

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS  
FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE



**“EVALUACIÓN DE UNA ESTRATEGIA PARA EL CONTROL DEL  
ATAQUE DE *Hypsipyla grandella* Zeller EN UNA PLANTACIÓN DE  
*Cedrela odorata* L. (cedro rojo) y *Swietenia macrophylla* King (Caoba), EN  
LA PROVINCIA DE TAMBOPATA-MADRE DE DIOS”**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. APAZA BORDA, NILDA EDIT**

**Bach. VARGAS GARCIA, CESIA**

**ASESOR:**

**Ing. SAÚL JUAN MANRIQUE LEÓN.**

**Puerto Maldonado – Madre de Dios.**

**Marzo- 2019**

## DEDICATORIAS

### *Dedicatoria*

*La presente tesis se la dedico a Wilfredo Apaza Cachique, mi padre e Isabel Borda Carbajal, mi madre, ambos por brindarme los recursos necesarios, su comprensión, sus consejos y su apoyo constante muy a pesar de las adversidades siempre estuvo apoyándome para alcanzar mis objetivos y por todo ese amor que me expresan a diario. Así mismo al resto de mi familia y amigos que de alguna manera me han apoyado con sus conocimientos y sabios consejos, que de alguna manera han contribuido con un grano de arena en la culminación de este trabajo.*

*Nilda.*

*Esta tesis se la dedico especialmente a mis padres: Francisco Vargas Puma y Luzmila García Accarapi, por brindarme su apoyo, comprensión, amor y su apoyo permanente para poder alcanzar mis propósitos. También a mis hermanos por su apoyo moral y constancia que han permitido que logre culminar mis estudios superiores. A mis compañeros que siempre me apoyaron y compartieron momentos importantes en esta vida universitaria.*

*Cesia.*

## **AGRADECIMIENTOS**

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijas, son los mejores padres.

A nuestros hermanas (os) por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos

A la Universidad Amazónica de Madre de Dios, por ser mi alma mater; y por haberme brindado todas las facilidades en estos años de estudios de Pre-Grado en la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, por brindarnos la oportunidad de formarnos como profesionales, en nuestra superación y personal.

A todos los docentes Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, del Departamento de Ciencias Básicas por mi formación científica, a los compañeros de estudios por compartir sus conocimientos, enseñanzas y amistad.

Un agradecimiento especial al Ing. Saúl Manrique León por la asesoría de la presente tesis y por su amistad en todos estos años, al MSc. Jorge Garate Quispe, por su apoyo en los análisis de los datos e información; por sus sugerencias y contribuciones al presente trabajo.

## PRESENTACIÓN

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. El trabajo que se pretende realizar en cuatro bloques de estudio del Fundo “El Bosque”, en el sector Loboyoc, del Distrito de las Piedras, del Departamento Madre de Dios, presenta una extensión de 424.00 ha, entre 200-210 m de altitud, 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) y *Swietenia macrophylla* King (Caoba), para lo cual se utilizó una estrategia de tratamiento (asociación con plantación de *Jatropha curcas* L., poda y testigo) bajo un diseño de plantaciones en fajas. De igual manera se evaluó en grado de ataque, el crecimiento y mortandad de las plántulas de las dos especies forestales. 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. Para las variables objeto de estudio los tratamientos serán las asociaciones y la poda.

Se evaluaron en 4 bloques cuya diseño de la plantaciones son en fajas de 500 m de longitud cuyo distanciamiento es 10 m entre plantas en un bosque de tierra firme .Dentro de este contexto la presente investigación buscó responder a la interrogante sobre el nivel de respuesta de esta estrategia al ataque de la *Hypsipyla grandella* Zeller en plantaciones de eficiente de control de *Hypsipyla grandella* Zeller en plantaciones de *Cedrela odorata* L. (cedro rojo) y *Swietenia macrophylla* King (Caoba), Meliaceae en la localidad de Loboyoc, Distrito de las Piedras, Provincia de Tambopata, Departamento de Madre de Dios.

En el presente estudio se planteó la evaluación de una estrategia para el control del ataque de *Hypsipyla grandella* zeller en una plantación de *Cedrela odorata* L., (cedro rojo) y *Swietenia macrophylla* king (caoba), para ello se aplicó estas dos estrategias necesarias que nos permitió realizar la determinación del nivel de ataque a las plantaciones de cedro y caoba, el grado de ataque, crecimiento y mortandad de las plántulas de las dos especies. Se utilizó la estadística descriptiva y el análisis multivariado para comparar la similitud de cada uno de las parcelas en estudio.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación consiste en la evaluación de una estrategia para el control del ataque de la *Hypsipyla grandella* en una plantación forestal bajo dosel de un bosque primario intervenido, donde se han realizado con el propósito de disminuir el efecto negativo producido por *Hypsipyla grandella* (taladrador de la familia Meliaceae en plántulas de *Swietenia macrophylla* King. (Caoba) y la *Cedrela odorata* L. (Cedro), consideradas de suma importancia comercial por su estructura y calidad de la madera en la industria forestal, se ha identificado a *Hypsipyla grandella*, como una plaga potencial y de interés comercial por atacar a las plantas en los primeros estadios de vida. Debido a que el ataque induce a la formación excesiva de ramas, malformación de fustes y, en el peor de los casos, la muerte de las plántulas afectadas en plantaciones, para lo cual se efectuó la combinación de plantas con principios alelopáticos hacia la plaga como es en este caso la *Jatropha curcas* L., (piñón) con la finalidad de controlar o erradicar la plaga que por muchos años ha sido objeto de estudio por muchos trabajos de investigación.

Se evaluaron la influencia *Jatropha curcas* L., (“piñón blanco”), en el nivel de control del ataque de *Hypsipyla grandella*, a plántulas de *Cedrela odorata* L., (Cedro rojo) y *Swietenia macrophylla* King. (Caoba).

La población está conformada por 300 plántulas: 150 plántulas de *Cedrela odorata* L., y 150 plántulas de *Swietenia macrophylla* King. La muestra fue seleccionada a criterio de investigador. El tamaño de la muestra fue de 50 individuos por bloque. La forma de las unidades de muestreo fueron 6 bloques cuyo diseño de plantaciones son fajas de 500 m x 10 m respectivamente, cuyo distanciamiento entre plantas y plantas es de 10 m, en un bosque de tierra firme.

Se utilizó la prueba chi-Cuadrado para evaluar la relación o independencia entre las variables incidencia de ataque de *H. grandella* (presencia o ausencia) y los tratamientos de *Swietenia macrophylla* King., [Trat1 (Bloque 15 y 19) y Testigo (bloque 10)].

Se utilizó la prueba de chi-Cuadrado para evaluar la relación o independencia entre las variables incidencia de ataque de *H. grandella* (presencia o ausencia) y los tratamientos de *Cedrela odorata* L. [Trat1 (Bloque 8 y 12) y Testigo (bloque 26)].

Para cuantificar la intensidad de relación entre dos variables después de utilizar el test Chi-Cuadrado, se utilizó el coeficiente Phi de Pearson.

Para comparar el promedio inicial y final en diámetro y altura de las plántulas entre cada tratamiento se utilizó la prueba t-student o el test de Mann-Whitney (no paramétrico), según corresponda; cuando cumplan o no con los supuestos, paramétricos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Se utilizó el análisis de covarianza para comparar el crecimiento en altura de Cedro y caoba entre los tratamientos y el testigo, considerando como covariables a la altura inicial de las plántulas y la apertura del dosel. Todos los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico SPSS versión 24.

Existe una mayor incidencia de ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller, para plantaciones de *Cedrela odorata* L., en los tratamientos asociados con *Jatropha curcas* L., que en el testigo. Los tratamientos influyeron de forma significativa en la ocurrencia de ataque de *H. grandella*. Así mismo, la relación entre las variables es pobre, considerando el coeficiente de Pearson. No existe incidencia de ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller, para plantaciones de *Swietenia macrophylla* King., con los tratamientos asociados con *Jatropha curcas* L., que en el testigo. Los tratamientos no influyeron de forma significativa en la ocurrencia de ataque de *H. grandella*. Así mismo, la relación entre las variables es pobre, considerando el coeficiente de Pearson.

**Palabras clave: Especies, estrategia, incidencia, control, tratamiento.**

## ABSTRACT

The present research work consists in the evaluation of a strategy to control the attack of the *Hypsipyla grandella* in a forest plantation under canopy of an intervened primary forest, where they have been carried out with the purpose of diminishing the negative effect produced by *Hypsipyla grandella* (driller of the Meliaceae family in seedlings of *Swietenia macrophylla* King. (Caoba) and *Cedrela odorata* L. (Cedro), considered of great commercial importance for their structure and quality of the wood in the forest industry, *Hypsipyla grandella* has been identified, as a potential pest of commercial interest for attacking plants in the early stages of life, because the attack induces excessive branch formation, malformation of branches and, in the worst case, death of seedlings affected in plantations, for which the combination of plants with allelopathic principles towards the pest was carried out, as in this case the *Jatropha curcas* ("white pinion") with the purpose of controlling or eradicating the plague that for many years has been the object of study by many research works.

The influence of *Jatropha curcas* L., ("white pinion"), on the control level of the attack of *Hypsipyla grandella*, on the seedlings of *Cedrela odorata* L., (Red Cedro) and *Swietenia macrophylla* King was evaluated. (Caoba).

The population is made up of 300 trees: 150 trees of *Cedrela odorata* L., and 150 trees of *Swietenia macrophylla* King. The sample was selected at the discretion of the researcher. The sample size was 50 individuals per block. The shape of the sampling units were 4 blocks whose plantation design is strips of 500 m x 10 m respectively, whose distance between plants and plants is 10 m, in a forest of the mainland.

The chi-square test was used to evaluate the relationship or independence between the variables attack incidence of *H. grandella* (presence or absence) and the treatments of *Swietenia macrophylla* King. [Trat1 (Block 15 and 19) and Control (block 10)]

The chi-square test was used to evaluate the relationship or independence between the variables attack incidence of *H. grandella* (presence or absence) and the treatments of *Cedrela odorata* L. [Trat1 (Block 8 and 12) and Control (block 26)]

To quantify the intensity of the relationship between two variables after using the Chi-square test, Pearson's Phi coefficient was used.

To compare the initial and final average diameter and height of the seedlings between each treatment, the t-student test or the Mann-Whitney test (nonparametric) was used, as appropriate; when they comply or not with the assumptions, parametric of normality and homogeneity of variances. The analysis of covariance was used to compare the growth in height of Cedar and mahogany between the treatments and the control, considering as covariables the initial height of the seedlings and the opening of the canopy. All analyzes were performed using the statistical package SPSS version 24.

There is a higher attack incidence of *Hypsipyla grandella* Zeller, for plantations of *Cedrela odorata* L., in the treatments associated with *Jatropha curcas* L., than in the control. The treatments significantly influenced the occurrence of *H. grandella* attack. Likewise, the relationship between the variables is poor, considering the Pearson coefficient. There is no attack incidence of *Hypsipyla grandella* Zeller, for plantations of *Swietenia macrophylla* King. With the treatments associated with *Jatropha curcas* L., than in the control. The treatments did not significantly influence the occurrence of *H. grandella* attack. Likewise, the relationship between the variables is poor, considering the Pearson coefficient.

**Keywords: Species, strategy, incidence, control, treatment.**

## INTRODUCCIÓN

El establecimiento de plantaciones comerciales de especies forestales de interés comercial, favorece la conservación del bosque natural y permite la reducción de las extracciones de madera y talas de bosque, que son las prácticas más frecuentes en la explotación de especies nativas (Mancebo, Hilie, Mora y Salazar, 2000). En este contexto, es importante y deseable aportar conocimiento básico sobre los insectos limitantes que atacan las plantaciones forestales, y complementar la información actual de las mismas, y así, tener más elementos para el manejo sostenible de las plantaciones.

*Hypsipyla grandella* (Zeller 1848) (Lepidoptera: Pyralidae), es uno de los insectos considerado como uno de los factores limitantes más severos en la industria forestal en nuestro país, este es conocido como el barrenador de las Meliáceas, por atacar a las plantas de especies como la Caoba (*Swietenia macrophylla* King. 1760) y al Cedro (*Cedrela odorata* L.1756) (Briceño 1997, Mayhew y Newton, 1998).

El ataque por parte del insecto es efectuado en plantas de vivero y en plantaciones jóvenes, lo que impide el aprovechamiento de su potencial reproductivo y genera dificultad en el establecimiento de plantaciones comerciales a gran escala (Hilje y Cornelius, 2001). El principal daño ocasionado, consiste en la perforación de los brotes nuevos, especialmente el brote terminal, este ataque afecta la dominancia apical y como resultado ramifica el árbol, lo que genera la reducción del valor comercial de la madera, debido a que se reduce el tamaño de la troza que puede ser comercializada.

El objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar una estrategia para el control del ataque de la *Hypsipyla grandella* (Zeller 1848) en campo mediante la siembra asociada de especies alelopáticas como es en este caso la *Jatropha curcas*, a través del análisis de resultados; producto de esta investigación que se ha desarrollado en el fundo “El Bosque” de la UNAMAD, con perspectivas en el manejo integrado de plagas. A través de este estudio lo que se quiere es evaluar una estrategia para el control del ataque de este insecto sobre plantaciones forestales dentro de los bosques que anteriormente hubo aprovechamiento selectivo como es en el caso de las concesiones forestales maderables, a fin de enriquecer los bosques con maderas de alto valor comercial pero que sin embargo tienen estas limitaciones debido al ataque del “barrenador de las Meliáceas”.

# ÍNDICE

DEDICATORIAS .....	2
AGRADECIMIENTOS .....	2
PRESENTACIÓN .....	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT .....	7
INTRODUCCIÓN.....	9
<b>CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA: .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.1. PROBLEMA PRINCIPAL .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3.1. OBJETIVO GENERAL: .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....</b>	<b>3</b>
<b>1.5. HIPÓTESIS.....</b>	<b>4</b>
<b>1.5.1. HIPOTESIS GENERAL: .....</b>	<b>4</b>
<b>1.5.2. HIPÓTESIS ESPECIFICOS: .....</b>	<b>5</b>
<b>1.6. JUSTIFICACIÓN. ....</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO A NIVEL INTERNACIONAL.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL .....</b>	<b>11</b>
<b>2.3. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO .....</b>	<b>16</b>
<b>2.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA <i>Hypsipyra grandella</i>.....</b>	<b>20</b>
<b>2.4.1. Importancia de la <i>Hypsipyra grandella</i> (Zeller).. .....</b>	<b>20</b>
<b>2.4.2. Posición taxonómica de la <i>Hypsipyra grandella</i> (Zeller). .....</b>	<b>21</b>
<b>2.5. HOSPEDEROS DE LA <i>Hypsipyra grandella</i> .....</b>	<b>23</b>
<b>2.6. DAÑOS QUE PROVOCAN LA <i>Hypsipyra grandella</i> .....</b>	<b>25</b>
<b>2.7. MANEJO DE LA <i>Hypsipyra grandella</i> PARA SU CONTROL.....</b>	<b>26</b>
<b>2.7.1. Control Químico .....</b>	<b>26</b>
<b>2.7.2. Control Genético.....</b>	<b>27</b>
<b>2.7.3. Control Biológico.....</b>	<b>28</b>
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>30</b>
<b>3.1. TIPO DE ESTUDIO .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2. DISEÑO DE ESTUDIO .....</b>	<b>30</b>

<b>3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA</b> .....	31
<b>3.3.1. POBLACIÓN</b> .....	31
<b>3.3.2. MUESTRA</b> .....	31
<b>3.3.3. TAMAÑO Y FORMA DE LAS UNIDADES DE MUESTREO</b> .....	32
<b>3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS</b> .....	32
<b>3.4.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	32
<b>3.4.2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA APLICADA</b> .....	34
<b>3.4.3. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DEL ÁREA</b> .....	36
<b>3.4.4. TRATAMIENTO DE DATOS</b> .....	37
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	39
<b>4.1. DEL GRADO DE ATAQUE DE LA <i>Hypsipyla grandella</i> ZELLER EN PLANTACIONES DE <i>Cedrela odorata</i> L. (cedro rojo) ASOCIADO CON PLANTACIONES DE <i>Jatropha curcas</i> L.</b> .....	39
<b>4.2. DEL GRADO DE ATAQUE DE LA <i>Hypsipyla grandella</i> Zeller EN PLANTACIONES DE <i>Swietenia macrophylla</i> King (Caoba) ASOCIADO CON PLANTACIONES DE <i>Jatropha curcas</i> L.</b> .....	41
<b>4.3. DEL CRECIMIENTO EN PLANTACIONES DE <i>Swietenia macrophylla</i> King (Caoba) ASOCIADO CON PLANTACIONES DE <i>Jatropha curcas</i> L.</b> .....	44
<b>4.4. DE LA MORTALIDAD EN PLANTACIONES DE <i>Swietenia macrophylla</i></b> .....	77
<b>4.5. DE LA MORTALIDAD EN PLANTACIONES DE <i>Cedrela odorata</i> L.</b> .....	78
<b>CONCLUSIONES</b> .....	79
<b>SUGERENCIAS</b> .....	81
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	82
<b>ANEXOS TABLAS</b> .....	87
<b>ANEXO FIGURAS</b> .....	92

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño Experimental en Bloques Aleatorizados.....	31
Tabla 2. Incidencia de Ataque con <i>Hypsipyra grandella</i> Zeller, para <i>Cedrela odorata</i> L. (cedro) y <i>Swietenia macrophylla</i> King. (caoba) con <i>Jatropha curcas</i> L. y sin <i>Jatropha curcas</i> L. ....	40
Tabla 3. Incidencia vs Tratamiento (Chi Cuadrado) para <i>Cedrela odorata</i> L.....	42
Tabla 4. Tabla de prueba de Chi –cuadrado .....	43
Tabla 5. Incidencia vs Tratamiento (Chi Cuadrado) para <i>Swietenia macrophylla</i> King.....	44
Tabla 6. Análisis estadístico para Diámetro de <i>Swietenia macrophylla</i> King., para bloques 19 y 15, y Testigo Bloque 10.....	45
Tabla 7. Análisis estadístico para Diámetro de <i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro), por Bloques.....	46
Tabla 8. Incremento de altura en <i>Swietenia macrophylla</i> King. (Caoba).....	48
Tabla 9. Análisis Paramétrico de Mann-Whitney para <i>Swietenia macrophylla</i> King., para incremento de altura .....	48
Tabla 10. Análisis estadístico para Incremento de altura en <i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro) .....	50
Tabla 11 .....	51
Tabla 12. Análisis estadístico para incremento de diámetro por bloques para <i>Cedrela odorata</i> L., por bloques.....	53
Tabla 13. Análisis de Covarianza – crecimiento en altura .....	72
Tabla 14. Análisis de Covarianza – crecimiento en diámetro .....	73
Tabla 15. Análisis de Covarianza – crecimiento en altura .....	74
Tabla 16. Análisis de Covarianza – crecimiento en diámetro .....	75
Tabla 17. Análisis estadístico para incremento de diámetro por bloques para <i>Swietenia macrophylla</i> King.....	88
Tabla 18. Análisis estadístico de Kruskal-Wallis para nivel de significancia para bloques 19 y 15, y Testigo Bloque 10.....	89
Tabla 19. Análisis de Varianza de Levenes para <i>Cedrela odorata</i> L., por Bloques.....	89
Tabla 20. Análisis de varianza para Incremento de altura en <i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro).....	90
Tabla 21. Análisis estadístico por Bloques para <i>Swietenia macrophylla</i> King.....	90
Tabla 22. Medias marginales estimadas para crecimiento diámetro de <i>Swietenia macrophylla</i> King.....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Establecimiento de las parcelas de 500 x 500 m, Diseño en Bloques randomizados o aleatorios (DCBA). .....	31
Figura 2. Establecimiento de las parcelas y/o transectos rectangulares de 500 x 10 m, para la evaluación de las plantaciones. ....	32
Figura 3. Ubicación del área de estudio del Rodal Semillero Fundo el Bosque .....	33
Figura 4. Diseño de la plantación para cada bloque .....	34
Figura 5. Diseño de la ubicación y distanciamiento entre plántulas .....	35
Figura. 6 Diámetro inicial de <i>Swietenia macrophylla</i> King. (Caoba) por bloques.....	46
Figura 7. Aumento del diámetro de <i>Cedrela odorata</i> L., (Cedro) por Bloques .....	47
Figura 8. Incremento de altura de <i>Swietenia macrophylla</i> King. (Caoba) .....	49
Figura 9. Altura inicial de los individuos de <i>Cedrela odorata</i> L., (Cedro) por bloques..	50
Figura 10. Comparación del crecimiento anual en diámetro entre los bloques evaluados (2 tratamientos y 1 testigo).....	51
Figura 11. Comparación del crecimiento anual en diámetro entre los bloques evaluados (2 tratamientos y 1 testigo).....	52
Figura 12. Incremento mensual en alturas para <i>Swietenia macrophylla</i> King. Bloque 19 .....	54
Figura 13. Incremento mensual en alturas para <i>Swietenia macrophylla</i> King. Bloque 15 .....	55
Figura 14. Incremento mensual en alturas para <i>Swietenia macrophylla</i> King. Bloque 10 Testigo .....	56
Figura 15. Incremento mensual en alturas para <i>Cedrela odorata</i> L., Bloque 12.....	57
Figura 16. Incremento mensual en alturas para <i>Cedrela odorata</i> L., Bloque 8.....	58
Figura 17. Incremento mensual en alturas para <i>Cedrela odorata</i> L., 26 Testigo .....	59
Figura 18. Box-plot de las mediciones de altura de los individuos de cedro Bloque 12. ....	60
Figura 19. Box-plot de las mediciones de altura de los individuos de caoba bloque 19. ....	61
Figura 20. Box-plot de las mediciones de altura de los individuos de cedro bloque 08. ....	62
Figura 21. Box-plot de las mediciones de altura de los individuos de caoba bloque 10_testigo. ....	63
Figura 22. Box-plot de las mediciones de altura de los individuos de caoba bloque 15. ....	64
Figura 23. Box-plot de las mediciones de altura de los individuos de cedro bloque 26_testigo. ....	65
Figura 24. Monitoreo de diámetro <i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro), bloque 12. ....	66
Figura 25. Monitoreo de diámetro <i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro). ....	67
Figura 26. Monitoreo de diámetro <i>Cedrela odorata</i> L., Bloque 26_testigo .....	68
Figura 27. Monitoreo de diámetro <i>Swietenia macrophylla</i> King., Bloque 19.....	69
Figura 28. Monitoreo de diámetro <i>Swietenia macrophylla</i> King., Bloque 10.....	70
Figura 29. Monitoreo de diámetro <i>Swietenia macrophylla</i> King., Bloque 15.....	71
Figura 30. Episodios de mortalidad mensual de plántulas de <i>Swietenia macrophylla</i> King (Caoba a según bloque, a lo largo de todo el periodo de evaluación. ....	77
Figura 31. Episodios de mortalidad mensual de plántulas de <i>Cedrela odorata</i> L. (Cedro) según bloque, a lo largo de todo el periodo de evaluación.....	78

Figura 32. Trazado de faja para la plantación en cada bloque.....	Figura 33Figura. 35. Apertura de hoyos	93
Figura 34. Medición de la altura del plantón	Figura 35. Medición del Diametro del plantón.....	93
Figura 36. Ejemplar de cedro quebrado y con rebrote buen .....	Figura 37. Ejemplar de Cedro con	94
Figura 38. Realizando el registro de datos en campo termino .....	Figura 39. Evaluacion de campo al	94
Figura 40. Evaluacion de la iluminación en el crecimiento de plántones en el bloque XXVI .....		95
Figura 41. Evaluacion de la iluminación en el crecimiento de plántones en el bloque XIX.....		95
Figura 42. Evaluacion de la iluminación en el crecimiento de plántones en el bloque XV .....		95
Figura 43. Evaluacion de la iluminación en el crecimiento de plántones en el bloque XII .....		96
Figura 44. Evaluacion de la iluminación en el crecimiento de plántones en el bloque X.....		96
Figura 45. Evaluacion de la iluminación en el crecimiento de plántones en el bloque VIII.....		96

## **CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

*Hypsipyla grandella* Zeller, el barrenador de los brotes de las Meliaceae, es probablemente el principal factor limitante en el establecimiento de plantaciones de caoba (*Swietenia* spp.) y cedro (*Cedrela* spp.) en los bosques amazónicos. Para el comercio internacional, estos árboles son las especies maderables tropicales más importantes de este continente. Recientemente, la Caoba, ha sido propuesta como una especie en peligro de extinción. Algunas publicaciones documentan aspectos biológicos y ecológicos de *H. grandella*, lo que incluye varios trabajos sobre el control químico y silvicultural de esta importante plaga. Sin embargo, se conoce muy poco sobre las interacciones de las Meliaceae con otras especies a fin de limitar el ataque de este insecto.

Los perjuicios económicos de las plagas forestales tienden a incrementar su significancia económica con el transcurso del tiempo y con la evolución del árbol, desde la fase de semilla hasta la del árbol maduro, y luego con la transformación en trozas, en productos forestales y después con la utilización de dichos productos, siendo la *H. grandella*, considerada en el Perú, como uno de los diez principales problemas entomológicos forestales.

En materia de sanidad forestal es de importancia tener en consideración mantener las poblaciones insectiles lo más bajo posible. En las plantaciones es pues esencial procurar mantener el vigor de los árboles y utilizar los

métodos silviculturales más adecuados en función de la biología del insecto.

