

**UNIVERSIDAD NACIONAL .AMAZONICA DE MADRE
DE DIOS**

**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**



Tesis

“Evaluación de la incidencia de ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller en tres arreglos de plantaciones mixtas de *Swietenia macrophylla* King – Nueva Esperanza, Madre de Dios”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE**

AUTOR:

Bach. ORSI ROJAS, Valeria Fernanda

ASESOR:

MSc. Saul Manrique León

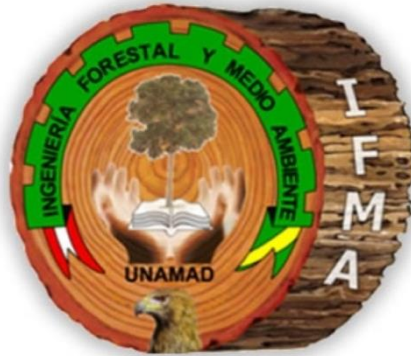
CO- ASESOR:

MSc. Santiago Garate Quispe

Puerto Maldonado, mayo 2024

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE
DE DIOS**

**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**



Tesis

“Evaluación de la incidencia de ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller en tres arreglos de plantaciones mixtas de *Swietenia macrophylla* King – Nueva Esperanza, Madre de Dios”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE**

AUTOR:

Bach. ORSI ROJAS, Valeria Fernanda

ASESOR:

MSc. Saul Manrique León

CO- ASESOR:

MSc. Santiago Garate Quispe

Puerto Maldonado, mayo 2024

DEDICATORIA

La presente pesquisa va dedicada a mis familiares en general, mis hermanos Omar Gerardo Orsi Rojas y Julio Cesar Orsi Rojas, y sobre todo, a mis dos grandes amores: mis padres Blanca Rojas Mejía y Maximiliano Orsi Antas, quienes cumplieron un rol fundamental a lo largo de mi vida y nunca han dejado de estar presentes en las buenas y en las no tan buenas.

A todos mis profesores y compañeros de la carrera por haber aportado el conocimiento y pensamiento crítico durante mis años universitarios.

Dedico también a mis amigos de toda la vida y a los que conocí durante el periodo de mi tesis y fueron importantes en el proceso para sacarla adelante.

Dedicado de igual manera a todos los actores del sector forestal, productores agroforestales e investigadores que están apostando por apoyar a la regeneración comercial de los bosques de la región Madre de Dios y empresas dedicadas a estos rubros, ya que esta tesis busca hallar las maneras viables de trabajar con la caoba en nuestras plantaciones.

Y me la dedico a mí, por la cantidad de veces que salí adelante a pesar de las dificultades físicas, de salud y emocionales que me tocaron vivir durante la realización de esta tesis.

AGRADECIMIENTO

A mis padres Maximiliano Orsi Antas y Blanca Rojas, que siempre me han sabido apoyar y proporcionar todas las herramientas para ser la persona que soy y de quienes estoy absolutamente orgullosa. Gracias, padres por enseñarme el camino del bien y por darme la libertad de tomar mis decisiones, aunque me vaya a equivocar, los quiero mucho mami y papi, como cariñosamente los llamo.

A mis hermanos Omar y Julio, que, pese a la distancia, a nuestras diferencias de pensamiento y credo, me demuestran que van a estar a mi lado y que el amor por nuestra familia nos mantiene unidos.

A todas las personas que están en mi vida y a aquellos otros que por alguna circunstancia física y/o espiritualmente ya tomaron otro camino o no están más, gracias por acompañarme un ratito en este andar llamado vida.

A la empresa LXG AMAZON REFORESTRY INVESTMENTS por la confianza que me brindaron desde el primer minuto y permitirme compartir la información recolectada en sus plantaciones. A las personas que conocí en el trabajo y colaboraron conmigo para poder hacer realidad este trabajo de investigación, gracias al mejor equipo de recolección de datos: Eli, Kenyer, Jean, Rene, Aldo.

A todos mis profesores de la universidad por su respaldo y enseñanzas que forjaron en mí una gran pasión por los bosques y su producción, y a mi querida UNAMAD, la Universidad Nacional de Madre de Dios, alma mater que nos consolida a tantos estudiantes como profesionales para encontrar maneras útiles de apoyar en el desarrollo de nuestra región amazónica.

TURNITIN_VALERIA ORSI ROJAS

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios Trabajo del estudiante	8%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unamad.edu.pe Fuente de Internet	<1%
4	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1%
6	www.oiv.int Fuente de Internet	<1%
7	1library.co Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	dspace.cordillera.edu.ec Fuente de Internet	<1%

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar la incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* Zeller en tres arreglos de plantaciones mixtas de *Swietenia macrophylla* King, usando el tratamiento silvicultural de densidades bajas de siembra como tratamiento para el manejo de plagas. Para ello, se muestrearon 11 individuos de *Swietenia macrophylla* divididos en dos grupos de 4 y un grupo de 3 por cada arreglo (Arreglo 1, *Dipteryx ferrea* y *Swietenia macrophylla*; Arreglo 2, *Calophyllum brasiliense* y *Swietenia macrophylla*; Arreglo 3, *Bixa orellana* y *Swietenia macrophylla*).

Es de resaltar que se utilizó un tamaño de muestra pequeño debido a los incendios forestales ocurridos meses previos a la evaluación en campo, por lo que la investigación tuvo limitaciones para el muestreo con más repeticiones. El estudio no encontró diferencias significativas de la incidencia de ataques totales de *Hypsipyla grandella* sobre *Swietenia macrophylla* respecto al arreglo evaluado, sin embargo se observó que el arreglo 3, compuesto por *Bixa orellana*, obtuvo menor porcentaje de ataques de *Hypsipyla grandella*. De igual manera los resultados de la evaluación de la incidencia de ataques sobre las partes anatómicas evaluadas (ramas y ápice) indicaron que no hubo diferencias significativas. Asimismo, se evaluó las alturas del eje en las que se encontró evidencias de ataques activos e inactivos del barrenador, encontrándose que estos no fueron diferentes respecto al arreglo de plantación mixta utilizado, no obstante en el análisis general, independientemente del tipo de arreglo, se halló que los ataques producidos por *Hypsipyla grandella* sobre el eje de *Swietenia macrophylla* se produjeron en un rango mayor entre las alturas de 3-4 metros.

Es importante señalar que los resultados obtenidos en esta investigación no son concluyentes, por lo tanto debe tomarse como un estudio piloto.

Palabras Clave: Manejo de plagas forestales, taladrador de Meliaceae, plantaciones forestales, densidades bajas de siembra.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the incidence of attacks by *Hypsipyla grandella* Zeller in three arrangements of mixed *Swietenia macrophylla* King plantations, using the silvicultural treatment of low planting densities as a pest management treatment. For this purpose, 11 individuals of *Swietenia macrophylla* were sampled, divided into two groups of 4 and one group of 3 for each arrangement (Arrangement 1, *Dipteryx ferrea* and *Swietenia macrophylla*; Arrangement 2, *Calophyllum brasiliense* and *Swietenia macrophylla*; Arrangement 3, *Bixa orellana* and *Swietenia macrophylla*). It should be noted that a small sample size was used due to the forest fires that occurred months before the field evaluation, so the research had limitations for sampling with more replicates. The study did not find significant differences in the incidence of total attacks of *Hypsipyla grandella* on *Swietenia macrophylla* with respect to the evaluated arrangement; however, it was observed that arrangement 3, composed of *Bixa orellana*, obtained a lower percentage of *Hypsipyla grandella* attacks.

Similarly, the results of the evaluation of the incidence of attacks on the anatomical parts evaluated (branches and apex) indicated that there were no significant differences. Likewise, the heights of the axis at which evidence of active and inactive attacks of the borer was found were not different with respect to the mixed planting arrangement used, however, in the general analysis, regardless of the type of arrangement, it was found that the attacks produced by *Hypsipyla grandella* on the axis of *Swietenia macrophylla* occurred in a greater range between the heights of 3-4 meters.

Key words: Forest pest management, Meliaceae borer, forest plantations, low planting densities.

ÍNDICE

Introducción	i
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Descripción del Problema.....	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Objetivo general	3
1.4. Objetivos Específicos	3
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes.....	8
2.1.1. Antecedentes Internacionales	8
2.1.2. Antecedentes a nivel Nacional	9
2.2. Marco Conceptual	10
2.3. Definición de términos.....	19
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	22
3.1. Tipo de Investigación.....	22
3.2. Diseño de la Investigación.....	22
3.3. Ubicación del área de estudio	22
3.3.1. Descripción de las características del sitio	23
3.4. Población.....	24
3.4.1. Muestra	25
3.5. Métodos y técnicas	26
3.6. Tratamiento de los datos	30
3.6.1. Procesamiento y análisis de los datos.....	30
3.6.2. Análisis estadístico	30
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34

4.1. Incidencia de ataques totales de <i>Hypsipyla grandella</i> sobre <i>Swietenia macrophylla</i> respecto al arreglo de plantación empleado	34
4.2. Incidencia de ataques de <i>Hypsipyla grandella</i> sobre las partes anatómicas de <i>Swietenia macrophylla</i> en tres arreglos de plantación mixta empleado.....	36
4.2.1. Incidencia de ataques de <i>Hypsipyla grandella</i> sobre ramas de <i>Swietenia macrophylla</i> según el arreglo de plantación empleado.....	36
4.2.2. Incidencia de ataques de <i>Hypsipyla grandella</i> sobre ápice de <i>Swietenia macrophylla</i> según el arreglo de plantación empleado.....	38
4.3. Incidencia de ataques de <i>Hypsipyla grandella</i> respecto a la altura en la que se evidencia sobre el eje	40
DISCUSIONES	42
CONCLUSIONES	44
SUGERENCIAS.....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operalización de variables.....	4
Tabla 2. Código de lote y área respecto al arreglo de plantación	25
Tabla 3. Coordenadas centroide de ubicación de las parcelas de estudio (WGS 84 UTM 19S).....	28
Tabla 4. Incidencia total de ataques del barrenador <i>Hypsipyra grandella</i> en tres arreglos de plantaciones mixtas de <i>Swietenia macrophylla</i> – Nueva Esperanza, Madre de Dios	34
Tabla 5. Análisis de varianza (ANOVA) sobre la incidencia total de ataques del barrenador <i>Hypsipyra grandella</i> en tres arreglos de plantaciones mixtas de <i>Swietenia macrophylla</i> – Nueva Esperanza, Madre de Dios	35
Tabla 6. Incidencia en ramas de ataques del barrenador <i>Hypsipyra grandella</i> en tres arreglos de plantaciones mixtas de <i>Swietenia macrophylla</i> – Nueva Esperanza, Madre de Dios	36
Tabla 7. Análisis de varianza (ANOVA) sobre la incidencia en ramas de ataques de del barrenador <i>Hypsipyra grandella</i> en tres arreglos de plantaciones mixtas de <i>Swietenia macrophylla</i> – Nueva Esperanza, Madre de Dios.....	37
Tabla 8. Incidencia en ápice de ataques del barrenador <i>Hypsipyra grandella</i> en tres arreglos de plantaciones mixtas de <i>Swietenia macrophylla</i> – Nueva Esperanza, Madre de Dios	38
Tabla 9. Análisis de varianza (ANOVA) sobre la incidencia de ataques en ápice del barrenador <i>Hypsipyra grandella</i> en tres arreglos de plantaciones mixtas de <i>Swietenia macrophylla</i> – Nueva Esperanza, Madre de Dios	39
Tabla 10. Análisis de varianza (ANOVA) sobre la altura de incidencia de ataques del barrenador <i>Hypsipyra grandella</i> sobre el eje de <i>Swietenia macrophylla</i> , en tres arreglos de plantaciones mixtas.	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dibujo botánico <i>Swietenia macrophylla</i> (Elmarzugi et al. 2013) ...	11
Figura 2. Mapa de dispersión <i>Swietenia macrophylla</i> K. (GBIF 2022).....	12
Figura 3. Individuos de <i>H. grandella</i> macho y hembra adultos (Quijano M et al. 2011)	13
Figura 4. Mapa de dispersión de <i>Hypsipyla grandella</i> Z. (GBIF 2022).....	14
Figura 5. Ubicación del predio de la empresa.....	23
Figura 6. Flujograma de proceso	26
Figura 7. Esquema de configuración de los árboles de caoba	27
Figura 8. Mapa de ubicación de las áreas de muestreo	28
Figura 9. Comparación de la incidencia promedio de ataque del barrenador de <i>Hypsipyla grandella</i> en tres arreglos de plantaciones mixtas de <i>Swietenia macrophylla</i> . Letras similares indican diferencias no significativas de acuerdo con el análisis de varianza (ANOVA) al 5% de probabilidad de error.	35
Figura 10. Comparación de la incidencia en ramas de ataques de del barrenador <i>Hypsipyla grandella</i> en tres arreglos de plantaciones mixtas de <i>Swietenia macrophylla</i> Letras similares indican diferencias no significativas de acuerdo con el análisis de varianza (ANOVA) al 5% de probabilidad de error.	37
Figura 11. Comparación de la incidencia de ataques en ápice del barrenador <i>Hypsipyla grandella</i> en tres arreglos de plantaciones mixtas de <i>Swietenia macrophylla</i> . Letras similares indican diferencias no significativas de acuerdo con el análisis de varianza (ANOVA), al 5% de probabilidad de error	39
Figura 12. Comparación de la incidencia de ataques de <i>Hypsipyla grandella</i> a diferentes alturas sobre el eje de <i>Swietenia macrophylla</i> en tres arreglos de plantaciones mixtas. Letras similares indican que no se encontraron diferencias significativas de acuerdo con el análisis de varianza (ANOVA), al 5% de probabilidad de error.....	40
Figura 13. Gráfico de barras que muestra la altura del eje de los individuos de <i>Swietenia macrophylla</i> versus el número de incidencia de ataques del barrenador <i>Hypsipyla grandella</i>	41

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de consistencia.....	61
ANEXO 2. Formato de plagas y enfermedades adaptado para el estudio con los datos recolectados en campo.....	63
ANEXO 3. Fotografías	66

Introducción

Los bosques de la Amazonia peruana conforman una de las zonas más ricas ecológicamente hablando por la presencia de diversidad de especies que se encuentran, esto se traduce en la escasa abundancia y frecuencia de individuos de la misma especie en una hectárea (Mena y Germaná 2016). Esta razón es uno de los motivos más importantes que segrega la extracción forestal de tipo maderable en la zona, que junto a otros factores simbióticos afectan el cambio de cobertura del bosque (Alvarez et al. 2014).

En el caso de la extracción forestal, existen grandes presiones sobre especies que, por su ductilidad a la hora de trabajar y su belleza son cada vez más escasas de encontrar en estado natural, Vega (2001), en su libro “Etnobotánica de la Amazonia Peruana”, enlista un número significativo de especies amenazadas por malas prácticas en la extracción forestal, entre las más importantes se hallan: Caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela odorata*), Capirona (*Capirona decorticans*), shihuahuaco (*Dipteryx micrantha*), lagarto caspi (*Calophyllum brasiliense*); sólo por mencionar algunas.

Las alternativas para el manejo silvicultural en bosques naturales de estas especies podrían ser las plantaciones forestales puras, mixtas o los sistemas agroforestales. Guariguata (2009) señala que las plantaciones forestales como parte de una estrategia para la adaptación al cambio climática debería empezar a ser fundamental siempre y cuando se usen especies nativas para conservar la genética de esas zonas. En el caso del Perú las plantaciones forestales pura y/o mixtas no son mayores a 100 hectáreas en promedio por propietario privado; en Madre de Dios, entre el 2012 -2016 se registra un total de 2236,08 hectáreas de plantaciones, esta cifra incluye las plantaciones con componentes agrícolas (Guariguata et al. 2017). Las especies más sembradas en la selva baja son: bolina (*Guazuma crinita*), pashaco (*Schizolobium amazonicum*), shihuahuaco (*Dipteryx micrantha*) (Flores 2019).

A diferencia de las especies mencionadas anteriormente, la caoba (*Swietenia macrophylla*), especie altamente valorizada en el mercado llegando a costar

S/. 12,50 el pie tablar (SERFOR 2016). A pesar de las características descritas, hasta la actualidad no se tiene registro de plantaciones comerciales con esta especie y eso se ve potencialmente condicionado por el ataque del barrenador *Hypsipyla grandella* Z. que sufre (Mero Jalca et al. 2021).

La *Hypsipyla grandella*, también conocido como taladrador causa daños físicos severos o letales en los hospederos, estos se llevan a cabo en etapas juveniles de los individuos de esta especie, produciendo la detención del crecimiento vertical, ramificaciones laterales tempranas y en algunas ocasiones provocando la muerte de los ejemplares (Hilje y Cornelius 2001).

Algunos autores como Neill y Revelo (1998) en Rodríguez (1999) indican que manejar densidades de siembra bajas como técnica silvicultural ayuda a evitar que la plaga afecte a todos los individuos, mientras que, manejar una plantación homogénea tendría consecuencias severas y pérdidas muy grandes.

Ante la situación descrita, la comunidad científica en toda Latinoamérica ha realizado diversas investigaciones para encontrar la manera más apropiada para el manejo de la especie en plantaciones, entre ellas el control biológico en el que concuerdan de Bach (1964) y Sands y Murphy (2001) por mencionar algunos; sin embargo, otros autores están de acuerdo que el control del ataque de *Hypsipyla grandella* se puede lograr con plantaciones que reduzcan la densidad de siembra por hectárea (Mayhew y Newton 1998; Howard y Merida 2004). En Madre de Dios hay pocas experiencias sobre el manejo de esta plaga en plantaciones forestales comerciales.

De acuerdo a lo indicado, es que el presente estudio evaluó la incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* sobre individuos de *Swietenia macrophylla* en tres arreglos diferentes de plantación mixta. La finalidad es identificar la eficacia de las plantaciones mixtas como tratamiento silvicultural para el control de la plaga *Hypsipyla grandella*. Se realizarán muestreos no probabilísticos a conveniencia por causa de factores externos al estudio que alteraron la disponibilidad de parcelas evaluables. En consecuencia, los resultados de los análisis estadísticos serán descritos con sumo cuidado,

debido a la falta de aleatorización de la muestra que genera limitaciones en la generalización de los hallazgos. Para el análisis, se aplicará estadística descriptiva y estadística inferencial.

