

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



TESIS

**DETERMINACIÓN DE LA DOSIS MÁS EFECTIVA DE ACEITE DE NEEM Y
JABÓN LÍQUIDO POTÁSICO EN EL CONTROL DE *Pulvinaria psidii* en
CAJAMARCA**

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO FORESTAL

Presentado por el bachiller:

Bach. Jhonatan Nicolás Rodríguez Chicchón

ASESOR:

Ing. Oscar Rogelio Sáenz Narro

CAJAMARCA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mis padres - *¡¡¡oh!! tan maravillosos padres-* que dieron todo por sus hijos, demostrando amor, respeto y disciplina en cada paso de su actuar, mostrando todo lo que la perseverancia puede alcanzar, a ellos, a quienes les debo todo, comenzando por la vida...

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por ser todo aquello que una persona necesita.

Al Ing. Oscar Sáenz Narro por ser mi tutor y guiarme con dedicación y paciencia en la realización de este trabajo, sin sus palabras y precisas correcciones no hubiese podido lograr tan anhelada meta. Gracias por su guía y todos sus consejos.

A mis docentes, que han sido parte de mi camino universitario, por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí. Sin ustedes los conceptos serían solo textos.

A mis leales e inseparables amigos Víctor Vega y Leomar Vega, por acogerme en sus instalaciones cuándo más lo necesitaba, y así, permitirme continuar con mi trabajo. Los valoro mucho.

A mi inseparable amigo y compadre José Calua, por estar ahí y ser ese soporte que me permitió avanzar. De verdad, muchas gracias.

A “Marv”, por incentivar me y apoyarme con su experiencia y amistad, fuiste una parte importante en el proceso. Muchas gracias.

A Walter Mantilla, por su comprensión y apoyo incondicional. Muchas gracias.

ÍNDICE

| | |
|---|------|
| RESUMEN | viii |
| ABSTRACT | ix |
| CAPÍTULO I | 1 |
| Introducción..... | 1 |
| CAPÍTULO II | 3 |
| Revisión de literatura..... | 3 |
| 2.1 Antecedentes de la investigación | 3 |
| 2.2 Bases teóricas | 5 |
| 2.2.1 <i>Pulvinaria psidii</i> M. | 5 |
| 2.2.2 <i>Schinus molle</i> L. | 10 |
| 2.2.3 <i>Azadirachta indica</i> A. Juss..... | 12 |
| 2.2.4 Jabón potásico | 17 |
| 2.2.5 Manejo Integrado de Plagas | 18 |
| 2.3 Definición de términos básicos | 21 |
| CAPÍTULO III | 24 |
| Materiales y métodos..... | 24 |
| 3.1 Ubicación geográfica del trabajo de investigación | 24 |
| 3.2 Materiales | 25 |
| 3.2.1 Material experimental | 25 |

| | | |
|---------------------|--------------------------------------|-----------|
| 3.2.2 | Material y equipo de campo | 25 |
| 3.2.3 | Material y equipo de escritorio..... | 25 |
| 3.2.4 | Diseño experimental..... | 25 |
| 3.2.5 | Insumos | 26 |
| 3.2.6 | Variables..... | 27 |
| 3.3 | Metodología | 27 |
| 3.3.1 | Fase de campo | 27 |
| 3.3.2 | Fase de gabinete | 29 |
| CAPÍTULO IV | | 30 |
| | Resultados y discusión..... | 30 |
| CAPÍTULO V | | 39 |
| | Conclusiones y recomendaciones..... | 39 |
| 5.1 | Conclusiones | 39 |
| 5.2 | Recomendaciones..... | 39 |
| CAPÍTULO VI | | 40 |
| | Referencias bibliográficas | 40 |
| CAPÍTULO VII | | 48 |
| | Anexos | 48 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Árbol de neem | 13 |
| Figura 2. Molécula de azadiractina..... | 17 |
| Figura 3. Ubicación del área de estudio..... | 24 |
| Figura 4. Croquis del diseño de campo experimental y distribución de los tratamientos | 26 |
| Figura 5. Unidad experimental para aceite de neem..... | 27 |
| Figura 6. Unidad experimental para jabón líquido potásico | 28 |
| Figura 7. Gráfico de porcentaje de mortalidad por cada tratamiento | 31 |
| Figura 8. Gráfico de porcentaje de mortalidad por cada tratamiento | 34 |
| Figura 9. Gráfico comparativo del % de mortalidad de los tratamientos | 37 |
| Figura 10. Identificación de árboles infestados con <i>Pulvinaria psidii</i> en estado adulto..... | 49 |
| Figura 11. <i>Pulvinaria psidii</i> en estado adulto..... | 49 |
| Figura 12. Georreferenciación de árboles de “molle”. | 49 |
| Figura 13. Delimitación de unidades experimentales..... | 49 |
| Figura 14. Preparación de los Tratamientos. | 50 |
| Figura 15. Aplicación de tratamiento con jabón potásico. | 50 |
| Figura 16. Aplicación de tratamiento con aceite de neem..... | 50 |
| Figura 17. Cuento de individuos de <i>Pulvinaria psidii</i> | 50 |
| Figura 18. Estado inicial de la unidad experimental con aceite de neem. | 50 |
| Figura 19. Estado inicial de la unidad experimental con jabón potásico..... | 50 |
| Figura 20. Estado final de unidad experimental con aceite de neem, después de 30 días de aplicación. | 51 |
| Figura 21. Estado final de unidad experimental con jabón líquido potásico, después de 30 días de aplicación..... | 51 |
| Figura 22. Estado final de árboles de molle, después de 30 días de aplicación. . | 51 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Descripción de los tratamientos en estudio..... | 26 |
| Tabla 2. Mortalidad de <i>Pulvinaria psidii</i> aplicando tratamientos con aceite de neem | 30 |
| Tabla 3. Análisis de varianza de los tratamientos en estudio..... | 32 |
| Tabla 4. Prueba de significación de Tukey al 5% para efecto de los tratamientos sobre la mortalidad de <i>Pulvinaria</i> | 32 |
| Tabla 5. Mortalidad de <i>Pulvinaria psidii</i> aplicando tratamientos con jabón líquido potásico | 33 |
| Tabla 6. Análisis de varianza de los tratamientos en estudio..... | 35 |
| Tabla 7. Prueba de significación de Tukey al 5% para efecto de los tratamientos sobre la mortalidad de <i>Pulvinaria</i> | 36 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Conteo de individuos aplicando aceite de neem | 48 |
| Anexo 2. Conteo de individuos aplicando jabón líquido potásico | 48 |
| Anexo 3. Panel fotográfico | 49 |

RESUMEN

La *Pulvinaria psidii* Maskell, conocida en el Perú como “cochinilla del guayabo”, es una especie que se ha convertido en plaga de importantes especies frutales y ornamentales, reduciendo su vigorosidad, calidad de los frutos y belleza paisajística. La presente investigación se realizó en árboles infestados con *Pulvinaria psidii* en la ciudad de Cajamarca, Perú. El objetivo fue evaluar la efectividad de dos insecticidas de bajo impacto ambiental, el aceite de neem a la dosis de 0.4%, 0.5% y 0.6% y el jabón líquido potásico a la dosis de 1%, 2% y 3%, en el control del insecto plaga. El experimento fue conducido bajo un diseño completamente al azar (DCA) con seis tratamientos, un testigo y tres repeticiones. Las evaluaciones se realizaron a los 1, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 días después de la aplicación de los tratamientos. Los dos insecticidas presentaron mortalidad de adultos; la dosis de aceite de neem que presentó mayor efectividad fue la de 0.6%, con un 66% de mortalidad, y la dosis de jabón líquido potásico que presentó mayor efectividad fue la de 2%, con un 81% de mortalidad.

Palabras clave: aceite de neem, *Azadirachta indica*, “neem”, nim, jabón potásico, dosis, control, bioinsecticida, molle, *Schinus molle*, *Pulvinaria psidii*.

ABSTRACT

Pulvinaria psidii Maskell, known in the country as “Cochinilla del guayabo”, is a species that has become a pest of important fruit and ornamental species, reducing their vigor, fruit quality and landscape beauty. The present research was carried out on trees infested with *Pulvinaria psidii* in the city of Cajamarca, Peru. The objective was to evaluate the effectiveness of two insecticides of low environmental impact, neem oil and liquid potassium soap in doses of 0.4% (4 ml), 0.5% (5 ml) and 0.6% (6 ml) and 1% (10 ml), 2% (20 ml) and 3% (30 ml) respectively, in pest control. The experiment was conducted under a completely random design (DCA) with six treatments, one control and three repetitions. The evaluations were performed at 1, 5, 10, 15, 20 25 and 30 days after the application of the treatments. The two insecticides had mortality in adults; the dose of neem oil that was most effective was 0.6%, with 66% mortality, and the dose of potassium liquid soap that was most effective was 2%, with 81% mortality.

Key words: neem oil, *Azadirachta indica*, “neem”, nim, potassium soap, dosage, control, bio insecticide, molle, *Schinus molle*, *Pulvinaria psidii*.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Las áreas verdes urbanas son espacios importantes en el desarrollo de una ciudad, no solo porque cumplen con una función ornamental y paisajística, sino también, porque ayudan a optimizar la calidad del aire, convirtiendo en oxígeno (O₂) una significativa proporción de dióxido de carbono (CO₂); por ello, es necesario mantener estos espacios en buenas condiciones ornamentales y sanitarias, realizando actividades de manejo como riego, podas, remoción, abonamiento y control de plagas (Rendón, 2010).

En las áreas verdes de la ciudad de Cajamarca, encontramos algunos insectos fitófagos que ponen en peligro la sanidad de estos espacios, dentro de los cuales podemos identificar a las queresas, pulgones, periquitos, salivazos y cochinillas; destacando en las cochinillas, la *Pulvinaria psidii*, la cual provoca graves daños en los árboles de molle (*Schinus molle*), debido a la succión de savia, secreción de melaza y defoliación, la cuales pueden llegar a ser intensas, debilitando su vigorosidad y reduciendo considerablemente la belleza paisajística del lugar.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, lo que se busca con esta investigación es tener alternativas de control eficientes y de bajo impacto ambiental para el control de *Pulvinaria* en plantas de carácter ornamental, por lo que el problema de la investigación es, ¿Cuál es la dosis más efectiva tanto del aceite de neem como de jabón líquido potásico en el control de *Pulvinaria psidii* en Cajamarca?

El objetivo principal de la presente investigación es determinar la dosis más adecuada de aceite de neem (*Azadirachta indica*) y jabón líquido potásico en el control de *Pulvinaria psidii* en Cajamarca; el cual descompone en dos objetivos específicos: 1)

determinar la efectividad del aceite de neem, evaluando el porcentaje de mortalidad de *Pulvinaria psidii* en Cajamarca; y, 2) determinar la efectividad del jabón líquido potásico, evaluando el porcentaje de mortalidad de *Pulvinaria psidii* en Cajamarca.

