

EVALUACIÓN DE DOS INSECTICIDAS BIOLÓGICOS EN EL CONTROL DE *Hypsipyla grandella* (Zeller), BARRENADOR DE BROTES DE LAS MELIACEAS.

Sánchez Monsalvo, Vicente ¹
Velázquez Estrada, Cándido ¹

RESUMEN

Se evaluó el efecto del hongo *Beauveria bassiana* y la bacteria *Bacillus thuringiensis* sobre la plaga *Hypsipyla grandella*, en una plantación de cedro rojo de diez meses, establecida en el Campo Experimental El Palmar, Tezonapa, Ver. Se probaron tres 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 factores ambientales y otros como la variación genética tuvieron una mayor influencia.

Palabras clave: *Hypsipyla grandella*, *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis*, Meliáceas.

ABSTRACT

The effect of both, the fungi *Beauveria bassiana* and the bacteria *Bacillus thuringiensis* was evaluated on the insect *Hypsipyla grandella* in a ten month old red cedar plantation established at El Palmar Experiment Station, Tezonapa, Ver. Three frequencies of application of the pathogens and a control were tested in two experiments. For *B. bassiana*, **BB0**: Control, **BB1**: monthly, **BB3**: every three months, **BB6**: every six months. In the same manner for *B. thuringiensis*: **BT0**: Control, **BT1**: monthly, **BT3**: every three months, **BT6**: every six months. **BB1** and **BB3** achieved 71% of dead larvae, meanwhile **BT1** and **BT3** achieved 91% and 67%, respectively. The number of damages caused by the pest was reduced in 75% with **BB1** and 74% with **BT1**. Differences in the growth of the treated trees were detected, but environmental factors and other such as the genetic variation had a greater influence.

Key words: *Hypsipyla grandella*, *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis*, Meliaceae.

INTRODUCCIÓN

La plaga (*Hypsipyla grandella* Zeller) conocida como barrenador de brotes del cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) y la caoba (*Swietenia macrophylla* King), es la principal limitante para establecer plantaciones con

estas especies forestales. Aunque es posible el control químico de esta plaga, los costos del producto y de las aplicaciones (cada 15 - 20 días) son altos, sin considerar el costo ecológico por contaminación. Por otro lado, con la aplicación de agroquímicos se crea resistencia en la plaga y se afecta tanto a insectos benéficos como a la fauna silvestre.

¹ Ingeniero Agrónomo. Investigador del Campo Experimental El Palmar, CIR-Golfo Centro, INIFAP, SAGAR.

El cedro rojo y la caoba, son actualmente las principales especies utilizadas en el establecimiento de plantaciones forestales en el estado de Veracruz, donde el 70% de los árboles se ven atacados por la plaga en el primer año; es necesario diseñar un plan de manejo integrado para su control a través de la experimentación e investigación de nuevas metodologías que sean accesibles para el productor forestal. El presente trabajo es el inicio de un proyecto de investigación cuya finalidad es desarrollar un Manejo Integrado de la Plaga.

ANTECEDENTES

Hypsipyla grandella (Zeller)

El barrenador de brotes de cedro rojo, es una palomilla del Orden *Lepidoptera*, familia *Pyrilidae*. Oviposita sobre cicatrices foliares, brotes tiernos, nervaduras de hojas y la superficie de frutos. El ciclo de vida del insecto, durante la estación seca (enero a mayo) puede durar hasta 60 días, mientras que en la estación de lluvias (junio a diciembre) dura entre 26 y 33 días. Las palomillas son de hábitos nocturnos y en un año pueden producirse hasta siete generaciones. Después de la emergencia, las larvas jóvenes penetran los brotes o frutos. La barrenación de brotes constituye el principal daño que causa este insecto, ya que como consecuencia se tiene la muerte de los brotes los cuales caen y a partir del punto de ruptura se emiten brotes adventicios que pueden ser numerosos. En infestaciones severas hay una considerable reducción del crecimiento y una importante deformación de los fustes, originando árboles mal conformados, cuya calidad futura limitará o anulará su aprovechamiento comercial. *Hypsipyla grandella* es una de las plagas más estudiadas en el mundo, obteniéndose resultados interesantes sobre su control pero que aún no definen una metodología para el establecimiento exitoso de plantaciones, tanto de cedro rojo como de caoba.

Control biológico

Los métodos de control representan una gama de opciones para mantener los niveles de daño abajo del umbral económico, uno de ellos es el control biológico, el cual tiene sus principales ventajas en que no contamina el ambiente, no es nocivo para la salud humana ni animal y suele ser más económico que el control químico.

