

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL**



El barrenador de los brotes de las Meliáceas *Hypsiphyla grandella*
Zéller (Lepidoptera Pyralidae).

Por:

RAFAEL CAUICH RAMÍREZ

MONOGRAFIA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Marzo de 2004

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

El barrenador de los brotes de las Meliáceas *Hypsiphyla grandella*
Zéller (Lepidoptera Pyralidae).

Por:

RAFAEL CAUICH RAMÍREZ

MONOGRAFÍA

Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador, como Requisito Parcial
para Obtener el Título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobada por el Comité

Asesor Principal

MC. Jorge D. Flores Flores

Sinodal

Sinodal

M.C. Luis Morales Quiñónes

M.C. Melchor García Valdez

Coordinador de la División de Agronomía

M.C. Arnoldo Oyervides García

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Marzo de 2004

AGRADECIMIENTOS

A MI ALMA MATER:

Por brindarme la oportunidad de poder superarme y formarme en sus aulas durante mi carrera profesional, y poder formar parte de su lista de egresados, para poder llevar su nombre en alto. Gracias.

MC. Jorge D. Flores Flores

Por la aportación de sus conocimientos y sugerencias que hicieron posible la realización de este trabajo.

MC. Luis Morales Quiñónez

Por la valiosa aportación de sus conocimientos, por la orientación que me dio durante mi formación, además de ser una persona amigable.

MC. Melchor García Valdez

Por el apoyo que recibí de él en la realización de este documento, además de formar parte de mis asesores en dicho trabajo.

DEDICATORIA

A DIOS REY DE REYES

Por darme la oportunidad de vivir, por estar conmigo siempre, por recibir de sus bendiciones cada día, por haberle conocido y de saber que el es el único salvador de esta humanidad.

Por que no me avergüenzo del evangelio, porque es poder de Dios para salvación de todo aquel que cree, del Judío primeramente y también del Griego. Romanos 1:16

A MIS PADRES:

Sr. Arnulfo Cauich Cauich

Sra. Feliciano Ramírez Cruz

Por el gran apoyo y lucha inagotable, mostrando confianza y amor siempre, recibiendo sus consejos, en el cual he podido lograr este sueño que tanto anhele en mi vida, además de ser un ejemplo de honradez y trabajo, para alcanzar nuestras metas. Los quiero mucho y que Dios me los bendiga siempre.

A MIS HERMANOS:

José Luis, Deysi, Carlos, Juliana, Arnulfo, y Marcelino. Esto va dedicado a ustedes con todo mi cariño, ya que los tengo siempre presente en mi mente, por ser los mejores hermanos que he tenido. Los quiero mucho y a echarle ganas.

Para Abelardo y Adriana gracias por sus apoyos de manera incondicional y por pasar ratos alegres con ustedes. Como también a mis sobrinos Ismael y Adrián los aprecio mucho.

A MIS TIOS:

Por el apoyo incondicional y por sus consejos recibidos de parte de ustedes, en especial a mi tía Lilia por sus consejos gracias tía. Gracias a por ser mi familia.

A MIS PRIMOS:

Rosario, Aurora, Amilcar, Alejandro, Blanca E., Ernesto, Leticia, Rigoberto, Yillo, Elvis, Sandra, Carlos, Antonio. Con todo mi cariño para todos ustedes ya que hemos convivido momentos de alegría.

A LA IGLESIA MONTE DE LOS OLIVOS:

Pastor: Sr. Perfecto Monroy G., Sra. Josefa Villanueva, Sra. Flor Rodríguez gracias por sus consejos que he recibido siempre de ustedes, por sus oraciones, los estimo mucho. Como también a toda la congregación y que Dios me los bendiga siempre.

A MIS AMIGOS:

Olga, Gilberto, Roberto S., Araceli, Armando, Franklin, Fernando, Melquicedec, Sergio, Claudio, Víctor, Carolino, Daniel, Gerardo, Antonio, Enrique, Isaac, Iber, Chac, Leticia, Yanci, Loreli, Dominga, Rebeca, y a Esteban (Brother). Gracias por compartir esos momentos inolvidables durante nuestra formación profesional. Los recordare siempre.

A MIS COMPAÑEROS:

De la generación 96 Ing. Forestal: Eliseo, Modesto, Juan, Nayeli, Jorge, Abel, Tomas, Roberto, Pedro, Gilberto L., Olga, Roberto S., Gilberto P., Librado, Marcos, Valentín, Álvaro. Por los momentos inolvidables que pasamos juntos. Gracias.

Al pueblo de México.

A todos Dios los bendiga.

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	iv
INDICE DE CONTENIDO	vi
INDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
I INTRODUCCIÓN	1
Objetivos de este trabajo	3
II REVISIÓN DE LITERATURA	4
Importancia del Cedro rojo y de la Caoba	4
Problemática en estas especies.....	5
Descripción general de <i>Cedrela odorata</i>	7
Descripción general de <i>Swietenia macrophylla</i>	12
Existencias de caoba y cedro rojo en América Latina	15
II.1 Descripción general del barrenador <i>Hypsiphyla grandella</i>	17
Importancia de <i>Hypsiphyla grandella</i>	17
Problemática de <i>Hypsiphyla grandella</i>	18
Posición taxonómica de <i>Hypsiphyla grandella</i>	19
Descripción morfológica.....	20
Ciclo de vida.....	21
Ecología del insecto.....	24
Hospedero.....	29
Tipo de daños.....	31
Detección.....	34
Cuantificación de daños.....	35
Condiciones ecológicas y microclimaticas para su ataque.....	35
II.2 Distribución geográfica	35
Nacional.....	35
Mundial.....	36
II.3 El manejo de <i>Hypsiphyla grandella</i> para su control.....	38

Control químico-----	38
Control genético-----	40
Control biológico-----	46
Preparación y aplicación de <i>Beauveria bassiana</i> -----	48
Uso de <i>Bacillus thuringiensis</i> -----	49
Control silvícola-----	57
Calidad del sitio de plantación-----	57
Uso de la sombra lateral-----	58
Las podas-----	59
Control por manejo integrado-----	61
Control etológico-----	64
Uso de feromonas-----	64
Uso de repelentes-----	65
Trampeo-----	65
Control de <i>Hipsiphyla grandella</i> en otros países-----	68
III. CONCLUSIONES-----	75
IV. RECOMENDACIONES-----	76
V. LITERATURA CITADA-----	77

ÍNDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1. Niveles de significancia y coeficientes de determinación de las regresiones lineales para <i>Cedrela odorata</i> y <i>Swietenia macrophylla</i> --	25
Cuadro 2. Niveles de significancia y coeficientes de regresiones cuadráticas para <i>C. odorata</i> y <i>S. macrophylla</i> King -----	26
Cuadro 3. Insecticidas recomendados para el control de <i>Hypsiphyla grandella</i> ---	39
Cuadro 4. Productos usados para el control de <i>H. grandella</i> en cedro y caoba-	39
Cuadro 5. Número total de larvas de tercer instar de <i>H. grandella</i> muertas con los diferentes extractos vegetales, en tres experimentos-----	55
Cuadro 6. Proporción de plantas de cedro dañadas por larvas de primer instar de <i>H. grandella</i> tratadas con diferentes extractos vegetales, a los 16 días de las aplicaciones en el invernadero-----	56
Cuadro 7. Comparación de costos entre el control biológico y el control químico para disminuir el daño de <i>H. grandella</i> en plantaciones de cedro y caoba-----	57
Cuadro 8. Enemigos naturales del insecto <i>H. grandella</i> (Zéller).-----	72
Cuadro 9. Introducción de parásitos para el control de <i>H. grandella</i> .-----	73
Cuadro 10. Patógenos conocidos para matar a las larvas de <i>H. grandella</i> (zéller) y de <i>H. robusta</i> (Moore).-----	74

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Planta de cedro rojo dañado por <i>Hypsiphyla grandella</i> -----	11
Figura 2. Planta de caoba el cual muestra el ataque de <i>Hypsiphyla grandella</i> en la yema apical haciendo el daño-----	19
Figura 3. Muestra el tipo de alas femeninas de <i>Hypsiphyla grandella</i> en etapa adulta -----	21
Figura 4. Etapas de desarrollo de la larva de <i>H. grandella</i> hasta llegara a etapa adulta-----	23
Figura 5. Daño de la larva de <i>H. grandella</i> el cual provoca muerte de brote, causando ramificación excesiva-----	31
Figura 6. Rama de cedro en el cual se aprecia el ataque de la larva de <i>H. grandella</i> -----	34
Figura 7. Distribución geográfica de <i>H. grandella</i> -----	37
Figura 8. Planta de caoba en micropogación-----	42
Figura 9. Hembra de avispa <i>Trichogramma pretiosum</i> buscando larvas de <i>H. grandella</i> para parasitarias-----	51
Figura 10. Planta de caoba atacada antes de la poda sanitaria-----	60

Figura 11. Comparación de un brote sano de Cedro tratado con extracto de
hombre grande-----66

Figura 12. Hembra de *H. grandella* llamando a los machos por medio de atracción
sexual basándose en feromonas-----67

I. INTRODUCCIÓN

Hypsiphyla grandella, el barrenador de los brotes de las Meliáceas, es probablemente el principal factor limitante en el establecimiento de las plantaciones de caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro rojo (*Cedrela odorata*), en América Latina, ya que esta ocasiona pérdidas que van de 40 a 50% en sus daños, y debido a que estas especies tienen un valor especial en el comercio internacional, por que poseen características de muy buena calidad en su madera, que ningún otro árbol alcanza a poseer, considerándose las más valiosas para América Latina (Arreola y Patiño, 1988).

Recientemente, *S. Macrophylla* y *C. odorata* han sido propuestos como especies en peligro de extinción debido a que han sido explotadas de manera irracional, además de ser atacada por la plaga *Hypsiphyla grandella* ocasionando grandes pérdidas en plantaciones que se han venido realizando en la actualidad (Macias, 2001).

Por esta razón se han previsto medidas rígidas sobre la protección y conservación de este recurso para evitar que sufran mayores pérdidas y particularmente para controlar la plaga de los brotes, por lo que se ha profundizado en el estudio de su control y saber que método es el más eficiente para controlar dicho insecto, actualmente se tiene información sobre control químico, genético, biológico, silvicultural, etológico y manejo integrado, de esta importante plaga. Sin embargo, se conoce poco sobre las interacciones del insecto y sus hospedantes. En este trabajo se analizan las reacciones del insecto, presentando la información necesaria sobre

el control, así como los principales patrones de comportamiento del insecto, y los trabajos que se han realizado para su control, ya que ha ocasionado grandes y severos daños en las especies de caoba y cedro rojo en el trópico mexicano, como en otros países.

Objetivos

La elaboración del presente documento, tiene los siguientes objetivos:

- Recabar información sobre los daños que ha causado la plaga *Hypsiphyla grandella* en la familia de las meliáceas.
- Tener información sobre el manejo de *Hypsiphyla grandella* en cuanto a sus daños y su control.
- ***Esta investigación bibliográfica se espera sirva de apoyo como material de consulta para alumnos y maestros, interesados en conocer aspectos relacionados en el manejo y control de la plaga Hypsiphyla grandella, en el cedro rojo y caoba.***

II REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia del cedro rojo y de la caoba

El cedro rojo (*Cedrela odorata*) junto con la caoba (*Swietenia macrophylla*) son considerados las especies maderables más valiosas a nivel nacional e internacional, y son los que sufren una dramática disminución de su población natural desde la época prehispánica, debido a la extracción, su baja regeneración natural, y al ataque de la plaga conocida como barrenador de las meliáceas *Hypsiphylia grandella* (Zéller), ocasionando problemas a las yemas apicales, limitando su crecimiento y producción de semillas en los primeros años de vida (FUNATURA, 1993).

Como beneficios en su plantación tienen a los efectos restauradores: 1. Mejora la fertilidad del suelo. 2. Estabiliza bancos de arena. 3. Recuperación de terrenos degradados. 4. Conservación de suelo y Control de la erosión. Como Servicios tiene 1. Ornamental. Se le usa mucho como árbol ornamental en varias poblaciones de la zona tropical. 2. Sombra / Refugio. 3. Barrera rompevientos. 4. Cercas vivas en los linderos o parcelas (Pennington y Sarukhán, 1998).

Problemática en estas especies

En la república mexicana, principalmente en donde se distribuyen las especies de las selvas tropicales del Golfo de México, desde hace años se ha venido sufriendo grandes pérdidas ocasionadas por la agresión, y ambición que envuelven con enorme frecuencia la violenta explotación de su madera, el secuestro de sus bosques, su devastación, la lucha por defenderlos y la brusca irrupción de condiciones ambientales que, al transformar el equilibrio ecológico original, pueden acabar con la vida de estas importantes especies (Pennington y Sarukhán, 1998).

Apreciadas por sus grandes cualidades maderables, la caoba y el cedro rojo son unos de los árboles con mayor demanda industrial, pero su aprovechamiento ha dado paso a una tala excesiva e ilegal y a pesar de que el gobierno mexicano ha tratado de poner freno a esta situación en la que estas especies juegan un papel importante junto con otras, no se ha podido frenar dicho problema, actualmente mucha gente está llevando a cabo acciones clandestinas que con frecuencia derivan en conflictos, que van desde el saqueo de bosques o la aprehensión de campesinos, hasta asesinatos cometidos en las áreas en donde se encuentran estas especies, se cree que esto se hace por mafias u organizaciones delictuosas, pero en la realidad es también por que los campesinos necesitan obtener recursos para su subsistencia (Pennington y Sarukhán, 1998).

Otra causa primordial de la devastación forestal en los bosques de caoba y cedro rojo es la conversión de sus áreas naturales en tierras de cultivo o en pastizales las cuales agotan la vida productiva rápidamente a causa del mal uso que se les da. El desplazamiento de grupos indígenas que utilizan técnicas precolombinas de desmonte como la " roza, tumba y quema" así como los incendios forestales provocados, son los procedimientos para la obtención de espacios "limpios", con esto reduciendo la regeneración natural de la caoba y cedro rojo. (Pennington y Sarukhán, 1998).

Las talas selectivas, la falta de tecnologías adecuadas para su reproducción, la sobre explotación no compensada con programas de reforestación han conducido a la extinción de algún hábitat natural, considerando a *C. odorata*, debido a que es una especie sin muchas posibilidades de sobrevivir, pues su explotación selectiva se incrementa a otras áreas, llegando sus poblaciones a un nivel crítico por la reducción y pérdida de su (Pennington y Sarukhán, 1998).

La deforestación en gran escala en algunos países de América Latina es muy seria. Mencionando a México, Honduras, Guatemala, Nicaragua y Panamá. Se estima que la deforestación anual actual en México es del orden

de 508.000 ha debido principalmente a la expansión de las fronteras agrícolas y ganaderas (Pennington y Sarukhán, 1998).

Descripción general de Cedrela odorata

Normalmente se le conoce con los siguientes nombres comunes: Cedro (nombre aplicado en toda su área de distribución); chujté, (tzeltal, en zona lacandona, Chiapas); icte (huasteco); tiocuáhuítl (náhuatl) (Pennington y Sarukhán, 1998).

Posición taxonómica

Familia: Meliaceae

Genero: Cedrela

Especie: odorata

Nombre común: Cedro, Cedro rojo

Descripción morfológica

Árbol de mediano a grande de 12 a 60 m de altura y con un diámetro a la altura del pecho de 60 cm a 2.5 m presentando una copa Ancha y redonda. Ramificaciones gruesas con lenticelas redondas en ramas jóvenes (Salas, 1993). Fuste recto, bien formado, cilíndrico (Salas, 1993); con contrafuertes en la base. Corteza externa amarga y de color rojizo, profundamente fisurada

(Aguilar, 1992). Interna color rosada, cambiando a pardo amarillenta. Posee olor a ajo y sabor amargo (Salas, 1993).

