



**NOTA CIENTÍFICA**

**BIOPLAGUICIDA DE *Azadirachta indica* A. Juss (Nim) Y LA PODA, UNA ALTERNATIVA PARA EL CONTROL DE *Hypsipyla grandella* Zeller EN PLANTACIONES DE *Cedrela odorata* L.**

**BIOPESTICIDE OF *Azadirachta indica* A. Juss (Nim) AND PRUNING, AN ALTERNATIVE TO CONTROL *Hypsipyla grandella* Zeller IN *Cedrela odorata* L. PLANTATIONS**

**N. Martínez-Vento<sup>1</sup>; J. Estrada-Ortiz<sup>2</sup>; F. Góngora-Rojas<sup>3</sup>; R. López-Castilla<sup>4</sup>; L. Martínez-González<sup>4</sup>; S. Curbelo-Gómez<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Sede Universitaria Municipal, Viñales, Pinar del Río. CUBA. Correo-e: noemi@.sum.upr.edu.cu

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT). Correo-e: jestrada@inifat.co.cu

<sup>3</sup>Universidad de Pinar del Río Hermanos Saiz Montes de Oca. CUBA. Correo-e: fgongora@af.upr.edu.cu

<sup>4</sup>Instituto de Investigaciones Forestales, Calle 174 No. 1723 e/n 17B y 17C Siboney, Playa, Ciudad de La Habana. CUBA.

**RESUMEN**

La búsqueda de nuevos medios de control de plagas como alternativa para reducir la contaminación de los ecosistemas forestales, constituye en la actualidad una tarea de primer orden. Este trabajo fue realizado en un área de estudio de la Estación Experimental Forestal Viñales, ubicada en el municipio de Pinar del Río, Cuba, y tiene como objetivo disponer de un método ecológico y eficiente de control de *Hypsipyla grandella* Zeller en plantaciones de *Cedrela odorata* L. (cedro rojo), para lo cual se utilizaron diferentes tratamientos (bioinsecticida obtenido a partir de la semilla de *Azadirachta indica* A. Juss [Nim], Dysiston G-10, poda y testigo) bajo un diseño de bloques completos al azar. El procesamiento estadístico se realizó para las siguientes variables: número de ataques, número de bifurcaciones, pérdida de altura y altura de la primera bifurcación con la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis; cuando hubo diferencias significativas, se realizó la prueba Student-Newman-Keuls. Para las variables objeto de estudio los mejores tratamientos fueron el bioplaguicida del Nim y la poda, existiendo diferencias significativas respecto al testigo y al producto químico. Asimismo, se muestran las ventajas eficientes y ecológicas derivadas del empleo del bioplaguicida de Nim y la poda en comparación con insecticidas convencionales.

Recibido: 25 de julio, 2009  
Aceptado: 29 de septiembre, 2009  
doi: 10.5154/r.rchscfa.2009.03.006  
<http://www.chapingo.mx/revistas>

**PALABRAS CLAVE:** cedro, productos químicos, bifurcaciones del fuste, plagas forestales, Meliaceae, insecticidas convencionales.

**ABSTRACT**

The search for new, alternative means of pest control in order to reduce the contamination of forest ecosystems is currently a task of the first order. This work was carried out in a study area at the Estación Experimental Forestal Viñales (Viñales Forest Research Station), located in the municipality of Pinar del Río. Its objective was to find an ecological and efficient method to control *Hypsipyla grandella* Zeller in *Cedrela odorata* L. (spanish cedar) plantations. Different treatments ((biopesticides obtained from the seeds of *Azadirachta indica* A. Juss (Nim), Dysiston G-10, pruning and a control) were employed under a design of randomized complete blocks. Statistical analysis was carried out using the Kruskal-Wallis non-parametric test for the following variables: number of attacks, number of bifurcations, height loss, and the height of the first bifurcation; when there were significant differences, the Student-Newman-Keuls test was conducted. For the variables studied, the best treatments were the Nim biopesticides and pruning, as there were significant differences between them and the control and the chemical product. In addition, the efficiency and environmental benefits arising from the use of the Nim biopesticide and pruning are compared with conventional pesticides.