La hipótesis planteada y a contrastar es que: el aceite de *neem* y el jabón líquido potásico son efectivos en el control de la *Pulvinaria psidii* en Cajamarca.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes de la investigación

López y Estrada (2005) llevaron a cabo pruebas de validación de bioinsecticidas a base de “*neem*” (nim) en el control de plagas de insectos en cultivos económicos, en el que demostraron que con el uso de los productos Oleo nim 80 CE, Neo nim 60 CE, Cuba nim T, Cuba nim SM y Foliar nim HM, es posible controlar con eficacia la acción nociva de plagas tales como *Diaphania hyalinata* en melón, *Empoasca fabae* en poroto, *Thrips palmi* en pepino, y *Bemisia tabaci* en poroto y tomate. Las efectividades biológicas alcanzadas en estas experiencias, oscilaron entre 75 y 100 %, lo cual confirma la factibilidad del uso de estos bioinsecticidas insertados en el Manejo Integrado de Plagas para una agricultura sostenible (p.41).

Macario (2017) evaluó el efecto del insecticida orgánico *Neem* en el cultivo de *Musa paradisiaca* L. (banano), en la finca “La Fe”, Guatemala, en el control de las plagas de racimo, como la *Colaspis* spp. (tortuguilla), *Pseudococcus elisae* (cochinilla harinosa), *Frankiniella* spp. (trips) y *Solenopsis* spp. (hormiga); en la que se evaluaron siete tratamientos, siendo seis dosis de *neem* y una de protección, para la cual utilizó una de bolsa de polietileno. Los tratamientos evaluados fueron de 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5% y 3% de concentración, los cuales se aplicaron a las plagas ubicadas en el pseudotallo de la planta, finalmente, obtuvo como resultado que la mejor dosis para el control de la *Colaspis* spp. (tortuguilla) y *Frankiniella* spp. (trips) en el racimo de banano es el tratamiento aplicado con 1.5% de concentración de insecticida orgánico *neem* (p.34).

Hernández et al. (2018) realizaron estudios aplicando 1 mg de extractos vegetales de “neem”, *Capsicum anuum* (chile) y *Alium sativum* (ajo) sobre poblaciones de *Pulvinaria innumerabilis* (escama algodonosa) en etapa adulta, obteniendo los siguientes resultados: El chile obtuvo el mayor porcentaje de efectividad, con un 77 % de efectividad sobre la plaga, el neem un 69 % de efectividad y el ajo un 36 % de efectividad, llegando a la conclusión de que los extractos vegetales son productos con alta eficacia para el control de plagas agrícolas (p.21).

Obeso (2018) realizó una investigación sobre la eficiencia de tres tratamientos de extractos de “neem” en el control del (*Polyphagotarsonemus latus* Banks (ácaro hialino) en *Stevia rebaudiana*, en donde, la propagación de las plantas de stevia se realizó a través de esquejes obtenidos de plantas madre, las cuales fueron trasplantadas en 80 bolsas de polietileno. Para la determinación de la dosis adecuada, se utilizó cuatro tratamientos con un diseño de cuadrado latino; los tratamientos fueron de 0.75 ml/l, 0.50 ml/l, 0.25 ml/l y un testigo, obteniéndose que el mejor resultado fue la dosis de 0.75 ml/l de extracto de “neem” durante un periodo de 24 horas, presentando un mayor porcentaje de mortalidad corregida (p.6).

Merino y Orrego (2020) realizaron una investigación sobre la eficiencia de un biopesticida hecho a base del extracto de aceite de semillas de “neem” al 25% en el control de mosquilla y gusano cogollero, obteniendo como resultados que este biopesticida obtuvo una efectividad del 57,40 % de mortalidad (p.7).

En cuanto a las investigaciones sobre la acción insecticida del jabón potásico, Limache (2014) realizó un estudio que tuvo como objetivo evaluar la efectividad controladora del jabón potásico Bio Clean, para el control de la plaga *Orthezia olivicola*

“queresa blanca móvil” presentes en las plantas del olivo (*Olea europea*). Utilizó como tratamientos diluciones de jabón potásico de: 2000; 1330; 1000; 800 ppm; y tratamiento control (agua sola); cada tratamiento tuvo 3 repeticiones, obteniéndose como resultados que la dilución que produjo el mayor porcentaje de control sobre las ninfas de *O. olivicola* fue la de 2000 ppm con 90,77% de control; y para los adultos de *O. olivicola* fue la de 2000 y 1330 ppm con 88,83% y 74,11% de control (pp. 7-11).

Díaz (2016) realizó una investigación en la que evaluó cuatro tratamientos biológicos para el control de la *Pulvinaria psidii* utilizando jabón líquido potásico, aceite vegetal comercial, aceite de *Eucalyptus globulus* y aceite de *Schinus molle*, obteniendo como resultado que el jabón líquido potásico alcanza el 100% de mortalidad de la *Pulvinaria psidii* a los 20 días después de la aplicación, siendo éste el tratamiento más efectivo (pp. 8-10).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 *Pulvinaria psidii* M.

La *Pulvinaria psidii* Maskell (en adelante: *Pulvinaria*) es un insecto polífago distribuido en todas las regiones zoogeográficas, citado en 141 géneros de plantas pertenecientes a 67 familias. Está considerado como plaga de los cítricos, café, mango, guayaba y diferentes árboles y arbustos ornamentales. Se alimenta del floema de hojas, tallos, y ramas, y si el nivel de infestación es elevado puede provocar amarillamiento, defoliación, disminución de la producción de frutos y pérdida de vigor de la planta. El insecto produce una gran cantidad de melaza que se cubre de fumagina, provocando reducción de la fotosíntesis del árbol y depreciación de frutos (Rodrigo et al., 2020).

2.2.1.1 Clasificación taxonómica

- > Clase : Insecta
- > Orden : Hemíptera
- > Sub orden : Stenorrhyncha
- > Familia : Coccidae
- > Género : Pulvinaria
- > Especie : *P.psidii*
- > Nombre científico : *Pulvinaria psidii* Maskell

Nota. Tomado de European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO, 2002).

2.2.1.2 Distribución geográfica y hospederos

Coto y Saunders (2004) y Gonzales (2004) describen a la *Pulvinaria* como una especie cosmopolita que se ha convertido en una plaga importante para el *Mangifera indica* (mango), *Psidium guajava* (guayaba), *Coffea arabica* (café), *Casimiroa edulis* (zapote blanco), *Manilkara zapota* (chicozapote), *Cordia alliodora* (laurel), *Persea americana* (palta), *Morus alba* (mora), *Pinus caribaea* (pino), *Eriobotrya japonica* (níspero), *Citrus sinensis* (naranja), *Citrus aurantifolia* (lima), *Citrus limon* (limón), *Schinus molle* (molle) y *Schinus terebinthifolius* (molle) (p. 136).

Asimismo, Alata (2006) afirma que en el Perú la *Pulvinaria* apareció como una queresita que dañaba las hojas de lúcumo y guayabo, dentro de la Universidad Nacional Agraria la Molina, determinándose como una especie muy agresiva ya que invade rápidamente a su hospedero infestando hojas, ramas y frutos, además de propiciar la aparición de la fumagina.

2.2.1.3 Ciclo biológico

Kondo y Kawai (1995) describen a la *Pulvinaria* como un insecto pequeño, inmóvil, convexo o plano cubierto por un ovisaco de cera, caracterizado por la presencia de un par de placas anales, las cuales se abren para excretar la miel de rocío. La hembra tiene cuatro estadios, el primer estadio ninfal se denomina gateador, tiene antenas y patas bien desarrolladas, en este estadio se dispersan. En el segundo estadio ninfal, se parecen a los gateadores, pero carecen de setas largas en las placas anales. En el tercer estadio, se parecen a la hembra adulta, pero son más pequeñas, tienen menos poros y no tienen una vulva (pp. 114-120).

Gonzales (2004) detalla el ciclo biológico de la *Pulvinaria* dividiéndolo en 3 estados de desarrollo, los cuales son:

- a) **Huevos.** Son ovipositados por la hembra en una estructura llamada ovisaco, el cual es una especie de saco o depósito de color blanquecino, la cual alberga alrededor de 180 huevecillos de forma ovoide y casi transparentes, los cuales miden aproximadamente 0.2 mm de longitud. Estos huevecillos permanecen en el ovisaco por un promedio de 9 días, tiempo en el que se desarrolla el periodo de incubación.
- b) **Ninfas.** Aquí encontramos cuatro estadios ninfales: Ninfa I, Ninfa II, Ninfa III y Ninfa IV, los cuales se desarrollan en un periodo entre 50 a 70 días. En este estadio, las escamas inmaduras son amarillas, planas y elípticas.
- c) **Estado adulto.** Los adultos son de color verde a amarillo, ovoides y miden alrededor de 4.5 mm de longitud y unos 2.5 a 3 mm de ancho cubiertos con una

cera pulverulenta blanca. En este estado de desarrollo, las hembras pueden producir hasta 360 huevos durante toda su vida, los cuales se ven como una masa de algodón blanca debajo de su cuerpo.

2.2.1.4 Descripción morfológica

La *Pulvinaria* ha sido descrita principalmente a partir de las hembras adultas; ya que los estadios inmaduros sólo son conocidos en cerca de un 5%, y los machos en 1%, aun así, sabe que estos insectos tienen grandes diferencias morfológicas entre sexos (Llorente et al., 1996).

Moreno (2011) describe a la hembra adulta de *Pulvinaria* como sedentaria, larviforme y áptera, con la cabeza y el tórax fusionados, y la segmentación abdominal generalmente sin definir, con las patas frecuentemente reducidas o ausentes, fijándose a la planta hospedera utilizando principalmente sus estiletes bucales (p. 8).

Moreno (2011) también identifica que el macho de *Pulvinaria* tiene un total de cuatro estadios ninfales, incluyendo estadios similares a una metamorfosis completa (holometábolo), involucrando uno o dos estadios semejantes a pupas. Estos son llamados la prepupa y pupa y se desarrollan sobre una cubierta escamosa o dentro de un pupario de cera, el cual puede ser producido por el segundo estadio. Los estadios de pupa y macho adulto nunca se alimentan (no poseen piezas bucales o están atrofiados), por lo que tienen una vida corta (a lo sumo unos pocos días), y tienen un tiempo limitado para buscar a las hembras sedentarias para el apareamiento. En el trópico (con condiciones ambientales parecidas al invernadero) los ciclos de vida pueden reducirse a un mes (p. 9).

Coincidiendo con otros autores, Del Pino et al. (2021) describen que la morfología de la hembra de *Pulvinaria* posee un cuerpo ovalado y perfil ligeramente convexo, con antenas de 8 segmentos y patas bien desarrolladas, recubiertas de un escudo de color verde cuando aún son jóvenes, llegando a medir de 4-5 mm de longitud. Durante la etapa de maduración su cuerpo se oscurece hasta tonos marrones y se eleva debido a la presencia de un ovisaco blanco bastante amplio en el margen posterior de su cuerpo. En el interior de este ovisaco se encuentran entremezclados con hilos de seda, los huevos de forma ovalada y de color rojo, que dan origen a las ninfas neonatas. Éstas pueden ser transportadas pasivamente por el viento, y tras encontrar un lugar donde alimentarse, empiezan a producir un escudo similar al de la hembra adulta. Asimismo, afirman que la *Pulvinaria* pasa por dos estadios ninfales antes de alcanzar el estado de hembra adulta joven. El cuerpo del segundo estadio ninfal es alargado con las hendiduras de los estigmas claramente visibles. Y finalmente, nos dicen que la *Pulvinaria* es una especie partenogenética, en la que rara vez se observan machos alados, que miden unos 2-3 cm de longitud (pp. 2-3).

