



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE BIOLOGÍA GENERAL



Actividad ovicida *in vitro* de *Piper tuberculatum* Jacq. “Matico” sobre
Dysdercus peruvianus Guérin-Ménéville “Arrebiatado”

TESIS

Para optar el título profesional de Licenciada en Biología

AUTORA

Br. Yajayra Marcelina Felicita Elías Agapito

ASESOR DE ESPECIALIDAD

Dr. Delgado Paredes Guillermo Eduardo

ASESOR METODOLÓGICO

MSc. Jorge Antonio Fupuy Chung

LAMBAYEQUE - PERÚ

2023

Actividad ovicida *in vitro* de *Piper tuberculatum* Jacq. “Matico” sobre
Dysdercus peruvianus Guérin-Ménéville “Arrebiatado”

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADA EN BIOLOGÍA

APROBADO POR:

Dra. Carmen Patricia Calderón Arias

PRESIDENTE



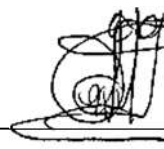
Dra. Consuelo Rojas Idrogo

SECRETARIA



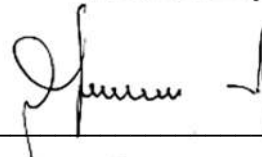
Mblga. María Teresa Silva García

VOCAL



Dr. Guillermo Eduardo Delgado Paredes

ASESOR DE ESPECIALIDAD



MSc. Jorge Antonio Fupuy Chung

ASESOR METODOLÓGICO



LAMBAYEQUE, PERÚ

2023

DEDICATORIA

A nuestro Padre Celestial, por cada momento de mi vida, por ayudarme a perseverar y lograr culminar con éxito esta investigación.

A Felisa Agapito, quién ha dedicado cada momento de su vida para ver realizados mis anhelos.

A Jaime Elías, quién desde muy pequeña me enseñó que sólo con dedicación y empeño sería una mujer que lograría lo que se propone.

A Irwin, Elkin y Alex, mis hermanos quiénes se interesan por mi bienestar; quiénes me brindan seguridad; a Ana por su apoyo he logrado avanzar, a Bertha quién ya forma parte de la familia.

A Jaroly, Anderson, Fernanda y Benjamín quiénes forman parte de mis momentos de alegría y paciencia.

A Nicolás Agapito y Arsenio Elías mis abuelos, con quiénes compartí gratos momentos; su sabiduría de agricultores orientó mi formación académica.

A Manuela López y Baltazara Salazar, mis abuelitas, quiénes con su claro ejemplo de respeto, humildad y servicio aportaron en mi formación como persona.

A Florencia, Cruz, Catalina y Lucía Agapito, quiénes están pendientes de mí desde mi infancia y me demostrándome su aprecio y confianza.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Guillermo Delgado, por la oportunidad brindada para culminar este trabajo de investigación, por la confianza y la inspiración en la investigación para bien de la comunidad.

Al M.Sc. Jorge Fupuy, por su apoyo constante, orientación académica, y enseñanza en compartir tiempo para ayudar a los demás.

A la Dra. Carmen Calderón, por su apoyo y dedicación en la formación académica y orientación en la investigación desde el ingreso a la especialidad.

A la Dra. Consuelo Rojas, por su tiempo, apoyo y orientación en la investigación.

A la M.Sc. Teresa Silva, por sus enseñanzas e incentivo en la investigación.

Al Ing. Pedro Custodio, al Ing. Juan Carlos Prada, por las orientaciones en la fase de campo.

A Cecilia Vásquez, Boris Esquerre, Pilar Bazán y Melissa Saldarriaga, personal del Laboratorio General de Biotecnología, quienes me apoyaron siempre y me hicieron sentir en familia.

A mis profesores del área de Biología y a mis compañeros con quienes pasamos momentos gratos y anecdóticos durante mis estudios.