En términos generales en la región de Madre de Dios, se ha hecho muy poco por lo que existe escases de estudios en cuanto al control entomológico sobre el barrenado de los rebrotes en las Meliaceae, por lo que tampoco se cuentan con estas herramientas importantes para evaluar o predecir los impactos potenciales de ciertas estrategias alternativas de uso de los bosques y plantaciones. Por lo cual se hace necesario y urgente realizar este tipo de estudios.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:**

### **1.2.1. PROBLEMA PRINCIPAL**

¿Cuál será grado de ataque para la estrategia y el control del ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller en una plantación de *Cedrela odorata* L. (cedro rojo) y *Swietenia macrophylla* King (Caoba), en Tambopata - Madre de Dios?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL:**

Evaluar el grado de ataque, el nivel de respuesta para la estrategia de control del ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller en una plantación de *Cedrela odorata* L. (cedro rojo) y *Swietenia macrophylla* King (Caoba), en Tambopata - Madre de Dios.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- ✓ Determinar el grado de ataque de la *Hypsipyla grandella* Zeller en plantaciones de *Cedrela odorata* L. (cedro rojo) asociado con plantaciones de *Jatropha curcas* L.
- ✓ Determinar el grado de ataque de la *Hypsipyla grandella* Zeller en plantaciones de *Swietenia*

- macrophylla* King (Caoba) asociado con plantaciones de *Jatropha curcas* L.
- ✓ Determinar el grado de ataque de la *Hypsipylla grandella* Zeller en plantaciones de *Swietenia macrophylla* King (Caoba) y de *Cedrela odorata* L. (cedro rojo) sin asociación con plantaciones de *Jatropha curcas* L.
  - ✓ Evaluar la estrategia de control al ataque de la *Hypsipylla grandella* Zeller en plantaciones de *Swietenia macrophylla* King (Caoba) y de *Cedrela odorata* L. (cedro rojo) sin asociación con plantaciones de *Jatropha curcas* L.
  - ✓ Evaluar la estrategia de control al ataque de la *Hypsipylla grandella* Zeller en plantaciones de *Swietenia macrophylla* King (Caoba) asociado con plantaciones de *Jatropha curcas* L.
  - ✓ Evaluar el crecimiento y la mortandad en plantaciones de *Swietenia macrophylla* King (Caoba) asociado con plantaciones de *Jatropha curcas* L.

#### 1.4. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

N°	VARIABLES	Indicador	Criterio	Definición Operacional
1	Variable Independiente 1: Nivel de repuesta de la estrategia para el control de <i>Hypsipylla grandella</i>	N° árboles de <i>Cedrela odorata</i> y <i>Swietenia macrophylla</i> /bloque	Cuantificación de número de árboles <i>Cedrela odorata</i> y <i>Swietenia macrophylla</i> , que tienen respuesta a <i>Hypsipylla grandella</i> /ha	Es el número de especies de una determinada población, siendo un árbol la unidad fundamental para la evaluación de la respuesta que tienen al ataque de <i>Hypsipylla grandella</i> .

2	Variable Independiente 2: Nivel de incidencia al ataque de <i>Hypsipyla grandella</i> asociado a plantaciones de <i>Jatropha curcas</i>	% ó número de ataques a las plantaciones de <i>Cedrela odorata</i> y <i>Swietenia macrophylla</i> /bloque	Cálculo de ataque de <i>Hypsipyla grandella</i> a plantaciones de cedro y caoba asociados con <i>Jatropha curcas</i> .	Corresponde al número de árboles de cedro y caoba que han sido atacados por <i>Hypsipyla grandella</i> , asociados con <i>Jatropha curcas</i> .
3	Variable Independiente 3: Nivel de incidencia al ataque de <i>Hypsipyla grandella</i> sin plantaciones de <i>Jatropha curcas</i>	% ó número de de ataque a las plantaciones de <i>Cedrela odorata</i> y <i>Swietenia macrophylla</i> /bloque	Cálculo de ataque de <i>Hypsipyla grandella</i> a plantaciones de cedro y caoba sin asociación de <i>Jatropha curcas</i>	Corresponde al número de árboles de cedro y caoba que han sido atacados por <i>Hypsipyla grandella</i> , sin asociación de <i>Jatropha curcas</i> .
4	Variable dependiente 1: Plantaciones de <i>Cedrela odorata</i> y <i>Swietenia macrophylla</i> asociada con Plantaciones de <i>Jatropha curcas</i>	Nº individuos de <i>Cedrela odorata</i> y <i>Swietenia macrophylla</i> ./ha, atacados por <i>Hypsipyla grandella</i>	Cuantificación del nivel de respuesta de los árboles al ataque de <i>Hypsipyla grandella</i> /bloque asociada con Plantaciones de <i>Jatropha curcas</i>	Corresponde al número total de individuos cuyo nivel de respuesta al ataque es positivo en las plantaciones de cedro y caoba, asociada con Plantaciones de <i>Jatropha curcas</i>
5	Variable dependiente 2: Plantaciones de <i>Cedrela odorata</i> y <i>Swietenia macrophylla</i> sin asociación de plantaciones de <i>Jatropha curcas</i>	Nº individuos de <i>Cedrela odorata</i> y <i>Swietenia macrophylla</i> ./ha, atacados por <i>Hypsipyla grandella</i>	Cuantificación del nivel de respuesta de los árboles al ataque de <i>Hypsipyla grandella</i> /bloque sin asociación de plantaciones de <i>Jatropha curcas</i>	Corresponde al número total de individuos cuyo nivel de respuesta al ataque es positivo en las plantaciones de cedro y caoba, sin asociación de plantaciones de <i>Jatropha curcas</i>
6	Variable dependiente 3: Número de bifurcaciones y pérdida de altura de los árboles	Relación Nº árboles atacados/pérdida de altura	Cálculo del Número de bifurcaciones y pérdida de altura en las plantaciones de cedro y caoba.	Es indicativo de la cuantificación del número de bifurcaciones y pérdida de altura después del ataque de <i>Hypsipyla grandella</i> a las plantaciones de cedro y caoba/bloque

## 1.5. HIPÓTESIS

El presente estudio ensaya un método etológico de control del ataque de *Hypsipyla grandella* Z, a plántulas de *Cedrela odorata* L. (Cedro rojo) y de *Swietenia macrophylla* King (Caoba), usando el arbusto denominado *Jatropha curcas* L., ("Piñón blanco"), planteándose la siguiente hipótesis:

### 1.5.1. HIPOTESIS GENERAL:

La estrategia para el control del ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller en una plantación de *Cedrela odorata* L. (Cedro rojo) y de *Swietenia macrophylla* King (Caoba), tiene menos probabilidad de ser atacadas cuando se siembran en asociación con *Jatropha curcas* L. ("Piñón blanco"), en Tambopata-Madre de Dios.

### 1.5.2. HIPÓTESIS ESPECIFICOS:

- ✓ La *Jatropha curcas* ("Piñón blanco"), influye en el control del ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller a las plántulas de *Cedrela odorata* L. (Cedro rojo) y de *Swietenia macrophylla* King (Caoba).
- ✓ La probabilidad de ataque de *Hypsipyla grandella*, Z., a plántulas de *Cedrela odorata* L. (Cedro rojo) y de *Swietenia macrophylla* King (Caoba), disminuye cuando se siembran en asociación con *Jatropha curcas* L ("Piñón blanco").

### 1.6. JUSTIFICACIÓN.

La importancia desde el punto de vista científico del presente estudio, radica en que el barrenador de las Meliaceae, *Hypsipyla grandella* Zeller *Lepidoptera: Pyralidae*, es el insecto peste más severo de las plantaciones jóvenes de las Meliaceae. En muchas partes de la amazonia tropical se han abandonado plantaciones después de repetidas infecciones por parte de esta plaga (Holdridge, 1993). El daño ocurre cuando las larvas de las polillas perforan los fustes y brotes terminales de las plantas jóvenes, resultando en una interrupción del crecimiento de la altura y las plantas en consecuencia ramifican profusamente.

Los árboles de caoba son susceptibles al ataque cuando alcanzan una altura de 0.5 m (Griffiths, 2001). El daño más severo del insecto a los árboles ocurre cuando una larva taladra en el brote terminal y lo mata.

Un ramo lateral crece hacia arriba para substituir al brote terminal perdido, dando por resultado un tallo principal torcido. También, el daño a la yema terminal rompe la

dormancia apical, dando por resultado una ramificación lateral excesiva (Howard y Meerow 1993). Los árboles pequeños que los taladradores atacan fuertemente en varias ocasiones en años sucesivos se deformen extremadamente.

Desde el punto de vista económico, el ataque del barrenador de las Meliaceae reduce el grado y así el valor monetario de los árboles porque los ataques últimamente resulta en una reducción en el número y la longitud de troncos rectos y claros. Atacan un porcentaje más alto de los árboles donde las caobas y los cedros crecen en plantaciones que donde estos árboles crecen entremezclados en bosques naturales, y este insecto ha sido un impedimento importante al establecimiento de las plantaciones. Se necesitan urgentemente métodos culturales en las Meliaceae en plantaciones a fin de disminuir el impacto en bosques naturales (Lamb 1966, Newton *et al.* 1993, Mayhew y Newton 1998, Floyd y Hauxwell 2001).

Desde el punto de vista ambiental y ecológico, los estudios de estrategias para disminuir el ataque de plagas forestales resultan un tema de gran interés para la comunidad científica debido a los aportes que brindan para el manejo de los recursos forestales.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO A NIVEL INTERNACIONAL

Grijpma y Ramalho, (1969), el cultivo de la caoba y el cedro ha sido imposible debido al ataque de la *Hypsipyla grandella*, un barrenador que ataca a varias partes del árbol, causando inclusive la muerte.

El control con insecticida es difícil; en primer lugar cuando las larvas emergen de los huevos depositados, penetran rápidamente a los tejidos de la planta. Es probable que en el tiempo que serían susceptibles a los insecticidas no pasaría de algunas horas. Así mismo indica que la eclosión es más frecuente en las horas de las primeras horas de la noche, lo que dificulta el combate de este barrenador. Otro problema es la alta frecuencia de los ataques debido al corto ciclo de vida que tiene la *Hypsipyla*. El ciclo de vida de la *Hypsipyla grandella* Zeller dura  $35 \pm 5$  días, pudiéndose repetir este ciclo durante todo el año, lo que hace que el control con insecticidas sea muy costoso y poco eficaz. La pérdida que se da llega a sobrepasar en muchos casos más del 60% de las plantaciones por la que es luego abandonada.

**Ramírez (1997)**, menciona que para reducir el ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller sobre las Meliaceae existen varias recomendaciones, las cuales generalmente se refieren a la mezcla en plantaciones de las Meliaceae con otras especies forestales, manejo de sombra tipo de suelo y tratamientos que limitan la propagación del insecto. Como es el caso de Puerto Rico que vienen investigando sobre el control biológico de la *Hypsipyla*, un parasito *Calliephialtes spp*, han sido mencionados y en la India han sido encontrados 11 parásitos

de los cuales *Trichogramma minutum* es probable el más importante porque parasita los huevos de la *Hypsipyla robusta*.

**Silva M., Rosa L y Viera T. (2013)**, realizaron un estudio de una plantación de caoba, el criterio de selección de la especie para constituir la barrera no se basó solamente en la resistencia a la *H. grandella*, pero también en su poder insecticida, como es el caso del nim (*Azadirachta indica* A. Juss). Esta Meliaceae se presenta compuestos bioactivos ricos en azadiractina encontrados en toda la planta, y que se utilizan en combate a un gran número de plagas forestales y agrícolas consorciados con especies resistentes a la *H. grandella*,

La mayor incidencia de ataque de *H. grandella* en las plantas de caoba se produjo en el período menos lluvioso, que ocurre julio a noviembre, intensificándose en los últimos meses del año. Los resultados del análisis estadístico del porcentaje de las plantas atacadas de caoba revelaron que en el quinto mes no hubo diferencias estadísticas significativas en el nivel de 5% de probabilidad entre las formas de plantíos evaluadas. En este período, solamente el plantío homogéneo presentó poco más del 1% de las plantas atacadas. A los 12 meses de edad se produjeron diferencias estadísticas significativas al 1% de probabilidad entre las medias de porcentaje de plantas atacadas.

Después de un año de plantación, todas las plantas se presentaban atacadas por la *H. grandella* en el plantío homogéneo. Sólo la plantación consorciada P4 no presentaba plantas atacadas. A los 18 meses no hubo diferencias estadísticas significativas al nivel del 5% de ataque y la probabilidad de que el porcentaje de ataque fue superior al 95% en todas las formas de plantíos probados. Después de

este período, la el porcentaje de plantas de caoba atacadas fue estabilizado.

**Pérez J., Eigenbrode S. y otros (2010)**, trabajaron con especies susceptibles *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla* atacadas por las larvas de *Hypsipyla grandella* (Zeller) para lo cual se injertaron en la especie resistente *Khaya senegalensis* y *Toona ciliata*. Se compararon las plantas injertadas de seis meses con sus injertos recíprocos y con ambas plantas intactas (no injertadas) y autoinjertadas para el daño debido a larvas de *H. grandella* y por sus efectos en el rendimiento larval.

Se llevaron a cabo dos experimentos: uno en el que el botón apical del brote principal de la planta fue inoculado con huevos de *H. grandella*, y el otro en el cual el brote fue inoculado con terceros. El daño en cada experimento se evaluó por el número de montones, número y longitud de los túneles, número de hojas dañadas y daño al botón apical. El rendimiento larval fue evaluado en términos de tiempo para alcanzar la pupación y el peso y la longitud de la pupa.

En ambos experimentos, el daño a la planta fue significativamente diferente entre los tratamientos ( $P \leq 0.03$ ). Los portainjertos resistentes confirieron resistencia a vástagos susceptibles. En ambos experimentos, el injerto por sí mismo, independientemente de la combinación del portainjerto y el vástago, también redujo el daño causado por las larvas de *H. grandella*. Los vástagos de especies susceptibles autoinjertadas tenían una resistencia similar a vástagos susceptibles injertados en portainjertos resistentes. Pocas larvas alcanzaron la pupación, y su peso y longitud pupal fueron similares.

**Martínez, et.al., (2010)**, realizaron 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.

**Pereira D., Fleig F. Meyer E., Lanzarin K. y Wolf K. (2016).** Evaluaron las características de las plantas de cedro (*Cedrela fissilis*) atacadas por plagas, los daños causados y las condiciones en que éstos fueron más pronunciados. Se realizó un censo de los individuos de cedro por caminata en un área total de 5,55 ha de bosque nativo, en el municipio de Silveira Martins. Se midieron los cedros con una altura total superior a 15 cm y el diámetro del colecto inferior a 12 cm y se evaluó su estado fitosanitario en relación con las plagas. Se han confeccionado histogramas de frecuencia de diámetro del colecto, y se analizó la relación hipsométrica de los

árboles atacados y sanos por medio del análisis de covariancia. Para el análisis espacial de los individuos, se hicieron mapas de densidad de cedros y mapas de tasa de riesgo del serrador y de la mariposa. Los árboles con mayor probabilidad de ataque fueron aquellos con diámetro de colecta entre 2 y 6 cm. Los claros o áreas con baja densidad total de árboles fueron las áreas más susceptibles a los ataques de la oruga *Hypsipyla grandella*, y locales con elevada densidad de individuos cuyo diámetro de colecto mide entre 8 y 12 cm son los más susceptibles al ataque de larvas de los *Oncideres sp.*

## 2.2. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL

**Consejo Regional de Investigación. (1998)**, realizó un estudio sobre el barrenador *H. grandella*, determinando que el mayor daño se ha registrado en las plantas de *Cedrela odorata*, L., (cedro rojo), en donde el ataque de *Hypsipyla*, ha sido en el 75% de la plantación realizada en la Región Loreto, (Perú), lo que ha significado la casi total pérdida de estas plantaciones.

**Dourojeanni (1963)**. Manifiesta que en Tingo María, Perú, fueron atacados por *Hypsipyla grandella*, Z., el 10% de una plantación de *Swietenia macrophylla*, King, (caoba) y el 65% de *Cedrela odorata*, L., (cedro rojo), en los primeros cuatro meses después de ser plantadas.

**El Comité de Reforestación de Pucallpa (1997)**, comprobó que en la intensidad de ataque de *Hypsipyla grandella*, Z., estaba relacionado con la presencia o ausencia de plantas repelentes como *Mansoa alliaceae*, A. Gentry, (ajo sachá), que por su característico olor a "ajo" dificultan a *Hypsipyla grandella*, Z., localizar a las plantas jóvenes de *Cedrela odorata*, L., (cedro rojo).

**Quevedo J. (1995).** manifiesta que en el Perú, principalmente en la región selva, la inquietud desplegada para el control de *Hypsipyla grandella*, Z., en plantaciones, sobre todo, con *Cedrela odorata*, L., y *Swietenia macrophylla*, King, es notoria; trabajos mancomunados de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, (JICA), con el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Agropecuarias, (INIAA), han puesto de manifiesto el esfuerzo para estudiar a uno de los causantes del mayor problema a las plantaciones jóvenes de Meliácea, como lo es *Hypsipyla grandella* Z.

**Vientemilla, F (2013).** Realizó un estudio sobre la asociación de la *Cedrela odorata* L. (cedro rojo) con *Mansoa alliaceae*, A. Gentry, (ajo sachá), estableciendo tres parcelas. En la parcela 1, al cabo de un año, de un total de 95 plántulas de *Cedrela odorata*, L., (cedro rojo), sembradas en asociación con *Mansoa alliaceae*, A. Gentry, (ajo sachá), ninguna fue atacada por *Hypsipyla grandella*, Z. En la parcela 2, donde fueron sembrados y lograron establecerse 95 plántulas de *Cedrela odorata*, L., (cedro rojo), sin asociación con *Mansoa alliaceae*, A. Gentry, (ajo sachá), el ataque de *Hypsipyla grandella*, Z., a las plántulas de *Cedrela odorata* L., se verificó a partir de la tercera semana de ser sembradas, siendo el resultado lo siguiente: De un total de 7 plantas, (7,37%), de *Cedrela odorata*, L., sufrieron el ataque de *Hypsipyla grandella*, Z. A los 6 meses, el ataque se verificó en otras 10 plantas más, (10,53%). A los 12 meses, 44, (46,32%), plantas más de *Cedrela odorata*, L., sufrieron el ataque de *Hypsipyla grandella*, Z. Por consiguiente en la Parcela 2, en un lapso de 12 meses, la acometida de *Hypsipyla grandella*, Z., fue comprobado en 61, (64,21%), de las 95 plántulas de *Cedrela odorata*, L., (cedro rojo), sembradas en terreno definitivo sin asociación con plantas de *Mansoa alliaceae*, A. Gentry, (ajo

sacha'). De las 95 plantas de *Cedrela odorata*, L., tan solo 34 plantas, (35,79%), no sufrieron ataque de *Hypsipyla grandella*, Z. De acuerdo con los resultados, el ataque de *Hypsipyla grandella*, Z., a las plántulas de *Cedrela odorata*, L., (cedro rojo), fue de 5,08 plantas/mes.

En la Parcela 1, en donde fueron sembradas plántulas de *Cedrela odorata*, L., en asociación con plantones de *Mansoa alliaceae*, A. Gentry, ("ajo sachá"), no se comprobó ataque alguno de *Hypsipyla grandella*, Z., a las plantas *Cedrela odorata*, L., es decir que la intensidad del ataque fue 0,0%.

En la Parcela 2, el ataque de *Hypsipyla grandella*, Z., a las plántulas de *Cedrela odorata*, L., (cedro rojo), ha sido a 61, (64,21%), de las 95 que quedaron sembradas; de acuerdo a lo sugerido por Vega, las plántulas de *Cedrela odorata* L., sufrieron una intensidad de ataque MODERADO, a un año de ser sembradas en terreno definitivo. Del total de las 61 plántulas de *Cedrela odorata* L., a un año de iniciado fueron atacadas por *Hypsipyla grandella*, Z., solo han sobrevivido 11, (18,03%), todas ellas con malformaciones, como la bifurcación o mal formación del tallo principal.

**López, W. (2012)**, realizó el estudio sobre el nivel de incidencia de ataque la *Hypsipyla grandella*, Z. en plantas de *Swietenia macrophylla*, King en sistemas agroforestales donde se determinó que la incidencia de ataque en plantas de caoba ocurre a los 0.50 m de altura en adelante, y que la altura óptima de mayor incidencia ocurre cuando las plantas de caoba alcanzan los 2 metros hasta los 4 metros de altura.

Por otro parte, se determinó que las condiciones climáticas no juegan un rol importante en el dinamismo de *Hypsipyla*

*grandella*, por lo que se asume que esta plaga no tiene indicadores precisos que determinen su actividad.

**Álvarez, G.L, y Ríos, T.S, (2007)** manifiestan que las poblaciones naturales de caoba se encuentran actualmente fraccionadas y aisladas, lo cual está produciendo una pérdida en la calidad genética de la especie; por ello tenemos que asegurar la supervivencia de un número mínimo de individuos de caoba para que tenga posibilidad de recuperarse. Las áreas aptas para la producción forestal en el departamento de San Martín alcanzan a los 277,715 ha, de los cuales el 13% son zona para la producción forestal con potencial maderero excelente, el 26% zona para producción forestal con potencial maderero muy bueno, 35% zona para la producción forestal con potencial maderero muy bueno asociado con cultivos permanentes, 26% zona de producción forestal con potencial maderero regular asociado con suelos de protección. En el departamento de San Martín existe un creciente interés por establecer plantaciones de caoba en zonas degradadas y de aptitud forestal, la que debe constituirse en una actividad económica de cierta importancia. En este contexto, el estudio de Evaluación Económica de plantaciones de caoba en el departamento de San Martín, elaborado con los lineamientos de los términos de referencia y del plan de trabajo correspondiente, buscó determinar su rentabilidad económica para el caso en estudio.

### 2.3. MARCO TEÓRICO

#### Importancia de la Caoba y el Cedro

La *Cedrela odorata* L (Cedro rojo) junto con la *Swietenia macrophylla* King. (Caoba) 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 Meliaceae *Hypsipyla grandella* (Zéller), ocasionando problemas a las yemas apicales, limitando su crecimiento y producción de semillas en los primeros años de vida (FUNATURA, 1993). 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, 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).

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 hábitats. (Pennington y Sarukhán, 1998).

La deforestación en gran escala en algunos países de América Latina es muy seria. Mencionando a México, Colombia, Ecuador, Guatemala, Nicaragua y Panamá. Se estima que la deforestación anual actual en Perú es del orden de 150.000 ha debido principalmente a la expansión de las fronteras agrícolas y ganaderas (Pennington y Sarukhán, 1998).

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 *Hypsipyla grandella* ocasionando grandes pérdidas en plantaciones que se han venido realizando en la actualidad (Macías, 2001).

### **2.3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO**

#### *Swietenia macrophylla* King (Caoba)

Las caobas pertenecen a la familia Meliaceae y al género *Swietenia*; son árboles de hojas paripinnadas, alternas, sin estípulas; la yema terminal de las ramillas está rodeada de pequeñas brácteas alargadas, de punta aguda, dispuestas en una pequeña roseta poco densa, semejando el cuerpo vegetativo de una planta de piña; los folíolos son asimétricos y los peciolulos no son engrosados, cuando las hojas son jóvenes presentan una coloración pálida, pero cuando llegan a lignificarse son de color verde oscuro, esta coloración le da una presentación muy diferenciada entre las demás especies forestales (Pérez, 2000).

Tiene flores unisexuales de 0.5 a 1.0 cm de longitud, dispuestas en grandes panículas axilares. Las flores masculinas tienen estambres estériles y un nectario en forma de anillo, y las femeninas tienen ovario estéril y un nectario petaliforme. Los frutos son cápsulas leñosas, erectas, de entre 12 y 16 cm de longitud; en el centro hay un cuerpo central llamado columela, al cual se adhieren las semillas, que son aladas. Las cápsulas se abren longitudinalmente de la base hacia el ápice, característica que distingue del género *Cedrela*, cuyas cápsulas se abren del ápice hacia la base. Cada fruto puede tener alrededor de 50-60 semillas y un kilo puede tener alrededor de 1900 semillas. Los frutos mayores y más pesados son los mejores en términos de cantidad de semillas sanas y en la fecundidad de las mismas (Jiménez, 1999).

*Cedrela odorata* L. (Cedro)

El cedro es una especie forestal que también pertenece a la familia Meliaceae y al género *Cedrela* y a la especie *Cedrela odorata*; árbol que alcanza 40 m de altura o más y hasta 2,5 m de diámetro; tronco recto, más o menos cilíndrico estrechándose al extremo; aletones 3-5 hasta 3m de altura, 10 a 20 cm de grosor y hasta 1,5 m de ancho en la base. Copa redondeada, densa. La corteza externa presta un color pardo rojizo, fisurado; ritidomas en tiras largas y leñosas; fisuras longitudinales y paralelas; corteza muerta endurecida, quebradiza; mientras que la corteza interna o corteza viva fragante; textura laminar sobrepuestas; color rosado a rojo oscuro en la capa externa cambiando a rosado claro y crema

amarillenta al interior; sabor amargo. Total de corteza externa e interna puede llegar hasta los 3 cm de espesor. Sus hojas son compuesta paripinnadas, alternas dispuestas en espiral, a veces imparipinnadas, en el foliolo terminal poco desarrollado; mide 20 a 100 cm de longitud, 10 a 22 foliolos opuestos alternos, verde oscuro en la cara superior y verde pálido a verde amarillento en la cara inferior lanceoladas, de 5 a 8 cm de longitud y de 1,5 cm a 3,5 cm de ancho. Ápice acuminado, base desigual y peciolo aproximadamente de 2 cm de longitud. Ramitas jóvenes pardas con lenticelas alargadas o circulares, con cicatrices agrupadas de escamas caídas. Sus flores son pequeñas a mediana de 9 a 11 mm de longitud, color crema, olorosa, dispuestas en manojos ampliamente ramificados, de 20 a 50 cm de longitud, ramificaciones laterales hasta de 25 cm de longitud, pubescentes por fuera y en panículas terminales. En cuanto al fruto son cápsulas dehiscentes, seco, leñoso colgante en manojos hasta de 30 cm de longitud; miden de 3 a 5 cm de longitud, color marrón oscuro en la madurez, con puntas blancas, se abren por 4 ó 5 valvas o laminillas leñosas que forma una especie de roseta cuando se abren las valvas. Semillas con alas membranosas y suaves de color pardo, tienen germinación epigea. En cuanto a su ecología y distribución desde México hasta las tierras bajas del centro y sur América y norte argentino. En Ecuador desde el nivel del mar hasta 2000 m, en bosques secundarios tardíos, pastizales y huertas. Pierde sus hojas en

ciertas épocas del año. Florea y fructifica todo el año. (Instituto de Investigación Agraria – INIA, 1997).