2.2.1.5 Hábitos

Los primeros estadios ninfales buscan sitios con fuentes de alimentación de la planta huésped donde nacen o se dispersan con el viento. Las ninfas de los demás estadios y las hembras adultas tienen su vida sedentaria en las zonas de alimentación (Gonzales, 2004, p. 100).

2.2.1.6 Daños

El adulto y los estadios inmaduros succionan los jugos de hojas, tallos y frutos, produciendo copiosas cantidades de mielecilla, la cual es utilizada como comida por hormigas y como sustrato por algunos hongos que forman la fumagina, cubriendo rápidamente hojas y ramas impidiendo la actividad fotosintética y perjudicando el crecimiento y normal desarrollo de los árboles (Mendoza et al., 2004, p. 27).

2.2.2 *Schinus molle* L.

El *Schinus molle* L. (en adelante: “molle”) es un árbol siempre verde muy extendido en el Perú, el cual se encuentra creciendo de forma espontánea en zonas perturbadas, a lo largo de caminos y escapando de los cultivos. También es usado en el área urbana de manera ornamental, adornando parques, jardines, paseos y avenidas (Ojeda y Mesa, 2008). Teniendo su origen en América del Sur, *el “molle”* se distribuye naturalmente en México, Brasil, Uruguay, Paraguay, Chile, Argentina y Perú, siendo también cultivada en países como, Palestina, Líbano, Egipto, Libia, China, Estados Unidos y Australia (Robles, 2014).

2.2.2.1 Clasificación taxonómica

- > Clase : Equisetopsida
- > Orden : Sapindales
- > Familia : Anacardiaceae
- > Género : *Schinus*
- > Especie : *Schinus molle*
- > Nombre científico : *Schinus molle* L.

Nota. Tomado de Tomado de Tropicos.org Missouri Botanical Garden (2023).

Perteneciente al Orden de los Sapindales, familia Anacardeaceae, especie *Schinus molle* (Carrión, 2010) desarrolla en altitudes desde el nivel del mar hasta los 3500 msnm, en regiones de bosque de pino encino, matorral xerófilo y selva baja caducifolia seca (Ojeda y Mesa, 2008), a una temperatura media anual de 10 – 20 °C, no observándose en zonas con ocurrencia de heladas. En cuanto a sus requerimientos edáficos, el molle prefiere suelos de textura franco arenosa, sueltos y profundos, no respondiendo bien en zonas pedregosas, pero tolerando bien la aridez extrema y las sequías, no obstante, se adapta igualmente en zonas con inundación estacional (Reynel y León, 1990).

En cuanto a su morfología, Medina (2012) y Castro (2018) describen al *molle* como un árbol de 10 a 12 metros de altura, aunque de manera excepcional se han encontrado ejemplares de hasta 20 m, con copa redondeada y ramaje colgante muy ornamental, además de un tronco grueso de hasta 1 m de diámetro notoriamente fisurado, del cual se desprenden placas de corteza que exudan resinas aromáticas. De hojas compuestas imparipinnadas, divididas en hojuelas largas y estrechas, con disposición alterna y terminación en punta, de borde entero o raramente aserrado. Las flores son hermafroditas o unisexuales, produciendo una drupita del tamaño de un grano de pimienta de color rosa brillante, con muy poca carne y un solo hueso que al romperlo desprende un agradable olor, propio de la familia a la que pertenece (Sánchez de Lorenzo, 2007).

Y además de su importancia ornamental, el “*molle*” tiene usos en la medicina tradicional, como antiespasmódico, cicatrizante, antiinflamatorio y repelente de mosquitos, para las cuales se usa la corteza, resina y las hojas (Robles, 2014).

2.2.3 *Azadirachta indica* A. Juss.

2.2.3.1 Clasificación taxonómica

- > Clase : Equisetopsida
- > Orden : Sapindales
- > Familia : Meliáceae
- > Género : *Azadirachta*
- > Especie : *Azadirachta indica*
- > Nombre científico : *Azadirachta indica* A. Juss.

Nota. Tomado de Tropicos.org Missouri Botanical Garden (2023).

El *Azadirachta indica* A. Juss. (en adelante: “*neem*”) es un árbol nativo de los bosques naturales de las regiones más secas de las regiones del Sur del Asia y de la India, encontrándose en sistemas arbóreos en la India, Sri Lanka, Bangladesh, Myanmar, Tailandia, el sur de Malasia y en Indonesia, e introducida en África occidental, América Central, en la región del Caribe, como es el caso de Cuba, República Dominicana y Costa Rica, en América del Norte en los Estados Unidos y México, y en varios países de América del Sur como Argentina, Brasil y de manera aislada en Perú, Chile y Ecuador (Peña y Cevallos, 2015,). Es un árbol que se caracteriza por alcanzar hasta 30 m de altura, con pequeñas flores blancas con aroma a miel que atraen a las abejas y frutos en forma de drupa, los cuales contienen la mayor concentración de metabolitos secundarios. De propagación sexual o asexual, con alta adaptabilidad, bajo requerimiento hídrico, desarrollándose en zonas con precipitación entre 400 a 800 mm, y con alta tolerancia a suelos secos, pobres, alcalinos y salinos, pero mostrando poca resistencia a las heladas, no es maleza ni hospedero de plagas lo que lo convierte en una buena alternativa maderera y ornamental (Rodríguez y Torres, 2021, p. 95). Según Vásquez (2020), un árbol de tamaño promedio puede producir entre 37 y 55 kg de fruta al año (inicialmente

de color verde y amarillas cuando maduran, conteniendo una pulpa semidulce que envuelve a la semilla) tal como podemos ver en la Figura 1, y en lugares donde la especie es invasiva, la germinación de semillas frescas es de 98–100%, pero con una corta viabilidad de aproximadamente 3-4 semanas, disminuyendo en un 55% su porcentaje de germinación después de 11 a 14 días (p. 9).

Figura 1

Árbol de “neem”



Nota. a) Flores b) Porte; c) Frutos. Tomado de *Manual de plantas invasoras de Sudamérica* (p. 56), por E. Goncalves (2016).

Rodríguez y Torres (2021) afirman que el árbol del “neem” ha sido objeto de varios estudios sobretodo por sus propiedades pesticidas, ya que en sus semillas, hojas, frutos y corteza, encontramos azadiractina, salanina, meliantriol y varios triterpenoides, destacando la importancia de la azadiractina, la cual se manifiesta principalmente en los efectos negativos que tiene sobre los insectos y los artrópodos, sin efectos negativos

sobre los vertebrados y los seres humanos. Siendo importante reconocer que la concentración de azadiractina en las semillas de los árboles puede variar de 4 a 9 mg, y también se ve afectada por la edad fenológica de la planta, por lo que algunos estudios han establecido que después de 127 días de floración es el momento en que el compuesto está más concentrado en la planta.

La obtención de productos derivados del “*neem*” se puede realizar de manera simple, obteniéndose la mayor cantidad de ingredientes mediante extracción alcohólica, mientras que el extracto acuoso ofrece una menor cantidad de ingredientes activos (Benavides et al., 2001, p. 2).

2.2.3.2 Aceite de neem

El aceite de “*neem*” es un insecticida natural extraído de varias partes del árbol de “*neem*”, que tiene una fuerte acción por ingestión y un poco menor por contacto; cuando es absorbido por las raíces se comporta de manera sistémica con acción nematocida, y en aplicaciones foliares presenta acción translaminar.

(Valverde et al., 2021)

Arias et al. (2009) consideran que de las hojas, semillas y corteza del árbol del “*neem*” se pueden extraer aceites esenciales, mediante las técnicas de extracción con solventes, hidrodestilación y fluidos supercríticos, adicionalmente también se puede extraer aceite vegetal de las semillas por la técnica del prensado al frío, concluyendo que la denominación de “aceite esencial” o “aceite de neem” depende de la forma de extracción a la cual es sometida (p. 22).

En cuanto a la extracción de aceite a partir de la semilla, existen varios métodos como el prensado mecánico, extracción de fluido supercrítico y

extracción por solvente. La extracción mecánica es el método más utilizado para extraer el aceite de la semilla del “*neem*”, sin embargo, el aceite producido con este método generalmente tiene un precio bajo, ya que es turbio y contiene una cantidad significativa de contenido de agua y metales; en cambio, en la extracción utilizando fluido supercrítico, el aceite producido tiene una pureza muy alta; por lo que, el costo de operación e inversión es también alto. La extracción usando solventes tiene varias ventajas, proporciona mayor rendimiento y menos aceite turbio que la extracción mecánica, y un costo operativo relativamente bajo en comparación con la extracción de fluido supercrítico (Ramírez-Suárez y Ramírez-Calderón, 2018).

a. ***Principio activo***

El aceite de neem, posee como agente activo a la azadiractina, la cual se ha comprobado que funciona como un insecticida natural. La azadiractina es estructuralmente similar a la hormona de los insectos llamada “ecdisona” (hormona de la muda), esta controla el proceso de metamorfosis cuando los insectos pasan de larva a pupa y a adulto o las mudas de crecimiento. Por ende, el aceite de neem actúa en los insectos como antialimentario, inhibidor de crecimiento y prolongando las etapas inmaduras, ocasionando la muerte por disminución del nivel de proteínas y aminoácidos e interferir en la síntesis de quitina, dejando a los insectos tan confundidos en su cuerpo y cerebro que ya no pueden alimentarse ni reproducirse; dado esto, las sustancias obtenidas del “*neem*” no funcionan como tóxicas, sino que intervienen en los procesos químicos y fisiológicos de los insectos, demostrando que estas sustancias no

afectan a los controladores biológicos, ya que las mismas, deben ser ingeridas para poder actuar. Sin embargo, es de suponer que artrópodos parasíticos, que absorban gran cantidad de azadiractina de sus víctimas se verán afectados (Navarrete et al., 2016).

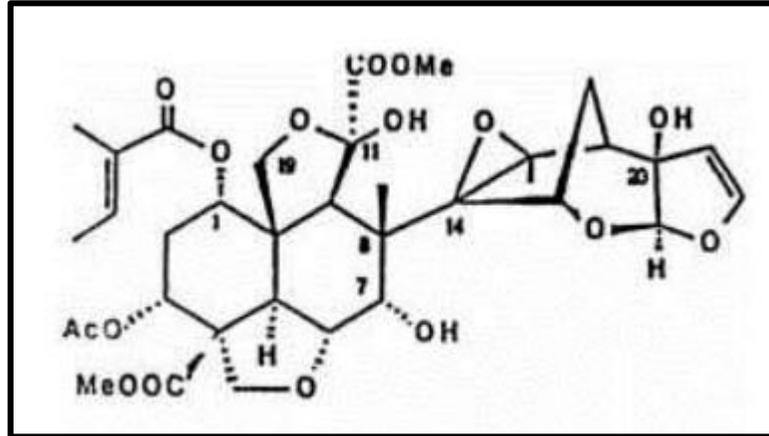
La azadiractina es un complejo de limonoides tetranortri-terpenoide de las semillas de “*neem*”, este es el componente responsable del inhibidor de apetito en los insectos, la cual es sensible a la acción de la luz y del calor, por lo tanto, es recomendable que las aplicaciones para el control de plagas o enfermedades se hagan en la tarde o noche. Esta presenta una rápida biodegradación, entre 20 y 30 días, no contamina cursos de agua, manantiales hídricos, ni suelos, es por esta razón, que no se ha encontrado ningún registro de toxicidad en los seres humanos ni en animales (Ramírez-Suárez y Ramírez-Calderón, 2018, p. 15).