**KEY WORDS:** cedar, chemical products, stem bifurcations, forest pests, Meliaceae, conventional insecticides.

## INTRODUCCIÓN

La especie *Cedrela odorata* L., perteneciente a la familia Meliaceae, se distribuye naturalmente en la América Tropical y Subtropical, desde México hasta Argentina, incluyendo las Antillas. En Cuba crece en toda la isla. Herrera y Lanuza (1996) y Patiño (1997) señalan que la madera es de sabor amargo y olor agradable y persistente; también es resistente, fuerte y muy durable, y por lo común no la atacan los insectos. Durante muchos años esta especie y otras de la familia han estado sometidas a una fuerte explotación, lo cual ha reducido su existencia a niveles alarmantes. Pese a su fácil adaptabilidad y alto valor comercial, *C. odorata* aparece en los bosques tropicales en cantidades limitadas en el rango de 1-5 árboles-ha<sup>-1</sup> y en mezclas con otras numerosas especies. Mayhew y Newton (1998) y Macías (2001) señalan que, en regiones tropicales, la mayor limitante para el establecimiento de plantaciones de cedro y caoba la constituyen los estragos que ocasiona el ataque del insecto *Hypsipyla grandella* Zeller, cuyo daño principal es la perforación de los brotes nuevos, especialmente el brote terminal, el cual se bifurca; esto impide la formación de fustes rectos, disminuyendo el valor comercial del árbol, además de que 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.

Como objeto de estudio en Cuba, las investigaciones sobre esta plaga comenzaron con el uso de insecticidas químicos llevados a cabo por Hochmut y Milán (1982), recomendando éstos el uso de Triclorfon 80 pH y 0.5 % de Carbaryl con repeticiones de aplicación cada 20 días. Por su parte, Barrios *et al.* (1987) reportan otras experiencias, como cuando realizaron investigaciones en viveros de *C. odorata* para determinar la dosis más efectiva de Pirimifos-metil 50 %, Ometoato 50 % y Fenitrothion 50 % estableciendo una comparación con Triclorfon 80 %. En relación con el control biológico se efectuaron investigaciones a escala de laboratorio por Duarte *et al.* (1988), utilizando cepas de *Metarrhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*.

Estas investigaciones también se extendieron al estudio de medidas silviculturales, en donde se obtuvieron resultados comprometedores; para esto se realizaron plantaciones repetidas de *C. odorata* y caoba (*Swietenia macrophylla*) en mezcla con tres especies que no son susceptibles al ataque de *H. grandella*: *Varia* (*Cordia gerascanthus* L.), *Melina* (*Gmelina arborea* Roxb) y Almendro de la India (*Terminalia catappa* L).

Los plaguicidas de síntesis química son ecológicamente inaceptables porque producen efectos adversos sobre los organismos benéficos y desarrollan resistencia en insectos, hongos, bacterias y malezas, lo que obliga a la aplicación de dosis cada vez más altas y trae como consecuencia un mayor riesgo de intoxicación humana, además del aumento

## INTRODUCTION

The species *Cedrela odorata* L., belonging to the family Meliaceae, occurs naturally throughout the tropical and subtropical regions of the Americas, from Mexico to Argentina and including the West Indies. In Cuba, it grows over the entire island. Herrera and Lanuza (1996) and Patiño (1997) note that the wood has a bitter taste and a pleasant, persistent odor; it is also resistant, strong and very durable, and it is usually not attacked by insects. For many years, this species and others of the same family have been overly exploited, thereby reducing their numbers to alarming levels. Despite its easy adaptability and high commercial value, *C. odorata* appears in tropical forests in limited quantities in the range of 1-5 trees-ha<sup>-1</sup> and in mixtures with numerous other species. Mayhew and Newton (1998) and Macías (2001) point out that, in tropical regions, the biggest impediment to the establishment of cedar and mahogany plantations is the ruin caused by attacks of the insect *Hypsipyla grandella* Zeller, which mainly damages the perforation of new buds, especially the terminal bud, which bifurcates; this impedes the formation of straight stems (shafts), thereby decreasing the tree's commercial value and stunting its growth. Repeated attacks on seedlings or young trees can cause death. Also, the fruits can be severely affected, which hinders its multiplication.

As an object of study in Cuba, research on this pest began with the application of chemical insecticides by Hochmut and Milán (1982), who recommended the use of Triclorfon 80 pH and 0.5 % Carbaryl, with the application repeated every 20 days. For their part, Barrios *et al.* (1987) report other experiences, such as their research in *C. odorata* nurseries to determine the most effective dose of Pirimifos-metil 50 %, Ometoato 50 % and Fenitrothion 50 %, in comparison with Triclorfon 80 %. In relation to biological control, laboratory-scale research was performed by Duarte *et al.* (1988), using strains of *Metarrhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*.

This research also extended to the study of silvicultural measures, from which very promising results were obtained; consequently, replicate plantations were established of *C. odorata* and mahogany (*Swietenia macrophylla*) in combination with three species that are not susceptible to attack by *H. grandella*: *Spanish Elm* (*Cordia gerascanthus* L.), *Beechwood* (*Gmelina arborea* Roxb) and *Indian almond* (*Terminalia catappa* L).