*Jatropha curcas* L. (Piñon blanco)

Son arbustos o árboles perteneciente a la familia de las *Euphorbiaceae*, genero *Jatropha*, especie *Jatropha curcas* L.; alcanzan un tamaño de 1–5 m de alto; plantas monoicas. Hojas ovadas, a veces levemente 3–7-lobadas, 10–25 cm de largo y 9–15 cm de ancho, lobos agudos, base ampliamente cordada, glabrescentes en el envés; pecíolos 8–15 cm de largo, glabros, estípulas obsoletas. Dicsio terminal, 10–25 cm de largo; sépalos enteros; pétalos cohesionados, 5–6 mm de largo, hirsutos por dentro, verdosos o blanco-amarillentos; estambres 10, anteras 1–1.6 mm de largo; ovario glabro. Fruto ovoide a ligeramente 3-lobado, casi 3 cm de largo y 2 cm de ancho, carnoso pero finalmente dehiscente; semillas 15–22 mm de largo.

*Jatropha curcas* puede propagarse por estacas. Es una especie en que se registra una mejora en la calidad del enraizamiento de las estacas con adición de ácido indolbutírico en el medio (se observa mayor longitud de las raíces, mayor número de raíces, mayor porcentaje de estacas enraizadas, y mayor peso seco de las raíces), aunque no siempre el efecto sobre el enraizamiento resulta estadísticamente significativo.

El género *Jatropha* contiene: alcaloides, sapogeninas, taninos, esteroides, toxoalbúminas, compuestos cianogénicos. Además, contiene

aceites fijos, ácidos grasos (palmítico, oleico, linoleico, esteárico). La presencia en la semilla de curcína, una albúmina tóxica termolábil, es la responsable de su elevada toxicidad. La semilla contiene minerales como fósforo, calcio, sodio, potasio y magnesio. Las hojas presentan estigmasterol y glicósidos ravnoides.

Distribución geográfica: Distribuida desde Sudamérica tropical hasta México, las Indias occidentales y regiones de la cuenca amazónica. Se encuentra en los países de la subregión andina: Bolivia, Colombia, Ecuador, Panamá, Venezuela y Perú. En el Perú, en los departamentos de Loreto (Yarina, río Napo; Momón, río Nanay; Panguana 1º y 2º zona, río Amazonas; Ushpacaño y San José, río Itaya; Tamshiyacu y Tapiro, Fernando Lores; Indiana, Corazón de Jesús, Mazán; Carretera Iquitos-Nauta km 45); Ucayali, Piura (Huancabamba), Cajamarca; San Martín (Tarapoto); Lima y Cusco (Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana - IIAP, 2015).

## **2.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA *Hypsipyla grandella***

**2.4.1. Importancia de la *Hypsipyla grandella* (Zeller).** 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* L (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 más importantes y distribuidas en el trópico húmedo de México (Arreola y Patiño, 1988).

Hilje (2001), menciona que la larva de *Hypsipyla 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, 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

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).

**2.4.2. Posición taxonómica de la *Hypsipyla grandella* (Zeller).** De acuerdo a Coronado y Noh (1988), indican

que esta plaga pertenece a la siguiente clasificación; orden Lepidóptera, Familia Piralidae, Género *Hypsipyla*, Especie *Hypsipyla grandella*. El tamaño de los adultos varía desde 20 hasta 40 mm de expansión alar. La longitud promedio de las alas en las hembras, 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. 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).

La pupa es de color café oscuro, de tipo obtecta, con una longitud que varía 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 está a punto de emerger. Mide 1 mm de diámetro en promedio. Cibrían *et al.*, (1995).

Así mismo Cibrían *et al.*, (1995) indican que un ciclo completo en dicha temporada de lluvias sería 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 ovoposición 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, la larva joven penetra a los brotes nuevos o los frutos.

## **2.5. HOSPEDEROS DE LA *Hypsipyla grandella***

La plaga *Hypsipyla spp.*, se restringen generalmente en su alimentación a las plantas que pertenecen a la familia de las Meliaceae, principalmente a *Cedrela odorata L.* y *Swietenia macrophylla King.* 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 *Hypsipyla* 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 (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 veces 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 de la fruta solamente de la *Carapa guianensis* (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 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.

## 2.6. DAÑOS QUE PROVOCAN LA *Hypsipyla grandella*

Gandara (1995), considera que la *Hypsipyla grandella*, es el principal enemigo de *Cedrela odorata* L y *Swietenia macrophylla* King, ya que se introduce en la madera en estado de larva por la yema apical, comiéndose la médula, 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 *Hypsipyla 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 árbol.

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).

Orellana (1997), indica que la plaga más seria del cedro y la caoba es el gusano barrenador de las Meliáceas, *Hypsipyla grandella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), 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, 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.

## **2.7. MANEJO DE LA *Hypsipyla grandella* PARA SU CONTROL.**

Teniendo en consideración 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 ochenta. Cibrían *et.al.*, (1995).

Sin embargo, aunque se debe reconocer que la *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).

### **2.7.1. 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 estados de *H.grandella* Zeller. 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).

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.

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 Hilje y Cornelius (2001).

#### **2.7.2. 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, (1993), 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.

Watt et al., (1996), recientemente, dieron a conocer la existencia de varias formas de resistencia que poseen las Meliaceae a la plaga *Hypsipyla grandella*, con referencia especial a las investigaciones realizadas en Costa Rica en *Cedrela odorata* L y *Swietenia macrophylla* King. 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 *Hypsipyla* 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.

### **2.7.3. Control Biológico**

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 avispidas y moscas, así como depredadores (avispidas grandes, 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).

Macías 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 *Hypsipyla 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%.

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1. TIPO DE ESTUDIO

La presente investigación es experimental, que presenta tres requisitos o características: el manejo y manipulación intencional de una o más variables independientes, la posibilidad de medir el efecto de la variable dependiente y el control o validez interna de la situación experimental. (SENA, 2014)

Se evaluó la influencia *Jatropha curcas* L., (“piñon blanco”), en el nivel de control del ataque de *Hypsipyla grandella*, ZelJer, a plántulas de *Cedrela odorata*, L., (“cedro rojo”) y *Swietenia macrophylla* King. (“caoba”)

### 3.2. DISEÑO DE ESTUDIO

Diseño experimental. Es conocido también como diseño de controles aleatorios o modelo experimental, en esta clase de diseño se debe establecer un conjunto de situaciones y relaciones de causas y efectos bajo condiciones específicas y aplicar el método científico en el cual observan, miden y evalúan los resultados obtenidos. El diseño experimental puede utilizar diferentes metodologías que dependen de la disponibilidad tanto de recursos materiales como de recursos humanos y el tiempo, tamaño y objetivos de la investigación. (Tabla 1).

**Tabla 1.** Diseño Experimental en Bloques Aleatorizados.

BLOQUE	TRATAMIENTOS	VARIABLE
<i>Cedrela odorata</i>	C (50%)	Nivel de incidencia de ataque
	T (50%)	Nivel de respuesta al ataque
<i>Swietenia macrophylla</i>	C (50%)	Nivel de incidencia de ataque
	T (50%)	Nivel de respuesta al ataque

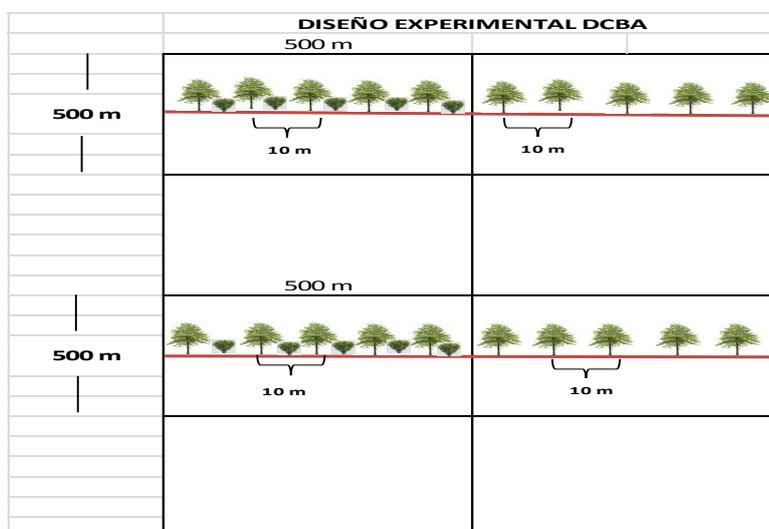
### 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.3.1. POBLACIÓN

La población está conformada por 300 árboles: 150 árboles de *Cedrela odorata* y 150 árboles de *Swietenia macrophylla*.

#### 3.3.2. MUESTRA

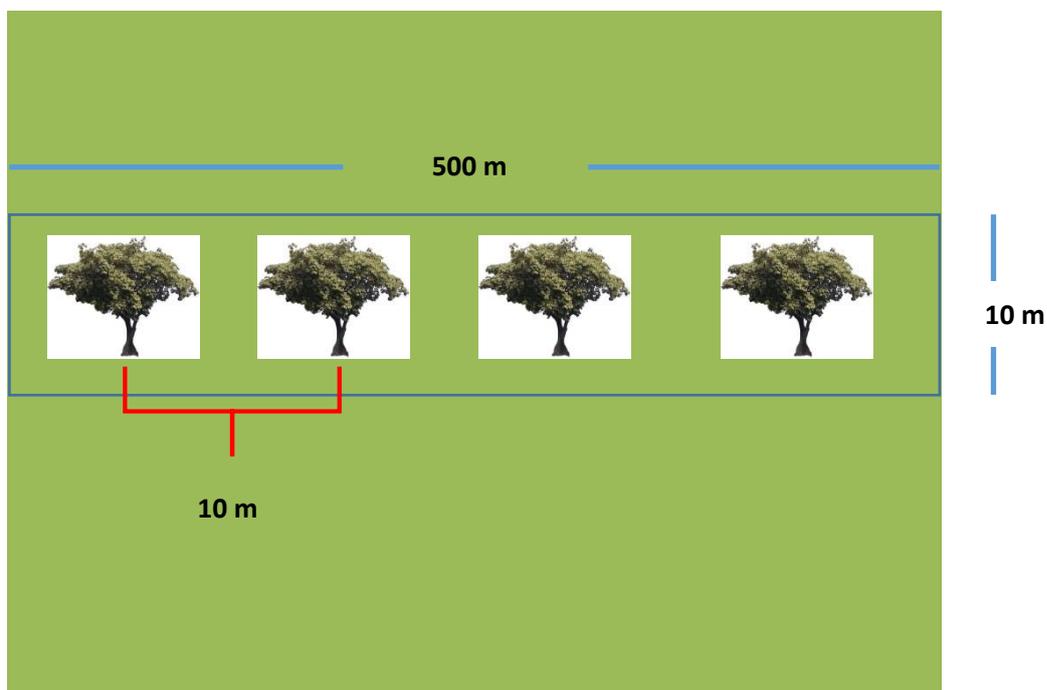
La muestra fue seleccionada a criterio de investigador. El tamaño de la muestra fue de 50 individuos por bloque. La forma de las unidades de muestreo fueron 4 bloques cuyo diseño de plantaciones son fajas de 500 m x 10 m respectivamente, cuyo distanciamiento entre plantas y plantas es de 10 m, en un bosque de tierra firme. (Figura 1).



**Figura 1.** Establecimiento de la parcelas de 500 x 500 m, Diseño en Bloques randomizados o aleatorios (DCBA).

### 3.3.3. TAMAÑO Y FORMA DE LAS UNIDADES DE MUESTREO

Se seleccionaron al azar 4 parcelas rectangulares o transectos en banda de 10 m x 500 m, cada una de 1 ha respectivamente, para hacer la evaluación de las plantaciones de *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*. Las cuales están distanciadas cada 10 m, entre plántula y plántula. (Figura 2).



**Figura 2.** Establecimiento de las parcelas y/o transectos rectangulares de 500 x 10 m, para la evaluación de las plantaciones.

## 3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS

### 3.4.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza a 25 minutos aproximadamente de la ciudad de Puerto Maldonado, en la localidad de Loboyoc, perteneciente al Distrito de las Piedras, Departamento Madre de Dios carretera a Iberia Km. 16.5 margen derecho, denominado Rodal Semillero Fundo el Bosque, presenta una extensión de 424.00 ha, entre 200-210 m de altitud y entre los 484 703 E y 8 620 418 N de Latitud Oeste y 487 857 E y 8 622 141 N Longitud Norte. Este Fundo fue cedido en cesión en uso por el INRENA a la UNAMAD en el año 2003, está caracterizado por tener una



### 3.4.2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA APLICADA

Inicialmente se realizó el diseño de las plantaciones para lo cual se seleccionaron bloques completos de 500 x 500 m. (25 hectáreas) dentro del Fundo el Bosque de la UNAMAD, de los cuales se eligieron seis (06) bloques al azar, siendo seleccionados los bloques, VIII, X, XV, XIX, XII y XXVI, una vez realizada la elección de los bloques se realizó el diseño de la plantación sobre el área de cada bloque, que consistió en establecer 50 plantones en una faja de 500 m., lineales instalada al medio del bloque cada 10 m., de distanciamiento entre planta y plantas de la especie *Cedrela odorata* L., (Cedro ) por cada bloque, haciendo un total de tres bloques diferentes; dos asociados con *Jatropha curcas* y una sin asociación (testigo), de misma manera para la especie de *Sweitenia macrophylla* King (Caoba). Haciendo un total de 150 plantones por especie y seis (06) bloques intervenidos.

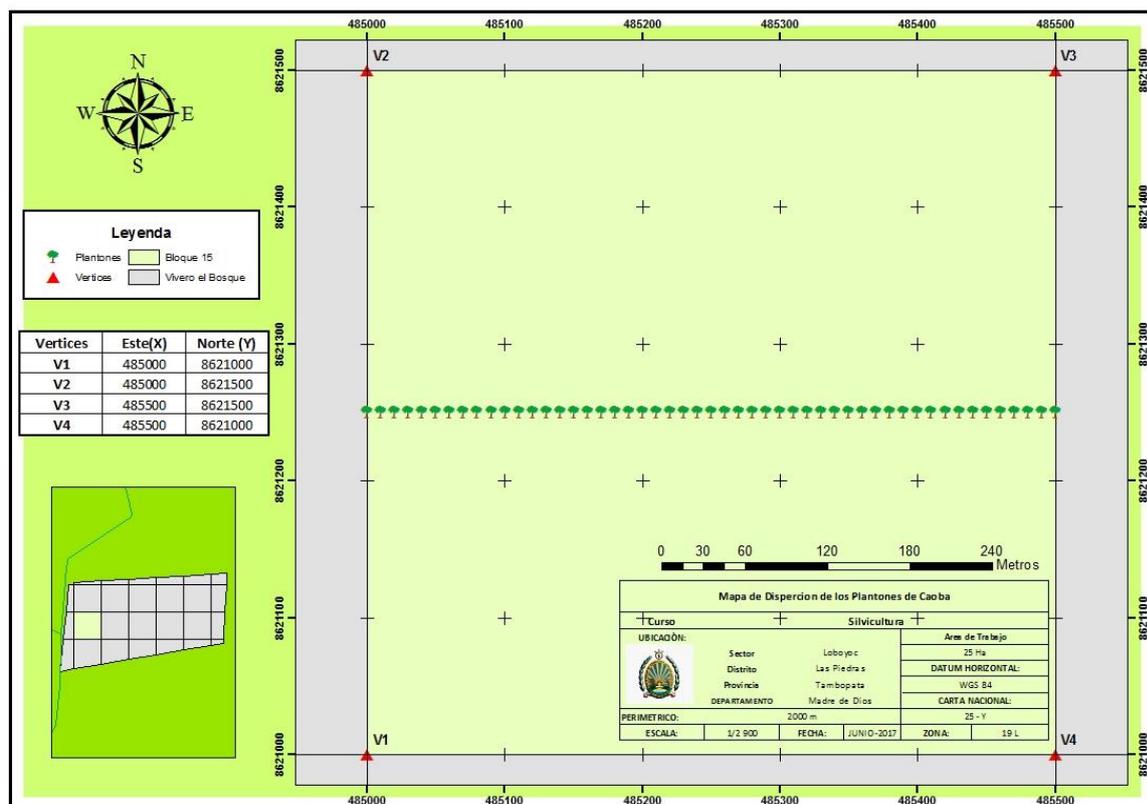


Figura 4. Diseño de la plantación para cada bloque

De manera conjunta se realizó la selección de plántones por cada especie, en una cantidad de 300 individuos los que fueron seleccionados de acuerdo a criterios de dimensiones como altura y diámetro a la altura del suelo (DAS), así mismo teniendo en cuenta el buen estado sanitario de la especie, ya sea en hojas sanas, ápice, tallo y número de hojas.

La plantación se realizó dentro de la segunda semana del mes de mayo del 2017, con una distancia de 10 m por cada plántula en una línea horizontal de 500 m realizando una faja céntrica bajo un dosel cubierto de árboles en un área de 500 X 500 metros de cada bloque, llegándose a establecer 50 plántones en cada una de ellas para su correspondiente evaluación. Donde también se asoció en dos bloques de cada especie, plantaciones de *Jatropha curcas* (piñón) por cada plantón a una distancia de 30 cm, como un posible atenuante contra el ataque de la *Hypsipyla grandela* Zeller. Para cada plantón, los hoyos fueron de 0,20m A. x 0,20m L. y 0,30m H.

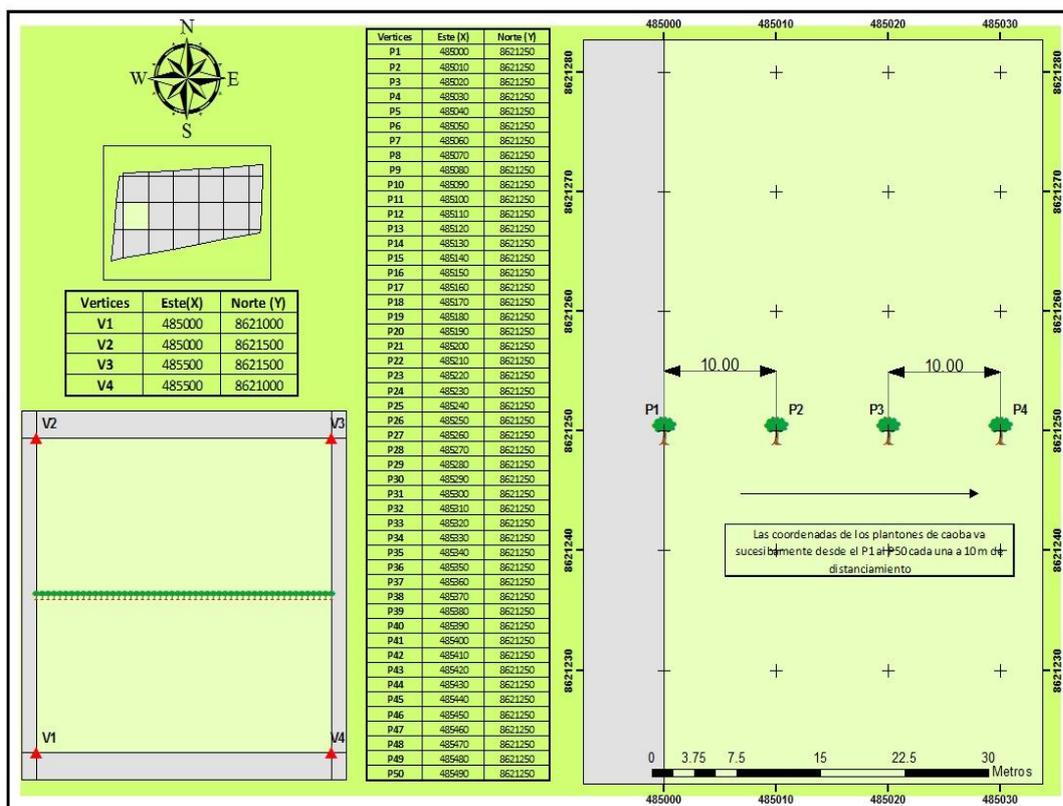


Figura 5. Diseño de la ubicación y distanciamiento entre plántones

La plantación tuvo un proceso de evaluación de un periodo de tres meses inicialmente donde se realizó cada 15 días el riego respectivo y cada 30 días la evaluación del estado fitosanitario (ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller), crecimiento en altura, número de hojas, sobrevivencia y vigor de la plantación forestal de *Cedrela odorata* L., y *Sweitenia macrophylla* King., (Caoba), complementándose posteriormente los demás meses, solo la evaluación cada 30 días, hasta llegar al mes de abril del 2018 (un año). Por cuestiones prácticas solo se determinó el diámetro a la altura del suelo (DAS) solo al inicio de la plantación (mayo – 2017) y al final de la evaluación (abril -2018).

### 3.4.3. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DEL ÁREA

El área del fundo el Bosque de acuerdo a la clasificación climática Holdridge – Tosí (1978). Es una zona de vida en transición llamada BH-S/Bosque húmedo subtropical/Tropical. El bosque presenta una composición florística compleja característico de un bosque heterogéneo a pesar que se realiza extracción de madera es posible encontrar especies valiosas como el tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*), cedro (*Cedrela odorata*), mashonaste (*Clarisia racemosa*), misa (*Couratari guianensis*), quillabordón (*Aspidosperma parvifolium*), pumaquiro (*Aspidosperma macrocarpon*), shihuahuaco (*Dypterix micrantha*), ana caspi (*Apuleia leiocarpa*), ishpingo (*Amburana cearensis*), entre otros.

Existen pequeñas porciones de paca dispersos dentro del área. El clima de la región se caracteriza por presentar anual entre 2800 y 3000 mm, con una marcada estación seca de mayo a noviembre.

Los meses más húmedos esta entre octubre y marzo (2000 mmm/mes) mientras que en la temporada seca se presenta 2 o 3 meses con menos de 1000 mm de precipitación mensual, siendo el más seco agosto (50 mm/mes). La temperatura media anual oscila entre 24°C y 25°C. Siendo la característica la presencia de masas de vientos fríos (friajes) proveniente de sur entre los meses.

#### **3.4.4. TRATAMIENTO DE DATOS**

Para el análisis de los datos de campo, se revisaron los formularios de campo y las libretas de campo. Se diseñó en base a los datos un formato en una hoja de cálculo Excel, utilizando diferentes campos para poder llenar los datos de las libretas estos formatos, para su posterior análisis cuantitativo o estadístico.

##### **3.4.4.1. ESTADÍSTICA EMPLEADA**

Se utilizó la prueba chi-Cuadrado para evaluar la relación o independencia entre las variables incidencia de ataque de *H. grandella* (presencia o ausencia) y los tratamientos de *Swietenia macrophylla* King., [Trat1 (Bloque 08 y 12) y Testigo (bloque 26)].

Se utilizó la prueba de chi-Cuadrado para evaluar la relación o independencia entre las variables incidencia de ataque de *H. grandella* (presencia o ausencia) y los tratamientos de *Cedrela odorata* L. [Trat1 (Bloque 15 y 19) y Testigo (bloque 10)].

Para cuantificar la intensidad de relación entre dos variables después de utilizar el test Chi-Cuadrado, se utilizó el coeficiente Phi de Pearson. El coeficiente Phi de Pearson toma valores entre 0 a 1. Un valor de 1 sugiere una dependencia directa y perfecta entre las variables, y un valor de 0 es obtenido cuando hay independencia entre las variables.

Para comparar el promedio inicial y final en diámetro y altura de las plántulas entre cada tratamiento se utilizó la prueba t-Student o el test de Mann-Whitney (no paramétrico), según corresponda; cuando cumplan o no con los supuestos, paramétricos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Se utilizó el análisis de covarianza para comparar el crecimiento en altura de Cedro y caoba entre los tratamientos y el testigo, considerando como covariables a la altura inicial de las plántulas y la apertura del dosel. Todos los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico SPSS versión 24.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. DEL GRADO DE ATAQUE DE LA *Hypsipyla grandella* Zeller EN PLANTACIONES DE *Cedrela odorata* L. (cedro rojo) ASOCIADO CON PLANTACIONES DE *Jatropha curcas* L.

La incidencia de ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller, a *Cedrela odorata* L., asociado con *Jatropha curcas* L. en el bloque 12 fue de 0% del total de 50 observaciones en el área de estudio (Tabla 2).

La incidencia de ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller, a *Cedrela odorata* L., asociado con *Jatropha curcas* L. en el bloque 8 fue de 1% del total de 50 observaciones en el área de estudio. (Tabla 2).

La incidencia de ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller, a *Cedrela odorata* L., testigo en el bloque 26(testigo) fue de 0% del total de 50 observaciones en el área de estudio. (Tabla 2).

La incidencia vs tratamiento en *Cedrela odorata* L., sugiere que hay una mayor incidencia de ataque por *H. grandella* en los tratamientos que en el testigo.

Para reducir el ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller sobre las Meliaceae existen varias recomendaciones, las cuales generalmente se refieren a la mezcla en plantaciones de las Meliaceae con otras especies forestales, manejo de sombra tipo de suelo y tratamientos que limitan la propagación del insecto, Ramírez (1997).