2.2.3.3 Composición química del aceite de neem

Según describe Ramos (2008) el “*neem*” contiene varios miles de componentes químicos, siendo de especial interés, los terpenoides, los cuales están compuestos por C, H y O (ver figura 2). La presencia del oxígeno hace esos compuestos más solubles en agua, metanol o etanol, que, en hexano, gasolina u otros solventes similares. Actualmente se conoce de la existencia de unos 100 terpenoides, siendo el más activo la azadiractina, de la que existen varios tipos que varían desde la azadiractina “A” hasta la azadiractina “K”. La azadiractina se encuentra principalmente en las semillas, en concentraciones entre 0.56 a 3.03 g/kg para la azadiractina “A”, y entre 0.04 a 0.59 g/kg para la azadiractina “B”.

Figura 2

Molécula de azadiractina



Nota. Tomado de *Aceite de neem un insecticida ecológico para la agricultura* (p. 4), por R. Ramos, 2008.

2.2.4 Jabón potásico

Es un producto hecho a base de agua, lípidos e hidróxido de potasio. Se trata de un insecticida y acaricida de contacto que elimina insectos y ácaros provocando una alteración en la permeabilidad de su membrana celular y fisiología, y por lo que, al no ser un insecticida sistémico no queda producto dentro de la savia del vegetal ni en el suelo (Medina, 2012).

2.2.4.1 Principio activo

El modo de acción del jabón potásico se basa en el ablandamiento de la cutícula en insectos de cuerpo blando, provocando desecamiento y bloqueo de los estigmas e impidiendo el intercambio de oxígeno provocando asfixia. A la vez, su capacidad para atacar las paredes celulares le brinda la habilidad para tratar ciertos hongos como la fumagina, al prevenir la difusión de oxígeno. Sumado a la acción

detergente similar al jabón común lo hace un producto ideal para el lavado de árboles frutales, ornamentales y frutícolas, y debido a su naturaleza de jabón tiende a conservar limpia la línea de riego tecnificado. El jabón potásico no es compatible con productos de pH ácido (recomendándose su solución en compuestos con pH neutro), que puede ser aplicado en cualquier época del ciclo vegetativo, aplicando en la vía foliar y preferentemente en la pueta del sol, siendo absolutamente inocuo para personas y animales, tiene también un efecto fungistático de amplio espectro y un efecto curativo sobre *Phytophthora*, *Phytium* y *Mildius*. No desprende ningún tipo de residuo perjudicial para el medio ambiente y se descompone rápidamente, convirtiéndose en carbonatos, que contribuyen al abonamiento de las plantas (CORPBIA [Corporación Bio Innova Andina], 2016).

2.2.5 Manejo Integrado de Plagas

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es un concepto amplio que se refiere a un sistema de manejo de poblaciones plagas, que utiliza todas las técnicas adecuadas en una forma compatible, para reducir dichas poblaciones y mantenerlas por debajo de aquellos niveles capaces de causar daño económico. Combina e integra los métodos químicos, culturales, físicos, etológicos, genéticos y biológicos, con el propósito de reducir las pérdidas económicas (Márquez, 2014, p. 204).

Jiménez (2009) describe los métodos de control de plagas de la siguiente manera:

2.2.5.1 Control biológico:

Consiste en la acción de enemigos naturales contra plagas y malas hierbas; sobre todo el uso de depredadores, insectos parásitos, hongos, bacterias, virus, nematodos etc. Este control resulta particularmente exitoso contra plagas

importadas, trayendo su enemigo natural desde su lugar de origen. Muchos de estos enemigos naturales han sido manipulados, y en la actualidad se usan como formulados listos para ser aplicados. Algunos ejemplos: *Bacillus thuringiensis*, *Neumorea rileyi*, *Beauveria bassiana*, *Verticillium spp.*

Asimismo, Cano et al., (2004) también describe al control biológico como el fortalecimiento del control natural, la introducción de especies no nativas de controladores y el uso de plaguicidas derivados de animales, plantas, hongos, bacterias, virus y minerales para prevenir, repeler, eliminar o bien reducir el daño causado por las plagas.

2.2.5.2 Control cultural:

Son las prácticas de cultivo que pueden ser empleadas de manera que se creen condiciones desfavorables al desarrollo de la plaga, y favorables al desarrollo del cultivo ejemplo: Preparación de suelo, ajuste de fechas de siembra, rotación de cultivos, eliminación de malezas (hospedantes), actividades sanitarias, etc. El desarrollo de variedades resistentes constituye un elemento importante para el control, pero resulta muy costoso y se requiere de mucho tiempo para su obtención.

2.2.5.3 Control físico:

Este método se refiere al uso de factores, tales como: calor, frío, humedad, energía, sonido. Estos resultan muy sofisticados (costosos), por lo que su uso resulta imposible para pequeños agricultores o en países pobres. Sin embargo, el tratamiento con agua caliente y/o calor solar (solarización) es común para tratar

semillas y semilleros. En algunos países se usa el calor para el control de nematodos poniendo plásticos sobre el terreno.

2.2.5.4 Control etológico:

El Control Etológico de plagas se entiende como la utilización de métodos de control que aprovechan las reacciones de comportamiento en respuesta a la presencia u ocurrencia de estímulos de naturaleza química, física y/o mecánica. Parte de ese comportamiento se debe a estímulos que se producen como mecanismos de comunicación entre insectos de la misma especie. Los mensajes que se envían y reciben pueden ser de atracción sexual, alarma, orientación entre otros. Desde el punto de vista práctico, las aplicaciones del control etológico incluyen la utilización de feromonas, atrayentes en trampas y cebos, repelentes, y sustancias diversas que tienen efectos similares

2.2.5.5 Control genético:

El método genético en control de plagas ha sido empleado de dos formas:

1. El cultivo puede ser manipulado genéticamente para incrementar su resistencia al ataque de las plagas.
2. Las plagas pueden ser sujetas a intervención genética con la introducción de masas de individuos con un genotipo seleccionado.

Las variedades resistentes constituyen uno de los métodos de control más exitoso en el caso de algunas enfermedades en cultivos de mucha importancia.

2.2.5.6 Control químico:

El uso de plaguicidas se ha convertido en el método de control más común

debido a su rapidez y efectividad en el control de plagas, enfermedades y malezas, sin embargo, estos traen complicaciones ambientales, agroecológicas y sobre la salud, entre estos tenemos: aumento de los problemas de resistencia, contaminación del ambiente, intoxicaciones agudas y crónicas, etc.

2.3 Definición de términos básicos

Bioinsecticida. Es un organismo vivo (hongo, bacteria, virus) y/o una sustancia química, que, estando presente en una determinada planta, puede repeler o matar a los insectos (Fernández, 2019).

Cochinilla. Insectos altamente dimórficos sexualmente. La hembra adulta es sedentaria, larviforme y áptera, con la cabeza y el tórax fusionados y la segmentación abdominal frecuentemente sin definir, Usualmente las hembras poseen dos o tres estados inmaduros y las patas están frecuentemente reducidas o ausentes. Las hembras se fijan al hospedero utilizando principalmente sus estiletes bucales. La hembra y su progenie suelen estar protegidos de la desecación y la depredación por diversas adaptaciones, como son: El integumento puede estar fuertemente engrosado, como en la familia Eriococcidae, otras producen cera, Pseudococcidae y Coccidae, y en otros casos puede ser secretada una escama separada, como en los diápside (Ramos y Cerna, 2004, p. 2388).

Controladores biológicos. Son organismos utilizados como enemigos naturales en el control biológico de una plaga, se clasifican en cuatro categorías: parasitoides, depredadores, patógenos y competidores. Estos agentes de control provienen de una gran variedad de grupos taxonómicos, aves, insectos, ácaros, arácnidos, nematodos y microorganismos, tales como las bacterias, los virus, los

hongos y los organismos unicelulares (SENASA [Servicio Nacional de Sanidad Agraria], 2017).

Ecdisona. Es la hormona esteroidea encargada de dirigir los procesos de muda y metamorfosis, implicada en parar el crecimiento y promover la diferenciación celular al final del periodo larvario (Herboso, 2015).

Insecticida. Es cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, controlar o destruir insectos plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales (Cortés, 2011, p. 14).

Insecticida con acción translaminar. Solo penetran en la zona de la planta sobre la que se ha aplicado sin incorporarse a la savia de la planta.

Insecto. Artrópodo de respiración traqueal, con el cuerpo dividido distintamente en cabeza, tórax y abdomen, con par de antenas y tres pares de patas. Lo más desarrollados tienen uno o dos pares de alas y sufren metamorfosis durante su desarrollo (Timoteo, 2014, p. 5).

Partenogénesis. La partenogénesis es una forma de reproducción a partir de la cual el embrión es el resultado de un gameto exclusivamente femenino (Lira, 2021).

Plaga. Cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales (FAO [Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación], 2016).

Plaguicida. Cualquier sustancia o mezcla de sustancias usada para controlar las plagas que atacan los cultivos (Guerra, 2021).

Planta hospedera. Cualquier planta que constituye la fuente de alimento exclusiva, o al menos característica, para un fitófago (herbívoro) determinado (Camarena, 2001).

Queresa. Insectos con fuerte dimorfismo sexual, las hembras no poseen alas y generalmente ápodas son sedentarias una vez alcanzada su madurez. Los machos son diminutos, delicados, alados y ápteros. Algunos géneros de esta familia presentan un escudete elongado-oval de 1 a 1.5 mm de largo, ligeramente transparente a pardo amarillento, y otros presentan un caparazón de forma circular aplanado levemente convexo, de coloración grisácea, de 1,5 a 2 mm de diámetro, con un área apical redondeada. Los machos son reconocidos por el escudo dorsal, con escamas más alargadas y de menor tamaño, mientras que la escama de la hembra es óvalo circular (Miraval, 2022, pp. 14-22).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

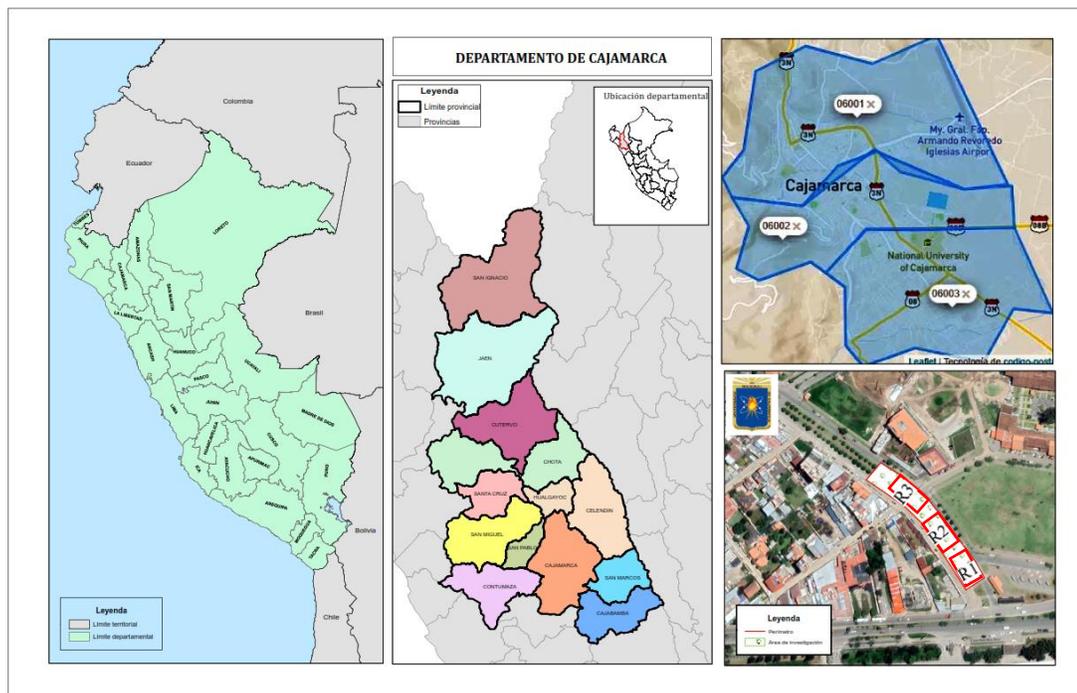
3.1 Ubicación geográfica del trabajo de investigación

La investigación se realizó en los árboles de *molle* infestados con *Pulvinaria psidii*, ubicados en la Av. La Cantuta, Villa Universitaria, en la ciudad de Cajamarca, a una altitud de 2708 msnm, y entre las coordenadas 776527 E, 9207262 N.