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del Problema

Los bosques tropicales representan uno de los ecosistemas terrestres más ricos ecológicamente hablando en la diversidad de especies encontradas, esto se traduce en la poca abundancia y frecuencia de especies dentro de una hectárea, hecho que difiere de los bosques de coníferas, por ejemplo. Sin embargo, hablando del aprovechamiento de especies forestales con alto valor comercial, la poca abundancia por hectárea implica un reto para la extracción de los recursos forestales, que con el pasar de los años y la deforestación selectiva por actividades vinculadas al aprovechamiento forestal, minería, agricultura, ganadería y expansión urbana hacen que los bosques naturales sufran grandes presiones y que los tiempos de regeneración de estos sean mayores.

Es por estas razones que en los últimos tiempos diversos estudios hablan de emplear prácticas silvícolas en ambientes controlados y concuerdan con la gran aptitud para sistemas de plantaciones forestales que tiene el Perú, con el fin de mitigar los impactos generados sobre los bosques naturales. Esta alternativa puede terminar significando una respuesta positiva para afrontar económica, social y ambientalmente el cambio y reconversión de los ecosistemas que cada vez son más afectados por diversas actividades antrópicas.

Sabiendo esto, y hablando del caso específico de una de las especies más valoradas en el mercado de maderas internacionalmente, es conocido que la *Swietenia macrophylla* King (caoba) al ser parte de la familia Meliaceae sufre una de las mayores presiones dentro de los bosques naturales del Neotrópico debido a sus excelentes propiedades físicas y mecánicas que posee su madera. Esta situación, hace que la disponibilidad de individuos sea menor y

que el número de individuos aprovechables sea ínfimo, ya que esta especie es hospedera para el barrenador *Hypsipyla grandella*, polilla que ataca en hojas, ápice y eje, causando daños severos que pueden llegar a ser fulminante para los individuos.

La patología de las Meliaceae se registra en individuos de esta familia en bosques naturales y en bosques cultivados o también llamados plantaciones, la incidencia de ataques del barrenador representa una limitante a la hora de apostar en sembrar caoba o cedro en un sistema de plantación, ya que tiene probabilidades altas de verse afectada por esta plaga forestal y perjudicar económicamente al productor.

En ese sentido, a lo largo de los años se han hecho diversos estudios para comprender el comportamiento de la plaga y propuesto alternativas para su control, por ejemplo, control biológico, químico y silvicultural.

Este estudio se enfoca en el tratamiento silvicultural a través del muestreo de individuos de *Swietenia macrophylla* establecidos en 3 diferentes arreglos de plantaciones mixtas.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál será la incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* en tres arreglos de plantaciones mixtas de *Swietenia macrophylla* – Nueva Esperanza, Madre de Dios?

1.2.2. Problemas específicos

P.E.1. ¿Cuán diferente es la incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* sobre individuos de *Swietenia macrophylla* respecto al arreglo de plantación mixta empleado?

P.E.2. ¿Qué diferencia en la incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* sobre individuos de *Swietenia macrophylla*, según la parte anatómica evaluada (ápice y ramas), respecto al tipo de arreglo de plantación mixta empleado?

P.E.3. ¿Cuán diferente es la incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* sobre *Swietenia macrophylla* respecto a las alturas en las que se evidenció la presencia?

1.3. Objetivo general

Evaluar la incidencia de ataque del barrenador *Hypsipyla grandella* en tres arreglos de plantaciones mixtas de *Swietenia macrophylla* – Nueva Esperanza, Madre de Dios.

1.4. Objetivos Específicos

O.E.1. Calcular y comparar la incidencia total de ataques de *Hypsipyla grandella* sobre *Swietenia macrophylla* entre los tipos de arreglos de plantación mixta empleados.

O.E.2. Cuantificar y comparar la incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* sobre las partes anatómicas vegetativas de *Swietenia macrophylla* evaluadas, entre los tipos de arreglos de plantación mixta.

O.E.3. Evaluar y comparar la incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* respecto a las alturas en las que se registra en *Swietenia macrophylla* entre los arreglos y de forma general.

1.5. Variables de Investigación

Variable Dependiente

La incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella*.

Variable Independiente

Tipo de arreglo: Arreglo 1, *Dipteryx ferrea* y *Swietenia macrophylla*; Arreglo 2, *Calophyllum brasiliense* y *Swietenia macrophylla*; Arreglo 3, *Bixa orellana* y *Swietenia macrophylla*.

En la Tabla 1, se presenta la matriz de Operalización de variables para ejecutar la investigación:

Tabla 1. Operalización de variables

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
<p>Variable dependiente: incidencia de <i>Hypsipyla grandella</i> en individuos de <i>Swietenia macrophylla</i>.</p> <p>La incidencia de ataques es el recuento de evidencia de ataques (activos, presencia de secreciones o cicatrices).</p> <p>FAO (2009) señala que los ataques activos pueden considerarse como la presencia del huésped en el momento de la evaluación.</p> <p>Zoology Notes (2019) menciona que los ataques pasados pueden conocerse a través de la visualización de las señales que muestran las plantas (excreciones, galerías, cicatrizaciones). Este recuento puede ser considerado en todo el individuo muestreado (total), en un órgano específico, o en un estrato de este.</p>	<p>La variable de incidencia de ataques se evalúa contabilizando y observando minuciosamente cada individuo en búsqueda de presencia de ataques activos e inactivos (secreciones o cicatrices), empleando una lupa de mano. Se empleó una cinta métrica para estratificar la incidencia de ataques en la parte baja o alta del individuo muestreado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Incidencia de ataques total de <i>Hypsipyla grandella</i> en individuos de <i>Swietenia macrophylla</i>. • Incidencia de ataques de <i>Hypsipyla grandella</i> en una parte anatómica vegetal específico de <i>Swietenia macrophylla</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de ataques (activos, presencia de secreciones o cicatrices) total de <i>Hypsipyla grandella</i> en individuos de <i>Swietenia macrophylla</i>. • Número de ataques (activos, presencia de secreciones o cicatrices) de <i>Hypsipyla grandella</i> en una parte anatómica vegetal específico de <i>Swietenia macrophylla</i>. • Número de ataques (activos, presencia de secreciones o cicatrices) de <i>Hypsipyla grandella</i> en el estrato bajo (<1,5m) del eje de <i>Swietenia macrophylla</i>. • Número de ataques (activos, presencia de secreciones o cicatrices) de <i>Hypsipyla grandella</i> en el estrato alto (>1,5m) del eje de <i>Swietenia macrophylla</i>. 	Cantidad (número)
<p>Variable independiente: Tipos de arreglos de plantación mixta de <i>Swietenia macrophylla</i>.</p> <p>Diferentes tipos de arreglos de plantación mixta en los que se ha sembrado, con baja densidad, plantas de <i>Swietenia macrophylla</i> – Nueva Esperanza, Madre de Dios. Cada plantación se corresponde con un tratamiento</p>	<p>Tipo de arreglo de plantación mixta. Se clasifica en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arreglo 1 = <i>Dipteryx odorata</i> + <i>Swietenia macrophylla</i>. • Arreglo 2 = <i>Calophyllum brasiliense</i> + <i>Swietenia macrophylla</i>. • Arreglo 3 = <i>Bixa orellana</i> + <i>Swietenia macrophylla</i>. 	- Arreglo de plantación mixta a evaluar.	Tipo de arreglo de establecimiento utilizados en las parcelas consideradas para la evaluación.	Arreglo de plantación mixta que se evaluará (A1;A2;A3)

silvicultural que busca minimizar la incidencia de la plaga <i>Hypsipyla grandella</i> (Hauxwell, Mayhew y Newton 2001).				
--	--	--	--	--

1.6. Hipótesis

Hipótesis General:

La evaluación de la incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* en tres arreglos de plantaciones mixtas de *Swietenia macrophylla* – Nueva Esperanza, Madre de Dios; permitirá describir el comportamiento de la plaga bajo el manejo silvicultural propuesto.

Hipótesis Específica 1: Existirán diferencias significativas en la incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* sobre *Swietenia macrophylla* según el tipo de arreglo de plantación mixta evaluada. La incidencia en el arreglo 3 será significativamente diferente y menor al arreglo 1 y arreglo 2. Esto se explica a las feromonas de las flores de *Bixa orellana* que pueden funcionar como inhibidores para el barrenador

Hipótesis Específica 2:

- Se plantea que exista una diferencia significativa en la incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* sobre el ápice de *Swietenia macrophylla* entre los tipos de arreglo de plantación mixta evaluada. El arreglo 3 tendrá menor incidencia de ataques que el resto de los arreglos evaluados. Esto debido principalmente a las feromonas de las flores de *Bixa orellana* que pueden comportarse como inhibidores para el barrenador.
- Se plantea que exista una diferencia significativa en la incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* sobre las ramas de *Swietenia macrophylla* entre los tipos de arreglo de plantación mixta evaluada. El arreglo 3 tendrá menor incidencia de ataques que el resto de los arreglos evaluados. Esto debido principalmente a las feromonas de las

flores de *Bixa orellana* que pueden comportarse como inhibidores para el barrenador.

Hipótesis Específica 3: Existirán diferencias significativas en la incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* sobre *Swietenia macrophylla* respecto a las alturas en las que estos se produjeron.

1.7. Justificación e Importancia

La *Hypsipyla grandella* es una de las plagas forestales más importantes en el mundo y su control sigue siendo parte de un reto para la comunidad científica, este lepidóptero es conocido comúnmente como barrenador y cuando se encuentran en etapa larval atacan específicamente a individuos pertenecientes a la familia Meliaceae, formando túneles en árboles jóvenes causando daños físicos notables en estos (Dünisch et al. 2002). El daño más serio resulta de la perforación del ápice, provocando la producción de ramas laterales, lo cual resulta en un árbol atrofiado y por consiguiente éste pierde su valor en la producción de madera. Cabe resaltar que mientras más sean los ataques sobre un mismo individuo pueden provocar la muerte del ejemplar (Griffiths 2001).

En este contexto, encontramos que han sido probadas diferentes estrategias para evitar el ataque del barrenador, entre manipulaciones genéticas en Costa Rica (Chinchilla et al. 2020), métodos silviculturales de plantaciones en Panamá (Santos et al. 2015), control biológico con resinas que puedan repeler las larvas en Perú (Guerra-Arévalo et al. 2018), obteniendo resultados no contundentes o significativos estadísticamente.

La especie *Swietenia macrophylla*, comúnmente llamada caoba, goza de un alto valor en el mercado nacional e internacional de maderas debido a sus excelentes prestaciones estéticas, físicas y mecánicas, por lo que está sujeta a una gran presión antropogénica en bosques naturales. Sin embargo, son una especie difícil de manejar en ambientes controlados como las plantaciones forestales, y la cantidad disponible como individuos útiles en el

bosque también es mínima, causado por la que se considera una de las mayores y más difíciles de controlar, plagas forestales en bosques húmedos tropicales, *Hypsipyla grandella*.

Este estudio evaluará la incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* en individuos de *Swietenia macrophylla* en el sector de Nueva Esperanza, Tahuamanu – Madre de Dios, bajo diferentes arreglos de plantaciones mixtas y comparará los resultados obtenidos entre las parcelas evaluadas.

Los resultados del estudio permitirán tomar decisiones a los productores agroforestales, comunidad científica relacionada al tema y público en general, de aplicar la técnica silvicultural usada para reducir las pérdidas económicas en el establecimiento de plantaciones forestales usando esta especie de madera tan fina.

Asimismo, este estudio se establecerá como un precedente a tener en cuenta por futuros investigadores ya que podrá ser replicado o evaluado bajo distintas circunstancias hasta adoptar una técnica que de respuestas certeras a los actores involucrados.

1.8. Consideraciones éticas

El presente estudio cumple con lo pautado en el reglamento de grados y títulos de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios aprobado con la Resolución de Consejo Universitario N° 288-2022-UNAMAD-CU. Para ello, se aplicaron técnicas de recojo de datos, análisis y procesamiento de la información. Se tuvo en consideración metodologías para la medición dendrométricas, patología forestal a través de un formato de control de plagas y medida forestal.

La estudiante y colaboradores tomaron en cuenta los protocolos de seguridad de la empresa LXG Amazon Reforestry Investments en la que se realizó el estudio. Asimismo, para la validación del trabajo de campo se entregaron los formatos y la base de datos al responsable del proyecto de la empresa.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Santos et al. (2015) evaluaron el alcance del ataque de *H. grandella* sobre plantaciones de *Cedrela odorata*, especie perteneciente a la familia Meliaceae en parcelas de cultivo mixto y de monocultivos tomándose datos de 727 árboles, mismos que fueron monitoreados por 12 meses continuos en la estación lluviosa y seca. Los autores con esta investigación concluyeron que de la parcela de cultivo mixto sólo 8 árboles fueron afectados, representando el 1,8%; por el contrario, los hallazgos en las parcelas de monocultivo fueron 33 representando el 12%; así mismo los autores evidenciaron que la época del año en la que hay mayor ocurrencia de ataques del barrenador se desarrolla en la temporada lluviosa, sin embargo, plantean que se continúen las investigaciones para determinar los patrones del comportamiento de esta especie.

Pérez-Salicurp y Esquivel (2008) estudiaron 45 pequeñas plantaciones en el sur de la Península de Yucatán. Todas estas tienen una edad promedio de aproximadamente 5 años. De los sistemas de siembra evaluados, 11 estaban sembradas con *Swietenia macrophylla*, 18 con *Cedrela odorata* y 16 con cultivo mixto. Como parte de este proyecto, se hizo la evaluación de la proporción de ataques del barrenador respecto al sitio usando la prueba estadística U de Mann-Whitney. Con esta prueba se demostró que no había diferencias significativas entre sitios en la tasa de ataques sufridos por la *Hypsipyla grandella*. No obstante, se reveló que cuanto menor era la densidad de siembra (ind/10m²), menor era el número promedio de individuos infectados por el barrenador.

Por ello, los autores sugieren confirmar los resultados obtenidos en la selva mexicana.

Piotto et al. (2004) estudiaron plantaciones establecidas en dos sistemas diferentes: parcelas mixtas y parcelas puras, con 14 especies en ambos sistemas con el objetivo de comparar el crecimiento horizontal y vertical. Sin embargo, el análisis de este artículo considera en detalle el comportamiento de dos especies Meliaceae: *Swietenia macrophylla* (caoba) y *Cedrela odorata* (cedro rojo).

En el caso de *Swietenia macrophylla* (caoba) la tasa de supervivencia fue extremadamente baja en comparación con otras especies. En contraste, no hubo diferencias significativas entre sistemas en términos de crecimiento vertical y horizontal, aunque se observó una diferencia de altura marginalmente significativa logrado en sistemas mixtos en comparación con plantaciones puras.

Para *Cedrela odorata* (cedro), los resultados obtenidos son diferente de los hallados de caoba. El cedro logró resultados significativos y también mostró diferencias significativas en términos de DAP y altura.

Esto indica un mejor comportamiento en el crecimiento del cedro en desarrollo de sistemas mixtos en comparación con los sistemas puros de plantación.

2.1.2. Antecedentes a nivel Nacional

Guerra-Arévalo et al. (2018) evaluaron la incidencia de ataque de la *Hypsipyla grandella* en *Swietenia macrophylla* usando resina de *Jatropha curcas* a diferentes concentraciones 0%; 10%; 20%; 30% y 40% como bioinsecticida para el control biológico de esta plaga concluyendo que, el mejor tratamiento es el que tiene una concentración elevada (40%) ocasionando una mortandad de 67% y una actividad larval menor al 30% mientras que los tratamientos con menores concentraciones fueron poco eficientes en el control del barrenador.

López (2012) investigó los efectos del ataque de *Hypsipyla grandella* sobre *Swietenia macrophylla* en relación con la influencia del clima y la altura

promedio en sistemas de plantaciones agroforestales asociadas con ají, plátano, yuca, rosa sisa y plantaciones puras ubicadas en Yurimaguas.

Este estudio muestra que cuando los sistemas son mixtos el ataque del barrenador tiende a ser menor en comparación con las parcelas de cultivo puro; el mejor sistema utilizado fue la combinación de caoba con rosa sisa con el 30% de ataques hallados.

Por otro lado, el mayor número de ataques encontrados fue en el rango de altura entre 0,51 metros a 4 metros, hallándose un 70% de individuos atacados con mayor frecuencia entre los 2 y 4 metros.

En lo que concierne a la influencia meteorológica o climática sobre los ataques de *Hypsipyla grandella*, los resultados encontrados fueron algo ambiguos debido a la falta de información

2.2. Marco Conceptual

***Swietenia macrophylla* K.:** Especie cuya conservación está en riesgo debido a la explotación insostenible de individuos pertenecientes a esta especie debido a sus óptimas características físico-mecánicas, anatómicas y estéticas, lo cual ha desencadenado el descenso poblacional de este ejemplar (Reynel et al. 2003 en OSINFOR 2017).

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Sapinales

Familia: Meliaceae

Género: *Swietenia*

Especie: ***Swietenia macrophylla* King.**



Figura 1. Dibujo botánico *Swietenia macrophylla* K. (Elmarzugi et al. 2013)

Distribución geográfica de *Swietenia macrophylla*

La *S. macrophylla* es una especie distribuida cerca de los trópicos. Por lo tanto, originalmente se extendió en la región del Caribe, especialmente en América, desde México hasta el norte de Argentina, pero también se introdujo exitosamente en países como El Congo y Tailandia (INAB 2017).

Reynel et al. (2003) señalan que esta especie se encuentra ampliamente distribuida en todas las zonas de la cuenca amazónica peruana, es decir, la selva. Actualmente esta especie ocupa un aproximado de 152627 km², sin embargo, autores concluyen que la población de esta especie en el país disminuirá hacia 2050 debido a los cambios de uso del suelo mientras que los ataques del barrenador serán mayores influenciados por estos cambios (Ceccarelli et al. 2020).