Hojas compuestas, alternas paripinnadas y grandes, hasta de 1 m de largo (Salas, 1993). Pecíolos de 8 - 10 mm de largo, delgados, folíolos 10-30 opuestos, oblicuamente lanceolados, comúnmente de 4.5 a 14 cm de largo y 2.0 a 4.5 cm de ancho, largamente acuminados, en la base de un lado anchamente redondeados y por el otro agudo (desigual) glabros o más o menos glabros o puberulentos en las venas del envés (Aguilar, 1992).

Flores Masculinas y femeninas en la misma inflorescencia, colocadas en panículas terminales o axilares de 35 a 35 cm de largo; los pedicelos de 1 a 2 mm de largo, cáliz esparcidamente puberulento, los lóbulos agudos, pétalos oblongos de color crema verdoso, 5 a 6 mm de largo, agudos u obtusos; filamentos glabros (Aguilar, 1992 .,Salas, 1993).

Frutos en cápsulas con dehiscencia longitudinal septicida (se abre en cinco carpelos), 4 a 7 cm de largo; es leñoso, color café oscuro, de superficie externa lenticelada y lisa; el fruto se desprende una vez liberadas las semillas; en estado inmaduro, poseen un color verde y al madurar se tornan a un café oscuro, contiene un exudado blanquecino con fuerte olor a ajo antes de madurar. Tiene de 20 a 25 semillas pequeñas y alargadas (Salas, 1993).

Semillas aladas, color pardo, elíptica, miden 1.2 a 4.0 cm de largo y entre 5 a 8 mm de ancho, con la parte seminal hacia el ápice del fruto; la testa es de

color castaño rojizo; el embrión es recto, comprimido, color blanco o crema y ocupa gran parte de la cavidad de la semilla; tiene dos cotiledones grandes, planos, foliáceos, frondosos, ligeramente ovoides; la radícula es corta e inferior; estas semillas presentan una delgada capa de endospermo, triploide, firme, carnosos, amargos, blancos y opacos (Salas, 1993).

La característica peculiar de esta especie es su corteza hendida a lo largo del fuste, es de color oscuro hasta moreno rojizo, con partes de la superficie blanquecina y brillante; el tronco suele ser recto, esbelto y con pequeños contrafuertes en la base; las hojas al estrujarlas despiden un olor amargo parecido al de los ajos, característica que se extiende al sabor de la madera (Aguilar, 1992).

Los árboles muy jóvenes tienen su corteza lisa y ligeramente blanquecina, también típico de su aspecto, las inflorescencias son péndulas y presentan los frutos abiertos en el ápice cuando han dejado salir la semilla, lo que ayuda a identificar la especie (Salas, 1993).

Usos

Pennington y Sarukhán (1998), dan a conocer que la madera de cedro rojo es una de las que tienen más demanda en los mercados madereros mundiales: En México se le considera la más importante, después de la caoba. Ya que se usa en la fabricación de estantes, gabinetes, muebles y otros trabajos de ebanistería fina: así como cajas para tabacos, instrumentos musicales, estuches finos, baúles, decorado interior, artículos

torneados, esculturas, etc., también se emplea en chapas *slide* y parquets e instrumentos agrícolas.

Su resistencia y durabilidad favorecen la utilización para fabricar lanchas. Esta madera es fácil de trabajar, se puede lograr con ella una superficie lisa y suave, adquiere buen pulimento, encola bien y no se raja fácilmente.

Pennington y Sarukhán (1998), afirman que *Cedrela odorata* es una buena especie melífera, ya que la producción nectarífera es muy abundante, cuando las condiciones del tiempo son muy favorables. Por otra parte mencionan que como planta medicinal se usa la corteza del cedro como febrífugo y en cocimientos, cuando se sufren caídas o golpes; utilizan la corteza en cocimientos contra el paludismo, el cocimiento de las hojas y la corteza mezclada con aguardiente, en fricciones contra dolores internos a consecuencia de golpes o caídas, y también utilizan la corteza de la raíz para el tratamiento de las fiebres, la epilepsia y se emplean la resina en las enfermedades del pecho.

Plagas en *Cedrela odorata*

Pennington y Sarukhán (1998), afirman que la principal plaga de *Cedrela odorata* en Cuba, México y otros países de América Latina, es el lepidóptero llamado *Hypsiphyla grandella* (Zeller), en la cual esta plaga destruye las yemas tiernas (figura 1), de los árboles de esta especie y de otras meliáceas, como también ataca a sus frutos.

Los autores afirman que esta plaga no se conocía en Cuba hasta 1932 cuando se llevo al Departamento de Entomología de la Estación Experimental Agronómica, frutos de cedro dañados por las larvas de este insecto y que, en 1934, se recibieron en dicho departamento los primeros retoños dañados por la plaga.



Figura 1. Planta de cedro rojo dañado por la plaga *Hypsiphyla grandella*

Enfermedades en *Cedrela odorata*

Pennington y Sarukhán (1998), mencionan que una enfermedad del cedro rojo, en Cuba y México, es la pudrición del corazón, producida por el basidiomiceto *Fomes cedrelae* (Murr.) Sacc. Y Trott. (*Fulviformes cedrelae* Murr.), la cual causa pudrición en el corazón de la madera; esta enfermedad cuando avanza en su desarrollo, los árboles se ahuecan interiormente., pero el árbol continua vivo, después los basidiomicetos suelen salir cerca de la base, o en otros lugares donde haya alguna herida, en forma de

grandes esporoforos o fructificaciones del hongo causante de la enfermedad, conocidos vulgarmente con el nombre de orejones.

Pennington y Sarukhán (1998), describen que el cedro es afectado por otras enfermedades de menor importancia, como la que es producida por *Phyllachora balansae* Speg; que daña las posturas en los semilleros y en ocasiones las hojas de algunos árboles; la mancha de las hojas, cuyo agente patógeno es *Cercospora* sp; frecuentemente asociado con *Phyllachora balansae* Speg.

Descripción general de *Swietenia macrophylla*

Normalmente se le conoce con los siguientes nombres comunes: Caoba (nombre aplicado comúnmente en toda su área de distribución); tzutzul (Chiapas); tzopilotzontecomatl (árbol de cabeza de zopilote, del náhuatl); mo-uá (chinanteco); puná (lacandón) (Pennington y Sarukhan, 1998).

Posición taxonómica

Familia: Meliaceae

Genero: Swietenia

Especie: macrophylla

Nombre común: Caoba

Descripción morfológica

Forma. Árbol de hasta 70 m, presentando un tronco derecho ligeramente acanalado con contrafuertes bien formados de hasta 2 a 3 m de alto, con pocas ramas gruesas ascendentes y torcidas, con la copa abierta y redondeada (Salas, 1993).

Corteza: Profunda y ampliamente figurada con las costillas escamosas en piezas alargadas, pardo grisáceo a moreno grisáceo. En lo interno es rosada a roja, fibrosa, de sabor amargo y astringente, con un grosor de 10 a 25 mm (Salas, 1993).

Madera: Presenta la albura de color blanco a rosado. El duramen es de color que varía del rozado-crema al rojo-morrón oscuro; estas variaciones dependen de factores tales como: la edad del árbol, el medio en que este se desarrolla, la parte de donde se toma la muestra, etc. Cuando el árbol está recién cortado, es de color más claro y se va oscureciendo con el tiempo. Esta madera es lustrosa; textura fina a mediana; anillos visibles, pero no definidos; no tiene olor ni sabor característicos (Aguilar, 1992).

Hojas: Yemas de 2 a 5 mm de largo, anchas y abiertas, rodeadas por muchas escamas ovadas, agudas, glabras (Aguilar, 1992). Flores. Especie monoica. Flores de ambos sexos en la misma inflorescencia, las masculinas son más abundantes que las femeninas, presentando un aroma dulce (Aguilar, 1992).

Frutos: Es una cápsula leñosa de 12 a 18 cm de largo, ovoides u oblongas, 4-5 valvadas, dehiscentes desde la base, el color es de moreno rojizo a grisáceo en ocasiones en pedúnculos de 7 a 15 cm de largo. Las semillas son sumamente amargas y astringentes. Los frutos maduran de noviembre a enero (Salas, 1993).

Usos

Esta especie es prácticamente la base de las industrias forestales de las zonas tropicales de México, la madera de caoba se emplea en la carpintería fina, ebanistería de lujo, decorado interior, objetos torneados, adornos, instrumentos científicos de precisión, instrumentos musicales (principalmente pianos), escultura y tallado, yates, botes, construcciones, chapas para madera contrachapada de alta calidad, etc. Pennington y Sarukhan (1998) mencionan que en tiempos pasados la madera de esta especie fue muy usada para construir hélices de aviones, demostrando con esto su buena resistencia mecánica.

Estos mismos autores mencionan que la caoba es también una planta melífera se dice que las abejas acuden frecuentemente en época de floración en busca de néctar, ya que es muy buena productora de flores. Como especie medicinal, informan que, la corteza de la caoba tiene propiedades astringentes, tónicas y febrífugas; y que en Nayarit, México, toman en forma de té preparado con sus semillas, esto contra el dolor del pecho.

Plagas en *Swietenia macrophylla*

Pennington y Sarukhán, (1998), mencionan que la plaga que hace mas daños a *Swietenia macrophylla* en América, es la larva del lepidóptero *Hypsiphyla grandella*

(Zéller), taladrador de los brotes de las meliáceas; pero se han reportado otras aunque de menor importancia. A la caoba Hondureña, la ataca *Hypsiphyla robusta* (Moore), quien le produce considerables daños al árbol; en Java y otros lugares de Asia; *Egchirites nominus* Dyar, defoliador, en Belice; un escolítido (*Scolytidae*) que daña los árboles en Trinidad; *Platypus* sp., borer de la madera que ataca los árboles en pie, y hace profundas galerías, tanto en Panamá como en la región del Amazonas; y los taladradores de la madera *Xileborus morgerus* Bldf., *Xileborus morstutti* Hag. y el termite *Coptotermes níger* Zinder.

Enfermedades en *Swietenia macrophylla*

Pennington y Sarukhán (1998), mencionan que las semillas y los frutos de la caoba hondureña son dañados por *Diplodia* sp; ocasionándole podredumbre y reducción de la viabilidad y que, en una ocasión, en un vivero fueron intensamente infectadas por el hongo *Sclerotium delphiniae*. Por lo tanto mencionan que a veces se observa un cáncer de origen desconocido en el tallo de los árboles medianos y grandes. Aparece en forma mas frecuente en individuos dominados y en suelos deficientemente drenados. En Cuba los fitopatologos del Centro de Investigación Forestal han detectado en la caoba hondureña a los hongos; *Pestalotia* sp., produciendo necrosis en las hojas y, a veces se traslada al hipocotilo de las plántulas donde se asocia a *Botryodiplodia* sp.; *Rhizopus* sp.; descomponiendo los cotiledones de las semillas y afectando la viabilidad de estas.

Existencias de caoba y cedro rojo en América Latina

FUNATURA (1993), menciona que las mayores áreas de bosque natural con caoba de hoja grande se encuentran en Brasil. Se estima que 150 millones de hectáreas de terrenos forestales de este país contienen *S. macrophylla*, y que el volumen total en pie es de unos 60 millones de metros cúbicos. Considerando un aprovechamiento anual de 500.000 m³ de trozas y proyectando las tendencias actuales, predijo que la madera de caoba de la Amazona brasileña se agotaría en 32 a 42 años. Por otra parte, (Pennington y Sarukhán, 1998), afirman que las reservas madereras podrían ser muy inferiores y podrían agotarse con mayor velocidad de la antes estimada, de acuerdo a la explotación que se le dé. En cuanto a *Cedrela odorata* está distribuida extensamente por todos los neotrópicos; existiendo en el bosque decido, tanto en el seco como en el húmedo de tierras bajas; asociada con frecuencia con otras Meliáceas como: (*Swietenia* y *Guarea* spp.) y leguminosas arbóreas, la presencia de individuos es menos numerosa que en el caso de *Swietenia*. *Cedrela odorata* no se considera especie amenazada en el ámbito de distribución; está bien representada en áreas protegidas, en bosques naturales.

SEDUE (1989), menciona que en los neotrópicos, existen numerosas reservas y áreas protegidas, que incluyen poblaciones de Meliáceas, los cuales desempeñan un papel muy importante en la conservación de estas especies. Por ejemplo, en el sureste de México existen las siguientes reservas: tenemos la reserva de la biosfera, Montes Azules, en Chiapas (331.200 ha); Calakmul

en Campeche (723.185 ha); Sian'kan, Quintana Roo (528.147 ha) y numerosas reservas naturales, que incluyen diferentes zonas ecológicas del país.

En América Central hay reservas en todos los países, por ejemplo en Guatemala la reserva Maya de la Biosfera, en Honduras la reserva Río Plátano. En Belice, existen dos reservas naturales y 20 reservas forestales, dos santuarios de fauna silvestre y dos parques nacionales. En Sudamérica, hay numerosas reservas naturales y parques nacionales que contienen poblaciones de *Swietenia*, *Cedrela* y otras *Meliáceas*. En Perú (Linares, 1996) menciona que existen los siguientes parques nacionales: Manú, Yanachaga-Chemillen, Río Abiseo y Baguaje-Sonene; la Reserva Nacional de Pacaya-Samiria y los Bosques Nacionales Alexander V. Humboldt y Cordillera Azul.

En Brasil, dentro del ámbito de distribución de la caoba, hay varias estaciones ecológicas, como Río Acre e Iqué, reservas biológicas como Guaporé; y parques nacionales como Paacas Novosé y reservas forestales como Tapajos (FUNATURA, 1993).

II.1 Descripción general del barrenador *Hypsiphyla grandella*

Importancia de *Hypsiphyla grandella*

Whitmore (1976), menciona que *Hypsiphyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), es considerada como una de las principales plagas

forestales en América Latina y el Caribe; su larva ataca especies preciosas como, la caoba y el cedro (*Swietenia* spp. y *Cedrela* spp.).

Es la plaga principal de la familia de las Meliáceas las cuales se consideran como maderas preciosas. Por lo que se ha observado que en toda su área de distribución los ataques de *H. grandella* han hecho fracasar a la mayoría de las plantaciones de estas especies. Es por lo que actualmente en México, como en otros países tropicales se perfeccionan las técnicas y metodologías para el establecimiento de plantaciones de *Cedrela odorata* (cedro rojo) y *Swietenia macrophylla* King (caoba); con el objeto de incrementar la producción de madera sin el menor daño posible. Sin embargo uno de los principales problemas que han impedido el establecimiento de plantaciones comerciales, es por el ataque de la plaga *H. grandella*; las cuales se consideran afectadas, es por eso que se les consideran las mas importantes y distribuidas en el trópico húmedo de México (Arreola y Patiño, 1988).

Dado el grado de tolerancia tan bajo de apenas una larva por árbol, se justificaría el empleo de un enfoque preventivo basado en sustancias que afecten el comportamiento o la fisiología de *H. grandella*. La alta incidencia y gran severidad comúnmente observadas en el campo, han imposibilitado el establecimiento de plantaciones con dichas especies, a pesar de amplios y ricos esfuerzos de investigación para buscar nuevos métodos para su combate (Arreola y Patiño, 1988).

Problemática de *Hypsiphyla grandella*

Hilje (2001), menciona que la larva de *Hypsiphyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae), ataca a especies como: la caoba y el cedro rojo (*Swietenia* spp. y *Cedrela* spp.). Su daño principal consiste en perforar los brotes nuevos, especialmente el brote terminal (figura 2), provocando su deformación o ramificación e incluso puede llegar a matar los arbolitos en crecimiento y con esto reduciendo su valor comercial. La alta incidencia y gran severidad observadas en campo, han imposibilitado el establecimiento de plantaciones con dichas especies, a pesar de amplios esfuerzos de investigación para buscar nuevos métodos para el control de dicha plaga.



Figura 2. Izquierda planta de caoba, donde muestra el ataque de *Hypsiphyla grandella* en la yema apical, la cual se encuentra muerta y derecha muestra la larva haciendo el daño.