El clima en el área de investigación se caracteriza por ser templado, seco y soleado en el día y frío en la noche, con una temperatura media anual de 15.8 °C, un invierno suave y verano caluroso y lluvioso, con precipitaciones que van de 600 a 700 mm de precipitación anual (SENAMHI [Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú], 2019).

Figura 3

Ubicación del área de estudio



3.2 Materiales

3.2.1 *Material experimental*

Pulvinaria psidii infestada en árboles de *Schinus molle*, ubicados en las jardineras de la Av. La Cantuta.

3.2.2 *Material y equipo de campo*

- > Cámara fotográfica
- > Fichas de identificación
- > Formato de toma de datos
- > GPS
- > Libreta de campo
- > Pulverizador a presión
- > Rafia roja y verde
- > Tablero de campo
- > Tachuelas de colores
- > Tijeras

3.2.3 *Material y equipo de escritorio*

- > Computadora
- > Impresora
- > Marcador indeleble
- > Útiles de escritorio
- > Regla de aluminio milimetrada

3.2.4 *Diseño experimental*

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con 6 tratamientos, un testigo y 3 repeticiones, siguiendo la metodología propuesta por la Cámara Procultivos (2016, p. 12), dando un total de 21 unidades experimentales de 0.01 m² cada una. Los tratamientos en estudio se muestran en la siguiente tabla:

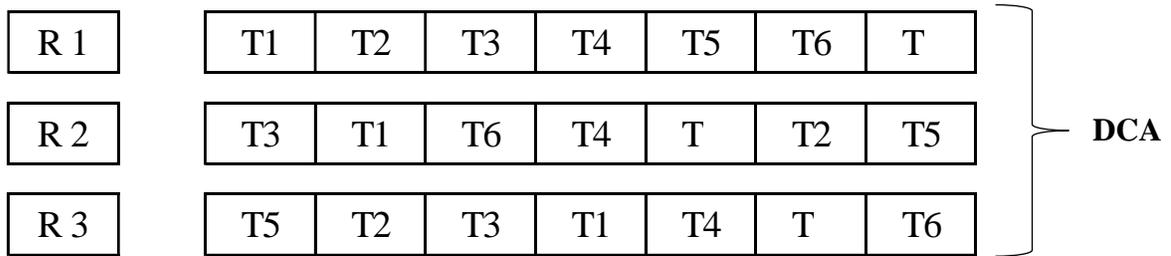
Tabla 1

Descripción de los tratamientos en estudio

| Tratamientos | Repeticiones | Dosis % |
|---------------------|---------------------|--|
| T1 | 3 | 0.4% (4ml de aceite de neem / 1 l de agua) |
| T2 | 3 | 0.5% (5 ml de aceite de neem / 1 l de agua) |
| T3 | 3 | 0.6% (6 ml de aceite de neem / 1 l de agua) |
| T4 | 3 | 1% (10 ml de jabón líquido potásico / 1 l de agua) |
| T5 | 3 | 2% (20 ml de jabón líquido potásico / 1 l de agua) |
| T6 | 3 | 3% (30 ml de jabón líquido potásico / 1 l de agua) |
| T | 3 | Testigo (agua) |

Figura 4

Croquis del diseño de campo experimental y distribución de los tratamientos.



3.2.5 Insumos

Aceite de neem

Aceite de neem..... 99.90%

Azadiractina 0.1%

Jabón potásico

Jabón potásico..... 45%

Inertes..... 55%

3.2.6 Variables

Variable independiente

Tratamientos con aceite de neem y tratamientos con jabón líquido potásico

Variable dependiente

Población de *Pulvinaria psidii*

3.3 Metodología

3.3.1 Fase de campo

▪ Instalación de unidades experimentales

Siguiendo el diseño completamente al azar de los tratamientos previamente mencionado, se instalaron 21 unidades experimentales distribuidas en las ramas y troncos de 13 árboles de *molle* ubicados en las jardineras de la Av. La Cantuta. Estas unidades experimentales fueron delimitadas utilizando una cinta plástica resistente a la humedad (verde para el aceite de neem [Figura 5] y roja para el jabón potásico [Figura 6]) y fichas de identificación para cada tratamiento y repetición, siguiendo la metodología recomendada por Estrada (2012, p. 28).

Figura 5

Unidad experimental para aceite de neem

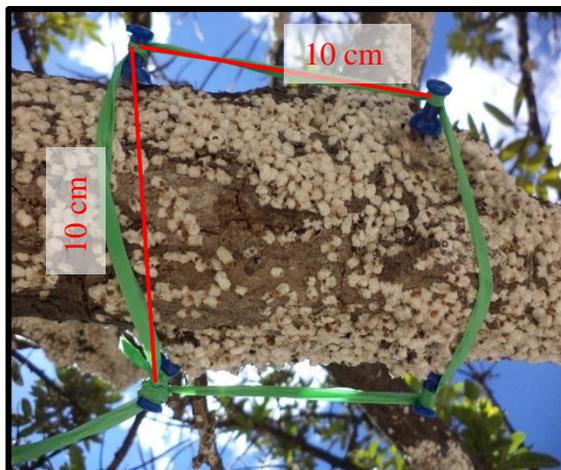
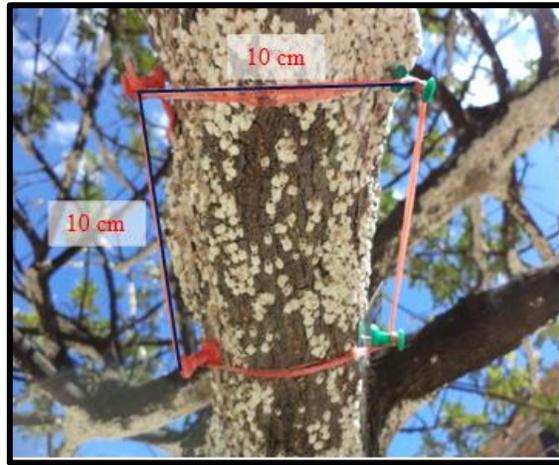


Figura 6

Unidad experimental para jabón líquido potásico



▪ Aplicación de tratamientos

Se aplicaron los tratamientos a base de aceite de neem y jabón líquido potásico dentro de las unidades experimentales instaladas en los árboles de *molle*, siguiendo las recomendaciones de Limache (2014, p. 43), tal como se describe a continuación:

La aplicación de los tratamientos a base de aceite de neem (Figura 16) se realizó por aspersión, mediante un pulverizador a presión y en horas de poca incidencia solar. La 1° aplicación se realizó un día después del conteo inicial de la densidad poblacional (Hassan, 1997), aplicando los tratamientos hasta que la unidad experimental se encuentre totalmente saturada de producto; las siguientes evaluaciones para los 5, 10, 15, 20, 25 y 30 días después de realizado el 1° conteo, se realizaron siguiendo esta misma metodología.

La aplicación de los tratamientos con jabón líquido potásico se realizó de modo análogo (Figura 15).

- **Evaluación de la densidad poblacional.** Comprende dos fases:
 1. **Evaluación inicial.** Se realizó un conteo de la población inicial (1° conteo) de individuos por unidad experimental, antes de la aplicación de los tratamientos, registrando las cantidades en formatos pre establecidos.
 2. **Evaluaciones posteriores.** Siguiendo la metodología indicada por Hassan (1997) se evaluó la densidad poblacional de *Pulvinaria* a 01, 05, 10, 15, 20, 25 y 30 días después de la aplicación de los tratamientos, con la finalidad de determinar la mortalidad de la plaga. El número de insectos muertos de cada tratamiento fue expresado en porcentaje de mortalidad.

3.3.2 Fase de gabinete

Procesamiento de datos.

Los datos registrados fueron procesados y se realizó el análisis estadístico para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos realizados, para lo cual se ejecutó la prueba de medias de Tukey al 5% de significancia, siguiendo la metodología propuesta por Bahamondes (2018, p. 61). Así mismo, se determinó la dosis más efectiva del aceite de neem y jabón líquido potásico calculando el porcentaje de mortalidad de *Pulvinaria*, mediante la expresión matemática indicada mediante la siguiente fórmula descrita por Machado (2017):

$$\% \text{ MORTALIDAD} = \frac{C_i - C_e}{C_i} * 100$$

Donde:

C_i = Conteo inicial de *Pulvinaria*

C_e = Conteo final de *Pulvinaria*

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la evaluación de la efectividad del aceite de neem en el control de *Pulvinaria* se presentan a continuación:

Tabla 2

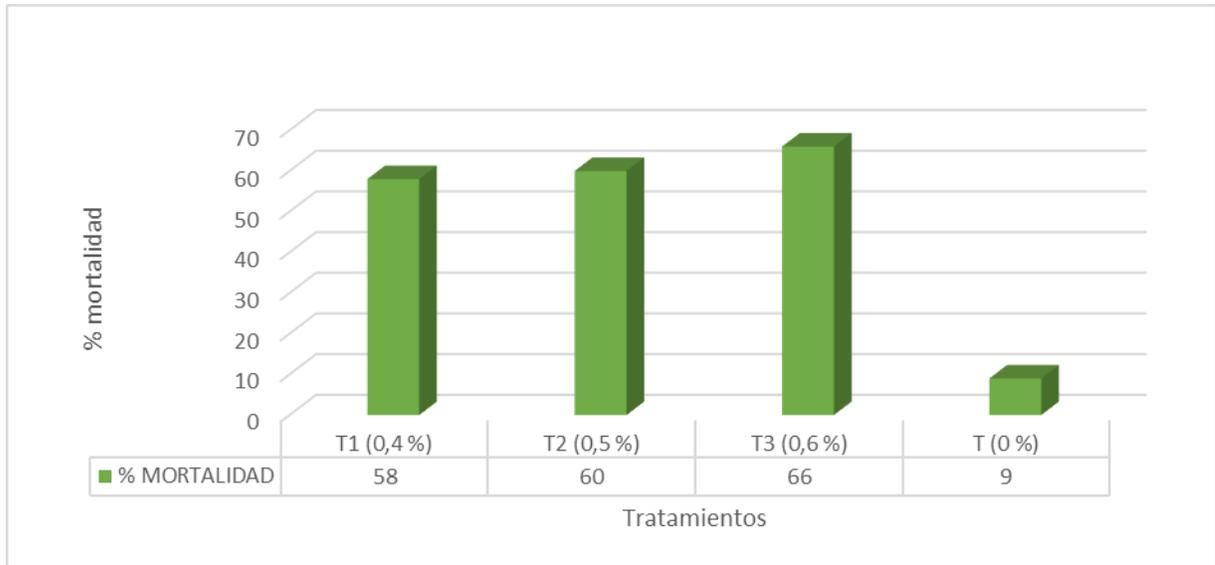
Mortalidad de Pulvinaria psidii aplicando tratamientos con aceite de neem

| Tratamiento | Pob. Inicial | Día 1 (Ind. Vivos) | Día 5 (Ind. Vivos) | Día 10 (Ind. Vivos) | Día 15 (Ind. Vivos) | Día 20 (Ind. Vivos) | Día 25 (Ind. Vivos) | Día 30 (Ind. Vivos) | % de mortalidad |
|------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|
| T (0 %) | 314 | 287 | 274 | 288 | 293 | 290 | 284 | 283 | 9 |
| T1 (0.4%) | 239 | 225 | 152 | 137 | 77 | 53 | 34 | 18 | 58 |
| T2 (0.5%) | 216 | 126 | 68 | 84 | 65 | 57 | 41 | 31 | 60 |
| T3 (0.6%) | 226 | 120 | 85 | 80 | 72 | 67 | 43 | 27 | 66 |

En la Tabla 2 se puede observar los porcentajes de mortalidad obtenidos por cada tratamiento, presentando un mayor porcentaje de mortalidad el tratamiento 3 con 66%, logrando reducir considerablemente la cantidad de individuos de *Pulvinaria* desde el 5° día de aplicación, luego, el tratamiento 2 con 60% y el tratamiento 1 con 58% de mortalidad, reduciendo la cantidad de individuos de *Pulvinaria* desde el 5° y 15^{vo} día de aplicación respectivamente, y finalmente, el testigo con 9% de mortalidad, siendo este el porcentaje de mortalidad más bajo, el cual representa a la propia mortandad natural. Los tratamientos que presentan un porcentaje de mortalidad más elevado corresponden a los que incluyeron una mayor concentración de producto en su aplicación (Figura 7).

Figura 7

Porcentaje de mortalidad por cada tratamiento



En la Figura 7 se puede observar que el tratamiento que presentar mayor efectividad en el control de *Pulvinaria* es el T3 (6 ml) con 66% de mortalidad. Los tratamientos T2 (5 ml) y T1 (4 ml) presentan un porcentaje de mortalidad similar, lo que nos indica que no existe una diferencia significativa al aplicar aceite de neem a una dosis de 0.4% o 0.5% de concentración, coincidiendo con las investigaciones realizadas por Hernández et al. (2018) y Merino y Orrego (2020) los cuales determinaron un % de mortalidad en *Pulvinaria* de 69 % y 57.40 % respectivamente; y también, acercándose al resultado encontrado por López y Estrada (2005), los cuales determinaron una efectividad del aceite de neem entre el 75 y 100% en el control de plagas agrícolas, comprobándose así la efectividad del aceite de neem en el control de la *Pulvinaria psidii*.

Tabla 3

Análisis de varianza de los tratamientos en estudio

| | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F | Valor crítico de F |
|------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|----------|---------------------------|
| Entre las muestras | 3 | 6325,58 | 2108,528 | 14,5248 | 0,0013 |
| Dentro de las muestras | 8 | 1161,3 | 145,1667 | | |
| Total | 11 | 7486,9 | | | |

CV = 20 %

En la Tabla 3, el análisis de varianza muestra que la probabilidad estadística de los tratamientos en estudio es menor que el nivel de significación (0,05), lo que nos indica que los tratamientos aplicados tuvieron efecto sobre la mortalidad de *Pulvinaria*, existiendo diferencia significativa entre los tratamientos T1, T2, T3 y T, por lo tanto, se debe rechazar la hipótesis nula (Ho).

El coeficiente de variabilidad (CV) es igual a 20%, lo que indica alta variabilidad de los resultados con respecto al número de individuos muertos después de la aplicación de los tratamientos, dato que podría estar relacionado con el número de individuos encontrados en el primero conteo y dinámica de la infestación, esto nos indica que los resultados obtenidos son confiables.

Tabla 4

Prueba de significación de Tukey al 5% para efecto de los tratamientos sobre la mortalidad de *Pulvinaria*

Margen de error = 0,05

| Tratamiento | Promedio (datos transformados) | Datos reales (%) | Significación | |
|--------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------|---|
| T3 | 66,30 | 57,33 | A | |
| T2 | 60,30 | 51,30 | A | B |
| T1 | 58 | 49 | A | B |
| T | 9 | 8,30 | B | |

Al analizar la prueba de Tukey al 0,05 de probabilidad se encontró que la utilización de los tratamientos T1 (0.4%), T2 (0.5%) y T3 (0.6%) son estadísticamente similares, produciendo una tasa de mortalidad parecida, siendo el T3 (0.6%) el tratamiento que tuvo un mayor porcentaje de mortalidad; además, también nos indica que los tratamientos tienen alta diferencia significativa con respecto al testigo, es decir, producen un mayor efecto de mortalidad.

Los resultados obtenidos en la evaluación de la efectividad del jabón líquido potásico en el control de *Pulvinaria* se presentan a continuación:

Tabla 5

Mortalidad de Pulvinaria psidii aplicando tratamientos con jabón líquido

potásico

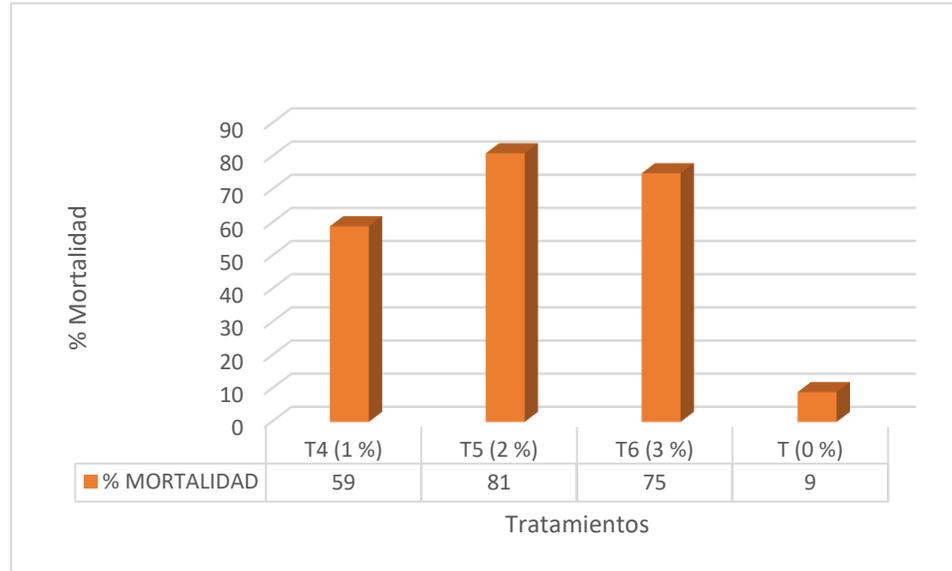
| Tratamiento | Pob. Inicial | Día 1 (Ind. Vivos) | Día 5 (Ind. Vivos) | Día 10 (Ind. Vivos) | Día 15 (Ind. Vivos) | Día 20 (Ind. Vivos) | Día 25 (Ind. Vivos) | Día 30 (Ind. Vivos) | % de mortalidad |
|--------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| T (0 %) | 314 | 287 | 274 | 288 | 293 | 290 | 284 | 283 | 9 |
| T4 (1%) | 259 | 217 | 194 | 140 | 58 | 41 | 37 | 16 | 59 |
| T5 (2%) | 212 | 153 | 74 | 28 | 12 | 9 | 5 | 2 | 81 |
| T6 (3%) | 274 | 203 | 58 | 31 | 38 | 44 | 40 | 11 | 75 |

En la Tabla 5 se puede observar los porcentajes de mortalidad obtenidos por cada tratamiento, presentando un mayor porcentaje de mortalidad el tratamiento 5 con 81%, logrando reducir considerablemente la cantidad de individuos de *Pulvinaria* desde el 1° día de aplicación, luego, el tratamiento 6 con 75% y el tratamiento 4 con 59% de mortalidad, reduciendo la cantidad de individuos de *Pulvinaria* desde el 5° y 10° día de aplicación respectivamente, y finalmente, el testigo con 9% de mortalidad, siendo este el

porcentaje de mortalidad más bajo, el cual representa a la propia mortandad natural (Figura 8).

Figura 8

Porcentaje de mortalidad por cada tratamiento



En la Figura 8 se puede observar que el tratamiento que presentar mayor efectividad en el control de *Pulvinaria* es el T5 (20ml) con 81% de mortalidad, seguido del tratamiento T6 (30 ml) con 75% y finalmente el T4 (10 ml) con 59 % de mortalidad, coincidiendo con las investigaciones realizadas por Limache (2014) el cual determinó un % de mortalidad de “queresas” entre el 74,11% y 90,77%; y a la vez, acercándose también a los resultados encontrados por Díaz (2016), la cual determinó que el jabón líquido potásico logró una mortalidad del 100% de *Pulvinaria* a los 20 días de aplicación, comprobándose así la efectividad del jabón líquido potásico en el control de la *Pulvinaria psidii*.

Por otro lado, observamos también que al aumentar la dosis a 3%, la efectividad en la mortalidad de la *Pulvinaria* disminuye, con lo que estaríamos ante un posible caso

de resistencia según nos explica Bielza (2005), el cual nos dice que una población de insectos o ácaros está compuesta por individuos con diferentes grados de sensibilidad a un tóxico (insecticida o acaricida). Así, existirán algunos individuos, en un principio muy escasos, del orden de uno cada millón, que serán resistentes al insecticida a la dosis utilizada. Al tratar, prácticamente sólo sobreviven los resistentes, y algunos sensibles a los que nos les ha llegado el producto, dentro de los cuales encontraríamos a los que se encuentran protegidos por lo individuos ubicados en las partes más externas, que serán los que formarán de nuevo la población plaga. Si este proceso se repite de manera insistente, repitiendo el mismo producto, la población estará formada exclusivamente por individuos resistentes, con lo que el tratamiento dejará de ser eficaz. El proceso evolutivo se produce de una manera muy rápida y a pequeña escala, con la cual la presión de selección es la presión insecticida (número y dosis de tratamientos), a mayor presión mayor eficacia y rapidez en la selección. Si la presión insecticida es mayor, sólo se da oportunidad a sobrevivir a los individuos resistentes. Así a mayor número de tratamientos con el mismo producto, y/o a mayor dosis de aplicación, las oportunidades de supervivencia de los individuos sensibles disminuyen, aumenta la presión de selección, y la resistencia se desarrolla más rápidamente. Hay algunas especies de plaga que tienen mayor tendencia a desarrollar resistencias, como son las polífagas, de rápido desarrollo y muchas generaciones, de movilidad efectiva baja. Las plagas polífagas tienen más probabilidades de sobrevivir porque están más adaptadas a tener que detoxificar sustancias procedentes de distintas plantas. Siendo esta una posible explicación ante la disminución de la mortalidad al aumentar la dosis de insecticida (3%), ya que la

Pulvinaria psidii presenta las características de polifagia, desarrollo generacional cada 90 días y nula movilidad en estado adulto.