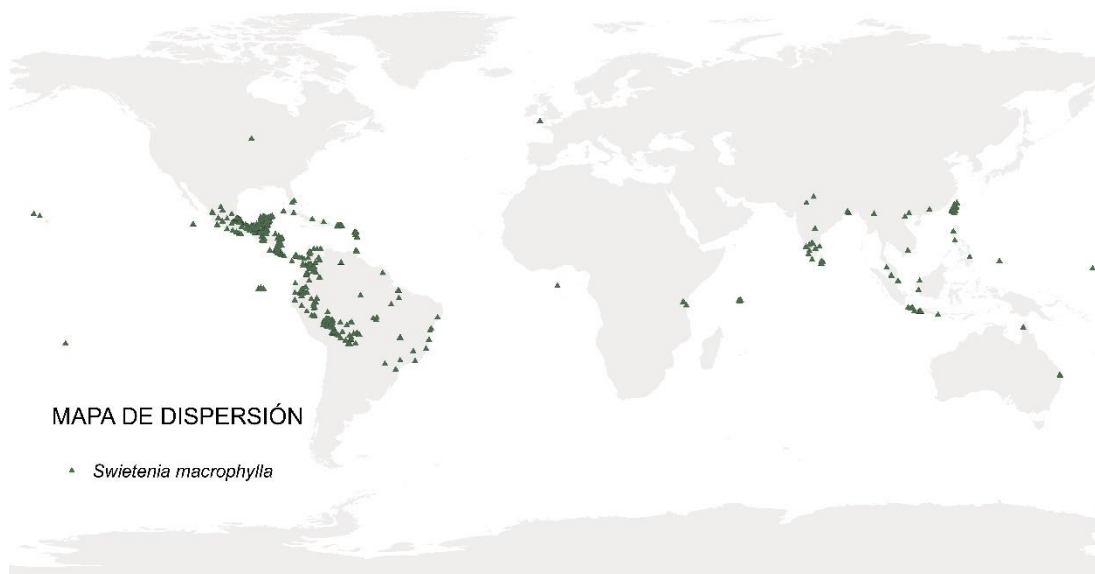


Figura 2. Mapa de dispersión *Swietenia macrophylla* K. (GBIF 2022)

Impacto del aprovechamiento selectivo de la caoba en el Perú

La nueva Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 297363 SERFOR (2015), aprobada en 2011 estableció estándares más claramente definidos para el uso sustentable de las especies, logrando que el aprovechamiento indiscriminado de especies de alto valor para el mercado haya menguado de manera significativa.

Considerando el caso específico de la *S. macrophylla*, diversos autores como Yamazaki et al. (1990), sostienen que la presión antropogénica sobre el bosque recae en esta especie, lo cual resulta en una alteración del equilibrio ecológico.

Debido a lo ya expresado, varias dependencias de ámbito gubernamental y organizaciones cooperadoras han comenzado a realizar esfuerzos de conservación para regular su uso en general (MINAGRI 2018), aunque cabe señalar que en este documento se excluye la producción mediante plantaciones.

***Hypsipyla grandella* Zeller.**

La *H. grandella* es una especie de polilla distribuida desde Estados Unidos hasta el norte de Chile, comúnmente llamada “barrenador de meliáceas” porque tiene una atracción alta a especies hospederas de esa familia botánica como el cedro y caoba (Briceño Vergara 1997 en Gómez, Amat y Uribe 2017). Según Hilje y Cornelius (2001) este barrenador es la plaga forestal más importante en América Latina y Caribe, causando daños parciales o totales a individuos jóvenes. Asimismo destacan que el control de esta plaga hasta ahora ha sido incierto y un desafío para los investigadores.

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Pyralidae

Género: *Hypsipyla*

Especie: ***Hypsipyla grandella* Zeller.**

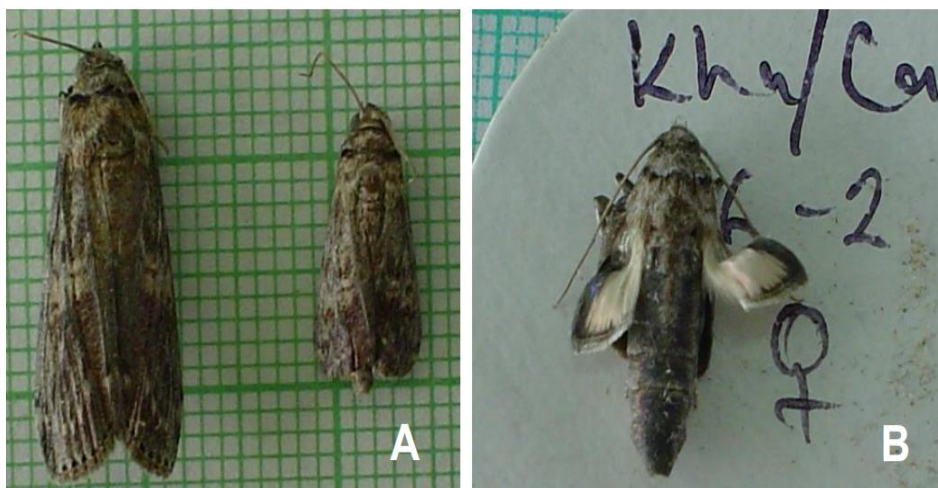


Figura 3. Individuos de *H. grandella* macho y hembra adultos (Quijano M et al. 2011)

Ciclo de vida de *Hypsipyla grandella*

Cibrián Tovar (2012) postula que el ciclo de vida de *H. grandella* dura hasta 2 meses y que las hembras pueden poner entre 200 y 450 huevos en 5 a 8 días.

El insecto es ovíparo y su ciclo de vida está descrito por Howard y Merida (2004): Los huevos son ovalados, planos, de aproximadamente 0,9 mm de largo y 0,5 mm de ancho, estos cambian de color 24 horas después del desove de blanco grisáceo a rojo. En el caso de una hembra adulta, el cuerpo larvario alcanza una longitud de hasta 25 mm, el torso de color gris claro mientras que la cabeza es marrón. La siguiente fase es de pupa, con una cubierta sedosa que rodea al individuo. En la etapa final de desarrollo, las partes del cuerpo de la polilla se vuelven grises y marrones, los dos primeros pares de alas son marrones y las alas traseras son de color blanco translúcido.

Distribución geográfica de *Hypsipyla grandella*

La *H. grandella*, al contrario que la *S. macrophylla*, tiene una distribución geográfica menor, esta según la GBIF (2022) se distribuye desde el sur de Estados Unidos, habiendo incidencia en California y Florida; hasta el sur oeste de Brasil. Sin embargo, la mayor presencia de esta especie de Lepidoptera se encuentra en Costa Rica, Perú y Brasil.



Figura 4. Mapa de dispersión de *Hypsipyla grandella* Z. (GBIF 2022)

Comportamiento de la *Hypsipyla grandella*

Citando a Morales et al. (1999), la *H. grandella* exhibe un comportamiento parasitario y se aprovecha de huéspedes que le proporcionan nutrientes para su alimentación y posterior desarrollo. Es una polilla que solamente tiene incidencia de ataque en la familia Meliaceae, y dentro de esta, sus géneros favoritos como fuente de alimentación son *Cedrela spp* y *Swietenia spp*.

Para el parásito el proceso de reconocer el hospedero es de vital importancia para asegurar su propia sobrevivencia y la de sus crías, ya que estos no solo ven en los individuos parasitados una fuente de alimento sino que también un lugar adecuado para su refugio (Schoonhoven et al. 2005; Rojas 2012; Díaz et al. 2023). Se tiene conocimiento de la receptividad a los estímulos visuales, olfativos y degustativos de los insectos, la *H. grandella* no es una excepción que es atraída por compuestos ubicuos y específicos (Bruce y Pickett 2011; Díaz et al. 2023).

La *Hypsipyla grandella* como plaga forestal

En el campo de la fitología, los organismos definidos como “plagas” son aquellos que causan daños puntuales o totales en las plantas, comprometiendo de esa manera la propia vida del individuo de interés. Estos pueden ser bióticos y abióticos, entre los que más destacan son los insectos, hongos, bacterias, virus, entre otros (Selfa y Anento 1997; Pérez 2004; The American Phytopathological Society (APS))

Hay autores que enfatizan en que el manejo y control de la plaga del barrenador sigue siendo un reto para los expertos, ya que a pesar de la bibliografía que se ha podido generar durante estos años referente a este tema, los resultados expuestos aún no son contundentes por lo que resulta difícil o utópico pensar en el aprovechamiento forestal en bosques plantados de especies como son la *S. macrophylla*. Esto se sentencia de esa manera debido a que una vez producido el ataque de la *Hypsipyla grandella* sobre alguna parte del individuo, imposibilitaría su cosecha maderable futura debido a los daños mecánicos que produce, detención en el crecimiento o mortandad

de los individuos (Orellana 1997; Hilje y Cornelius 2001; Cauich 2004; Barradas et al. 2016).

Daños causados por la *Hypsipyla grandella*

Diversos artículos científicos coinciden en el daño físico causado por la *H. grandella* en individuos pertenecientes a la familia Meliaceae. Las larvas perforan el brote o yema terminal, creando galerías que al final logran matar al brote. Esta acción requerirá de la reacción de la planta, que enviará células nuevas para generar un nuevo brote, sin embargo la dominancia apical se habrá quebrado, haciendo que el individuo precipite prematuramente la generación de ramas a muy baja altura. Los daños no sólo se ubican en los brotes, sino también en semillas y hojas; y pueden ser parciales manteniendo al individuo vivo o llegar a causar la mortandad del mismo (Grijpma 1971; Tavares de Castro 2016; Díaz-Martínez et al. 2023).

Los ataques del barrenador pueden suscitarse en las diferentes partes de la planta con mayor presencia de células meristemáticas, ya que estas consisten en la sustancia en la que se basa la alimentación de la *H. grandella*, teniendo así evidencia de ataques en hojas, tallos, brotes; llegando a provocar la pérdida de dominancia apical (Grijpma y Ramalho 1973; Cibrian et al. 1995; Dourojeanni 1963; Hilje y Cornelius 2001; Madrigal 2003; Soto et al. 2007; Gómez et al. 2017; Guerra-Arévalo et al. 2022)

Cabe resaltar que se observó una mayor cantidad de ataques producidos en horarios nocturnos donde escasea la luz natural, ambiente propicio y favorable para el desarrollo del barrenador así como también las épocas de precipitaciones constantes (Newton et al. 1998; Howard y Merida 2004).

Severidad de ataques en la fitopatología

Declerck et al. (2002) indican que la severidad de una enfermedad en poblaciones vegetales, ciencia llamada fitopatología, se refiere a la cantidad y magnitud del daño causado en una población; en síntesis la severidad es un ponderador del porcentaje de afectación en las diferentes partes vegetativas (Rivera y Wright 2020). La medición de la gravedad puede hacerse a través

de diferentes criterios como el porcentaje de área foliar, el número de plantas enfermas, entre otros. Sin embargo, autores como Samayoa y Sánchez (2000) y Julca et al. (2013) en Julca et al. (2019), recomiendan y avalan evaluar únicamente la incidencia porque esta tiene una fuerte relación con la severidad de la patología.

Métodos para el control de la plaga

FAO indica que el “Manejo integrado de plagas” (IPM) tanto para cultivos agrícolas y forestales representa una respuesta eficaz de control, asimismo cumple el principio de cuidar la salud de los suelos y medio ambiente en general.

Esta técnica consiste en el uso de diversas estrategias de ámbitos químicos, biológicos y culturales para la erradicación de organismos vivos que ponen en riesgo la vida y aprovechamiento futuro del cultivo, de esta manera el IPM incluye consideraciones económicas, ambientales y sociales.

Para el caso específico de la plaga del barrenador de las Meliaceae, diversos autores como Hilje y Cornelius (2001) y Howard y Merida (2004) hacen énfasis en las complicaciones del manejo de *Swietenia macrophylla* en plantaciones forestales comerciales debido a la magnitud de daños severos que afectan a los individuos; de igual manera, FAO (2009) determinó que esta es una de las plagas más importantes y difíciles de combatir en América Latina.

Trampas de insectos

Una de las técnicas más exploradas es la del uso de luz como atrayente para los insectos que se quieren controlar, ya que este factor perturba el comportamiento normal y por lo tanto el desarrollo de las actividades reproductivas de estos insectos que tienen actividad nocturna (Expósito 2021). Esta técnica ha sido poco explorada hasta el día de hoy y es importante resaltar que no hay estudios de este método de control sobre la *H. grandella*.

Control químico

Basado en la administración de sustancias químicas comúnmente llamadas como pesticidas o plaguicidas que tienen el objetivo de matar el organismo perjudicial para el cultivo (Cherlinka 2022).

Este método ha sido el que mejores resultados ha proporcionado y consiste en el uso de distintas sustancias químicas sobre los individuos de *Swietenia macrophylla* con el fin de entorpecer las búsquedas de los objetivos del barrenador (Sands y Murphy 2001; Goulet et al. 2005).

Control biológico

IAEA define a este método como la introducción y colocación de “enemigos naturales” que interactúan en los cultivos como parásitos para la población patógena del cultivo de interés. Dependiendo del cultivo que se quiera proteger bajo esta técnica, debe hacerse un estudio previo sobre sus depredadores naturales y considerar el calendario o ciclo de vida de estos para atacar a la plaga (Hoddle 2023).

Se tiene conocimiento de la existencia de al menos 40 especies de insectos que son enemigos naturales de la *Hypsipyla grandella*, aunque habiéndose hecho los ensayos se concluyó que estos no tienen los efectos necesarios para considerarse como alternativas (de Bach 1964; Sands y Murphy 2001; Howard y Merida 2004).

El control biológico es el uso de organismos como parásitos, patógenos e insectos que actúan como enemigos naturales con el objetivo de eliminar poblaciones de plagas, permitiendo así el crecimiento y desarrollo de la especie clave (de Bach 1964; Sands y Murphy 2001 en Howard y Merida 2004).

Control silvicultural

El tratamiento silvícola es empleado como una herramienta que abarca desde la planificación, observación, preparación de sitio, siembra, mantenimiento y

cosecha, en beneficio de la o las especies de interés (O'Hara 2001; Bannister, Donoso y Mujica 2016).

Una de estas actividades es el manejo de densidades de siembra e intercalado de cultivos, la densidad de siembra no es más que el número de plantas por área de siembra y es necesario considerarse en algunos cultivos para evitar competencias con otras especies y aminorar los efectos de las plagas que estas puedan sufrir (Arcilla 2017).

El control silvícola es uno de los tratamientos que pueden reducir el número de ataques del barrenador sobre el hospedario en una plantación y por tanto representa una alternativa económicamente viable (Hauxwell et al. 2001; Santos et al. 2015). Algunos de estos son el manejo de densidades de siembra, las plantaciones mixtas, el manejo de sombra dentro de las plantaciones, entre otras técnicas (Opuni-Frimpong et al. 2008).

2.3. Definición de términos

Densidad de siembra: “La densidad de siembra se fundamenta en el número de plantas que se establecen en un espacio, calculado a partir de la distancia entre camas, distancia entre árboles y número de filas dentro de la plantación; sin embargo, la selección de la densidad de siembra debe aplicar diversos factores ecológicos para garantizar la producción” (Quezada, Lopez y Higgins 2017).

Especies melíferas: Son un conjunto de especies que producen o segregan sustancias atrayentes como el néctar y polen que sirven como alimento para las abejas y estas a través del uso de sus feromonas se comunican entre ellas (Silva y Restrepo 2012).

Partes anatómicas de las plantas: Las plantas vasculares están constituidas por diversos tejidos y órganos que cumplen diversas funciones como el transporte de nutrientes, soporte estructural y elaboración de fotosíntesis (Biology Dictionary 2018).

- **Raíz:** Parte encargada de afirmar un soporte estructural a la planta y conjuntamente de la absorción del agua y nutrientes que se encuentran en el suelo.
- **Eje:** También llamado tallo. Unidad anatómica encargada del transporte de nutrientes hacia los diversos puntos de la planta y de establecer soporte estructural a la planta. En algunos casos y sobre todo cuando los árboles son jóvenes también fotosintetizan.
- **Hojas:** Órganos que cumplen la función de conversión de la energía lumínica en energía química a través del proceso de fotosíntesis.
- **Ápice (yema terminal):** Es el punto apical en el que se encuentra mayor cantidad de células meristemáticas, responsables del crecimiento del eje y formación ramas y hojas jóvenes (Raven, Evert y Eichhorn 2014).
- **Ramas:** Las ramas cumplen funciones de soporte estructura, transporte de agua y nutrientes, y la adaptabilidad al entorno ya que son capaces de modificar su orientación en búsqueda de las condiciones idóneas para desarrollarse (Tree Care Blog 2023)
- **Flores:** Órganos reproductivos que cumplen la función de originar semillas.
- **Frutos:** Órganos en los que se encuentran las semillas.

Ataques activos: Los ataques activos son considerados como aquellos en los que se evidencia la presencia del huésped en el momento de la evaluación o u observación de excreciones y cicatrices frescas (FAO 2009).

Ataques pasados (inactivos): Los ataques pasados (inactivos) pueden conocerse a través de la visualización de las señales que muestran las plantas infectadas como es el caso de las excreciones, galerías, cicatrizaciones secas (Zoology Notes 2019).

Parásito: Los parásitos son seres vivos que se alimenta de otro, dependiendo completamente de este hospedario como fuente nutricional durante un

periodo de tiempo determinado. El ser vivo se vuelve patógeno cuando le causa una enfermedad a la planta de la que se nutre. (Rivera y Wright 2020).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

Este estudio de tipo cuantitativo se basó en el uso de la estadística descriptiva e inferencial para medir la incidencia de ataque de *Hypsipyla grandella* sobre individuos de *Swietenia macrophylla* establecidos en plantaciones mixtas (Pérez-Salicrú y Esquivel 2008; Santos, Barrios y López 2015; Guerra-Arévalo et al. 2018).