Para la presente investigación usamos como estrategia de defensa, la plantación de *Jatropha curcas* L., como especie alelopática que podría tener influencia en el control e impedir el ataque del *H. grandella* “barrenador”; sin embargo de acuerdo al análisis de resultados para *Cedrela odorata* L., no fue

significativo el tratamiento; esto quizá se deba al poco período de evaluación.

Tabla 2. **Incidencia de Ataque con *Hypsipyla grandella* Zeller, para *Cedrela odorata* L. (cedro) y *Swietenia macrophylla* King. (caoba) con *Jatropha curcas* L. y sin *Jatropha curcas* L.**

N°	Caoba con Jatropha	Caoba con Jatropha	Caoba testigo	Cedro con Jatropha	Cedro con Jatropha	Cedro testigo
	Incidencia Hypsipyla CAOBA 19	Incidencia Hypsipyla CAOBA 15	Incidencia Hypsipyla CAOBA 10	Incidencia Hypsipyla CEDRO 12	Incidencia Hypsipyla CEDRO 08	Incidencia Hypsipyla CEDRO 26
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	1	0
4	0	0	0	0	1	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	1	0	0
12	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	1	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	1	0	0
22	0	0	0	1	0	0
23	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	1	0
27	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0

36	0	0	0	1	0	0
37	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	1	0	0
41	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	1	0	0
44	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>2%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>14%</b>	<b>6%</b>	<b>0%</b>

Fuente: Base de datos 2018

Los tratamientos influyeron de forma significativa en la ocurrencia de ataque de *H. grandella* ( $X^2=7.9$ ,  $p$ -valor  $< 0.05$ ). Asimismo, la relación entre las variables es pobre, considerando el coeficiente Phi-Pearson ( $\Phi=0.23$ ,  $P$ -valor  $< 0.05$ ). (Tabla 3).

#### **4.2. DEL GRADO DE ATAQUE DE LA *Hypsipyla grandella* Zeller EN PLANTACIONES DE *Swietenia macrophylla* King (Caoba) ASOCIADO CON PLANTACIONES DE *Jatropha curcas* L.**

La incidencia de ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller, a *Swietenia macrophylla* King., asociado con *Jatropha curcas* L. en el bloque 19 fue de 2% del total de 50 observaciones en el área de estudio (Tabla 2)

La incidencia de ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller, a *Swietenia macrophylla* King., testigo en el bloque 15 fue de 0% del total de 50 observaciones en el área de estudio (Tabla 2)

La incidencia de ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller, a *Swietenia macrophylla* King., en el bloque 10 (testigo) fue de 0% del total de 50 observaciones en el área de estudio (Tabla 2)

Los tratamientos no influyeron de forma significativa en la ocurrencia de ataque de *H. grandella* ( $X^2=2.01$ ,  $p$ -valor  $> 0.05$ ). Asimismo, la relación entre las variables es pobre, considerando el coeficiente Phi-Pearson ( $\Phi=0.12$ ,  $P$ -valor  $> 0.05$ ). (Tabla 3).

Para evaluar la relación o independencia variables entre la incidencia de ataque de *H. grandella* (presencia o ausencia) y los tratamientos [Trat1 (Bloque 08 y 12) y Testigo (bloque 26)], se utilizó la prueba de Chi-cuadrado. (Tabla 3).

Para Silva M., Rosa L y Viera T. (2013), en estudios realizados en una plantación de caoba, encontraron que “la mayor incidencia de ataque de *H. grandella* en las plantas de caoba se produjo en el período menos lluvioso, que ocurre julio a noviembre, intensificándose en los últimos meses del año. Los resultados del análisis estadístico del porcentaje de las plantas atacadas de caoba revelaron que en el quinto mes no hubo diferencias estadísticas significativas en el nivel de 5% de probabilidad entre las formas de plantíos evaluadas. En este período, solamente el plantío homogéneo presentó poco más del 1% de las plantas atacadas. A los 12 meses de edad se produjeron diferencias estadísticas significativas al 1% de probabilidad entre las medias de porcentaje de plantas atacadas”. De acuerdo a nuestro estudio e ataque de *H. grandella* a las plantaciones de *Swietenia macrophylla* King., no es significativo, ya que la relación de la variables es muy pobre, sólo en el bloque 19 con un 2% de ataque del total de 50 observaciones, comparación con el estudio mencionado. Consideramos que el tiempo de evaluación ha sido muy corto.

**Tabla 3. Incidencia vs Tratamiento (Chi Cuadrado) para *Cedrela odorata* L.**Tabla cruzada tratamiento\*Ataque\_*Hypsipyla*

Recuento		Ataque_ <i>Hypsipyla</i>		Total
		0	1	
tratamiento	Testigo_cedro_26	50	0	50
	Trat_cedro_08	47	3	50
	Trat_cedro_12	43	7	50
Total		140	10	150

Fuente: Base de datos 2018

Hay una mayor incidencia de ataque por *H. grandella* en los tratamientos que en el testigo.

**Tabla 4. Tabla de Prueba de Chi Cuadrado**

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	7,929 <sup>a</sup>	2	0.019
N de casos válidos	150		

a. 3 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 3,33.

Medidas simétricas

		Valor	Significación aproximada
Nominal por	Phi	0.230	0.019
Nominal	V de Cramer	0.230	0.019
N de casos válidos		150	

Los

tratamientos influyeron de forma significativa en la ocurrencia de ataque de *H. grandella* ( $X^2=7.9$ , p-valor < 0.05). Asimismo, la relación entre las variables es pobre, considerando el coeficiente Phi-Pearson (Phi=0.23, P-valor < 0.05). (Tabla 4).

**Tabla 5. Incidencia vs Tratamiento (Chi Cuadrado) para *Swietenia macrophylla* King.**

**Tabla cruzada tratamiento\*Ataque\_Hypsiphylla-Caoba**

Recuento		Ataque_hypsi		Total
		0	1	
Tratamiento	Testigo_caoba_10	50	0	50
	Trat_caoba_15	50	0	50
	Trat_caoba_19	49	1	50
Total		149	1	150

Fuente: Base de Datos 2018

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	Df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	2,013 <sup>a</sup>	2	0.365
N de casos válidos	150		

a. 3 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 0,33.

Medidas simétricas			
		Valor	Significación aproximada
Nominal por Nominal	Phi	0.116	0.365
	V de Cramer	0.116	0.365
N de casos válidos		150	

Los tratamientos no influyeron de forma significativa en la ocurrencia de ataque de *Hypsipyla grandella* ( $X^2=2.01$ ,  $p$ -valor > 0.05). Asimismo, la relación entre las variables es pobre, considerando el coeficiente Phi-Pearson (Phi=0.12,  $P$ -valor > 0.05). (Tabla 5).

#### **4.3. DEL CRECIMIENTO EN PLANTACIONES DE *Swietenia macrophylla* King (Caoba) ASOCIADO CON PLANTACIONES DE *Jatropha curcas* L.**

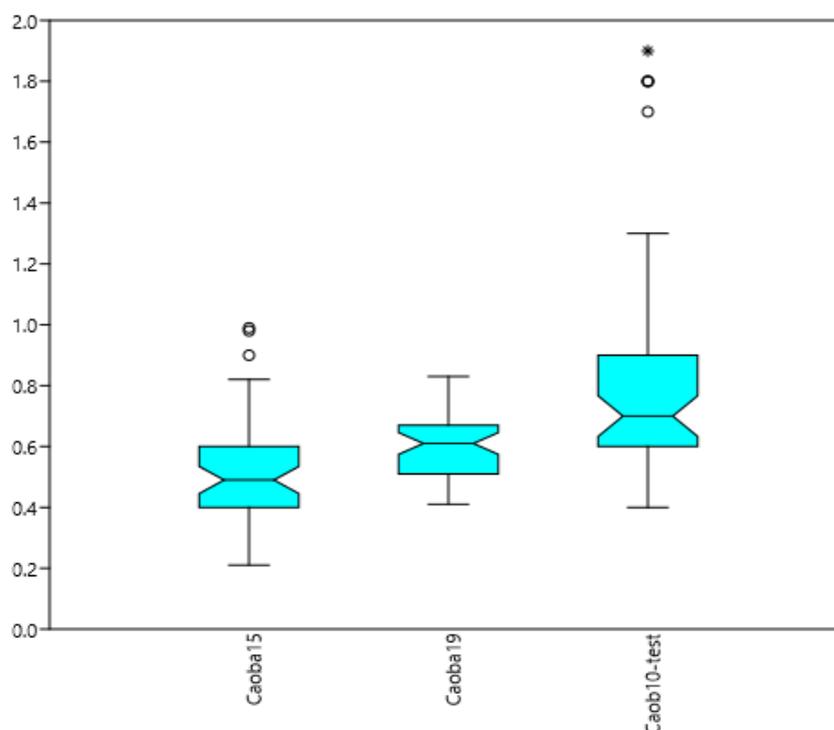
**Medición inicial antes del experimento.**

Para comparar el promedio inicial de las plántulas, diámetro y altura, en los tratamientos y el testigo se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) o el test de Kruskal Wallis (no paramétrico) cuando no se cumplan con los supuestos paramétricos.

### DIÁMETRO

**Tabla 6. Análisis estadístico para Diámetro de *Swietenia macrophylla* King., para bloques 19 y 15, y Testigo Bloque 10**

	Caoba19	Caoba15	Caob10-test
N	0.41	0.21	0.40
Mínimo	0.83	0.990	1.90
Máximo	29.77	25.50	40.98
Promedio	0.01	0.02	0.05
Varianza	0.10	0.17	0.38
Desviación estándar	0.61	0.48	0.70
Mediana	0.51	0.40	0.60
Coficiente de Variación.	0.41	0.21	0.404



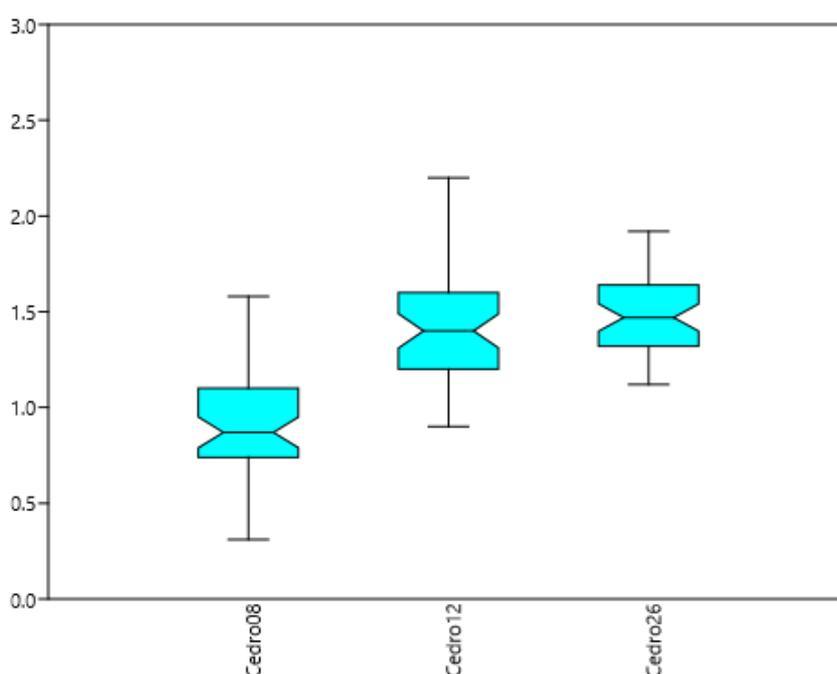
**Figura. 6** Diámetro inicial de *Swietenia macrophylla* King. (Caoba) por bloques

Utilizando el test no paramétrico de Kruskal-Wallis se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el diámetro de las plántulas de caoba al inicio del experimento ( $H=37.9$ ,  $p\text{-value} < 0.05$ ; Figura 6). Como test de post-prueba se utilizó las comparaciones múltiples de Mann-Whitney con correcciones de Bonferroni, se encontró diferencias significativas entre todos los bloques ( $P\text{-value} < 0.05$ ). (Tabla 22).

**Tabla 7. Análisis estadístico para Diámetro de *Cedrela odorata* L. (Cedro), por Bloques.**

	<b>Cedro08</b>	<b>Cedro12</b>	<b>Cedro26</b>	
N	50	50	50	
Mínimo	0.31	0.9	1.12	
Máximo	1.58	2.2	1.92	
Sum	45.52	71.5	74.16	
Promedio	0.9104	1.43	1.4832	
Varianza	0.08106106	0.08826531	0.04360996	

Desviación Estándar	0.2847122	0.2970948	0.20883
Mediana	0.86	1.4	1.465
25 prcntil	0.74	1.2	1.3175
75 prcntil	1.1125	1.6	1.65
Skewness	0.3948488	0.8142436	0.2931869
Kurtosis	-0.2938181	0.5112074	-0.766719
Geom. mean	0.8655339	1.401556	1.468945
Coeff. var	31.27331	20.77586	14.07969



**Figura 7.** Aumento del diámetro de *Cedrela odorata* L., (Cedro) por Bloques

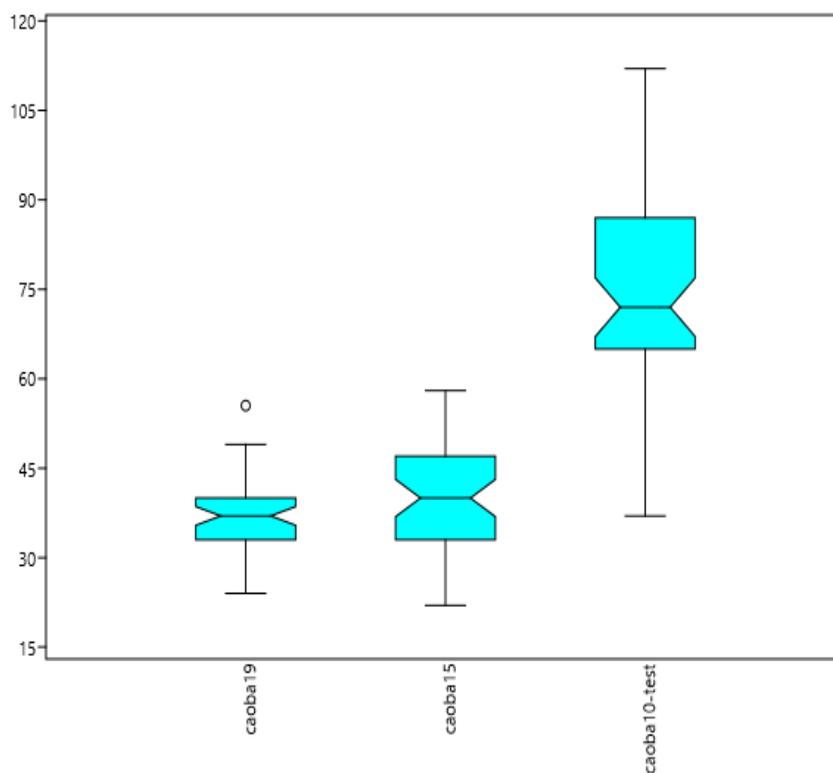
Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el diámetro de las plántulas de cedro al inicio del experimento, test de ANOVA ( $F=70.55$ ,  $p\text{-value} < 0.05$ ). Como test de post-prueba se utilizó la prueba de Tukey, se encontró diferencias significativas entre el bloque cedro08 y los demás ( $P\text{-value} < 0.05$ ). Sin embargo, no se encontró diferencias entre en el diámetro entre los bloques cedro12 y cedro26 ( $P\text{-value} > 0.05$ ). (Tabla 7, figura 7)

**ALTURA****Tabla 8. Incremento de altura en *Swietenia macrophylla* King. (Caoba)**

	<b>caoba19</b>	<b>caoba15</b>	<b>caoba10- test</b>
N	50	50	50
Mínimo	24	22	37
Máximo	55.5	58	112
Promedio	36.55	39.92	75.228
Varianza	40.01276	80.68735	266.5992
Desviación Estándar	6.325564	8.982614	16.32787
Mediana	36.5	39	72
Coficiente Variabilidad	17.3066	22.50154	21.70451

**Tabla 9. Análisis Paramétrico de Mann-Whitney para *Swietenia macrophylla* King., para incremento de altura**

	<b>Caoba 19</b>	<b>Caoba 15</b>	<b>Caoba 10 Test</b>
<b>Caoba 19</b>		0,2806	1,697E-16
<b>Caoba 15</b>	0,2806		1,027E-15
<b>Caoba 10</b>	1,697E-16	1,027E-15	
<b>Test.</b>			

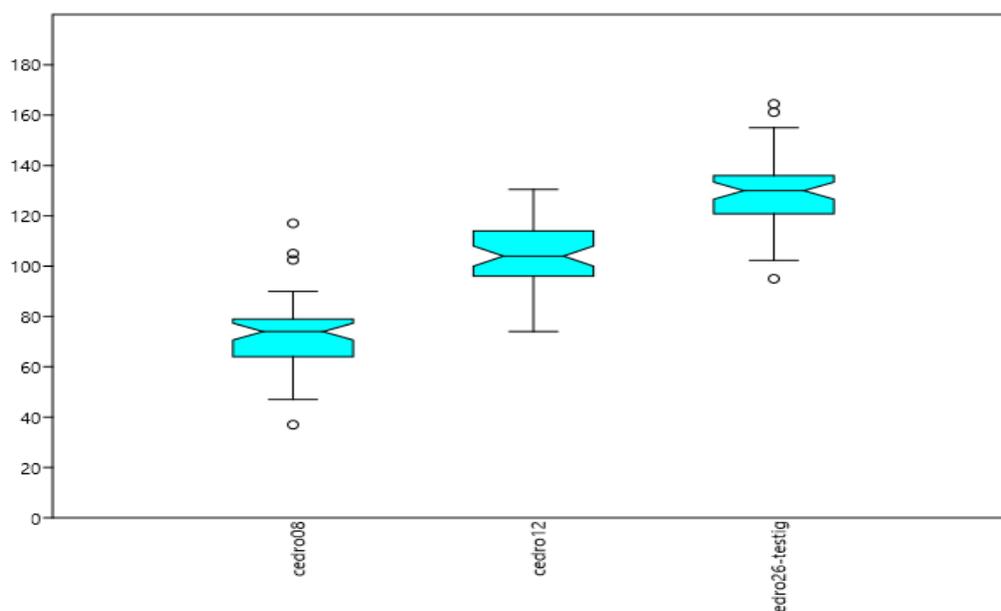


**Figura 8.** Incremento de altura de *Swietenia macrophylla* King. (Caoba)

Utilizando el test no paramétrico de Kruskal-Wallis se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la altura de las plántulas de caoba al inicio del experimento ( $p$ -value < 0.05: Figura 9). Como test de post-prueba se utilizó las comparaciones múltiples de Mann-Whitney con correcciones de Bonferroni; se encontró diferencias significativas entre los bloques ( $P$  value < 0.05). (Tabla 8, 9. Figura 9).

**Tabla 10. Análisis estadístico para Incremento de altura en *Cedrela odorata* L. (Cedro)**

	cedro12	cedro08	cedro26- testig
N	50	50	50
Mínimo	74	37	95
Máximo	130.5	117	164.5
Promedio	104.11	72.58	129.114
Varianza	152.6662	225.6567	178.8404
Desviación Estándar	12.35582	15.02188	13.37312
Mediana	104	74	129.5
Coeff. Var	11.86804	20.69699	10.35761

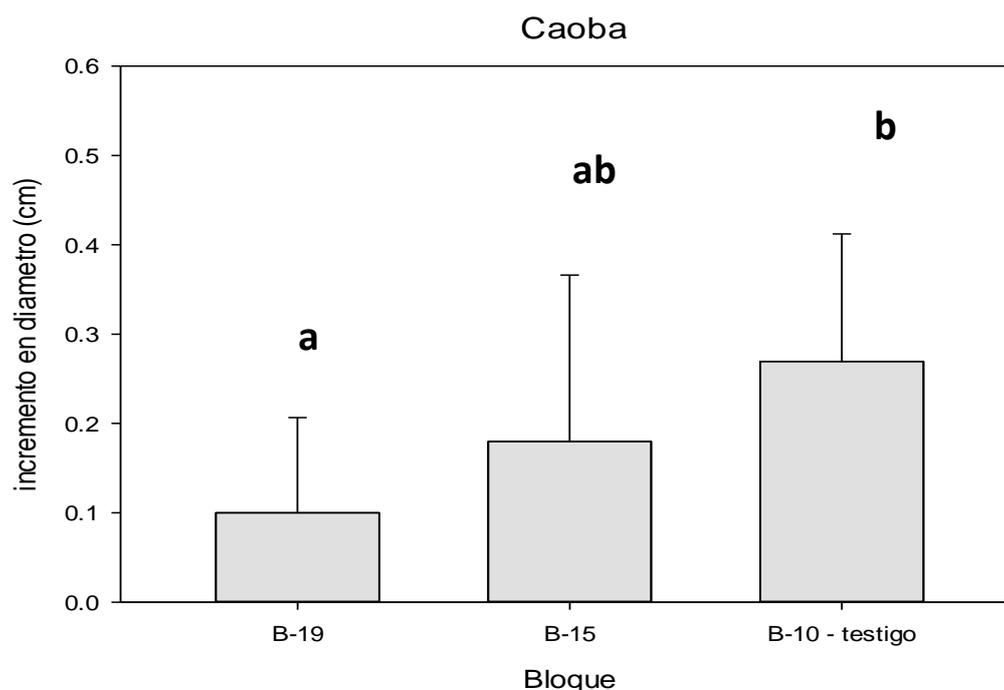
**Figura 9.** Altura inicial de los individuos de *Cedrela odorata* L., (Cedro) por bloques

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la altura de las de *Cedrela odorata* L., al inicio del experimento, test de ANOVA ( $p$ -value <0.05). Como test de post-prueba se utilizó las comparaciones múltiples de Tukey, se encontró diferencias significativas entre todos los bloques ( $p$ -value <0.05). (Tabla 10, Figura 9).

**Tabla 11. Análisis de Tukeys para incremento de altura en *Cedrela odorata* L.(Cedro) y *Swietenia macrophylla* King. por bloques.**

	Cedro 12	Cedro 08	Cedro 26 Test
<b>Caoba 19</b>		2,175E-05	2,175E-05
<b>Caoba 15</b>	16,36		2,175E-05
<b>Caoba 10</b>	12,97	29,33	
<b>Test.</b>			

Comparación del crecimiento anual en diámetro entre los bloques evaluados (2 tratamientos y 1 testigo). (Tabla 11, 18, 21).

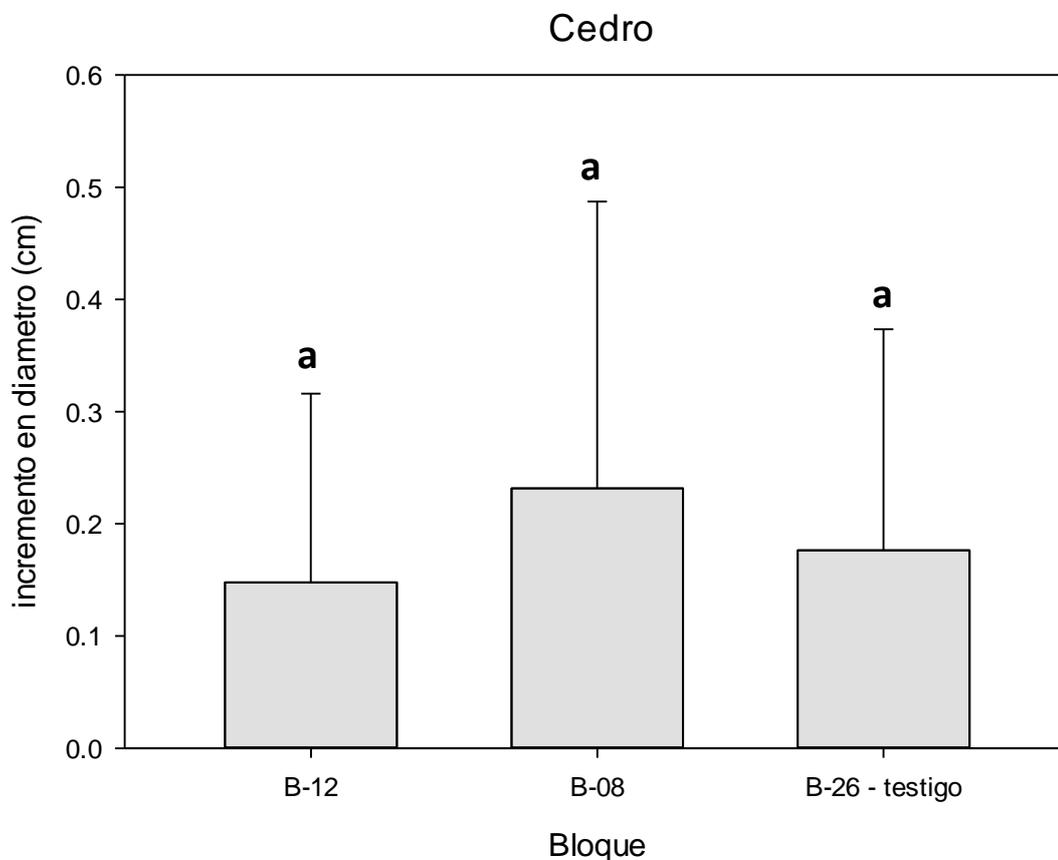


**Figura 10.** Comparación del crecimiento anual en diámetro entre los bloques evaluados (2 tratamientos y 1 testigo).

En la comparación se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, encontrando diferencias significativas en el crecimiento de las plántulas de caoba entre los bloques evaluados ( $H=25.45$ ;  $p$ -value  $< 0.05$ ). Por esta razón, se utilizó el test de comparaciones múltiples de Dunn. No se encontró diferencias estadísticamente significativas en el crecimiento en diámetro entre los bloques tratamiento ( $p$ -value  $> 0.05$ ). Sin embargo, se encontró diferencias significativas en la mediana de incremento de diámetro de plántulas de caoba entre el bloque 19 y el bloque testigo ( $p$ -value  $< 0.05$ ). Por otro lado, no se encontró diferencias

significativas en el crecimiento en diámetro de las plántulas establecidas en el bloque tratamiento 15 y el bloque testigo. (Tabla 11, 17 y Figura 10).

