



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Efecto de extractos vegetales en el control de *Hypsipyla grandella* Zéller,
establecido bajo sistemas agroforestales con caoba (*Swietenia macrophylla* King)**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

Angela Rosario Tapullima Ishuiza

ASESOR:

Ing. M.Sc. Manuel Santiago Doria Bolaños

CO-ASESOR:

Ing. M.Sc. Héctor Guerra Arévalo

Tarapoto – Perú

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Efecto de extractos vegetales en el control de *Hypsipyla grandella* Zéller,
establecido bajo sistemas agroforestales con caoba (*Swietenia macrophylla* King)**

AUTOR:


Angela Rosario Tapullima Ishuiza

Sustentada y aprobada el día 17 de setiembre del 2020, ante el honorable jurado



Dr. Agustín Cerna Mendoza

Presidente



Ing. M.Sc. Segundo Dario Maldonado Vásquez

Secretario



Ing. M.Sc. Marvin Barrera Lozano

Vocal



Ing. M.Sc. Manuel Santiago Doria Bolaños

Asesor

Declaratoria de autenticidad

Angela Rosario Tapullima Ishuiza, con DNI N° 70818075, egresada de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de AGRONOMÍA de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Efecto de extractos vegetales en el control de *Hypsipyla grandella* Zéller, establecido bajo sistemas agroforestales con caoba (*Swietenia macrophylla* King)**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 17 de setiembre del 2020



Angela Rosario Tapullima Ishuiza

DNI N° 70818075



Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

| | | | |
|----------------------|----------------------------------|-----------|---------------|
| Apellidos y nombres: | Tapullima Ishuiza Angala Rosario | | |
| Código de alumno : | 70818075 | Teléfono: | 962691620 |
| Correo electrónico : | arotai_28@hotmail.com | | DNI: 70818075 |

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

| | |
|-------------------------|-------------------|
| Facultad de: | Ciencias Agrarias |
| Escuela Profesional de: | Agronomía |

3. Tipo de trabajo de investigación

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Tesis | <input checked="" type="checkbox"/> | Trabajo de investigación | <input type="checkbox"/> |
| Trabajo de suficiencia profesional | <input type="checkbox"/> | | |

4. Datos del Trabajo de investigación

| | |
|---------------------|--|
| Título : | Efecto de extractos vegetales en el control de <i>Hypsipyla grandella</i> Zeller, establecido bajo sistemas agroforestales con caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> King). |
| Año de publicación: | 2020 |

5. Tipo de Acceso al documento

| | | | |
|-----------------------|-------------------------------------|---------|--------------------------|
| Acceso público * | <input checked="" type="checkbox"/> | Embargo | <input type="checkbox"/> |
| Acceso restringido ** | <input type="checkbox"/> | | |

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

| |
|--|
| |
| |

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

03 / 06 / 2022



***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

A mis padres Abelardo Tapullima y María Dolores Ishuiza, con mucho esfuerzo, valentía y coraje, pusieron su apoyo hacia mi persona con el fin de verme progresar y cumplir mi meta.

A mis hermanos Lloy, Abel, Neiser, Lleny, Juan, Fredy y Erika por regalarme ese momento de nostalgia y aliento durante el transcurso de mi formación profesional. A mis colegas y amigos, por brindarme la alegría de tenerlos y por la confianza en los momentos necesitados

Agradecimiento

Al Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA)- Banco Mundial, por financiar la presente tesis en el marco del proyecto: Desarrollo de tecnologías apropiadas para el control de (*Hypsipyla grandella* Zéller) en plantaciones de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en la amazonía peruana. A las entidades colaboradoras, Universidad Nacional de San Martín- Tarapoto (UNSM-T), e Instituto de Cultivos Tropicales (ICT) y a la entidad ejecutora, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).

Al Ing. Manuel Doria Bolaños asesor principal y al Ing. Héctor Guerra Arévalo, co-asesor y gestor del proyecto de tesis, investigador principal y coordinador general del proyecto (Desarrollo de tecnologías apropiadas para el control de (*Hypsipyla grandella* Zéller), en plantaciones de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en la Amazonía peruana).

Índice general

| | Pág. |
|--|-------------|
| DEDICATORIA | vi |
| AGRADECIMIENTO | vii |
| INDICE GENERAL | viii |
| ÍNDICE DE TABLAS | ix |
| ÍNDICE DE FIGURAS | x |
| RESUMEN | xi |
| ABSTRACT | xii |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 3 |
| 1.1. Antecedentes | 3 |
| 1.2. Fundamento teórico científico | 5 |
| CAPÍTULO II: MATERIAL Y MÉTODOS | 17 |
| 2.1. Tipo y nivel de investigación | 17 |
| 2.2. Diseño de investigación | 17 |
| 2.3. Población y muestra | 17 |
| 2.4. Técnica e instrumento de recolección de datos | 17 |
| 2.5. Técnicas de procesamiento de datos | 25 |
| CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 26 |
| 3.1. Resultados | 26 |
| 3.2. Discusión | 31 |
| CONCLUSIONES | 38 |
| RECOMENDACIONES | 39 |
| BIBLIOGRAFÍA | 40 |
| ANEXOS | 48 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Análisis de varianza del ataque de larvas (datos transformados por \sqrt{x}) | 26 |
| Tabla 2. Análisis de varianza de la posición de ataque en el tallo (datos transformados por \sqrt{x}) | 27 |
| Tabla 3. Análisis de varianza de la posición de ataque en las hojas (datos transformados por \sqrt{x}) | 28 |
| Tabla 4. Análisis de varianza de la posición de ataque en el ápice (datos transformados por \sqrt{x}) | 28 |
| Tabla 5. Análisis de Varianza de mortandad de larvas (datos transformados por \sqrt{x}) | 29 |
| Tabla 6. Costo en nuevos soles de aplicación por hectárea en intervalo de 3 días durante 1 mes en densidad de 5 x 5 | 30 |
| Tabla 7. Ventajas y desventajas de las aplicaciones de extractos vegetales de Azadirachta indica, Simarouba amara, Jatropha curcas | 37 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Instalación del ensayo en laboratorio | 24 |
| Figura 2. Proceso de crianza de <i>H. grandella</i> | 22 |
| Figura 3. Proceso de extracción del extracto madre | 23 |
| Figura 4. Proceso de instalación del ensayo | 24 |
| Figura 5. Test de Tukey para el efecto de los extractos en el (%) de ataque de larvas en la planta | 27 |
| Figura 6. Test de Tukey para la Posición de ataque de larvas en diferentes partes de la planta | 29 |
| Figura 7. Test de Tukey para el Porcentaje de mortandad de larvas con aplicación de extractos | 30 |

Resumen

En la investigación se determinó el efecto de 03 extractos vegetales, nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), marupa (*Simarouba amara* Aubl) y piñón blanco (*Jatropha curcas* L.) en el control de *Hypsipyla grandella* Zéller. En fase inicial laboratorio se realizaron bioensayos con 03 sustancias acuosas de plantas biocidas, las larvas del III instar de *Hypsipyla grandella* Zéller fueron alimentadas con discos foliares de caoba impregnados a concentraciones (10; 20; 30; 40, 50 y 60%) de las sustancias. Del bioensayo se notó que *Azadirachta indica* A. Juss y *Jatropha curcas* L. a una concentración de 40% mostraron resultados significativos en las larvas, y *Simarouba amara* Aubl. a 60% de concentración. Estas dosis fueron aplicadas en campo a plantas de caoba establecidos en sistema agroforestal con cacao con diseño de bloques completamente al azar (DBCA) a 30 plantas por cada tratamiento, donde se evaluó la variable efecto de extractos. Para el experimento, en cada planta se colocó larvas del *Hypsipyla grandella* Zéller del III instar en brotes tiernos tratadas anteriormente con concentraciones de 40% *Azadirachta indica* L. y *Jatropha curcas*, y 60% *Simarouba amara* Aubl, las larvas proceden de la crianza en laboratorio. El extracto de *Jatropha curcas* L. a una concentración de 40% obtuvo 6,31% de ataque, en comparación a los demás extractos, el control de larvas de *Hypsipyla grandella* Zéller en caoba se logra mediante la aplicación de extracto de *Jatropha curcas*, los cuales también actúa como inhibidor de la alimentación en las larvas.

Palabras claves

Hypsipyla grandella Zéller, biocidas, *Azadirachta indica* A. Juss, *Jatropha curcas* L, *Simarouba amara* Aubl, caoba

Abstract

The research determined the effect of 03 plant extracts, neem (*Azadirachta indica* A. Juss.), marupa (*Simarouba amara* Aubl) and physic nut tree (*Jatropha curcas* L.) on the control of *Hypsipyla grandella* Zéller. In the initial laboratory phase, bioassays were conducted with 03 aqueous substances of biocidal plants, the larvae of the III instar of *Hypsipyla grandella* Zéller were fed with mahogany leaf discs impregnated with concentrations (10; 20; 30; 40, 50 and 60%) of the substances. The bioassay showed that *Azadirachta indica* A. Juss and *Jatropha curcas* L. at a concentration of 40% showed significant results on larvae, and *Simarouba amara* Aubl. at a concentration of 60%. These doses were applied in the field to mahogany plants established in an agroforestry system with cocoa in a completely randomized block design (CRBD) with 30 plants for each treatment, where the variable effect of extracts was evaluated. For the experiment, *Hypsipyla grandella* Zéller III instar larvae were placed in each plant on tender shoots previously treated with concentrations of 40% *Azadirachta indica* L. and *Jatropha curcas*, and 60% *Simarouba amara* Aubl, the larvae came from laboratory rearing. The extract of *Jatropha curcas* L. at a concentration of 40% obtained 6.31% of attack, compared to the other extracts, the control of larvae of *Hypsipyla grandella* Zéller in mahogany is achieved through the application of *Jatropha curcas* extract, which also acts as a feeding inhibitor in the larvae.

Key words: *Hypsipyla grandella* Zéller, biocides, *Azadirachta indica* A. Juss, *Jatropha curcas* L, *Simarouba amara* Aubl, mahogany



Introducción

Los bosques en el Perú no solo comprenden a los bosques tropicales en la región amazónica, sino también a los bosques secos de la costa y a los bosques nativos de la sierra, considerados más frágiles y amenazados. Sin embargo, la mayor atención está siendo dirigida hacia los bosques Amazónicos, particularmente por la extracción selectiva de la madera, ya que la especie de mayor valor comercial es la caoba (SERFOR y FAO, 2017) debido a esta extracción descontrolada e ilegal en noviembre del 2002 en la conferencia de las partes de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre -CITES a través de su autoridad administrativo y científica hizo que se incluyera en su listado de especies nativas de flora, considerando que la especie está amenazada en su supervivencia y que es necesario tomar medidas correctivas para evitar su extracción, además es una especie con mayor demanda y valor económico en el mundo.

Es por ello que se han promovido áreas con plantaciones de *Swietenia macrophylla* King sin embargo en el establecimiento en campo definitivo se han enfrentado a una serie de plagas y enfermedades que han afectado su desarrollo. La principal plaga es la “polilla barrenadora” *Hypsipyla grandella* Zéller conocido como barrenador de las meliáceas. Esta plaga ataca desde el inicio de crecimiento de la planta o cuando está alcanzando una altura aproximada de 5 m. El daño más severo ocurre cuando una larva perfora en el brote terminal de la planta y produce la pérdida total de esta. También causa daño cuando rompe la dominancia apical, dando por resultado una ramificación lateral excesiva, (Howard y Meerow, 1993), citado por (Howard y Merida, 2004).

En este contexto surgen esfuerzos con el fin de estudiar a *Hypsipyla grandella* Zéller cuyos aportes fueron sobresalientes en el conocimiento biológico y ecológico de dicha plaga, así como en numerosas opciones para su manejo, incluyendo el mejoramiento genético, silvicultural y biológico. Sin embargo, a pesar de estos aportes, el manejo y control de *Hypsipyla grandella* Zéller todavía está en inicios es decir se necesita de grandes esfuerzos de investigaciones para alcanzar el manejo sostenible de las plantaciones de caoba (Hilje y Cornelius, 2001).

En el presente trabajo de investigación se planteó la Hipótesis de que el efecto de los extractos vegetales si influye en el control de *Hypsipyla grandella* Zéller establecidos bajo sistemas agroforestales con caoba (*Swietenia macrophylla* King). Del mismo modo la

variable planteada fue, efecto de la aplicación de extractos y los indicadores fueron porcentaje de ataque de larvas, porcentaje de la posición de ataque de larvas en tallo, hoja, pice y porcentaje de mortandad de larvas. En el proceso de investigación se desarrollaron dos metodologías principales, crianza masiva de *Hypsipyla grandella* Zéller siguiendo el modelo de Vargas *et al.* (2001) y la preparación de extractos vegetales siguiendo el modelo de (Sánchez, Abanto y Casas, 2015).

La investigación planteo los siguientes objetivos; determinar el efecto de 3 extractos vegetales optimizados y valorar comparativamente el uso de nim (*Azadirachta indica* Juss.), marupa (*Simarouba amara* Aubl) y piñón blanco (*Jatropha curcas* L.) en el control de *Hypsipyla grandella* Zéller.

El informe está compuesto por: Capítulo I donde se menciona el fundamento teórico y los antecedentes; Capítulo II se menciona tipo y nivel de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumento de recolección de datos, componentes del estudio y técnicas de procesamiento de datos; Capítulo III se menciona los resultados y las discusiones.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes

Mancebo, (1998) estudió el efecto de la alimentación y sobrevivencia de las larvas de *Hypsipyla grandella* con 29 extractos de origen vegetal, incluyendo extractos crudos y productos comerciales. Inicialmente realizaron un tamizado con 29 sustancias, luego trabajaron solo con 6 sustancias como extractos de madera y follaje de (*Quassia amara*, Simaroubaceae), ruda (*Ruta graveolens*, Rutaceae), tacaco cimarrón (*Sechium pittieri*, Cucurbitaceae), Azatín y Nim, realizaron un bioanálisis con concentraciones (0,1; 0,316; 1,0; 3,162 y 10,00 %), posteriormente se efectuó el experimento en el invernadero con larvas de *H. grandella* Zéller en brotes de los cedros, dando como resultado que el azatín y el tacaco cimarrón todas sus concentraciones dieron mortalidad directa a la larva de *H. grandella* Zéller.

Mancebo, Hilje, Mora y Salazar, (2002) evaluaron la actividad biológica de dos productos de Nim (Azatin y Nim 80) en larvas de brotes de caoba, las larvas de *H. grandella* del tercer estadio se expusieron durante 24 h a discos de hojas de *Cedrela odorata* sumergidas en varias disoluciones de tratamiento de cada producto formulado (0,1; 0,32; 1,0; 3,20 y 10,00%). Los resultados obtenidos señalan que Azatin causó una rápida toxicidad directa y Nim 80 actuó como un disruptor del crecimiento, especialmente en las tres concentraciones más altas (1,0; 3,20 y 10,00%) en ambos casos. En el caso de Nim 80, las larvas murieron porque no pudieron deshacerse de sus exuvia al mudar al cuarto estadio.