3.2. Diseño de la Investigación

El estudio es de un diseño transversal con enfoque cuantitativo puesto que se evaluó la incidencia de ataque de *Hypsipyla grandella* Z. sobre individuos de *Swietenia macrophylla* K. en tres arreglos diferentes de establecimiento en plantaciones mixtas Iñapari – Madre de Dios. A continuación, se describe las características mencionadas:

Diseño transversal: El estudio se realizó en un solo punto en el tiempo, es decir, los datos recolectados de la incidencia de ataque de *Hypsipyla grandella* Z. serán tomados en un solo momento (Hernández y Mendoza 2018).

Enfoque cuantitativo: El estudio recopiló de información cuantitativa sobre la incidencia de ataque de *Hypsipyla grandella* Z. en individuos de *Swietenia macrophylla* K.

3.3. Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en el terreno agrícola de la empresa agroforestal LXG Amazon Reforestry Investments, dedicada al establecimiento de cultivos agrícolas, forestales, asociativos y de conservación de bosques secundarios. Geográficamente se encuentra en el tramo 3 de la carretera interoceánica sur,

camino entre Iberia e Iñapari margen izquierdo, sector Nueva Esperanza. La ubicación política es:

Sector : Nueva Esperanza

Distrito : Iñapari

Provincia : Tahuamanu

Región : Madre de Dios

Altitud promedio : 302 m.s.n.m

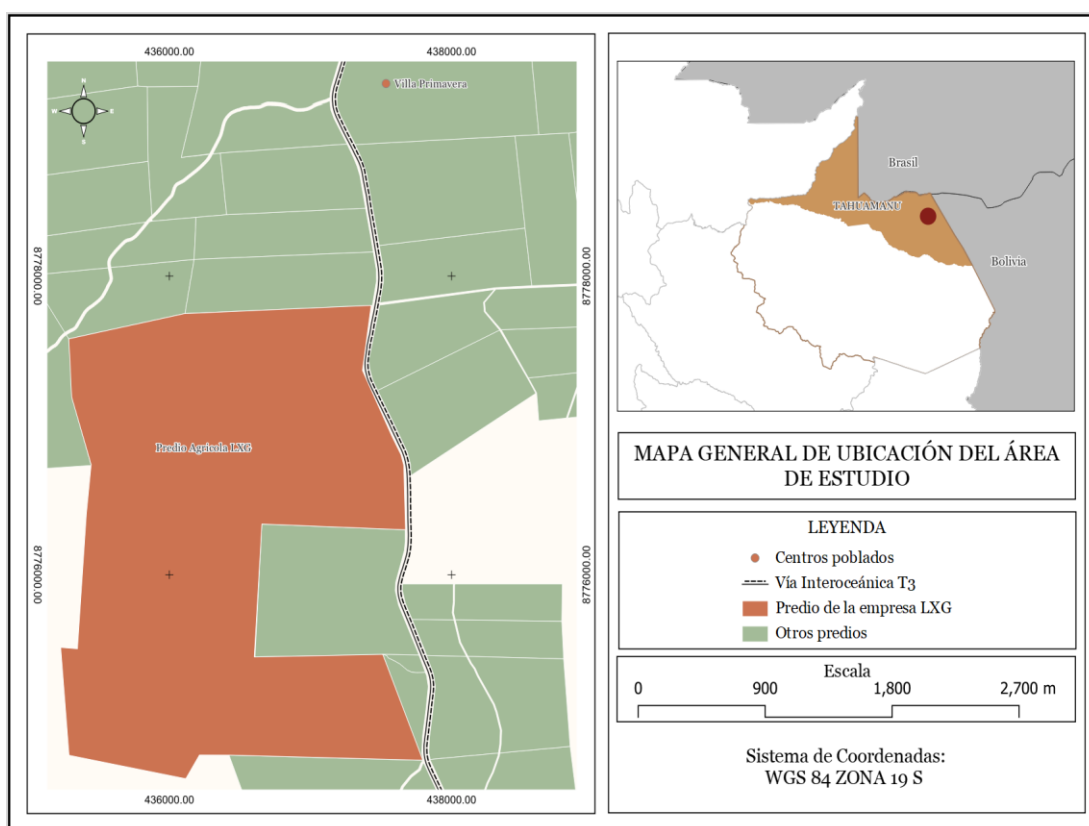


Figura 5. Ubicación del predio de la empresa

3.3.1. Descripción de las características del sitio

Clima: El clima es de tipo cálido tropical, caracterizándose por tener temperaturas constantes con promedios mensuales entre 24 y 26 °C y valores mínimos en los meses contemplados como friajes, entre los 12 y 20 °C; mientras que las temperaturas máximas en los meses secos se encuentran

entre los 33 y 37 °C. Los datos mencionados pertenecen al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) tomados del (INEI 2021).

Fisiografía: Respecto a la fisiografía del sitio, el IIAP (2006) indica que el área se caracteriza por ser de suelos con alto contenido de hierro y de tipo arcillosos teniendo pH bajos como es común en la Amazonía. Son de relieve de terrazas medias altas y en algunas zonas puede tener colinas bajas moderadas.

Precipitación: Según el IIAP (2005) la época más lluviosa en el año para toda la provincia del Tahuamanu es el mes de febrero y el menos lluvioso junio, en el distrito de Ñapari se presenta un promedio anual de 1937 mm. Ellos resaltan que las dos estaciones: lluvias y secas, son bien marcadas y diferenciales en la provincia y remarcan las diferencias que existen entre Iberia e Ñapari que, a pesar de la cercanía, tienen frecuencias de precipitaciones variables.

Tipo de bosque: El MINAM (2015) clasifica a la región de Madre de Dios como selva baja ya que su elevación respecto al nivel del mar fluctúa entre los 186 m.s.n.m y los 500 m.s.n.m siendo la provincia más baja Tambopata y la más alta el Manu respectivamente (INEI 2021). Considerando la sistematización realizada se considera al área de estudio como bosque de colina baja con paca (Bcb-pa), esto debido a la abundancia ecológica de la especie comúnmente llamada paca como de “lagarto caspi” (*Calophyllum brasiliense*), “lupuna” (*Ceiba pentandra*) sólo por mencionar algunas.

3.4. Población

Para este estudio, la población está constituida por la especie *Swietenia macrophylla*, perteneciente a la familia Meliaceae.

Por ende, la población es la sumatoria de las áreas de plantaciones forestales mixtas en las que se encuentra como componente la especie *S. macrophylla* K. dentro del área predial privada de la empresa LXG Amazon Reforestry Investments.

Las plantaciones en mención son irregulares ya que se ha respetado las áreas o espacios que cuentan con bosque remanente, también llamado secundario para no incidir en la dinámica ecológica del bosque natural. Así mismo, las plantaciones están dispuestas en forma de parches, obteniéndose por unidad o división de parcelas menores o iguales a 1 ha.

En ese entender, en la Tabla 2, se representa el área total por cada unidad o división de parcelas con presencia de caoba.

Tabla 2. Código de lote y área respecto al arreglo de plantación

Unidad o división de parcela	Área (ha)
L1-SHC (shihuahuaco; caoba)	0,74
L29-SMC (santa maría; caoba)	1,31
L9-AC (achiote; caoba)	0,97
Área total de los lotes	3,02

3.4.1. Muestra

En este estudio se hizo un muestreo no probabilístico a conveniencia del investigador (Hernández y Mendoza 2018). Esto se justifica por el escaso número de parcelas remanentes tras los recientes incendios forestales ocurridos en el predio de evaluación. Las parcelas disponibles son de pequeña extensión y ya se encuentran preestablecidas en base a un diseño experimental de tratamiento silvicultural contra la *Hypsipyla grandella*.

Para la toma de muestra, los 11 individuos de *Swietenia macrophylla* (caoba) muestreados por cada tipo de arreglo fueron agrupados en 3 grupos, teniendo dos grupos de 3 y uno de 4 por cada uno. Cada arreglo está constituido de manera diferente, el Arreglo 1, compuesto por *Dipteryx ferrea* y *Swietenia macrophylla*; Arreglo 2, compuesto por *Calophyllum brasiliense* y *Swietenia macrophylla*; Arreglo 3, *Bixa orellana* y *Swietenia macrophylla*.

Se consideró maximizar la distancia de toma de datos entre los arreglos para evitar la contaminación cruzada de los datos, ya que se tiene conocimiento

del amplio rango de vuelo del barrenador adulto en búsqueda de su hospedante (FAO 2007; López 2012 (CONAFOR 2013). Es por ello por lo que, la distancia máxima lineal en promedio considerada para la toma de datos de cada arreglo fue de 575 m y 836 m del Arreglo 1 al Arreglo 2 y del Arreglo 2 al Arreglo 3 respectivamente.

3.5. Métodos y técnicas

Con el presente estudio se hizo una evaluación cuantitativa de la incidencia o número de ataques causados por *H. grandella* en tres arreglos diferentes de plantaciones mixtas.

Para ello se definen tres fases claras del proyecto: pre-campo, fase en la que se hizo el diseño y ubicación de las parcelas con ayuda de imágenes de drones y mediciones de terreno. Campo, fase en la que se llevó a cabo el levantamiento de datos *in situ* en las parcelas. Gabinete, fase en la que se ejecutó el procesamiento de los datos y el análisis de la información obtenida para su posterior interpretación.

En la Figura 6, se muestra el flujograma de trabajo:

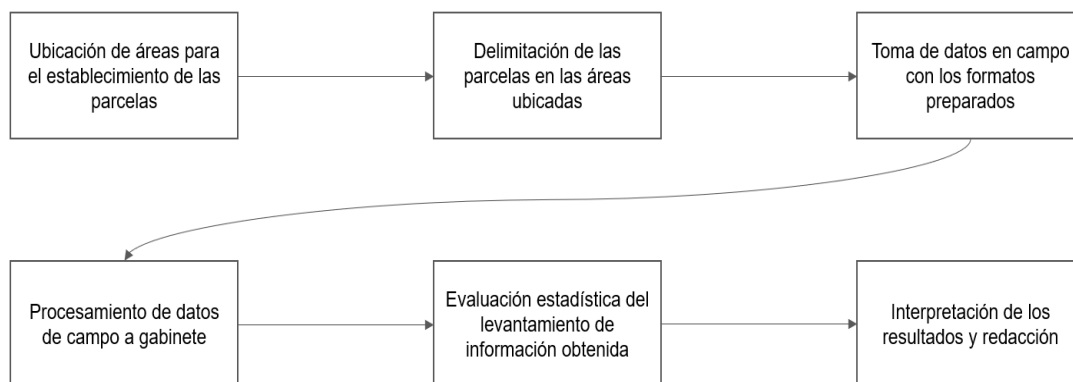


Figura 6. Flujograma de proceso

Para este estudio se implementó la siguiente metodología por cada fase descrita:

Fase de Pre-Campo: Diseño y ubicación de las parcelas

Cada unidad muestral o parcela (Arreglo 1; Arreglo 2; Arreglo 3) tienen 250 individuos en total de los cuales 11 son caoba (*S. macrophylla*) y el número

restante son individuos de otra especie usada como componente primario en el diseño de la plantación. El diseño de plantación para los 3 arreglos es el mismo, la distancia entre líneas o surcos es de 5 m, mientras que la distancia entre plantas es de 2 m. El diseño de muestreo fue seleccionado a conveniencia del investigador para cumplir con las características deseadas para la evaluación, sabiendo las limitantes que se presentaron en terreno (Otzen y Manterola 2017).

En la Figura 7, se representa lo mencionado, esto también permite visualizar que los individuos de caoba (encerrados en círculos) fueron sembrados de manera intercalada sobre cada surco o hilera, evitando de esta manera que los individuos se encuentren cerca horizontal y verticalmente.

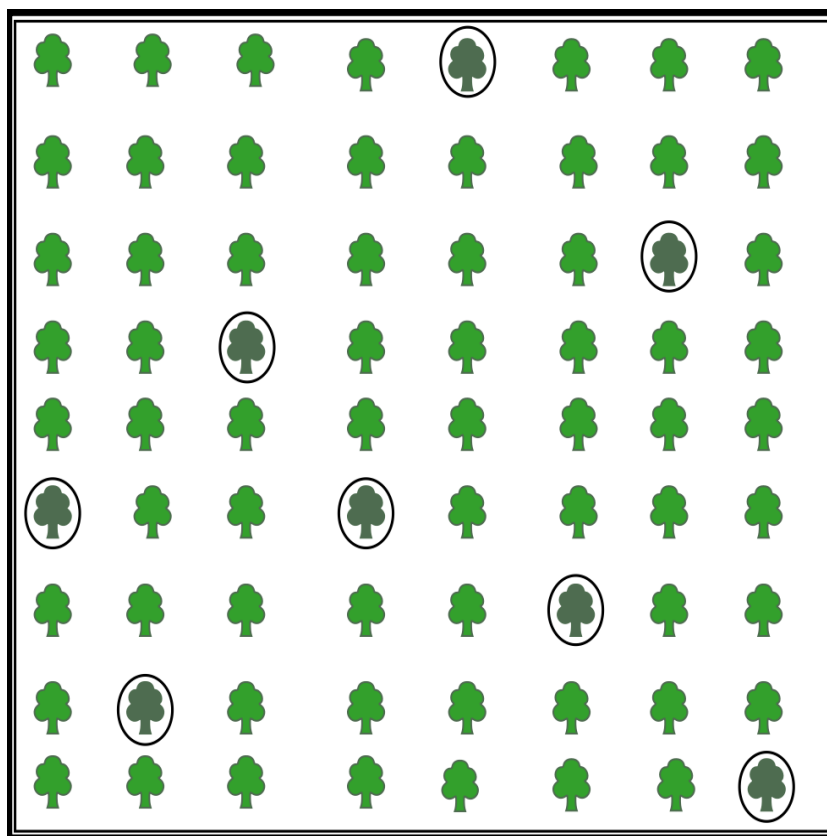


Figura 7. Esquema de configuración de los árboles de caoba

Las unidades muestrales se encuentran dispersas y separadas por áreas o franjas de bosque secundario, situándose a una distancia lineal promedio de 575 m y 836 m del Arreglo 1 al Arreglo 2 y del Arreglo 2 al Arreglo 3 respectivamente. Estas distancias permiten que los resultados de una parcela respecto a la otra no influyan según el área de atribución de los individuos de

Hypsipyla grandella Z. Cabe destacar que los datos levantados *in situ* fueron tomados en el mes de octubre del año 2022.

En la Tabla 3, se representan las coordenadas de ubicación del centroide de cada arreglo:

Tabla 3. Coordenadas centroide de ubicación de las parcelas de estudio (WGS 84 UTM 19S)

Código de Arreglo	Este (x)	Norte (y)
Arreglo 1	437190,50	8777679,82
Arreglo 2	436971,40	8777147,54
Arreglo 3	436327,82	8776612,88

A continuación, en la figura 8, se muestra la ubicación geoespacial de las unidades muestrales las cuales dentro del predio. Estas son las áreas que cuentan con la inclusión de caoba como siembra experimental.

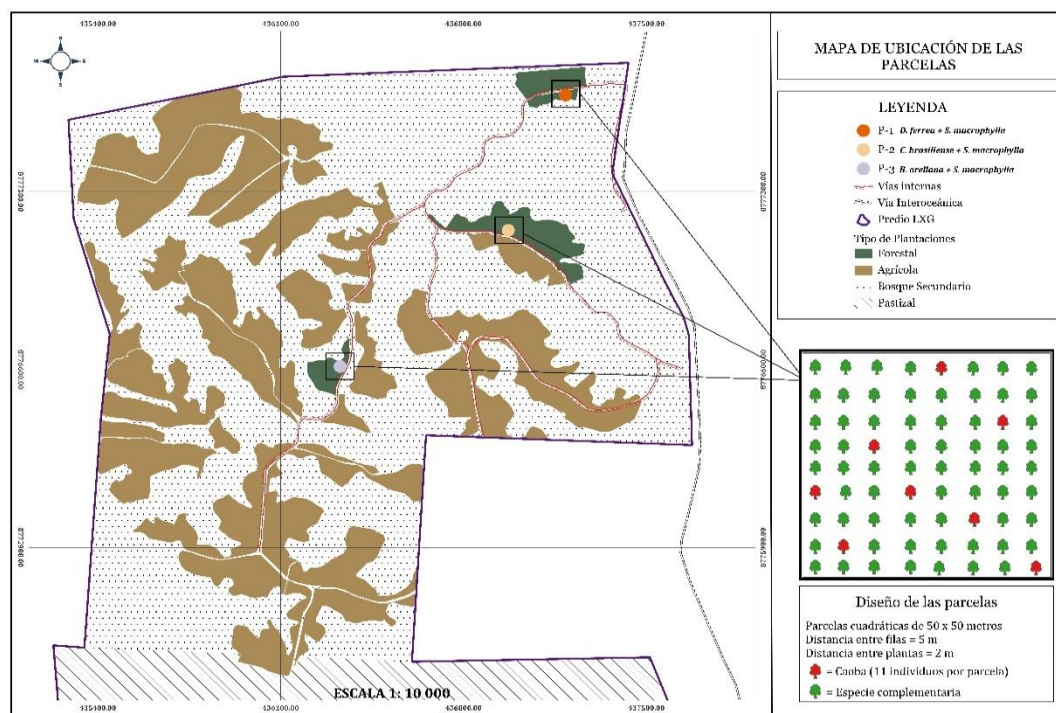


Figura 8. Mapa de ubicación de las áreas de muestreo

Fase de Campo: Levantamiento de Información

En la fase de campo se realizó el levantamiento de información de los individuos. Para ello, este estudio se basó en la observación para determinar la presencia de ataques de *Hypsipyla grandella* sobre los individuos de *Swietenia macrophylla* establecidos en arreglos de plantación mixta, siguiendo los siguientes pasos:

Codificación de los individuos de interés

El registro o codificación de los individuos de interés permiten manejar los datos e información con mayor precisión en la fase de gabinete, a su vez tenerlos identificados asegura el control en las acciones operativas del proyecto (FAO 2018). La placa de identificación para los individuos de *S. macrophylla* estaba compuesto por:

P = parcela

CA= caoba

Medición de la incidencia de ataques

Diversos autores, entre ellos Rivera y Wright (2020), sostienen que la mejor manera de apreciar o constatar la presencia de un agente patógeno o patología por nutrición de las plantas es a través de la observación. La observación como paso previo a detectar síntomas y signos que indican el estado fitosanitario del individuo.