A todas las personas que de una u otra manera colaboraron para que este trabajo se cristalice.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. DISEÑO TEÓRICO	5
2.1. ANTECEDENTES	5
2.2. BASES TEÓRICAS	8
2.2.1. ARREBIATADO, <i>Dysdercus peruvianus</i> Guérin-Ménéville	8
2.2.2. CULTIVO DE TEJIDOS VEGETALES, METABOLITOS de <i>Piper tuberculatum</i> Jacq. “Matico”	9
2.3. BASES CONCEPTUALES	11
III. DISEÑO METODOLÓGICO	12
3.1. Identificación y descripción taxonómica de la especie en estudio	12
3.2 Población y muestra de estudio	12
3.3 Materiales	13
3.3.1 Material botánico	13
3.3.2 Material biológico.....	14
3.3.2.1. Captura de adultos de <i>Dysdercus peruvianus</i>	14
3.3.2.2. Obtención de huevos de <i>Dysdercus peruvianus</i>	15
3.4. Metodología.....	17
3.4.1 Obtención de extractos de espigas maduras y plantas <i>in vitro</i> de <i>Piper tuberculatum</i>	17
3.4.2. Preparación de dosis experimentales	17
3.4.3. Exposición <i>in vitro</i> de los extractos de <i>Piper tuberculatum</i> frente a huevos de <i>Dysdercus peruvianus</i>	19
3.4.4. Análisis estadístico	19
IV. RESULTADOS	20
4.1. Rendimiento de extractos de espigas maduras y plantas <i>in vitro</i> de <i>Piper tuberculatum</i>	20
4.2. Actividad ovicida <i>in vitro</i> de las dosis extractos de <i>Piper tuberculatum</i> sobre <i>Dysdercus peruvianus</i>	20
4.2.1. Efectividad de los extractos de <i>Piper tuberculatum</i>	21
4.2.2. Dosis letal media de extractos de <i>Piper tuberculatum</i>	24
4.2.3. Tiempo letal medio TL ₅₀ de efectividad de extractos de <i>Piper tuberculatum</i>	25
4.2.4. Características de la actividad ovicida <i>in vitro</i> de los extractos de <i>Piper tuberculatum</i> sobre <i>Dysdercus peruvianus</i>	28
V. DISCUSIÓN.....	30

VI. CONCLUSIONES.....	33
VII. RECOMENDACIONES	34
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
IX. ANEXOS.....	41

RELACIÓN DE TABLAS

Tabla 1. Dosis experimentales de los extractos de <i>Piper tuberculatum</i> sobre <i>Dysdercus peruvianus</i>	18
Tabla 2. Rendimiento de los extractos de espigas maduras y plantas <i>in vitro</i> de <i>Piper tuberculatum</i>	20
Tabla 3. Porcentajes de la efectividad ovicida <i>in vitro</i> del extracto mixto de espigas maduras de <i>Piper tuberculatum</i> sobre <i>Dysdercus peruvianus</i>	21
Tabla 4. Porcentajes de la efectividad ovicida <i>in vitro</i> del extracto etanólico de espigas maduras de <i>Piper tuberculatum</i> sobre <i>Dysdercus peruvianus</i>	22
Tabla 5. Porcentajes de la efectividad ovicida <i>in vitro</i> del extracto mixto de plantas <i>in vitro</i> de <i>Piper tuberculatum</i> sobre <i>Dysdercus peruvianus</i>	23
Tabla 6. Porcentajes de la efectividad ovicida <i>in vitro</i> del extracto etanólico de plantas <i>in vitro</i> de <i>Piper tuberculatum</i> sobre <i>Dysdercus peruvianus</i>	23
Tabla 7. Dosis letal media (DL ₅₀) de los extractos de <i>Piper tuberculatum</i> sobre los huevos de <i>Dysdercus peruvianus</i>	24

RELACIÓN DE FIGURAS

Figura 1. IX segmento abdominal de <i>Dysdercus peruvianus</i> Guérin Méneville. - Lambayeque, Perú.	12
Figura 2. Material botánico.	13
Figura 3. Material biológico.....	14
Figura 4. Material utilizado en la obtención de huevos para el experimento correspondiente.....	16
Figura 5. Exposición <i>in vitro</i> de dosis experimentales.....	19
Figura 6. Tiempo letal medio (TL ₅₀) de la efectividad ovicida <i>in vitro</i> del extracto mixto de espigas maduras de <i>Piper tuberculatum</i> sobre <i>Dysdercus peruvianus</i>	25
Figura 7. Tiempo letal medio (TL ₅₀) de la efectividad ovicida <i>in vitro</i> del extracto etanólico de espigas maduras de <i>Piper tuberculatum</i> sobre <i>Dysdercus peruvianus</i>	26
Figura 8. Tiempo letal medio (TL ₅₀) de la efectividad ovicida <i>in vitro</i> del extracto mixto de plantas <i>in vitro</i> de <i>Piper tuberculatum</i> sobre <i>Dysdercus peruvianus</i>	27
Figura 9. Tiempo letal medio (TL ₅₀) de la efectividad ovicida <i>in vitro</i> del extracto etanólico de plantas <i>in vitro</i> de <i>Piper tuberculatum</i> sobre <i>Dysdercus peruvianus</i>	28
Figura 10. Características de huevos de <i>Dysdercus peruvianus</i>	29