Soto, (2000) estudió el efecto fagodisuasivo de fracciones acuosas, metanólicas y etéreas de un extracto de la madera de (*Quassia amara*) sobre larvas de *H. grandella* Zéller, así como también la actividad sistémica de extractos de “hombre grande”, follaje de “ruda” (*Ruta graveolens*), frutos de “tacaco cimarrón” (*Sechium pittieri*) y un producto comercial (Azatín) derivado de las semillas de “nim” (*Azadiractina indica*). De ambos experimentos se seleccionaron la fracción metanólica y la etérea. Estas se expusieron a discos impregnados con concentraciones crecientes de la fracción metanólica (0,00625; 0,02; 0,0625; 0,2 y 0,625%) y de la fracción etérea (0,0014; 0,0044; 0,014; 0,044 y 0,14%). El trabajo concluyó, que las fracciones metanólicas y etéreas del extracto de la madera de *Q. amara* causaron

fagodisuasión en las larvas de *H. grandella* Zéller, los extractos crudos de “hombre grande” (*Quassia amara*), “ruda” (*Ruta graveolens*) y “tacaco cimarrón” (*Sechium pittieri*), además de causar fagodisuasión en las larvas de *H. grandella* Zéller, mostraron actividad sistémica en las plantas de cedro y por último el Azatín causó mortalidad directa de las larvas de *H. grandella* Zéller y mostró actividad sistémica en las plantas de cedro.

Martínez *et al.*, (2010) indican en su trabajo Bioplaguicidas de *Azadirachta indica*, (Nim) y la poda, una alternativa para el control de *H. grandella* Zéller en plantaciones de *Cedrela odorata*, utilizando diferentes tratamientos (bioinsecticida obtenido a partir de la semilla de *Azadirachta indica* Juss (Nim), Dysiston G-10, poda y testigo). El estudio se estableció en un área de 0,12 hectáreas, con un espaciamiento de 3 x 1.5 m, bajo un diseño de bloques completos al azar, haciendo evaluaciones semanales. Como resultado de esta investigación se resalta, que los tratamientos CubaNim SM y la poda lograron un control eficiente sobre *H. grandella* Zéller, destacándose el mismo en las variables: número de ataque, número de bifurcaciones, pérdida de altura y altura de la primera bifurcación. Con esta propuesta de control se reduce el uso de plaguicidas convencionales y en época de mayor incidencia de la plaga se reducen las altas cantidades de residuos.

Mancebo, Hilje, Mora y Salazar, (2004) menciona el efecto fagodisuasivo causado por tres extractos vegetales sobre la larva de *H. grandella*: “madera” y follaje de “hombre grande” (*Quassia amara*, Simaroubaceae) y follaje de “ruda” (*Ruta graveolens*, Rutaceae). Se realizaron bioanálisis en los que se expusieron larvas del tercer instar sobre discos foliares de cedro impregnados con concentraciones crecientes (0,1; 0,136; 1,0; 3,162 y 10,0 %) de cada extracto. También se registró el porcentaje del área de disco foliar consumida y el número de larvas muertas cada 24 h. Posteriormente, los tres extractos fueron evaluados en invernadero a una concentración de 10%, colocando tres larvas del primer instar de *H. grandella* en brotes terminales de cedro tratados con cada extracto; se registró el número de perforaciones y de montículos en cada árbol. Los bioanálisis revelaron fagodisuasión causada por los tres extractos; fue mayor con la de hombre grande.

Pérez, (2018) estudió el efecto de la resina de “piñón blanco” *Jatropha curcas* Linn, en el control de la polilla barrenadora *H. grandella* Zéller, en plantaciones de “caoba” se evaluó el porcentaje de consumo de discos foliares, el porcentaje de incremento de consumo

de discos foliares, el porcentaje de sobrevivencia de larvas, el porcentaje de ataque de larvas y el porcentaje de mortandad, con cinco tratamientos (10, 20, 30, 40 % y testigo), enraizados en 1000 ml de agua. De acuerdo al análisis de varianza y las pruebas múltiples de medias de Tukey ($p = 0,05$), los resultados en la fase de laboratorio fueron estadísticamente significativo el T5: resina 40% de concentración con 18 % de consumo de discos foliares frente al resto de tratamientos, y en la validación de campo de acuerdo a los análisis estadísticos fue significativo el T5: resina 40% de concentración con un 10 % de consumo en plantaciones de caoba frente a los demás tratamientos.

Flores, (2019) estudió el efecto de cuatro plantas biocidas para controlar *H. grandella* Zéller en condiciones controladas de laboratorio. En el estudio se probaron diferentes concentraciones de extractos (10%, 20%, 30% y 40%) de Nim, Marupa, Ruda y Rosa sisa, donde evaluó consumo de discos foliares - CDF (%), Incremento de consumo de disco foliar-ICF (%), Diámetro de orificios de discos foliares-DOF (%) y Mortandad de larvas-ML (%). Las evaluaciones mostraron los siguientes resultados: Nim 40%, Marupa; 40%, Ruda 40% y Rosa sisa 20% de las concentraciones aplicadas fueron los que brindaron mejores resultados.

Guerra *et al.*, (2018) evaluó el efecto de diferentes concentraciones de resina de *Jatropha curcas* en el control de larvas de *Hypsipyla grandella* Zéller, se evaluó en tres repeticiones y 10 discos foliares de *S. macrophylla* por unidad experimental en cinco concentraciones (%) de resina de *J. curcas*: T1:0; T2: 10; T3: 20; T4: 30; y T5: 40 en tiempos de 6, 12, 18 y 24 horas en el transcurso del día, donde se midió el consumo del disco foliares-CDF (%), la mortandad - ML (%), actividad larval-AL (%). Los resultados obtenidos señalan que con 40% concentración de resina de *J. curcas* ocasiona una mortandad de 67% de *H. grandella*.

1.2. Fundamento teórico científico

1.2.1. Importancia de *Swietenia macrophylla* King como plaga

Esta especie es considerada una de las más valiosas a nivel nacional e internacional y es la que sufre una dramática disminución de su población natural desde muchos tiempos atrás, debido a la extracción, su baja regeneración natural y el ataque de la plaga conocida

como barrenador de las meliáceas *Hypsipyla grandella* Zéller ocasiona daños en las yemas apicales limitando su crecimiento y producción de las semillas (Cauch, 2004).

1.2.2. Problemática de esta especie

La caoba (*Swietenia macrophylla* King) es una especie forestal natural de los trópicos, que abarca desde México hacia Sudamérica en las regiones amazónicas de Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil (Martínez *et al.*, 2008; MINAM, 2016). Además, posee un alto valor comercial, por lo que esta especie ha sido explotada de manera indiscriminada; y a pesar de tener una gran área de distribución geográfica, su población natural, producción y manejo en el mundo se encuentra amenazada, ya que hoy, como en el pasado, los sistemas de explotación se han concentrado en la cosecha y aprovechamiento de los árboles disponibles en el bosque, y al mismo tiempo la existencia de la polilla barrenadora (*Hypsipyla grandella* Zéller) que es un problema para la regeneración natural de *S. macrophylla*. Griffiths, (2001) afirma que esta plaga prefiere a la familia de las meliáceas como hospederos para el inicio de su ciclo biológico, dejando sus huevos en los brotes o frutos.

1.2.3. Importancia de *Hypsipyla grandella* Zéller como plaga

La distribución de *H. grandella* Zéller se basa de acuerdo a sus plantas hospederas (Caoba y Cedro) pasando desde el sur de Florida hasta México desde Sinaloa hasta el Sur, y por toda Latinoamérica desde Venezuela, a través de las regiones amazónicas de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil (Howard y Mérida, 2004).

En Perú la distribución natural de la caoba comprende los departamentos de Loreto, Amazonas, San Martín, Ucayali, Huánuco, Junín, Cuzco, Madre de Dios y Puno (Trigoso *et al.*, 2002 y Martínez *et al.*, 2008).

“La larva de esta plaga ataca al menos 17 especies de la familia Meliaceae: *Cedrela mexicana*, *C. odorata*, *C. angustifolia*, *C. tonduzii*, *C. salvadorensis*, *C. fissilis*, *C. lilloi*, *C. tubiflora*, *Swietenia macrophylla*, *S. mahogoni*, *Carapa guianensis*, *C. procera*, *Guarea caoba*, *G. trichiloides*, *Khaya senegalensis*, *K. nyasica* y *Trichilia* sp (Becker, 1976)” citado por (Mancebo *et al.*, 2004). Entre ellas principalmente, sobre las subfamilias Swietenioideae y Cedreleae que figuran especies de alto valor económico (Pineda, 2014).

Esta plaga conocida comúnmente como barrenador tiene la capacidad de atacar varias estructuras de los árboles (follaje, fuste y frutos), pero su mayor daño consiste en la perforación de los brotes nuevos, especialmente del brote principal. Comúnmente esto sucede en árboles jóvenes, afecta el crecimiento y por ende el valor comercial del árbol resulta disminuido o anulado (Hilje y Cornelius, 2001). Además, el nivel de tolerancia de daño se alcanza con apenas una larva por árbol, bastan pocas hembras de la plaga para infestar toda una plantación. Estas situaciones han desestimulado la siembra de caoba en todo el continente.

1.2.4. Métodos de control

Existen muchos métodos que se pueden aplicar para el control de esta plaga, según (Mancebo, 1998) lo más conveniente sería desarrollar prácticas de manejo integrado de plagas; teniendo como requisito el conocimiento sobre el comportamiento de alimentación de la larva y de búsqueda por parte de los adultos; del impacto de ataque, umbrales económicos y densidades críticas; de la respuesta del árbol al ataque; de las variaciones genéticas en susceptibilidad entre especies de meliáceas, de la bioquímica de los árboles y de los agentes de control biológico.

En los últimos años se ha venido desarrollando e incentivando los programas de manejo integrado de plagas para el control de *H. grandella*, generalmente enfatizando el control biológico, el control genético y el control silvícola (Cauich, 2004; Sánchez, Abanto y Casas, 2015; y Pérez, 2016).

El uso de productos químicos para el combate de *H. grandella* Zéller ha tenido poca aceptación, tanto por su alto costo, los efectos adversos que ocasiona en el medio ambiente y el ser humano, factores operativos, el lavado por las lluvias, y los métodos de aplicación.

Para el control biológico (Newton *et al.*, 1993 citado por Mancebo, 1998) sugirieron utilizar parasitoides de las familias Braconidae, Chalcididae y Trichogrammatidae, logrando encontrar información sobre 13 especies de estas tres familias, así como de un nematodo (Mermithidae); sin embargo, ellos no controlaron de manera eficiente las poblaciones de la plaga, cuando se establecen plantaciones con fines comerciales.

En cuanto al mejoramiento genético, para seleccionar árboles tolerantes o resistentes al daño, existen varias opciones. Algunas especies de la subfamilia Melioidinae (*Guarea*

spp y *Melia* spp), *Toona ciliata* y *Khaya ivorensis*; no son atacadas debido a compuestos químicos naturales que presentan, estos pueden ser clonados para mejorar la resistencia (Grijpma, 1973). Reporte de estudios presentaron evidencias de variación genética en la dominancia apical entre progenies de *C. odorata*, como respuesta a tratamientos de simulación del ataque de *H. grandella*, lo cual abre posibilidades para la identificación y selección de genotipos que pueden responder produciendo un solo eje al ser atacados, manteniéndose el valor económico del fuste además, este tipo de resistencia no se rompería ante la posible aparición de diferentes razas del insecto, puesto que no involucra ausencia de ataque sino una forma especial de respuesta a este (Newton *et al.*, 1995).

Las prácticas silviculturales se refieren a la calidad del sitio seleccionado para plantar las meliáceas, podas de formación, métodos de siembra y diversificación de las plantaciones. En cuanto a la selección del sitio elegido, en Puerto Rico observaron que las plantaciones de caoba ubicadas en las zonas más altas de las montañas mostraron menos daños que las que se encontraban en otras condiciones topográficas, lo cual atribuyeron al posible efecto del viento sobre la dispersión de los adultos (Weaver y Bauer, 1986; Newton *et al.*, 1993) citado por (Mancebo, 1998).

Tomando en consideración el tiempo que tardan los árboles para crecer antes de ser cosechados, parecería que ningún método aplicado sólo dé un resultado óptimo para la protección adecuada de las meliáceas (Grijpma, 1993) citado por (Mancebo, 1998). Sin embargo, las combinaciones de los métodos silviculturales, biológicos y genéticos pueden crear un sistema de medidas complementarias de protección no sólo del árbol sino de un equilibrio del ambiente y con una promesa de retornos económicos deseables, (Briceño, 1997).

1.2.5. Bioinsecticidas

Se conoce como bioinsecticida a los recursos utilizados en la exterminación o manejo de insectos, que pueden ser hongos, bacterias, virus, o de origen botánico (Mendoza, 2016).

1.2.6. Tipos de sustancias según su efecto en el comportamiento de los insectos

Repelentes: Alejan a los insectos de las plantas. Estas sustancias pueden ahuyentar al insecto que los percibe, aunque este no haya hecho contacto con la planta que los emite, por lo que son considerados sustancias volátiles para algunas especies, aunque podrían actuar

como atrayentes para otras (Norris, 1990) citado por (Soto, 2000). La mayoría de especies vegetales utilizadas en la protección vegetal para ataques de plagas tiene un comportamiento insectistático (Alvarado, 2017) es decir actúan impidiendo el desarrollo natural de los insectos mediante su acción repelente, interruptor de la alimentación u oviposición, detener el ciclo del crecimiento en algunas familias de insectos (Zurita *et al.*, 2017).

Fagodisuasivos o inhibidores de la alimentación: Son sustancias que interrumpen la continuación de la alimentación o la oviposición del insecto. Estas sustancias no matan al insecto directamente, sino que este, luego de una pequeña prueba, hace que el insecto se deje de alimentar y muera por inanición. Muchos de los compuestos que muestran esta actividad pertenecen al grupo de los terpenos y se han aislado principalmente de plantas medicinales originarias de África y la India (Celis *et al.*, 2008).

Antibióticos o reguladores de crecimiento: que interfieren metabólicamente en el crecimiento y desarrollo normales. Este efecto se manifiesta de diversas formas. Por otro lado, se presentan moléculas que inhiben la metamorfosis, al evitar que esta se produzca en el momento preciso. Otros compuestos hacen que el insecto tenga una metamorfosis precoz y se desarrolle así en época poco desfavorable. También se ha observado que determinadas moléculas pueden alterar la función de las hormonas que regulan estos mecanismos, de modo que se producen insectos con malformaciones, estériles o muertos (Silva *et al.*, 2002) citado por (Celis *et al.*, 2008).