La patología que sufren los individuos de la especie *Swietenia macrophylla* es tipo parasitaria, ya que se encuentra un hospedante como medio de vida para el huésped que es la *Hypsipyla grandella* en estado larvario (Floyd et al. 2003).

Para este estudio, se implementó un formato de plagas y enfermedades, mismo que fue adaptado de Mitidieri y Polack (2012). En este, se registró la evidencia del número total de ataques activos e inactivos del barrenador sobre los individuos de *Swietenia macrophylla*, la incidencia de ataques en las diferentes partes anatómicas de la planta (eje, ápice y ramas); de igual manera el estrato en el que se visualizan más ataques en los individuos independientemente del arreglo presentado.

- Número de ataques total: Se determinó a través de la observación de la presencia activa e inactiva de la *Hypsipyla grandella* sobre cada uno de los individuos de *Swietenia macrophylla*.
- **Número de ataques evidenciados por parte anatómica evaluada de los individuos:** Grijpma (1971) menciona que el ataque de la *Hypsipyla grandella* sobre *Swietenia macrophylla* se da en brotes jóvenes, considerando esto, se estudiarán la evidencia de ataques activos e inactivos producidos en las diferentes partes anatómicas de los individuos (eje, ápice, ramas).
- **Altura de ataques de *Hypsipyla grandella* sobre el eje de *Swietenia macrophylla*:** Los ataques del barrenador se focalizan en brotes tiernos, afectando el ápice del árbol hospedante, esto provoca daños severos en los individuos afectados ya que detiene su crecimiento vertical impactando en su rendimiento y calidad maderable (FAO 2009). Para hallar la altura de los ataques de la *Hypsipyla grandella* producidos sobre el eje de los individuos de *Swietenia macrophylla* se empleará la técnica directa con el uso de una cinta métrica, posteriormente para un mejor y mayor entendimiento de la información levantada se clasifica en base a clases de altura en las que se evidenció la presencia de ataques del barrenador

3.6. Tratamiento de los datos

3.6.1. Procesamiento y análisis de los datos

Para el manejo de base de datos se utilizó una adaptación del formato de plagas y enfermedades de Mitidieri y Polack (2012) y estos se procesaron en una hoja de cálculo de MS Excel 365.

3.6.2. Análisis estadístico

La incidencia de ataque de la *Hypsipyla grandella* sobre individuos de *Swietenia macrophylla* en tres arreglos de plantación mixta diferentes empleados, se calculó de la siguiente manera:

Para los 3 objetivos se aplicó estadística descriptiva para reconocer los estimadores de la incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* sobre *Swietenia macrophylla* entre los tipos de arreglo de plantación mixta evaluadas. Se calcularon estimadores de tendencia central y medidas de dispersión, promedio \bar{X} y desviación estándar σ , respectivamente. Y para el análisis de diferencias estadísticamente significativas entre los arreglos, se evaluaron supuestos paramétricos de normalidad (test de Shapiro-Wilk) y homogeneidad (Test de Levene), posteriormente se realizaron análisis de varianza (ANOVA).

- **Promedio (\bar{X}):** conocido como media aritmética, es el valor central que resume el conjunto de datos. Se calcula como la sumatoria de todas las mediciones (x_i) divididas entre el tamaño de la muestra (n) (Bailer 2020).

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

- **Desviación estándar (σ):** es la medida de variabilidad de un conjunto de datos de una muestra (n), por lo tanto, brinda una medición de cuánto los datos se desvían de su promedio (Bailer 2020). Se calcula con la siguiente ecuación:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

- **Test de Shapiro-Wilk:** prueba estadística que examina la normalidad de la distribución de los datos, si el valor “p” ($p = 0,05$) es bajo, se rechaza automáticamente la hipótesis nula y se concluye que los datos no presentan normalidad (Benites 2022)

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

- **Test de Levene:** utilizado en la estadística para comprobar si los grupos de interés presentan la misma varianza. La hipótesis nula asume que las varianzas son homogéneas ($p \geq 0,05$), caso contrario para la hipótesis alterna ($p \leq 0,05$)(Galindo-Domínguez 2020).
- **Varianza (ANOVA):** esta herramienta estadística posibilita determinar si las medias de dos o más grupos presentan diferencias significativas al investigar la variabilidad entre las medias de estos. La hipótesis nula para este análisis es que todos los grupos evaluados son estadísticamente iguales, y por el contrario, la hipótesis alterna indica que al menos uno de estos será significativamente diferente (Guerra 2015)

Para el objetivo específico 1, calcular y comparar la incidencia total de ataques de *Hypsipyla grandella* sobre *Swietenia macrophylla* entre los tipos de arreglos de plantación mixta empleados, se utilizó el análisis de varianza (ANOVA), herramienta estadística que posibilita la evaluación de la existencia de diferencias significativas entre las medias de los grupos de interés.

Para el objetivo específico 2, cuantificar y comparar la incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* sobre las partes anatómicas vegetativas de *Swietenia macrophylla* evaluadas, entre los tipos de plantación mixta, se realizaron dos análisis de varianza (ANOVA) por cada parte anatómica (ápice y ramas).

Para el objetivo específico 3, evaluar y comparar la incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* respecto a las alturas en las que se registra en *Swietenia macrophylla* entre los arreglos y de forma general. Primero, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para comparar los grupos y determinar si se hallaron o no diferencias significativas, para hallar la altura en la que se encontró más incidencia de ataques en los

árboles de *Swietenia macrophylla*, se realizó la clasificación de las alturas en las que se registró la incidencia de ataques activos e inactivos de los individuos de *Swietenia macrophylla*, categorizándose en 6 grupos de alturas de 1 metro de diferencia por cada clase. Esto se representó a través de un gráfico de barras.

Todos los análisis se realizaron a un 5% de probabilidad de error. Para efectos de visualización de diferencias entre los grupos comparados en cada ANOVA, se presentaron en gráficos de barras (promedio \pm desviación estándar).

Los análisis y figuras fueron realizados en el paquete estadístico SigmaPlot v15.5

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Incidencia de ataques totales de *Hypsipyla grandella* sobre *Swietenia macrophylla* respecto al arreglo de plantación empleado

Para el análisis de la información levantada, se agruparon los individuos evaluados en grupos en tres grupos para cada arreglo de plantación mixta empleados.

Los resultados de la incidencia de ataque del barrenador *Hypsipyla grandella* en tres arreglos de plantaciones mixtas de *Swietenia macrophylla* se muestran en la tabla 4. En el primer arreglo (*Dipteryx ferrea*) los grupos 1 y 2 experimentaron una incidencia del 100 %, mientras que en el grupo 3 de este arreglo la incidencia fue solo del 50 %. En contraste, en todos los grupos del segundo arreglo (*Calophyllum brasiliense*) presentaron una incidencia del 100 %. Finalmente, fue el arreglo 3 (*Bixa orellana*) el que exhibió menor incidencia de ataque del barrenador *Hypsipyla grandella*, con un 50 % en su grupo 3 y un 25 % en su grupo 2.

Tabla 4. Incidencia total de ataques del barrenador *Hypsipyla grandella* en tres arreglos de plantaciones mixtas de *Swietenia macrophylla* – Nueva Esperanza, Madre de Dios

Arreglo	Grupo	Incidencia total (%)
<i>A1 (Dipteryx ferrea + Swietenia macrophylla)</i>	G1	100
	G2	100
	G3	50
<i>A2 (Calophyllum brasiliense + Swietenia macrophylla)</i>	G1	100
	G2	100
	G3	100
<i>A3 (Bixa orellana + Swietenia macrophylla)</i>	G1	100
	G2	25
	G3	50
Total		79

Los resultados del análisis de varianza, sobre la comparación de la incidencia de ataque de *Hypsipyla grandella* en individuos de *Swietenia macrophylla*, mostraron que no existe diferencias significativas (ANOVA, $F = 1,7$; $P > 0,05$) en el promedio de incidencia de ataque *Hypsipyla grandella* entre los tres arreglos evaluados (Tabla 5 y Figura 9).

Tabla 5. Análisis de varianza (ANOVA) sobre la incidencia total de ataques del barrenador *Hypsipyla grandella* en tres arreglos de plantaciones mixtas de *Swietenia macrophylla* – Nueva Esperanza, Madre de Dios

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Groups	2	2638,9	1319,4	1,7	0,256
Residual	6	4583,3	763,9		
Total	8	7222,2			

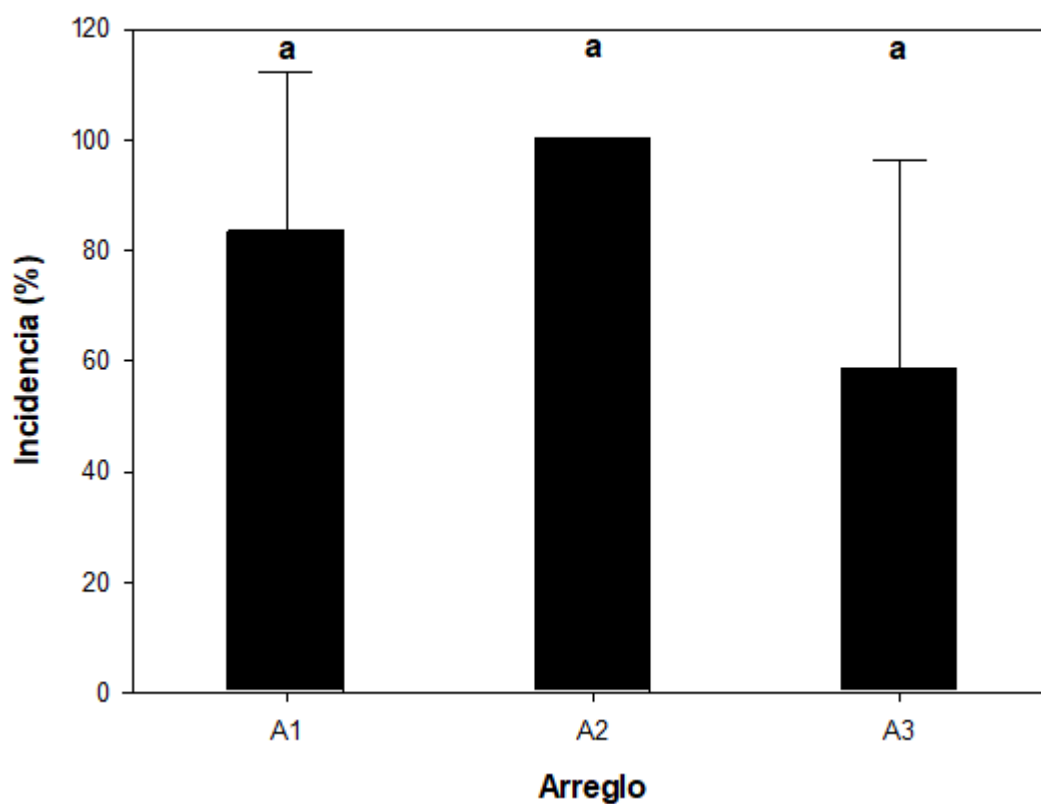


Figura 9. Comparación de la incidencia promedio de ataque del barrenador de *Hypsipyla grandella* en tres arreglos de plantaciones mixtas de *Swietenia macrophylla*. Letras similares indican diferencias no significativas de acuerdo con el análisis de varianza (ANOVA) al 5% de probabilidad de error.

4.2. Incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* sobre las partes anatómicas de *Swietenia macrophylla* en tres arreglos de plantación mixta empleado

4.2.1. Incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* sobre ramas de *Swietenia macrophylla* según el arreglo de plantación empleado

La Tabla 6 muestra que la incidencia en ramas de ataques del barrenador *Hypsipyla grandella* fue de 33 % en el primer grupo del primer arreglo (*Dipteryx férrea*), y de 25 % en el segundo y tercer grupo. Por otro lado, el segundo arreglo (*Calophyllum brasiliense*) mostró una incidencia de 0 % de ataque a sus ramas en el primer grupo, de 25 % en el tercer grupo y de 75 % en el segundo grupo, siendo este el grupo más afectado. Por su parte, el arreglo 3 (*Bixa orellana*) mostró una incidencia de 0 % de ataque a sus ramas en el primer y segundo grupo. Y de 25 % en el tercer grupo, siendo este el arreglo que mostró menor incidencia en ramas de ataques del barrenador *Hypsipyla grandella*.

Tabla 6. Incidencia en ramas de ataques del barrenador *Hypsipyla grandella* en tres arreglos de plantaciones mixtas de *Swietenia macrophylla* – Nueva Esperanza, Madre de Dios

Arreglo	Grupo	Arreglo	Incidencia ramas (%)
A1 (<i>Dipteryx ferrea</i> + <i>Swietenia macrophylla</i>)	G1	A1	33
	G2	A1	25
	G3	A1	25
A2 (<i>Calophyllum brasiliense</i> + <i>Swietenia macrophylla</i>)	G1	A2	0
	G2	A2	75
	G3	A2	25
A3 (<i>Bixa orellana</i> + <i>Swietenia macrophylla</i>)	G1	A3	0
	G2	A3	0
	G3	A3	25
Total			24

En el análisis de varianza, el valor de F obtenido en la prueba de ANOVA fue de 0,9, con un valor $p > 0,05$; por lo que, se determina que no existe diferencia entre la incidencia en ramas de ataques de del barrenador *Hypsipyla grandella*

entre los tres arreglos de plantaciones mixtas de *Swietenia macrophylla* utilizados para este estudio, como se detalla en la Tabla 7 y Figura 10.

Tabla 7. Análisis de varianza (ANOVA) sobre la incidencia en ramas de ataques de del barrenador *Hypsipyla grandella* en tres arreglos de plantaciones mixtas de *Swietenia macrophylla* – Nueva Esperanza, Madre de Dios

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Groups	2	1034,0	517,0	0,9	0,449
Residual	6	3379,6	563,3		
Total	8	4413,6			

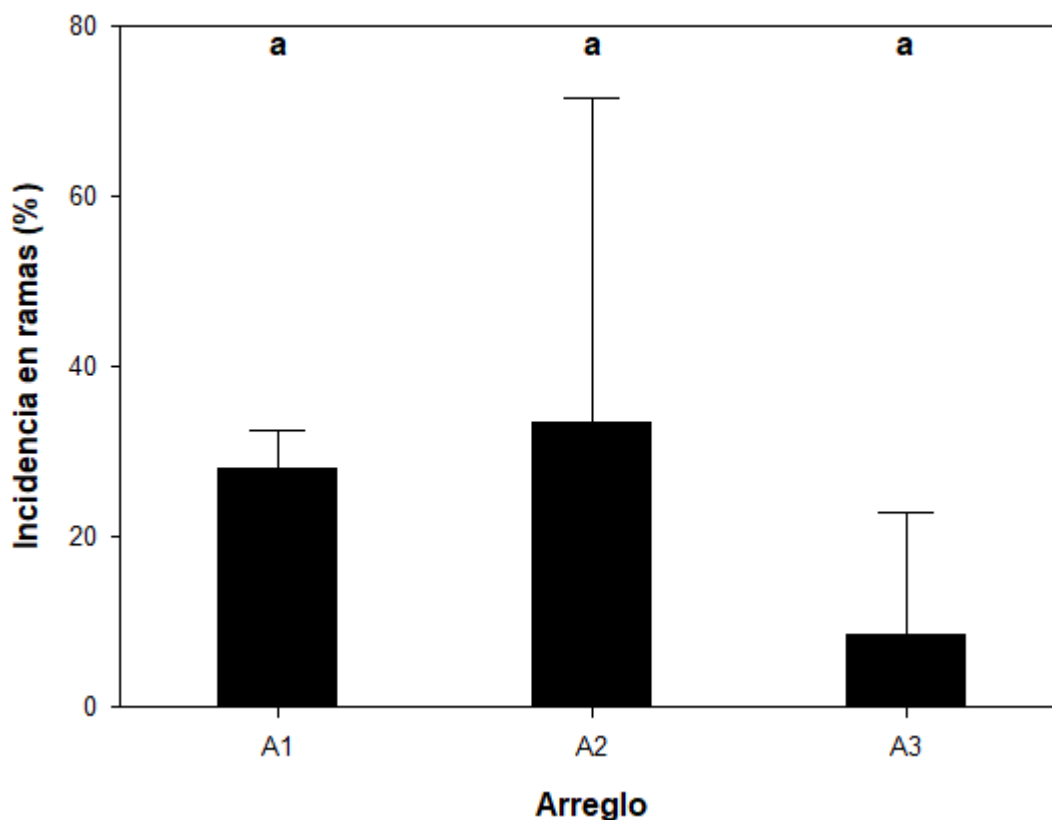


Figura 10. Comparación de la incidencia en ramas de ataques de del barrenador *Hypsipyla grandella* en tres arreglos de plantaciones mixtas de *Swietenia macrophylla*. Letras similares indican diferencias no significativas de acuerdo con el análisis de varianza (ANOVA) al 5% de probabilidad de error.

4.2.2. Incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* sobre ápice de *Swietenia macrophylla* según el arreglo de plantación empleado

Los resultados obtenidos de la incidencia de ataques del barrenador *Hypsipyla grandella* sobre el ápice de la *Swietenia macrophylla*, demostraron que, en el primer grupo del primer arreglo (*Dipteryx ferrea*), la incidencia fue del 100 %, de 75 % en el segundo grupo y de solo 50 % en el tercer grupo; mientras que, en el caso del arreglo 2 (*Calophyllum brasiliense*) la totalidad (100 %) del primer y segundo grupo sufrieron ataques del barrenador *Hypsipyla grandella*, y la incidencia en el tercer grupo de este arreglo fue del 75 %. En contraste, en el tercer arreglo (*Bixa orellana*), si bien la incidencia del ataque de este barrenador fue del 100 % en su primer grupo, el segundo y tercer grupo mostraron porcentajes de incidencia más bajos, del 25 % y 50 % respectivamente (Tabla 8).