Posición taxonómica de *Hypsiphyla grandella*

De acuerdo a Coronado y Noh (1988), indican que esta plaga pertenece a la siguiente clasificación:

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Piralidae

Subfamilia: Phycitinae

Género: *Hypsiphyla*

Especie: *Hypsiphyla grandella* (Zeller)

Descripción morfológica

El tamaño de los adultos varía desde 20 hasta 40 mm de expansión alar. La longitud promedio de las alas en las hembras (figura 3), es ligeramente mayor que en el de los machos. Las medidas respectivas son de 13 a 17 mm en las hembras y 12 a 16 mm en los machos. Estos se diferencian de las hembras por tener las antenas ciliadas, en las hembras son débilmente ciliadas. La cabeza y el tórax están cubiertos con escamas grises. Las alas anteriores son grisáceas con un brillo violáceo. En el centro del ala existe una mancha blanquecina. Las alas posteriores son de color gris oscuro en su parte dorsal y blanquecino por su parte ventral. La larva es de tipo ericiforme, con cabeza de color café, cuerpo subcilindrico, alargado. Con setas poco obvias, pero con manchas apódemeles bien definidas (Cibrían *et al.*, 1995).

Al madurar puede ser de color verde claro, verde azulado, pardo violáceo o rosa amarillento. En su madurez alcanzan longitudes que varían de 20 a 25 mm, con anchura de 4 a 5 mm. La pupa es de color café oscuro, de tipo obtecta, con una longitud que varia entre 13 y 19 mm. El huevo es de forma hemisférica, aplanado en su base. La superficie presenta pequeñas

proyecciones cónicas. En la parte superior y casi en el centro del huevo se encuentra una pequeña cavidad. Recién puesto es de color blanco cremoso, para después cambiar a tonos grisáceos o rojizos, sobre todo cuando la larva esta a punto de emerger. Mide 1 mm de diámetro en promedio (Cibrían *et al.*, 1995).

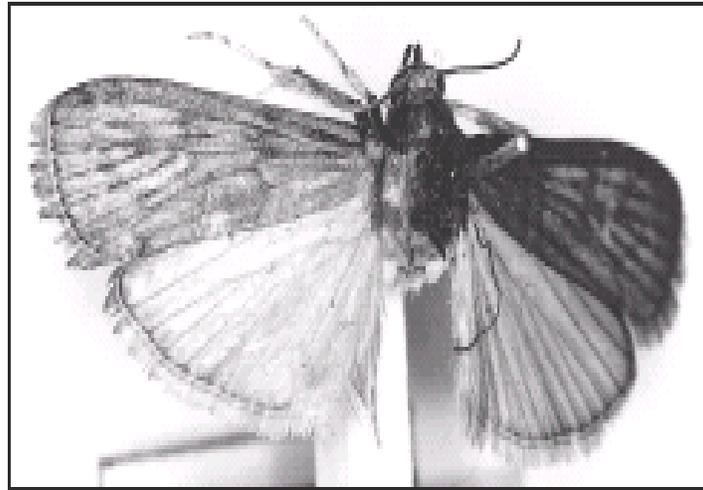


Figura 3. Muestra el tipo de alas femeninas de *Hypsiphyla grandella* en etapa adulta

Ciclo de vida

Cibrían *et al.*, (1995), mencionan que la duración del ciclo de vida puede variar dependiendo de la región geográfica o de la estación del año. Por lo que en el sureste de México, durante la estación seca (enero-mayo) el ciclo puede durar hasta 60 días; en cambio, durante la temporada de lluvias (junio-diciembre) se puede completar un ciclo de vida en 26 a 33 días. Un ciclo completo en dicha temporada de lluvias seria como se menciona a

continuación: huevo, de 2 a 5 días, larva, de 12 a 14 días; pupa, de 10 a 12 días y adulto de 6 a 8 días. Se puede decir que hay por lo menos 7 generaciones por año.

Los mismos autores mencionan que las palomillas, emergen de sus capullos pupales en el crepúsculo, permaneciendo inactivos durante varias horas. Su actividad lo inicia a media noche y se prolonga hasta las cinco de la mañana. Las hembras vuelan en busca de hospederos adecuados y aparentemente requieren de al menos 48 horas para iniciar su actividad sexual; al término de ese tiempo, liberan feromonas que facilitan la llegada del macho. Por lo que después de un breve cortejo se inicia la copula que dura más de una hora. La hembra sola copula una vez, pero es suficiente para producir un promedio de 320 huevos, los cuales son ovipositados en diferentes hospederos.

La oviposición se efectúa de manera individual en las cicatrices foliares, en la superficie de los brotes nuevos, en las nervaduras de las hojas o sobre la superficie de los frutos. Después de la emergencia, (figura 4), la larva joven penetra a los brotes nuevos o los 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. También muda en el exterior. Después de transcurrir cinco a seis instares la larva madura la cual se recubre con un capullo de seda, normalmente en el interior del túnel y excepcionalmente en el suelo, cerca de la base del árbol hospedante. En este capullo pasa de larva a el estado de

pupa, del cual emerge el nuevo adulto que sale por el orificio de entrada del túnel que previamente hizo la larva (Cibrían *et al.*, 1995).

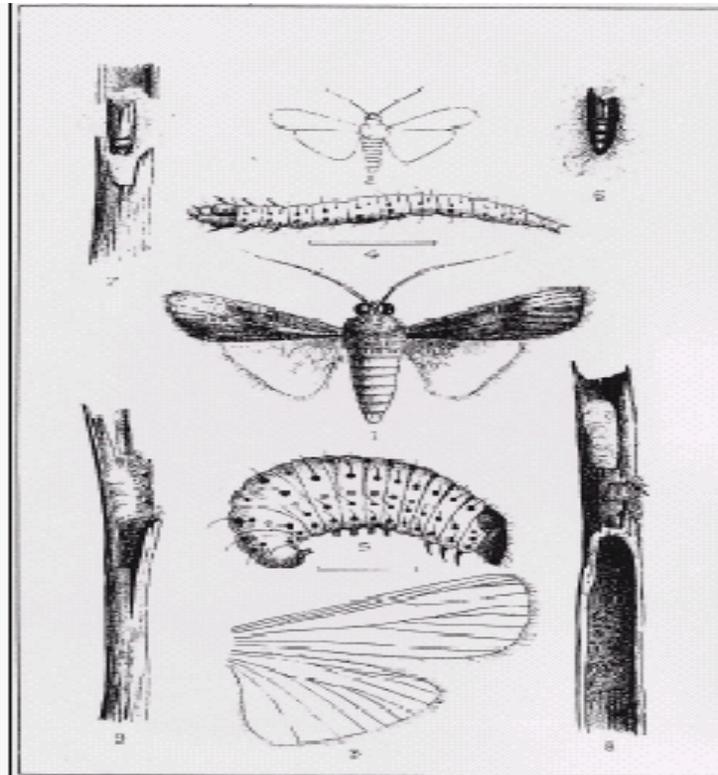


Figura 4. Diferentes etapas de desarrollo, de *Hypsiphyla grandella* hasta llegar a adultos.

Coronado y Noh (1988), describen el ciclo biológico de *Hypsiphyla grandella* de la siguiente manera: el ciclo de vida y reproducción de dicha plaga es de una duración de 24 a 34 días; el huevo dura de 2 a 4, la larva de 10 a 12, la pupa de 11 a 13 y el adulto de 2 a 4 días, presentándose hasta 4 generaciones en la época de lluvias y 2 generaciones en la época de seca; es decir, se presentan por lo menos 6 generaciones al año.

Los mismos autores mencionan que el huevo dura hasta 48 horas; es de color blanco opaco cambiando a rosa púrpura, dependiendo en el lugar en donde sea depositado; es ovalado cuando se deja en forma libre en la yema y rectangular cuando se oviposita en las hojas caídas o sobre el tallo.

La longitud de dicho ciclo puede variar entre 30 y 141 días, dependiendo de la temperatura (entre 30 y 15 ° c) y otros factores; la fecundidad, cantidad de huevos que la hembra deposita es de 200-300 huevos; y la proporción de sexos es de una hembra por cada macho. En realidad, su potencial reproductivo no es tan alto como el de muchas otras plagas. Sin embargo, los insectos que atacan meristemo no requieren altas poblaciones para causar daños serios, debido a la baja abundancia o proporción del recurso alimenticio (ápices y yemas) en las plantaciones forestales (Hilje y Cornelius, 2001).

Ecología del insecto

Arreola y Patiño (1988), al estudiar la relación de los factores climáticos con la incidencia de ataque de la plaga *H. grandella* en una plantación de *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla* King, establecida en el Campo Experimental forestal antes el “Tormento” ubicado en Escárcega Campeche; mediante observaciones desde el establecimiento hasta los 4 años de edad de las plantas; se determinaron los siguientes resultados:

1. Que la precipitación, temperatura media mínima y la humedad relativa máxima; son los factores climáticos con mayor influencia sobre los ataques de *H. grandella*; (cuadro 1), siendo la precipitación y la temperatura media mínima para el cedro fueron los factores altamente significativos con un coeficiente de 0.60 y 0.61 respectivamente.

Cuadro 1. Niveles de significancia y coeficientes de determinación de las regresiones lineales para *C. Odorata* y *Swietenia macrophylla* King.

Variable	S. macrophylla Significancia	R²	C. odorata Significancia	R²
Precipitación	*	0.50	**	0.60
Horas insolación	NS	0.02	NS	.018
Humedad relativa máxima	*	0.34	*	0.36
Humedad relativa mínima	NS	0.03	NS	0.01
Temp. Media máxima	NS	0.26	NS	0.31
Temp. Media mínima	*	0.49	**	0.61

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

NS No significativo.

2 Que la precipitación al relacionarse con las otras variables, se obtuvo siempre niveles de significancia del 1 y 5 % (cuadro 2), no coincidiendo los niveles de significancia entre ambas especies, con excepción de la precipitación y la humedad relativa mínima y precipitación-horas insolación, en las que se obtuvo un nivel de significancia del 1 y 5 % para ambas especies respectivamente.

Cuadro 2. Niveles de significancia y coeficientes de las regresiones cuadráticas para *C. Odorata* y *S. Macrophylla* King.

Variable	<i>S. macrophylla</i> Significancia	R ²	<i>C. odorata</i> L. Significancia	R ²
Precipitación-horas insolación	*	0.53	*	0.63
Precipitación-humedad relativa máxima	**	0.74	*	0.36
Precipitación-humedad relativa mínima	**	0.73	**	0.81
Precipitación-temperatura media máxima	*	0.63	**	0.76
Precipitación-temperatura media mínima	*	0.58	**	0.71
Horas-insolación humedad relativa máxima	NS	0.34	NS	0.36
Horas-insolación humedad relativa mínima	NS	0.03	NS	0.02
Horas-insolación temperatura media máxima	NS	0.30	NS	0.31
Horas-insolación temperatura media mínima	*	0.49	*	0.61
Humedad relativa máx. humedad relativa mínima	NS	0.48	*	0.58
Humedad relativa máxima Temp. Media mínima	NS	0.35	**	0.65
Humedad relativa máxima Temp. Media máxima	NS	0.34	NS	0.38
Humedad relativa mínima Temp. Media máxima	NS	0.30	NS	0.41

Humedad relativa temperatura media mínima	*	0.50	*	0.61
Temperatura media máxima temperatura media mínima	*	0.49	*	0.61

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

NS No significativo

Al analizar las horas insolación con la humedad relativa (máxima y mínima) y la temperatura media máxima los valores de F, no fueron significativos para la caoba y cedro rojo, siendo los valores de los coeficientes los más bajos de dicho estudio.

Sin embargo, las horas de insolación con la precipitación y la temperatura media mínima, son significativos al 5% para las dos especies; lo cual explica que la cantidad de radiación recibida sobre la superficie de la tierra afecta el crecimiento, la textura y supervivencia de los árboles, determinando la temperatura del área y por lo tanto, indirectamente afecta a las condiciones térmicas alrededor y dentro de la plaga, de esta manera *H. grandella*, no encuentra un medio adecuado para alimentarse.

Al analizar la humedad relativa máxima con la humedad relativa mínima los valores fueron significativos al 5% para el cedro y NS para la caoba.

Al comparar la humedad relativa máxima con la temperatura media anual, permitió obtener resultados altamente significativos para el cedro y NS para la caoba.

La humedad relativa (mínima y máxima) comparada con la temperatura media máxima no fue significativa para ambas especies.

Finalmente la humedad relativa mínima comparada con la temperatura media mínima y la temperatura media máxima en ambas especies si es significativa al 5%.

Los resultados obtenidos, indican que la mayor incidencia del ataque de *H. grandella*; corresponde a la época de lluvias lo que concuerda con muchos autores que han estudiado dicha plaga. La precipitación parece ser el factor climático con mayor impacto sobre la presencia de mayores porcentajes del ataque, siendo mas para el cedro que para la caoba.

Desde el punto de vista fisiológico de la planta y el insecto, el hecho de que la precipitación sea importante para que aparezca el insecto; esto se debe a que en los primeros meses de lluvia se inicia una activa brotación de nuevas yemas en ambas especies, las cuales son ovipositadas por el adulto, dándose la emergencia de las larvas en condiciones propicias ya que los tejidos de las ramilla tiernas se encuentran saturadas de agua, permitiendo su alimentación y

evitando su desecación. Siendo importante la temperatura y la humedad en la incubación de los huevecillos, incrementándose la población del insecto.

Se determino que al relacionar la precipitación, horas insolación y humedad relativa máxima y mínima, se obtuvieron significancias estadísticas altas en el incremento de la incidencia de *H. grandella* en caoba y cedro.

Hospedero

La plaga *Hypsiphyla* spp. Se restringen generalmente en su alimentación a las plantas que pertenecen a la familia de las Meliáceas, principalmente a *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*. Por lo cual la mayoría de los árboles jóvenes se han registrado como anfitriones al ataque de la plaga *Hypsiphyla* spp. Como también se han encontrado en: *Carapa guianensis*, *Guarea tonduzii*, *Swietwnia humilis*, *Trichilia* spp. Pero debido a la carencia de los expedientes de *Hypsiphyla* que se alimentan en algunos géneros puede ser un resultado del trabajo limitado sobre estos grupos más bien que una reflexión verdadera de su estado del hospedante. A pesar de la asociación fuerte entre *Hypsiphyla* y las meliáceas. La restricción de *Hypsiphyla* spp. A las plantas de una sola subfamilia que contiene limonoids de un tipo estructural particular sugiere una coevolución posible entre *Hypsiphyla* y las meliáceas (Coronado y Noh, 1988).

Los mismos autores mencionan que *Hypsiphyla grandella* y *H. robusta* su alimentación principal es en el crecimiento apical de la planta generalmente, sin embargo la alimentación en las flores, la fruta y la corteza se ha divariado para una cierta especie del hospedante y en ciertas regiones geográficas. Las larvas se alimentan normalmente en las yemas apicales, y raras ves en otras partes de la planta, solamente cuando los retoños no están disponibles. Sin embargo, la alimentación en partes reproductivas ocurre concurrentemente con la alimentación en los renuevos. La alimentación de las larvas *H. robusta* en los mangles de *Xylocarpus* se restringe al parecer a las frutas y a las flores. *Hypsiphyla ferrealis* su alimentación es a la fruta solamente del guianensis Aubl de Carapa (Coronado y Noh, 1988).

Oward (1997), menciona que las larvas de *Hypsipylla grandella* atacan a las cápsulas de las semillas de la caoba de las Indias Occidentales, *Swietenia mahagoni* Jacquin, en la primavera (marzo-abril) cuando éstas se abren y las semillas están expuestas, lo cual ocurre antes del brote de nuevas hojas. De una a cinco larvas se encontraron por cápsula. Las semillas aparentemente fueron la fuente de alimento preferida. El 50-96% de las semillas en las cápsulas examinadas en junio estuvo dañado por las larvas. Las cápsulas durante su período de expansión, a comienzos del verano, y hasta el invierno estaban virtualmente libres del ataque de los barrenadores. Durante este período tanto los brotes endurecidos como los corazones persistentes de las cápsulas sirvieron como alimento de unas pocas larvas. La dureza de las

valvas de la cápsula es aparentemente un factor de impedimento a la penetración por las larvas. A pesar de que la persistencia de las semillas en las cápsulas es transitoria, y la disponibilidad de las cápsulas es más limitada y más variable que la de los brotes, el contenido de la cápsula de las semillas parece ser preferido como alimento, debido a que más porcentaje de cápsulas abiertas que de nuevos brotes fueron atacados cuando ambos estaban simultáneamente disponibles. El daño causado por *H. grandella* a las semillas de caoba afecta la regeneración de este árbol.