Algunas especies de la familia Meliaceae poseen estos tipos de sustancias. (Rodríguez y Vendramim, 1996) evaluaron el efecto de los extractos acuosos de 11 especies de meliaceas sobre el desarrollo del gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*, Noctuidae), y hallaron que los extractos del tallo de *Cedrela fissilis* y del fruto de *Guarea guidonia*, inhibieron el crecimiento de la larva, mientras que las hojas de *Trichilia casaretti*, del tallo de *T. catigua* y del fruto de *G. guidonia* inhibieron su alimentación. “A dicha familia también pertenece el Nim (*A. indica*), en cuya semilla existen varios limonoides, entre los que sobresale la azadiractina. Esta actúa como un regulador de crecimiento de varios insectos, impidiendo que las formas inmaduras alcancen el estado adulto” (Mancebo, 1998).

Otros efectos que produce el nim en los diferentes insectos están la interrupción del desarrollo de huevos, larvas y pupas, bloqueo de la muda en larvas o ninfas, interrupción del

apareamiento, repelencia de larvas y adultos, disuasión de la oviposición, esterilización de los adultos, fagodisuasión y la inhibición de la formación de la quitina (Mancebo, 1998).

1.2.7. Principales ingredientes activos

Las plantas y en general los seres vivos sintetizan diversos compuestos para su funcionamiento (metabolitos primarios) como los aminoácidos, carbohidratos, lípidos, glicéridos, ácidos nucleicos, y compuestos que intervienen en sus interacciones ecológicas con el ambiente (metabolitos secundarios) como terpenos, compuestos fenólicos, glicósidos y alcaloides. Estos metabolitos cumplen con funciones de defensa contra predadores y patógenos, como agentes alelopáticos (Pavón y Hernández, 2012).

Los insecticidas vegetales tienen como ventaja un bajo riesgo para la salud humana, son de bajo costo, se degradan fácilmente, no afectan la fauna benéfica y no generan resistencia en las plagas como sucede con los insecticidas y fungicidas químicos. Como desventaja su uso necesita mayor conocimiento de las propiedades de las plantas, suelen poseer principios repelentes, y no tanto para la eliminación de las plagas (esto hace que sean más efectivos como preventivos que cuando deben actuar combatiendo niveles importantes de infestación) y su efecto dura pocos días y es necesario repetir su aplicación.

Las plantas pueden sintetizar una amplia gama de variedades de moléculas orgánicas denominadas metabolitos secundarios con ciertas funciones puntuales como atrayentes o repelentes de animales y funciona como mecanismo de defensa ante predadores actuando como pesticidas naturales de acuerdo al tipo de metabolito secundario que contengan (Bastida, 2016).

Según (Domínguez, 2016) los principales principios activos de las plantas que podemos encontrar con uso etnobotánico agrario son:

Alcaloides: Son el grupo con mayor diversidad en cuanto a metabolitos secundarios, tiene una gran variedad de efectos tóxicos; un ejemplo de ellos es la nicotina del tabaco, los alcaloides del opio (*Papaver somniferum*).

Taninos: Desnaturalizan proteínas, provocando su coagulación y precipitación. Eso los dota de efectos astringentes, antiinflamatorios y hemostáticos. Efecto disuasorio para insectos y herbívoros, por su sabor desagradable.

Resinas: Substancias sólidas o semisólidas, insolubles en agua, a menudo asociadas a aceites esenciales (formando oleorresinas o bálsamos). Propiedades irritantes. Algunos bálsamos son antisépticos y expectorantes.

Aceites esenciales: Gran variedad de componentes, pero todos volátiles (se evaporan a temperatura ambiente). Son defensas naturales de las plantas contra insectos y herbívoros. Antisépticos muy eficaces.

Terpenos: Son los principales componentes de los aceites esenciales, provocan repelencia, inapetencia y evitan la oviposición.

Fenoles: Son compuestos hidroxilados que pueden actuar como antialimentarios; otros como los taninos actúan como barrera por su sabor amargo, y las cumarinas inhiben el crecimiento de hongos y son tóxicas para nemátodos, ácaros e insectos.

Glicósidos cianogénicos: Liberan cianuro cuando se hidrolizan, por lo que son tóxicos y repelentes.

Compuestos azufrados: Los más importantes son los tiofenos, los cuales tiene acción insecticida y nematicida.

Flavonoides: Son compuestos que proporcionan color a las plantas y flores, por ejemplo, la rotenona. Actúan como inhibidores enzimáticos y tienen actividad repelente.

1.2.8. Tipos de extracción de los ingredientes activos

Percolación

También conocido como lixiviación, es uno de los procesos más difundidos pues se puede realizar con disolventes orgánicos en frío para preservar los compuestos termolábiles que pudieran contener el material. Este tipo de extracción se realiza en recipientes (percoladores) cilíndricos que poseen dispositivos de carga y descarga, lográndose una extracción total de los principios activos (prácticamente se obtiene hasta el 95% de sustancias extraíbles. No es apropiado para resinas o materiales que se hinchan dado que el disolvente no percolará (Carrión y García, 2010).

Maceración

Consiste en remojar el material vegetal, debidamente fragmentado en un solvente (agua o etanol) hasta que este penetre y disuelva las porciones solubles. Se puede utilizar cualquier recipiente con tapa, en este se colocan plantas frescas o secas con el disolvente y tapado se deja en reposo por un periodo de 2 a 14 días removiendo tres veces por día. Luego se filtra el líquido, se exprime el residuo, se recupera el solvente en un evaporador rotativo y se obtiene el extracto (IPES y FAO, 2010). Algunas investigaciones mencionan estudios detallados de los métodos de extracción.

Decocción

Se preparan haciendo hervir de 15 a 30 minutos las partes duras de las plantas como las hojas, la corteza, las raíces, semillas, cáscaras, etc. Para extraer sus sustancias activas (IPES y FAO, 2010).

Infusiones

Se preparan de la misma forma en la que se prepara un mate o un té de hierbas, sumergiendo en agua hirviendo durante 5 minutos las partes tiernas de las plantas como flores, hojas, luego se deja enfriar hasta temperatura ambiente para extraer sus sustancias activas (IPES y FAO, 2010).

Digestión

Maceración realizada a una temperatura suave que oscila alrededor de los 50 o 60° C". Al aumentar medianamente la temperatura se consigue un mayor rendimiento de la extracción, puesto que disminuye la viscosidad del solvente lo que hace que éste pueda ingresar más rápidamente al interior de las células y así extraer los principios activos (Carrión y García, 2010).

1.2.9. Nim (*Azadirachta indica* A. Juss)

El Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) pertenece a la familia Meliaceae y es originaria de Asia meridional, el árbol de Nim también es considerado como árbol maderable ya que tiene los mismos usos que la madera de caoba, de buena calidad y duradera. La corteza se emplea como medicina, y de ella se obtienen taninos, fibras y resinas. Sus hojas se emplean como forraje para el ganado, de ellas también se obtiene una sustancia empleada para la fabricación de insecticidas naturales.

Controla más de 400 especies de insectos que son afectados por los extractos de este árbol, e incluso está controlando aquellos que se han vuelto resistentes a los plaguicidas sin tener en cuenta sus usos medicinales para tratar padecimientos como: irregularidades digestivas, úlceras, gastritis, artritis, también es utilizado en alimentación animal.

El extracto contiene la *azadirachtina*, el cual es estructuralmente similar a la hormona de los insectos llamada Ecdisona (hormona de la muda), la cual controla el proceso de metamorfosis cuando los insectos pasan de larva a pupa y a adulto o las mudas de crecimiento. (Londoño, 2006) este producto no mata a los insectos inmediatamente, sino que interrumpe su crecimiento y reproducción. Las plantas al absorber esa sustancia se vuelven inapetecibles para ciertos insectos (Reyes, Valero y Garay, 2003) citado por (Quinceno, 2015). Esta planta posee un alto poder insecticida, y la mayor cantidad de este potencial se encuentra en las semillas, en las cuales los principales ingredientes son: Triterpenoides o Limonoides, Azadirachtin, Nimbin y Salannin.

Para determinar el efecto de los extractos de hojas de nim sobre *Crocidolomia binotalis* (Lepidoptera: Pyralidae), se realizó un experimento en que larvas del quinto instar fueron expuestas sobre discos de hojas frescas de repollo de 2,5 cm de diámetro tratadas con dicho extracto a las 24 horas se observó que el consumo de realizado por las larvas fue cinco veces menor en los discos tratados con el extracto etanólico de nim al 5% que en los discos sin tratar. Anteriormente las larvas estuvieron en ayuna durante 3 horas. Este efecto fagodisuasivo también fue notado cuando las larvas fueron colocadas en plantas cuyas hojas fueron tratadas por ambas caras con un extracto metanólico de nim, a concentraciones de 0,625; 1,25; 2,5; 5; y 10%. En todas las concentraciones se observaron que las larvas se enterraban en el suelo apenas probaban, y después de vez en cuando salían a alimentarse solo de las partes no tratadas, tales como tallos, ápices, etc. (Fagoonee, 1982).

1.2.10. Marupa (*Simarouba amara* Aubl.)

La Marupa (*Simarouba amara* Aubl.) de la familia Simaroubaceae es de fuste recto, ahusado, cilíndrico sin aletones, ofrece resistencia a los ataques de insectos gracias a las sustancias amargas contenidas en la corteza, se encuentra en zonas altas con suelos arenosos bien drenados, en bosques muy húmedos, generalmente crece asociada con especies como: *Sclerolobium* spp, *Jacaranda* spp, *Laetia* spp, *Guatteria* spp. (Guía de Procesamiento Industrial, 2009).

Se distribuye por toda la región amazónica, a menos de 700 metros sobre el nivel del mar, principalmente en áreas con alta precipitación y baja humedad, y aunque el crecimiento vegetal es lento, no soporta áreas con alta humedad relativa. Su tallo no se fortalece, es decir, es delgado y amarillento (Panduro, 2014).

Las especies de las familias Simaroubaceae contienen principios amargos conocidos como quasinoídes, decanotriterpenos degradados muy oxigenados, derivados del precursor triterpénico eufol, con diversas actividades biológicas (López y Pérez 2008). En otros análisis se pudieron encontrar Epicatequina, catequina, ácido gálico y ácido clorogénico realizado por el Servicio de Control de Calidad de la Facultad de Ciencias y Filosofía.

Para el manejo de *H. grandella* se ha documentado la presencia de sustancias fagodisuasivas promisorias en la madera de hombre grande (*Guassia amara*, Simaroubaceae) (Shannon *et al.*, 1997). Dichos autores encontraron grandes diferencias a la respuesta de la larva de dicho insecto a concentraciones crecientes de un extracto metanólico, y a la mayor concentración (10%) el porcentaje de consumo del follaje tratado fue casi nulo.

El potencial insecticida de *Quassia amara* fue demostrado en 1884 en Inglaterra, en el control de áfidos y lepidópteros; aunque posteriormente sus extractos han sido ensayados como eficaces contra más de 50 plagas diferentes de ácaros, coleópteros y thisanópteros (López y Pérez, 2008).

1.2.11. Piñón blanco (*Jatropha curcas* L.)

El Piñón (*Jatropha curcas* L.) de la familia Euphorbiaceae, es un arbusto que puede alcanzar una altura entre 4 y 6 metros. Su tronco es color blanco gris y brota una leche o látex blanco.

Es un árbol con múltiples propósitos; fuente alternativa para la obtención de biodiesel, alimentación humana y animal, producción de fertilizantes y en medicina tradicional. En los últimos años, el aumento en la prevalencia de bacterias multirresistentes y la aparición de cepas con reducida susceptibilidad a los antibióticos han propiciado la búsqueda de principios activos naturales, que controlen infecciones y plagas y minimicen los efectos secundarios producidos por las sustancias sintéticas (Martínez, 2021).

Es una especie vegetal promisoría, con utilidad en el control de plagas a partir del uso de principios activos obtenidos de diferentes partes de la planta que pueden controlar de manera eficiente hongos, parásitos y otros organismos que afectan el crecimiento y la producción de cultivos de importancia económica (Pavón y Hernández, 2012).

Las reacciones planta-insecto han sido las más estudiadas e identifican diferentes metabolitos que actúan como insecticidas, seguido de sustancias vegetales que controlan nemátodos y otras que pueden combatir ácaros, babosas y ratas (Pavón y Hernández, 2012). En el látex se han identificado Peptidos: curcacilina A y B, Enzimas: curcaína, Alcaloides: jatrofina, jatrofano.

Los terpenos

Las plantas como todo ser vivo superior sintetizan diversos metabolitos para su normal funcionamiento entre ellos compuestos que intervienen en interacciones ecológicas con el ambiente como terpenos, fenoles, glicósidos y alcaloides. Estos compuestos cumplen funciones de protección contra predadores y patógenos (Pabón. & Hernández, 2012).

Los resultados publicados en varios estudios científicos han demostrado que es importante la presencia de un grupo carbonilo en el terpeno, que puede actuar como aceptor de puentes de hidrógeno. Esto puede permitir que el terpeno interactúe con las moléculas de agua en la superficie del sistema respiratorio de los insectos (traqueolas) y, en consecuencia, proporciona una mejor dirección hacia el sitio objetivo. Al evaluar los terpenos como fumigantes, se puede proponer un mecanismo de acción similar al grupo carbonilo para el éter, como el 1,8 -cineol (Dambolena *et al.*, 2016).

La interacción de los grupos carbonilo de los terpenos con el receptor GABA puede estar relacionada con la rápida eliminación de los insectos como resultado de su interacción con los receptores GABA presentes en las uniones neuromusculares de los insectos (Yeom *et al.*, 2013). Sitio de acción de terpenos sobre el sistema nervioso (AChE, gamma-aminobutirato (Gaba), receptor octopaminérgico y moduladores de los canales de sodio), efectos sobre la cutícula, reguladores del crecimiento, etc (IRAC, 2007).

1.2.12. Sistemas agroforestales

López, (2007) menciona que los sistemas agroforestales son una forma de uso de la tierra en donde árboles perennes interactúan biológicamente en un área con cultivos y/o animales; el propósito fundamental es diversificar y optimizar la producción respetando en principio de la sostenibilidad.

Sánchez, Domínguez y Cortés, (2009) en su trabajo de investigación “Efecto de la sombra en plantas de Caoba sobre la incidencia de *Hypsipyla grandella* Zéller y otros insectos, en Tabasco, México” concluyen que: Hay mayor incidencia de *Hypsipyla grandella* Zéller en plantaciones con menos sombra y, en cambio en las que tienen mayor sombra la incidencia de esta plaga es menor.