Tabla 8. Incidencia en ápice de ataques del barrenador *Hypsipyla grandella* en tres arreglos de plantaciones mixtas de *Swietenia macrophylla* – Nueva Esperanza, Madre de Dios.

Arreglo	Grupo	Arreglo	Incidencia ápice (%)
A1 (<i>Dipteryx ferrea</i> + <i>Swietenia macrophylla</i>)	G1	A1	100
	G2	A1	75
	G3	A1	50
A2 (<i>Calophyllum brasiliense</i> + <i>Swietenia macrophylla</i>)	G1	A2	100
	G2	A2	100
	G3	A2	75
A3 (<i>Bixa orellana</i> + <i>Swietenia macrophylla</i>)	G1	A3	100
	G2	A3	25
	G3	A3	50
Total			73

El análisis de varianza, sobre la comparación de la incidencia de ataques del barrenador *Hypsipyla grandella* en el ápice de los individuos de *Swietenia macrophylla* respecto al arreglo de plantación mixta, demostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $F = 1,1$; $P > 0,05$) en el promedio de incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* entre los tres arreglos evaluados, como se muestran en la Tabla 9 y Figura 11.

Tabla 9. Análisis de varianza (ANOVA) sobre la incidencia de ataques en ápice del barrenador *Hypsipyla grandella* en tres arreglos de plantaciones mixtas de *Swietenia macrophylla* – Nueva Esperanza, Madre de Dios

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Groups	2	1666,7	833,3	1,1	0,394
Residual	6	4583,3	763,9		
Total	8	6250,0			

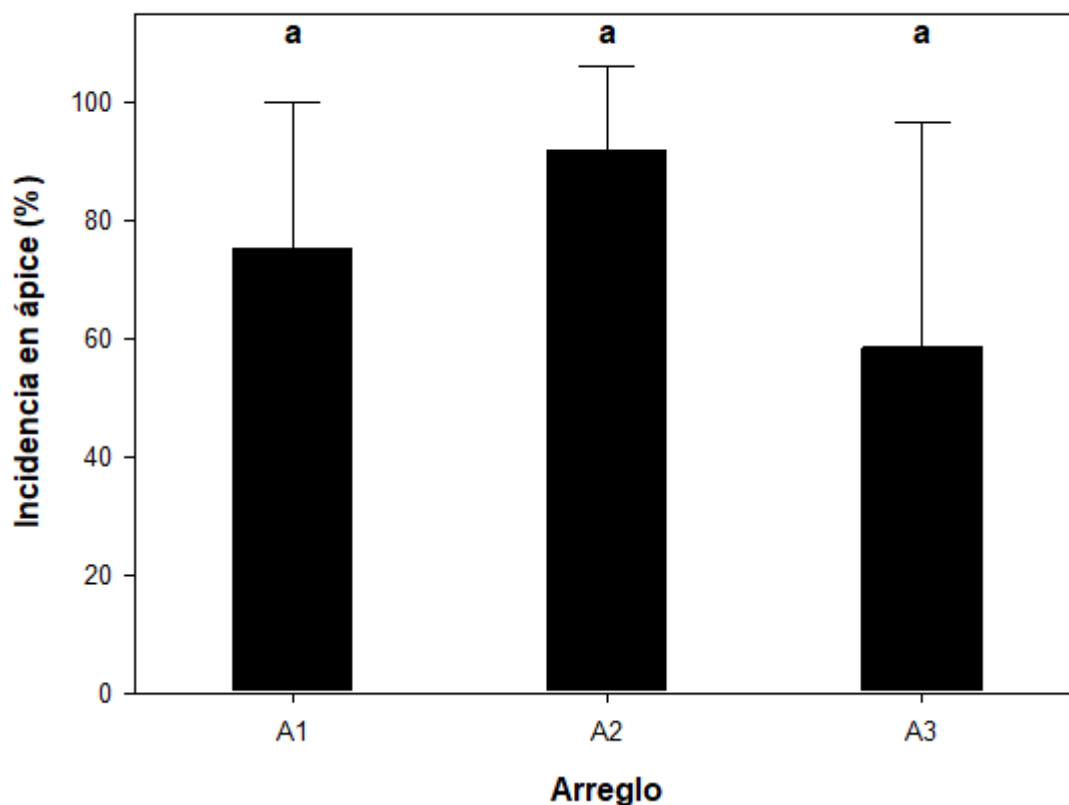


Figura 11. Comparación de la incidencia de ataques en ápice del barrenador *Hypsipyla grandella* en tres arreglos de plantaciones mixtas de *Swietenia macrophylla*. Letras similares indican diferencias no significativas de acuerdo con el análisis de varianza (ANOVA), al 5% de probabilidad de error

4.3. Incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* respecto a la altura en la que se evidencia sobre el eje

El análisis de varianza, sobre la comparación de la incidencia de ataques del barrenador *Hypsipyla grandella* a diferentes alturas sobre el eje de *Swietenia macrophylla* respecto al arreglo de plantación mixta, demostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas (ANOVA, $F = 1$; $P > 0,05$) en el promedio de incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* entre los tres arreglos evaluados, como se muestran en la Tabla 10 y Figura 12.

Tabla 10. Análisis de varianza (ANOVA) sobre la altura de incidencia de ataques del barrenador *Hypsipyla grandella* sobre el eje de *Swietenia macrophylla*, en tres arreglos de plantaciones mixtas.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Groups	2	2,82	1,41	1,00	0,382
Residual	29	41,09	1,42		
Total	31	43,90			

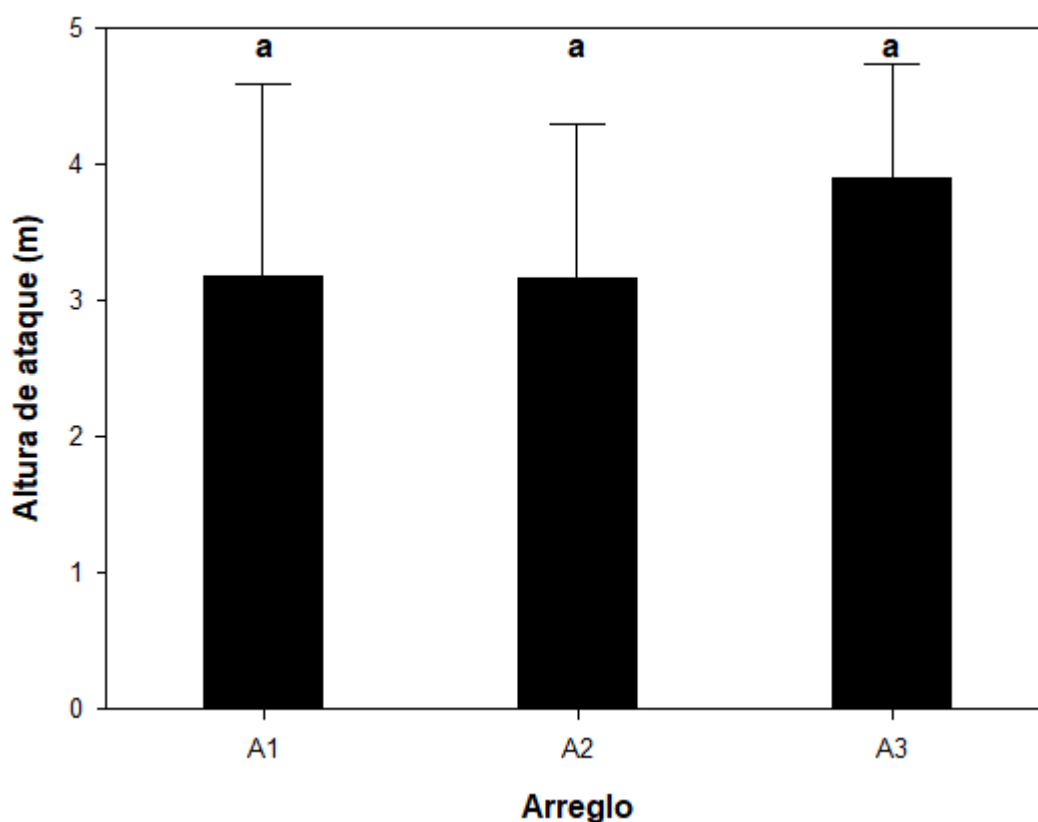


Figura 12. Comparación de la incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* a diferentes alturas sobre el eje de *Swietenia macrophylla* en tres arreglos de plantaciones mixtas. Letras similares indican que no se encontraron diferencias

significativas de acuerdo con el análisis de varianza (ANOVA), al 5% de probabilidad de error.

Se evaluó también la incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* respecto a las diferentes alturas en las que se observó la presencia de estos en el eje de *Swietenia macrophylla*, independientemente del arreglo. Los resultados mostraron que los ataques son más frecuentes cuando los individuos se encuentran entre unos 3 a 5 metros, sin embargo el resultado más abundante refleja que entre alturas de 3 a 4 metros la frecuencia de ataques del barrenador es mayor.

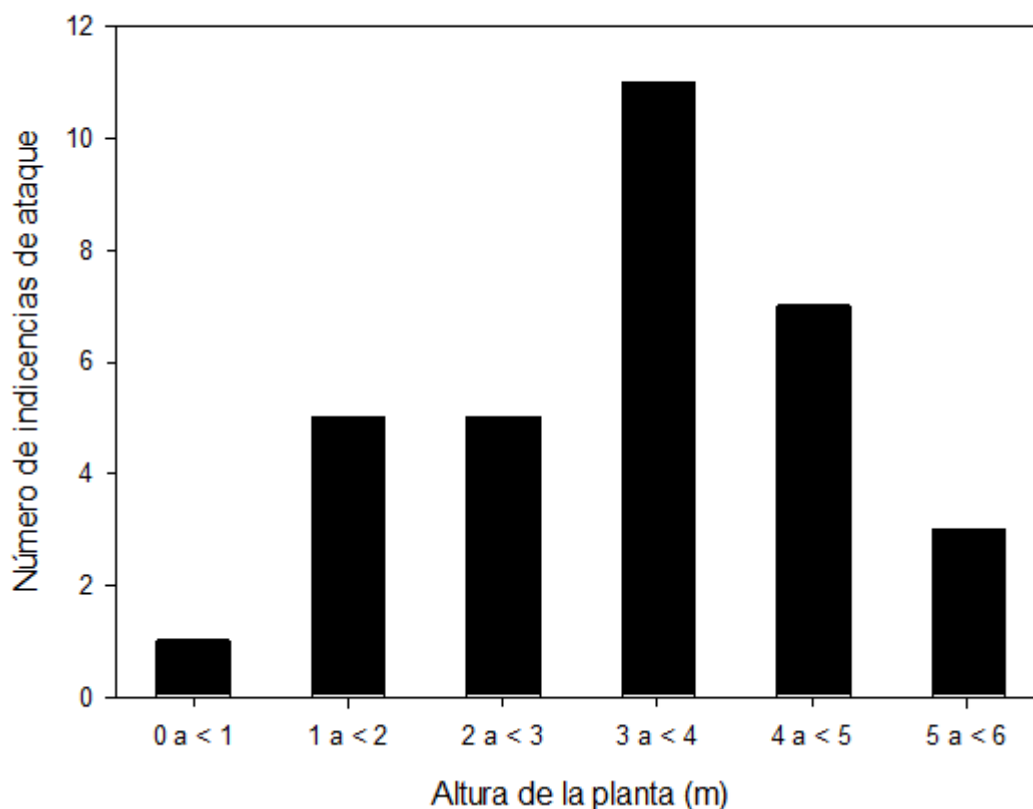


Figura 13. Gráfico de barras que muestra la altura del eje de los individuos de *Swietenia macrophylla* versus el número de incidencia de ataques del barrenador *Hypsipyla grandella*.

DISCUSIONES

Es necesario mencionar que la presente investigación estuvo condicionada debido a factores externos de fuerza mayor como los incendios forestales ocurridos en las áreas de plantaciones en el predio de la empresa LXG Amazon Reforestry Investments, es por ello que la cantidad de individuos evaluados ha sido relativamente bajo razón por la que los resultados del estudio deben tomarse como un piloto que necesita ser replicada y comprobada en nuevas áreas de siembra.

De los resultados obtenidos, el arreglo de *Bixa orellana* fue el que mostró menor porcentaje de ataques de *Hypsipyla grandella* sobre *Swietenia macrophylla*, no se encontró que las diferencias respecto a los otros dos arreglos (*Dipteryx ferrea* y *Calophyllum brasiliense*) haya sido significativo. No obstante, se puede asumir que, el achiote (*Bixa orellana*), en el momento de la floración desprende feromonas que atraen a sus polinizadores naturales a través de los químicos presentes en estas (Yew y Chung 2015; Mayorga 2023), y este fenómeno de atracción química podría hacer que el sistema de búsqueda olfativo de *Hypsipyla grandella* sea inhibido teniendo un bajo nivel de alcance y de ataques sobre *Swietenia macrophylla*, sin embargo se necesita realizar estudios de esta combinación para poder determinar la influencia o no de las feromonas de la especie en mención.

En el análisis general de la altura de los ataques producidos por el barrenador *Hypsipyla grandella* sobre el eje de *Swietenia macrophylla*, se concluye que el mayor porcentaje de los ataques se producen en un rango de altura de 3 a 4 metros, coincidiendo con los resultados registrados por Darko et al. (2022) López (2012) y Mayhew y Newton (1998).

En líneas generales, se concluye que el tratamiento silvicultural propuesto por Hauxwell, Mayhew y Newton (2001), para manejar y controlar la plaga causada por *Hypsipyla grandella* sobre *Swietenia macrophylla* a través de densidades bajas de siembra no es del todo acertada debido a que se sigue observando la presencia del barrenador en las plantaciones como se demuestra en esta investigación y en las publicaciones de Pérez-Salicrú y Esquivel (2008) y Dos Santos y Ferreira (2020), sin embargo en el trabajo de estos últimos se concluyó que la susceptibilidad del taladrador de Meliaceae es mayor al hacer tratamientos silviculturales más exhaustivos como por ejemplo las técnicas de uso de sombra de Opuni-Frimpong et al. 2008 en África.

CONCLUSIONES

En esta tesis se evaluó la incidencia de ataque del barrenador *Hypsipyla grandella* en tres arreglos de plantaciones mixtas de *Swietenia macrophylla* – Nueva Esperanza, Madre de Dios; evidenciándose que no existió diferencia significativa entre el arreglo de *Dipteryx ferrea*, *Calophyllum brasiliense* y *Bixa orellana*.

La evaluación de la incidencia de ataques total del barrenador *Hypsipyla grandella* sobre *Swietenia macrophylla* en los 3 arreglos de plantación mixta evaluados, no presentaron diferencias significativas; el arreglo compuesto por *Bixa orellana* fue el que menor porcentaje de ataques mostró, sin embargo no llegó a ser suficiente para determinar si este arreglo es más confiable que los arreglos de *Dipteryx ferrea* y *Calophyllum brasiliense*.

De igual manera, al comparar la incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* sobre las partes anatómicas vegetativas de *Swietenia macrophylla* evaluadas, no se encontró diferencia significativa en el ataque a las ramas y ápice entre los arreglos de *Dipteryx ferrea*, *Calophyllum brasiliense* y *Bixa orellana*.

Por último, respecto a las alturas en las que se registra en *Swietenia macrophylla*, tampoco se encontraron diferencias significativas en la incidencia de ataques de *Hypsipyla grandella* entre los arreglos de *Dipteryx ferrea*, *Calophyllum brasiliense* y *Bixa orellana*.

SUGERENCIAS

- Se sugiere replicar el estudio en condiciones donde el tamaño de la muestra sea mayor y permita la obtención de resultados con un sesgo mínimo.
- Asimismo, se sugiere tomar en consideración que los tratamientos sean uniformes, es decir, que la estructura de las especies dentro de cada parcela sea al menos semejante, porque eso genera un sesgo por interacción entre especies que no ha sido tomada en cuenta en el presente estudio.
- Aunque el arreglo de *Bixa orellana* demostró tener el menor porcentaje de ataques de *Hypsipyla grandella* sobre *Swietenia macrophylla*, la falta de diferencia significativa con los otros arreglos sugiere que la combinación de especies puede no ser tan relevante en este contexto específico; por lo que se sugiere que futuros estudios exploraren una gama más amplia de especies para identificar combinaciones óptimas que minimicen el impacto de esta plaga.
- Aunque no se observaron diferencias significativas en la incidencia de ataques en las partes anatómicas evaluadas y en las alturas registradas, es fundamental seguir monitoreando la presencia de *Hypsipyla grandella* y otros posibles factores de estrés en las plantaciones, por lo que se recomienda realizar una vigilancia continua para lograr una respuesta proactiva ante posibles cambios en la dinámica de las plagas y la salud de las plantaciones.
- Dado que no se encontraron diferencias significativas entre los arreglos evaluados, se sugiere explorar enfoques de manejo integrado de plagas que incorporen una combinación de tácticas culturales, biológicas y

químicas, llamado “manejo integral de plagas” (Hilje 2020), que podrían incluir la selección de especies resistentes, la introducción de enemigos naturales de la plaga, y el uso selectivo de pesticidas cuando sea necesario.