Tipo de daños

Orellana (1997), mencionan que la plaga más seria del cedro y la caoba es el gusano barrenador de las Meliáceas, *Hypsiphyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae), cuyo daño principal es la perforación de los brotes nuevos, especialmente el brote terminal (figura 5), el cual se bifurca; esto impide la formación de fustes rectos, disminuyendo el valor comercial del árbol; además, se retarda el crecimiento y, si los ataques son repetidos en plántulas o árboles jóvenes, puede causar la muerte. Asimismo, los frutos pueden ser severamente afectados, lo cual dificulta su multiplicación.



Figura 5. Daño de la larva de *H. grandella*, el cual provoca la muerte del brote, causando ramificación excesiva.

Coronado y Noh (1988), mencionan que la larva se alimenta de la medula haciendo galerías que van de unos cuantos cm hasta 48 cm y el diámetro puede ser de 1 a 2 cm dependiendo del tamaño del rebrote y la edad de la larva. La ubicación de los túneles en las plantas se presenta de preferencia en los brotes líderes del árbol o de las ramas, aunque puede haber ataques en los tallos suculentos que se encuentran hasta un metro de bajo de la punta del árbol o de la parte distal de las ramas. Como respuesta del árbol al ataque se tiene la conversión de brotes laterales en brotes líderes. A largo plazo los árboles infestados pueden mostrar efectos negativos proporcionales a la intensidad del daño; así, como en infestaciones severas hay una considerable reducción del crecimiento y una severa deformación del fuste. En cambio en infestaciones moderadas

a ligeras el árbol tolera el ataque sin mostrar reducciones en altura y daños en la conformación. En casos excepcionales se mencionan que los ataques muy intensos causaron la muerte de árboles pequeños.

En el caso de las yemas, los túneles pueden alcanzar los 20 cm de longitud. Dentro de los túneles que se encuentran en el centro de los brotes. La larva consume los tejidos y expulsa todos los materiales de desecho a través del orificio de entrada. Como consecuencia de ataques severos se tiene la muerte de los brotes, los cuales toman un color café grisáceo a café oscuro, casi negro; los brotes muertos caen y a partir del punto de ruptura se emiten los brotes adventicios que pueden ser numerosos. Por lo que en infestaciones severas estos brotes pueden ser atacados nuevamente. El barrenador infesta los brotes de árboles que van de 1 a 8 años de edad (Coronado y Non, 1988).

En árboles mayores los ataques se vuelven ocasionales y cuando llegan a ocurrir se presentan en las ramas o en los frutos, causando la caída prematura de los frutos. En los árboles jóvenes la infestación se inicia cuando los individuos tienen menos de 1 año ser plantados; por lo que la intensidad de la infestación va creciendo y a los dos años se puede presentar el ataque máximo. En los siguientes 3 a 4 años la infestación puede permanecer alta, aunque de menor magnitud que en la edad anterior. Ya que conforme los árboles crecen se va presentando mayor resistencia a nuevas infestaciones (Coronado y Noh, 1988).

Los insectos de *Hypsiphyla grandella* prefieren atacar brotes turgentes y succulentos que se encuentren de 1.5 a 7-8 m de altura de la planta, debido a

que las palomillas prefieren volar en dicho rango. Los árboles infestados pueden reaccionar emitiendo nuevos brotes a partir del límite inferior del túnel hecho por la larva; los cuales pueden ser rectos y muy cercanos al eje principal del fuste, si el árbol se encuentra en un sitio favorable. En cambio los árboles que crecen en sitios no adecuados responden lentamente y sus brotes están en una posición más alejada del eje principal del fuste, tardando en recuperarse (Cibrían *et al.*, 1995).

Gandara (1995), menciona que *Hypsiphyla grandella*, es el principal enemigo de *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*, ya que se introduce en la madera en estado de larva por la yema apical, comiéndose la médula (figura 6), hacia abajo del tallo, secándola y produciendo la bifurcación del tronco e incluso ocasionando su muerte. Para sobrevivir la planta desarrolla una nueva yema apical. Debido a este ataque inicial y otros posteriores no se desarrolla un fuste recto encontrándose troncos horquillados, debido a la gran frecuencia e intensidad de los ataques de *Hypsiphyla grandella*. No obstante, el barrenador solo vuela hasta alturas de 2 a 2.5 m por lo tanto es una plaga que afecta en los 2 a 3 primeros años de plantado el arbolito.

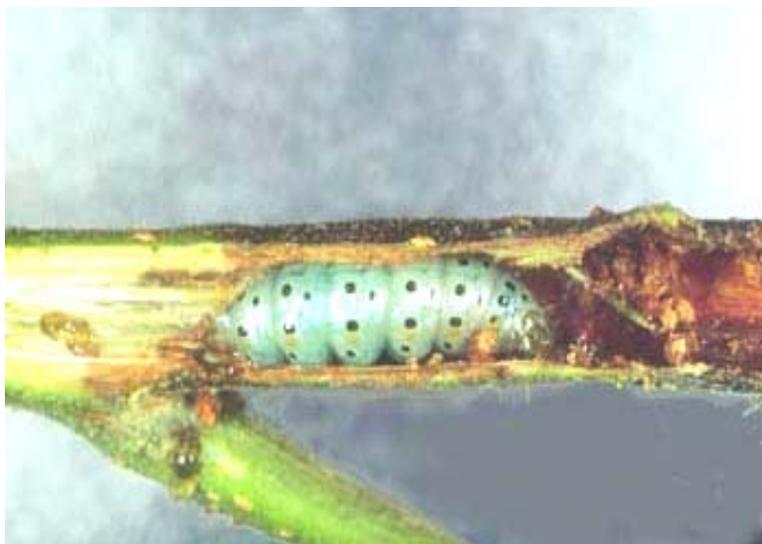


Figura 6. Rama de cedro rojo en la cual se presencia el ataque de la larva de *Hypsiphyla grandella* perforando y comiéndose la medula.

Detección

Coronado y Noh (1988), mencionan que en plantaciones de cedro rojo y caoba, es frecuente encontrar la plaga de *H. grandella*, la cual se observan en la yema terminal pequeñas heridas con la acumulación de partículas como tipo aserrín y exudación algo viscosa de color rojizas o café, brotes laterales bifurcaciones e hinchazones en los rebrotes jóvenes infestados. El indicador para diferenciar un ataque reciente de uno anterior es el color café claro y consistencia blanda que presentan los grumos recientes, a diferencia de los oscuros y secos de ataques anteriores (Arreola y Patiño, 1988).

Cuantificación de daños

El insecto al barrenar las yemas apicales, propicia el retraso del crecimiento y provoca la mala conformación del fuste. Ocurriendo el ataque en vivero y campo, reportándose hasta el 50% de pérdidas de plántulas (Arreola y Patiño, 1988).

Condiciones ecológicas y microclimáticas para su ataque

Coronado y Noh (1988), mencionan que después del primer año de edad de la plantación, los arbolitos pierden totalmente sus hojas durante la época seca (enero - abril). En (junio-agosto), en época de lluvias, es cuando la planta empieza a crecer sus renuevos, en este tiempo es cuando la plaga inicia su ataque una vez que los árboles comienzan su crecimiento. De esta manera las inspecciones y muestreo en campo deben realizarse periódicamente una vez que ha iniciado la temporada de calor, desde los meses de marzo o abril, para la detección temprana de la plaga. De esta manera se sabrá cuándo se debe de iniciar la aplicación para su control.

II.2 Distribución geográfica

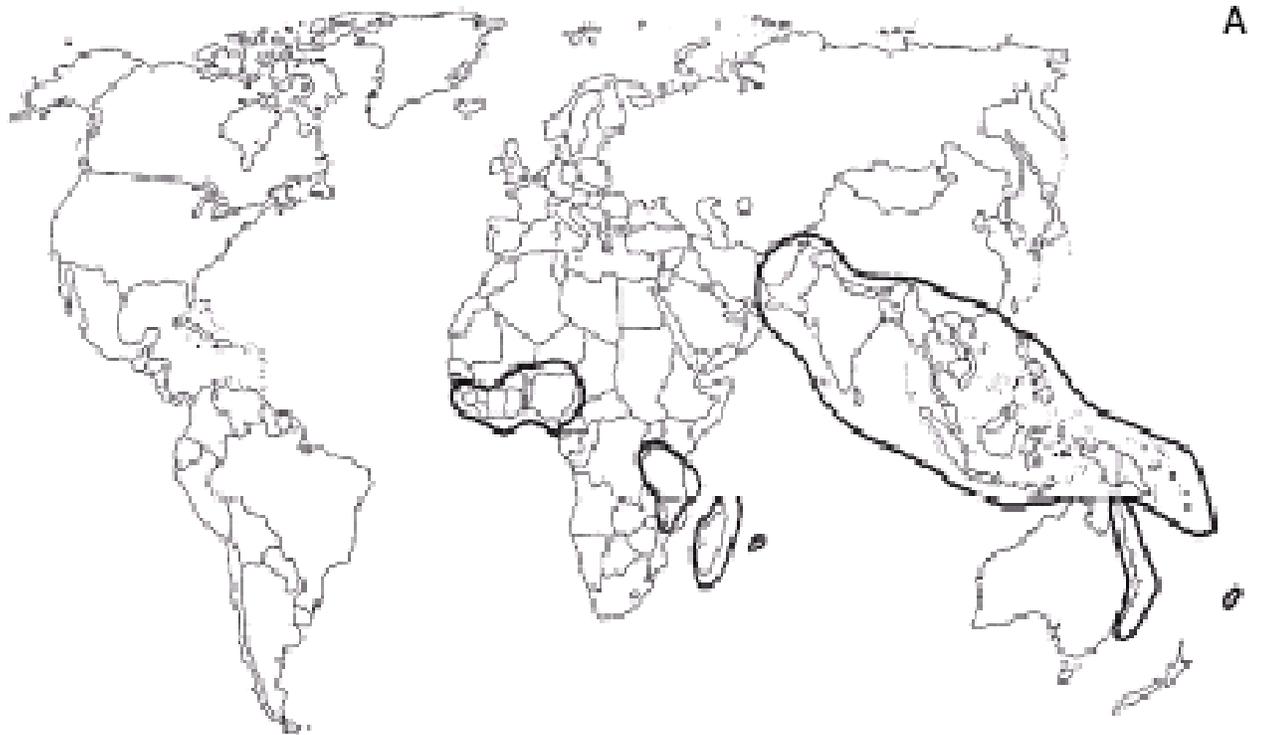
Nacional

Se distribuye en nuestro país desde Yucatán, Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, y Veracruz. *H. grandella*, se distribuye por casi todos los trópicos del mundo, al respecto en el estado de Quintana Roo y Campeche se le encuentra por toda la entidad principalmente en las selvas que han sido incendiadas y luego reforestadas con cedro y caoba (Coronado y Noh, 1988).

Mundial

Heinrich (1956), da a conocer la distribución de once especies del genero *Hypsiphyla* que se reconocen actualmente, del cuál ocurren cuatro en el continente Americano y siete en la región de África y Asia distribuyéndose en el oeste de África del oeste, el este de Asia y el Pacífico (figura 7). Refiriéndose a *Hypsiphyla grandella* (Zeller), se encuentra a través de Sudamérica central tropical, en el Caribe y en la extremidad meridional de la Florida (figura 7).

Los mismos autores mencionan que las especies restantes son menos conocidas y se restringen más en su distribución. Los que ocurren en Sudamérica tropical son: *Hypsiphyla grandella*, *H. dorsimaculata* (Schaus), *H. fluviatella* Schaus , *H. ferrealis* (Hampson), y los presentes en la región africana son: *H. albipartalis* (Hampson), *H. ereboneura* Meyr.



A



B

Figura 7. Distribución geográfica de *Hypsiphyla* (A) *H. robusta* y (B) *H. grandella*.

II.3 El manejo de *Hypsiphyla grandella* para su control

Considerando que el potencial que ofrecen las especies de caoba y cedro rojo no se han podido aprovechar, debido al ataque de la plaga *H. grandella* (Lepidoptera Pyralidae). Surge el proyecto del grupo de trabajo Interamericano sobre el control de *H. grandella*, radicado en el CATIE en el decenio de los setentas, así como entre otros proyectos desde los años ochentas (Cibrían *et al.*, 1995).

Sin embargo, aunque se debe reconocer que *H. grandella* es muy difícil de manejar, existen técnicas que ofrecen un potencial que amerita investigarse más a fondo, o validarse para su manejo sostenible, por eso se han probado varios métodos de control en dicha plaga, que a continuación se mencionan (Cibrían *et al.*, 1995).

Control químico

De los insecticidas sistémicos se demostró que el metomil, el monocrotofós y el carbufuran fueron los que lograron una protección completa durante 23 días en condiciones de invernadero y contra larvas de los primeros instares de *H. grandella*. En campo, la persistencia de los productos se redujo por la influencia del ambiente. El uso de insecticidas es recomendable para controlar al insecto en los viveros (Cibrían *et al.*, 1995).

FIRA (1997), mencionan que en plantaciones forestales comerciales de cedro rojo y caoba se recomienda aplicar Foley durante los primeros 4 años de la plantación de junio a octubre.

Coronado y Noh (1988), mencionan que mediante el uso de insecticidas como Dipterex al 1%, se controla la plaga, solo que sus aplicaciones son muy costosas.

Cuadro 3. Insecticidas recomendados para el control de *H. grandella*.

Producto	Dosis	Plaga
Decís	150 ml/100 L de agua	Barrenador
Ambush	25 ml/300 L de agua	Barrenador
Malathion 1000	200 ml /100 L de agua	Barrenador
Deltametrina	150 ml/100 L de agua	Barrenador
PHC™ Beretta™ Bioinsecticida org.	500 g/ha del producto	Barrenador en estado larvario.

Fuente: Hernández, 2000.

Cuadro 4. Productos usados en el control de *H. grandella* en cedro rojo y caoba.

Plaga	Plaguicida	Dosis
<i>Hypsiphyla grandella</i>	Furadan	350 ml/100 L agua
<i>Chrysobothris sp.</i>	Deltametrina	1 L/250 L agua

Fuente: SEMARNAP, 2000.

Se recomiendan inspecciones oculares en las plantaciones cada 15 días y más cercanos a la época en que se inicia el ataque, con el objetivo de detectar a dicha plaga, la cual es más agresiva en la época de lluvias, que en época de sequía, por lo que se deben de realizar las aplicaciones a cada 15 días durante junio a octubre y cada 30 días de octubre a diciembre. Esta plaga debe de controlarse desde el establecimiento de la plantación, hasta que la planta supere una altura de 2 a 3 m (Hernández, 2000). Sin embargo, el control y manejo de este insecto mediante el uso de insecticidas químicos, 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 nuevo tras emerger del huevo, el lavado causado por las lluvias, y los métodos de adaptación, lo cual hace imposible su control (Briceño, 1997; Hilje y Cornelius, 2001).

Control genético

La existencia de variación genética en el nivel poblacional también tiene aplicaciones inmediatas. En general, los productores forestales deberían de evitar la utilización de semilla obtenida de zonas ecológicas diferentes de la zona en que se establecerá la plantación de caoba o cedro, puesto que para varias especies tal práctica ha causado pérdidas en productividad importante y hasta catastrófica. Esto es muy importante con caobas y cedros que crecen naturalmente en ambas vertientes de América central pues las características genéticas de las poblaciones del pacífico y el atlántico son muy diferentes (Hilje y Cornelius, 2001).