Entre los hongos entomopatógenos probados, se encuentra *Beauveria bassiana*, el cual ha demostrado su efectividad en un número grande de insectos, especialmente del orden *Coleoptera*. *B. bassiana* es un fungi entomopatógeno cuyos conidios germinan sobre la piel del insecto e invade el cuerpo del mismo rápidamente hasta matarlo, posteriormente el micelio irrumpe todos los órganos del hospedero y se producen nuevos conidios que se dispersan por viento o agua a otros posibles hospederos.

La bacteria *Bacillus thuringiensis*, es un microorganismo que al momento de esporular produce una proteína cristalífera que al ingerirla el insecto, provoca una serie de reacciones enzimáticas en el intestino alcalino, paralizándolo y destruyéndolo. *B. thuringiensis* ataca especialmente larvas de lepidópteros.

Los primeros ensayos sobre el uso de hongos y bacterias para evaluar su efecto sobre *Hypsipyla grandella* se desarrollaron en Costa Rica a principios de los setentas, donde se probaron los hongos *Metarrhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* y *Beauveria tenella* y la bacteria *Bacillus thuringiensis*. Como conclusiones sus autores recomiendan experimentar en campo con los patógenos *M. anisopliae* y *B. thuringiensis*, este último de las variedades *sotto* y *ashman* (Barrios F. y O. Hidalgo-Salvatierra, 1971).

Después de estas pruebas, los resultados más recientes son los obtenidos a nivel de observación desde 1993 en el Campo Experimental El Palmar, donde se ensayó el hongo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. aplicado directamente sobre larvas en laboratorio y en arbolitos dañados, obteniéndose mejores resultados con las

aplicaciones en el campo (Sánchez M. *et al.*, 1995).

Actualmente, la Dirección de Desarrollo Forestal (SEDAP), Gobierno del estado de Veracruz, conociendo el resultado de estas observaciones, decidió aplicar masivamente, bajo su responsabilidad, el hongo *B. bassiana* en plantaciones de cedro rojo y caoba, desconociéndose a detalle los resultados de esta actividad.

OBJETIVOS

1. Evaluar la efectividad del control biológico de la plaga *H. grandella*, mediante el uso de los entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Bal.) Vuill. y *Bacillus thuringiensis* (Berl.).
2. Determinar la influencia del control biológico sobre el crecimiento de los árboles de cedro rojo.
3. Determinar la época y frecuencia óptima de aplicación de los patógenos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del experimento

El Campo Experimental El Palmar se encuentra ubicado en el municipio de Tezonapa, Ver., aproximadamente a unos 16 km al suroeste de la cabecera municipal. Su ubicación geográfica esta en 18° 32' de latitud norte y 96° 47' de longitud oeste, a una altitud de 180 msnm. El clima es cálido-húmedo con lluvias en verano, con precipitación de 2,885 mm anuales, temperatura media de 24.4° C, con 16.1°C y 35.45° C, como mínima y máxima, respectivamente. La fisiografía la caracterizan terrenos planos y lomeríos, con pendientes que varían de 5 a 29%, los suelos son acrisoles y vertisoles, profundos y de buen drenaje natural, poseen una textura migajón arcillo-arenosa y un pH de 4.8 a 6.1.

Diseño experimental

Partiendo de las observaciones preliminares sobre el efecto de *B. bassiana* sobre la plaga del cedro, se realizó un experimento para cuantificar dicha respuesta. Así mismo, se probó en un experimento similar el efecto de *B. thuringiensis* para comparar resultados. Los tratamientos fueron, para *B. bassiana*, los siguientes: **BB0**: Testigo; **BB1**: aplicación cada mes; **BB3**: aplicación cada tres meses y **BB6**: aplicación cada seis meses. De igual manera, para *B. thuringiensis*: **BT0**: Testigo; **BT1**: aplicación cada mes; **BT3**: aplicación cada tres meses y **BT6**: aplicación cada seis meses. La unidad experimental consistió de tres árboles de cedro rojo, con procedencia de Tabasco y que crece en una plantación de una hectárea con suchicauhil (*Cordia alliodora*) de diez meses de edad. Los experimentos se ubicaron a cada extremo de la plantación con el objeto de mantener aislados los dos patógenos. Cada árbol tratado dentro de la plantación se seleccionó manteniendo una distancia de al menos 20 m, con el objeto de evitar una eventual contaminación. El diseño de cada experimento fue completamente al azar, donde las repeticiones fueron las fechas de evaluación, las cuales se realizaron semanalmente.