Synthetically-produced chemical pesticides are environmentally unacceptable because they cause adverse effects in beneficial organisms and develop resistance in insects, fungi, bacteria and weeds, requiring the application of increasingly higher doses and thus resulting in a greater risk of human poisoning, in addition to increased environmental pollution. On the other hand, Latin America's social and economic situation, as well as the general need

de la contaminación ambiental. Por otra parte, la situación social y económica así como la necesidad de lograr un aprovechamiento más racional de los recursos disponibles, hacen necesario que la agricultura en Latinoamérica experimente una conversión de convencional con altos insumos a una agricultura de bajos insumos, donde los bioplaguicidas obtenidos a partir de recursos naturales contribuyan a tales fines. Autores como Shannon *et al.* (1997) exponen la posibilidad de explotar el efecto inhibitor de sustancias naturales sobre la alimentación (fagodisuasión), y eventualmente existiría la posibilidad de utilizar extractos vegetales en forma artesanal o semiartesanal, como se hace con *Azadirachta indica* A. Juss para otras plagas, en el control de *H. grandella*.

Estos elementos han servido para plantear el siguiente objetivo general: proponer un método ecológico y eficiente de control mediante el uso de bioinsecticidas derivados de *Azadirachta indica* A. Juss (Nim) y la poda, para disminuir los daños ocasionados en las plantaciones de *Cedrela odorata* L.

---

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado en un área de estudio dedicada al cultivo de *C. odorata*, de la Estación Experimental Forestal de Viñales en la provincia de Pinar del Río, Cuba, situada en la latitud 22° 31' 15" N y longitud 83° 40' 16" W a unos 150 m.

Las semillas de *C. odorata* se recolectaron en la localidad San Vicente, en el municipio de Viñales, a inicios de abril del 2001, y se sembraron a finales del mismo mes en el vivero La Majagua, después de ser beneficiadas en la Estación Experimental Forestal Viñales. No recibieron tratamiento pregerminativo, pues la especie no los requiere.

El estudio se estableció en un área de 0.12 ha, con un espaciamiento de 3 x 1.5 m, bajo un diseño de bloques completos al azar con los cuatro tratamientos que se describen a continuación en tres réplicas, según Cochran y Cox (1983), con parcelas de 20 árboles:

1. El insecticida obtenido como polvo por el molinado de la semilla del Nim (CubaNim SM) se mezcla con agua a razón de 4.5 a 6 kg·ha<sup>-1</sup>, agitándose a intervalos irregulares, y después se deja en reposo entre cuatro y seis horas para lograr una óptima extracción del principio activo, procediéndose al filtrado a través de una malla fina. También se puede sumergir un saco de lienzo conteniendo el polvo en el volumen de agua requerida para la extracción. La solución acuosa preparada es asperjada utilizando mochilas tradicionales Estrada *et al.* (2002). Para este caso se utilizaron 100 g·5 L<sup>-1</sup> de agua, con una frecuencia de aplicación semanal.

to achieve a more rational usage of available resources, makes it necessary for the region to convert from a conventional high-input agricultural system to one of low-input strategies, in which biopesticides obtained from natural resources can make a contribution. Authors such as Shannon *et al.* (1997) expound on the possibility of exploiting the inhibitory effect of natural substances on feeding (antifeedant activity), and on how it might one day be possible to use plant extracts in artisanal and semi-artisanal form, as is done with *Azadirachta indica* A. Juss for other pests, in the control of *H. grandella*.

These elements have given rise to the following overall objective: to propose an ecological and efficient control method using biopesticides derived from *Azadirachta indica* A. Juss (Neem) and pruning to reduce the damage caused in *Cedrela odorata* L. plantations.

---

## MATERIALS AND METHODS

The work was carried out in a study area dedicated to the cultivation of *C. odorata*, at the Estación Experimental Forestal Viñales in the province of Pinar del Río, Cuba, located at latitude 22° 31' 15" N and longitude 83° 40' 16" W at about 150 m.

*C. odorata* seeds were collected in the San Vicente locality in the municipality of Viñales at the beginning of April, 2001, and sown at the end of the same month in the La Majagua nursery, after undergoing raw processing at the Viñales Forest Research Station. They did not receive pregerminative treatments, as the species does not require them.