Newton *et al.*, (1993a), realizaron un extenso análisis en la utilización de variación genética del género *Swietenia* para la mejora genética. Señalan los autores que sólo se han establecido pocos ensayos de progenies con especies de *Swietenia*, aunque tales ensayos, que deberían constituir la base de muchos programas de mejora genética, se han establecido con otras muchas especies tropicales.

Newton *et al.*, (1993b), mencionan que la falta de estos ensayos con especies de caoba refleja probablemente las dificultades inherentes al establecimiento de plantaciones con especies de *Swietenia* y *Cedrela* debido al ataque del perforador de la yema apical por (*Hypsiphyla grandella* Zéller).

Newton *et al.*, (1995), realizaron un estudio para determinar la variación genética en la dominancia apical de *Cedrela odorata*. Los resultados indicaron la posibilidad de selección de genotipos de *C. odorata* con dominancia apical que podría dar lugar a una mayor tolerancia a los ataques de insectos.

Newton *et al.*, (1994), proponen una estrategia para domesticar las caobas, basada en la selección en favor de su resistencia como parte de un programa de mejora genética, propagación vegetativa de cultivos invitro (figura 8), del material seleccionado y la utilización del material con sistemas silvícola apropiados para un mejor control de *Hypsiphyla grandella*.



Figura 8. Micropropagación de caoba con la finalidad de establecer diferentes ecotipos, resistentes al ataque de *Hypsiphyla grandella*.

Watt *et al.*, (1996), recientemente, dieron a conocer la existencia de varias formas de resistencia que poseen las Meliáceas a la plaga *Hypsiphyla grandella*, con referencia especial a las investigaciones realizadas en Costa Rica en *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*. Esta investigación demostró la existencia que hay en estas especies en cuanto a la resistencia genética al barrenador de los brotes. El origen de la resistencia parece ser principalmente la tolerancia, pero también parecen desempeñar cierto papel la no preferencia y la antibiosis. Estos autores llegaron a la conclusión de que el manejo de *Hypsiphyla* debe de implicar el uso de material resistente en plantaciones por medio de sistemas silvícolas que favorecerán el control biológico natural y reducirán al mínimo la abundancia e impacto que causa dicha plaga en los brotes de dichas plantas.

Gripma (1976), señala que se podría lograr esta resistencia mediante tres mecanismos: "no preferencia" "antibiosis" y "tolerancia". Se ha comprobado que algunas especies de caoba son menos susceptibles que otras al ataque de *Hypsiphyla*; por ejemplo, Whitmore e Hinojosa (1977) señalan que en Puerto Rico *S. mahagoni* es menos atacada por la plaga que la *S. macrophylla* y el híbrido *S. Mahagoni*, presenta una situación intermedia de susceptibilidad en comparación con las especies antes mencionadas.

Orellana (1997), realizó un estudio, el cual fue dirigido a analizar la variación en resistencia y capacidad de recuperación al nivel de procedencias, familias y clones de *Cedrela odorata*, al ataque del barrenador de los brotes (*Hypsiphyla grandella*) en dos sitios de la región Atlántica de Costa Rica. Mediante registros mensuales se evaluaron 10 procedencias y 41 familias de cedro establecidas mediante un ensayo de bloques completos al azar, y parcelas de tres árboles por familia. De las procedencias evaluadas, nueve son de Costa Rica y una de Venezuela. En el caso del ensayo de clones, se evaluó un total de 18 clones y tres procedencias, con un diseño de bloques completos al azar, considerando parcelas de árboles individuales. Dos procedencias de estos clones son originarias de Costa Rica y una de Trinidad y Tobago. Ambos ensayos fueron establecidos con el apoyo de DFID (anteriormente ODA) a través del Proyecto del CATIE-ITE. En lo cual se determinó la existencia de variación en resistencia al ataque del barrenador, tanto al nivel de procedencias y familias. En San Carlos, Alajuela, como al nivel de clones en Turrialba, Cartago. Las procedencias y familias de la zona del

Pacífico presentaron mayor resistencia al ataque de *H. grandella* que aquellas de la zona húmeda del Atlántico; sin embargo, estas últimas mostraron mejor crecimiento. En relación con la capacidad de recuperación en ambos ensayos no se encontraron diferencias. En estos, solamente un 10% de los árboles presentó una recuperación considerada como deseable, caracterizada por la producción de un brote dominante, que sustituyó al original y continuó el crecimiento normal del árbol. El 90% restante mostró un nivel alto de proliferación del brote como respuesta al ataque, o bien no se recuperaron.

Sheila y Ariel (1964), realizaron un estudio sobre 20 procedencias de caoba en Puerto Rico: en componentes ambientales y variación genética en tasas de crecimiento, tamaño, sobrevivencia, y el ataque del barrenador de la yema, el análisis de los componentes de variación fue aplicado en un estudio de las especies de caoba que se inició en 1964, con semillas de árboles de 20 procedencias diferentes de caoba, que fueron cosechadas en México, América Central, y el Caribe. Las plántulas de estas procedencias fueron sembradas en Puerto Rico y las Islas Vírgenes de los E. U. A., en ambientes de bosques mojados a secos. Se evaluaron las contribuciones relativas de influencias ambientales y genéticas a la variación fenotípica total en las tasas de crecimiento, las medidas del tamaño, la edad de sobrevivencia, y el ataque del barrenador de la yema. Los resultados concluyen lo siguiente. 1) que después de 14 años, en las características de las tasas de crecimiento y de las medidas del tamaño para *S. macrophylla*, los efectos ambientales en la escala grande fueron de 40.5% por termino medio en toda la variación fenotípica. Los efectos

ambientales en la escala pequeña fueron de 40.8%. La variación genética y genética en el ambiente entre procedencias fueron de 13.3%. La variación genética y genética en el ambiente dentro de procedencias fue de 3.1%. Las fuentes misceláneas fueron de 2.1% en toda la variación fenotípica. 2) En la edad de sobrevivencia en *S. macrophylla*, los efectos ambientales en la escala grande fueron de 12.7% en toda la variación fenotípica. Los efectos ambientales en la escala pequeña fueron de 75.5%. La variación genética y genética por el ambiente entre procedencias fueron de 4.8%. La variación genética y genética por el ambiente dentro de procedencias fueron de 1.4%. Las fuentes misceláneas fueron de 6.7% de toda la variación fenotípica. 3) En la suma de los ataques del insecto el barrenador de la yema en los primeros 5 años, los efectos ambientales en la escala grande fueron de 68.8% de toda la variación fenotípica. Los efectos ambientales en la escala pequeña fueron de 26.7%. Todas las otras fuentes fueron de 4.6 % de la variación fenotípica total. 4) En la especie *S. humilis*, el patrón de influencias fue diferente. Los efectos genéticos y efectos genéticos por el ambiente fueron más grandes para características de tamaño y tasa de crecimiento que en *S. macrophylla*. En los aspectos de la edad de sobrevivencia y el ataque del barrenador de la yema, los efectos ambientales totales fueron mas grandes. Estos resultados indican que la estrategia para mejorar el funcionamiento general de los árboles debe depender de la especie en particular y las características bajo su consideración.

Silva (1980), menciona que en Colombia para contrarrestar el ataque de *Hypsiphyla grandella*, la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal CONIF, realizó en Tumaco, Bajo Calima y Apartado en la década de los ochenta una serie de investigaciones para determinar si al introducir genotipos de la especie de varios países centroamericanos y mezclar el cedro rojo nativo con flor morado (*Tabebuia roseae*) y nogal cafetero (*Cordia alliodora*), la especie presentaba resistencia al ataque. Los ensayos no arrojaron diferencia estadística significativa o respuesta positiva, siendo igual el ataque, no encontrándose solución hasta el momento.

Control biológico

El control biológico es la mejor alternativa para el manejo de plagas forestales, utilizando organismos benéficos que no contaminan el ambiente, no es nocivo para la salud humana, ni animales y es más económico que otros métodos de control

(Hernández, 2000).

Consiste en la utilización de los enemigos naturales de *H. grandella* (parasitoides, depredadores y entomopatógenos), para que regulen sus poblaciones. Hasta ahora se han identificado al menos 11 especies de parasitoides, incluyendo avispitas y moscas, así como depredadores (avispa grande, chinches y arañas) los cuales atacan los huevos y larvas de dicha plaga. Por su parte los entomopatógenos han probado a través de virus, bacterias, hongos y nematodos y concluyendo que estos le causan enfermedad a la plaga y los matan (Hilje y Cornelius, 2001).

Los parasitoides y parásitos de *H. grandella*, han logrado parasitar a más del 40% de larvas; sin embargo, en ninguno de ellos se ha logrado su cría masiva para su posterior liberación (Cibrián *et al.*, 1995).

Macias *et al.*, (2003), mencionan de acuerdo a los trabajos realizados en los cafetales mesoamericanos, que es frecuente encontrar árboles de caoba (*Swietenia* spp.) o cedro (*Cedrela* spp.), atacados por el barrenador *Hypsiphyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae). Una opción para su control biológico serán algunas especies de hormigas depredadoras comunes en los cultivos de café. Así; en Turrialba, Costa Rica, se inventariaron las especies presentes en dichos arbustos y en árboles de cedro (*Cedrela odorata*). Se capturaron seis especies, de las cuales cinco aparecieron tanto en el café como el cedro. Las especies dominantes fueron *Solenopsis geminata* y *P. radoszkowskii*, que juntas representaron el 88% de los individuos, y resultaron más abundantes en el café que en el cedro. Además, mediante pruebas de selección en el laboratorio y el invernadero, se determinaron el potencial de depredación de *S. geminata*, *Pheidole radoszkowskii* y *Crematogaster* spp. Sobre varios estadios de *H. grandella*. En el laboratorio, las tres especies causaron depredación en al menos un estadio de *H. grandella*, a veces con niveles de hasta 100%.

INIFAP, SAGAR (1997), mencionan que el hongo *Beauveria bassiana* infecta a las larvas del barrenador de brotes de (*Hypsiphyla grandella*) por contacto de las esporas, las cuales germinan y penetran el cuerpo de la larva

reduciendo su actividad y provocándoles la muerte. Esto sucede alrededor de los dos o tres días después de la aplicación, posteriormente las larvas cambian de color blanquecino y de aspecto turgente, a color café claro. Cuando esto ocurre, la larva está muerta y momificada por el hongo, el cual produce nuevamente conidios (esporas) que afloran por todo el cuerpo de la larva. En el campo, cuando hay suficiente humedad en el ambiente, el hongo crece y aparece en los brotes dañados con un aspecto algodonoso, y de esta manera con el viento las esporas se dispersan para encontrar un nuevo huésped.

Preparación y aplicación de *B. bassiana*

Indudablemente el éxito del control biológico depende de manera directa de la preparación y aplicación correcta del mismo. A continuación se describe el método de preparación de la suspensión que contiene el hongo, considerando que se utiliza arroz como sustrato.

1. En tres litros de agua que no contengan cloro, se mezclan 250 gr. del hongo en sustrato de arroz, más de 30 ml. punto de adherente libre de fenoles.

2. Una vez preparada la mezcla, se cuela y se vacía el material biológico en un recipiente que contenga 50 L. de agua limpia. La cantidad de conidias a emplear va de acuerdo al número y tamaño de las plantas; Sin embargo para cuatro aplicaciones durante la época húmeda, generalmente se emplean alrededor de 1 kg del hongo en sustrato de arroz, que equivale aproximadamente a 100 gr. De conidias / ha.

3. La suspensión resultante de la mezcla, se vacía a una bomba aspersora que no haya sido usada con fungicidas y se aplica directamente a los brotes y follaje de cada árbol.

La dosis recomendada de *B. bassiana* para el control de la larva de *H. grandella*, es de 50 g/ha en 50 litros de agua (INIFAP, 1997).

INIFAP, SAGAR (1997), dan a conocer que la bacteria *Bacillus thuringiensis*, ataca a las larvas de *H grandella* por ingestión, es decir, cuando la larva empieza a alimentarse de los brotes donde se aplicó la bacteria. Los cristales o proteínas de la bacteria, son los que actúan en las larvas provocándoles parálisis y diarrea hasta causarles la muerte, esto ocurre entre el segundo y cuarto día después de la aplicación. Las larvas al ingerir la bacteria presentan un color café cremoso que cubre al cuerpo de la víctima, posteriormente se torna color lechoso y café cuando ya esta muerta. En esta

etapa la larva entra en descomposición de sus tejidos hasta llegar a la desintegración total del cuerpo.

Uso de *Bacillus thuringiensis*

La bacteria *Bacillus thuringiensis* infecta a las larvas del barrenador por ingestión. Se recomiendan aplicaciones mensuales usando ambos insecticidas, tienen un efecto importante sobre la plaga del cedro, reduciendo el efecto de la misma entre un 70 y 90 % (INIFAP, 1997).

La dosis recomendada de *Bacillus thuringiensis* para el control de la larva de *H. grandella* es de 5.9 g/ ha (Hernández, 2000).

Orozco (1989), con el propósito de evaluar el parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley sobre los huevecillos de *Hypsiphyla grandella*, realizó un trabajo durante el primer semestre de 1989, en una plantación de 50 hectáreas bajo dosel protector de cedro rojo *Cedrela odorata* y caoba (*Swietenia macrophylla*) con edades

aproximadas de 2,3 y 4 años localizadas en el área forestal del CETROCAF municipio de Macuspana, Tabasco. En lo cual durante ese periodo, se llevaron a cabo 5 liberaciones de avispidas efectuándose cada una de ellas a intervalos de 15 días aproximadamente, liberándose 1,600,000 individuos por evento; el material se distribuyó en una proporción estimada de 32,000 avispidas por

hectárea. Realizándose dos muestreos que consistió en la colecta de los huevecillos de *Hypsiphyla grandella* que se encontraban adheridos al tallo de los arbolitos inspeccionados. De manera que los huevecillos colectados se depositaron en cajas de petri, para confirmar la emergencia del parásito. Realizándose el primer muestreo a los 4 días después de la 3era liberación, observándose 400 arbolitos en la cual se encontró un solo huevecillo parasitado, así como 3 larvas del tercero al quinto instar larval y dos pupas vivas. El segundo muestreo se realizo a los tres días después de la quinta liberación, inspeccionándose 543 arbolitos, donde se colectaron un total de 20 huevecillos de los cuales 13 resultaron parasitados y 7 no parasitados, sin embargo en las cajas de petri solo emergieron dos avispidas del total de huevecillos parasitados. Y de acuerdo a los resultados preliminares de este ensayo arrojan datos alentadores del parasitismo de *Trichogramma pretiosum* (figura 9), sobre los huevecillos de *H. grandella*, por lo que el autor propone continuar con el trabajo.



Figura 9. Hembra de la avispidita *Trichogramma pretiosum* buscando larvas de *H. grandella* para parasitarlas

Sánchez y Velásquez (1998), realizaron una evaluación de dos insecticidas biológicos en el control de *Hypsiphyla grandella* (Zeller) por medio de *Beauveria bassiana* y la bacteria *Bacillus thuringiensis* sobre la plaga *Hypsiphyla grandella*, en una plantación de cedro rojo de 10 meses, establecida en el Campo Experimental El Palmar, Tezonapa, Ver. Se probaron 3 frecuencias de aplicación de los patógenos y un testigo en dos experimentos. Para *B. bassiana*, BB0: Testigo; BB1: aplicación cada mes; BB3: aplicación cada 3 meses y BB6: aplicación cada 6 meses. De igual manera, para *B. thuringiensis*: BT0: Testigo, BT1 aplicación cada mes; BT3: aplicación cada 3 meses y BT6: aplicación cada seis meses. Con BB1 y BB3 se logró un porcentaje de mortandad de larvas de 71%, mientras que con BT1 y BT3 se logró el 91% y 67%, respectivamente. El número de daños causados por la plaga se redujo en 75% con BB1 y 74% con BT1. Se detectaron diferencias en el crecimiento de los árboles tratados, pero los factores como variación genética y medioambiental tuvieron una mayor influencia.