RELACIÓN DE ANEXOS

Anexo 1. Identificación de <i>Dysdercus peruvianus</i> Guérin-Méneville.....	41
Anexo 2. Ubicación del lugar donde fueron colectados los adultos de <i>Dysdercus peruvianus</i> , Centro de Esparcimiento UNPRG (Ex fundo). 6°42'08''S 79°55'06''W .	41
Anexo 3. Procedimiento realizado para la obtención de los extractos de <i>Piper tuberculatum</i> Jacq.....	42
Anexo 4. Hoja de evaluación.	43
Anexo 5. Dosis letal media (DL ₅₀) de la efectividad ovicida <i>in vitro</i> del extracto mixto de espigas maduras de <i>Piper tuberculatum</i> sobre <i>Dysdercus peruvianus</i>	44
Anexo 6. Dosis letal media (DL ₅₀) de la efectividad ovicida <i>in vitro</i> del extracto etanólico de espigas maduras de <i>Piper tuberculatum</i> sobre <i>Dysdercus peruvianus</i>	44
Anexo 7. Dosis letal media (DL ₅₀) de la efectividad ovicida <i>in vitro</i> del extracto mixto de plantas <i>in vitro</i> de <i>Piper tuberculatum</i> sobre <i>Dysdercus peruvianus</i>	45
Anexo 8. Dosis letal media (DL ₅₀) efectividad ovicida <i>in vitro</i> del extracto etanólico de plantas <i>in vitro</i> de <i>Piper tuberculatum</i> sobre <i>Dysdercus peruvianus</i>	45

RESUMEN

Dysdercus peruvianus es un hemíptero conocido como “arrebiatado” que por sus hábitos y características morfológicas afectan la calidad de la fibra del cultivo de algodón, siendo los plaguicidas de origen sintético la primera barrera de control; sin embargo, el uso excesivo tiene efectos adversos en la salud y en el ambiente. Por ello los extractos vegetales son una alternativa sostenible para el control de plagas. En la presente investigación se evaluó la actividad ovicida *in vitro* de *Piper tuberculatum* Jacq. “Matico” sobre *Dysdercus peruvianus* Guérin-Ménéville “Arrebiatado”, determinándose la efectividad, dosis letal media (DL₅₀) y tiempo letal medio (TL₅₀) de los extractos de espigas maduras y plantas *in vitro* de *Piper tuberculatum* sobre *Dysdercus peruvianus*. Donde se obtuvo que el extracto mixto y etanólico de plantas *in vitro* tuvo una efectividad del 94% y 82% respectivamente, en comparación con el extracto mixto y etanólico de espigas maduras que tuvieron una efectividad del 76% y 60%; además se determinó la mayor y menor dosis letal media (DL₅₀) 0,386 mg/2μL y 0,127 mg/2μL correspondiente al extractor etanólico de espigas maduras y plantas *in vitro*. Con respecto al tiempo letal medio (TL₅₀) de los extractos de espigas maduras y plantas *in vitro* fue 24 horas y 18 horas respectivamente.

Palabras claves: Actividad ovicida, *Piper tuberculatum*, *Dysdercus peruvianus*.

ABSTRACT

Dysdercus peruvianus is a hemipteran known as “arrebiatado” that, due to its habits and morphological characteristics, affects the quality of the fiber of the cotton crop, with synthetic pesticides being the first control barrier; however, excessive use has adverse effects on health and the environment. Therefore, plant extracts are a sustainable alternative for pest control. In the present investigation, the *in vitro* ovicidal activity of *Piper tuberculatum* Jacq was evaluated. “Matico” on *Dysdercus peruvianus* Guérin-Ménéville “Arrebiatado”, determining the effectiveness, mean lethal dose (LD₅₀) and mean lethal time (LT₅₀) of extracts from mature spikes and *in vitro* plants of *Piper tuberculatum* on *Dysdercus peruvianus*. Where it was obtained that the mixed and ethanolic extract of *in vitro* plants had an effectiveness of 94% and 82% respectively, compared to the mixed and ethanolic extract of mature spikes that had an effectiveness of 76% and 60%; In addition, the highest and lowest mean lethal dose (LD₅₀) was determined, 0.386 mg/2μL and 0.127 mg/2μL corresponding to the ethanolic extractor of mature spikes and plants *in vitro*. Regarding the average lethal time (LT₅₀) of the extracts of mature spikes and plants *in vitro*, was 24 hours and 18 hours respectively.

