 243-250.

Rodríguez, G. F. 1981. Biología, ecología y notas de control del “Barrenador de las meliáceas” *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) en el sureste de México. Tesis. Universidad Autónoma de Nuevo León. pp: 49-50.

Rodríguez, L. R. 1990. Plagas forestales y su control en México. 2da edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. pp: 154-159.

Sambaraju, K. R., Phillips T. W. 2008. Responses of Adult *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) to Light and Combinations of Attractants and Light. *In: Journal of Insect Behaviour*. 21:422–439.

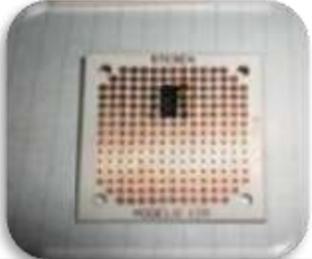
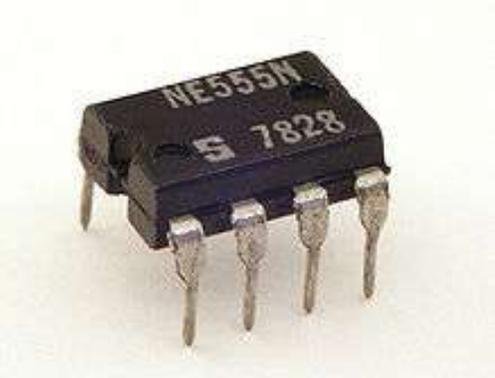
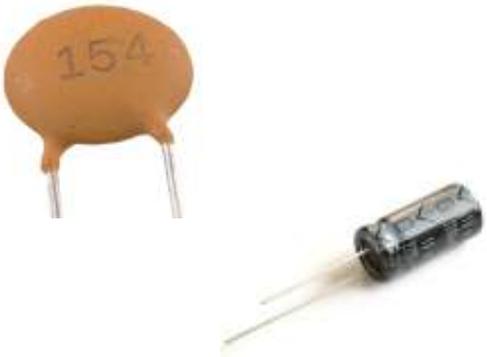
Sánchez, M. V., Velázquez, E. C. 1998. Microorganismos para controlar el barrenador de brotes del cedro rojo y la caoba. INIFAP, Campo Experimental El Palmar, Veracruz. Folleto. 14 pág.

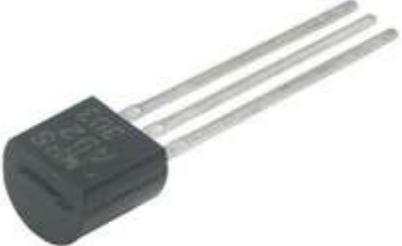
SNIARN, 2011. Sistema nacional de información ambiental y recursos naturales. Secretaria de medio ambiente y recursos naturales. <http://www.semarnat.gob.mx> (Consultado el 01 de Enero de 2012).

XI. ANEXOS

Anexo I. Material y herramienta utilizados en la fabricación de los circuitos.

Material	Característica	Imagen
Cautín de estación Weller®	5 potencias (5 a 40 Watts)	
Material para soldadura (estaño, pasta para soldar)	La pasta está compuesta por estaño microgranulado y una base acuosa llamada Flux. Tubo de 20 gramos de soldadura con aleación estaño/plomo.	
Pinzas	Plana, para alambre, etc. plumones, entre otros.	

<p>Placa para soldar</p>		
<p>Circuito integrado (Zócalo)</p>	<p>Se trata de un temporizador (TIMER), comúnmente utilizado como un generador de pulsos, y la frecuencia de éstos puede variar de 1 pulso por segundo hasta 1 millón de pulsos por segundo</p>	
<p>Capacitores</p>	<p>Electrolítico (Polarizado): Capacitor electrolítico radial, de 100 uF (micro Faradios) a 10 Volts/ Cerámica: Capacitor cerámico de disco, de 0.01 uF (micro Faradios) a 50 Volts</p>	
<p>Resistencias</p>		

<p>Transistores</p>		
<p>Cable, alambre, Termoflt</p>		
<p>Broche para pila</p>	<p>9 voltios</p>	
<p>Jack/plug</p>	<p>Conector de audio hembra (jack) de 3,5 mm, monoaural / Conector de audio macho (plug) de 2,5 mm, estéreo, para extensión de cable. Fabricado en plástico color negro.</p>	
<p>Cartucho portapilas</p>		

<p>Baterías</p>	<p>4 baterías AA por tratamiento</p>	
<p>Envase</p>	<p>Garrafrones de 6 L de agua vacíos transparentes</p>	
<p>LED s (Light-Emitting Diode)</p>	<p>Violeta, azul y rojo los cuales corresponden a los 3 tratamientos.</p>	
<p>Recipientes</p>	<p>Plástico</p>	

<p>Convertidor de voltaje o eliminador de 1,5 a 12 Vcc, 500 mA</p>	<p>Convertidor de voltaje o eliminador, con adaptador universal de 4 conectores en cruz y 2 independientes, salida variable de 1,5 / 3 / 4,5 / 6 / 7,5 / 9 / 12 Vcc. Se utiliza para juguetes, calculadoras, radios portátiles, entre otros.</p>	
<p>Conector de circuito integrado</p>		

Anexo II. Compilación de fotografías



Ciclo biológico de *Hypsipyla grandella*: (a) huevecillo, (b) larva, vista lateral, dorsal y ventral, (c) pupa con cocón de seda (El Palmar, Tezonapa, Veracruz) y (d) adulto (colección de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo).



Daño típico de *Hypsipyla grandella* en cedro rojo: barrenación de brotes y yemas (INIFAP Campo experimental El Palmar, Tezonapa, Veracruz).



Árbol de cedro rojo atacado por *Hypsipyla grandella* (a), árbol sano (b).



Adultos del Orden Coleóptera encontrados en las trampas: (a) Familia Bostrichidae, (b) Elateridae, (c) Scarabaeidae.



Larvas de *Hypsipyla grandella* en Cedro rojo: (a) en fruto y (b) en tallo.