Comparación del crecimiento anual en diámetro entre los bloques evaluados (2 tratamientos y 1 testigo).



**Figura 11.** Comparación del crecimiento anual en diámetro entre los bloques evaluados (2 tratamientos y 1 testigo).

En la comparación se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, no encontrando diferencias significativas en el crecimiento de las plántulas de cedro entre los bloques evaluados ( $H= 2.07$ ;  $p\text{-value} =0.36$ ). (Tabla 12, Figura 11).

**Tabla 12. Análisis estadístico para incremento de diámetro por bloques para *Cedrela odorata* L., por bloques**

**One Way Analysis of Variance**

Data source: Data 1 in diametro\_cedro

Normality Test (Shapiro-Wilk) Failed (P < 0.050)

Test execution ended by user request, ANOVA on Ranks begun

**Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks**

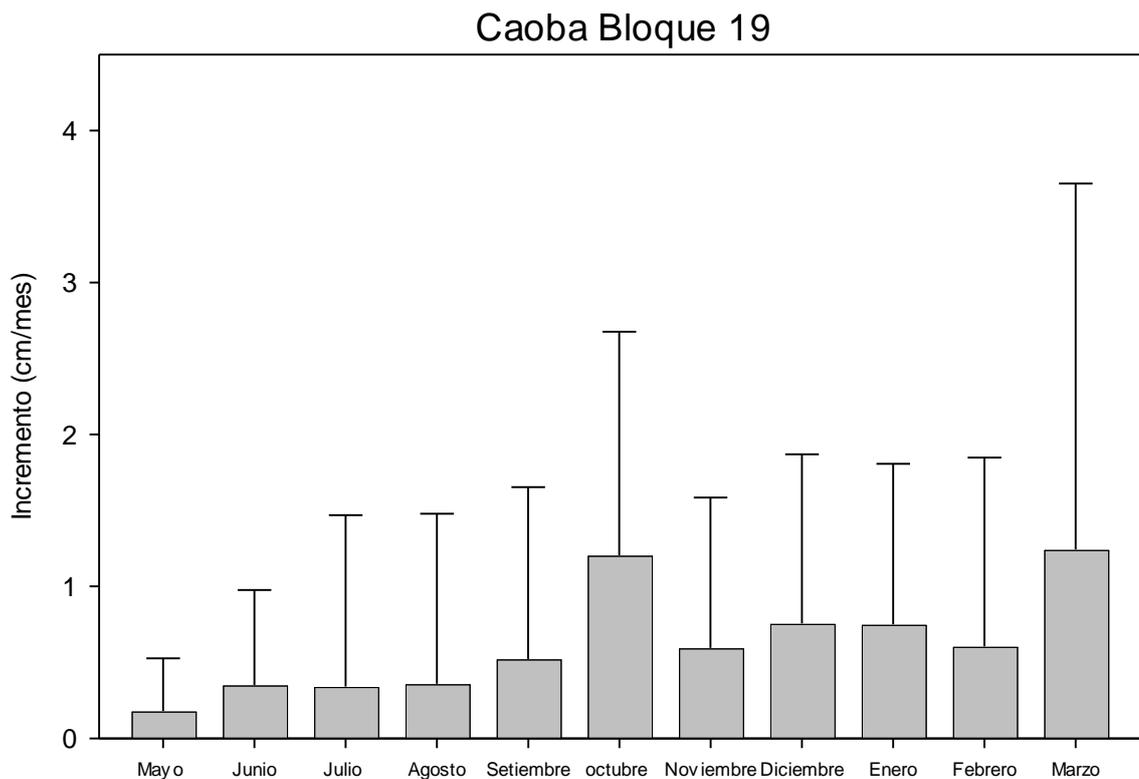
Data source: Data 1 in diametro\_cedro

Group	N	Missing	Median	25%	75%
B12	50	11	0.1000	0.000	0.200
B12	50	6	0.1000	0.0425	0.347
B26-testigo	50	6	0.0950	0.0400	0.260

H = 2.070 with 2 degrees of freedom. (P = 0.355)

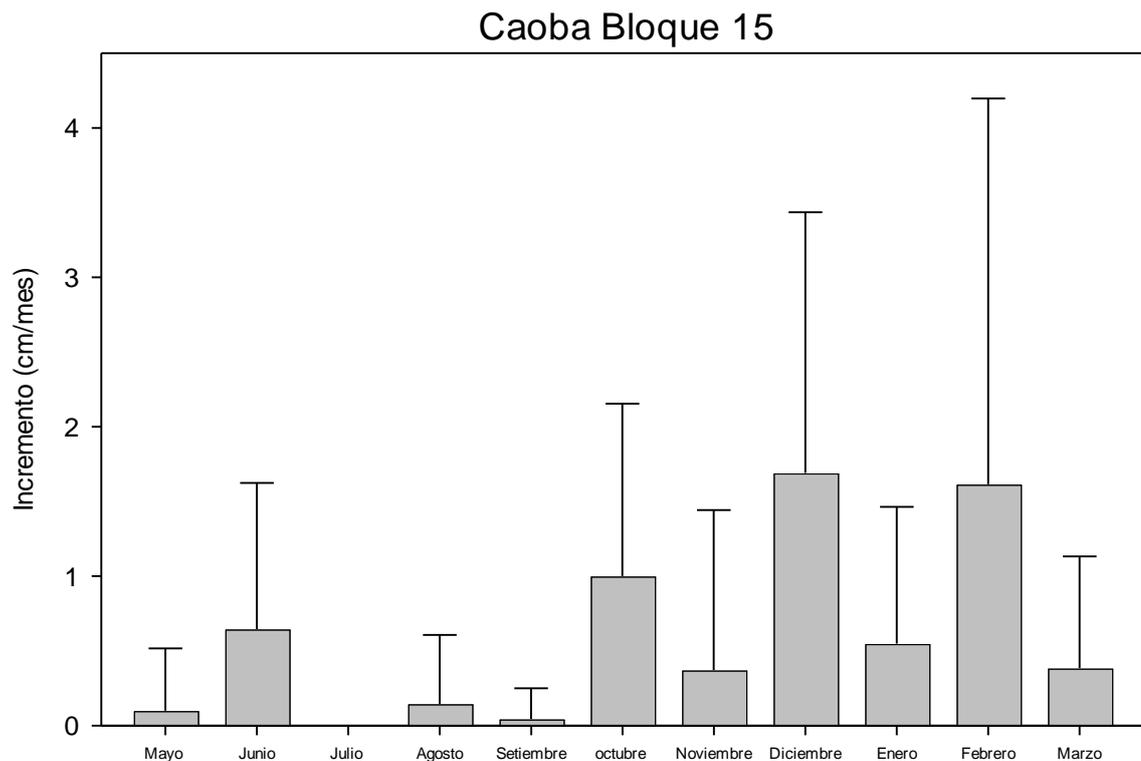
En la comparación se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, encontrando diferencias significativas en el crecimiento de las plántulas de caoba entre los bloques evaluados ( $H=25.45$ ;  $p\text{-value} < 0.05$ ). Por esta razón, se utilizó el test de comparaciones múltiples de Dunn. No se encontró diferencias estadísticamente significativas en el crecimiento en diámetro entre los bloques tratamiento ( $p\text{-value} > 0.05$ ). Sin embargo, se encontró diferencias significativas en la mediana de incremento de diámetro de plántulas de caoba entre el bloque 19 y el bloque testigo ( $p\text{-value} < 0.05$ ). Por otro lado, no se encontró diferencias significativas en el crecimiento en diámetro de las plántulas establecidas en el bloque tratamiento 15 y el bloque testigo. (Tabla 12, 19, 20 y Figura 11).

En la comparación se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, no encontrando diferencias significativas en el crecimiento de las plántulas de cedro entre los bloques evaluados ( $H=2.07$ ;  $p\text{-value} = 0.36$ ). (Tabla 12).



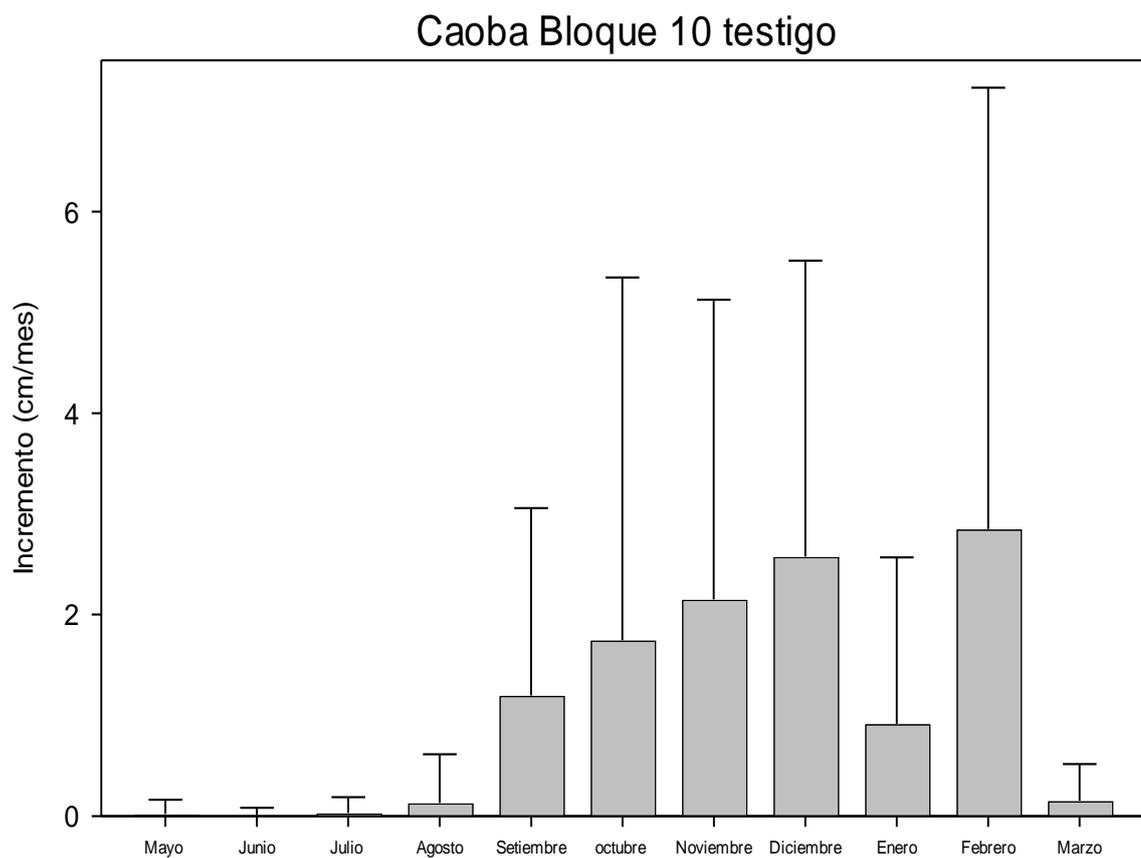
**Figura 12.** Incremento mensual en alturas para *Swietenia macrophylla* King. Bloque 19

Se observa que al inicio del experimento el incremento de altura es muy disperso, en el mes de mayo a agosto, se incrementa paulatinamente desde el mes de setiembre hasta el mes de octubre, experimenta una disminución en el mes de noviembre, se hace homogéneo en los meses de diciembre a febrero y finalmente experimenta un ascenso en el mes de marzo. (Figura 12).



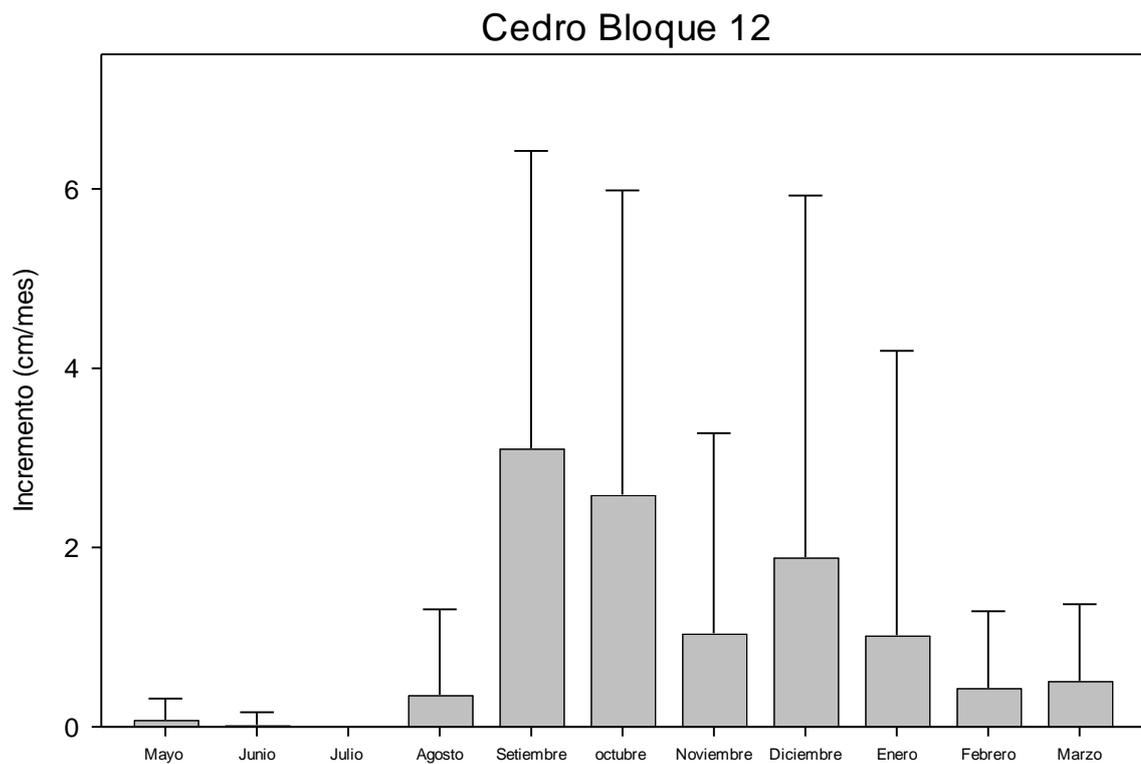
**Figura 13.** Incremento mensual en alturas para *Swietenia macrophylla* King. Bloque 15

Se observa que al inicio del experimento el incremento de altura es muy disperso, del mes de mayo a setiembre, se incrementa paulatinamente en octubre hasta el mes de diciembre, experimenta una disminución en el mes de enero, incrementa en el mes de febrero y finalmente desciende paulatinamente en el mes de marzo. (Figura 13).



**Figura 14.** Incremento mensual en alturas para *Swietenia macrophylla* King. Bloque 10 Testigo

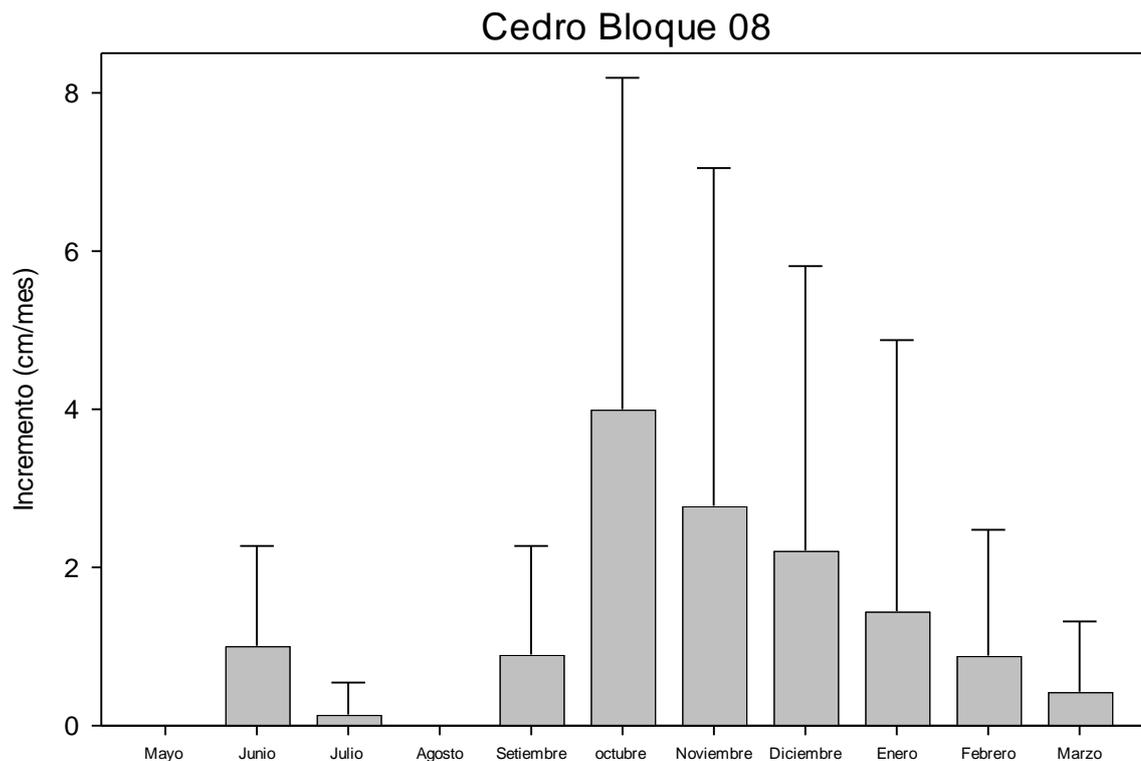
Se observa que al inicio del experimento el incremento de altura es muy disperso, en los meses de mayo a agosto, se incrementa paulatinamente en setiembre hasta el mes de diciembre, experimenta una disminución en el mes de enero, incrementa en el mes de febrero y finalmente desciende drásticamente en el mes de marzo. (Figura 14).



**Figura 15.** Incremento mensual en alturas para *Cedrela odorata* L., Bloque

12

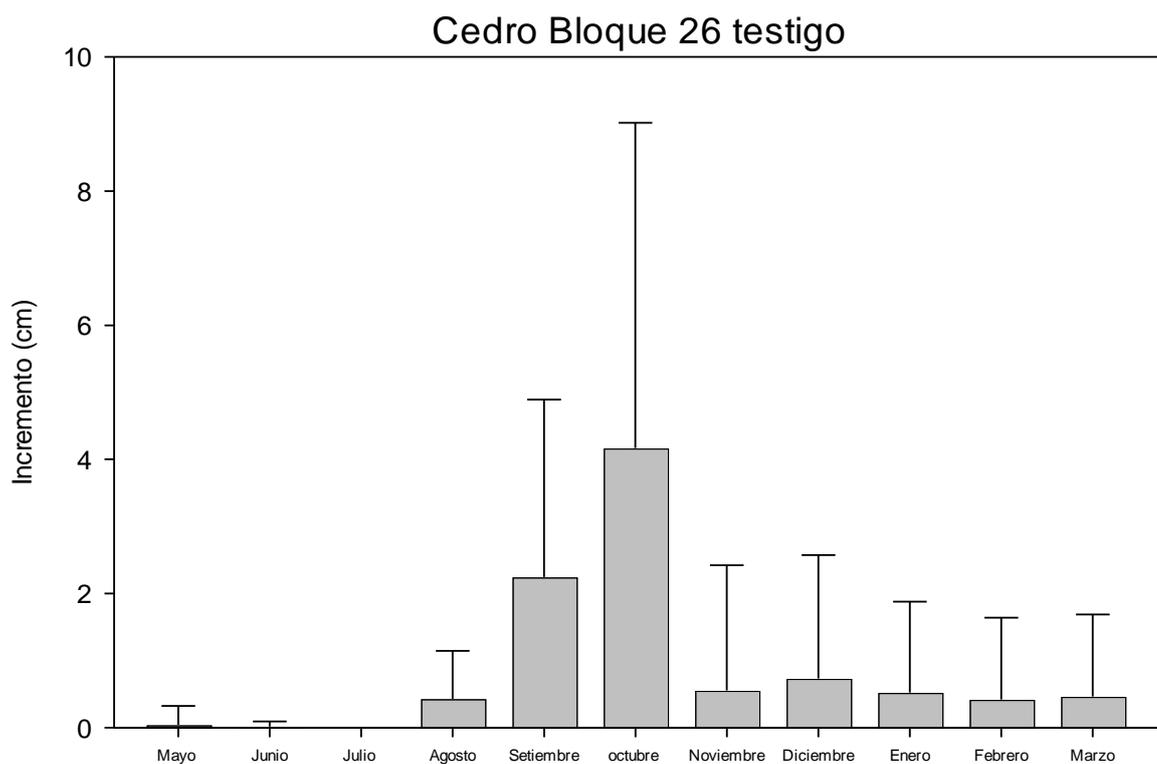
Se observa que al inicio del experimento el incremento de altura es muy disperso, del mes de mayo a julio, se incrementa paulatinamente en agosto. Se incrementa en el mes de setiembre hasta el mes de octubre, sufre una disminución en noviembre, experimenta un crecimiento en el mes de diciembre, y experimenta una disminución en los meses de febrero y marzo respectivamente. (Figura 15).



**Figura 16.** Incremento mensual en alturas para *Cedrela odorata* L., Bloque

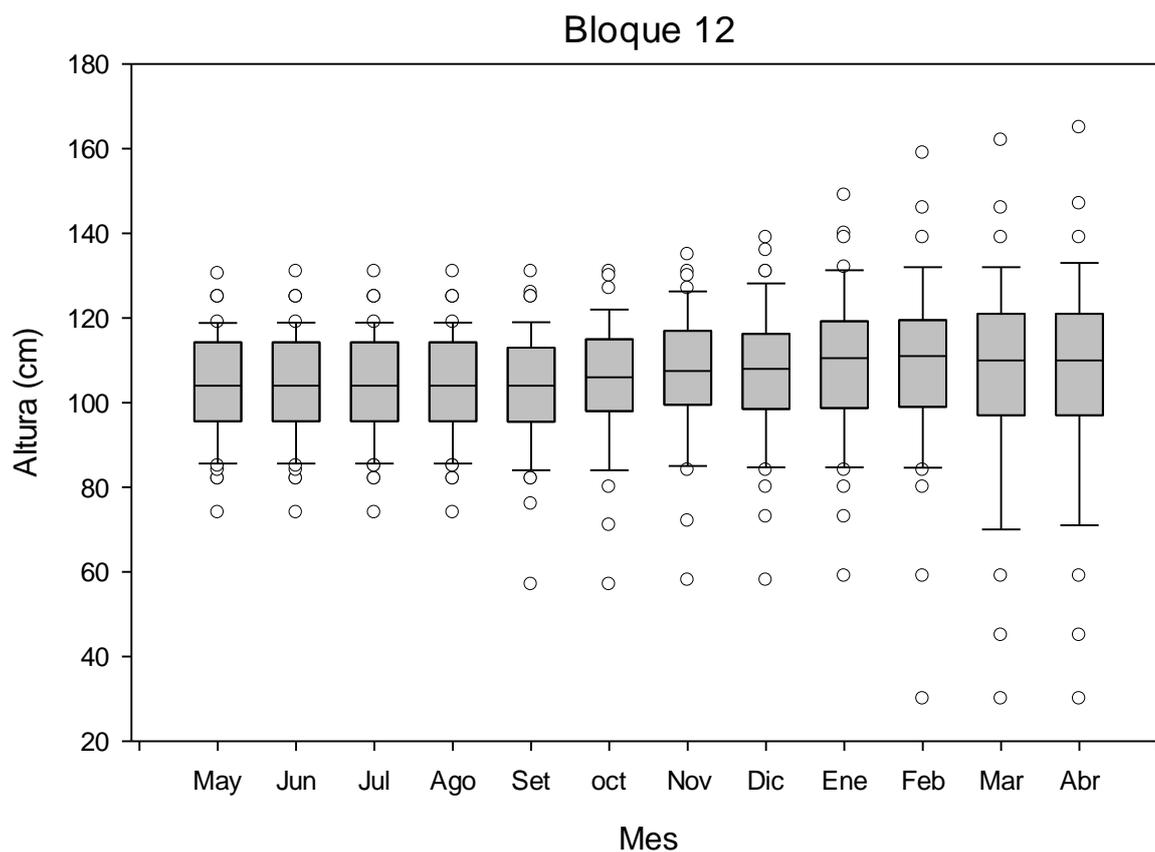
8

Se observa que al inicio del experimento el incremento de altura es muy disperso, y más bajo aún en el mes de agosto. Se incrementa en el mes de setiembre hasta el mes de diciembre, y experimenta una disminución a partir del mes de enero a marzo respectivamente. (Figura 18).