El experimento consistió de 48 fechas (evaluaciones), iniciando el 31 de octubre de 1995 y concluyendo el 28 de septiembre de 1996. Las variables que se midieron por árbol son: altura total (AT), diámetro a la altura del pecho (DAP), número acumulados de daños causados por la plaga, número de daños nuevos y presencia de barrenadores vivos o muertos. Con el objeto de confirmar la causa de muerte, las larvas se colocaban en cajas de Petri con papel humedecido para hacer germinar el patógeno. Las variables AT, DAP y número de daños nuevos, se evaluaron en un análisis de varianza y las medias de tratamientos se compararon con la prueba de rangos múltiples de Duncan, considerando 20 fechas, del 11 de mayo al 28 de septiembre, período en donde se presentó la plaga. Para la presencia de barrenadores vivos y muertos se construyeron gráficas y cuadros por tratamiento para su análisis correspondiente.

El producto *Beauveria bassiana* fue adquirido en el Comité de Sanidad Vegetal del estado de Veracruz. El *Bacillus thuringiensis* fue adquirido con el nombre comercial de Javelin cuya variedad es Kurstaki serotipo 3a 3b. Ambos patógenos fueron aplicados en una dosis de cinco gramos por litro de agua con una bomba casera. Cabe señalar que en el transcurso del experimento se perdieron dos árboles, uno del tratamiento BB6 y otro del BT6, por lo que se presentan resultados de dos árboles en éstos tratamientos.

RESULTADOS

Considerando los dos experimentos, *H. grandella* se presentó durante los meses de mayo a septiembre, alcanzando su mayor nivel de incidencia a finales del mes de junio (Figura 1). Del total de árboles (24) en los experimentos, el 79% fue atacado por la plaga, de los cuales el 42% tenía larvas muertas y 37% larvas vivas. Continuando con los totales, resalta el hecho que de mayo a junio el número de árboles con larvas vivas fue mayor en los tratamientos con BB, mientras que de agosto a septiembre se observó un mayor número de larvas vivas en los tratamientos de BT



Figura 1. Número total de datos de *Hypsipyla grandella*; durante el tiempo de experimentación.

El 59% de los árboles tratados con *B. bassiana* (29 árboles) (Cuadro 1) presentaron larvas muertas, destacando BB1 y BB3, que lograron un porcentaje de mortandad dentro de cada tratamiento de 71%. En cuanto a *B. thuringiensis*, en el 62% de los árboles tratados (29 árboles) se

encontraron larvas muertas, donde los árboles con BT1 y BT3 mostraron un porcentaje individual de mortandad de 91 % y 67 %, respectivamente.

En los testigos de ambos experimentos, así como en el tratamiento BT6, no se encontraron larvas muertas.

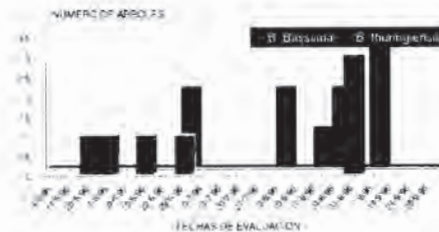


Figura 2. Número de árboles con larvas vivas de *Hypsipyla grandella* por tratamiento.

Respecto al daño ocasionado por *H. grandella*, la mayor frecuencia se detectó en los testigos (Cuadro 2). En el análisis de varianza, para cada experimento, se encontró que *B. bassiana* presentó diferencias significativas de los tratamientos respecto al testigo (Cuadro 2).

El tratamiento BB1 muestra el menor número de daños. El análisis de varianza para *B. thuringiensis*, presentó diferencias significativas (al 95% de probabilidad) del testigo respecto a los otros tratamientos, mostrando BT1 también el menor número de daños (Cuadro 2).

Del crecimiento de los árboles (Cuadro 3) destacan BB1 y BT6, donde se logró el mayor crecimiento tanto en altura como en diámetro. De acuerdo a los resultados, los tratamientos con árboles más dañados presentaron menor crecimiento, y los árboles tratados con *B. bassiana*, mostraron mayor crecimiento que *B. thuringiensis* (Cuadro 3). Sin embargo, estos resultados muestran una tendencia y no son totalmente válidos, ya que están fuertemente

influenciados por la variación genética y características a nivel micro del sitio de plantación, sobre todo en el caso del experimento de *Bacillus thuringiensis*, (Cuadro 4). Con base a la evaluación, no

parece existir una respuesta consistente entre el crecimiento de los árboles y los tratamientos (Cuadros 3 y 4).