The study was established in an area of 0.12 ha, with spacing of 3 x 1.5 m, under a design of randomized complete blocks with four treatments described below in three replicates, according to Cochran and Cox (1983), with plots of 20 trees:

1. The insecticide powder obtained by grinding the Nim seed (CubaNim SM) was mixed with water at the rate of 4.5 to 6 kg·ha<sup>-1</sup>, shaken at irregular intervals, and then left at rest between four to six hours to achieve optimal extraction of the active ingredient, after which it was filtered through a fine mesh. (This can also be done by dipping a cloth bag containing the powder into the volume of water required for the extraction). The aqueous solution prepared was then applied using traditional backpack-style sprayers as recommended by Estrada *et al.* (2002). In this case, 100 g·5 L<sup>-1</sup> of water was used, with a weekly frequency application.
2. Disulfoton, the organophosphate acetylcholinesterase inhibitor in Dysiston G-10, was the chemical

2. Disulfoton utilizando la experiencia en el control de otras plagas forestales por Lista Oficial de Plaguicidas Autorizados (2002), 20 g de componente activo por cada metro de altura de la planta. Este producto se aplicó al suelo, por su acción sistémica, con intervalos de tres meses.
3. La poda constituyó otro de los tratamientos silvícolas capaz de mitigar los daños de *H. grandella*. En este caso se utilizó lo planteado por Hilje y Cornelius (2002) y Macías *et al.* (2004), la poda sanitaria y de formación, que se realizó con tijeras para podar. Evaluándose semanalmente, se realizó en aquellos árboles que presentaron ataques recientes y frescos. Una vez que aparecieron las bifurcaciones se realizaba la poda de formación, cuyo objetivo es eliminar las ramas que ofrecen competencia y así dejar solamente aquella que garantiza un fuste recto y con calidad.
4. Un testigo.

Se realizaron evaluaciones semanales de la incidencia de ataques, número de bifurcaciones del fuste, altura de la primera bifurcación y pérdida de altura.

Las aplicaciones para todos los tratamientos se realizaron en el periodo abril/noviembre del 2003. Evaluándose semanalmente las mismas variables y en el mismo período que el área experimental anterior.

El área recibió labores de mantenimiento tales como chapea, ruedo y fertilización a razón de 50 g-planta<sup>-1</sup> con fórmula completa de 15-10-14.

Para el procesamiento estadístico se utilizó el sistema automatizado SPSS para Windows 2000, versión 10.0.

Para las variables número de ataque, altura de la primera bifurcación del fuste, número de bifurcaciones y pérdida de altura, al no seguir los valores una distribución normal, se realizó la prueba no paramétrica Kruskal Wallis con el objetivo de determinar la significancia. Posteriormente se hizo una comparación entre las medias para determinar las diferencias entre los tratamientos a través de la prueba Student-Newman-Keuls (S-N-K) con un nivel de significación de 95 %.

treatment applied. Based on its prescribed usage in the Official List of Authorized Pesticides (2002) for the control of other forest pests, 20 g of active ingredient was used for each meter of plant height. This product, which functions by systemic action, was applied to the soil at three-month intervals.

3. Pruning constituted another silvicultural treatment capable of mitigating damages wrought by *H. grandella*. In this case, the strategy of sanitary and formation pruning, as proposed by Hilje and Cornelius (2002) and Macías *et al.* (2004), was done with pruning shears. Evaluated weekly, pruning was undertaken in those trees presenting evidence of recent fresh attacks. Once the bifurcations appeared, formation pruning was carried out to eliminate the branches that offered competition and leave only those that guaranteed a straight, quality stem.

4. A control.

Weekly assessments were made of the number of attacks, number of stem bifurcations, height of the first bifurcation and height loss.

Applications for all treatments were conducted in the April-November 2003 period, with the same variables being evaluated weekly and at the same time.

Maintenance tasks were performed in the area, including clearing work, cleaning out the 1-meter circular area around the base of the plants, and applying fertilizer at the rate of 50 g-plant<sup>-1</sup> with complete formula of 15-10-14.

For the statistical analysis, the SPSS automated system for Windows 2000, version 10.0 was used.

The Kruskal-Wallis non-parametric test was used to determine significance for the variables studied (number of attacks, height of the first stem bifurcation, number of bifurcations and height loss), as they did not follow the values of a normal distribution. Subsequently, a comparison was made between the averages to determine the differences among the treatments using the Student-Newman-Keuls (S-N-K) test with a 95 % significance level.