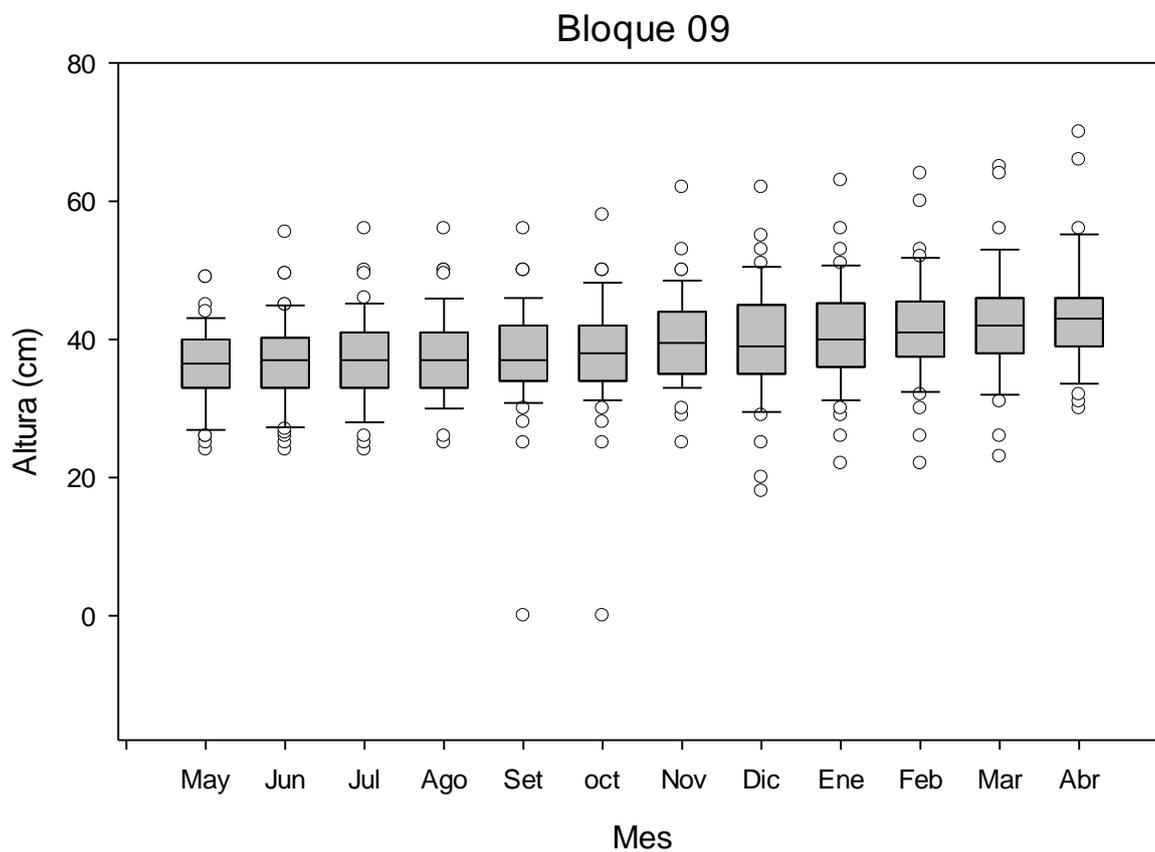
**Figura 17.** Incremento mensual en alturas para *Cedrela odorata* L., 26 Testigo

Se observa que al inicio del experimento el incremento de altura es muy disperso, desde mayo a julio, pero a partir del mes de noviembre se hace homogénea. (Figura 17).



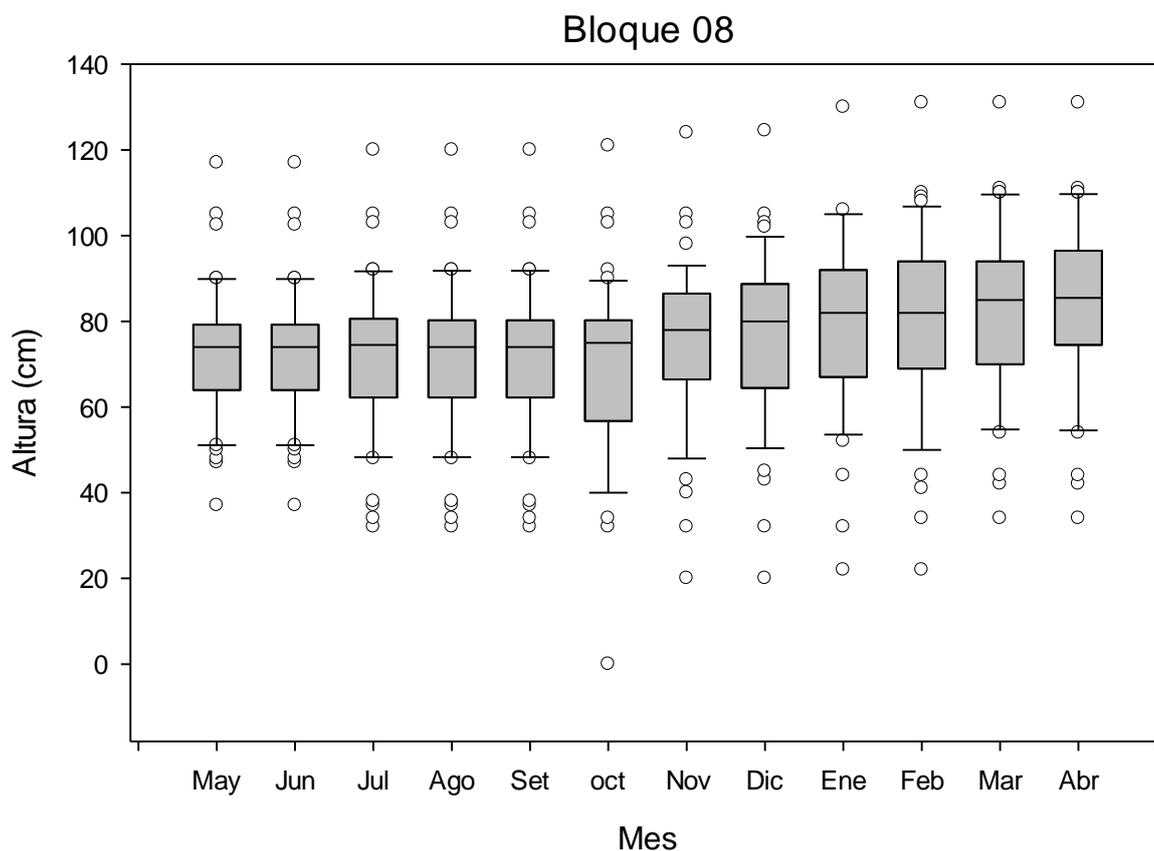
**Figura 18.** Box-plot de las mediciones de altura de los individuos de cedro Bloque 12.

Se puede observar que las alturas de las plántulas de Cedro presentan mayor dispersión a medida que pasa el tiempo, porque las longitudes de los bigotes aumentan. Así mismo los puntos atípicos se hacen mayores a medida que transcurre el tiempo. (Figura 18).



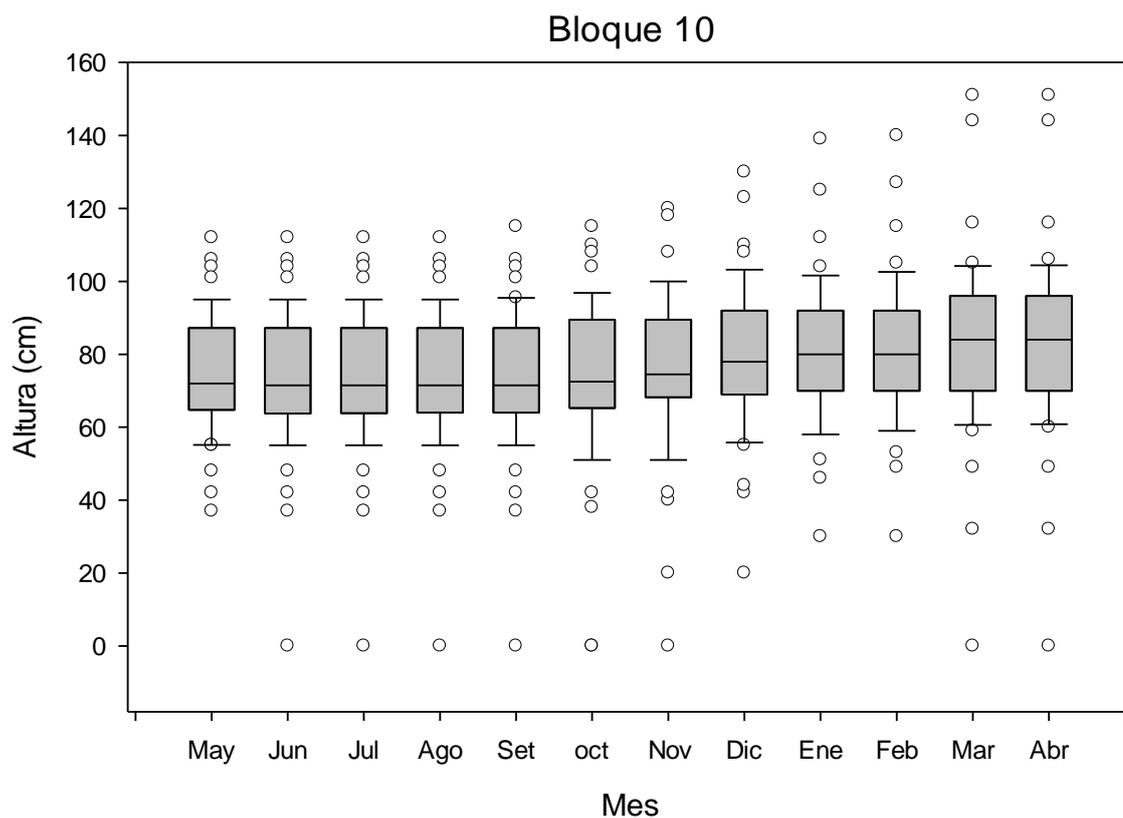
**Figura 19.** Box-plot de las mediciones de altura de los individuos de caoba bloque 19.

Se puede observar que las alturas de las plántulas de cedro presentan inicialmente poca dispersión, pero conforme transcurre el tiempo se observa mayor dispersión. Finalmente en el mes de abril la dispersión disminuye. También se observa como el de esperar que la altura mediana aumenta con el transcurso del tiempo. (Figura 19).



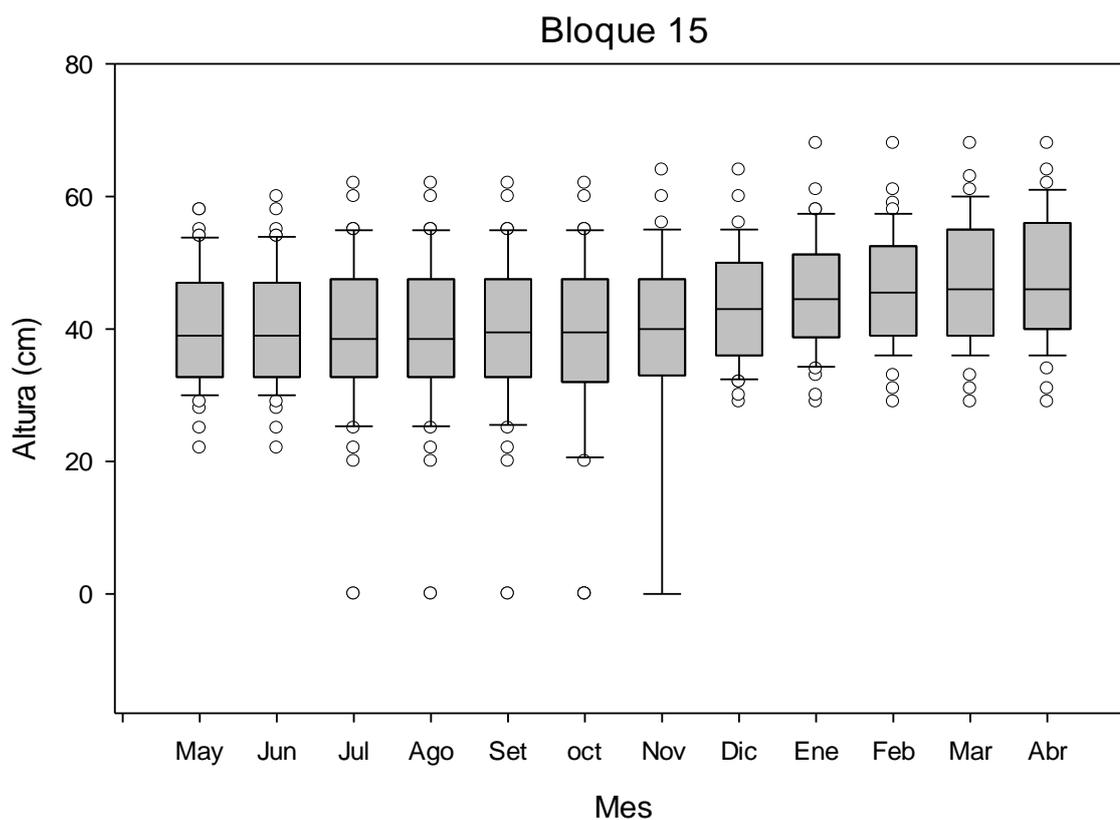
**Figura 20.** Box-plot de las mediciones de altura de los individuos de cedro bloque 08.

Se puede observar que las alturas de las plántulas de cedro presentan inicialmente poca dispersión, pero conforme transcurre el tiempo se observa mayor dispersión. Finalmente a partir del mes de noviembre la dispersión disminuye. También se observa como el de esperar que la altura mediana aumenta con el transcurso del tiempo, a partir del mes de noviembre. (Figura 20).



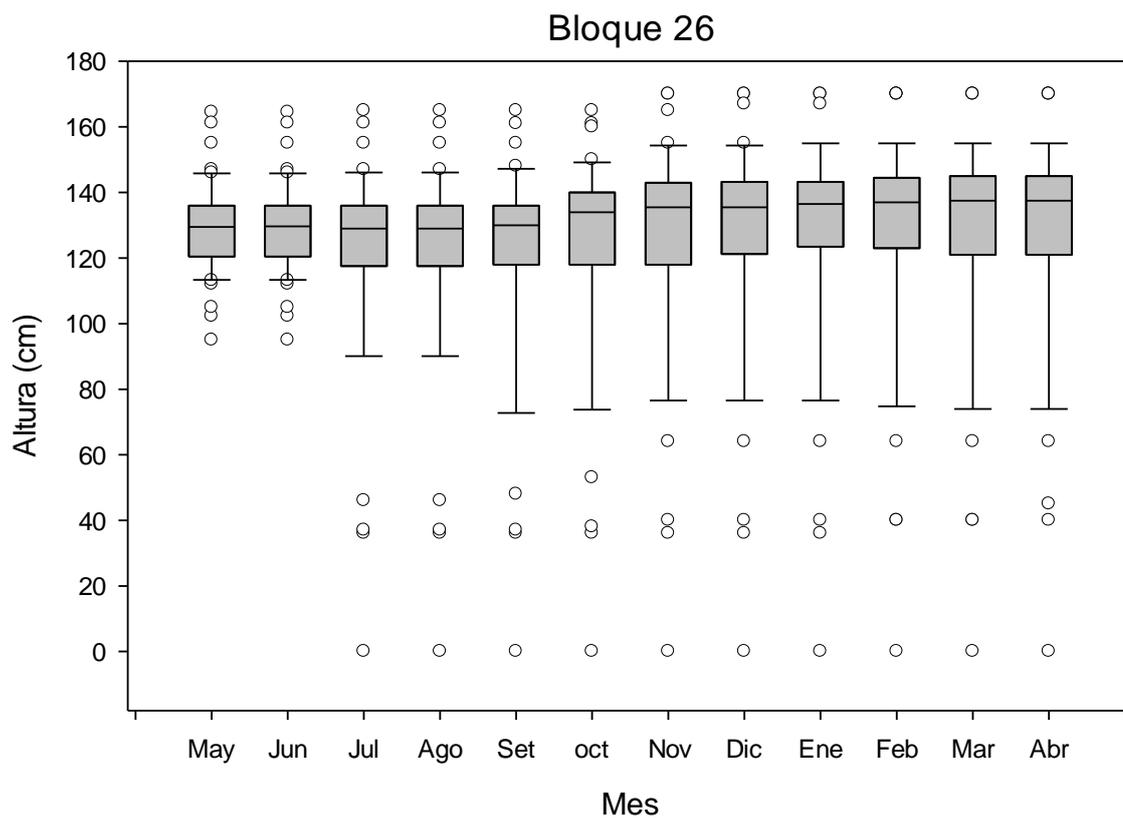
**Figura 21.** Box-plot de las mediciones de altura de los individuos de caoba bloque 10\_testigo.

Se puede observar que las alturas de las plántulas de cedro presentan a partir del mes de mayo poca dispersión, pero conforme transcurre el tiempo se observa mayor dispersión. Finalmente a partir del mes de enero la dispersión se hace más uniforme. También se observa como el de esperar que la altura mediana aumenta con el transcurso del tiempo, a partir del mes de marzo. (Figura 21).



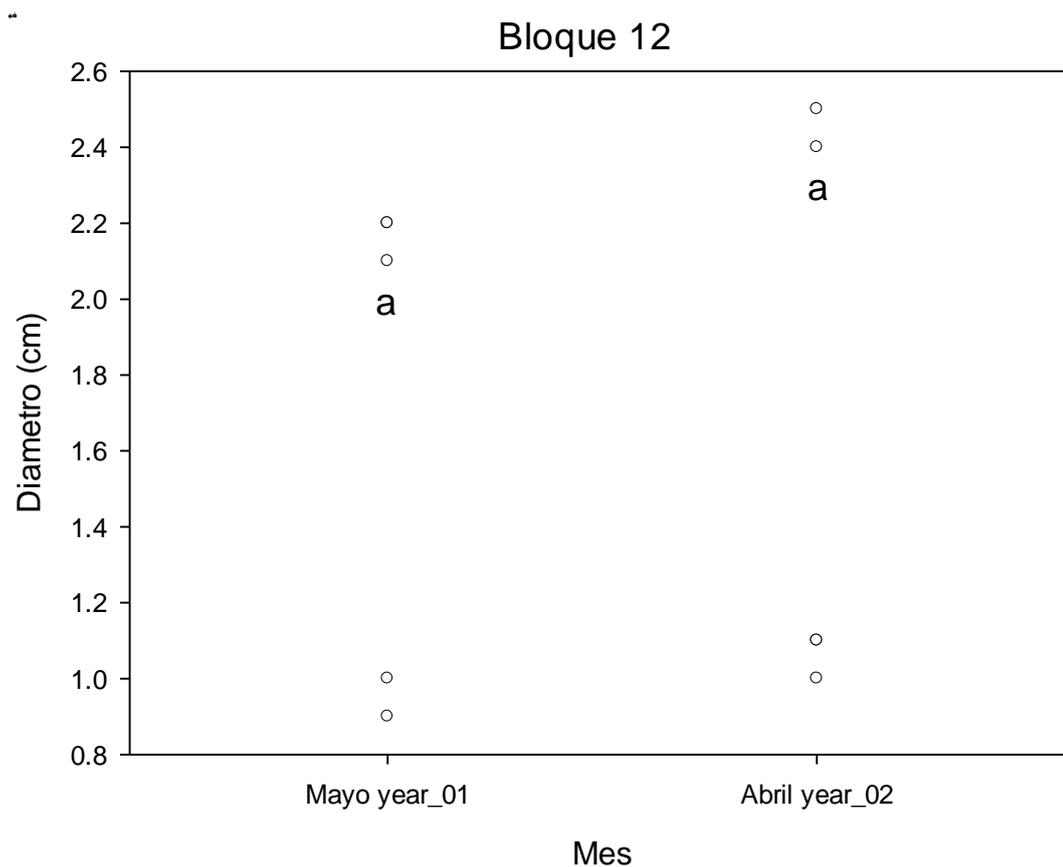
**Figura 22.** Box-plot de las mediciones de altura de los individuos de caoba bloque 15.

Se puede observar que las alturas de las plántulas de caoba presentan a partir del mes de mayo dispersión uniforme hasta el mes de octubre, pero conforme transcurre el tiempo se observa mayor dispersión. Finalmente a partir del mes de noviembre la dispersión se hace más uniforme. También se observa como el de esperar que la altura mediana aumenta con el transcurso del tiempo, a partir del mes de enero. (Figura 22).



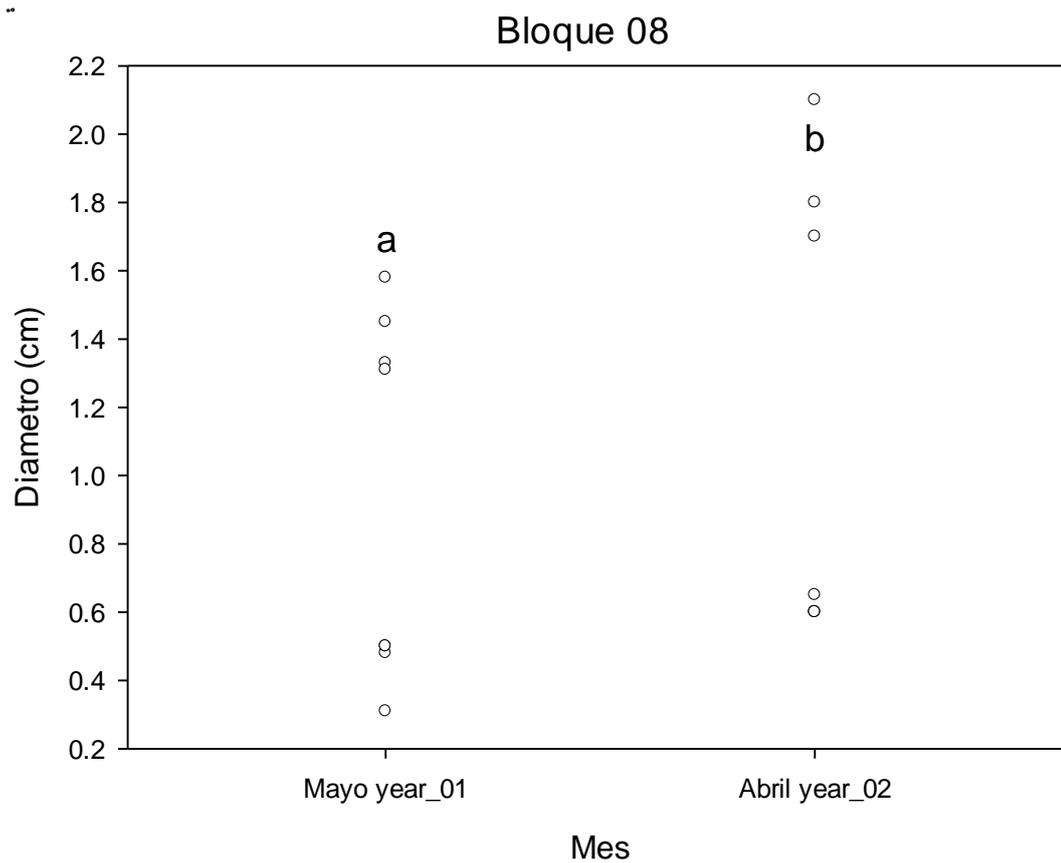
**Figura 23.** Box-plot de las mediciones de altura de los individuos de cedro bloque 26\_testigo.

Se puede observar que las alturas de las plántulas de cedro presentan a partir del mes de mayo poca dispersión desde mayo a setiembre, pero conforme transcurre el tiempo se observa mayor dispersión. Finalmente a partir del mes de octubre la dispersión se hace más uniforme. También se observa como es de esperar que la altura mediana aumenta con el transcurso del tiempo, a partir del mes de setiembre. (Figura 23).



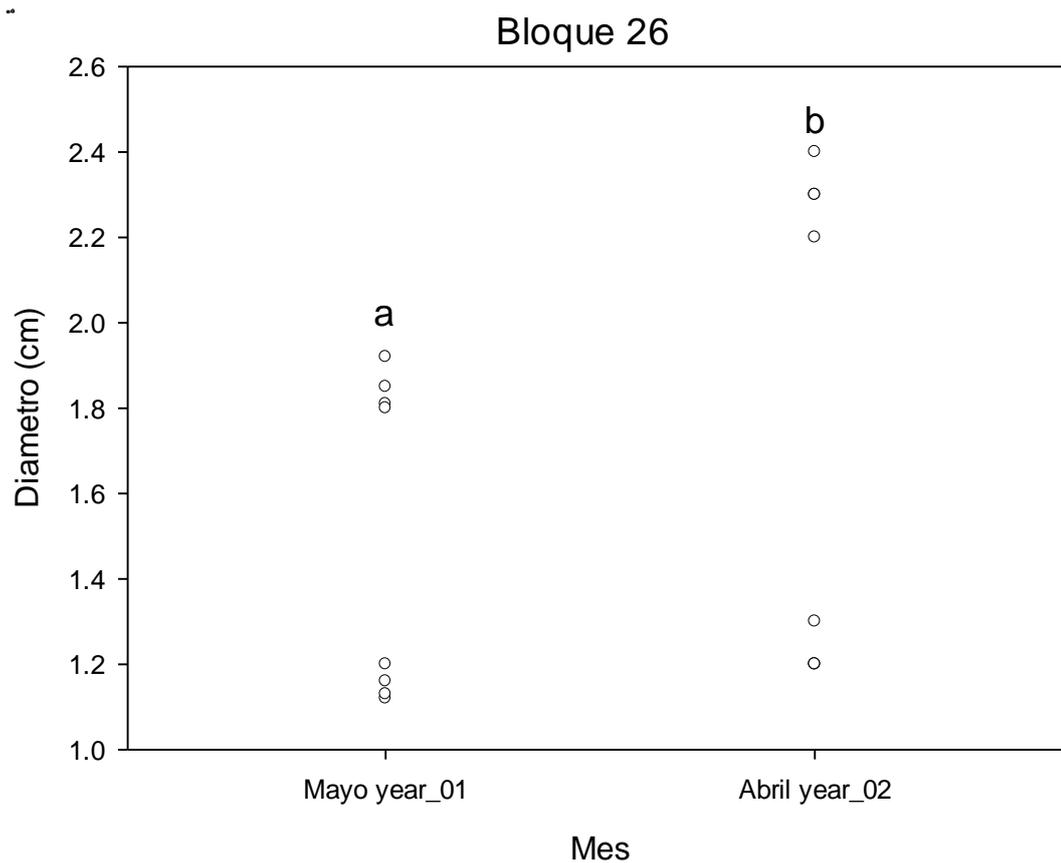
**Figura 24.** Monitoreo de diámetro *Cedrela odorata* L. (Cedro), bloque 12.

Comparación de crecimiento en diámetro luego de 12 meses, no se encontró diferencias estadísticamente significativas en la altura promedio entre estas dos mediciones, utilizando el test de Mann-Whitney ( $U=587$ ,  $p\text{-value}=0.082 > 0.05$ ). (Figura 24).