Ocampo, (2010) en su estudio sobre “El estado de las plantaciones forestales de caoba *Swietenia macrophylla* en el Perú” concluye que las principales limitantes para la instalación de la *S. macrophylla* King son una buena tecnología que ayude a superar el ataque de la plaga, la selección de los sitios y un buen método silvicultural para obtener buenos resultados. Por otro lado (Saavedra, 2008) en su tesis “Evaluación Ecológica – Silvicultura y Socio – Económica de las plantaciones de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en la comunidad indígena Sinchi Roca – Ucayali” recomienda que para asegurar el repoblamiento de la *S. macrophylla* King es necesario considerar la selección de fenotipos, a fin de asegurar que la calidad, recolección, conservación y viabilidad de las semillas, sean las mejores y produzcan un mejor crecimiento de la especie.

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación: Aplicada

Nivel de investigación: Explicativa

2.2. Diseño de investigación

Según el propósito y naturaleza de la investigación corresponde a un diseño experimental (Hernández, Fernández y Baptista 2010) menciona que al manipular de manera intencional una o más variables independientes (causas) se analiza las consecuencias de tal manipulación sobre una a más variables dependientes (efectos).

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La población fue de 2 500 plantas de caoba, en un área total de 10 000 m²

2.3.2. Muestra

La muestra fue de 360 (14,4%) plantas de caoba, en un área de 1 440 m² distribuidas en 12 parcelas a un distanciamiento de 2 x 2 m entre planta; cada parcela obtenía 30 plantas de caoba, bajo sistema agroforestal.

2.4. Técnica e instrumento de recolección de datos

2.4.1. Fuente primaria

Para el desarrollo del siguiente proyecto se tomaron en cuenta los resultados obtenidos en campo.

2.4.2. Fuentes secundarias

Para el desarrollo de la investigación se consultó trabajos similares a la investigación, sobre todo en aquellos que se utilizó su metodología

2.4.3. Ubicación del campo experimental

El experimento se realizó en el campo experimental del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-San Martín (IIAP) ubicado a 5 km de la carretera Fernando Belaunde Terry en el centro poblado de Bello Horizonte.

Ubicación política

Departamento : San Martín
Provincia : San Martín
Distrito : Banda de Shilcayo
Localidad : Bello Horizonte

Ubicación geográfica

Según Holdridge (1984) menciona:

Altitud: 310,00 msnmm

Temperatura promedio: 28 °C

Precipitación promedio mensual: 1 500 mm

Zona de vida: Bs-T

Coordenadas UTM: 0356382N y 9278350W.

2.4.4. Condiciones Ecológicas

a. Condiciones climáticas

Según Holdridge (1984), menciona que el lugar donde se realizó la Investigación se encuentra en la zona de vida bosque Seco – tropical.

2.4.5. Historia del campo experimental

Anteriormente el campo experimental fue un pastizal y para el desarrollo de la investigación se estableció a un sistema agroforestal cacao más caoba, un distanciamiento de 2 x 2 m entre planta y surco.

2.4.6. Croquis del campo experimental

El área total de estudio fue de 1 440 m² distribuidas en 12 parcelas y cada parcela estuvo constituida por 30 plantas con un distanciamiento de 2 x 2 m ver anexo 1

a. Tratamientos en estudio

Para el experimento del ensayo se aplicaron dosis de 40 y 60% por planta biocida:

| Planta biocida | Concentración |
|---------------------------|---------------|
| <i>Azadirachta indica</i> | 40% |
| <i>Simarouba amara</i> | 60% |
| <i>Jatropha curcas</i> | 40% |

Estas concentraciones se utilizaron, porque tuvimos resultados significativos anteriormente en ensayos de laboratorio por cada extracto utilizado a concentraciones de (10, 20, 30, 40, 50 y 60%).

b. Descripción de los tratamientos

Tratamiento 1: El T1 contó de 162 unidades experimentales (T1₁=30 unidades de plantas de caoba + 28 unidades de plantas de cacao, T1₂=30 unidades de plantas de caoba + 28 unidades de plantas de cacao y T1₃=30 unidades de plantas de caoba + 28 unidades de plantas de cacao), sin aplicación de extracto vegetal.

Tratamiento 2: El T2 contó de 162 unidades experimentales (T2₁=30 unidades de plantas de caoba + 28 unidades de plantas de cacao aplicado con extracto de nim al 40% de concentración, T2₂=30 unidades de plantas de caoba + 24 unidades de plantas de cacao aplicado con extracto de nim al 40% de concentración y T2₃=30 unidades de plantas de caoba + 28 unidades de plantas de cacao aplicado con extracto de nim al 40% de concentración).

Tratamiento 3: El T3 contó de 162 unidades experimentales (T3₁=30 unidades de plantas de caoba + 28 unidades de plantas de cacao aplicado con extracto de marupa al 60% de concentración, T3₂=30 unidades de plantas de caoba + 28 unidades de plantas de cacao aplicado con extracto de marupa al 60% de concentración y T3₃=30 unidades de plantas de caoba + 28 unidades de plantas de cacao aplicado con extracto de marupa al 60% de concentración).

Tratamiento 4: El T4 contó de 162 unidades experimentales (T4₁=30 unidades de plantas de caoba + 28 unidades de plantas de cacao aplicado con resina de piñón al 40% de

concentración, T₄₂=30 unidades de plantas de caoba + 28 unidades de plantas de cacao aplicado con resina de piñón al 40% de concentración y T₄₃=30 unidades de plantas de caoba + 28 unidades de plantas de cacao aplicado con resina de piñón al 40% de concentración).

2.4.7. Unidad experimental

El ensayo fue desarrollado en un sistema agroforestal, se asociaron plantas de caoba con cacao, el objetivo en estudio fue la planta de caoba de 2 años de edad. Por un periodo se tuvo que manejar a la parcela con desmontes, fertilizaciones y podas sanitarias.

A. Materiales y equipos de laboratorio

Materiales

Tijera podadora

Papel toalla

Frasco ámbar

Formatos de evaluación

Vasos de precipitación

Equipos

Cocina industrial

Molino manual

Estufa

Material biológico

Larvas de *Hypsiphyla grandella* Zéller

Hojas tiernas de caoba

Hojas de nim y marupa

Resina de piñón blanco

B. Materiales para la instalación y evaluación del ensayo en campo

Materiales

Plantones de cacao y caoba

Extracto de nim, marupa y piñón blanco

Malla mallín

Aspersor manual

Cámara fotográfica

Equipos

Ahoyadora STIHL bt 131

Moto guadaña

C. Métodos

a. Crianza de *H. grandella* Zéller

Los ejemplares se recolectaron de dos parcelas, ubicadas en el departamento de San Martín específicamente en el distrito de Chazuta propiedad de la señora Margarita Paredes (UTM 373419N y 9270846W) a una altura de 192 msnm, y en el centro poblado de Bello Horizonte, propiedad del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (UTM 356339N y 9278346W) a una altura de 314 msnm.

Dentro de cada plantación se ubicaron árboles con afectación activa por parte del insecto, la cual se pudo detectar por la presencia de montículos compuestos de residuos de alimentación y seda dejados por la larva en el lugar por donde ingresa al tallo para alimentarse. Al detectar el árbol se cortó la parte afectada y posteriormente se extrajo la larva de forma manual, luego se depositaron en grupos de tres en envases de plástico con boca ancha junto con hojas y tallos tiernos de caoba o cedro, para ser trasladados al laboratorio de las instalaciones del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana y efectuar la crianza y multiplicación de larvas de *H. grandella*.

Al finalizar el desarrollo larval y obtener pupas se sexaron y se transfirieron a jaulas en proporción de sexos 1:1. Esta metodología siguió el modelo de (Vargas, Shannon, Taveras, Soto y Hilje, 2001).

Al emerger los adultos, éstos copularon y las hembras depositaron los huevos sobre las jaulas de malla. A partir del tercer día se pudo observar que los huevos depositados se tornaron de un color blanco a rojo, esto dio indicio de que los huevos ya estaban listos para sacarlas. En un recipiente con agua se remojó por un lapso de 3 horas con movimiento circulares tratando de formar un remolino para facilitar el desprendimiento de los huevos de la malla. Se cortaron trozos de papel toalla y con ayuda de una jeringa se procedió a sacar los huevos del recipiente para colocarlas en las mismas, asegurando que estos estuviesen secos se colocaron en tapers de plástico junto con hojas frescas y tiernas de *C. odorata*. Este procedimiento se muestra en la figura 1.

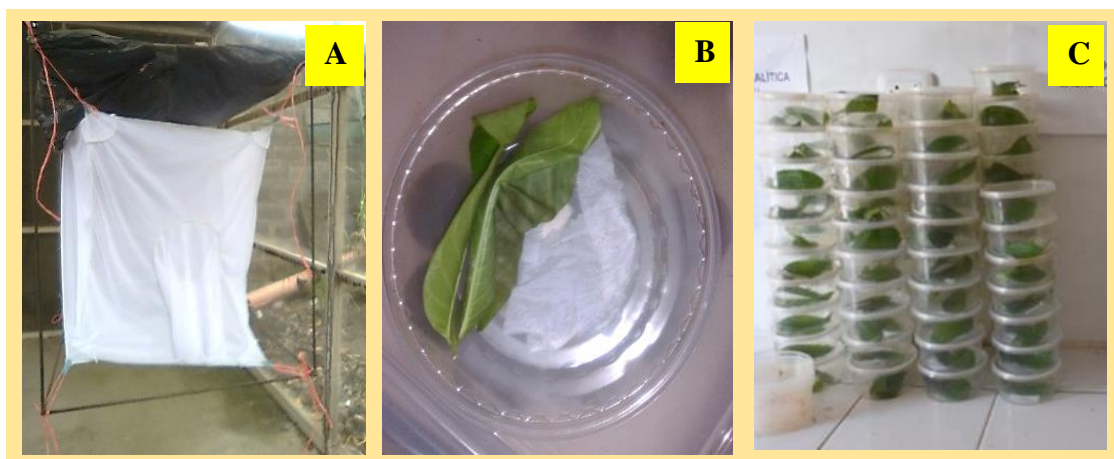


Figura 1. A. Instalación de jaula, B. Unidad de cría, C. Dieta natural para larvas

Al siguiente día se procedió a separar las larvas en envases de plástico de 250 ml, junto con hojas jóvenes de *C. odorata*. Al tercer día se separaron 5 larvas por envase aplicando el doble de alimentación, después se cambió cada 48 horas hasta el día 8 donde la larva ya había alcanzado el estadio III.

b. Elaboración de extractos

Las plantaciones de *A. indica*, *S. amara* y *J. curcas* se identificaron en dos lugares, en el centro poblado de Bello Horizonte y el distrito de Cacatachi. Identificado las plantas biocidas, se procedió a cortar las hojas de la parte media de la planta, si eran altas se utilizaba tijera telescópica, si era baja tijera de mano. Las muestras colectadas fueron trasladadas a laboratorio en sacos de polipropileno.

Las muestras de hojas frescas de *A. indica* y *S. amara* se pesaron para determinar la cantidad de humedad antes y después de secarlo a la estufa a una temperatura de 75°C durante 24 horas, posteriormente se molieron.

La preparación del extracto madre siguió la metodología de (Sánchez, Abanto y Casas, 2015) señalan que por cada litro de agua se agrega 100 g de la muestra molida y se lleva a ebullición durante 20 minutos, luego se filtra y se almacena en frasco ámbar de vidrio y forrada con aluminio para conservarlo bajo refrigeración de 5 °C, protegido de la luz directa del sol tal como se muestra en la figura 2.



Figura 2. A. Hojas colectadas, B. Molido de hojas, C. Cocción de hojas

La colecta de resina de *J. curcas* L., se extrajo de una población joven aprovechando las ramas de la parte media de la planta. Las horas óptimas para la extracción de resina de *J. curcas* L. son en las mañanas, debido a que la savia se encuentra en plena fluidez. Se realizaron cortes horizontales en las ramas y con ayuda de un frasco pequeño de plástico se procedió a esperar la caída de la resina.

Para su almacenamiento se utilizó frasco ámbar y para su conservación se refrigeró (Pérez, 2017).

c. Instalación y evaluación del ensayo en laboratorio

La instalación de los bioensayos en laboratorio se realizó paralelamente a la crianza de *H. grandella* Zéller, faltando 3 días para que las larvas cumplieren las condiciones óptimas para su utilización. Se lavaron y desinfectaron frascos de vidrio de 30 ml y se rotularon, posteriormente se colocaron larvas del III instar que estaban en ayuna por un lapso de 3 horas. Con ayuda de un sacabocado utilizando hojas frescas y tiernas de caoba se cortó discos foliares de 21,5 mm de diámetro.

Los extractos vegetales se prepararon de acuerdo a la dosis que se necesitaron. Es decir, cada porcentaje (10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 100%) se prepararon en base a 100 ml, mediante una regla de tres simple se sacó la dosis exacta por cada tratamiento.

$$100 \text{ ml} \longrightarrow 100\%$$

$$X \longrightarrow 10\%$$

$X = 10 \text{ ml}$ ∴ Para un preparado de 10% en base a 100 ml, se utilizó 90 ml de agua destilada por 10 ml del extracto madre; así sucesivamente para los siguientes tratamientos.

Terminado el proceso de preparación, cada dosis se colocó en vaso precipitado de 100 ml posteriormente se colocó 10 discos foliares por un lapso de 30 segundos, luego se colocó en trozos de malla para facilitar el secado de la hoja, se siguió la metodología de (Sánchez, 2004). Posteriormente se colocaron los discos foliares en los frascos que contenían las larvas, figura 3; luego se fijó la hora de evaluación cada 6 horas durante 24 horas.

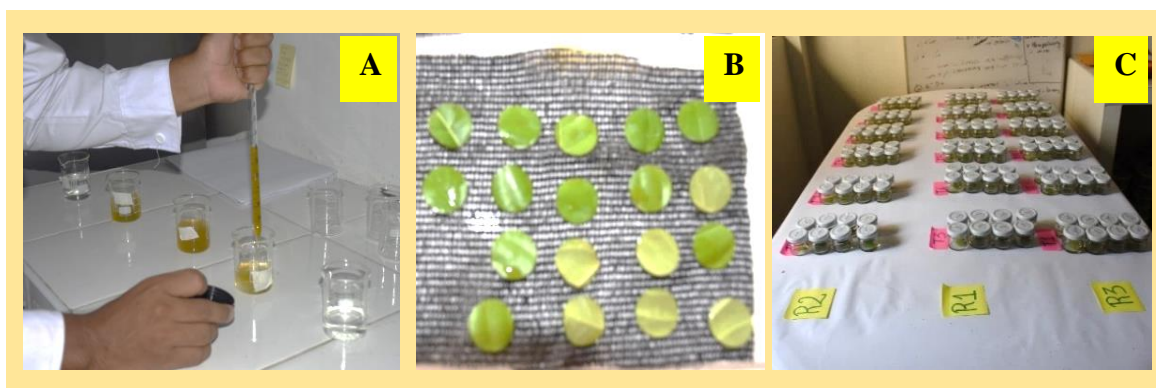


Figura 3. A. Preparación de extractos, B. Secado de discos foliares, C. Instalación del ensayo

d. Instalación y evaluación del ensayo en campo

La aplicación se realizó con aspersor manual en horas de la tarde a intervalo de 3 días por lapso de 1 mes. En la figura 4 se describe el procedimiento.