---

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Número de ataques

El número de ataques por planta es un criterio a tener en cuenta para evaluar la efectividad de los diferentes tratamientos que se aplicaron para el control de *Hypsipyla grandella*; una vez efectuada la prueba de Kruskal Wallis, se comprobó que no existen diferencias significativas entre

---

## RESULTS AND DISCUSSION

### Number of attacks

The number of attacks per plant is a criterion to take into account in assessing the effectiveness of the different treatments applied to control *Hypsipyla grandella*; the Kruskal-Wallis test verified that there are no significant

los tratamientos, corroborado esto por la prueba Student-Newman-Keuls, ( $P<0.05$ .) (Cuadro 1).

**CUADRO 1. Análisis estadístico para la variable número de ataques por planta.**

**TABLE 1. Statistical analysis for the number of attacks per plant variable.**

Prueba de Kruskal Wallis		
Significación	0.303	
Student-Newman-Keuls		
Tratamientos	Media	Error estándar
CubaNim SM	0.80 a	
Poda	0.80 a	0.059
Dysiston G – 10	0.88 a	
Testigo	1.08 <sup>a</sup>	

\*Promedios seguidos de la misma letra, no son diferentes estadísticamente. Students-Newman-Keuls a  $P<0.05$ .

Pudo observarse que para el caso del bioinsecticida de Nim (CubaNim SM), una vez que aparecía la afectación, cuando se volvía a realizar la observación no se apreciaban nuevos brotes afectados (Figura 1).

Es decir, la larva penetraba y después desaparecía, coincidiendo con los resultados obtenidos por Mancebo *et al.* (2002), cuando estudiaron la actividad biológica de dos productos del Nim (Azatín y Nim 80) en el control de larvas en el tercer instar de *H. grandella* a escala de laboratorio. Cuando evaluaron la mortalidad de las larvas observaron que para el caso del Nim 80 se apreciaron grandes diferencias significativas entre las concentraciones, obteniendo mejores resultados en las concentraciones más altas (1.0; 3.20 y 10 %), donde murieron entre 70 y 100 % de las larvas expuestas; éstas no realizaron la muda para el cuarto instar. Para el caso del Azatín, pudo comprobarse que las larvas murieron.

**Número de bifurcaciones según los tratamientos**

Analizando el número de bifurcaciones por planta, puede notarse que el tratamiento poda difiere estadísticamente de los tratamientos CubaNim SM, el Dysiston G-10 y el testigo, resultado obtenido por el manejo que se realiza de las bifurcaciones para este tratamiento. A su vez el bioplaguicida CubaNim SM y el producto químico Dysiston G-10 no ofrecen diferencias significativas entre ellos. El tratamiento testigo difiere estadísticamente de los demás, siendo el que presentó mayor número de bifurcaciones por planta ( $P<0.05$ ) (Cuadro 2).

Se observaron los mejores resultados para el caso del bioplaguicida y la poda. En este último se manejaron las bifurcaciones según lo planteado por Sáez (2004). Es decir, en un primer momento se realizó la poda de

differences among the treatments, and this was corroborated by the Student-Newman-Keuls test ( $P<0.05$ .)

However, once damage appeared and the tree was treated with Nim biopesticide (CubaNim SM), a subsequent inspection turned up no additional buds affected (Figure 1).

That is, the larvae penetrated and later disappeared, coinciding with the results obtained by Mancebo *et al.* (2002) when they studied the biological activity of Nim products (Azatín and Nim 80) in the control of *H. grandella* larvae in the third instar under laboratory conditions. When they evaluated larvae mortality, they observed significant differences among the Nim 80 concentrations, with better results being obtained by the highest concentrations (1.0; 3.20 y 10 %), where between 70 to 100 % of the exposed larvae died; these never molted for the fourth instar. In the case of Azatin, the larvae also died.

**Number of bifurcations per treatment**

Analyzing the number of bifurcations per plant, it can be seen that the pruning treatment statistically differs from the CubaNim SM, Dysiston G-10 and control treatments, due to the pruning technique used to deal with the bifurcations. In turn, there are no significant differences between the CubaNim Sm biopesticide and the Dysiston G-10 chemical product. The control treatment differed statistically from the others, being the one that presented the greater number of bifurcations per plant ( $P<0.05$ .) (Table 2).