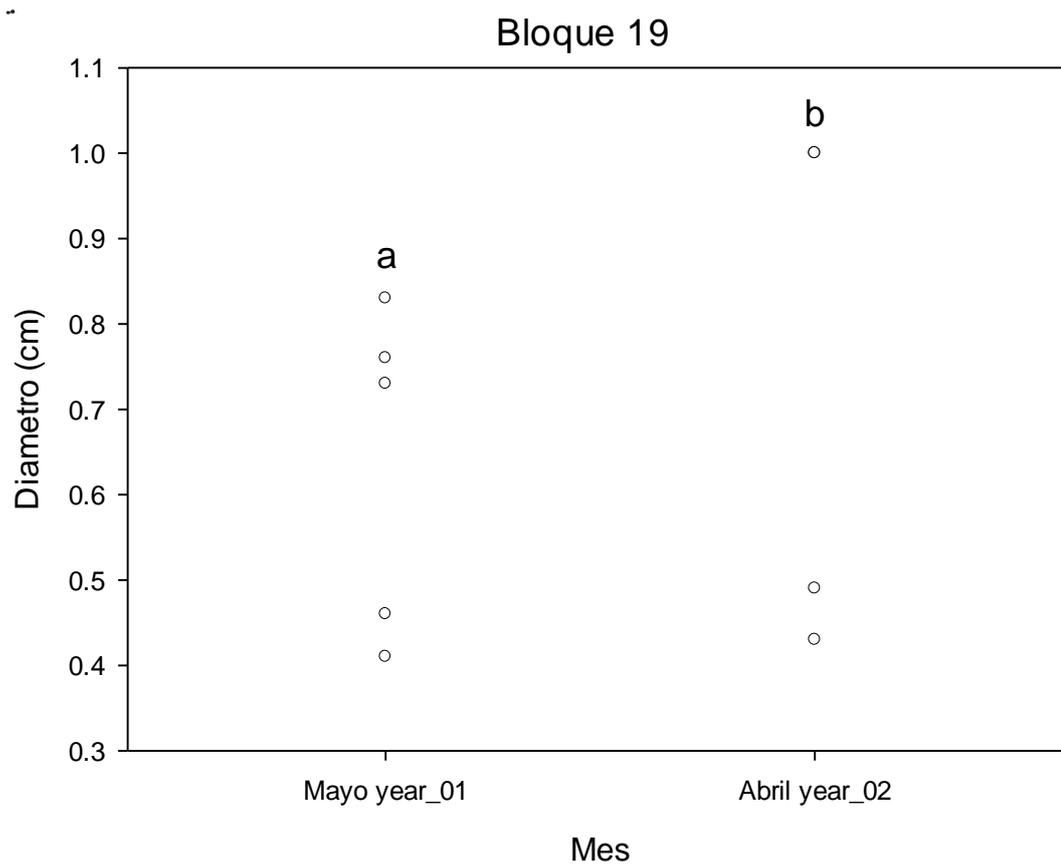
**Figura 25.** Monitoreo de diámetro *Cedrela odorata* L. (Cedro).

Comparación de crecimiento en diámetro luego de 12 meses, se encontró diferencias estadísticamente significativas en la altura promedio entre estas dos mediciones, utilizando la prueba de t-student ( $t = -3.254$ ,  $p\text{-value} = 0.00166 < 0.05$ ). (Figura 25).



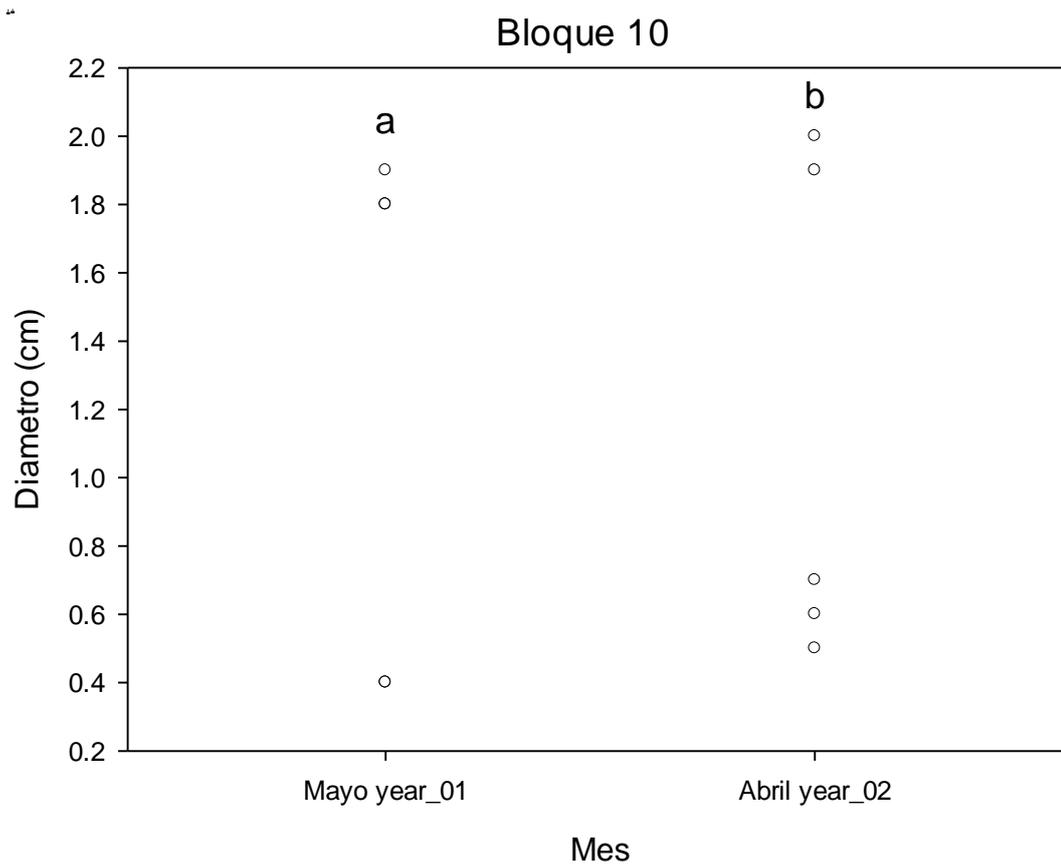
**Figura 26.** Monitoreo de diámetro *Cedrela odorata* L., Bloque 26\_testigo

Comparación de crecimiento en diámetro luego de 12 meses, se encontró diferencias estadísticamente significativas en la altura promedio entre estas dos mediciones, utilizando la prueba de t-student ( $t = -3.337$ ,  $p\text{-value} = 0.00126 < 0.05$ ). (Figura 26).



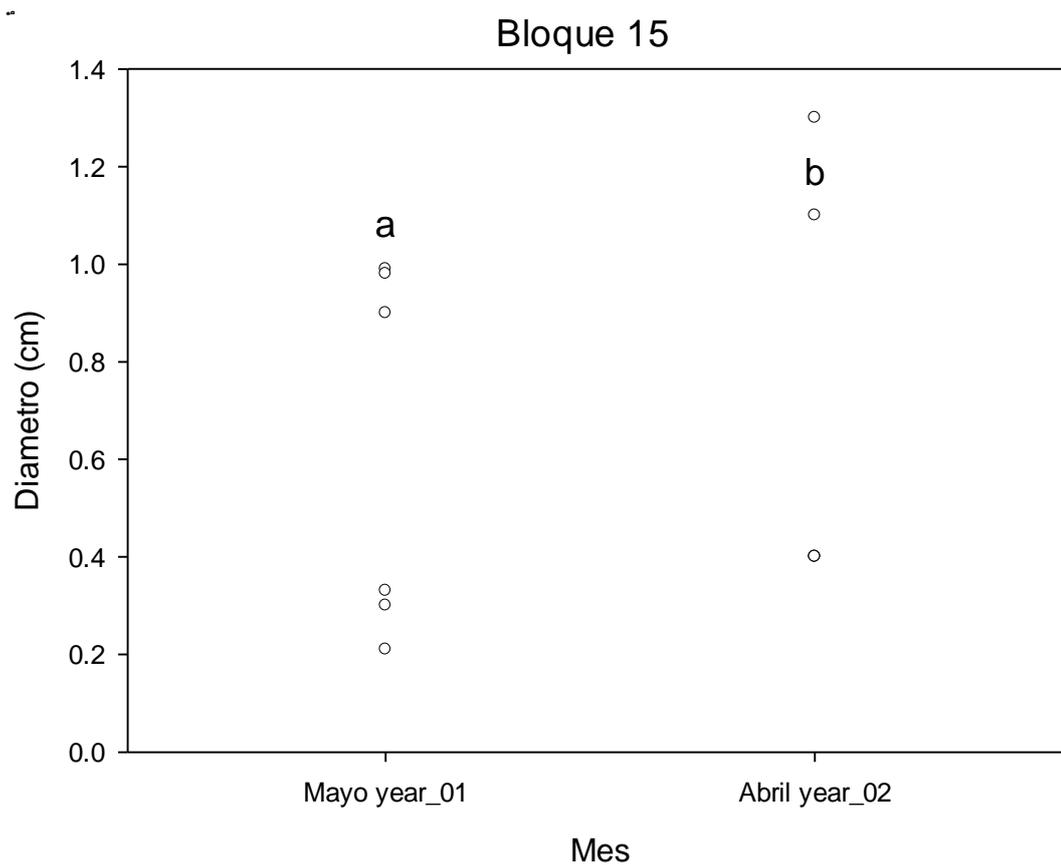
**Figura 27.** Monitoreo de diámetro *Swietenia macrophylla* King., Bloque 19

Comparación de crecimiento en diámetro luego de 12 meses, se encontró diferencias estadísticamente significativas en la altura promedio entre estas dos mediciones, utilizando el test de Mann-Whitney ( $U= 1136$ ,  $p\text{-value} = 0.007 < 0.05$ ). (Figura 27).



**Figura 28.** Monitoreo de diámetro *Swietenia macrophylla* King., Bloque 10

Comparación de crecimiento en diámetro luego de 12 meses, se encontró diferencias estadísticamente significativas en la altura promedio entre estas dos mediciones, utilizando el test de Mann-Whitney ( $U= 467.5$ ,  $P < 0.001$ ). (Figura 28).



**Figura 29.** Monitoreo de diámetro *Swietenia macrophylla* King., Bloque 15

Comparación de crecimiento en diámetro luego de 12 meses, se encontró diferencias estadísticamente significativas en la altura promedio entre estas dos mediciones, utilizando el test de Mann-Whitney ( $U= 467.5$ ,  $P < 0.001$ ). (Figura 29).

**Tabla 13. Análisis de Covarianza – crecimiento en altura**

Factor = bloques (Trat1, Trat2, Testigo)

Variables métricas = Apertura de dosel y altura inicial

Variable respuesta = crecimiento anual en altura

<b>Factores inter-sujetos</b>			
		Etiqueta de valor	N
Bloque	1	cedro08	42
	2	cedro12	39
	3	cedro26-testig	43

<b>Estadísticos descriptivos</b>			
Variable dependiente: Crecimiento_anual			
Bloque	Media	Desv. Desviación	N
cedro08	14,321428571428573	11,798522762313183	42
cedro12	11,910256410256410	10,807448573523990	39
cedro26-testig	9,913953488372090	6,454108377627860	43
Total	12,034677419354836	10,003658228062180	124

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	818,658 <sup>a</sup>	4	204,664	2,120	0,083
Altura_inicial	380,333	1	380,333	3,939	0,049
Canopy_Openness	58,078	1	58,078	0,601	0,440
Bloque	43,728	2	21,864	0,226	0,798
Error	11490,343	119	96,558		
Total corregido	12309,001	123			

**Estimaciones**

Variable dependiente: crecimiento\_anual

Bloque	Media	Desv. Error	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
cedro08	10,592 <sup>a</sup>	2,430	5,779	15,404
cedro12	12,021 <sup>a</sup>	1,575	8,902	15,141
cedro26-testig	13,456 <sup>a</sup>	2,337	8,828	18,084

Se utilizó el análisis de covarianza para comparar el crecimiento en altura de cedro entre los tratamientos (cedro08 y cedro12) y el testigo (cedro26), considerando como covariables a la altura inicial de las plántulas y la apertura de dosel.

No encontramos influencia estadísticamente significativa en el crecimiento del factor bloque (p-valor = 0.79) y apertura de dosel (p-valor = 0.44). Sin embargo, se encontró una influencia significativa de la altura inicial en el crecimiento anual en altura de cedro (p-value = 0.049). (Tabla 13).

**Tabla 14. Análisis de Covarianza – crecimiento en diámetro**

Factor = bloques (Trat1, Trat2, Testigo)  
 Variables métricas = Apertura de dosel y altura inicial  
 Variable respuesta = crecimiento anual en diámetro

<b>Factores inter-sujetos</b>			
		Etiqueta de valor	N
Bloque	1	cedro08	42
	2	cedro12	39
	3	cedro26-testig	43

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Creci\_diametro

Origen	Tipo III de suma		Media		
	de cuadrados	Gl	cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0,204 <sup>a</sup>	4	0,051	1,121	0,350
Intersección	0,227	1	0,227	4,987	0,027
diametro_inicial	0,014	1	0,014	0,305	0,582
CanopyOpenness	0,000	1	0,000	0,006	0,937
Bloque	0,074	2	0,037	0,816	0,445
Error	5,405	119	0,045		
Total	10,143	124			
Total corregido	5,609	123			

1. R al cuadrado = 0,036 (R al cuadrado ajustada = 0,004)

**Medias marginales estimadas**

**Estimaciones**

Variable dependiente: Creci\_diametro

Bloque	Media	Desv. Error	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
cedro08	0,229 <sup>a</sup>	0,042	0,146	0,311

cedro12	0,154 <sup>a</sup>	0,036	0,083	0,225
cedro26-testig	0,189 <sup>a</sup>	0,036	0,118	0,259

a. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los valores siguientes: diametro\_inicial = 1,279274193548387, % Canopy Openness = 25,0061.

Encontramos influencia estadísticamente significativa en el crecimiento del factor bloque (p-valor = 0.445). Sin embargo, no se encontró una influencia significativa de la altura inicial en el crecimiento anual en altura de cedro (p-value = 0.582) y de la apertura del dosel p-valor= 0.937). El mayor crecimiento promedio se observa para en el bloque Cedro\_08 (0.229 cm). (Tabla 14)

**Tabla 15. Análisis de Covarianza – crecimiento en altura**

Factor = bloques (Trat1, Trat2, Testigo)  
 Variables métricas = Apertura de dosel y altura inicial  
 Variable respuesta = crecimiento anual en altura

<b>Factores inter-sujetos</b>			
		Etiqueta de valor	N
Cod_bloque	1	Caoba19	37
	2	Caoba 15	39
	3	Caoba 10-testigo	44

<b>Estadísticos descriptivos</b>			
Variable dependiente: creci-altura_anual			
		Desv.	
Cod_bloque	Media	Desviación	N
Caoba19	7,392	6,9063	37
Caoba 15	6,769	4,8961	39
Caoba 10-testigo	11,932	10,7949	44
Total	8,854	8,3536	120

<b>Pruebas de efectos inter-sujetos</b>					
Variable dependiente: creci-altura_anual					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	747,548 <sup>a</sup>	4	186,887	2,844	0,027
Intersección	321,074	1	321,074	4,886	0,029
Altura_Inicial	39,238	1	39,238	0,597	0,441

CanopyOpenness	50,993	1	50,993	0,776	0,380
Cod_bloque	420,426	2	210,213	3,199	0,044
Error	7556,650	115	65,710		
Total	17711,750	120			
Total corregido	8304,198	119			

1. R al cuadrado = 0,090 (R al cuadrado ajustada = 0,058)

#### Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: *creci-altura\_anual*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	747,548 <sup>a</sup>	4	186,887	2,844	0,027
Intersección	321,074	1	321,074	4,886	0,029
Altura_Inicial	39,238	1	39,238	0,597	0,441
CanopyOpenness	50,993	1	50,993	0,776	0,380
Cod_bloque	420,426	2	210,213	3,199	0,044
Error	7556,650	115	65,710		
Total	17711,750	120			
Total corregido	8304,198	119			

a. R al cuadrado = 0,090 (R al cuadrado ajustada = 0,058)

Encontramos influencia estadísticamente significativa en el crecimiento del factor bloque (p-valor = 0.044) .Sin embargo, no se encontró una influencia significativa de la altura inicial en el crecimiento anual en altura de caoba (p-value = 0.441) y de la apertura del dosel p-valor= 0.38). El mayor crecimiento promedio se observa para en el bloque testigo (11.93 cm). (Tabla 15).

**Tabla 16. Análisis de Covarianza – crecimiento en diámetro**

Factor = bloques (Trat1, Trat2, Testigo)

Variables métricas = Apertura de dosel y altura inicial

Variable respuesta = crecimiento anual en diámetro

Factores inter-sujetos			
		Etiqueta de valor	N
Cod_bloque	1	Caoba19	37
	2	Caoba 15	39
	3	Caoba 10-	44
		testigo	

### Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: *crec\_diam\_B19*

Cod_bloque	Desv.		N
	Media	Desviación	
Caoba19	0,097297297297	0,106292276521	37
	297	147	
Caoba 15	0,179743589743	0,186483908992	39
	590	413	
Caoba 10-testigo	0,272727272727	0,143646265080	44
	273	088	
Total	0,188416666666	0,164964961053	120
	667	401	

El mayor crecimiento promedio se observa para en el bloque testigo (0.27 cm).

### Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: *crec\_diam\_B19*

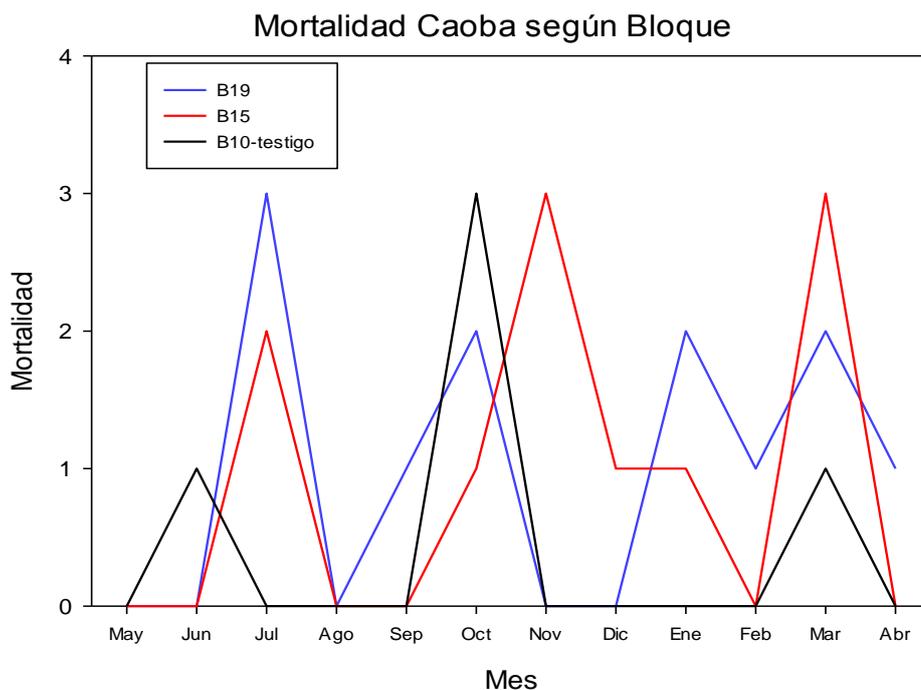
Origen	Tipo III de suma		Media		F	Sig.
	de cuadrados	Gl	cuadrática			
Modelo corregido	1,012 <sup>a</sup>	4	0,253	13,061	0,000	
Intersección	0,415	1	0,415	21,423	0,000	
CanopyOpenness	0,037	1	0,037	1,906	0,170	
Diámetro_inicial	0,361	1	0,361	18,622	0,000	
Cod_bloque	0,941	2	0,470	24,298	0,000	
Error	2,227	115	0,019			
Total	7,498	120				
Total corregido	3,238	119				

a. R al cuadrado = 0,312 (R al cuadrado ajustada = 0,288)

F prueba el efecto de Cod\_bloque. Esta prueba se basa en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

Encontramos influencia estadísticamente significativa en el crecimiento del factor bloque ( $p$ -valor = 0.000) y el diámetro inicial (0.000), más no así para la apertura de dosel ( $p$ -valor = 0.170). (Tabla 16).

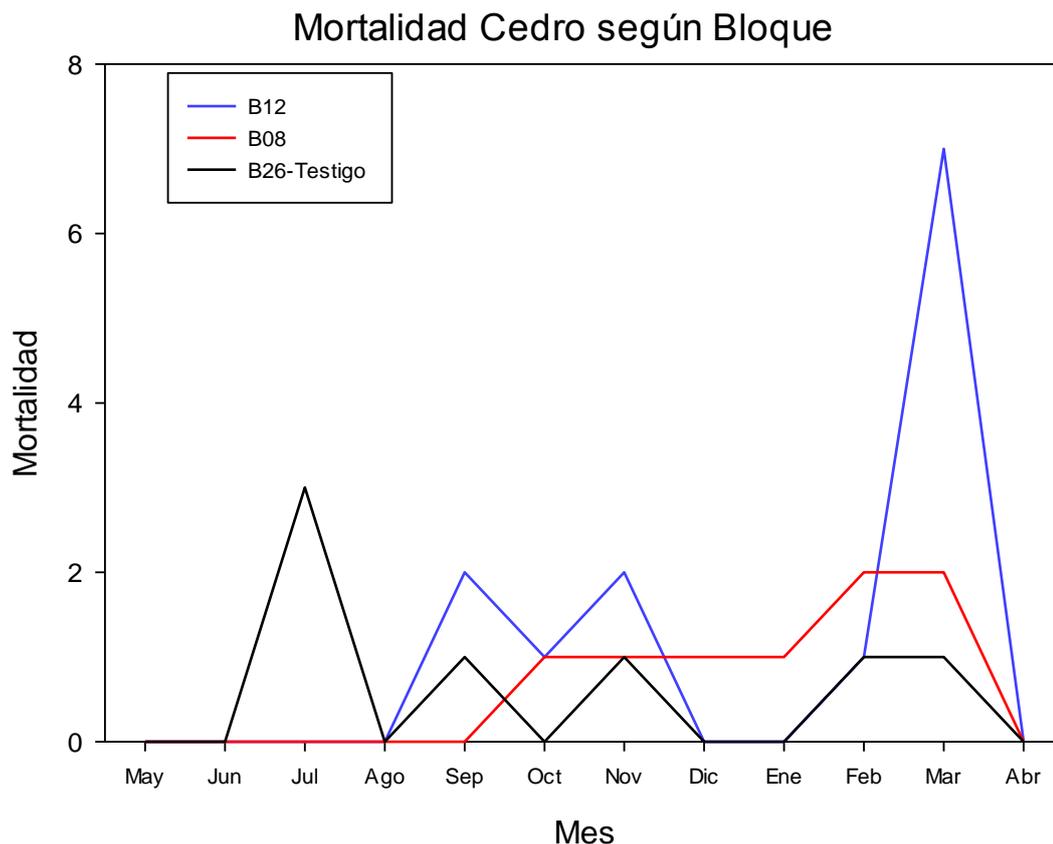
#### 4.4. DE LA MORTALIDAD EN PLANTACIONES DE *Swietenia macrophylla*.



**Figura 30.** Episodios de mortalidad mensual de plántulas de *Swietenia macrophylla* King (Caoba a según bloque, a lo largo de todo el periodo de evaluación).

A los inicios del experimento el grupo testigo es que el experimenta menor mortalidad, comparado con los otros dos bloques. Luego experimentan una recaída en el mes de agosto, para después mostrar un comportamiento elevado los tres tipos de bloques. Se observa sincronía en la mortalidad de las plántulas entre los bloques tratamiento y testigo, en los meses junio-julio, octubre-noviembre y marzo. (Figura 30).

#### 4.5. DE LA MORTALIDAD EN PLANTACIONES DE *Cedrela odorata* L.



**Figura 31.** Episodios de mortalidad mensual de plántulas de *Cedrela odorata* L. (Cedro) según bloque, a lo largo de todo el periodo de evaluación.

Al inicio del experimento la mortalidad es alta para el bloque testigo, pasado los dos meses la mortalidad para el bloque 12 se incrementa, y permanece casi constante hasta el mes de noviembre; luego experimenta una caída; y a partir del mes de enero inicia el incremento de mortalidad para este bloque. Observándose la máxima cantidad de mortalidad en el mes de marzo. El bloque B12 es el que experimenta una mortalidad moderada entre los dos bloques respectivamente.

Se observa sincronía en la mortalidad de las plántulas entre los bloques tratamiento y testigo, en los meses junio-julio, octubre-noviembre y marzo. (Figura 31).

## CONCLUSIONES

**PRIMERO:** Existe una mayor incidencia de ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller, para plantaciones de *Cedrela odorata* L., en los tratamientos asociados con *Jatropha curcas* L., que en el testigo. Los tratamientos influyeron de forma significativa en la ocurrencia de ataque de *H. grandella*. Así mismo, la relación entre las variables es pobre, considerando el coeficiente de Pearson.

**SEGUNDO:** No existe incidencia de ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller, para plantaciones de *Swietenia macrophylla* King., con los tratamientos asociados con *Jatropha curcas* L., que en el testigo. Los tratamientos no influyeron de forma significativa en la ocurrencia de ataque de *H. grandella*. Así mismo, la relación entre las variables es pobre, considerando el coeficiente de Pearson.

**TERCERO (a):** No se encontró diferencias estadísticamente significativas en la altura promedio entre estas dos mediciones, en el bloque 12 de *Cedrela odorata* L.

**TERCERO (b):** Se encontró diferencias estadísticamente significativas en la altura promedio entre estas dos mediciones, en el bloque 8 de *Cedrela odorata* L.