Figura 4. Proceso de Aplicación del extracto vegetales, B. Infestación con *H. grandella*, C. Mallas protectoras

La toma de datos para la evaluación se realizó a 1 día después de la infestación. Se evaluó mediante observación directa el ataque de larvas que ocasionó en la planta, manipulando y cortando la parte afectada. La ficha de evaluación se adjunta en el anexo 2.

e. Indicadores de la variable efecto de extractos

Ataque de larvas

Después de 2 días de la liberación de larvas de instar III, la evaluación del ataque se realizó en horas de la tarde, evaluándose el ápice, las hojas y el tallo de la planta. La evaluación se realizó de manera visual en el ápice, las hojas y el tallo la presencia de ataque de la larva, y se procedió a anotar el porcentaje de plantas atacadas.

Posición de ataque en tallo, hoja, ápice

Para evaluar el área afectada se observó el tallo, las hojas y el ápice de la planta. Los árboles atacados se reconocen con facilidad porque en los brotes aparecen grumos de excrementos y restos de material vegetal, todo adherido con savia e hilos de seda; al abrir un brote dañado se encuentra un túnel recto y en su interior la larva del insecto, de hasta 2 centímetros de longitud, su coloración puede variar según su estadio larval.

Mortandad de larvas

Para evaluar la mortandad se realizó la infestación de todas las plantas considerando una larva por planta, posteriormente se realizó el conteo de larvas muertas, por tratamiento.

2.5. Técnicas de procesamiento de datos

Se realizó el análisis de varianza (ANVA), comparaciones Múltiples de medias Tukey ($p \leq 0,05$) con el fin de determinar las diferencias significativas entre tratamientos y variables de respuesta, empleando el software estadístico INFOSTAT 2017 (Di Rienzo *et al.*, 2017); cuyo análisis permitió definir los mejores resultados de todos los tratamientos propuestos en el experimento.

Para el desarrollo del ensayo se instaló un Diseño de Bloques Completos al Azar-DBCA, los tratamientos fueron asignados al azar con tres repeticiones.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.3. Efecto de extractos optimizados en campo

3.1.3.1. Ataque de larva

En el análisis de varianza para el ataque de larva de *H. grandella* Zéller de acuerdo a la tabla 1 nos dice que sí existe diferencia estadística altamente significativa ($p > 0,05$) entre tratamientos. Esto quiere decir, que las diferentes aplicaciones de extractos foliar de marupa, nim y resina de piñón blanco sí influyeron 82% (R^2) en el ataque de larvas después de 12 horas transcurridas de la aplicación de los extractos en campo definitivo.

Tabla 1.

Análisis de varianza del ataque de larvas (datos transformados por \sqrt{x})

| F.V. | SC | GL | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|-----|-------|--------|-----------|
| Tratamiento | 230,83 | 3 | 76,94 | 445,68 | <0,0001** |
| Error | 53,35 | 309 | 0,17 | | |
| Total | 289,30 | 314 | | | |

$R^2 = 82\%$ C.V.= 5,29%

** altamente significativo

La figura 5, muestra el promedio porcentual y la dispersión del porcentaje como error estándar (aleta encima del promedio) existente para cada tratamiento en el ataque de larvas.

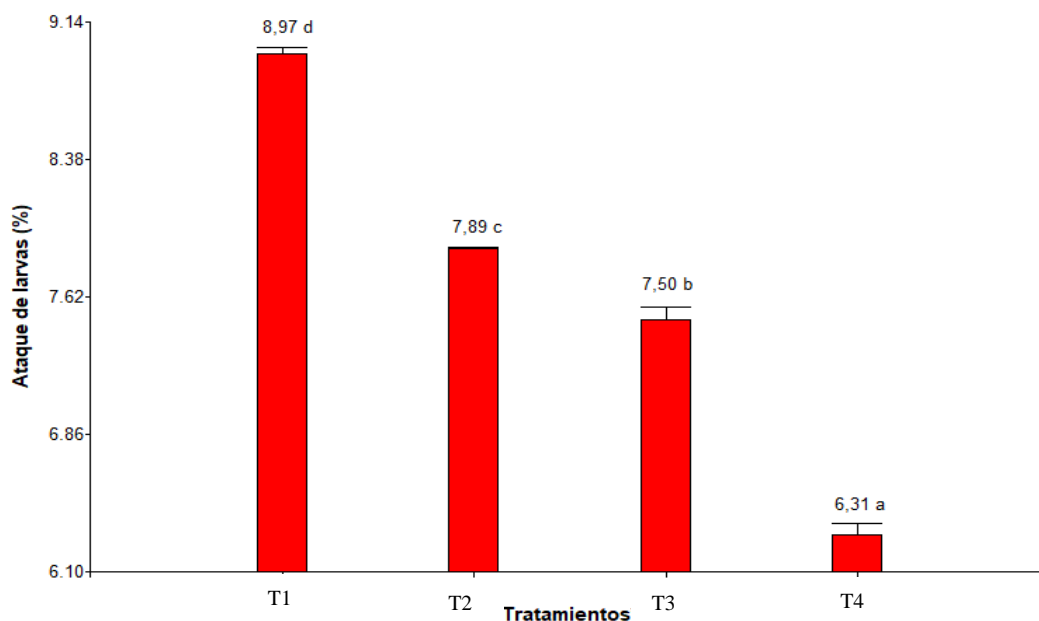


Figura 5. Test de Tukey para el efecto de los extractos en el (%) de ataque de larvas en la planta

Tratamientos* T1: testigo; T2: *A. indica* (nim) al 40%; T3: *S. amara* (marupa) al 60%; T4: *J. curcas*: al 40%

3.1.3.2. Posición de ataque en la planta

En el análisis de varianza para la posición de ataque de larva *H. grandella* en el tallo de acuerdo a la tabla 2 nos dice que sí hubo diferencia estadística altamente significativa ($P > 0,05$) entre tratamientos, quiere decir que los diferentes extractos aplicados sí influyeron en 15% (R^2) en la posición de ataque después de 12 horas transcurridas de la aplicación de los extractos en campo definitivo.

Tabla 2.

Análisis de varianza de la posición de ataque en el tallo (datos transformados por \sqrt{x})

| F.V. | SC | GL | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|-----|------|------|-----------|
| Tratamiento | 14,29 | 3 | 4,76 | 7,69 | <0,0001** |
| Error | 191,43 | 309 | 0,62 | | |
| Total | 224,29 | 314 | | | |

$R^2 = 15\%$ C.V.= 14,63%

** altamente significativo

En el análisis de varianza para la posición de ataque de larva *H. grandella* en la hoja de acuerdo a la tabla 3 nos dice que sí hubo diferencia estadística altamente significativa ($p > 0,05$) entre tratamientos, quiere decir que los diferentes extractos aplicados sí influyeron en 74% (R^2) en la posición de ataque después de 12 horas transcurridas de la aplicación de los extractos en campo definitivo.

Tabla 3.

Análisis de varianza de la posición de ataque en las hojas (datos transformados por \sqrt{x})

| F.V. | SC | GL | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|-----|-------|--------|-----------|
| Tratamiento | 262,06 | 3 | 87,35 | 278,74 | <0,0001** |
| Error | 96,84 | 309 | 0,31 | | |
| Total | 368,56 | 314 | | | |

$R^2 = 74\%$ C.V.= 9,93%

** altamente significativo

En el análisis de varianza para la posición de ataque de larva *H. grandella* en el ápice de acuerdo a la tabla 4 indica la existencia de diferencia estadística altamente significativa ($p > 0,05$) entre tratamientos, quiere decir que los diferentes extractos aplicados sí influyeron en 75% (R^2) en la posición de ataque después de 12 horas transcurridas de la aplicación de los extractos en campo definitivo.

Tabla 4.

Análisis de varianza de la posición de ataque en el ápice (datos transformados por \sqrt{x})

| F.V. | SC | GL | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|-----|-------|--------|-----------|
| Tratamiento | 298,56 | 3 | 99,52 | 190,97 | <0,0001** |
| Error | 161,03 | 309 | 0,52 | | |
| Total | 639,72 | 314 | | | |

$R^2 = 75\%$ C.V.= 67,56%

** altamente significativo

La figura 6, muestra los promedios porcentuales de las posiciones de ataque en el tallo, en la hoja y en el ápice y la dispersión del porcentaje como error estándar (aleta encima del promedio) existente para cada tratamiento en las diferentes partes de la planta.

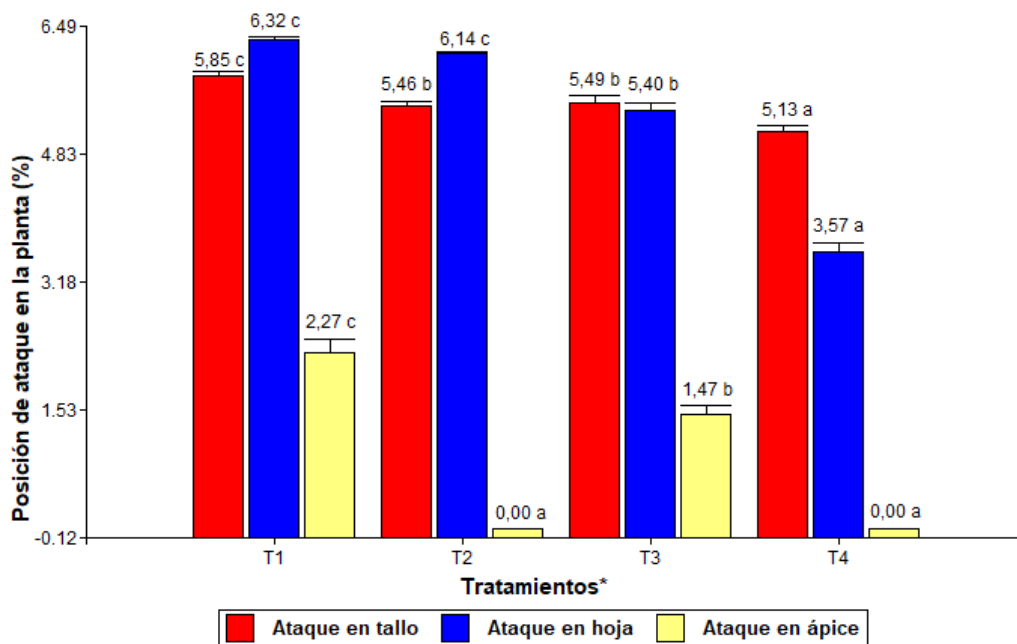


Figura 6. Test de Tukey para la Posición de ataque de larvas en diferentes partes de la planta

Tratamientos* T1: testigo; T2: *A. indica* al 40%; T3: *S. amara* al 60%; T4: *J. curcas*: al 40%

3.1.3.3. Mortandad de Larvas

En el análisis de varianza para la mortandad de larvas de *H. grandella* Zéller de acuerdo a la tabla 5 nos dice que sí hubo diferencia estadística altamente significativa ($P > 0,05$) entre tratamientos. Esto quiere decir, que las diferentes aplicaciones de extractos foliares de marupa, nim y resina de piñón blanco sí influyeron 94% (R^2) en la mortandad de larvas después de 12 horas transcurridas de la aplicación de los extractos en campo definitivo.

Tabla 5.

Análisis de Varianza de mortandad de larvas (datos transformados por \sqrt{x})

| F.V. | SC | GL | CM | F | p-valor |
|-------------|---------|-----|---------|---------|-----------|
| Tratamiento | 4667,33 | 3 | 1555,78 | 1685,94 | <0,0001** |
| Error | 285,14 | 309 | 0,92 | | |
| Total | 5000,00 | 314 | | | |

$R^2 = 94\%$ C.V.= 14,41%

** altamente significativo

La figura 7, muestra el promedio porcentual y la dispersión del porcentaje como error estándar (aleta encima del promedio) existente para cada tratamiento en el porcentaje de mortandad de larvas.

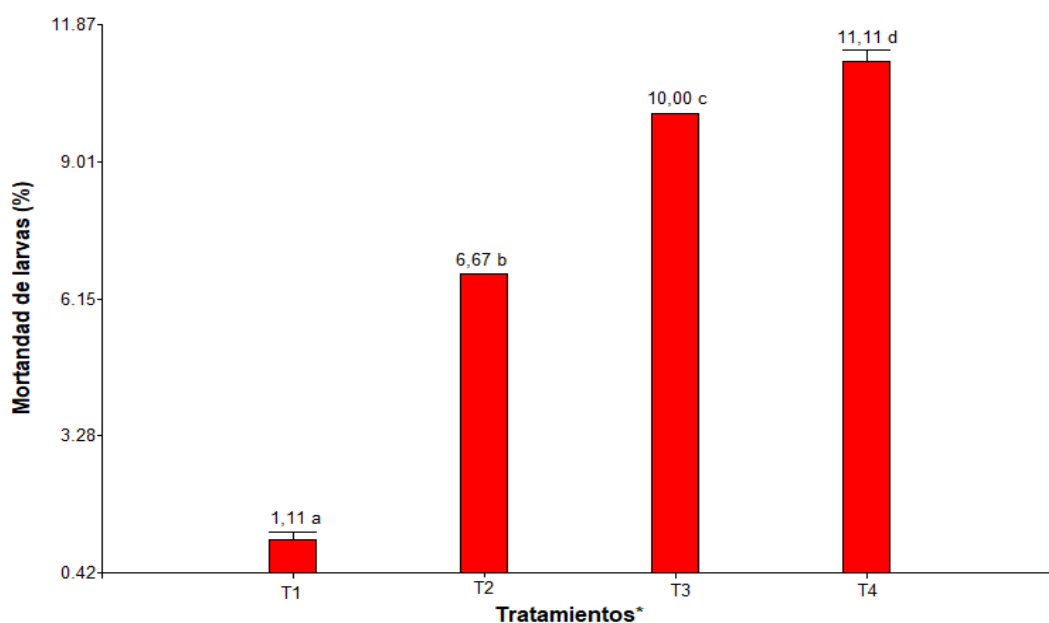


Figura 7. Test de Tukey para el Porcentaje de mortandad de larvas con aplicación

Tratamientos* T1: testigo; T2: *A. indica* al 40%; T3: *S. amara* al 60%; T4: *J. curcas* al 40%

3.1.3.4. Valoración comparativa del uso de diferentes extractos vegetales optimizados

Tabla 6.