- Tal como lo expone Expósito (2021), futuros trabajos relacionados al control de plaga de la *Hypsipyla grandella* podrían centrarse en el uso de trampas de luz como método de control de la plaga para observar si este factor tiene relación en la disminución de la actividad larval del barrenador.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, E., BLAS, D., RIQUELME, I., VALLE, R. y RIVERO, F., 2014. Análisis de pérdida de cobertura forestal en la zona geográfica de integración fronteriza con los países de Colombia, Brasil y Bolivia, año 2014. Lima: 04.
- ARCILLA, J., 2017. Densidad de siembra y productividad de los cafetales. Sistemas de producción de café en Colombia.
- BAILER, A.J., 2020. Statistics for Environmental Biology and Toxicology. 1. S.I.: Routledge. ISBN 9780203738504.
- BANNISTER, J.R., DONOSO, P.J. y MUJICA, R., 2016. La silvicultura como herramienta para la restauración de bosques templados. *Bosque*, vol. 37, no. 2, ISSN 07179200. DOI 10.4067/S0717-92002016000200001.
- BARRADAS-JUANZ, N., DIAZ-FLEISCHER, F. y PEREZ-STAPLES, D., 2016. Mating Behavior of *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) under Laboratory Conditions. *Annals of the Entomological Society of America*, vol. 109, no. 3, ISSN 00138746. DOI 10.1093/aesa/saw001.
- BENITES, L., 2022. ¿Qué es la prueba de Shapiro-Wilk. *Statálogos* [en línea]. [consulta: 22 abril 2024]. Disponible en: https://statologos.com/prueba-de-shapiro-wilk/#google_vignette.
- BIOLOGY DICTIONARY, 2018. Vascular Plant. [en línea]. [consulta: 16 agosto 2023]. Disponible en: <https://biologydictionary.net/vascular-plant/>.
- BRICEÑO VERGARA, A.J., 1997. Del barrenador de las Meliaceas, *Hypsipyla*. *Revista Forestal Venezolana*, vol. 4, no. 1,

- BRUCE, T.J.A. y PICKETT, J.A., 2011. Perception of plant volatile blends by herbivorous insects - Finding the right mix. *Phytochemistry*, vol. 72, no. 13, ISSN 00319422. DOI 10.1016/j.phytochem.2011.04.011.
- CAUICH RAMÍREZ, R., 2004. El barrenador de los brotes de las Meliáceas (Lepidoptera Pyralidae). S.l.: Universidad Autónoma Agraria «Antonio Narro».
- CECCARELLI, V., FREMOUT, T., THOMAS, E., DURAN MONTESINOS, P., ARANA OLIVOS, A., CANDIA DIPAZ, C., VILLA ZEGARRA, B., BLAS JAIME, D. y UGARTE GUERRA, J., 2020. Efectos del cambio climático en la distribución de 20 especies forestales maderables de la región amazónica del Perú. Lima, Perú.
- CHERLINKA, V., 2022. Manejo Integrado de Plagas: Estrategias para su uso. EOS DATA ANALYTICS [en línea]. [consulta: 23 enero 2024]. Disponible en: <https://eos.com/es/blog/manejo-integrado-de-plagas/>.
- CHINCHILLA, O., COREA, E. y MEZA, V., 2020. Mejora genética y costos iniciales asociados al manejo de plantaciones clonales de *Swietenia macrophylla* en la región noreste de Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales* [en línea], vol. 54, no. 2, [consulta: 25 junio 2023]. ISSN 2215-3896. DOI 10.15359/rca.54-2.10. Disponible en: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ambientales/article/view/14069>.
- CIBRIAN, D., MENDEZ, J.T., CAMPOS, R., YATES, H.O. y FLORES, J.E., 1995. *Insectos Forestales de México*. S.l.: Universidad Autónoma Chapingo - Comisión Forestal de América del Norte (COFAN). vol. 6.
- CIBRIÁN TOVAR, D., 2012. *Manual para la Identificación y Manejo de Plagas en Plantaciones Forestales Comerciales*. México, D.F.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal), 2013. Zeller. [en línea]. México, D.F.: Disponible en: [http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/08 Guías de síntomas y daños/Guías de síntomas y daños nativas/Hypsipylla grandella Versión extensa.pdf](http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/08%20Guías%20de%20síntomas%20y%20daños/Guías%20de%20síntomas%20y%20daños%20nativas/Hypsipylla%20grandella%20Versión%20extensa.pdf).

- DARKO, C.B., OPUNI-FRIMPONG, E., OWUSU, S.A., KYERE, B. y STORER, A.J., 2022. Sustainability of Mahogany Production in Plantations: Does Resource Availability Influence Susceptibility of Young Mahogany Plantation Stands to *Hypsipyla robusta* Infestation? *International Journal of Forestry Research*, vol. 2022, ISSN 16879376. DOI 10.1155/2022/5588184.
- DE BACH, P., 1964. Biological control of insect pests and weeds [en línea]. London, UK: Chapman & Hall Ltd., London. Disponible en: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19652301236>.
- DECLERCK, S., RISEDE, J.M., RUFYIKIRI, G. y DELVAUX, B., 2002. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on severity of root rot of bananas caused by *Cylindrocladium spathiphylli*. *Plant Pathology* [en línea], vol. 51, no. 1, DOI <https://doi.org/10.1046/j.0032-0862.2001.656.x>. Disponible en: <https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.0032-0862.2001.656.x>.
- DÍAZ-MARTÍNEZ, Y.C., MALO, E.A., ALAVEZ-ROSAS, D., HERNÁNDEZ-MORENO, S., CRUZ-LÓPEZ, L. y GONZÁLEZ-GÓMEZ, R., 2023. Volatiles as Attractants of Mahogany Shoot Borer, *Hypsipyla grandella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Chemical Ecology* [en línea], vol. 49, no. 1-2, [consulta: 20 diciembre 2023]. ISSN 15731561. DOI 10.1007/s10886-022-01398-8. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10886-022-01398-8>.
- DOS SANTOS, V. y FERREIRA, M., 2020. Forest Ecology and Management Initial establishment of commercial tree species under enrichment planting in a Central Amazon secondary forest: Effects of silvicultural treatments. *Forest Ecology and Management* [en línea], vol. 460, no. December 2019, ISSN 0378-1127. DOI 10.1016/j.foreco.2019.117822. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117822>.
- DOUROJEANNI, M., 1963. El barrenado de los brotes (*Hypsipyla grandella*) en cedro y caoba. *Agronomía*, vol. 30, no. 1,

- DÜNISCH, O., BAUCH, J. y GASPAROTTO, L., 2002. Formation of increment zones and intraannual growth dynamics in the xylem of *Swietenia macrophylla*, *Carapa guianensis*, and *Cedrela odorata* (meliaceae)*. IAWA Journal, vol. 23, no. 2,
- ELMARZUGI, N.A., ENSHASY, H. EI, MUSTAFA MASOUD EID, A., ELMARZUGI, A. y ALI EL-ENSHASY, H., 2013. A review on the phytopharmacological effect of *Swietenia macrophylla*. Article in International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences [en línea], ISSN 0975-1491. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/257929765>.
- EXPÓSITO SÁEZ, J.M., 2021. Evaluación de trampas cromáticas y trampas de luz para el seguimiento de insectos en zonas peri-urbanas de Palma [en línea]. Palma (Mallorca: Universtiat de les Illes Balears. [consulta: 7 mayo 2024]. Disponible en: https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/160360/Exposito_Saez_JuanMiguel.pdf?sequence=1.
- FAO, 2007. *Hypsipyla grandella* (Zeller, 1848 & *Hypsipyla robusta* Moore, 1886. Forest Pest Species Profile 3 pp [en línea], [consulta: 22 abril 2024]. Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/media/13565/1/0/>.
- FAO, 2009. *Hypsipyla grandella* and *Hypsipyla robusta*. Global Review of forest pests and diseases [en línea]. S.l.: s.n., pp. 97-98. [consulta: 15 agosto 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i0640e/i0640e10k.pdf>.
- FAO, 2018. Manual de campo inventario forestal nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- FAO, [sin fecha]. Manejo integrado de plagas y plaguicidas. Integrated Pest Management (IPM) [en línea]. [consulta: 23 enero 2024]. Disponible en: <https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/ipm/integrated-pest-management/es/>.
- FLORES BENDEZÚ, Y., 2019. Fichas técnicas para plantaciones con especies nativas en zona de selva baja. Lima:

- FLOYD, R., HAUXWELL, C., GRIFFITHS, M., HORAK, M., SANDS, D., SPEIGHT, M., WATT, A. y WYLIE, R., 2003. Taxonomy, Ecology, and Control of *Hypsipyla* Shoot Borers of Meliaceae. Forest pests and diseases [en línea]. S.l.: s.n., pp. 381-394. [consulta: 15 agosto 2023]. vol. 159. ISBN 0-387-98837-8. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/0-387-21778-9_21.
- GALINDO-DOMÍNGUEZ, H., 2020. Economía, Organización y Ciencias Sociales Estadística para no estadísticos una guía básica sobre la metodología cuantitativa de trabajos académicos. Primera Edición. Alicante: 3ciencias. ISBN 978-84-121459-3-9.
- GBIF SECRETARIAT, 2022a. *Hypsipyla grandella* Zeller, 1848. GBIF Backbone Taxonomy. Checklist [en línea]. [consulta: 8 enero 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.15468/39omei>.
- GBIF SECRETARIAT, 2022b. *Swietenia macrophylla* G. King. GBIF Backbone Taxonomy. Checklist [en línea]. [consulta: 15 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.gbif.org/es/species/3190484>.
- GÓMEZ, L.M., AMAT, E. y URIBE, S.I., 2017. Actualización sobre la presencia y distribución de *Hypsipyla grandella* en plantaciones de *Cedrela odorata* en Colombia. vol. 9, no. 2, ISSN 2027-4378.
- GOULET, E., RUEDA, A. y SHELTON, A., 2005. Management of the mahogany shoot borer, *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), through weed management and insecticidal sprays in 1- and 2-year-old *Swietenia humilis* Zucc. plantations. *Crop Protection*, vol. 24, no. 9, ISSN 02612194. DOI 10.1016/j.cropro.2005.01.007.
- GRIFFITHS, M., 2001. The Biology and Ecology of *Hypsipyla* Shoot Borers. [en línea], Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/242317810>.
- GRIJPMA, P., 1971. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* Zeller. Observations on a rearing technique and on host selection behavior of adults in captivity. *Revista Turrialba* (Costa Rica), vol. 21,

- GRIJPM, P. y RAMALHO, 1973. *Toona* spp., Posibles alternativas para el problema del barrenador *Hypsipyla grandella* de las Meliaceae en América Latina. IICA Miscellaneous, vol. 101,
- GUARIGUATA, M., 2009. El manejo forestal en el contexto de la adaptación al cambio climático. *Revista de Estudios Sociales*.
- GUARIGUATA, M.R., ARCE, J., AMMOUR, T. y CAPELLA, J.L., 2017. Las plantaciones forestales en Perú.
- GUERRA, T., 2015. Bioestadística [en línea]. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México. [consulta: 19 marzo 2024]. ISBN 9786070261015. Disponible en: <https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/publicaciones/libros/cbiologicas/libros/Bioestadistica.pdf>.
- GUERRA-ARÉVALO, H., CELIS-ESPINOZA, D.F., DIAZ-VISITACIÓN, A.I., VÁSQUEZ-VELA, A.L.M., ARÉVALO-LÓPEZ, L.A., GARCÍA-SORIA, D.G., REVILLA-CHÁVEZ, J.M., ABANTO-RODRIGUEZ, C., ARÉVALO-GARDINI, E., DEL CASTILLO-TORRES, D. y GUERRA-ARÉVALO, W.F., 2022. *Azadirachta indica* and *Jatropha curcas* reduce the attack of *Hypsipyla grandella* Zeller in *Swietenia macrophylla* King planted in agroforestry systems. *Scientia Forestalis/Forest Sciences*, vol. 50, ISSN 14139324. DOI 10.18671/SCIFOR.V50.10.
- GUERRA-ARÉVALO, H., PÉREZ DÍAZ, E.B., VÁSQUEZ VELA, A.L.M., MENDOZA, A.C., BOLAÑOS, M.D., LÓPEZ, L.A., NETO, J.L.L.M., GUERRA ARÉVALO, W.F., SOBRAL, S.T.M. y ABANTO-RODRÍGUEZ, C., 2018. Control of *Hypsipyla grandella* Zeller larvae with *Jatropha curcas* L. Resin. *Acta Agronomica*, vol. 67, no. 3, ISSN 01202812. DOI 10.15446/acag.v67n3.68879.
- HAUXWELL, C., MAYHEW, J.E. y NEWTON, A.C., 2001. Silvicultural Management of *Hypsipyla* Species. Australian Centre for International Agricultural Research,

- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R. y MENDOZA TORRES, C.P., 2018. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. S.l.: s.n. ISBN 9781456260965.
- HILJE, L., 2020. En busca de un enfoque preventivo para el manejo del barrenador de las meliáceas (*Hypsipyla grandella*). Revista de Ciencias Ambientales, vol. 54, no. 2, ISSN 2215-3896. DOI 10.15359/rca.54-2.13.
- HILJE, L. y CORNELIUS, J., 2001. ¿Es inmanejable *Hypsipyla grandella* como plaga forestal? Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica), vol. 38,
- HODDLE, M.S., 2023. A new paradigm: proactive biological control of invasive insect pests. 2023. S.l.: Institute for Ionics.
- HOWARD, F.W. y MERIDA, M.A., 2004. El taladrador de las meliáceas, *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae).
- IAEA (ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA), [sin fecha]. Control Biológico. *Control de plagas de insectos*.
- IIAP (Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana), 2005. Proyecto Plan de Ordenamiento Territorial de la provincia de Tahuamanu del departamento de Madre de Dios (Acuerdo KD 16 – Convenio IIAP-WWF) Propuesta de Zonificación Ecológico-Económica de la Provincia de Tahuamanu de la Región Madre De Dios Clima. [en línea]. Iquitos: [consulta: 8 febrero 2022]. Disponible en: <http://www.iiap.org.pe/>.
- IIAP (Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana), 2006. Proyecto Plan de Ordenamiento Territorial de la provincia de Tahuamanu del departamento de Madre de Dios (Acuerdo KD 16 – Convenio IIAP-WWF) PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN ECOLÓGICO-ECONÓMICA DE LA PROVINCIA DE TAHUAMANU DE LA REGIÓN MADRE DE DIOS FISIOGRAFÍA. [en línea]. Iquitos: [consulta: 8 febrero 2022]. Disponible en: <http://www.iiap.org.pe/>.
- INAB (Instituto Nacional de Bosques), 2017. *Cedrela odorata* paquete tecnológico forestal. Guatemala:

- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática), 2021. Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales 2021 [en línea]. Lima: s.n. [consulta: 8 julio 2022]. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1827/libro.pdf.
- JULCA, A., BORJAS, R., ALVARADO, L., JULCA, N., CASTRO, V. y BELLO, S., 2019. Relación entre la incidencia y la severidad de la roya del café (*Hemileia vastatrix*) en San Ramón, Chanchamayo, Perú Relationship between the incidence and severity of coffee rust (*Hemileia vastatrix*) in San Ramón, Chanchamayo, Peru. JOURNAL OF SCIENCE AND RESEARCH [en línea], vol. 4, DOI 10.5281/zenodo.3477556. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3477556>.
- JULCA, A., ECHEVARRÍA, C., LADERA, Y., BORJAS, R., CRUZ, R., BELLO, S. y CRESPO, R., 2013. Una revisión sobre la roya del café (*Hemileia vastatrix*) algunas experiencias y recomendaciones para el Perú. *IRD Selva - UNALM*,
- LÓPEZ, W., 2012. Incidencia del ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller (1919) (Lepidoptera: Pyralidae) barrenador de las meliaceas en plantas de *Swietenia macrophylla* «caoba» dentro de un sistema agroforestal establecido en Yurimaguas. S.I.: Universidad Nacional de San Martín.
- MADRIGAL, A., 2003. Insectos forestales de Colombia. Biología, hábitos, ecología y manejo cultivo de tejidos vegetales. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- MAYHEW, J.E. y NEWTON, A.C., 1998. The silviculture of mahogany. CABI Publications, Wallingfor, UK,
- MAYORGA, V., 2023. Potencial uso de feromonas para el control de plagas en el sector agrícola. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- MENA, J.L. y GERMANÁ, C., 2016. Diversidad biológica del sudeste de la Amazonía Peruana: avances en la investigación. [en línea]. S.I.: [consulta:

3 enero 2023]. Disponible en:
<https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/biodiversidad.pdf>.

MERO JALCA, O., GARCIA ÁVILA, E., PALMA PONCE, R. y SOLÓRZANO ZAMBRANO, L., 2021. Control orgánico de *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) en una plantación de *Swietenia macrophylla* King. [en línea], vol. 7, no. 5, DOI 10.23857/dc.v7i5.2258. Disponible en: <http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index>.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego), 2018. Acciones 2018 Comisión Multisectorial Permanente de Lucha contra la Tala Ilegal.

MINAM (Ministerio del Ambiente), 2015. Mapa Nacional de Cobertura Vegetal. [en línea]. Lima: [consulta: 3 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/MAPA-NACIONAL-DE-COBERTURA-VEGETAL-FINAL.compressed.pdf>.

MITIDIÉRI, M.S. y POLACK, L.A., 2012. Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas, enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento. [en línea]. Buenos Aires: 22. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/sanpedro>.

MORALES, J., GUTIÉRREZ, F., DÍAZ, F., PEREIRA, C., GONZÁLES, R. y VALERA, N., 1999. Manual De Entomología Económica. Manual de Entomología Económica. Venezuela:

NEILL, D. y REVELO, N., 1998. Silvicultural trials of mahogany (*Swietenia macrophylla*) interplanted with two Inga species in Amazonian Ecuador. *The Royal Botanical Gardens*.

NEWTON, A.C., CORNELIUS, J.P., MESÉN, J.F., COREA, E.A. y WATT, A.D., 1998. Variation in attack by the mahogany shoot borer *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae), in relation to host growth and phenology. *Bulletin of Entomological Research*, vol. 88,

O'HARA, K.L., 2001. What is close-to-nature silviculture in a changing world? *Forestry*, vol. 89, no. 1, ISSN 14643626. DOI 10.1093/forestry/cpv043.