Keywords: Ovicidal activity, *Piper tuberculatum*, *Dysdercus peruvianus*

I. INTRODUCCIÓN

Los insectos del género *Dysdercus*, del grupo de los hemípteros, son a menudo plagas clave de algodón. Al perforar las cápsulas, introducen microorganismos que causan pudrición de las cápsulas o una decoloración de la pelusa; de ahí su nombre común "tintes de algodón" (Van Doesburg Jr., 1968). Entre las 17 plagas que atacan al algodón en áreas irrigadas del Medio Oeste se reportaron especies del género *Dysdercus* (de Souza Ramalho et al., 2014).

Desde la década de los 60' a nivel nacional se mencionan 60 especies que atacan al cultivo del algodón cuyos daños causaron una pérdida de 22% de la cosecha, valorizada en 710 millones de soles y según el orden de importancia económica *D. peruvianus* es la primera en destacar (Herrera Aratnigüena, 1961). En los años 80' en el Perú se reporta a *D. peruvianus* como una de las plagas de mayor significancia económica que causa daños en 60% de área y en años de fuerte migración causa pérdidas que superan 30% de la cosecha (Sarmiento Mata, 1982).

En la región Lambayeque, en un monitoreo permanente de la plaga, se registraron en el 2005 de 2 a 8% de bellotas dañadas por arrebiatado, mientras que en el 2006 el daño de las bellotas varió de 5 a 30% (Síntesis Agrario Lambayecano, 2005,2006). El arrebiatado, insecto picador, chupador, introduce su proboscis en las bellotas del algodón para succionar el aceite de la semilla, ocasionando la detención del crecimiento de la bellota, la formación de la "cocopa" o el manchado de la fibra (Herrera, 2004).

Además, el algodón se sitúa como uno de los 20 "commodities" más importantes del mercado global en términos de valor. Cerca de 350 millones de personas en el mundo realizan actividades relacionadas con la cadena de valor del algodón, siendo más de 100 millones las familias agricultoras beneficiadas por este cultivo. Reportan también que 80% de los productores de algodón en América Latina y El Caribe son agricultores familiares y de este porcentaje 90% de los agricultores familiares algodóneros siembran menos de 2 ha. La producción mundial de algodón en 2014/15 fue de 25 millones de toneladas, en un área de 34 millones de ha. El algodón representa 40% de materia prima de la industria textil mundial (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2017).

A nivel nacional reportan como uno de los productos principales en el subsector agrícola al algodón rama con una producción desde enero hasta junio de 43,8 miles de toneladas (MINAGRI; Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias [SIEA], 2019). Además, desde enero a agosto del presente año, el algodón rama se señala como uno de los productos que con 22% de crecimiento en su producción ayudó al crecimiento en 1,7% en comparación al mismo periodo en el año 2018 en el subsector agrícola y este 22% se debió a la mayor parte cosechada en Lambayeque, Ica y Ancash (MINAGRI; SIEA, 2019).

La producción masiva e intensiva del algodón tiene un alto impacto ambiental. Según la ONG conservacionista WWF, 2,4% de todos los terrenos de cultivo del mundo se plantan con algodón, donde se utiliza 24% y 11% de las ventas mundiales de insecticidas y pesticidas, respectivamente. El abuso de agroquímicos industriales, en especial los nitrogenados, ha degradado suelos y contaminado aguas de numerosas partes del planeta y a la vez, pone en riesgo la salud de los trabajadores que los utilizan a menudo sin garantías para su seguridad. Según la Cooperativa de Comercio Justo Ideas la precariedad y violación sistemática de derechos humanos afecta al 80% de los campesinos y procesadores (Iambiente, 2014).

Hace algunos años reportaron que el algodón se cultiva y se consume en más de 150 países y ocupa alrededor de 2% de la tierra cultivable del mundo, convirtiéndose en uno de los cultivos agrícolas y de tipo industrial más importantes en términos de uso de la tierra (FAO, 2017), de allí el notable descenso en el porcentaje de terrenos cultivables debido a diferentes factores entre ellos los problemas fitosanitarios. Los pesticidas constituyen uno de los insumos más importantes en los sistemas de producción agrícola y representa para la mayoría de agricultores la primera medida de control, cuyo uso se recomienda de manera racional y selectiva.