Cuadro 1. Número de ocurrencias de árboles donde se observaron larvas de *Hypsipyla grandella*, por tratamiento.

<i>Beauveria bassiana</i>				<i>Bacillus thuringiensis</i>			
Tratamiento	vivas	muertas	total	Tratamiento	vivas	Muertas	Total
BB0	8	0	8	BT0	17	0	17
BB1	2	5	7	BT1	1	10	11
BB3	4	10	14	BT3	4	8	12
BB6	6	2	8	BT6	6	0	6

Cuadro 2. Comparación de medias del número de daños causados por *Hypsipyla grandella* por experimento y tratamiento.

<i>Beauveria bassiana</i>		<i>Bacillus thuringiensis</i>	
Tratamiento	Daños	Tratamiento	Daños
BB0	0.698 a	BT0	0.603 a
BB3	0.302 ab	BT3	0.413 ab
BB6	0.190 b	BT6	0.214 b
BB1	0.175 b	BT1	0.159 b

Cuadro 3. Comparación de medias para la variable altura en los dos experimentos en el periodo de infestación.

<i>Beauveria bassiana</i>		<i>Bacillus thuringiensis</i>	
Tratamiento	Altura (m)	Tratamiento	Altura (m)
BB1	2.32 a	BT6	2.81 a
BB0	2.22 a	BT3	2.03 b
BB3	2.19 a	BT1	1.80 b
BB6	1.59 b	BT0	1.71 b

Cuadro 4. Evaluación final del crecimiento de cedro rojo por experimento y tratamiento.

<i>Beauveria bassiana</i>					<i>Bacillus thuringiensis</i>				
Tratamiento	Altura (m)		Diámetro (cm)		Tratamiento	Altura (m)		Diámetro (cm)	
	Media	DE*	Media	DE*		Media	DE*	Media	DE*
BB0	2.87	0.94	2.77	1.38	BT6	3.09	1.71	3.60	2.26
BB3	2.68	0.80	2.27	1.00	BT3	2.42	0.60	2.27	0.60
BB1	2.50	0.36	2.00	0.20	BT0	2.24	1.02	1.37	1.30
BB6	1.61	0.61	0.80	1.13	BT1	1.94	0.82	1.17	1.15

*DE= Desviación estandar

DISCUSIÓN

De acuerdo con lo reportado en la literatura, la plaga comenzó la incidencia con el inicio de la temporada de lluvias (Cibrián, *et al.*, 1995), manteniéndose durante el verano y declinando hacia el mes de octubre, presentándose casi nula de noviembre a mayo, coincidiendo con las precipitaciones más bajas del año en la región. De acuerdo a los resultados, la plaga se presentó con mayor frecuencia en el experimento de *B. thuringiensis* (46) en comparación con el *B. bassiana* (37). Los tratamientos donde se localizó mayor mortandad causada por *B. bassiana*, fueron BB1 y BB3, ambos con 71%, que es superior al reporte de Costa Rica (14%, en laboratorio), e inferior a lo reportado en El Palmar, Ver., donde se logró un 100% con plantas de vivero. En cuanto a *B. thuringiensis*, los mejores tratamientos BT1 y BT3 lograron el 91% y 67%, respectivamente. Niveles inferiores a los reportados para *Malacasoma incurvum* var. *aztecum* (gusano bolsa) en Xochimilco, D.F. (Morales, 1973), donde a los tres días de la aplicación se logró un 94% de mortandad, utilizando una dosis similar de *B. thuringiensis*. En Costa Rica, con aplicaciones en laboratorio de *B. thuringiensis* var. *thuringiensis*, en larvas del primer instar de *H. grandella*, se obtuvo un 96% de mortandad.

Respecto al número de daños causados por *H. grandella*, ambos microbios tienen el mismo nivel de efectividad (Cuadros 2 y 3), destacando los tratamientos donde se aplicaron los patógenos: entre un 43% para BB3 y 68% para BT3, que fueron los de mayor incidencia con relación a los testigos (Cuadro 3), 25% para BB1 y 26% para BT1. El inverso de estos porcentajes representan el control efectivo en campo con los organismos utilizados, respecto a los testigos. Es importante recalcar que las investigaciones se realizaron, en árboles individuales dentro de una plantación de cedro rojo asociado con suchicuauhil, sin aplicarse alguna forma de control de la plaga, teniéndose una influencia continua de la plaga sobre los arbolitos tratados. Por esta razón, los resultados de crecimiento de los árboles no fueron consistentes con los tratamientos aplicados. Aun así, las

evidencias muestran que *B. bassiana* reduce el número de daños causados por *H. grandella* en un 75%, mientras que *B. thuringiensis* lo hace en 74%. Es importante mencionar que el tiempo de protección que proporciona *B. bassiana* a los árboles es mayor que el de *B. thuringiensis*, ya que el hongo una vez que destruye la larva invade la galería y se reproduce por la humedad, manteniéndose así por periodos hasta de tres meses. En cambio, *B. thuringiensis* se lava rápidamente con la lluvia, aunque su efectividad en el momento de aplicación es alta.