Mancebo *et al.*, (2000a), estudiaron en el laboratorio el efecto fagodisuasivo causado por tres extractos vegetales sobre la larva de *H. grandella*: madera y follaje de hombre grande (*Quassia amara*, Simaroubaceae) y follaje de ruda (*Ruta graveolens*, Rutaceae). Se realizaron bioanálisis en los que se expusieron larvas del tercer instar sobre discos foliares de cedro (*Cedrela odorata*) impregnados con concentraciones crecientes (0.1, 0.136, 1.0, 3.162 y 10%) de cada extracto. También se registró el porcentaje del área foliar del

disco consumida y el número de larvas muertas cada 24 horas. Posteriormente, los tres extractos se evaluaron en el invernadero, a una concentración de 10%, colocando tres larvas del primer instar de *H. grandella* en brotes terminales de cedro tratados con cada extracto; en lo se registró el número de perforaciones y de montículos en cada arbolito. Los bioanálisis revelaron fagodisuasión causada por los tres extractos; fue mayor con la madera de hombre grande. Esta se confirmó en el invernadero, pero no la de extractos de follaje de hombre grande y de ruda.

Mancebo *et al.*, (2000b), realizaron el efecto de extractos vegetales sobre la alimentación y sobrevivencia de las larvas de *H.grandella*. Los experimentos se realizaron en el CATIE, en Turrialba, Costa Rica. Para el tamizado general de sustancias se utilizó una cámara bioclimática (Percival I-35L), a 22°C, 80-90% HR y fotoperíodo de 12:12 (L:O), mientras que el experimento de invernadero se realizó a 18,5°C y 45°C (mínima y máxima) y 42%-98% HR. En el tamizado general se evaluó la actividad de los siguientes 29 extractos de origen vegetal, incluyendo extractos crudos y productos comerciales. La abreviatura de cada extracto aparece entre paréntesis.

1. Follaje de ruda (*Ruta graveolens*, Rutaceae)
2. Follaje de menta (*Satureja obovata*, Lamiaceae)
3. Follaje de sorosí (*Momordica charantia*, Cucurbitaceae)
4. Follaje de culantro de castilla (*Coriandrum sativum*, Apiaceae)

5. Follaje de culantro coyote (*Eryngium foetidum*, Apiaceae)
6. Follaje de madero negro (*Gliricidia sepium*, Leguminosae)
7. Follaje de apazote (*Chenopodium ambrosioides*, Chenopodiaceae)
8. Follaje de zacate limón (*Cymbopogon citratus*, Poaceae)
9. Follaje de eucalipto (*Eucalyptus deglupta*, Myrtaceae)
10. Follaje de gabilana (*Neurolaena lobata*, Asteraceae)
11. Follaje de orégano (*Lippia graveolens*, Lamiaceae)
12. Fruto de chile picante (*Capsicum frutescens*, Solanaceae)
13. Botones florales de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*, Myrtaceae)
14. Madera de hombre grande (*Quassia amara*, Simaroubaceae)
15. Aceite esencial follaje chile muelo (*Drymis granadensis*, Winteraceae)
16. Bulbo de ajo (*Allium sativum*, Alliaceae)
17. Nim 80 (*Azadirachta indica*, Meliaceae)
18. Bio-Nim (*A. indica*, Meliaceae)
19. Margosán (*A. indica*, Meliaceae)
20. Azatín (*A. indica*, Meliaceae)
21. Extracto crudo de nim (*A. indica*, Meliaceae)
22. Follaje de flor de muerto (*Tagetes* sp., Asteraceae)
23. Liqufruta BP. (Jarabe de aceite natural de ajo)
24. Eugenol U.S.P. (Guayacolato de glicerilo)
25. Follaje de hombre grande (*Q. amara*, Simaroubaceae)
26. Nim 20 (*A. indica*, Meliaceae)
27. Fruto de tacaco cimarrón (*Sechium pittieri*, Cucurbitaceae)

28. Biomel (Aceites vegetales y extractos de plantas)

29. Detur (Aceite de semilla de jojoba)

La preparación se realizó en el Centro de Investigaciones en Productos Naturales (CIPRONA), de la Universidad de Costa Rica. Para los extractos vegetales crudos. Las muestras del material vegetal pertinente se secaron en un horno de convección (Mem Mert ®), a 40°C. Una muestra de 100 g del tejido seleccionado y molido se maceró en metanol al 70% por 24 h, a temperatura ambiente. Los extractos se mezclaron y concentraron al vacío, en un baño de agua a 40°C,. Los adultos de *H. grandella* se tomaron de colonias criadas rutinariamente, utilizando follaje de cedro (*Cedrela odorata*) y una dieta artificial. Por razones operativas, los 29 extractos citados previamente se evaluaron en tres experimentos, realizados en fechas diferentes. Todos los extractos se evaluaron a una concentración del 10%, con excepción de los extractos de *Q. amara*, no hubo diferencias entre las medias de los tratamientos. Los menores porcentajes de consumo correspondieron a los dos tratamientos de madera de *Q. amara*. Estos no difirieron entre sí, y tampoco difirieron de los tratamientos de ruda, madero negro, zacate limón, sorosí ni orégano (Cuadro 5). El extracto de *Q. amara*+agua tampoco difirió de los tratamientos de culantro de castilla y chile picante, mientras que la ruda solo difirió de los tratamientos de epazote, chile muelo y del agente tensoactivo, que fueron los tres tratamientos con mayor valor de consumo.

Cuadro 5. Número total de larvas de tercer instar de *H. grandella* muertas

con los diferentes extractos vegetales, en tres experimentos.

Tratamiento	N	Mortalidad	
		No.	%
Experimento I			
Agua	16	1 a	6,25
<i>A. tensoactivo</i>	8	1 a	12,50
Apazote	8	1 a	12,50
Madero negro	8	1 a	12,50
Culantro Castilla	8	1 a	12,50
Ajo	8	3 ab	37,50
Menta	8	1 a	12,50
Zacate limón	8	2 ab	25,00
Eucalipto	8	1 a	12,50
Clavo	8	3 ab	37,50
Sorosí	8	4 ab	50,00
Orégano	8	3 ab	37,50
Chile picante	8	1 a	12,50
Ruda	8	4 ab	50,00
Culantro coyote	8	1 a	12,50
Chile muelo	8	0 a	0,0
Gavillana	8	2 ab	25,00
<i>Quassia</i> madera	8	4 ab	50,00
<i>Quassia</i> madera +agua	8	7 b	87,50
Experimento II			
Agua	16	2 ab	12,50
<i>A. tensoactivo</i>	8	1 a	12,50
Nim 80	8	6 bcd	75,00
Bio-Nim	8	7 cd	87,50
Margosán	8	6 bcd	75,00
Azatín	8	7 cd	87,50
Nim-E	8	5 abcd	62,50
Tagetese	8	2 bcd	25,00
Liqufruta	8	2 abc	25,00
Eugenol	8	8 d	100,00
Experimento III			
Agua	16	1 ab	6,25
<i>A. tensoactivo</i>	8	2 ab	25,00
Metanol	8	1 ab	12,50
Nim 20	8	8 d	100,00
<i>Quassia</i> follaje	8	4 bc	50,00
Tacaco	8	7 cd	87,50
Biomet	8	0 a	0,00
Detur	8	0 a	0,00

Para la última evaluación, que fue realizada a los 16 días de aplicados los extractos, hubo grandes diferencias con respecto al daño provocado por la larva de *H. grandella*. Los menores daños se presentaron en los tratamientos con Azatín y el extracto de madera de Quassia, en los cuales apenas una planta fue atacada; ellos no difirieron entre sí, pero sí de los demás tratamientos (Cuadro 6). Aunque la ruda no difirió de ellos, tampoco lo hizo de los demás tratamientos. Los daños en las plantas tratadas con Azatín y madera de Quassia fueron atípicos, pues no se presentaron en el brote terminal, sino en la axila de una de las "ramas" inferiores y fueron muy pequeños; con el Azatín, el montículo se debió a un daño tardío, pues apareció hasta una semana después de las aplicaciones.

Cuadro 6. Proporción de plantas de cedro dañadas por larvas de primer instar de *H. grandella* tratadas con diferentes extractos vegetales, a los 16 días de las aplicaciones en el invernadero.

Tratamiento	N	X ± E.E.
Agua	10	0,80 ± 0,42 a
<i>A. tensoactivo</i>	10	0,90 ± 0,32 a
<i>Quassia</i> madera	10	0,10 ± 0,32 b
<i>Quassia</i> follaje	10	0,90 ± 0,32 a
Azatín	10	0,10 ± 0,32 b
Nim 80	10	0,80 ± 0,42 a
Ruda	10	0,50 ± 0,53 ab
Tacaco cimarrón	10	0,70 ± 0,48 a

La presencia de sustancias tóxicas sobre *H. grandella* podría representar una fuente valiosa de insecticidas con nuevos modos de acción, ya

sea con el producto natural o mediante la síntesis y producción de moléculas análogas, como sucede con otros plaguicidas.

Cuadro 7. Comparación de costos entre el control biológico y el control químico para controlar la plaga de *H. grandella* en plantaciones de cedro y caoba

Método de control	Costo aproximado/ha /año
Químico	\$721.00 a 1,461.60
Biológico	\$185.76

Fuente: Hernández, 2000.

Se consideran 4 aplicaciones al año, durante la época húmeda.

El control biológico resulta ser de 4 a 8 veces mas económico que el control químico

(Hernández, 2000).

Control silvícola

Calidad del sitio de plantación

Aunque las caobas y cedros pueden crecer, sobrevivir y reproducirse en sitios de baja calidad, esto no significa que tales sitios sean adecuados para su producción comercial. Por el contrario, debido al gran valor de estas maderas, los árboles deberían plantarse en sitios de alta calidad. Así misma, esta es una consideración crítica para el manejo. *H. grandella* dado que hay evidencias de los árboles de mayor crecimiento, compensan mejor el ataque, rebrotando más rápido y con menos rebrotes. Además, puesto que los ataques del insecto, se

presentan como episodios, los árboles de mayor rapidez en su crecimiento tendrían mayor oportunidad de mostrar, intactas, secciones del tallo relativamente largas. Aunque se desconocen los requerimientos del sitio detallados para las caobas y los cedros, los sitios con suelos someros, muy ácidos y drenaje deficiente deben evitarse. Es preferible plantar en terrenos con pendientes moderadas o planas y suelos de texturas intermedias. En regiones más secas, los suelos arenosos deberían evitarse, especialmente para la caoba. Además, pareciera que en los suelos con altos niveles de calcio la incidencia del ataque de *H. grandella* es menor. En todo caso, no tiene sentido seleccionar sitios de excelente calidad sino se mantiene adecuadamente la plantación en los primeros años (Coronado y Noh, 1988).

Uso de sombra lateral

Hay evidencia de que la presencia de sombra lateral reduce el daño de la plaga, debido a que estimula el crecimiento vertical y la auto-poda. Así, los árboles crecen más rápidamente en altura y, de ser atacados, tienden a responder con un solo rebrote. Para lograr la sombra lateral deseada se puede recurrir a tres opciones: a) la mezcla con otras especies arbóreas, las cuales deben crecer muy rápido y poseer copas densas y más o menos perennes (por Ej. *Casia siamea* y *Eucalyptus spp.*), para generar suficiente sombra en su periodo crítico; b) la plantación de caoba o cedro en hileras, pero dentro de áreas de crecimiento secundarios joven (tacotales); y c) la eliminación de las malezas en las plantaciones en carriles a lo largo de la línea de plantación

dejando una hilera con malezas en el centro, para permitirle desarrollo rápido de barreras naturales entre las hileras de árboles (Coronado y Noh, 1988).

Las podas

Aunque las podas no son un método preventivo, son eficaces para atenuar el efecto del ataque de *H. grandella*. Hay dos tipos de ella, en árboles con ataques recientes y frescos se pueden aplicar una poda sanitaria de modo que el brote principal se corta en un punto localizado inmediatamente de bajo de donde termina el daño. Así se elimina la infestación en el árbol y queda un corte impecable, el cual cicatrizará bien y permitirá el brote de una nueva yema apical (Coronado y Noh, 1988).

Coronado y Noh, (1988), dan a conocer que en el caso de árboles con daño mas viejo, que ya han respondido emitiendo dos o más brotes competidores, se debe efectuar una poda para dejar solamente un brote, pero el corte se hace una vez que este se haya lignificado suficiente, para reducir si la probabilidad de reincidencia del ataque en la sección del brote ya producido. Los mismos autores mencionan que para el control (*Hypsiphyla grandella*) varios investigadores del CATIE han demostrado su funcionalidad, pero se sigue evaluando su viabilidad económica. Por lo que se pueden efectuar podas sanitarias (figura 10), en árboles con ataques recientes, para eliminar mecánicamente la infestación y dejar un corte impecable, que cicatrice

fácilmente y permita la brotación rápida. Además, puede haber podas de formación, las cuales se aplican a árboles con daño más severo, con bifurcaciones, para seleccionar el mejor brote. Por lo que se ha recomendado en el manejo silvícola el control de la plaga, por medio de las podas. En el cual se deben de podar las ramas laterales atacadas, de esa forma cicatrizando las heridas provocadas en los brotes.



Figura 10. (Izquierda) planta de caoba atacada, antes de la poda sanitaria. La flecha indica el lugar donde se aplicará ésta y (derecha) después de la poda sanitaria.

Sosa (1997), en Calakmul el ha realizado un programa agroforestal desde 1991. El ICRAF en colaboración con el proyecto Bosque Modelo realizó una evaluación del crecimiento de cedro y caoba en parcelas establecidas en 1991 y 1992, escogiendo 50 parcelas de 11 ejidos. En la cual se encontró que la caoba logra su mayor crecimiento en suelos vertisoles (yaaxhom), mientras que el cedro crece mejor en suelos tipo arcilloso. Se sugiere, de acuerdo a los datos, que la caoba crece mejor cuando esta mezclada con el cedro,

posiblemente debido a que esta última especie es más susceptible al ataque del barrenador *Hypsiphyla grandella*. También algunos datos sugieren que el cedro rojo crece mejor cuando hay un manejo intensivo al inicio de la plantación pero no continuo, esto puede deberse a que si se deja crecer la vegetación natural se protege mas del ataque del *Hypsiphyla grandella*.

Manejo integrado

Coronado (1989), realizo un sistema agroforestal en Quintana Roo como método de prevención y control en el barrenador de las meliáceas *H. grandella*, en el cual se ha observado ataques a árboles que crecen aislados en la selva de un 8-9% y hasta 90% en plantaciones homogéneas de caoba y cedro. El D.D.R.I. 01 de Chetumal, Q. Roo, ha establecido 4 parcelas agroforestales con productores (ejidatarios) de 1.4 y 5 hectáreas respectivamente. Los datos obtenidos de los monitoreos durante un año en la parcela de 4 hectáreas son las siguientes: es un terreno de acahual, (dos años) que se preparo y se sembró con maíz y picante, simultáneamente con especies forestales comerciales como *Swietenia macrophylla* (caoba) y *Cedrela odorata* (cedro rojo) y como tutoras la *Tabebuia rosea* (maculis), *Gmelina arborea* (melina) *Simaruba glauca* (negrito) y *Casuarina equisetifolia* (casuarina). Así como 9 especies vegetales, 4 de condimenticias y 3 de forrajeras, con una densidad de 500 plantas/ha; distribuidas en áreas de 3

metros por 100 metros, espaciadas a cada 20 metros (5 áreas/ha), se trabajo con tres especies por área, una comercial y dos tutoras (de protección), el espaciamiento entre planta y planta fue de 3 m y 1.5 m entre hileras, quedando la caoba alternada en hilera de cada 6 m y en zig-zag en el área, ya que el área lleva 3 hileras siendo la central solo de especie tutora, la plantación es de tres bolillo; se obtuvo un 99% de sobrevivencia, 90 cm de crecimiento en promedio, 8.3 % de ataque de *H. grandella* /ha. El éxito de esta parcela agroforestal en muchos casos se debe al interés del propio ejidatario por el mantenimiento que le da y de tener cultivos agrícolas y forestales al mismo tiempo, es decir obtener beneficios a corto, mediano y largo plazo. Esto es solo un inicio de las investigaciones y experimentos que se pueden realizar para el control de la plaga *H. grandella* en los trópicos.