Costo en nuevos soles de aplicación por hectárea en intervalo de 3 días durante 1 mes en densidad de 5 x 5

| Descripción | Nim | Piñón blanco | Marupa |
|--------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Costo/litro | S/. 68,61 | S/.221,84 | S/.66,71 |
| Plantas aplicadas | 30 | 30 | 30 |
| Litros/aplicación al mes | 16,2 | 16,2 | 16,2 |
| Litros/hectárea | 216 | 216 | 216 |
| Costo/hectárea 10 veces | S/.14819,76 | S/.47917,44 | S/.14409,36 |
| Costo/ha. con 2 apli/mes | S/.2963,952 | S/.9583,488 | S/. 2881,872 |

3.2. Discusión

0.2.1. Análisis de los extractos aplicados en campo

Porcentaje de ataque de Larva

De la figura 5 se deduce que el T4: extracto de *J. curcas* 40% de concentración, fue la dosis que presentó menor ataque de larvas con 6,31% frente a los demás tratamientos. Así mismo, se observó el T3: extracto de *S. amara* a 60% de concentración obtuvo en promedio 7,50% estadísticamente diferente al T2: *A. indica* al 20% que obtuvo 7,89% de ataque. y finalmente el testigo obtuvo mayor ataque con 8,97% el cual difiere en 1.08% con el tratamiento que se utilizó *A. indica*.

De los resultados de la figura 5 el extracto de piñón blanco al 40% de concentración obtuvo el mejor resultado de 6,31%. Este resultado se puede corroborar con el resultado reportado por (Pérez, 2017), quien obtuvo 10% de mortandad lo cual señala que la concentración utilizada es la correcta, también (Guerra *et al.*, 2018) alcanza el mismo porcentaje de 10% de ataque de larvas de *H. grandella* en el instar III el cual comprende que la larva en edad de 12 a 15 días (Gómez, 2014), en campo en el cual utilizaron la concentración del 40% de resina de *J. curcas*, el T3 *S. amara* y T2 *A. indica* tienen un ataque de 7.50% y 7.89% los cuales también ejercieron un control bueno. Los terpenos son compuestos orgánicos que se encargan de dar el color y olor a las plantas y son el grupo más grande de fitoquímicos que exhiben diversas funciones en la mediación de interacciones antagónicas y beneficiosas entre organismos, la abundancia y distribución de compuestos terpenoides en las plantas han beneficiado tanto a la naturaleza como a la civilización humana, y las especies utilizadas en la investigación como *J. curcas*, pertenecientes a la familia Euphorbiaceae, son una rica fuente de compuestos terpenoides (Devappa, Makkar y Becker, 2011).

El porcentaje de ataque de larvas está en función de la cantidad de ésteres que contiene la especie de *J. curcas* según (Devappa, Makkar y Becker, 2011) afirman que los ésteres de forbol que contiene el piñón blanco (*Jatropha* C1 - C6) y Jatropherol exhibieron propiedades disuasorias de insectos por propiedades citotóxicas. Estas especies conocidas como (plantas biocidas) contienen sustancias que interrumpen la continuación de la alimentación o la oviposición del insecto debido a sus propiedades de Fagodisuasivos o inhibidores de la

alimentación estos compuestos pertenecen al grupo de los terpenos y se han aislado principalmente de plantas medicinales originarias de África y la India (Celis *et al.*, 2008).

El tratamiento con *S. amara* conocida con nombre común de marupa mostro un control de 92.5% lo cual se puede afirmar que son gracias a que las especies de las familias Simaroubaceae contienen principios amargos conocidos como quasinoídes, decanotriterpenos degradados muy oxigenados, derivados del precursor triterpénico eufol, con diversas actividades biológicas (López y Pérez 2008) que causan reacciones en la larva de *H. grandella*.

La diferencia en resultados se deduce a la variación de los lugares de experimento y a las condiciones climatológicas, además (Mancebo, 1998) menciona que el ataque varía de acuerdo al cuidado de la plantación.

El tratamiento T2 de *A. indica* se aprecia un mayor ataque de larvas, lo que según (Roychoudhury, 2016) señala que los diferentes métodos y técnicas empleados para obtener productos de *A. indica* (nim) pueden dar como resultado diferentes concentraciones de los compuestos activos, así como diferente efectividad biológica, tal es el caso en los productos que son a base de nim hasta la fecha se han depositado varias patentes relacionadas con procesos y productos basados en *A. indica* en los Estados Unidos, India, Japón, Australia y otros lugares. Muchos de los productos derivados del nim se fabrican triturando las semillas y otras partes de la planta, seguido del uso de solventes para extraer los ingredientes activos que poseen actividad pesticida (Roychoudhury, 2016).

También podemos mencionar que *A. indica*, en cuya semilla existen varios limonoides, donde encontramos la azadiractina, la cual es utilizada como insecticida regulador del crecimiento que controla los insectos en todos sus estados larvarios y de pupa, impidiendo que las formas inmaduras alcancen el estado adulto (Mancebo, 1998).

En la selva amazónica podemos encontrar una gran variedad de especies que podemos utilizarlos como productos biocidas, pero se desconoce sus principales ingredientes activos que pueden ser muy efectivos al ser utilizados como insecticidas, la identificación de los principales efectos de los compuestos origina la necesidad de realizar investigaciones en el efecto de los ingredientes activos de especies como *J. curcas*, *A. indica* y *S. amara* los

cuales son pocos nocivos o llamados amigables con la fauna de un ecosistema (Guerra *et al.*, 2018).

Otros estudios indican que un producto de origen vegetal llamado Cuba Nim SM a base de nim, y una buena práctica cultural de poda lograron un control eficiente sobre *H. grandella* Zéller, los autores indican que con esta propuesta de control se reduce el uso de plaguicidas convencionales y en época de mayor incidencia de la plaga se reducen las altas cantidades de residuos (Martínez *et al.*, 2010).

Posición de ataque en la planta

En la figura 6 T4: extracto de *J. curcas* 40% de concentración obtiene un control de 94.87% de ataque en el tallo, fue la dosis que presentó mayor control donde solo existió 5,13 % de daños frente a los demás tratamientos, los tratamientos T3 y T2 ejercieron control estadísticamente igual de 5,49% y 5,46%. En cuanto al control de ataque hacía la hoja resulto con mayor control la concentración del T4 extracto de *J. curcas* 40%, con una incidencia de 3,57% pero el tratamiento T2 con 6.14% no mostro ningún efecto el cual es igual al testigo T1 con 6.32%. En el ataque hacia el ápice mostro mayor control el T2 y T4 los cuales no registran signos de ataque de larva.

La posición de ataque está dividida en tres sectores tallo, hoja y ápice. De los resultados obtenidos en la figura 6 se evidencia que el ataque más bajo se produce en tallo y en la hoja, con el T4: extracto de *J. curcas* 40% se obtuvo porcentajes de ataque al tallo en 5,13% y ataque a la hoja de 3,57%; y 0% de ataque en el ápice en los tratamientos T4 y T2. El lugar o sitio de ataque del barrenador es atacar en varias partes de la planta (follaje, fuste y frutos), pero la mayor cantidad de daño está dirigido a los brotes nuevos, especialmente del brote principal de crecimiento, por tal daño el árbol atacado pierde su valor comercial por que empiezan a salir brotes laterales los cuales se convierten en ramas disminuyendo su altura máxima que puede alcázar, por ende el troco aprovechado para madera será pequeño (Hilje y Cornelius, 2001), además el nivel de daño de tolerancia solo de una larva por planta.

Hoy en día diversos estudios como el realizado por (Sánchez *et al.*, 2009) los cuales buscaron controlar el ataque de *H. grandella* a través del efecto de sombra en intercultivos de *S. macrophylla*, *Elais guineensis* y *Mangifera indica* sobre *H. grandella*, donde se observó que la sombra tiene efecto en el control de *H. grandella*, teniendo como resultado

final solo el 10% de plantas afectadas. Esta es una alternativa amigable con la naturaleza y tener un control del 50% menos en comparación con la investigación realizada, la cual al usar la concentración del 40% de resina de *Jatropha curcas* (piñón blanco) o 40 % de *A. indica* (nim) se obtiene 0% de ataque es decir 100% de control.

Otros estudios realizados en zonas de pastizales utilizaron la planta biocida nim *Azadirachta indica* como barrera natural en diferentes densidades de plantación, la cual sí redujo la velocidad y minimizó el ataque en plantaciones donde se encontraba asociado caoba con Nim. Así mismo se reporta que la mayor incidencia de *H. grandella* se produjo en las épocas de menos lluvias (Silva *et al.*, 2013) citado por (Celis, 2018).

Mortandad

De la figura 7 se observa que en el tratamiento T4: resina de piñón blanco al 40% fue la dosis que exhibió mayor mortandad 11,11% frente a T3: extracto foliar de marupa al 60% con 10,00% de mortandad. Por otro lado, el T2: extracto de nim al 40% fue el tratamiento que mostró menor mortandad de larvas 6,67% en comparación de los tratamientos T4 y T3; finalmente el testigo fue el que obtuvo 1,11% de mortandad. La mortandad en el testigo es producto del ataque de enemigos naturales a las larvas de *H. grandella*.

De los resultados obtenidos en la figura 7 se evidencia que el tratamiento T4 extracto de piñón blanco al 40% de concentración obtuvo alto mortandad de larvas 11,11% en comparación a los demás tratamientos, investigación realizada por (Guerra *et al.*, 2018) señalan que la concentración de 40% de resina de *J. curcas* es el tratamiento que menor índice de sobrevivencia de larvas de *H. grandella* exhibe con un porcentaje de sobrevivencia de 57.14 % y un porcentaje de mortandad de 42.86% de larvas en el instar III (edad de 10 días) pero en condiciones de laboratorio, en condiciones de campo existen otros factores que afectan el porcentaje de mortandad como factores climáticos.

En la investigación realizada se logró una mortandad de 6.67% con aplicación de *A. indica*, pero (Flores, 2019) reportó que el tratamiento de 40% de extracto de *A. indica* obtuvo el 13.3% de mortandad de larvas de *H. grandella* el cual supero en efectividad. Con el tratamiento de T3 *S. amara* se obtuvo 10% de mortandad también (Flores, 2019) con el tratamiento de 40% del extracto de *S. amara* obtuvo 13.33% de mortandad de larvas superando la efectividad solo en 3,3 % esta diferencia se puede mencionar que está en función de la temperatura, humedad, precipitación típica de cada lugar, así mismo menciona

a (Mancebo, 1998) quien señala que estaría relacionado a mayor concentración de extracto de *S. amara* existiría una tasa más elevada de mortandad.

En la investigación desarrollada se observa que los porcentajes de mortandad alcanzado es 11.11% el cual es inferior a los resultados obtenidos por (Mancebo, Hilje, Mora y Salazar, 2002) quienes utilizaron 2 productos elaborados a base de nim y señalan que de estas concentraciones formuladas (0,1; 0,32; 1,0; 3,20 y 10 %); dentro de estas concentraciones las tres concentraciones más altas causaron los mayores valores de mortalidad, que van del 79 al 100 % de las larvas expuestas, mientras que las dos concentraciones más bajas no diferían de la tratamientos de control, pero la mortalidad larval siguió una tendencia gradual para todos los tratamientos, alcanzando valores que oscilaron entre 11 hasta 36% incluso siete días después de la exposición; llegando a la conclusión que *A. indica* actuó como un disruptor del crecimiento, especialmente en las tres concentraciones más altas (1,0; 3,20 y 10,00 %) y la mortandad de larvas fue debido a que no pudieron deshacerse de su exuvia al mudar al cuarto estadio. Las enormes diferencias en cuanto al porcentaje de mortandad se deben al lugar que se llevó a cabo investigación de (Mancebo, Hilje, Mora y Salazar, 2002) fue en condiciones de laboratorio en el cual poseen condiciones controladas.

En los tratamientos evaluados observamos diversos niveles de control, pero a su vez los tres tipos de plantas biocidas utilizadas poseen propiedades como fagodisuacivas en otras por ejemplo la marupa posee quasinoideas, decanotriterpenos, en Nim contiene *azadirachtina*, la cual su estructura es similar a la hormona de la muda Ecdisona (Londoño, 2006), estas propiedades afectan al insecto ya sea por ingesta, contacto, inhalación causándole la muerte por parálisis y necrosis, en campo se encontró larvas con necrosis. Es por ende en los últimos años *A. indica*, *S. Amara*, *J. curcas*, etc. ha adquirido reconocimiento comercial debido a sus diversas propiedades beneficiosas, que han sido ampliamente investigadas a lo largo del tiempo, como las familias Simaroubaceae que contienen principios amargos llamados quasinoideas, decanotriterpenos degradados muy oxigenados, derivados del precursor triterpénico eufol, con diversas actividades biológicas (López y Pérez, 2008).

Dentro de la familia Euphorbiaceae encontramos a *J. curcas* del cual se utilizan los principios activos que son obtenidos de diferentes partes de la planta los cuales pueden controlar de manera eficiente hongos, parásitos y otros organismos que afectan el

crecimiento y la producción de cultivos de importancia económica (Pavón y Hernández, 2012).

En comparación con los productos químicos convencionales, que generalmente son persistentes en el medio ambiente y altamente tóxicos, los pesticidas botánicos son biodegradables y no dejan residuos nocivos (Pant, Dubey y Patanjali, 2016).

La mayoría de los pesticidas botánicos no son fitotóxicos y también son más selectivos hacia la plaga objetivo. En términos de aplicaciones comerciales, los bioplaguicidas pueden proporcionar ventajas económicas sustanciales, ya que la infraestructura requerida es económica, en comparación con los pesticidas convencionales (Pant, Dubey y Patanjali, 2016).

Los insecticidas de origen vegetal son poco nocivos contra la salud humana, son más económicos, tienen la propiedad de degradarse fácilmente, no afectan las poblaciones de fauna benéfica y no genera un mecanismo de resistencia en las plagas.

0.2.2. Valoración comparativa de la aplicación de extractos vegetales

De las tres especies estudiadas la resina de *Jatropha. curcas* es el que presenta mayor costo S/110,92 por aplicación (la obtención de la resina es la actividad más complicada y tediosa) sin embargo presenta mayor control de *H. grandella* en caoba; en comparación a demás especies. La especie *S. amara* tiene un menor costo de producción de extracto (S/ 66,71) pero el control es significativamente menor que *J. curcas*.