- OPUNI-FRIMPONG, E., KARNOSKY, D.F., STORER, A.J. y COBBINAH, J.R., 2008. Silvicultural systems for plantation mahogany in Africa: Influences of canopy shade on tree growth and pest damage. *Forest Ecology and Management*, vol. 255, no. 2, ISSN 03781127. DOI 10.1016/j.foreco.2007.09.078.
- ORELLANA NÚÑEZ, M.A., 1997. Desarrollo de un Sistema de Cultivo In Vitro para los Explantes Nodales de Caoba (*Swietenia macrophylla*. King). S.I.: CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza).
- OSINFOR (Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre), 2017. Fichas de Identificación de Especies Forestales Maderables y Silvicultura Tropical. Ucayali: SERIE A N°01.
- OTZEN, T. y MANTEROLA, C., 2017. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio Sampling Techniques on a Population Study. *Int. J. Morphol*, vol. 35, no. 1,
- PÉREZ CONSUEGRO, N., 2004. Manejo Ecológico de Plagas. Mayo 2004. La Habana, Cuba: Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural-CEDAR. Universidad Agraria de La Habana Autopista Nacional, km 23, San José, La Habana, Cuba. ISBN 9592460833.
- PÉREZ-SALICURP, D.R. y ESQUIVEL, R., 2008. Tree infection by *Hypsipyla grandella* in *Swietenia macrophylla* and *Cedrela odorata* (Meliaceae) in Mexico's southern Yucatan Peninsula. *Forest Ecology and Management*, vol. 255, DOI 10.1016/j.foreco.2007.09.054.
- PIOTTO, D., VÍQUEZ, E., MONTAGNINI, F. y KANNINEN, M., 2004. Pure and mixed forest plantations with native species of the dry tropics of Costa Rica: a comparison of growth and productivity. *Forest Ecology and Management*, vol. 190, DOI 10.1016/j.foreco.2003.11.005.
- QUEZADA, E., LOPEZ, L. y HIGGINS, D., 2017. Protective Agriculture Production Series: Plant density recommendations. [en línea]. Virginia: [consulta: 26 junio 2023]. Disponible en:

https://www.pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs_ext_vt_edu/spes/spes-474/SPES-474.pdf.

- QUIJANO M, T., CAAMAL M, A., CASTILLO C, J. y RAMÍREZ A, L., 2011. Memorial del XV Simposio Nacional de Parasitología Forestal [en línea]. Primero Edición. OAXACA: s.n. [consulta: 19 agosto 2022]. ISBN 9786077533849. Disponible en: https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LI_IntGenAmb/Juana_Fons/8.pdf.
- RAVEN, P.H., EVERT, R.F. y EICHHORN, S.E., 2014. Capítulo 6: Respiración. En: REVERTÉ (ed.), *Biología Vegetal*. 8. Barcelona: s.n., ISBN 9788429170159.
- REYNEL, C., PENNINGTON, T., PENNINGTON, R., DAZA, A. y FLORES, C., 2003. Árboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos; un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. *Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería*. Lima (Perú), 2003.
- RIVERA, M.C. y WRIGHT, E.R., 2020. Apuntes de Patología Vegetal Fundamentos y prácticas para la salud de las plantas. 1. Buenos Aires: s.n. ISBN 978-987-3738-30-2.
- RODRÍGUEZ, L., 1999. Análisis de crecimiento de caoba *Swietenia macrophylla* King asociada con tres diferentes especies de *Inga spp.* en la región tropical húmeda de Costa Rica. Guácimo, Costa Rica: EARTH.
- ROJAS, J.C., 2012. El papel del estímulo químico durante la búsqueda de hospedero por lepidópteros herbívoros. En: J.C. ROJAS y E.A. MALO (eds.), *Temas Selectos de Ecología Química de Insectos* [en línea]. Tapachuela de Córdova y Ordóñez, Chiapas, México: El Colegio de la Frontera Sur, pp. 287-314. [consulta: 13 diciembre 2023]. Disponible en: <https://biblioteca.ecosur.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=000037255>.

- SAMAYOA JUÁREZ, J.O. y SÁNCHEZ GARITA, V., 2000. Enfermedades foliares en café orgánico y convencional. Manejo Integrado de Plagas, vol. 58,
- SANDS, D. y MURPHY, ST., 2001. Prospects for Biological Control of *Hypsipyla* spp. with insect agents. Australian Centre for International Agricultural Research.
- SANTOS, A., BARRIOS, H.E., GABRIEL, O. y CH, L., 2015. Bioecología de *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) e incidencia en *Cedrela odorata* L. (Meliaceae), Panamá. Centros [en línea], vol. 4, ISSN 2304-604X. Disponible en: http://www.latindex.unam.mx/buscador/ficPais.html?opcion=1&clave_pais=33.
- SANTOS, A., BARRIOS, H.E. y LÓPEZ, O.G., 2015. Bioecología de *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) e incidencia en *Cedrela odorata* L. (Meliaceae), Panamá. Revista Científica Centros [en línea], vol. 4, no. Edición Especial, Disponible en: <file:///C:/Users/52899/Downloads/Hypsipylagrandella.pdf>.
- SCHOONHOVEN, L.M., VAN LOON, B., VAN LOON, JJ. y DICKE, M., 2005. Insect plant biology [en línea]. 2. Oxford, U.K.: Oxford University Press. [consulta: 12 diciembre 2023]. ISBN 9780198525950. Disponible en: <https://research.wur.nl/en/publications/insect-plant-biology>.
- SELFA, J. y ANENTO, J.L., 1997. Plagas agrícolas y forestales. Los Artrópodos y el Hombre, vol. 20,
- SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre), 2015. *Ley Forestal y De Fauna Silvestre N° 29763 y Sus Reglamentos*. 2015. Perú: s.n.
- SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre), 2016. Cartilla de precios de productos y servicios forestales. [en línea]. Lima: Disponible en: www.cnf.org.pe.

- SILVA, L.M. y RESTREPO, S., 2012. Flora apícolas: determinación de la oferta floral apícola como mecanismo para optimizar producción, diferenciar productos de la colmena y mejorar la competitividad. Bogotá
- SOTO, F., HILJE, L., MORA, G.A., AGUILAR, M.E. y CARBALLO, M., 2007. Actividad sistémica de extractos de plantas en plántulas de *Cedrela odorata* (Meliaceae) y su actividad biológica en las larvas de *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Agricultural and Forest Entomology*, vol. 9,
- TAVARES DE CASTRO, M., 2016. Controle biológico de *Hypsipyla grandella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) e novos relatos de ácaros e fungos em mogno (*Swietenia macrophylla* King) em Brasília/DF [en línea]. S.I.: Universidade de Brasília. Disponible en: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/22086/3/2016_MarceloTavare_sCastro.pdf.
- THE AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY (APS), [sin fecha]. ¿Qué es la fitopatología o patología vegetal? [en línea]. [consulta: 4 febrero 2024]. Disponible en: <https://www.apsnet.org/about/Pages/SpanishTranslation.aspx>.
- TREE CARE BLOG, 2023. Difference Between a Branch and a Limb. [en línea]. [consulta: 16 agosto 2023]. Disponible en: <https://www.gotreequotes.com/branch-vs-limb/>.
- VEGA, M., 2001. Etnobotánica de la Amazonia Peruana [en línea]. S.I.: ABYA-YALA. [consulta: 3 enero 2023]. vol. 1. ISBN 9978047298. Disponible en: https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=1306&context=abya_yala.
- YAMAZAKI, S., TAKETANI, A., FUJITA, K., VASQUES P., C. y IKEDA, T., 1990. Ecology of *Hypsipyla grandella* and its seasonal changes in population density in Peruvian Amazon Forest. *JARQ. Japan Agricultural Research Quarterly*, vol. 24, no. 2, ISSN 0021-3551.

YEW, J.Y. y CHUNG, H., 2015. Insect pheromones: An overview of function, form, and discovery. 29 junio 2015. S.I.: Elsevier Ltd.

ZOOLOGY NOTES, 2019. Damages Caused by Pests: 3 Types. [en línea]. [consulta: 16 agosto 2023]. Disponible en: <https://www.notesonzoology.com/pest-management/damages-caused-by-pests-3-types/59>.

ANEXO 1. Matriz de consistencia

Título: “EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE ATAQUE DE *Hypsipyla grandella* EN TRES ARREGLOS DE PLANTACIONES MIXTAS DE *Swietenia macrophylla* – Nueva Esperanza, Madre de Dios”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES/ INDICADORES	MÉTODO
¿Cuál será la incidencia de ataques de <i>Hypsipyla grandella</i> en tres arreglos de plantaciones mixtas de <i>Swietenia macrophylla</i> – Nueva Esperanza, Madre de Dios?	Evaluar la incidencia de ataque del barrenador <i>Hypsipyla grandella</i> en tres arreglos de plantaciones mixtas de <i>Swietenia macrophylla</i> – Nueva Esperanza, Madre de Dios.	La evaluación de la incidencia de ataques de <i>Hypsipyla grandella</i> en tres arreglos de plantaciones mixtas de <i>Swietenia macrophylla</i> – Nueva Esperanza, Madre de Dios; permitirá describir el comportamiento de la plaga bajo el manejo silvicultural propuesto.	<p>Variable Dependiente: La incidencia de ataques de <i>Hypsipyla grandella</i>.</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número de ataques (activos, presencia de secreciones o cicatrices) total de <i>Hypsipyla grandella</i> en individuos de <i>Swietenia macrophylla</i> • Número de ataques (activos, presencia de secreciones o cicatrices) de <i>Hypsipyla grandella</i> en una parte anatómica vegetal específico de <i>Swietenia macrophylla</i>. • Número de ataques (activos, presencia de secreciones o cicatrices) de <i>Hypsipyla grandella</i> en el estrato bajo (<1.5m) del eje de <i>Swietenia macrophylla</i>. • Número de ataques (activos, presencia de secreciones o cicatrices) de <i>Hypsipyla grandella</i> en el estrato alto (>1.5m) del 	<p>Tipo: Descriptivo, inferencial Diseño: Transversal Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Población y Muestra: Se realizará un muestreo no probabilístico a conveniencia del investigador.</p> <p>Método:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicación de estadística descriptiva para conocer los estimadores de la incidencia de ataques de <i>Hypsipyla grandella</i> sobre <i>Swietenia macrophylla</i>. Estimadores de tendencia central: Promedio (\bar{X}), Medidas de dispersión: Desviación estándar (σ), 2. Aplicación de estadística inferencial análisis de varianza (ANOVA) al 5% de probabilidad de error
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<p>P.E.1. ¿Cuán diferente es la incidencia de ataques de <i>Hypsipyla grandella</i> sobre individuos de <i>Swietenia macrophylla</i>, respecto al tipo de arreglo de plantación mixta empleado?</p> <p>P.E.2. ¿Qué diferencia habrá en la incidencia de ataques de <i>Hypsipyla grandella</i> sobre <i>Swietenia macrophylla</i>, según la parte anatómica evaluada (ápice y ramas), respecto al tipo de arreglo de plantación mixta empleado?</p> <p>P.E.3 ¿Cuán diferente es la incidencia de ataques de <i>Hypsipyla grandella</i> sobre <i>Swietenia macrophylla</i></p>	<p>O.E.1. Calcular y comparar la incidencia total de ataques de <i>Hypsipyla grandella</i> sobre <i>Swietenia macrophylla</i> entre los tipos de arreglos de plantación mixta empleados?</p> <p>O.E.2. Cuantificar la incidencia de ataques de <i>Hypsipyla grandella</i> sobre las partes anatómicas vegetativas de <i>Swietenia macrophylla</i> entre los tipos de arreglos de plantación mixta.</p> <p>O.E.2. Evaluar y comparar la incidencia de ataques de <i>Hypsipyla grandella</i> respecto a las alturas en las que se registra en <i>Swietenia macrophylla</i>.</p>			

<p>respecto a las alturas en las que se evidenció la presencia?</p>			<p>eje de <i>Swietenia macrophylla</i>. Variable Independiente: Tipo de arreglo de plantación mixta de <i>Swietenia macrophylla</i>. Indicadores Arreglo 1: <i>Dipteryx odorata</i> + <i>Swietenia macrophylla</i> Arreglo 2: <i>Calophyllum brasiliense</i> + <i>Swietenia macrophylla</i> Arreglo 3: <i>Bixa orellana</i> + <i>Swietenia macrophylla</i></p>	
---	--	--	---	--

ANEXO 1. Formato de plagas y enfermedades adaptado para el estudio con los datos recolectados en campo

Tipo de Arreglo	Ataque en eje	Ataque en rama	Ataque en apice	Altura Del primer ataque	Altura del segundo ataque	Altura del tercer ataque	Altura del cuarto ataque	Altura de ataque en ramas	Altura de ataque en ápice	N° de ataques	N° de brotes	Altura máxima de ataque en el eje	TalloDicotomico Estrat o Bajo Estrat o Alto Estrat o Alto Estrat o Bajo Estrat o Bajo Estrat o Alto Estrat o Bajo Estrat o Alto Estrat o Bajo Estrat o Alto
P 1	2	1	0	0.22	1	0	0	1.24	0	3	4	1	o Bajo
P 1	4	0	0	0.17	1.9	3	3.45	0	0	4	3	3.45	o Alto
P 1	3	0	1	0.14	2.67	3.3	0	0	4	4	5	3.3	o Alto
P 1	2	0	0	0.1533	3.02	0	0	0	0	2	5	3.02	o Alto
P 1	1	0	1	0.131	0	0	0	0	4.4	2	4	0.131	o Bajo
P 1	0	0	1	0	0	0	0	0	3.5	1	3	0	o Bajo
P 1	2	1	1	0.4	3	0	0	3.17	3.95	4	5	3	o Alto
P 1	0	0	1	0	0	0	0	0	0.7	1	2	0	o Bajo
P 1	2	0	1	3.7	4.14	0	0	0	5.1	3	5	4.14	o Alto
P 1	1	0	1	0.265	0	0	0	0	4.34	2	4	0.265	o Bajo
P 1	2	1	1	0.2387	0.7103	0	0	2.72	1.82	4	6	0.7103	o Bajo
P 2	2	1	0	0.8372	1.9	0	0	3.4	0	3	9	1.9	o Alto

P 2	2	1	1	0.23	2.08	0	0	5.09	4.23	4	10	2.08	Estrat o Alto
P 2	2	0	1	0.28	1.02	0	0	0	3.23	3	5	1.02	Estrat o Bajo
P 2	1	0	1	2.7	0	0	0	0	3.83	2	4	2.7	Estrat o Alto
P 2	0	1	1	0	0	0	0	1.88	1.83	2	3	0	Estrat o Bajo
P 2	3	0	1	0.15	1.4	2.7	0	0	3	4	7	2.7	Estrat o Alto
P 2	2	0	1	0.39	1.57	0	0	0	2.02	3	5	1.57	Estrat o Alto
P 2	1	1	1	0.21	0.8306	0	0	2.34	1.81	3	5	0.8306	Estrat o Bajo
P 2	0	0	1	0	0	0	0	0	3.19	1	2	0	Estrat o Bajo
P 2	3	0	1	0.45	1.67	2.35	0	0	5.21	4	8	2.35	Estrat o Alto
P 2	4	0	1	0.2	0.39	2.04	2.65	0	3.2	5	9	2.65	Estrat o Alto
P 3	0	0	1	0	0	0	0	0	3.91	1	2	0	Estrat o Bajo
P 3	1	0	1	2.2	0	0	0	0	4.8	2	5	2.2	Estrat o Alto
P 3	2	0	1	0.24	4.2	0	0	0	4.94	3	4	4.2	Estrat o Alto
P 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Estrat o Bajo
P 3	2	1	1	0.16	1.6	0	0	2.93	2.65	4	6	1.6	Estrat o Alto
P 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Estrat o Bajo

P 3	1	0	1	2.8	0	0	0	0	0	4	2	5	2.8	Estrat o Alto
P 3	2	0	0	0.7	3.04	0	0	0	0	0	2	4	3.04	Estrat o Alto
P 3	1	0	1	1.07	0	0	0	0	0	3.97	2	4	1.07	Estrat o Bajo
P 3	2	0	0	0.2	2.48	0	0	0	0	0	2	4	2.48	Estrat o Alto
P 3	2	0	0	1.03	3	0	0	0	0	0	2	5	3	Estrat o Alto

ANEXO 2. Fotografías

Fotografía N° 1 Medición de la parcela de estudio



Fotografía N° 2 Etiquetado de los individuos a evaluar



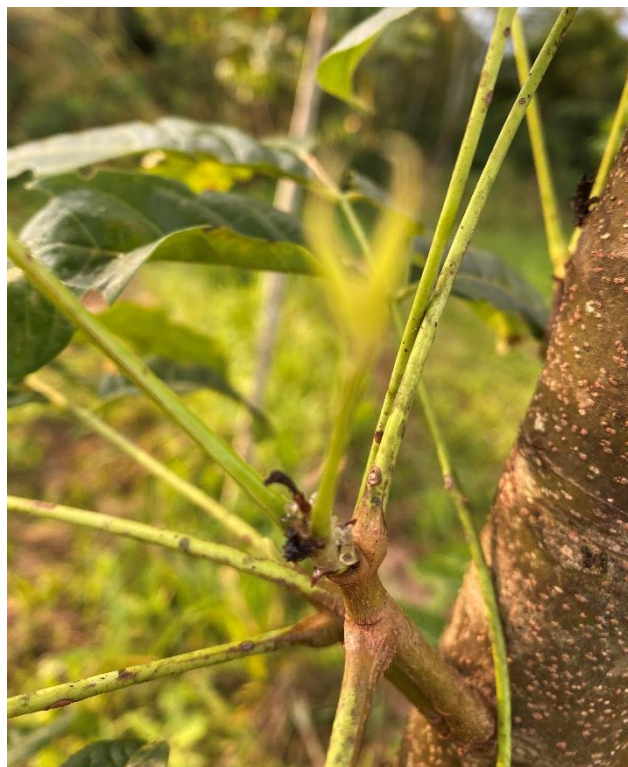
Fotografía N° 3 Presencia de galerías de *H. grandella*.



Fotografía N° 4 Presencia de galerías de *H. grandella*.



Fotografía N° 5 Ápice de *S. macrophylla* con evidencia de ataque de *H. grandella*



Fotografía N° 6 Evidencia de ataque en brote joven



Fotografía N° 7 Individuo de *S. macrophylla*



Fotografía N° 8 Evidencia de ataque en el ápice

Fotografía N° 9 Evidencia de ataque en el ápice



Fotografía N° 10 Evidencia de ataque en el ápice



Fotografía N° 11 Limpieza de la parcela para hacer las mediciones respectivas

Fotografía N° 12 Ejemplar de *S. macrophylla* sano