Orellana (1997), menciona que las especies de la familia Meliáceas no debe establecerse en plantaciones puras, sino en combinación con otras especies de crecimiento más rápido (*Leucaena leucocephala*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Tectona grandis*, *Samanea saman*), para reducir el ataque del barrenador de los brotes (*Hypsiphyla grandella*) y dar sombra a las plantas jóvenes, ya que la necesitan en la primera etapa de su crecimiento. Se debe evitar la combinación con eucalipto, especie de crecimiento rápido, para no propiciar que las plantas queden oprimidas. Ya que el cedro y la caoba es sumamente apetecido por el barrenador de yemas, es recomendable plantar en mezcla con otras especies unas 10 a 15 plantas por hectárea.

Hilje (2001), da a conocer algunas recomendaciones que se deben de tener en las plantaciones de cedro rojo y caoba:

1. Debe reconocerse que la primera línea de defensa contra esta plaga consiste en el empleo de métodos basados en las defensas intrínsecas de los árboles individuales.

2. En el campo, es necesaria la creación de un silvosistema robusto, mediante la combinación de varias prácticas silviculturales, como la calidad del sitio de siembra; el aporte de sombra lateral; y la diversificación con plantas silvestres. Puesto que se sabe que la presencia de sombra lateral promueve un rápido crecimiento vertical lo que permitiría superar rápidamente el período crítico de la planta.

3. Adicionalmente, es preciso diseñar un sistema de predicción del riesgo, para aplicar medidas supresivas antes de que se presenten los picos poblacionales. Esto se podría lograr mediante el método grados-día (cantidad de temperatura acumulada, necesaria para que la población del insecto exprese ciertos fenómenos, a partir de una fecha predefinida).

4. Una opción importante es abatir la población de la plaga precozmente, desde el establecimiento mismo de la plantación, mediante la captura intensiva de machos con trampas de feromonas. Esto permitiría abortar el foco inicial de la plaga, que normalmente está constituido por pocos individuos adultos, evitando que la plaga se establezca y propague.

5. Finalmente, si las opciones anteriores no fueran totalmente eficaces, habría la posibilidad de concentrar las medidas de manejo durante el período crítico (cuando el impacto del ataque es más perjudicial económicamente), lo cual por lo general corresponde a los primeros tres años de una plantación, hasta que los árboles alcancen unos 6 m de altura.

Control etológico

Se refiere a los efectos de factores que alteran el comportamiento de *H. grandella*, incluyendo sustancias atrayentes, así como repelentes y disuasivas (Coronado y Noh, 1988).

Uso de feromonas

Actualmente se trabaja en el aislamiento y síntesis de la feromona sexual de la hembra, la cual atrae a los machos. De lograrse esto, podría colocarse en trampas y usarse como herramienta de monitoreo para aplicar medidas de combate en momentos

críticos, los cuales podrían predecirse utilizando los requerimientos térmicos de *H. grandella*. Sea ha determinado preliminarmente que se presenta un pico poblacional cada 1881 °C, de temperatura acumulada, necesaria para que la población exprese ciertos fenómenos a partir de una fecha predefinida), por lo que se podría concentrar el combate en periodos oportunos, antes de cada pico (Coronado y Noh, 1988).

Uso de repelentes

Son sustancias que repelan a las hembras, para que no se acerquen a los árboles o que inhiben la oviposición una vez que las hembras se poseen en los árboles. Así mismo hay sustancias que inhiben la alimentación o el desarrollo de las larvas. Hasta ahora no se ha hallado sustancias repelentes de *H. grandella*, aunque algunas si disuaden a las larvas (Coronado y Noh, 1988).

Trampeo

Hilje (2001), menciona que las sustancias repelentes evitarían que las hembras se acerquen a los árboles, o las disuadan de ovipositar; o, también, que disuadan la alimentación o el desarrollo de las larvas. Aún no se cuenta con sustancias repelentes de *H. grandella*, pero algunas sí disuaden a las larvas, como sucede con los extractos alcohólicos de hombre grande (*Quassia amara*, Simaroubaceae) y de ruda (*Ruta chalepensis*, Rutaceae) (figura 11),

cuando éstas se aplican sobre los brotes de la caoba y cedro evitan que las larvas se alimenten de éstos y mueren por inanición. Sin embargo, sería deseable aplicar estos materiales al suelo en el momento de trasplantar los arbolitos, para lo cual habría que formularlos como productos de liberación controlada, para así aumentar su duración y efecto; el autor y su grupo han demostrado la capacidad de estos productos para desplazarse de manera sistémica dentro de la planta.



Figura 11. Izquierda comparación de un brote sano de cedro (tratado con un extracto de hombre grande), derecha uno dañado (tratado con agua), en el invernadero.

Macias (2001), menciona que en el estudio de las interacciones del insecto, se analizan, con especificidad sus hospedantes, así como los principales patrones de comportamiento. Ya que las feromonas en la familia de los Lepidópteros son producidas en glándulas epidérmicas, que comúnmente se encuentran como modificaciones de la membrana intersegmental entre los segmentos ocho y nueve. Este tipo de glándulas están

ubicadas en posición dorsal, ventral, dorsolateral o dorsoventral y se invaginan en la cavidad del cuerpo. El tamaño de la glándula es variable, sin embargo, es posible su localización dentro del ovipositor y facilita el uso común de describir cuando se comparan las glándulas con otras especies. El ovipositor se observa totalmente en la producción de feromona, el cual tienen una membrana intersegmental modificada y células hipertrofiadas en el 9º segmento y en las papilas anales como parte de un sistema secretor. Ésta descripción es exacta cuando en la base de la glándula aparece el “llamado” del insecto hembra hacia los machos (figura 12), después de verter la glándula del abdomen.

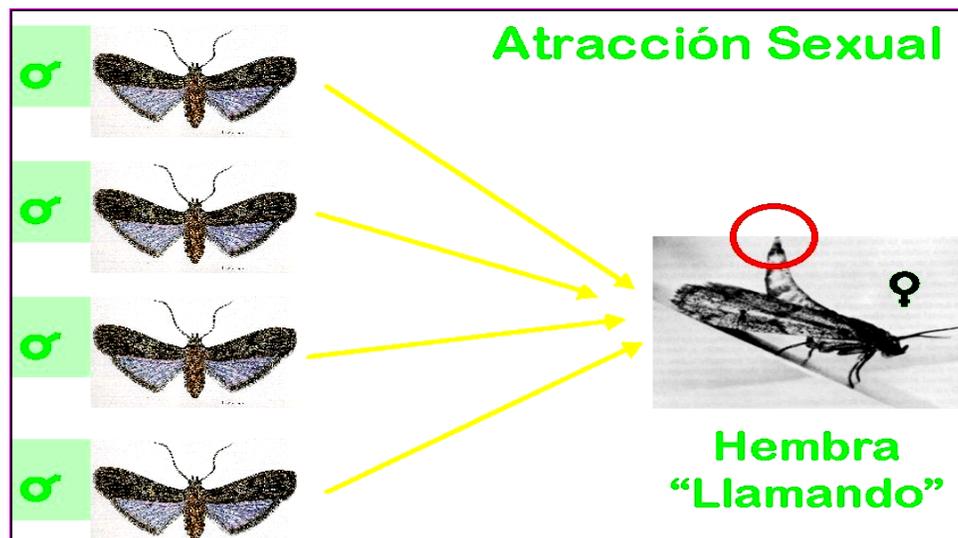


Figura 12. Hembra de *H. grandella* llamando a los machos en atracción sexual

por medio de feromonas

Macias (1998), al estudiar en un análisis cromatográfico de inyecciones sólidas de los segmentos abdominales VIII y IX, encontró la presencia de dos compuestos, el Z9-14: Ac y el Z9, E12-14: Ac, que son conocidos como componentes feromonales en especies cercanas del insecto. De acuerdo a los Análisis cromatográficos y de espectrometría de masas de los extractos de insectos y sus sustancias volátiles le han permitido identificar los siguientes compuestos en hembras vírgenes de 2 y 3 días de edad: Z9-14:Ac, Z9-14:OH, Z9, E12-14:Ac, E11-16:Ac. A manera exploratoria y con el fin de establecer la metodología y parámetros de los bio-ensayos en campo, se establecieron experimentos de atracción utilizando trampas tipo unitrap cerradas con cuatro compuestos (Z9, E12-14: Ac, Z9, E12-14: OH, Z9-14: OH, Z9-14: Ac) con diez réplicas cada uno y bajo un diseño de bloques al azar. Hasta el momento los compuestos más prometedores son combinaciones binarias de los acetatos Z9,E12-14:Ac y Z9-14:Ac, las cuales han probado actividad en el campo dando muy buenos resultados.

Briceño y Ramírez (1981), mencionan que el insecto que más se ha dado a conocer en Venezuela es el barrenador de las meliáceas, *Hypsiphyla grandella* (Zeller), su biología, ecología y control en el ciclo biológico y sobre atrayentes con feromonas. Sin embargo es un insecto que tiene una gran complejidad, pues hasta ahora, cuando existe un gran número de científicos en el mundo estudiándolo, no se ha podido averiguar la forma más fácil y económica para evitar el daño en cedro y caoba. Por lo que se está pensando realizar algunos ensayos con el uso de trampas con feromonas, ensayo con

especies mixtas y ensayos con productos químicos específicos para huevos y larvas.

El control de *Hypsiphyla grandella* en otros países

según Floyd y Hauxwell, (2001), los países en que se han hecho estudios sobre el control de la plaga *Hypsiphyla grandella* y los productos que se han utilizado son:

Brasil ha realizado trabajos en el control químico solamente pero ninguno ha sido acertado.

China En la provincia de Hainan, las pruebas de alimentación del laboratorio fueron conducidas usando las yemas tratadas con carbaryl, phoxim, acefato y chlordimeform. Los primeros tres productos químicos enumeraron la mortalidad larval causada de el 90y 100% y después fueron utilizados en pruebas en el terreno junto con el carbofuran. Los insecticidas fueron aplicados a los renuevos con un cepillo. El carbaryl era el más eficaz de la protección contra ataque de *H. robusta* .

Costa Rica la investigación considerable de se ha conducido en este país sobre el control químico de *H. grandella*. En ensayos del laboratorio y del invernadero en Turrialba, se defendieron 28 insecticidas systemic, comparando

sus características del desplazamiento. en *Cedrela odorata*, la toxicidad a las larvas de *H. grandella* y a la fitotoxicidad de la planta después del uso del suelo. Las mejores combinaciones del control de parásito y de la carencia de la fitotoxicidad aguda fueron exhibidas, en orden que disminuía, por el carbofuran, methomyl, el Isolan, el phosphamidon y los monocrotophos). Las formulaciones controladas de estos cinco entonces fueron probadas en el campo.

Cuba se divulgó que las soluciones del DDT + del trichlorphon, y del trichlorphon + del carbaryl dieron los mejores resultados de controlar *H. grandella* en plantaciones de *C. odorata* y *S. macrophylla*. La eficacia del fenitrothion, del omethoate y del pirimiphos-metilico para el control de *H. grandella*. El control más eficaz fue proporcionado por pirimiphosmethyl. Que implica el uso de plantaciones mezcladas y los usos oportunos de *Beauveria bassiana* del entomopathogen (Balsamo) Vuillemin con las dosis sublethal de pirimiphos-metilico y del trichlorphon pueda mantener una población razonablemente baja de *H. grandella*.

Honduras los informes inéditos del servicio del bosque de Queensland indican que era el selenate de sodio trialed era el mas eficaz para controlar la plaga de *H. grandella*, en Honduras en los años de 1955.

Perú los ensayos fueron conducidos con el arseniato de plomo, el DDT y el parathion aplicados en los intervalos dos-semanales. El parathion era más

eficaz que el DDT o el arseniato de plomo, pero ningunos de estos productos químicos dieron control más que parcial. Los ensayos fueron abandonados como resultado de una tarifa baja y de altos costos.

Puerto Rico se dan a conocer que el control químico está logrado lo más fácilmente posible en la fase de larvas, pero no nombran un pesticida específico.

Islas de Salomón en plantas de semillero de *S. macrophylla* han usado acefato, lo cual han sido eficaces en el control del ataque de *H. robusta*, pero el uso químico se mira como demasiado costoso para el uso en el campo, los tratamientos de plantaciones del guianensis Aubl de Carapa. A una edad dos a cinco años con acefato redujeron los daños por *H. grandella*.

Estados Unidos de América rocían con azadirachtin, un regulador antifeedant del insecto del crecimiento extraído de la semilla del árbol *Azadirachta A. indica* Juss; lo cual han reducido los daños de por *H. grandella* en *Swietenia. mahagoni* Jacq de la Florida.

Venezuela 1966 han probado aerosoles de (DDT), metasystox, endrina, aldrin, y parathion, de las combinaciones de estos insecticidas contra *H.grandella* en plantaciones jóvenes de *C. odorata*. Lo cual fueron requeridos cada seis semanas durante el período de oviposición, porque las lluvias

frecuentes y muy pesadas, así como la evapotranspiración alta acortaron el período de la eficacia de los insecticidas.

En **Australia**. Los usos múltiples de insecticidas convencionales serían requeridos para alcanzar el control de *H. grandella*. Las cantidades aplicadas están generalmente al uso que se requiera dependiendo del daño que esta causando la plaga.

Los mismos autores dan a conocer una lista de enemigos naturales de *Hypsiphyla grandela*, como también se mencionan los lugares en que se han utilizado:

Cuadro 8. Enemigos naturales del insecto *Hypsiphyla grandella* (Zéller).