Estimaciones de la OMS plantea, que se producen anualmente 3 millones de intoxicaciones agudas por plaguicidas, con un resultado de más de 200 000 muertes. El 99 % de estos hechos ocurren en países en desarrollo (América Latina 75 % de los casos). Se estima que más de 700 000 personas al año sufren los efectos crónicos. Se utilizan en el mundo entre 5-10 millones de toneladas de compuestos de plaguicidas, integrados en 1,000 formulaciones (70% en la agricultura). En el Perú hay más de 5,200 muertos por intoxicaciones (Arias M., 2017). En este sentido en los últimos años se realizan

investigaciones por alternativas ecológicas o por prácticas agrícolas que se adecuen de la mejor manera al Manejo Integrado de Plagas.

El uso de extractos vegetales para combatir ciertas plagas va en aumento. Uno de los grupos vegetales considerados es la familia Piperaceae debido a que numerosas especies de esta familia han mostrado un gran potencial en la producción de compuestos químicos biocidas. En el Perú se conoce que presenta tres géneros y 830 especies, de las cuales se reconocieron 491 especies y 68 variedades como endémicas en dos géneros. Se considera que el género con el mayor número de especies es *Piper* (León, 2006), el mismo que presenta mayores estudios a nivel fitoquímico.

Por otro lado, se tiene que, los cultivos vegetales *in vitro* aportan en la investigación una gran cantidad de herramientas y técnicas que permiten fortalecer múltiples estudios referentes a temáticas relacionadas con el área agrícola, la salud, la biología y la genética, entre otras (Alcántara et al., 2017). Diferentes estrategias *in vitro* han sido desarrolladas con el objetivo de incrementar la síntesis de metabolitos secundarios, permitiendo la obtención de nuevos compuestos de gran interés en la industria farmacéutica, fundamentalmente (Naivy y Jiménez, 2011), ya que en condiciones controladas el comportamiento celular ha demostrado seguir otras rutas de síntesis.

Por lo anterior se planteó la siguiente interrogante: ¿Cuál es la actividad ovicida *in vitro* de *Piper tuberculatum* Jacq. “Matico” sobre *Dysdercus peruvianus* Guérin-Méneville “Arrebiatado”?, frente a ello se propuso que *Piper tuberculatum* Jacq. “Matico” tiene actividad ovicida *in vitro* sobre *Dysdercus peruvianus* Guérin-Méneville “Arrebiatado” como hipótesis.

Por lo mencionado el objetivo general de la siguiente investigación fue evaluar la actividad ovicida *in vitro* de *Piper tuberculatum* Jacq. “Matico” sobre *Dysdercus peruvianus* Guérin-Méneville “Arrebiatado” y como objetivos específicos se planteó determinar la efectividad, dosis letal media (DL₅₀) y tiempo letal medio (TL₅₀) de los extractos de espigas maduras y plantas *in vitro* de *Piper tuberculatum* sobre *Dysdercus peruvianus*.

II. DISEÑO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

El hombre desde la antigüedad observó la presencia de insectos que afectan negativamente a los cultivos, ejemplo de ello es el reporte de los primeros casos de artrópodos dañinos a los bienes culturales realizado por Aristóteles en su obra “Historia Animalum” (Zent, 1969). También desde épocas remotas se trató de combatirlos y fue en el reino vegetal donde se buscaron las primeras armas. En China se logró, en el año 1000 a.n.e, extraer de las flores del crisantemo (*Chrysanthemum pyrethrum* B.Fedtsch.) un polvo blanco con el nombre de pelitre, con fuerte acción insecticida (Todd et al., 2003), pero su uso se extendió a partir del siglo XIX cuando se aplicó en la eliminación de piojos (Casida, 1980).

El primer insecticida natural apareció aproximadamente en el siglo XVII cuando se demostró que la nicotina, obtenida de hojas de tabaco, mataba a unos escarabajos que atacaban al ciruelo. Otras plantas, como cuasia (*Quassia amara* L.) y el neem (*Azadirachta indica* A. Juss) han mostrado excelentes resultados como controladoras de insectos (Borrego, 2015). Actualmente algunos plaguicidas han sido identificados como un peligro a largo plazo para el medio ambiente y están prohibidos o rigurosamente restringidos por convenios internacionales, como el Convenio de Estocolmo sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), que entró en vigor en mayo de 2004 y abarca 12 productos químicos, que incluye ocho plaguicidas y otros contaminados con dioxina, además, los agroquímicos en mención tienen efectos agudos y crónicos en la salud.