**FIGURA 1. Afectación provocada por *H. grandella* en plantas tratadas con CubaNim SM.**

**FIGURE 1. Damage caused by *H. grandella* in plants treated with CubaNim SM.**

**CUADRO 2. Análisis estadístico para la variable número de bifurcaciones por planta.****TABLE 2. Statistical analysis for the number of bifurcations per plant variable.**

Prueba de Kruskal Wallis		
Significación	0.000	
Student-Newman-Keuls		
Tratamientos	Media	Error estándar
Poda	0.00 a	
CubaNim SM	0.83 b	
Dysiston G – 10	0.95 b	0.10
Testigo	1.93 c	

\*Promedios seguidos de la misma letra, no son diferentes estadísticamente. Students-Newman-Keuls a  $P < 0.05$ .

saneamiento con el objetivo de mejorar la salud del árbol o el arbusto, eliminando las ramas muertas, enfermas o débiles, y posteriormente se realizó la poda de formación, que no es más que configurar el aspecto de la planta, dar una estructura adecuada. En otras palabras, se cortan las ramas sanas para obtener la forma deseada.

A pesar de que el tratamiento de poda refleja el mejor valor de la media, tiene como inconveniente lo expuesto por Anaya (2004), cuando señala que la máxima altura de poda suele efectuarse entre los cinco y seis metros. Más allá de esta altura los costos se elevan notoriamente, ya que las ramas son muy gruesas y se necesitan escaleras y herramientas especiales para realizarla. No obstante, la media obtenida para este tratamiento se encuentra dentro de los valores de riesgo planteados por Hilje y Cornelius (2002) (seis metros), pues a partir de esa altura disminuye la incidencia de ataque, por lo que no es necesario realizar la poda.

**Pérdida de altura en función de los diferentes tratamientos**

Para este caso el análisis estadístico, según el Cuadro 3, arrojó diferencias significativas del testigo con el CubaNim SM, la poda y el Dysiston G-10, mostrando el producto del Nim los mejores resultados. Puede observarse que para el caso del testigo existió una pérdida severa de su incremento en altura, evidenciando una vez más la necesidad de establecer métodos de control de *H. grandella* que sean eficientes y sin impacto sobre el ambiente. Para el caso del bioplaguicida CubaNim SM, las afectaciones fueron mínimas; estos resultados corroboran lo obtenido por Mancebo *et al.* (2000, 2002 y 2004), cuando demostraron que los extractos vegetales de algunas especies, entre ellos el Nim, tienen cierta acción sobre las larvas de esta plaga, como son: inhibidor sobre la alimentación (fagodisuasión), efectos anti-alimentarios, regulador del crecimiento y mortalidad de las larvas, lo cual es debido a un grupo variado de sustancias activas con un alto efecto biológico, entre

The best results were obtained by the biopesticide and pruning treatments. In the case of the latter, the bifurcations were handled according to the method put forward by Sáez (2004). That is, first sanitary pruning was carried out to improve the health of the tree or bush, which involves removing the dead, diseased or weak branches. After that, formation pruning was undertaken, which only involves configuring the appearance of the plant to give it an adequate structure. In other words, healthy branches are cut to obtain the desired shape.

Although the pruning treatment has the best mean value, it has a drawback described by Anaya (2004), who points out that the maximum pruning height is usually between five and six meters. Above this height costs rise sharply, since the branches are thicker and ladders and special tools are needed. However, the mean obtained for this treatment is within the risk values presented by Hilje and Cornelius (2002) (six meters), because from that height upwards the attack incidence falls; therefore, pruning is unnecessary in these upper reaches.

**Height loss as a function of the different treatments**

The statistical analysis for this variable, summarized in Table 3, shows significant differences between the control and the CubaNim Sm, pruning and Dysiston G-10 treatments, with the Nim product yielding the best results. It can be seen that the control suffered a severe loss in height increase, showing once again the need to establish *H. grandella* control methods that are both efficient and environmentally harmless. As for the CubaNim SM biopesticide, damage was minimal; these findings corroborate those obtained by Mancebo *et al.* (2000, 2002 and 2004) when they demonstrated that plant extracts of some species, among them Nim, have certain effects on *H. grandella* larvae. For example, they can act as a feeding inhibitor (antifeedant activity), produce negative food-intake effects, and regulate larvae growth and cause mortality. These effects are due to a diverse group of active substances

**CUADRO 3. Análisis estadístico para la variable pérdida de altura (cm).****TABLE 3. Statistical analysis for the height loss variable (cm).**

Prueba de Kruskal Wallis		
Significación	0.000	
Student-Newman-Keuls		
Tratamientos	Media	Error estándar
CubaNim SM	0.70 a	
Dysiston G – 10	3.65a	
Poda	4.25 a	0.59
Testigo	10.13 b	

\*Promedios seguidos de la misma letra, no son diferentes estadísticamente. Students-Newman-Keuls a  $P < 0.05$ .

las que destacan la Azadirachtina y otras importantes como la Salanina y la Nimbina.