**TERCERO (c):** Se encontró diferencias estadísticamente significativas en la altura promedio entre estas dos mediciones, en el bloque 26 testigo, de *Cedrela odorata* L.

**CUARTO (a):** Se encontró diferencias estadísticamente significativas en la altura promedio entre estas dos mediciones, utilizando el test de Mann-Whitney, en el bloque 19 de *Swietenia macrophylla* King.

**CUATRO (b):** Se encontró diferencias estadísticamente significativas en la altura promedio entre estas dos mediciones, utilizando el test de Mann-Whitney, en el bloque 10 de *Swietenia macrophylla* King.

**CUARTO (c):** Se encontró diferencias estadísticamente significativas en la altura promedio entre estas dos mediciones, utilizando el test de Mann-Whitney, en el bloque 15 de *Swietenia macrophylla* King.

**QUINTO (a):** No encontramos influencia estadísticamente significativa en el crecimiento del factor bloque apertura de dosel para *Cedrela odorata* L. Sin embargo, se encontró una influencia significativa de la altura inicial en el crecimiento anual en altura de cedro.

**QUINTO (b):** Encontramos influencia estadísticamente significativa en el crecimiento del factor bloque. Sin embargo, no se encontró una influencia significativa de la altura inicial en el crecimiento anual en altura de *Swietenia macrophylla* King., y de la apertura del dosel.

**QUINTO (c):** Encontramos influencia estadísticamente significativa en el crecimiento del factor bloque y el diámetro inicial para *Swietenia macrophylla* King., más no así para la apertura de dosel.

**SEXTO (a):** Sincronía en la mortalidad de las plántulas entre los bloques tratamiento y testigo, en los meses junio-julio, octubre-noviembre y marzo, para *Cedrela odorata* L., y *Swietenia macrophylla* King.

## SUGERENCIAS

1. Se sugiere realizar, la continuación de la investigación debido a que el tiempo de evaluación en este tipo de estudios no son los suficientes a corto plazo para obtener los resultados deseados hasta por lo menos unos cinco años.
2. Continuar investigaciones sobre la influencia de la *Jatropha curcas*, (Piñon), en el control del ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller., a las plantaciones puras a campo abierto con *Cedrela odorata*, L. (Cedro) y *Sweitenia macrophylla* King (Caoba).
3. Fomentar mayores estudios en la región, para controlar el ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller, en plantaciones de Meliaceae, principalmente, *Cedrela odorata*, L., ("cedro rojo") y *Swietenia macrophylla*, King, ("caoba"), ensayando con otras asociaciones de plantas alelopáticas.
4. Realizar ensayos con métodos de control combinados, silvicultural, etológico, biológico, con el propósito de establecer un sistema de medidas complementarias de protección contra el ataque de *Hypsipyla grandella*, Zeller, y poder asegurar resultados ventajosos, económica y ecológicamente, del manejo de Meliaceae, sin perjudicar al medio ambiente ni a las personas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

**ÁLVAREZ, G. Y RÍOS T.** Evaluación económica de plantaciones de caoba "*Swietenia macrophylla*" en el departamento de San Martín. Programa de Ordenamiento Ambiental - POA. IIAP. 2007. 4p.

**ARREOLA V. MA, C. PATIÑO V., F.** Influencia de factores climáticos en la incidencia del ataque de *Hypsipyla 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. 1988

**BRICEÑO, V. J.** Aproximación a un manejo integrado del barrenador de las Meliáceas, *Hypsipyla grandella* (Zeller). Revista Forestal Venezolana (Venezuela). 1997. V (I) N°41, p 23-28

**CIBRIÁN D.; MÉNDEZ T.; CAMPOS R.; YATES III H.; FLORES J.** Insectos Forestales de México. Primera edición. UACH. Chapingo, Estado de México. México.1995.

**CINTRON, B. B.** *Cedrela odorata* L. Cedro hembra. Spanish cedar, pp. 250-257. In Burns RMH, Barbara H [ed.], Silvics of North America 2: Hardwoods. Agricultural Handbook 644. United States Department of Agriculture, Washington, DC. 1990.

**COMITÉ DE REFORESTACION DE PUCALLPA.** Memoria Anual 1998. Pucallpa (Perú). 1997. 70 p

**CORONADO V. y NOH SULUB HUGO.** 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. 1988

**DOUROJEANNI, J.** Introducción al estudio de los insectos que afectan la explotación forestal en la selva peruana. Lima. Rev. Perú. Ent. Agric. 1963. V:6, N°1, p:75-92.

**FUNATURA** (Fundación Pró-Natureza). Proyecto Mogno: Sumário Executivo. Brasília-DF/Brasil. 1993. 221p.

**FLOYD, R.B.** General conclusions and research priorities. pp. 183-187. In Floyd RB, Hauxwell C (eds.), International Workshop on *Hypsipyla* shoot borers in Meliaceae. 2001. 20-23 August 1996. ACIAR Proceedings No. 97.

**FLOYD, R.B. y HAUXWELL, C.** [eds.] *Hypsipyla* shoot borers in Meliaceae. 2001. Proceedings of an International Conference held at Kandy, Sri Lanka 20-23 August 1996. ACIAR Proceedings No. 97. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia.

**GANDARA, B.** Diversidad genética del cruzamiento en una población de *Cedrela fissilis* Vell. Meliaceae) Campinas/SP. 1995. 69 p.

**GRIFFITHS, M.W.** The biology and ecology of *Hypsipyla* shoot borers. 2001. pp. 74-80. In Floyd RB, Hauxwell C (eds.), International Workshop on *Hypsipyla* shoot borers in Meliaceae, 20-23 August 1996. ACIAR Proceedings N°. 97.

**GRIJPMAN P. y R. RAMALHO.** *Toona* spp. Posibles alternativas para el desarrollo del barrenador *Hypsipyla grandella* de las Meliaceae en América Latina. Revista Interamericana de Ciencias Agrícolas. 1996. V:4; N°19; p531-547. Costa Rica.

**GRIJPMAN, P.** Contributions to an integrated control programme of *Hypsipyla grandella* (Zeller) in Costa Rica. 1974. Landbouwhogeschool te Wageningen., Wageningen, Netherlands.

**GROGAN, J., BARRETO. P. y VERÍSSIMO, A.** Mahogany in the Brazilian Amazon: Ecology and Perspectives on Management. Imazon, Belém, Pará, Brazil. 2002.

**HAUXWELL, C., MAYHEW, J.E. y NEWTON A.C.** Silvicultural management of *Hypsipyla* spp. 2001. pp. 151-163. In Floyd RB, Hauxwell C, (eds.), International Workshop on *Hypsipyla* shoot borers in Meliaceae, 20-23 August 1996. ACIAR Proceedings N° 97.

**HOLDRIGE L.** Determination of World Plant Formations from Simple Climatic Data. 1963. Science 105: 367-36

**HILJE L. & CORNELIUS J.** ¿Es imanejable *Hypsipyla grandella* como plaga. 2001.

<http://www.catie.ac.cr/información/RMIP/rev61/xtc61.htm>.

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

**HOLSTEN, E.H.** Life cycle of *Hypsipyla grandella* (Zeller Studies of the shootborer, *Hypsipyla grandella* (Zeller) Lep. Pyralidae, CATIE Misc.). pp. 112-116. In Whitemore JL [ed.], 1976. Publ. No. 1. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

**HOWARD, F.W. y MEEROW, A.W.** Effect of mahogany shoot borer on growth of West Indies mahogany in Florida. 1993. Journal of Tropical Forest Science 6: 201-203.

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRARIA (INIA).** Manual de Identificación de Especies Forestales de la Subregión Andina. Proyecto PD 150/91. 1era Ed. NIA- Perú. 1997. Rev. V:1 N°1; p142-144.

**JIMÉNEZ, S.** Diagnóstico de la Caoba (*Swietenia macrophylla King*) en Mesoamérica. Centro Científico Tropical Carlos Navarro. 1999. 17, 18.

**LAMB, F.B.** Mahogany of Tropical America. Its Ecology and Management. 1966. University of Michigan Press, Ann Arbor.

**LOPEZ J., F. JARA, y F. MESEN 1997.** Variación en resistencia de *Cedrela odorata* al ataque de *Hypsipyla grandella*. Revista Forestal Centroamericana. 1997. N° 19, p 47-59.

**MACÍAS J.** Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. Boletín Informativo N° 19. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 2006.

**MANCEBO F., L. HILIE, A. MORA y R. SALAZAR.** Efecto de extractos vegetales sobre larvas de *Hypsipyla grande/la*. Manejo Integrado de Plagas. 2000. Costa Rica. N°55; 12-23

**MAHROOF, R.M.** [et al]. Effects of artificial shade on attack by the mahogany shoot borer, *Hypsipyla robusta* (Moore).2000. Agricultural and Forest Entomology 4: 283.

**MARTÍNEZ V.; ESTRADA O.; GÓNGORA R; LÓPEZ C.; MARTÍNEZ G; CURBELO G.** 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. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 16(1): 61-68, 2010.

**MAYHEW, J.E. y NEWTON, A.C.** The Silviculture of Mahogany. 1998. CABI Publications, Wallingford, UK.

**NEWTON, A.C.** [et al]. The mahogany shoot borer: prospects for control. 1993. Forest Ecology and Management 57: 301-328.

**PENNINGTON, T.D.** A monograph of the neotropical Meliaceae. 1981. New York Botanical Gardens, New York.

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

**PÉREZ, V.** Protección de la caoba del ataque de *Hypsipyla grandella*, en su etapa de establecimiento. PROSAE. Yurimaguas- Perú. 2000.

**PÉREZ, J.M.** Protección de la caoba del ataque de *Hypsipyla grandella*, en su etapa de establecimiento. PROSAE. Yurimaguas-Perú. 2010.

**RAMÍREZ, S.J.** Investigación preliminar sobre la biología, ecología y control de *Hypsipyla grandella* Zeller. 1997. Boletín del Instituto Forestal Latino-Americano, Mérida, Venezuela 16: 54-77.

**PEREIRA L., DIMAS F, ALCIR M, LANZARIN K, WOLF K.** Suscetibilidade do cedro ao ataque de pragas em Floresta Estacional Decidual. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. Brasília, 2016. v.51, n.5, p.607-614.

**QUEVEDO, J.** *Hypsipylla*, cedro y caoba: formas de control estudiados en campo y laboratorio en la Región Ucayali. Revista del Comité de Reforestación de Pucallpa (Perú. 1995. V: 1, 0 1, p32-33

**ROOVERS, M.** Observaciones sobre el ciclo de vida de *Hypsipyla grandella* (Zeller) en Barinitas Venezuela, 1971. Boletín del Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación 38: 1-46.

**SILVA A. María, ROSA L. Santos y VIEIRA T.** Eficiência do nim (*Azadirachta indica* A. Juss) como barreira natural ao ataque de

*Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) sobre o mogno (*Swietenia macrophylla* King). ACTA AMAZONICA. 2013. vol. 43(1) 2013. 19 – 24.

**TAVERAS, R. HILJE, L. y CARBALLO M.** Development of *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) in response to constant temperatures. 2004a. Neotropical-Entomology 33: 1-6.

**TILLMANN, H.J.** Apuntes bibliográficos sobre *Hypsipyla grandella* Zeller. 1964. Boletín del Instituto Forestal Latino-Americano, Mérida, Venezuela 14: 82-92.

**WATT, A.D., NEWTON, A.C. y CORNELIUS J.P.** Research in resistance of mahoganies to *Hypsipyla* species. 2001. pp. 89-96. In Floyd RB, Hauxwell C (eds.), International Workshop on *Hypsipyla* shoot borers in Meliaceae, 20-23 August 1996. ACIAR Proceedings No. 97.

**VEINTEMILLA FRITZ.** (2013). Cultivo asociado de *Cedrela odorata* L. ("cedro rojo") con *Mansoa alliaceae*, A. Gentry, ("ajo sachá") para el control del ataque de *Hypsipyla grandella*, Zeller". Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Tesis para optar el grado de Magister en Ciencias con mención en ecología y desarrollo sostenible. Iquitos –Perú

## **ANEXOS TABLAS**

**Tabla 17. Análisis estadístico para incremento de diámetro por bloques para *Swietenia macrophylla* King.**

**One Way Analysis of Variance**

**Data source:** Data 1 in diametro\_caoba

**Normality Test (Shapiro-Wilk)** Failed (P < 0.050)

Test execution ended by user request, ANOVA on Ranks begun

**Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks**

**Data source:** Data 1 in diametro\_caoba

Group	N	Missing	Median	25%	75%
B19	49	13	0.0500	0.0300	0.138
B15	50	11	0.1000	0.0500	0.250
B10-testigo	50	4	0.300	0.175	0.400

H = 25.449 with 2 degrees of freedom. (P = <0.001)

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Dunn's Method) :

Comparison	Diff of Ranks	Q	P<0.05
B10-testigo vs B19	38.458	4.927	Yes
B10-testigo vs B15	23.921	3.133	Yes
B15 vs B19	14.536	1.793	No

**Tabla 18. Análisis estadístico de Kruskal-Wallis para nivel de significancia para bloques 19 y 15, y Testigo Bloque 10**

Kruskal-Wallis test for equal medians

H (chi2): 37.99  
 Hc (tie corrected): 38.07  
 p (same): 5.40E-09

There is a significant difference between sample medians

	Caoba19	Caoba15	Caob10-test
Caoba19		0.0002063	0.0009906
Caoba15	0.0002063		1.51E-07
Caob10-test	0.0009906	1.51E-07	

**Tabla 19. Análisis de Varianza de Levenes para *Cedrela odorata* L., por Bloques.**

Test for equal means

	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p (same)
Between groups:	10.0152		2	5.00762	70.55 3.32E-22
Within groups:	10.4339	147	0.0709788		Permutation p (n=99999)
Total:	20.4491	149	1.00E-05		

Components of variance (only for random effects):

Var(group): 0.0987328 Var(error): 0.0709788 ICC: 0.581768

omega2: 0.4812

Levene's test for homogeneity of variance,

from means p (same): 0.09408

Levene's test, from medians p (same): 0.1287

Welch F test in the case of unequal variances: F=69.95, df=95.28, p=2.026E-19

	Cedro08	Cedro12	Cedro26
Cedro08		2.18E-05	2.18E-05
Cedro12	13.79		0.5779
Cedro26	15.2	1.412	

**Tabla 20. Análisis de varianza para Incremento de altura en *Cedrela odorata* L. (Cedro)**

Test for equal means

Between groups:

Within groups:

Total:

Components of variance (only for random effects):

Var(group):

omega2:

Levene's test for homogeneity of variance, from means

Levene's test, from medians

Welch F test in the case of unequal variances:  $F=196.2$ ,  $df=97.4$ ,  $p=6.908E-35$

**Tabla 21. Análisis estadístico por Bloques para *Swietenia macrophylla* King.****Medias marginales estimadas****Cod\_bloque****Estimaciones**

Variable dependiente: *creci-altura\_anual*

Cod_bloque	Media	Desv. Error	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Caoba19	6,368 <sup>a</sup>	1,706	2,989	9,746
Caoba 15	6,190 <sup>a</sup>	1,475	3,268	9,113
Caoba 10-testigo	13,306 <sup>a</sup>	1,942	9,460	17,153

a. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los valores siguientes: Altura Inicial = 52,229, % Canopy Openness = 25,4138.

**Pruebas univariadas**

Variable dependiente: *creci-altura\_anual*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Contraste	420,426	2	210,213	3,199	0,044
Error	7556,650	115	65,710		

F prueba el efecto de Cod\_bloque. Esta prueba se basa en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

### Comparaciones por parejas

Variable dependiente: *creci-altura\_anual*

(I) Cod_bloque	(J) Cod_bloque	Diferencia de medias		Sig. <sup>b</sup>	95% de intervalo de confianza para diferencia <sup>b</sup>	
		(I-J)	Desv. Error		Límite inferior	Límite superior
Caoba19	Caoba 15	0,177	1,904	1,000	-4,448	4,803
	Caoba 10-testigo	-6,938	3,144	0,088	-14,576	0,699
Caoba 15	Caoba19	-0,177	1,904	1,000	-4,803	4,448
	Caoba 10-testigo	-7,116*	2,837	0,041	-14,008	-0,223
Caoba 10-testigo	Caoba19	6,938	3,144	0,088	-0,699	14,576
	Caoba 15	7,116*	2,837	0,041	0,223	14,008

Se basa en medias marginales estimadas

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

b. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

Tabla 22. **Medias marginales estimadas para crecimiento diámetro de Swietenia macrophylla King.**

### Cod\_bloque

#### Estimaciones

Variable dependiente: *crec\_diam\_B19*

Cod_bloque	Media	Desv. Error	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Caoba19	0,077 <sup>a</sup>	0,024	0,030	0,124
Caoba 15	0,151 <sup>a</sup>	0,023	0,105	0,197
Caoba 10-testigo	0,316 <sup>a</sup>	0,023	0,270	0,362

a. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los valores siguientes: %

Canopy Openness = 25,4138, Diámetro-inicial = 0,6625000000000000.

### Pruebas univariadas

Variable dependiente: *crec\_diam\_B19*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Contraste	0,941	2	0,470	24,298	0,000
Error	2,227	115	0,019		

## **ANEXO FIGURAS**



*Figura 32. Trazado de faja para la plantación*



*Figura 33. Apertura de hoyos en cada*



*Figura 34. Medición de la altura del plantón*



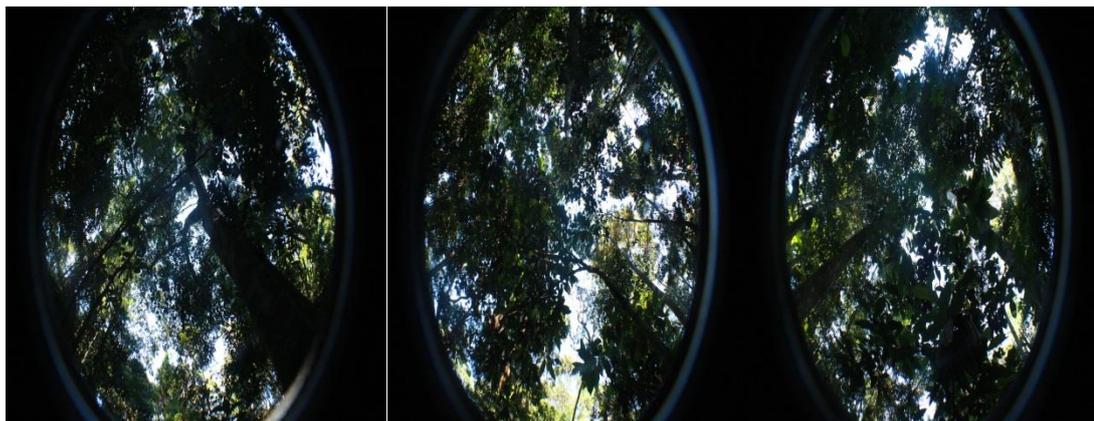
*Figura 35. Medición del Diametro del plantón*



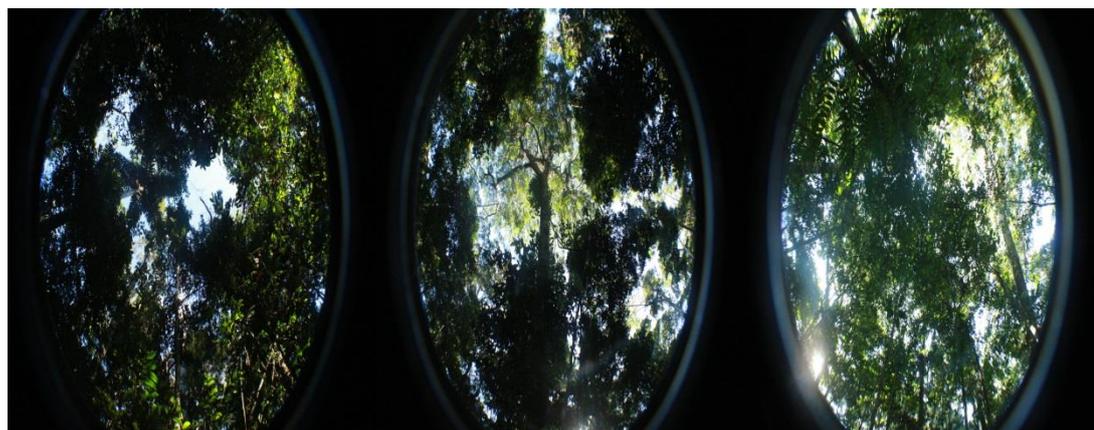
*Figura 36. Ejemplar de cedro quebrado y con rebrote* *Figura 37. Cedro con buen crecimiento*



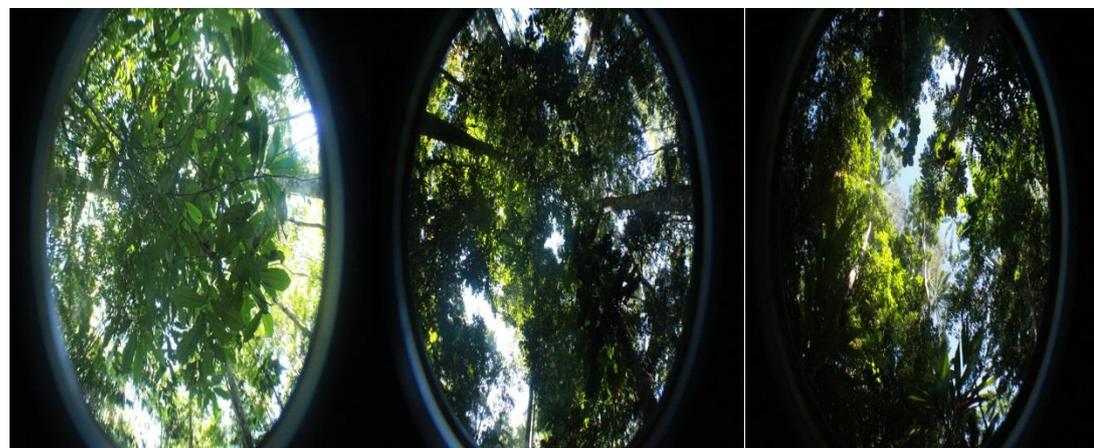
*Figura 38. Realizando el registro de datos en campo* *Figura 39. Evaluacion de campo al termino del año.*



*Figura 40. Evaluacion de la iluminación en el crecimiento de plantones en el bloque XXVI*



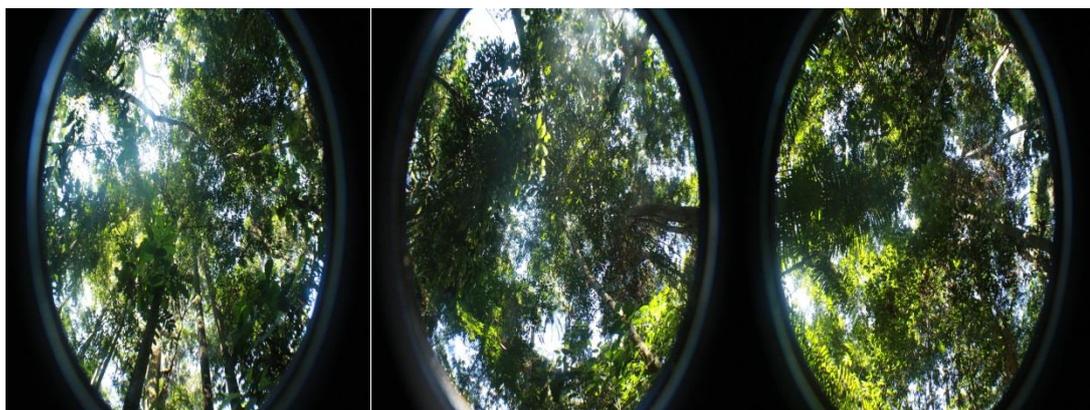
*Figura 41. Evaluacion de la iluminación en el crecimiento de plantones en el bloque XIX*



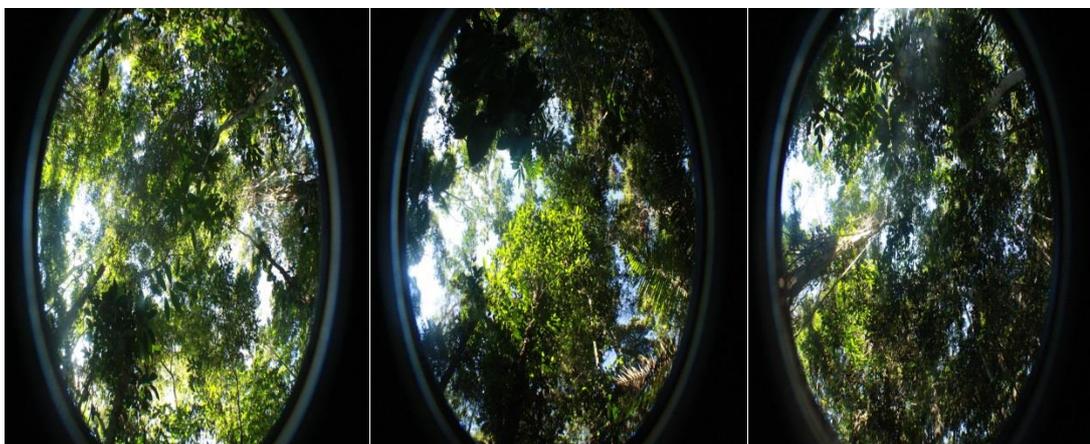
*Figura 42. Evaluacion de la iluminación en el crecimiento de plantones en el bloque XV*



*Figura 43. Evaluacion de la iluminación en el crecimiento de plantones en el bloque XII*



*Figura 44. Evaluacion de la iluminación en el crecimiento de plantones en el bloque X*



*Figura 45. Evaluacion de la iluminación en el crecimiento de plantones en el bloque VIII*