Tabla 6

Análisis de varianza de los tratamientos en estudio

| | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F | Valor crítico de F |
|------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|----------|---------------------------|
| Entre las muestras | 3 | 9650,25 | 3216,75 | 23,68 | 0,00024 |
| Dentro de las muestras | 8 | 1086,70 | 135,83 | | |
| Total | 11 | 10736,9 | | | |

CV = 25,5 %

En la Tabla 6, el análisis de varianza muestra que la probabilidad estadística de los tratamientos en estudio es menor que el nivel de significación (0,05), lo que nos indica que los tratamientos aplicados tuvieron efecto sobre la mortalidad de *Pulvinaria*, existiendo diferencia significativa entre los tratamientos T4, T5, T6 y T, por lo tanto, se debe rechazar la hipótesis nula (H₀).

El coeficiente de variabilidad (CV) es igual a 25,5%, lo que indica alta variabilidad de los resultados con respecto al número de individuos muertos después de la aplicación de los tratamientos, dato que podría estar relacionado con el número de individuos encontrados en el primero conteo y dinámica de la infestación, esto nos indica que los resultados obtenidos son confiables.

Tabla 7

Prueba de significación de Tukey al 5% para efecto de los tratamientos sobre la mortalidad de *Pulvinaria*

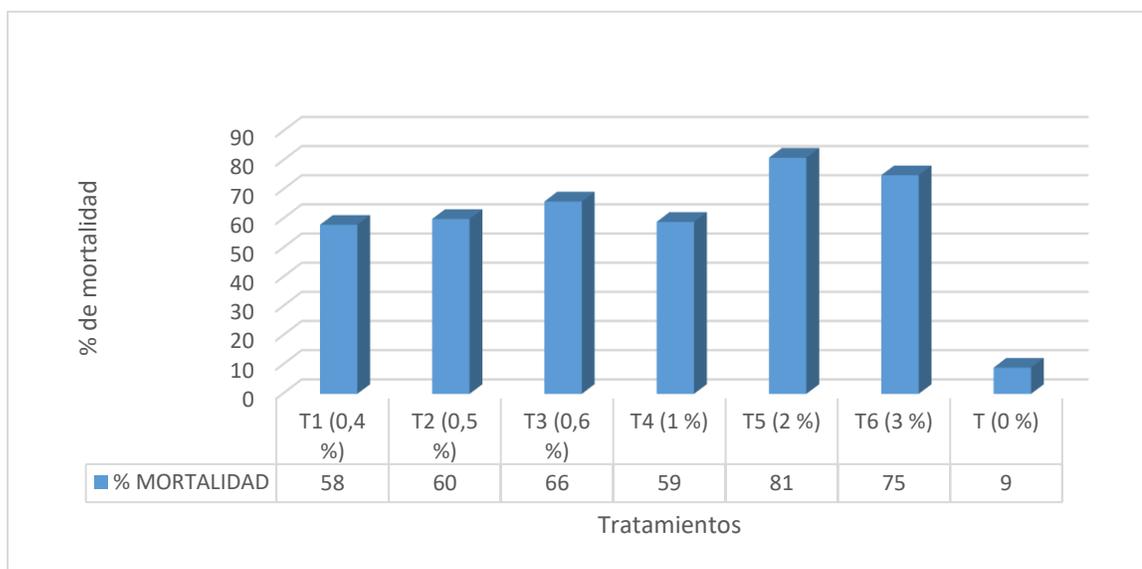
Margen de error = 0,05

| Tratamiento | Promedio (datos transformados) | Datos reales (%) | Significación | |
|-------------|--------------------------------|------------------|---------------|---|
| T5 | 81 | 72 | A | |
| T6 | 75,3 | 66,33 | A | B |
| T4 | 59 | 50 | A | B |
| T | 9 | 5,70 | B | |

Al analizar la prueba de Tukey al 0,05 de probabilidad se encontró que la utilización de los tratamientos T4 (1%), T5 (2%) y T6 (3%) son estadísticamente similares, produciendo una tasa de mortalidad parecida, siendo el T5 (2%) el tratamiento que tuvo un mayor porcentaje de mortalidad; además, también nos indica que los tratamientos tienen alta diferencia significativa con respecto al testigo, es decir, producen un mayor efecto de mortalidad.

Figura 9

Comparativo del % de mortalidad de los tratamientos



En la Figura 9, se puede observar que el Tratamiento 5 (20 ml de jabón líquido potásico) es el tratamiento más efectivo, ya que logra el 81 % de mortalidad de *Pulvinaria* y en menor tiempo, seguido de los Tratamientos 6 (30 ml de jabón líquido

potásico), con un porcentaje de mortalidad del 75%, Tratamiento 3 (6% ml de aceite de neem), con un porcentaje de mortalidad de 66%, Tratamiento 2 (5 ml % de aceite de neem), con un porcentaje de mortalidad de 60%, Tratamiento 4 (10 ml de jabón líquido potásico), con un porcentaje de mortalidad de 59%, y el Tratamiento 1 (4 ml% de aceite de neem), con un porcentaje de mortalidad del 58 %, siendo este el tratamiento menos efectivo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Utilizando jabón líquido potásico en una dosis de 2% de jabón líquido potásico/1 l de agua, se alcanza una mortalidad de 81% sobre poblaciones de *Pulvinaria psidii*, a los 30 días después de realizada la aplicación, siendo este el tratamiento más efectivo.

Utilizando aceite de neem en una dosis de 0.6% de aceite de neem/1 l de agua, se alcanza una mortalidad de 66% sobre poblaciones de *Pulvinaria psidii*, a los 30 días después de realizada la aplicación, siendo este el tratamiento más efectivo.

5.2 Recomendaciones

Estudiar la biología de la *Pulvinaria psidii*.

Evaluar la efectividad del aceite de neem y el jabón líquido potásico en estado ninfal de la *Pulvinaria psidii*.

Evaluar la efectividad del aceite de neem y jabón potásico en el control de otras plagas de importancia forestal.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, G., Ayala, C., Baruch, Z., Bizama, G., Bozzi, J., Bustamante, R., . . . Villaseñor, C. (2016). *Manual de plantas invasoras de Sudamérica* (1 ed., Vol. 1). (I. Herrera, E. Goncalves, A. Pauchard, & R. Bustamante, Edits.) Chile, Chile: Trama impresores S.A. doi:<http://www.lib.udec.cl/wp-content/uploads/2017/11/manual-invasoras-sudamerica.pdf>
- Arias, D., Vázquez, G., Montañez, L., Álvarez, R., & Pérez, V. (Diciembre de 2009). Determinación de la Azadiractina de los aceites esenciales del árbol de neem (*Azadirachta indica*). *Revista Ingeniería UC*, 16(3), 22-26. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70717551004>
- Bahamondes Meneses, M. (2018). *Control químico de la queresá blanca (Orthezia olivícola Being.) del olivo (Olea europea L.) en el valle del Ilo, región Moquegua*. Tesis de titulación, Universidad José Carlos Mariátegui, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Moquegua, Perú.
- Benavides, E., Hernández, G., Romero, Á., Castro, H., & Rodríguez, J. (2001). Evaluación preliminar de extractos de Neem (*Azadirachta indica*), como alternativa para el control de la garrapata del ganado *Boophilus microplus* (Acari: Ixodida). *Revista Colombiana de Entomología*, 27(1-2), 1-8. doi:<https://doi.org/10.25100/socolen.v27i1.9656>
- Bielza, P. 2005. La resistencia a insecticidas: de los mecanismos a las estrategias de manejo. *Revista Phytoma*, 173.

- Cámara Procultivos, ANDI. (2016). *Manual para la elaboración de protocolos para ensayos de eficacia con PQUA* (Vol. 1). Colombia: Cámara Procultivos.
- Camarena Gutiérrez, G. (25 de abril de 2001). Señales entre hongos patógenos y plantas hospederas resistentes. *Chapingo: Serie ciencias forestales y del ambiente*, 7(1), 15-19.
- Cano, E., Carballo, M., Chaput, P., Fernández, O., Gonzáles, L., Gruber, A., Guharay, F., Hidalgo, E., Narváez, C., López, J., Rizo, C., Rodríguez, A., Rodríguez, C., Salazar, D. Control biológico de Plagas Agrícolas. Manual Técnico/CATIE; N° 53. 1ª ed. Managua, Nicaragua. 232 p.
- Carrión, A. B. (2010). *Propagación botánica de Schinus molle L. en diferentes tipos de sustrato*. Tesis de titulación, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- CORPBIA, C. B. (2016). *Jabón potásico biodegradable NutFol*. Ficha técnica, CORPBIA, Lima, Perú.
- Cortés, H. (2011). *ventajas y desventajas de los insecticidas químicos y naturales*. Monografía de titulación, Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Químicas, Veracruz, México.
- Coto Alfaro, D., & Saunders, J. (2004). *Insectos plagas de cultivos perennes con énfasis en frutales en América Central* (Vol. 52). (CATIE, Ed.) Turrialba, Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Del Pino, M., Vela López, J., Wong, M., & Rodríguez, M. d. (2021). Plagas del mango: La cochinilla verde *Pulvinaria psidii* Maskell (Hemiptera: Coccidae). *Tropicales*, 3.

- Díaz Huamán, M. A. (2016). *Evaluación de cuatro tratamientos para el control de la Pulvinaria psidii MASKELL (Coccidae), en Schinus terebenthifolia "molle brasileiro" (Anacardiaceae) - en Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Estrada Elena, L. (2012). *Evaluación de productos orgánicos para el control de Frankiniella parvula Hood. Thripidae "trips" en Musa x paradisiaca L. "banano manzanita", en San Francisco Zapotitlán*. Informe final de investigación inferencial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Agronomía Tropical, San Francisco Zapotitlán.
- FAO, O. d. (2016). *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Recuperado el 19 de marzo de 2022, de <http://www.fao.org/3/w3587e/w3587e03.htm>
- Fernández, P. (2019). *Elaboración y efecto de los bioinsecticidas en la producción de hortalizas y frutas*. Ecuador.
- Gonzales, R. (2004). *Identidad, biología y enemigos naturales de la Pulvinaria psidii (Homóptera: Coccidae) de las hojas de caña de azúcar (Saccharum officinarum) en Cuba*. Cuba.
- Guerra, G. (2021). El aceite de neem (*Azadirachta indica*) una alternativa a los insecticidas químicos. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 25(1), 122-129.
- Hassan, S. (1997). Métodos padronizados para testes de selectividades, com enfase en Trichogramma. En: J. R. Postali P. & R. A. Zucchi (eds.), Trichogramma e controle biológico aplicado. *FEALQ*, 1(1), 207-233.