Para el tratamiento poda existen afectaciones, ya que se realizó cortando el brote principal en un punto localizado donde termina el daño, retardando el crecimiento de la planta y alargando su exposición al ataque de la plaga. Es importante mencionar que las larvas de *H. grandella* perforan los brotes, haciendo galerías longitudinales que miden hasta 38 cm de largo, según la edad de la larva y el tamaño del brote; de ahí que se afecte tanto la altura, sometiendo más la planta a la incidencia de ataque de *H. grandella*.

### Altura de la primera bifurcación (cm)

Se observan diferencias significativas en el Cuadro 4 entre los tratamientos poda, Dysiston G-10 y testigo con el tratamiento CubaNim SM respecto a la altura de la primera bifurcación, registrándose los mejores valores para el caso del bioinsecticida CubaNim SM, en donde el valor promedio está sobre los 200 cm de altura; así, una vez más damos respuesta a la problemática de esta investigación, donde las afectaciones de la plaga para este tratamiento son mínimas. Para el caso del tratamiento poda, esta variable se comporta sobre los 160 cm de altura; después de realizar la poda de saneamiento se efectúa la poda de formación, con el objetivo de obtener un fuste recto, sin bifurcaciones y con alto valor comercial.

CUADRO 4. Análisis estadístico para la variable altura de la primera bifurcación (cm).

TABLE 4. Statistical analysis for height of the first bifurcation variable (cm).

Prueba de Kruskal Wallis		
Significación	0.006	
Student-Newman-Keuls		
Tratamientos	Media	Error estándar
Testigo	129.89a	
Poda	163.67a	
Dysiston G – 10	168.41a	0.71
CubaNim SM	219.43b	

\*Promedios seguidos de la misma letra, no son diferentes estadísticamente. Student-Newman-Keuls a  $P < 0.05$ .

### CONCLUSIONES

Como resultado de esta investigación podemos resaltar que los tratamientos CubaNim SM y la poda logran un control eficiente sobre *Hypsipyla grandella*, destacándose el mismo en las variables: número de ataque, número de bifurcaciones, pérdida de altura y altura de la primera bifurcación. Además, con esta propuesta de control se reduce el uso de plaguicidas convencionales y en época de mayor incidencia de la plaga se reducen las altas cantidades de residuos.

with a high biological effect, among which Azadirachtina and other notable ones such as Salanina and Nimbina stand out.

Damages were incurred in the pruning treatment, in that the main bud was cut at the point where the damage ends, retarding the plant's growth and lengthening its exposure to pest attack. It is important to mention that *H. grandella* larvae perforate the buds, boring longitudinal galleries that measure up to 38 cm in length, depending on the bud's age and size, hence both affecting the plant's height and subjecting it to more *H. grandella* attacks.

### Height of the first bifurcation (cm)

Significant differences can be seen in Table 4 between the pruning, Dysiston G-10 and control treatments and the CubaNim SM treatment with respect to the height of the first bifurcation, with the best values being recorded by the CubaNim SM biopesticide, where the average value for height is above 200 cm; thus, we once again address the central challenge posed by this research, as the damage wrought by this pest is minimal with this treatment. With the pruning treatment, this variable behaves above 160 cm of height; after the sanitary pruning, formation pruning is carried out in order to obtain a straight stem, without bifurcations and with high commercial value.

### CONCLUSIONS

The key finding yielded by this research is that the CubaNim SM and pruning treatments achieve an efficient control over *Hypsipyla grandella*, both standing out from the other treatments in terms of the study variables: number of attacks, number of bifurcations, height loss and height of the first bifurcation. Furthermore, this proposed control reduces the use of conventional pesticides and the accompanying high amounts of residues when the incidence of *H. grandella* is at its peak.

### ACKNOWLEDGMENTS

I wish to express my gratitude to all those who contributed in one way or another to this study, but particularly the following: Dr. Jesús Estrada and Lic. René López, with whom I had no fear of making a mistake; the researchers, technicians and support staff at the Estación Experimental Forestal Viñales, who understood the importance of this work; the professors at the Universidad Hermanos Saiz Montes de Oca, in Pinar del Rio, for teaching us and helping enrich our knowledge in each subject area; and, finally, my husband and parents who substituted for me in my responsibilities as a mother.

End of English Version

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a todos aquéllos que han contribuido de alguna forma en la realización de este estudio; en especial al Dr. Jesús Estrada y al Lic. René López, con los cuales pude contar sin temor a equivocarme. A investigadores, técnicos y personal de apoyo de la Estación Experimental Forestal Viñales, que entendieron la importancia de este trabajo. A los profesores de la Universidad Hermanos Saiz Montes de Oca, de Pinar del Río, por impartirnos la docencia y contribuir a enriquecer nuestros conocimientos en cada una de las temáticas. A mi esposo y mis padres por sustituirme en mis responsabilidades como madre.