Tabla 7.

Ventajas y desventajas de las aplicaciones de extractos vegetales de *Azadirachta indica*, *Simarouba amara*, *Jatropha curcas*.

| | Especies | | Aplicación de extractos vegetales | | |
|--------------------|--|---|---|--|--|
| | Especie caoba | Caoba + cacao | <i>A. indica</i> | <i>S. amara</i> | <i>J. curcas</i> |
| Ventajas | La plantación de caoba en el departamento de San Martín se está implantando bajo sistemas agroforestales con especies perennes (cacao), con lo cual la rentabilidad de la explotación se incrementa. Ayuda a recuperar suelos degradados y a minimizar el cambio climático. Al ser una especie de amplia absorción de gases emanados por el efecto invernadero y genera grandes ingresos económicos. | Es un sistema sencillo de fácil instalación, el cual cuenta con 2 especies para generar ingresos a corto plazo "el cultivo de cacao" y a largo plazo el aprovechamiento de la madera de caoba. | Para la obtención del extracto es mucho más fácil y poco costoso. Un litro del extracto cuesta aproximadamente 68.70 soles. | Para la obtención del extracto es mucho más fácil y poco costoso. Un litro del extracto cuesta aproximadamente 66.70 soles. El control de larvas de <i>H. grandella</i> es mayor que el extracto de <i>A. indica</i> | La aplicación del extracto de <i>J. curcas</i> es el que tiene un mayor efecto sobre la mortandad de larvas de <i>H. grandella</i> . Con un control de 11.11 % |
| Desventajas | Al ser una especie de largo periodo, para poder comercializar la madera la mayoría de productores optan por especies maderables de periodos cortos. Una gran parte la población son atacados por <i>H. grandella</i> . En campo existe un alto número de mortandad. | Genera ingresos rentables, pero son en un lapso de tiempo muy largo. Donde se presentará mayor ataque de <i>H. grandella</i> . Existe mayor mortandad en el establecimiento. de campo de las plantas, a diferencia de las asociaciones con plantas biocidas. Por lo tanto, genera mayores costos en el tema de mantenimiento. | Control de la mortandad de larvas de <i>H. grandella</i> bajo con un 6.67% | No es muy común encontrar plantas para preparar el extracto | Los costos para la extracción y preparación del extracto de <i>J. curcas</i> es elevado. En comparación con las otras 2 especies |

Fuente: Elaboración propia

Aplicaciones de extractos vegetales de *A. indica*, *S. amara*, *J. curcas* en el control de *Hypsipyla grandella* Zéller en plantaciones juveniles de caoba (*Swietenia macrophylla* King) asociado con cacao en la región de San Martín.

CONCLUSIONES

- ✓ El extracto de *J. curcas* en concentración de 40% causó menor ataque de larvas de *H. grandella* en plantaciones jóvenes de caoba, reduciendo en un 6,31%. Además, provocó efectos mixtos como fagodisuasión, inhibición de la alimentación.
- ✓ El extracto de *J. curcas* a concentraciones de 20 y 30% aplicada en plantaciones de caoba causó inhibición de la alimentación en larvas de *H. grandella* cuando estas fueron infestadas en el ápice de la planta.
- ✓ El extracto de *J. curcas* a una concentración de 40% aplicada en plantaciones de caoba causó mortandad de larvas de *H. grandella* en un 11,11%.
- ✓ El costo de producción del extracto de *S. amara* en comparación a los demás extractos obtuvo S/ 66,71 siendo el precio más bajo. mientras que la aplicación a base de *Jatropha curcas L.* es el de mayor costo por aplicación de S/9583.488 en 2 aplicación por mes.

RECOMENDACIONES

- ✓ Para posteriores investigaciones en campo, se recomienda evaluar plantas uniformes de caoba de este modo los resultados serán favorables, también se debe cubrir las plantas con mallas Tull para que las larvas tengan una permanencia en la planta. Se debe realizar pruebas con concentraciones mayores al 60% y realizar mezcla de 2 extractos vegetales.

- ✓ El aporte de esta investigación es fomentar a través de talleres, las nuevas tecnologías obtenidas en la investigación con productores, asociaciones e instituciones de la Amazonía que tienen un gran interés en establecer plantaciones de *S. macrophylla* con el fines agroforestales, que a corto plazo dejen de utilizar los controles convencionales y químicos, ya que estos afectan a las personas que trabajan manipulando dichos productos y otros seres vivos que están presentes en el ambiente, la utilización de esta nueva alternativa aportará conservando los microorganismos del suelo, cuerpos de aguas y subterráneas por filtración, polinizadores naturales y el aire.

- ✓ Se recomienda instalar mini plantaciones de *A. indica*, *J. curcas* y *S. amara* como asociaciones en las parcelas de caoba, ya que los productores tendrán junto a su plantación la accesibilidad de la colecta de resina como materia prima, de tal manera reducir los costos de aplicación de resina de *J. curcas* hasta en un 100%.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, W. (2017). *Evaluación de especies vegetales para el control de gorgojo (Sitophilus zeamais) en maíz almacenado, Coatepeque, Quetzaltenango* [Tesis de pregrado en agronomía, Universidad Rafael Landívar]. <https://bit.ly/2XBdSEK>
- Barrena, V. y Vargas, C. (2004). *La Caoba en el Perú*. Informe de la Autoridad Científica CITES. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Briceño, A. (1997). *Aproximación hacia un manejo integrado del barrenador de las meliáceas Hypsipyla Grandella Zéller*. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Centro de estudios Forestales y Ambientales de Postgrado, Mérida-Venezuela.
- Cauich, R. (2004). *El barrenador de los brotes de las Meliáceas Hypsipyla grandella Zéller (Lepidoptera Pyralidae)*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista-Mexico. *Repositorio AUUUN*, 63 - 68 pp.
- Carrión, A. y García, C. (2010). *Preparación de extractos vegetales. Determinación de eficiencia de metódica". Universidad de Cuenca. Cuenca-Ecuador.*
- Cauich, R. (2004). *El barrenador de los brotes de las Meliáceas Hypsipyla grandella Zéller (Lepidoptera Pyralidae)*. Repositorio AUUUN, 63-68 pp.
- Celis, D. (2018). *Efecto de la densidad de siembra de plantas biocidas (nim y piñón blanco), establecidos en diferentes arreglos agroforestales con Caoba para el control de Hypsipyla grandella Zéller en la región San Martín*. Universidad Nacional de San Martín. Facultad de ecología. Moyobamba-Perú
- Celis, A.; Mendoza, C.; Pachón, M.; Cardona, J.; Delgado, W. y Cuca, L. (2008). *Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae*. *Agronomía Colombiana*. 26 (1), 97 - 106 pp.
- Cibrián, D., Garcia, S., y Macías, B. (2008). *Manual identificación y manejo de plagas y enfermedades en viveros forestales*. Leticia Arango Caballero.

- Cruz, F. (2003). *La caoba, una alternativa para áreas deforestadas de la Huasteca Postosina*. Folleto para Producciones N° 4. *inifap*, 2 - 24 pp.
- Dambolena, J. S.; Zunino, M. P.; Herrera, J. M.; Pizzolitto, R. P.; Areco, V. A.; Zygadlo, J. A. (2016). *Terpenos: productos naturales para el control de insectos de importancia para la salud humana: un estudio de la relación estructura-actividad*. *Psique: una revista de entomología*, vol. 2016, Id. De artículo 4595823, 17 páginas. <https://doi.org/10.1155/2016/4595823>
- Devappa, R.; Makkar, H.; y Becker, K. (2011). *Jatropha diterpenes: A review*. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists. Society*, 88(3), 301 – 322 pp. <https://doi.org/10.1007/s11746-010-1720-9>
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M. y Robledo, C. (2016). *Softwear del Grupo InfoStat*. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Domínguez, A (2016). *Etnobotánica aplicada: Extractos naturales utilizados en agricultura ecológica*. Estación Experimental Agraria de Carcaixent-IVIA.
- Doria, M. (2013). *Taxonomía de los insectos*. Con énfasis en el Neotrópico. Universidad Nacional de San Martín- Tarapoto.
- Fagoonee, I. (1982). *Behavioral response of Crocidolomia binotalis to neem*. In Schumutterer, H, Ascher, K R S and Rembold, H Natural pesticides from the neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss). Eschbom, Germany 116 - 121 pp.
- Flores, F. (2019). *Efecto de la aplicación de extractos de plantas biocidas para el control de la Hypsipyla grandella Zéller (barrenador de las meliáceas), establecida en condiciones controladas de laboratorio en la región San Martín*. Facultad de Ecología. Moyobamba - Perú.
- Guerra, H.; Pérez, E.; Vásquez, A.; Cerna, A.; Bolaños, M.; Arévalo, L. y Abanto, C. (2018). *Control de larvas de Hypsipyla grandella Zéller utilizando resina de Jatropha curcas L*. *Acta Agronómica*, 67(3), 446 – 454 pp.

- Gómez, L. M. (2014). *Hypsipyla grandella* Zeller 1848 (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae) en plantaciones de *Cedrela odorata* en Colombia. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. 118 pp.
- Griffiths, M. W. (2001). *The biology and ecology of Hypsipyla shoot borers*. ACIAR PROCEEDINGS (pp. 74-80). Recuperado de: <https://www.researchgate.net>
- Grijpma, P. (1993). *Chemical attacks of Hypsipyla grandella (Zeller) in Turrialba, Costa Rica*. In Grijpma, P. *Studies on the shootborer Hypsipyla grandella (Zeller) Lep. Pyralidae* Vol I IICA Misc Publ N° 101, 18-25 pp.
- Hernández, R.; Fernández, C y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. Quinta edición. McGraw-Hill / Interamericana editores, s.a. de c.v. México.
- Hilje, L. y Cornelius, J. (2001). *Es inmanejable Hypsipyla grandella como planta forestal*. Manejo integrado de plagas. Turrialba. Puerto Rico. *Hoja técnica del CATIE* 18:1-4 pp.
- Howard, F. y Merida, M. (2007). *El taladrador de la meliáceas, Hypsipyla grandella (Zeller) (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae)*. Florida, Estados Unidos. University of Florida, Departamento of Entomology and Nematology: 11 pp.
- Iannacone, J.; Ayala, H y Román, A. (2005). *Efectos toxicológicos de cuatro plantas sobre el gorgojo del maíz Sitophilus zeamais Motschulsky 1855 (Coleoptera: Curculionidae) y sobre el gorgojo de las galletas Stegobium paniceum (Linnaeus 1761) (Coleoptera: Anobiidae) en Perú*. Gayana (Concep.), 69 (2), 234 - 240 pp.
- IIAP (2009). *Instituto de investigaciones de la amazonía peruana evaluación económica de plantaciones de caoba*. Importance, capture and utilization. Biodiversity and Conservation. V. 2, 144 - 126 pp.
- IPES (Promoción del Desarrollo Sostenible) y FAO (Organización de las Naciones Unidas) (2010). *Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana*. Lima-Perú.

- IRAC (2007). *Comité de Acción de Resistencia a los Insecticidas Clasificación del MoA*, 7.1 pág.
- López, G. (2007). *Sistemas agroforestales*. Puebla: SAGARPA. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Colegio de Post-graduados.
- Madril, A. (2003). *Insectos forestales en Colombia*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias.
- Mancebo, F. (1998). *Efecto de extractos vegetales sobre la alimentación y el desarrollo de larvas de *Hypsipyla grandella* (Zéller)*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Escuela de Postgrado. Turrialba- Costa Rica.
- Mancebo, F.; Hilje, L.; Mora, G.; y Salazar, R. (2000). *Antifeedant activity of *Quassia amara* (Simaroubaceae) extracts on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae)*. Crop Protection 19:301-305 pp.
- Mancebo, F.; Hilje, L.; Mora, G. y Salazar, R. (2002). *Actividad biológica de dos productos de neem (*Azadirachta indica* A. Juss., Meliaceae) en larvas de *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae)*. Elsevier BV, 107-112 pp. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(01\)00069-2](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(01)00069-2).
- Mancebo, F.; Hilje, L.; Mora, G. y Salazar, R. (2004). *Fagodisuasión de extractos vegetales en larvas de *Hypsipylla grandella**. Turrialba- Costa Rica. Revista Forestal Centroamericana.
- Martínez, M.; Blundell. A.; Gullison, R. y Grogan, J. (2008). *Historic range and current status of big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla*) in South America*. Report for the Center for Applied Biodiversity Science (CABS)- Conservation International, Washington, DC, USA.
- Martínez, N.; Estrada, J.; Góngora, F.; López, F.; Martínez, L. y Curbelo, S. (2010). *Bioplaguicida de *Azadirachta indica* A. Juss (Nim) y la poda, una alternativa para el control de *Hypsipyla grandella* Zéller en plantaciones de *Cedrela odorata* L*. Ciudad de la Habana-Cuba. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 16(1): 61 - 68 pp.

- Martínez, B. (2021). *Urgente se atienda el cultivo de Jatropha Curcas L.* Disponible en: <https://abriendobrecha.com.mx/2021/10/12/urgente-se-atienda-el-cultivo-de-jatropha-curcas/>
- Mendoza, F. S. (2016). *Formulación bioinsecticida a partir del aceite esencial de Ambrosia arborescens mill (altamisa) de aplicación canina.* [Tesis de pregrado en Química, Universidad de Cuenca]. <https://bit.ly/3eJA8Do>
- Minagri (2016). *Dictamen de Extracción No Perjudicial (DENP) de Swietenia macrophylla King (caoba).* Ministerio del Ambiente, Dirección de Diversidad Biológica. Lima, Perú.
- MINAM (2016). *Dictamen de Extracción No Perjudicial (DENP) de Swietenia macrophylla King (caoba).* Ministerio del Ambiente, Dirección de Diversidad Biológica. Lima, Perú.
- Montesino, M.; López, H.; Hernández, J. y de Zayas E. (2009). *Insecticidas botánicos como alternativas para el manejo de plagas en sistemas agroforestales.* O.B. ACTAF, Estación Experimental Forestal Camagüey. Cuba, 24 - 24 pp.
- Nava, E.; García, C.; Camacho, J. y Vázquez, L. (2012). *Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas.* Universidad Autónoma Indígena de México. Ra Ximhai, Vol. 8, Número 3. 17 - 19 pp.
- Newton, A.; Baker, P.; Ramnarine, S.; Mesen, J.; Leakey, R. (1993). *The mahogany shoot borer.* Prospects for control Forest Ecology and Management 301-328 pp.
- Norris, D. (1990). *Repellents.* E.; Mandava, N. eds. *CRC handbook of natural pesticides.* V. 6. *Insect attractants and repellents.* Boca Raton, Florida, CRC Press. P. 135-149.
- Ocampo, M. (2010). *Estudio sobre el estado de las plantaciones forestales de caoba Swietenia macrophylla en el Perú.* Lima. Perú: MINAGRI
- Panduro, M. (2014). *Comportamiento inicial de las plántulas de "marupa" Simarouba amara Aublet sembradas en vivero con diferentes distanciamientos.* Loreto, Perú (Tesis de grado). UNAP, Iquitos, Perú.