Por tales motivos se afirma la tendencia de volver a las fórmulas que la naturaleza brinda, es decir, el retorno a las fórmulas orgánicas y naturales y conseguir a partir de extractos vegetales insecticidas ecológicos con fórmulas que controlen y eliminen de manera eficaz determinadas plagas (del Puerto, Suárez, y Palacio, 2014).

Teniendo en cuenta que investigaciones se llevan a cabo en condiciones de laboratorio antes de aplicar en campo, Souza y Vendramim (2000), realizaron experimentos de extractos acuosos de hojas de *Melia azedarach* L. y ramas de *Trichilia pallida* Sw., en mosca blanca *Bemisia tabaci* (Hemíptero), criadas en tomate, probando concentraciones

de 1, 2 y 3% (p/v), observándose que la concentración de 3% tuvo un efecto ovicida de 52.32% con *T. pallida*. Por otro lado, Marina Trigos (2014) reportó que al aplicar extracto de la semilla de *M. azedarach* (Meliaceae) con 4, 6, 8 y 10 litros de extracto por hectárea, la última dosis sólo actuó como repelente más no como insecticida y la población de ninfas y adultos del *D. ruficollis* disminuyó a mayor concentración de la aplicación del extracto.

Para el control de insectos además del uso de plantas biocidas también está el uso de hongos tal como reportó Falconi et al. (2010), quienes realizaron bioensayos sobre ninfas del cuarto estadio de *Dysdercus peruvianus* y con las siguientes concentraciones: $3,7 \times 10^8$, $1,9 \times 10^8$, $9,4 \times 10^7$ conidias/mL para *Beauveria* sp., *Acremonium* sp. y *Scopulariopsis* sp., respectivamente. Veinte días después del tratamiento, los mayores porcentajes de mortalidad los causaron *Beauveria* sp. (83,3%) y *Acremonium* sp. (80%). *Scopulariopsis* sp. causó una mortalidad de 23,3%. *Acremonium* sp. fue la cepa más agresiva con un tiempo de letalidad (TL_{50}) 3,8 días.

Por otro lado, Fuertes et al. (2010) evaluaron la actividad biocida de 21 plantas frente a *Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci* y *Dysdercus peruvianus*, pero solamente *Cissampelos grandifolia* Triana & Planch. (15 y 30 mg/mL a las 72 horas indujo mortalidad de 37,5% y 53,3% respectivamente), *Erythrina berteroana* Urb. (7,5 mg/mL desde las 12 horas indujo un 6,7% de mortalidad, a una concentración de 30 mg/mL y a las 72 horas 46,7% de mortalidad) y *Hura crepitans* L. (15 mg/mL a 72 horas 13,3% de mortalidad). Por otro lado, a diferentes concentraciones y tiempos, tenían efectividad sobre *Dysdercus peruvianus*.

Especies del género *Piper* han mostrado actividad biológica. Al respecto, Martínez et al. (2013), evaluaron el efecto tóxico y el porcentaje de pérdida de masa en granos de maíz del aceite esencial de *Piper aduncum* L. sobre el gorgojo negro del maíz, *Sitophilus zeamais*, a través de los métodos de contacto y aplicando directamente el aceite sobre los granos, obteniendo la CL_{50} y CL_{95} de 0,64 y 12,47 μ L/g del producto, respectivamente, y el TL_{50} y TL_{95} de 5,79 y 204,49 horas, respectivamente y en contacto en papel filtro, se obtuvo una CL_{50} y CL_{95} de 0,06 y 1,38 μ L/cm², respectivamente y TL_{50} y TL_{95} de 63,36 y 140,67 horas, respectivamente. Se determinó el porcentaje de pérdida de masa en granos de maíz ocasionado por *S. zeamais*, encontrándose valores que oscilaron entre 4,24 y 6,0%. Por otro lado, Pino et al. (2011), demostraron que el aceite esencial de *P. aduncum*

subsp. *ossanum* cuyos componentes mayoritarios son el canfeno, alcanfor, piperitona y viridiflorol, posee un efecto acaricida promisorio y selectivo frente a *Varroa destructor*. La evaluación del efecto por exposición completa del aceite demostró que con una dosis de 25 µL por placa de Petri provocó selectivamente la muerte de ácaros y las abejas no fueron afectadas. El efecto se evidenció a las 24 horas, en tanto que la sobrevivencia de las abejas fue evaluada hasta las 72 horas.