- Herboso, L. (2015). Papel de los receptores sr-bi en la esteroidogénesis y de la hormona ecdisona en el crecimiento. *Fundación Dialnet*, 96-117.
- Hernández-Ibarra, J., Rivera-Arriaga, N., & Martínez Lara, F. (2018). Evaluación de extractos alcohólicos de chile, ajo y neem en el control de escama algodonosa en girasol (*Helianthus annuus L.*). *Revista Mexicana de Fitosanidad*, 3(S8), 92.
- Jiménez, E. (2009). "Métodos de Control de Plagas". Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria, Carrera de Ingeniería en Sistemas de Protección Agrícola Forestal.
- Kondo, T., & Kawai, S. (1995). *Scale insects (Homoptera: Coccidae) on mango in Colombia* (Vol. 1). Tokyo, Japón: Japan Journal of Tropical Agriculture.
- Limache Colque, L. (2014). *Efectividad del jabón potásico "bio clean" para el control de Orthezia olivicola "queresa blanca móvil" en el cultivo de Olea Europea "Olivo" en la zona de la Yarada, Tacna - Perú*. Tesis de titulación, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna, Facultad de Ciencias, Tacna, Perú.
- Limache Colque, L. M. (2014). *Efectividad del jabón potásico "bio clean" para el control de Orthezia olivicola "queresa blanca móvil" en el cultivo de Olea europea "olivo" en la zona de la yarada, Tacna-Perú*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- Lira, C. (Agosto de 2021). *Enciclopedia Asigna*. (Instituto Oceanográfico de Venezuela) Recuperado el 16 de Diciembre de 2021, de <https://enciclopedia.net/partenogenesis/>

- Llorente, J., García, A., & Gonzáles, E. (1996). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México, hacia una síntesis de su conocimiento*. Méxido D.F, México: Universidad Nacional Autónoma de Mexico.
- López Díaz, M. T., & Estrada Ortiz, J. (2005). Los bioinsecticidas de nim en el control de plagas de insectos en cultivos económicos. La habana(cuba). *Revista de la facultad de ciencias agrarias*, XXXVII(2), 41-50.
- Macario, G. (2017). *Evaluación del insecticida orgánico neem (Azadirachta indica) en el cultivo del banano (Musa paradisiaca L.) en la finca "La Fe", Tiquisate, Escuintla*. Universidad San Carlos de Guatemala. Mazatenango, Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala.
- Machado, S. (2017). *Análisis del proceso de biosorción de cobre presente en efluentes líquidos utilizando bagazo de caña de azúcar y cáscara de cacao*. tesis de titulación, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Márquez, J. (2014). El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala: Manejo Integrado de Plagas. Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. Guatemala, 204.
- Medina, S. (2012). *Control alternativo de áfidos (Brevicoryne brassicae) en brócoli (Brassica oleraceae Var. Itálica) Híbrido avenger*. Tesis de titulación, Universidad Técnica de Ambato, Cevallos, Ecuador.
- Mendoza López, M., Luis Aguilar, A., & Castillo Orta, S. (Octubre de 2004). Guayaba (Psidium guajava L.) su cultivo en el oriente de Michoacan. *Centro de Investigaciones del Pacífico Centro*(4), 40.

- Merino Criollo, J. C., & Orrego Campos, P. M. (2020). *Beneficios del biopesticida a base de Neem, en el manejo de plaga mosquilla y gusano cogollero en protección al ambiente*. Universidad César Vallejo. Chiclayo, Perú: Universidad César Vallejo.
- Miraval, G. (2022). Identificación de queresas en Palto (*Persea americana*) Mill en el Centro de Investigación Frutícola Olerícola de la Facultad de Ciencias Agrarias - UNHEVAL - HUÁNUCO 2021. Tesis de Titulación. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco, Perú.
- Moreno Salmerón, J. (2011). *Prospección e identificación de cochinillas algodonosas (Hemiptera: Pseudococcidae) y búsqueda de parasitoides asociados en cultivos hortícolas protegidos del poniente almeriense*. Universidad de Almería. Almería, España: Universidad de Almería.
- Navarrete, B., Valarezo, O., Cañarte, E., & Solórzano, R. (30 de Diciembre de 2016). Efecto del nim (*Azadirachta indica*) sobre *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) y controladores biológicos en el cultivo del melón *Cucumis melo* L. *La Granja: Revista de ciencias de la vida*, 25(1), 33-44. Obtenido de <https://revistas.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/25.2017.03>
- Obeso Altamirano, S. P. (2018). *Eficiencia de tres concentraciones de extractos de neem (Azadirachta indica) en el control del ácaro hialino (Polyphagotarsonemus latus Bank) (Acari, Tarsonemidae) en Stevia rebaudiana*. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Ojeda, E., & Mesa, R. (2008). *Schinus molle* L. (G. d. Canarias, Ed.) 6.
- Peña Aguilera, R., & Cevallos Rúaes, F. (febrero de 2015). *Neem (Azadirachta indica) especie forestal materia prima para la industria artesanal de las comunidades*

- agrícolas rurales del bosque tropical seco: Caso provincia Santa Elena - Ecuador. *Revista DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, 8(22). Recuperado el 10 de enero de 2023, de <http://www.eumed.net/rev/delos/22/industria-artesanal.html>
- Ramírez Suárez, T., & Ramírez Calderón, I. (2018). *Obtención y propuesta de producción por lotes de un repelente natural a base de aceite de neem*. Tesis de titulación, Universidad de Piura, Facultad de ingeniería, Piura, Perú.
- Ramos Sánchez, R. (2008). Aceite de neem un insecticida ecológico para la agricultura. *Zoe Tecno-Campo*, 11.
- Ramos, A., & Serna, F. (2004). Coccidea de Colombia, con énfasis en las cochinillas harinosas (hemíptera: Pseudococcidae). *Revista de la Facultad Nacional Agronómica de Medellín*. 57 (2), 2383 - 2411.
- Rendón Gutierrez, R. (2010). Espacios verdes públicos y calidad de vida. 14.
- Reynel, C., & León, G. (1990). *Árboles y arbustos andinos para agroforestería y conservación de suelos* (Vol. 2). Lima, Perú: Desconocida.
- Robles, T. E. (2014). *Efecto biocida de Schinus molle L. "molle" (Anacardiaceae) para el control de Erosina hyberniata Guanée 1858 (Lepidópte: Geometridae) en estado larval, plaga del Tecoma stans (L.) C. Juss. Ex Kunth. (Bignoniaceae) en el distrito de Miraflores*. Tesis de titulación, Universidad Ricardo Palma, Departamento de Biología, Lima, Perú.
- Rodrigo, E., Laborda, R., & Pilar, X. M. (2020). Situación y daños de Pulvinaria psidii Maskell (Hemiptera, Coccidae) sobre Melia azedarach en la ciudad de Valencia. *Phytoma España*(322), 100 - 101.

- Rodríguez, E., & Torres, J. (2021). Árbol de neem (*Azadirachta indica*) en Colombia: una alternativa para el desarrollo agroambiental del sector agrícola. *Ciencias agropecuarias*, 7(2), 93-115.
- Sánchez de Lorenzo Cáceres, J. M. (2007). *Árboles ornamentales*. (J. M. Sánchez de Lorenzo Cáceres, Editor) Recuperado el 12 de enero de 2021, de <http://arbolesornamentales.com/Schinusmolle.htm>.
- SENASA, S. N. (2017). *SENASA*. Recuperado el 27 de Abril de 2021, de Controladores biológicos alternativa ecológica para el manejo integrado de plagas en cultivo de quinua: <http://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/controladores-biologicos-alternativa-ecologica-para-el-manejo-integrado-de-plagas-en-cultivo-de-quinua/>
- Timoteo, C. (2014). Definición de insectos: nuevo enfoque. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.
- Tropicos.org. Jardín Botánico de Misuri. Recuperado el 10 de noviembre del 2022, de <https://tropicos.org>
- Valverde, A., Valverde, N., & Solano, R. (2021). Eficacia del aceite de neem, aceite de eucalipto y caolín en el control biológico de *Brevycorine brassicae*. *Agroindustrial Science*, 1(2), 185-192.
- Vásquez Restrepo, A. M. (2020). *Análisis del Neem (Azadirachta indica), como planta invasora en el departamento de Tolima*. Artículo científico, Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ingeniería, Bogotá, Colombia.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Conteo de individuos aplicando aceite de neem

| Conteo de individuos | T1 | | | T2 | | | T3 | | |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| | R1 | R2 | R3 | R1 | R2 | R3 | R1 | R2 | R3 |
| Población inicial | 219 | 287 | 210 | 262 | 61 | 324 | 324 | 246 | 107 |
| Día 1 | 210 | 277 | 188 | 198 | 71 | 108 | 153 | 113 | 93 |
| Día 5 | 126 | 199 | 130 | 76 | 41 | 87 | 78 | 114 | 62 |
| Día 10 | 149 | 124 | 139 | 137 | 51 | 64 | 84 | 94 | 61 |
| Día 15 | 102 | 73 | 56 | 115 | 29 | 50 | 83 | 87 | 46 |
| Día 20 | 82 | 47 | 31 | 96 | 34 | 41 | 89 | 80 | 32 |
| Día 25 | 52 | 29 | 21 | 76 | 21 | 25 | 58 | 54 | 17 |
| Día 30 | 49 | 1 | 5 | 65 | 9 | 20 | 54 | 22 | 4 |

Anexo 2. Conteo de individuos aplicando jabón líquido potásico

| Conteo de individuos | T4 | | | T5 | | | T6 | | |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | R1 | R2 | R3 | R1 | R2 | R3 | R1 | R2 | R3 |
| Población inicial | 204 | 365 | 208 | 139 | 250 | 247 | 152 | 385 | 284 |
| Día 1 | 121 | 310 | 221 | 135 | 224 | 101 | 150 | 234 | 226 |
| Día 5 | 87 | 298 | 196 | 34 | 22 | 166 | 101 | 58 | 14 |
| Día 10 | 75 | 140 | 204 | 18 | 1 | 65 | 36 | 56 | 1 |
| Día 15 | 52 | 2 | 120 | 1 | 0 | 34 | 38 | 73 | 2 |
| Día 20 | 58 | 0 | 64 | 0 | 0 | 26 | 44 | 87 | 2 |
| Día 25 | 53 | 0 | 59 | 0 | 0 | 16 | 41 | 80 | 0 |
| Día 30 | 14 | 0 | 34 | 0 | 0 | 7 | 9 | 25 | 0 |

Anexo 3. Panel fotográfico



Figura 10. Identificación de árboles infestados con *Pulvinaria psidii* en estado adulto.



Figura 11. *Pulvinaria psidii* en estado adulto.



Figura 12. Georreferenciación de árboles de “molle”.



Figura 13. Delimitación de unidades experimentales.



Figura 14. Preparación de los Tratamientos.



Figura 15. Aplicación de Tratamiento con jabón líquido potásico.



Figura 16. Aplicación de tratamiento con aceite de neem



Figura 17. Conteo de individuos de *Pulvinaria psidii*.



Figura 18. Estado inicial de la unidad experimental con aceite de neem.



Figura 19. Estado inicial de la unidad experimental con jabón líquido potásico.



Figura 20. Estado final de unidad experimental con aceite de neem, después de 30 días de aplicación.



Figura 21. Estado final de unidad experimental con jabón líquido potásico, después de 30 días de aplicación.



Figura 22. Estado final de árboles de molle, después de 30 días de aplicación.