- Pavón, L. y Hernández, P. (2012). *Importancia química de Jatropha curcas y sus aplicaciones biológicas, farmacológicas e industriales*. Universidad de La Salle. Bogotá, Colombia. Revista Cubana de Plantas Medicinales 17 (2):194-209 pp.
- Pant, M.; Dubey, S. y Patanjali, P. (2016). *Avances recientes en el desarrollo de tecnología de formulación de pesticidas biobotánicos en insecticidas vegetales, repelentes y biomedicinas*. New Delhi: Springer, 117-126 pp.
- Pérez, E., B. (2018). *Efecto de la resina de “piñón blanco” Jatropha curcas Linn, en control de la “polilla barrenadora” Hypsipyla grandella Zeller, en plantaciones de “caoba” en Tabalosos San Martín*. Universidad Peruana Unión. Tarapoto, Perú 93 pp.
- Pineda, J. (2014). *Aislamiento e identificación de la feromona sexual de Hypsipyla grandella Zeller*.
- Piñerez, L. M. (2014). *Hypsipyla grandella Zeller en plantaciones de Cedrela odorata en Colombia*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Promoción del Desarrollo Sostenible-IPES y Organización de las Naciones Unidas-FAO (2010). *Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana*. Lima-Perú.
- Quinceno, G. (2015). *Propuesta para mitigar la contaminación atmosférica en el sector zona centro del casco urbano de la Dorada Caldas, generada por el Parque Automotor, mediante la arborización urbana*.
- Quitoran, G. (2009). *Determinación del potencial de captura de carbono en cinco especies forestales de dos años de edad, cedro nativo, (Cedrela odorata) caoba, (Swietenia macrophylla.) bolaina, (Guazuma crinita) teca, (Tectona grandis) y capirona, (Calycophyllum sprucearum) en la localidad de Alianza*. San Martín-Universidad Nacional de San Martín, Moyobamba- Perú
- Roychoudhury, R. (2016). *Productos de Neem en el manejo ecológico de plagas para la seguridad alimentaria*. ed. Omkar . Amsterdam: Elsevier, 545–562.

- Ruíz, A.; Tamayo, J.; Martínez, M.; Medina, H.; Salcedo, E.; Hernández, E.; Palacios, C.; Silva, J.; González, J. (2016). *Valoración de métodos convencionales y no convencionales para el control del taladrador de las meliáceas en América*. BOSQUE 37(1):13 - 19 pp.
- Ruiz, M. y Susunaga, C. (2000). *Actividad antimicrobiana presente en partes aéreas de las especies *Bursera simaoruba* y *Bursera graveolens*, frente a microorganismo como: *Agrobacterium tumefaciens*, *Erwinia caratovora*, *Fusarium oxysporum*, *Trichoderma viride* y *Botrytis cinerea**. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Rodríguez, F. Vendramin, J. (1996). *Toxicidad de extractos acuosos de Meliaceae en *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)* Manejo Integrado de Plagas. Costa Rica. 42: 14 - 22 pp.
- Saavedra, L. (2008). *Evaluación ecológico-silvicultural y socio-económica de las plantaciones de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en la comunidad indígena Sinchi Roca-Ucayali*. Universidad Nacional Agraria la Molina, Perú.
- Sánchez, J.; Abanto, C. y Casas, R. (2015). *Evaluación del manejo integrado de plagas de *Myrciaria dubia* en suelos no inundables de la cuenca del Ucayali, Perú*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Folia Amazónica.
- Sánchez, S.; Domínguez, S. y Cortez, H. (2009). *Efecto de la sombra en plantas de caoba sobre la incidencia de *Hypsipyla grandella* Zéller y otros insectos, en Tabasco, México*. *Universidad y ciencia [online]*. 25(3), 225-232 pp.
- SERFOR y FAO. (2017). *Nuestros bosques en números*. Primer reporte del Inventario Nacional Forestal y de la fauna silvestre. Lima: Comunicación y Sostenibilidad S.A.C.
- Shannon, P., Vargas, C., Cubillo, D., Hilje, L., Masabo, M. y Sanabria, G., (1997). *Actividad biológica de hombre grande (*Quassia amara*) sobre *Hypsipyla grandella* (Lep: Pyralidae)* (Inédito).
- Silva, A.; Rosa, L.; Vieira, A. (2013). *Eficiência do nim (*Azadirachta indica* A. Juss) como barreira natural ao ataque de *Hypsipyla grandella* (Zéller) (Lepidoptera: Pyralidae) sobre o mogno (*Swietenia macrophylla* King)*. *Acta Amazônica*, 43(1), 19 - 24 pp.

- Soto, F. (2000). *Efecto de extractos vegetales sobre larvas de Hypsipyla grandella (Zéller) y su sistemicidad en árboles de cedro*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Trigoso, J.; Stern, M.; León, F. y Reátegui, F. (2002). *Análisis del estado de conservación de la caoba (Swietenia macrophylla) en el Perú*. Lima, Perú. 87 pp.
- Vargas, C.; Shannon, P.; Taveras, R.; Soto, F. e Hilje, L. (2001). *Un nuevo método para la cría masiva de Hypsipyla grandella*. Manejo Integrado de Plagas. CATIE. Hoja Técnica N° 39. (Costa Rica) i-iv. pp.
- Yeom, H.; Kang, J.; Kim, S. y Park, S.W. (2013). “*Fumigante y toxicidad por contacto de aceites esenciales de plantas de Myrtaceae y mezclas de sus constituyentes contra adultos de cucaracha alemana (Blattella germanica) y su actividad inhibidora de acetilcolinesterasa*”, Bioquímica y fisiología de plaguicidas. Vol. 107, no. 2, págs. 200–206.
- Zurita, H., Valle, L., Vásquez, C., Curay, S., Buenaño, M. y Guevara, D. (2017). *Eficiencia del uso de plantas insecticidas en el control del gorgojo del maíz, Sitophilus zeamais Motschulsky, (Coleoptera: Curculionidae)*. Investigación agraria, 19(2), 120-126. <https://bit.ly/36CtqfE>

ANEXOS

Anexo 1: Croquis del campo experimental

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | T4 | | | | | T1 | | | | | T3 | | | | | T2 | | | | |
| BIII | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA |
| | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA |
| | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA |
| | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA |
| | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA |
| | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| BI | T2 | | | | | T4 | | | | | T1 | | | | | T3 | | | | |
| | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA |
| | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA |
| | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA |
| | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA |
| | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA |
| BII | T1 | | | | | T3 | | | | | T2 | | | | | T4 | | | | |
| | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA |
| | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA |
| | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA |
| | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA |
| | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA | CA |

Figura 1. Croquis del campo experimental

CA: Cacao
 C: Caoba

Anexo 2: Actividad de colecta y crianza de larvas



A. Larva del ápice, B. Acondicionamiento de larvas, C. Reproducción de pupas, C. Larvas F1

Anexo 3: Actividad de colecta y crianza de larvas



A. Secado en autoclave 80°C, B. Trturado de hojas, C. Cocción de hojas,

D. Tamizado de extracto.

Anexo 4: Preparación de diferentes dosis de extractos



A. Preparación de dosis, B. Solución al 100%, C. Rotulado, Evaluación de consumo

Anexo 5. Aplicación y evaluación



A. Aplicación de extracto, B. Evaluación de consumo, C. Aislamiento de plana

Anexo 7: Valoración económica del extracto de NIM por litro

| DESCRIPCIÓN | UNID. | CANT. | PRECIO UNITARIO(S/.) | COSTO TOTAL(S/.) |
|--|---------------|-------|-------------------------|---------------------|
| COSTOS DIRECTOS | | | | 4,05 |
| Materia prima directa | | | | 6,00 |
| Hoja de nim (frescas) | Kg. | 2,00 | 3,00 | 6,00 |
| Materiales directos | | | | 1,01 |
| Costal de polietileno | Unidad | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Tijera de podar | Día | 1,00 | 0,01 | 0,01 |
| Materiales, equipos y bienes duraderos directos | | | | 25,21 |
| Vaso precipitado de 1 L. | Día | 1,00 | 0,01 | 0,01 |
| Frasco ambar de 500 mL. | Unidad | 2,00 | 6,00 | 12,00 |
| Destilador de agua | H/maquin a | 1,00 | 3,10 | 3,10 |
| Frasco pvc 1L. | Unidad | 1,00 | 3,00 | 3,00 |
| Olla | Día | 1,00 | 0,01 | 0,01 |
| Balón de gas | Día | 1,00 | 1,17 | 1,17 |
| Cucharón | Unidad | 1,00 | 2,00 | 2,00 |
| Colador | Unidad | 1,00 | 2,00 | 2,00 |
| Cocina industrial | Día | 1,00 | 0,02 | 0,02 |
| Estufa | Día | 1,00 | 1,39 | 1,39 |
| Molino de mano | Día | 1,00 | 0,03 | 0,03 |
| Refrigerador | Día | 1,00 | 0,42 | 0,42 |
| Balanza analítica | Día | 1,00 | 0,06 | 0,06 |
| Mano de obra directa | | | | 15,83 |
| Personal de laboratorio | H/hombre | 4,00 | 3,96 | 15,83 |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | 20,65 |
| Gastos Administrativos | | | | 20,65 |
| Energía eléctrica | Kwh | | | 14,15 |
| - Refrigeradora | | 7,002 | 0,62 | 4,47 |
| - Destiladora | | 3,60 | 0,62 | 2,23 |
| - Estufa | | 12,00 | 0,62 | 7,45 |
| Agua tratada | Litro | 5,00 | 0,20 | 1,00 |
| Sobre manila A4 | Unidad | 10,00 | 0,50 | 5,00 |
| Lapicero | Unidad | 1,00 | 0,50 | 0,50 |
| COSTO TOTAL | | | | 68,71 |

Anexo 8: Valoración económica del extracto de Piñón blanco por ½ litro.

| DESCRIPCIÓN | UNID. | CANT. | PRECIO UNITARIO(S/.) | COSTO TOTAL(S/.) |
|-------------------------------|--------------|-------|-------------------------|---------------------|
| COSTOS DIRECTOS | | | | 219,96 |
| Materia prima directa | | | | 200,00 |
| Resina de piñón blanco | Litro | 1,00 | 200,00 | 200,00 |
| Materiales directos | | | | 4,13 |
| Frasco de PET | Unidad | 4,00 | 1,00 | 4,00 |
| Frasco ambar de 500 | ml*Día | 1,00 | 0,01 | 0,01 |
| Cuchillo | cantidad*día | 4,00 | 0,03 | 0,12 |
| Mano de obra directa | | | | 15,83 |
| Pago del trabajador | H/hombre | 4,00 | 3,96 | 15,83 |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | 15,96 |
| Gastos Administrativos | | | | 15,96 |
| Destilador | | 3,60 | 0,62 | 2,23 |
| Gasolina | gl | 1,00 | 13,50 | 13,50 |
| Moto lineal Honda GL 125 | Día | 1,00 | 2,46 | 2,46 |
| COSTO TOTAL | | | | 235,92 |

Anexo 9: Valoración económica del extracto de Marupa por litro

| DESCRIPCIÓN | UNID. | CANT. | PRECIO UNIT. (S/.) | PRECIO TOTAL(S/.) |
|--|-----------|-------|-----------------------|----------------------|
| COSTOS DIRECTOS | | | | 46,05 |
| Materia prima directa | | | | 4,00 |
| Hoja de marupa fresca | Kg. | 2,00 | 2,00 | 4,00 |
| Materiales directos | | | | 1,01 |
| Costal de polietileno | Unidad | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Tijera de podar | Día | 1,00 | 0,01 | 0,01 |
| Materiales, equipos y bienes duraderos directos | | | | 25,21 |
| Vaso precipitado de 1 l. | Día | 1,00 | 0,01 | 0,01 |
| Frasco ambar de 500 ml. | Unidad | 2,00 | 6,00 | 12,00 |
| Destilador de agua | H/máquina | 1,00 | 3,10 | 3,10 |
| Frasco pvc 1 l. | Unidad | 1,00 | 3,00 | 3,00 |
| Olla | Día | 1,0,0 | 0,01 | 0,01 |
| Balón de gas | Día | 1,00 | 1,17 | 1,17 |
| Cucharón | Unidad | 1,00 | 2,00 | 2,00 |
| Colador | Unidad | 1,00 | 2,00 | 2,00 |
| Cocina industrial | Día | 1,00 | 0,02 | 0,02 |
| Estufa | Día | 1,00 | 1,39 | 1,39 |
| Molino de mano | Día | 1,00 | 0,03 | 0,03 |
| Refrigerador | Día | 1,00 | 0,42 | 0,42 |
| Balanza analítica | Día | 1,00 | 0,06 | 0,06 |
| Mano de obra directa | | | | 15,83 |
| Personal de laboratorio | Ho/hombre | 4,00 | 3,96 | 15,83 |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | 20,65 |
| Gastos Administrativos | | | | 20,65 |
| Energía eléctrica | | | | 14,15 |
| - Refrigeradora | | 7,20 | 0,62 | 4,47 |
| - Destiladora | | 3,60 | 0,62 | 2,23 |
| - Estufa | | 12,00 | 0,62 | 7,45 |
| Agua tratada | Litro | 5,00 | 0,20 | 1,00 |
| Sobre manila A4 | Unidad | 10,00 | 0,50 | 5,00 |
| Lapicero | Unidad | 1,00 | 0,50 | 0,50 |
| COSTO TOTAL | | | | 66,71 |

Anexo 10: Resumen de costos de preparación de extractos vegetales en soles

| DESCRIPCIÓN | VALORACIÓN COMPARATIVA ECONÓMICA DE TRES EXTRACTOS VEGETALES | | |
|--|---|----------------------|-----------------|
| | Nim (1000ml) | Piñón blanco (500ml) | Marupa (1000ml) |
| Costos directos | 48,05 | 94,96 | 46,05 |
| Materia prima directa | 6,00 | 75,00 | 4,00 |
| Materiales directos | 1,01 | 4,13 | 1,01 |
| Materiales, equipos y Bienes duraderos directos | 25,21 | | 25,21 |
| Mano de obra directa | 15,83 | 15,83 | 15,83 |
| Costos directos | 20,65 | 15,96 | 20,65 |
| Costo total | 68,61 | 110,92 | 66,71 |