La ventaja de trabajar con aceites esenciales o extractos de plantas para erradicar plagas está también en la facilidad de obtener la materia prima, es decir que la planta a utilizar esté al alcance, ya sea en campo o *in vitro*. Soberón et al. (2006), aplicaron extractos acuosos, diclorometano-metanol (DCM:MeOH, 2:1) y alcohólico (EtOH, 96%) de hojas, tallos y espigas maduras (con frutos y semillas) de *P. tuberculatum*, en larvas del III estadio de *Diatraea saccharalis*, donde la mayor efectividad correspondió a extractos de espigas maduras respecto a plantas *in vitro* y a extracto EtOH respecto a extracto DCM:MeOH, tal como lo expresan los resultados de las concentraciones letales a 50% (CL₅₀) y 90% (CL₉₀) en 72 horas de exposición. En el caso de espigas maduras fue: CL₅₀ (0,11 mg/mL con EtOH y 0,16 mg/mL con DCM:MeOH) y CL₉₀ (0,35 mg/mL con EtOH y 0,55 mg/mL con DCM:MeOH); en el caso de plantas *in vitro*, únicamente con DCM:MeOH, fue: CL₅₀ 0,39 mg/mL y CL₉₀ 2,62 mg/mL.

Bazán C. et al., (2011) evaluaron la acción insecticida sobre larvas del II y III estadio y adulto de dípteros, usando extracto DCM:MeOH 2:1, de espigas maduras y plantas *in vitro* de *P. tuberculatum*. El método de inoculación del extracto fue por suspensiones acuosas en el estadio larval y por aspersión en el estadio adulto. El mayor efecto tóxico correspondió a los extractos de espigas maduras respecto a plantas *in vitro*, a los estadios larvales II y III respecto al estadio adulto y a *Aedes aegypti* respecto a *Anopheles pseudopunctipennis*, tal como lo expresan los resultados de las concentraciones letales a 50% (LC₅₀) y 90% (LC₉₀), en 2 horas y 30 min de exposición, para los estadios larvales II y III y 24 horas, para el estadio adulto.

Lo mencionado en los últimos párrafos, resalta la gran actividad biológica de *P. tuberculatum* en otras plagas no pertenecientes al género *Dysdercus*. En tal sentido Mendoza et al., (2013), evaluaron la actividad adulticida de *P. tuberculatum*, sometidos a tratamientos de pulverización con los extractos de espigas maduras y plantas *in vitro*. El extracto mixto de DCM:MeOH (2:1) de espigas maduras mostraron niveles

significativos de mortalidad en adultos que causaron 91,1 y 97,8% de mortalidad cuando se aplicaron dosis de 0,012 mg/ μ L a *D. peruvianus* en 24 y 48 horas de exposición, respectivamente, con DL₅₀ 0,006 mg/ μ L y DL₉₀ 0,010 mg/ μ L, en 48 horas de exposición. El extracto DCM:MeOH (2:1) de 90 plantas *in vitro* causó una mortalidad de 80% cuando se aplicaron dosis de 0,012 mg/ μ L en 96 horas de exposición con DL₅₀ 0,007 mg/ μ L y DL₉₀ 0,015 mg/ μ L, en 96 horas de exposición.

2.2. BASES TEÓRICAS

Teniendo en cuenta el estudio sobre las plagas del algodón en el valle del Santa, categorizándolas en claves y secundarias, siendo la "chupadera fungosa", *Dysdercus peruvianus* Guérin, *Pectinophora gossypiella* y la maleza *Cenchrus echinatus* L. las más importantes, se propone las medidas de control para cada una de las plagas clave y se analiza la integración de éstas para la implementación del Manejo Integrado de Plagas en áreas piloto y posterior aplicación a gran escala (Vásquez Castro, 2004). He allí de tener en cuenta tanto características morfológicas y hábitos de plagas a estudiar.

2.2.1. ARREBIATADO, *Dysdercus peruvianus* Guérin-Ménéville

D. peruvianus presenta una metamorfosis gradual, pasando por tres estadios de desarrollo: huevo, ninfa y adulto.

Huevo: son ovales, blancos cuando son recién puestos, luego gradualmente se tornan amarillos hasta el momento de la eclosión que presentan color naranja. Miden 0,5 mm de diámetro (Sarmiento Mata, 1982). El huevo está protegido por una cubierta, denominada corion, que es semipermeable a los gases, aunque en otros hemípteros el oxígeno entra a través de pelos huecos o expansiones en forma de lengüeta (Goula y Mata, 2015).