## LITERATURA CITADA

- ANAYA, C. 2004. ¿Cómo podar árboles? <http://www.na.fs.fed.us>
- BERRIOS, M. C.; GARCÍA, A.; MENÉNDEZ, J. M.; ECHEVARRÍA, E.; VALDÉS, H. 1987. Prueba de insecticidas químicos en el control del taladrador de las meliáceas *Hypsipyla grandella* en vivero. Revista Forestal Baracoa 17(1): 7-16.
- COCHRAN, W. G.; COX, G. M. 1983. Diseños Experimentales. México. 661 p.
- DUARTE, A.; MENÉNDEZ, J. M.; LUJAN, M. 1988. Susceptibilidad de las larvas de *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera Phycitidae) en biopreparados de Metarrizum en condiciones de laboratorio. Revista Forestal Baracoa 18: 71-79.
- DUARTE, A.; MENÉNDEZ, J. M.; BERRIOS, M DEL C.; BARROSO, J. R.; RITO, A. 1996. Integrated Management of *Hypsipyla grandella* in Nurseries and plantations of Meliaceae in Cuba. *Hypsipyla* Shoot Borers in Meliaceae. Editorial Management: P. W. Lynch. Australia. 189 p.
- ESTRADA, J.; LÓPEZ, M. T.; CASTILLO, B. Z.; DÍAZ, V. 2002. Potencialidades del uso del Nim y sus bioproductos en la producción agropecuaria ecológica y sostenible. Revista Agricultura Orgánica. 8: 18-21.
- HERRERA ALEGRÍA, Z.; LANUZA, B. 1996. Especies para reforestación en Nicaragua. Nicaragua, Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), Servicio Forestal. 185 pp.
- HILJE, L.; CORNELIUS, J. 2002. ¿Es inmanejable *H. grandella* como plaga? <http://www.catie.ac.cr>. Hoja Técnica In Manejo Integrado de Plagas No. 53.
- HOCHMUT, R.; MILÁN, D. 1982. Protección contra las plagas forestales en Cuba. Editorial Científico – Técnica, Ciudad de la Habana. 290 p.
- LISTA OFICIAL DE PLAGUICIDAS AUTORIZADOS. 2002. República de Cuba. Registro Central de Plaguicidas. Centro Nacional de Toxicología (CENATOX). La Habana, Cuba. 383 p.
- MACÍAS, J. 2001. Interacciones química entre *Hypsipyla grandella* y sus hospedantes. Manejo integrado de plagas (Costa Rica). 60: 15 -21.
- MACIAS, J.; ARGUEDES, M.; HILJE, L.; COLA, J. 2004. Plagas forestales Neotropicales. 2006. Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 78: (20) 106-107.
- MANCEBO, F.; HILJE, L.; MORA, G. A.; SALAZAR, R. 2000. Fagodisuasión de extractos vegetales en larvas de *Hypsipyla grandella*. Revista Forestal Centroamérica Julio/Septiembre. 31: 11-15.
- MANCEBO, F.; HILJE, L.; MORA, G. A.; SALAZAR, R. 2002. Biological activity of two neem (*Azadirachta indica* A. Juss, Meliaceae) products on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. <http://www.elsevier.com/locate/crope2/> (pp 107-112).
- MANCEBO, F.; HILJE, L.; MORA, G. A.; SALAZAR, R. 2004. Efectos de los extractos vegetales sobre las larvas de *Hypsipyla grandella*. <http://web.catie.ac.cr>.
- MAYHEW, J. E.; NEWTON, A. C. 1998. The silviculture of mahogany. CABY publishing a division of CAB INTERNATIONAL. Great Britain. 226 p.
- PATIÑO, F. 1997. Recursos genéticos de Swietenia y Cedrela en los Neotrópicos: propuestas para Acciones Coordinadas. Dirección de Recursos Forestales. Departamento de Montes. FAO, Roma, Italia. 58 p.
- SÁEZ, I. 2004. Ordenanza sobre plantación, trasplante, poda y tala de árboles del municipio Chacao, Venezuela. <http://www.chacao.gov.ve>.
- SHANNON, P.J.; VARGAS, C.; CUBILLO, D.; HILJE, L.; WAMASABO, M. A.; SANABRIA, G. 1997. Actividad biológica de hombre grande (*Quassia amara*) sobre *Hypsipyla grandella* (Lep.: Pyralidae). Informe de investigación. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 8 p.