Enemigos naturales	País
Parásitos	
Hymenoptera	
Braccnidae	Belice
<i>Agathis</i> sp.	Perú
<i>Bracon</i> sp.	Trinidad, Belice
<i>B. chonatalensis</i> Cameron	Jamaica
<i>Apanteles</i> sp.	Trinidad
<i>Apanteles</i> sp.	Belice
<i>Dolichogenidea</i> sp. (<i>laevigatus</i> group)	Belice
<i>Dolichogenidea</i> sp. (<i>ater</i> group)	Trinidad
<i>Hormius</i> sp.	Costa Rica
<i>Hypomicrogaster hypsipylae</i> de Santis	Venezuela
<i>Ipobracon</i> sp.	Trinidad
<i>Iphialetes</i> sp.	USA, Jamaica
<i>Microbracon cushmani</i> Mues.	Guyana
<i>Stenarella</i> sp.	Guyana, Perú
<i>Stenarella brevicamdis</i> Szep.	Venezuela
Undetermined	
Ichncumonidae	Puerto Rico
<i>Calliephialetes ferrugineus</i> Cushman	Belice
<i>Eiphosoma</i> sp.	Costa Rica
<i>Brachymeria conica</i> (Ashmead)	Brasil
<i>Philodrymus townesi</i> Graf	
Chalcididae	Trinidad
Undetermined	Belice
Undetermined	
Trichogrammatidae	
<i>Trichogramma</i> sp.	Trinidad
<i>Trichogramma bennetti</i>	Belice
<i>Trichogramma</i> sp.	Trinidad
<i>Trichogramma</i> sp.	Perú
<i>T. beckeri</i> Nagarkatti y Nagaraja	Costa Rica
<i>T. semifumatum</i> (Perkins)	Costa Rica
<i>T. pretiosum</i> Riley	Costa Rica
<i>T. fasciatum</i> (Perkins)	Costa Rica
<i>Trichogrammatoida</i> sp.	Costa Rica
<i>T. hypsipylae</i> Nagaraja	Costa Rica
<i>T. nana</i> (Zehnt.)	Trinidad
<i>T. robusta</i> Nagaraja	Costa Rica, Trinidad, Venezuela
Diptera	Trinidad
Tachinid	Trinidad

Cuadro 9. Introducción de parásitos para el control de *Hypsipyla grandella*

País	Parásitos	Año de introducción	Resultados
Trinidad	<i>Trichogrammatoidea nana</i>	1969-71	16 350/32 +
	<i>T. robusta</i>	1970-77	35 000/118 +
		1972-76	21 570 -
		1970-77	42 540/142 -
	<i>Phanerotoma</i> sp.	1972-76	34 000 -
		1968	500/1 -
	<i>Glyptapanteles</i> sp. (<i>vitripennis</i> group)	1968-70	3340/26 -
	<i>Antrocephalus renalis</i>	1968-70	103 050/155 -
	<i>Tetrastichus spirabilis</i>	1969-71	47 550/65 -
	<i>Apistephialtes</i> sp.		
	<i>Aptesis laniannula</i>		-
Grenada	<i>T. robusta</i>	1970-72	19 007/28 ?
	<i>Phanerotoma</i> sp.	1971-72	11 228/27 ?
	<i>T. spirabilis</i>	1971-72	12 250/26 ?
St. Vincent	<i>T. robusta</i>	1970-72	26 445/43 ?
	<i>Phanerotoma</i> sp.	1970-72	15 850/33 ?
	<i>A. renalis</i>	1969	136/1 ?
St. Lucia	<i>T. spirabilis</i>	1969-72	20 822/45 ?
	<i>T. robusta</i>	1971-72	17 650/29 -
	<i>Phanerotoma</i> sp.	1970-72	13 554/40 ?
	<i>A. renalis</i>	1970	2348/11 ?
Dominica	<i>T. spirabilis</i>	1970-72	25 375/44 ?
	<i>T. robusta</i>	1971-72	10 650/19 ?
	<i>Phanerotoma</i> sp.	1971-72	9200/17 ?
St. Kitts	<i>T. spirabilis</i>	1971-72	7400/18 ?
	<i>T. robusta</i>	1971	700/1 ?
	<i>Phanerotoma</i> sp.	1971	900/2 ?
Belize	<i>T. spirabilis</i>	1971	1400/2 ?
	<i>T. robusta</i>	1970-75	7350/9 ?
	<i>Phanerotoma</i> sp.	1970-75	3730/10 ?
	<i>Phanerotoma</i> sp.	1969/72	2480/6 ?
	<i>A. renalis</i>	1972	44/2 ?
	<i>T. spirabilis</i>	1969-72	8340/9 ?
Brazil		1968-72	6350/8 ?
	<i>Trichogrammatoidea nana</i>	1969-72	3500/5 ?
	<i>T. robusta</i>	1971-73	? ?
	<i>Phanerotoma</i> sp.	1971-73	? ?
	<i>A. renalis</i>	1969-72	2480/6 ?
	<i>A. renalis</i>	1969-69	? ?

Cuadro 10. Patógenos conocidos para matar a larvas de *Hypsiphyla grandella*

(Zéller) y *H. robusta* (Moore).

Patógeno	País	Plaga
Fungi		
Beauveria bassiana	Not Known	<i>H. grandella</i>
<i>Beauveria</i> sp.	Peru	<i>H. grandella</i>
<i>B. brongniartii</i> (Tenella)	India	<i>H. robusta</i>
<i>B. brongniartii</i> (Tenella)	Not Known	<i>H. grandella</i>
<i>B. brongniartii</i> (Tenella)	India	<i>H. robusta</i>
<i>Metarhiziumanisopliae</i>	Not Known	<i>H. grandella</i>
<i>Metarhizium</i> sp.	Costa Rica	<i>H. grandella</i>
<i>Metarhizium</i> sp.	Ghana	<i>H. robusta</i>
<i>Cordyceps</i> sp.	Trinidad	<i>H. grandella</i>
Bacteria		
Bacillus thuringiensis	Not Known	<i>H. grandella</i>
Nematodos		
<i>Hexamernis</i> sp.	India	<i>H. robusta</i>
<i>Hexamermis</i> sp.	India	<i>H. robusta</i>
<i>Hexamermis</i> sp.	Perú	<i>H. grandella</i>
<i>Hexamermis</i> sp.	Nigeria	<i>H. robusta</i>
<i>Hexamermis albicans</i>	Costa Rica	<i>H. grandella</i>
<i>Hexamermis albicans</i>	Belice	<i>H. grandella</i>
<i>Hexamermis albicans</i>	Venezuela	<i>H. grandella</i>
Protozoae		
Microsporidia	Costa Rica, Ghana	<i>H. grandella</i>
Virus		
Autographa californica	California	<i>H. grandella</i>

III CONCLUSIONES

Los ataques de *Hypsiphyla grandella* ocurren con mayor frecuencia durante los primeros años de edad de la caoba y el cedro; debido a que el insecto prefiere tejidos suculentos de las yemas, observándose una mayor frecuencia de ataque de *H. grandella* entre los meses de mayo a septiembre, periodo en el que también ocurren los mayores valores de precipitación, temperatura media, mínima, máxima, humedad relativa, máxima y mínima más bajos así como los valores intermedios de las horas insolación; registrados durante los meses del año en climas tropicales.

De acuerdo a los métodos de control que se recabo información, el mejor método que se recomendaría para el control de dicha plaga, por ser el más económico y menos dañino para el medio ambiente, es el control biológico, seguido por el control silvicultural, genético y el manejo integrado.

IV RECOMENDACIONES

- Se deben de realizar inspecciones oculares a las plantaciones que son recientemente plantadas, cada 15 días, en la época cercana a las lluvias, ya que esta plaga es cuando inicia su mayor daño.
- En época de lluvias se deben de realizar aplicaciones de insecticidas cada 15 días para mantener el control adecuado de *Hypsiphyla grandella*.
- Se debe de tener el mayor cuidado a la plantación durante los primeros 5 años de plantado el arbolito, que es cuando más daño presenta dicha plaga.
- Continuar con los trabajos de control biológico, ya que es más económico y no daña al medio ambiente.

V LITERATURA CITADA

Aguilar C., J. M. 1992. Árboles de la Biosfera Maya Petén, Guía para las especies del Parque Nacional Tikal. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología, Centro de Estudios Conservacionistas (CECON). 272 p.

Arreola V. Ma, C. Patiño V., F. 1988. Influencia de factores climáticos en la incidencia del ataque de *Hypsiphyla grandella* Z. Lep: Pyralidae en caoba, *Swietenia macrophylla* King y cedro *Cedrela odorata* L. Memorias de Resúmenes del IV Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal y IV Reunión sobre plagas y enfermedades Forestales. Tomo I, Durango, Dgo. México.

Briceño A. J. y J. Ramírez 1981. *Arsenura armida*, una plaga potencial del Saquisaqui (*Bombacopsis quinata*). Revista Forestal. Venezolana 6(2):708-713

Briceño V., A. J. 1997. Aproximación hacia un manejo integrado del barrenador de las Meliáceas *Hypsiphyla grandella* (Zeller).
www.saber.ula.ve/cqi_win/be_alex.exe

- Cibrián Tovar David, Méndez Montiel J. Tulio, Campos Bolaños Rodolfo, Yates III Harry O. y Flores Lara Jaime E. 1995. Insectos Forestales de México. Primera edición. UACH. Chapingo, Estado de México. México.
- Coronado V., R. 1989. Memoria del V simposio sobre Parasitología Forestal en Cd. Juárez Chihuahua por E.S.A.H.E. pp55
- Coronado V., R. Noh Sulub V, Hugo. 1988. Prácticas agro-silviculturales para la prevención de *Hypsiphyla grandella* Z. en el estado de Quintana Roo. Memorias de Resúmenes del IV Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal y IV Reunión sobre plagas y enfermedades. Tomo I. Durango, Dgo. México.
- Entwistle, P.F. 1967. La situación actual de los perforadores de la fruta y del renuevo de las yemas de las Meliáceas. En: Proc. 9no Conferencia De la Silvicultura De la Commonwealth Británica. Oxford, Instituto De la Silvicultura De la Commonwealth.
- FIRA, Agencia Martínez de la Torre, Ver. 1997. Tríptico Plantaciones Forestales Comerciales.
- FUNATURA (Fundación Pró-Natureza).1993. Proyecto Mogno: Sumário Ejecutivo. Brasília-DF/Brasil. 221p.
- Floyd, R.B. and Hauxwell, C., ed. 2001. Hypsipyla Shoot Borers in Meliaceae. Proceedings of an International Workshop, Kandy, Sri Lanka. Editorial management: P.W. Lynch. ACIAR Proceedings No. 97, 189 pp. Australian Centre for International Agricultural Research.
- Gandara, F. B.1995. Diversidad genética del cruzamiento en una población de *Cedrela fissilis* Vell. Meliaceae) Campinas/SP 69p.
- Grijpma, P. 1976. Resistance of Meliaceae against the shoot borer *Hypsiphyla* with particular reference to *Toona ciliata* M. J. Roem. var *australis* (F v M) C.D.C. In: J. Burley y B.T. Styles (eds.). Tropical trees, variation, breeding and conservation. London. Linnean Society Symposium. Series Number 2. pp. 69-78.
- Hernández A., H. 2000. Manual técnico de Producción de planta y establecimiento en plantaciones de *Cedrela odorata*.

Heinrich, C. 1956. American Months of the Family Phycitinae. Genus *Hypsiphyla*. United States National Museum Bulletin 207:27-30.

Hilje Luko y Cornelius Jonathan. 2001. ¿ Es imanejable *Hypsiphyla grandella* como plaga. <http://www.catie.ac.cr/información/RMIP/rev61/xtc61.htm>

Hilje, Luko. 2001. Un enfoque preventivo para el manejo de *Hypsiphyla grandella*. En Memorias XI Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal. Tapachula, México. p.5-7. <http://www.Catie.ac.cr./noticias/notas/notas37.htm>

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP. 1997. Establecimiento de plantaciones de *Cedrela odorata* L. En: Tecnologías Llave en Mano-División Forestal. México. pp. 147-148

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 1997. Combate Biológico del Barrenador de Brotes en Plantaciones de Cedro Rojo y Caoba. En: Tecnologías Llave en Mano-División Forestal. SAGAR. México. pp. 149 -150.

Linares, B. C. 1996. Recursos genéticos de especies de la familia Meliáceas en los neotrópicos: prioridades para acción coordinada, Perú y norte de Sudamérica. Forestry Department, FAO, Rome, Italy, 69 p.

López P. J., J. Cornelius J. L. F., y Mesén F. 1998. Variación en resistencia de *Cedrela odorata* al ataque de *Hypsiphyla grandella* (Zeller). <http://www.iufro.boku.ac.at/iufro/iufro.net/d6/wu60304/ponencias/tema3/lopezj.html>.

Macías Sámano, J. E. 2001. La interacción de *Hypsiphyla grandella* y las Meliáceas analizada a través de la ecología química. Manejo Integrado de Plagas 60: 15-21. <http://www.tap-ecosur.edu.mx/proyectos/entomo/enemigos/plagas/Plagas.htm>

Macias J., Hilje L., Oeschlager C., M. García L., O. Cortés y Nieto G. 1998. Ecología química del barrenador del Cedro y la Caoba. http://www.tap_ecosur.edu.mx/proyectos/entorno/enemigos/plagas%20forestales/ECOLOG%C3%8DA%20DE%20INSECTOS%20FORESTALES.htm

- Mancebo, F.; Hilje, L.; Mora, G.A.; Salazar, R. 2000a. Biological activity of common rue (*Ruta graveolens*) and "tacaco cimarrón" (*Sechium pittieri*) on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. *Revista de Biología Tropical Costa Rica*.
- Mancebo, F.; Hilje, L.; Mora, G.A.; Salazar, R. 2000b. Efecto de extractos vegetales sobre larvas de *Hypsipyla grandella*. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 55: 12-23.
<http://www.elsemillero.net/Notatecnica/Hist%F3ricos/Caoba5.htm>
- Narváez R. A., R. Ríos R., S Quintero S. 2001. Memoria del II Foro Internacional sobre los Aprovechamientos Forestales en Selvas y su Relación con el Ambiente Primera Edición.
- Newton, A. C. Baker P., Ramnarine S., Mesén F. & Leakey, R.R.B. 1993a. Mahogany shoot borer: prospects for control. *Forest Ecology and Management*.
- Newton, A. C. Leakey R.R.B. & Mesén F. 1993b. Genetic variation in mahoganies: its importance, capture and utilization. *Biodiversity and Conservation*.
2 : 114-126.
- Newton, A. C., Leakey R.R.B., Powell W., Chalmers K., Waugh R., Tchoundjeu Z., Mathias P. J., Alderson P. G., Mesén J. F., Baker P. & Ramnarine S. 1994. Domestication of mahoganies. In: Leakey, R.R.B. & Newton, A.C. *Tropical trees: the potential for domestication and the rebuilding of forest resources*.
- Newton, A. C., Cornelius J. P., Mesén J. F. & Leakey R. R. B. 1995. Genetic variation in apical dominance of *Cedrela odorata* seedlings in response to decapitation. *Silvae Genetica* 44 (2-3).
- Orellana, NMA. 1997. Desarrollo de un sistema de cultivo in Vitro para los explantes de caoba (*Swietenia macrophylla* King). *Revista Forestal Centroamericana* No. 21Turrialba, Costa Rica, CATIE. 94 p.
- Orozco R, A. 1989. Memoria del V simposio sobre Parasitología Forestal en CD. Juárez Chihuahua por E.S.A.H.E. pp 39.

Orozco R., A. y J. J. Pérez F. 1989 Memoria del V simposio sobre Parasitología Forestal en CD. Juárez Chihuahua por E.S.A.H.E. pp39.

Oward W. H. 1997. La abundancia estacional y el daño de alimentación de *hypsipyla grandella* (lepidoptera: pyralidae) en cápsulas de la semilla de *swietenia mahagoni* en la Florida. *Florida Entomologist* 80:(1)34. University of Florida. USA <http://www.fcla.edu/FlaEnt/fe80p34.pdf>

Pennington T, D. Sarukhan J. 1998. Árboles Tropicales de México. Segunda edición. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de cultura económica. Pp 521.

Salas Estrada, J. B. 1993. Árboles de Nicaragua. Nicaragua, Managua, Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del ambiente, IRENA. 390 P.

Sánchez M. V., C. Velásquez E. 1998. Evaluación de dos insecticidas biológicos en el control de *Hypsiphyla grandella* (Zeller) por medio de *Beauveria bassiana* y la bacteria *Bacillus thuringiensis*. Revista Ciencia Forestal en México Vol. 23 Num. 83.

Schmutterer, H. 1982. Ten years of neem research in the Federal Republic of Germany. In Schmutterer, H., Ascher, K.R.S. and Rembold, H. (eds.). Natural pesticides from the neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss). (1.1980. Rottachegern, Germany). Proceedings Eschborn, Germany. p. 21-31.

Sheila E. Ward., Ariel E. Lugo. 1964. Estudio sobre 20 procedencias de caoba en Puerto Rico., componentes ambientales y genéticos de variación en tasas de crecimiento, tamaño, sobrevivencia y el ataque del barrenador de la yema. USDA Forest Service International Institute of Tropical Forestry San Juan Puerto Rico.

SEDUE, 1989. Información básica sobre las áreas protegidas de México. Sistema Nacional de Áreas Protegidas. 80 p.

SEMARNAP. 2000. Texto guía Forestal, cuarta edición. México.

Silva H., L. J. 1980 1987. Bosques naturales y silvicultura de plantaciones en Conif

Watt, A. D., Newton, A. C. & Cornelius, J. P. 1996. Resistance in mahoganies to *Hypsipyla* species. A basis for integrated pest management. In: Abstracts of International Workshop on *Hypsipyla* shoot borers in Meliaceae. Kandy, Sri Lanka. August 20-23.

Whitmore, J. & Hinojosa, G. L. 1977. Mahogany (*Swietenia*) hybrids. Forest Service Research Paper. ITF- 23. 8 p.

Whitmore, J. L. 1976a. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller). Lep., Pyralidae. Vol. II. IICA Misc. Publ. No. 101. 139 p.