CONCLUSIONES

1. Los tratamientos que produjeron el mayor porcentaje de mortandad (71%) de larvas fueron las aplicaciones de *B. bassiana* cada mes (BB1) y cada tres meses (BB3). Las aplicaciones de *B. thuringiensis* cada mes (BT1) y cada tres meses (BT3) provocaron una mortandad de 91% y 67%, respectivamente.
2. La protección contra el ataque de *H. grandella*, evaluada en el número de daños detectados, se evidencia con los árboles tratados, cuyo número de daños fue significativamente inferior al de los testigos.
3. En general, los tratamientos con el mayor número de daños mostraron el menor crecimiento. Sin embargo, se observa una influencia de otros factores tales como la variación genética de los árboles y probablemente la calidad del sitio de plantación.
4. Aparentemente las aplicaciones de *B. thuringiensis* deben realizarse en el inicio de la temporada de lluvias y *B. bassiana* una vez que existe suficiente humedad para su desarrollo. Aunque esto requiere experimentación a mayor detalle, la tendencia se marca en la Figura 2.

REFERENCIAS

- Berrios, F. y O. Hidalgo-Salvatierra. Estudios sobre el barrenador *Hypsipyla grandella* (Zeller). VI Susceptibilidad de la larva al hongo *Metarrhizium anisopliae* (Metch.) Sor. Turrialba, 1971. **21**(2):214-219.
- Berrios, F. y O. Hidalgo-Salvatierra. Estudios sobre el barrenador *Hypsipyla grandella* (Zeller) VII. Susceptibilidad de la larva a los hongos *Beauveria bassiana* (Bal.) y *B. tenella* (Del). Turrialba, 1971. **21**(4):251-54.
- Cibrián T., D.; T. Méndez M.; B. Campos R.; O. Yates H. y L. Flores J. Insectos Forestales de México/ Forest insects of Mexico. UACH. SFFS- SARH. Forest Service, USDA, Natural Resources, Canadá Y Comisión Forestal de América del Norte - FAO. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx., 1995. 453p.
- Heimpel, M.A. y T.A. Angus. Diseases caused by certain sporeforming bacteria. En: E.A. Steinhaus (Ed.) Insect pathology. An advanced treatise. Vol.2. Academic Press. New York. 1963. Pp. 21- 73.
- Hidalgo- Salvatierra, O. y F. Berrios. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lep. Pyralidae). XII. Determination of the LC₅₀ of *Metarrhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin spores on fifth instar larvae. Turrialba, 1972. **22**(4):435- 438.
- Hidalgo-Salvatierra, O. y J.D. Palm. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* Zeller. (Lep. Pyralidae). XIV Susceptibility of first instar larvae to *Bacillus thuringiensis*, 1972. **22**(4):467-468.
- Hidalgo-Salvatierra, O. Control de *Hypsipyla grandella* (Zeller) por métodos microbiológicos. En: J.L. Whitmore (Ed.). Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller) Lep. Pyralidae. Volume III. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1976.
- Hochmut, R. *Métodos silviculturales para la protección de las meliáceas contra el ataque del barrenador Hypsipyla grandella*. Boletín de Reseñas Forestales. No. 1. La Habana, 1981. 19 p.
- Morales, C. Informe de los trabajos demostrativos para el combate de *Malacosoma azteca* Meum. con *Bacillus thuringiensis*. Xochimilco, D.F. (Inédito, 1973.)
- Roberts, W.D. y R.A. Humber. *Entomogenous fungi*. En: G. T. Cole, y B. Kendrick. (Eds.). Biology of conidia fungi. Vol. 2. New York: Academic Press, 1981. Pp. 201- 236.
- Sánchez M., V.; C. Velázquez E. y G. Sánchez L. Control biológico del barrenador de brotes del cedro Rojo. Octava Reunión Científico Tecnológica Forestal y Agropecuaria, Veracruz 95. Veracruz, Ver., 1995.