Ninfas: Presentan 5 estadios ninfales. Las ninfas recién nacidas son de color anaranjado, pero a medida que crecen son de color rojo claro. Presentan sobre el abdomen líneas blancas transversales y las alas van desarrollándose paulatinamente hasta que alcanzan el estado adulto (Sarmiento Mata, 1982).

Adulto: Son de color amarillo, naranja o rojizo con hemiélitros desarrollados. El adulto llega a medir de largo hasta 13 a 14 mm y de ancho 3,5 a 4,5 mm. La hembra es de mayor tamaño que el macho (Sarmiento Mata, 1982).

Hábitos: El arrebiatado, debido al amplio rango de plantas hospedadoras, se reproduce durante todo el año sea en los campos de algodónero o en la vegetación silvestre de las lomas y contrafuertes andinos. Los adultos maduran sexualmente en 2 a 3 días y entran en cópula, quedando en una posición característica unidos por sus extremos abdominales, de allí el nombre de “arrebiatado”, “raboatado”, o “culi-culi”. La cópula dura varias horas y pueden copular varias veces en un periodo de vida de 8 a 10 semanas. La hembra inicia la oviposición a los diez días, depositando un total de 300 a 500 huevos en seis a ocho posturas durante un periodo de 30 a 45 días. Las posturas son colocadas en el suelo en grupos de 50 a 60 al pie de la planta, debajo de la hojarasca o de terrones. También dejan sus posturas sobre las bellotas abiertas (Sarmiento Mata, 1982).

2.2.2. CULTIVO DE TEJIDOS VEGETALES, METABOLITOS de *Piper tuberculatum* Jacq. “Matico”

Las principales aplicaciones de la técnica de cultivo de células, tejidos y órganos vegetales son en los campos de micropropagación, obtención de plantas libres de patógenos, preservación de germoplasma, mejoramiento genético, biosíntesis de metabolitos e investigación básica en áreas como la genética, fisiología y bioquímica.

Entre las principales ventajas del cultivo de células y tejidos vegetales en la investigación básica, micropropagación y producción de compuestos con actividad biológica como metabolitos secundarios, proteínas y productos transgénicos, destaca el hecho de que permiten realizar estudios en un tiempo mucho menor y bajo condiciones más controladas que con plantas cultivadas por métodos tradicionales (Twyman et al., 2003).

Teniendo en cuenta que los especímenes de *Piper* son esporádicos en su ambiente natural, el endemismo de numerosas especies, la pérdida rápida de viabilidad de las semillas, la recalcitrancia en la conservación de las semillas por largos periodos de tiempo, la escasa regeneración natural, la importancia creciente por sus propiedades farmacológicas, entre otros factores, se adelantó el presente trabajo, que comprende un conjunto de investigaciones iniciadas en Piperáceas en 1998 y que continúan en la

actualidad, con el objetivo de inducir diversos procesos morfogénicos como la propagación clonal y la organogénesis, así como la conservación y el intercambio internacional de germoplasma de varias especies de *Piper* de Perú, Brasil y Ecuador, haciendo uso de diversas técnicas del cultivo de tejidos *in vitro*, que permitan la supervivencia y aprovechamiento de sus especies (Delgado-Paredes et al., 2012).

Navickiene et al., (2006) determinaron en la composición del aceite esencial de *P. tuberculatum* tanto en hojas, fruto y tallo la presencia de monoterpenos como el α -pineno, β -pineno, limoneno y trans-ocimeno, sólo en el fruto presenta canfeno, sabineno y cis-ocimeno; mirceno en fruto y tallo, y linalol en hojas. Además se menciona la presencia de sesquiterpenos como β -cariofileno y α -humuleno en hoja, fruto y tallo, sólo en hojas β -elemeno, β -farneseno, nerolidol, oxido-cariofileno, germacreno B y D

P. tuberculatum es una especie que contiene numerosos metabolitos secundarios como amidas, lignanos y flavonoides, con gran actividad insecticida además de algunos terpenos como se menciona en el párrafo anterior. Los resultados indican que utilizando el cultivo *in vitro* de ápices caulinares y nudos se obtienen miles de plantas que pueden ser transferidas exitosamente a condiciones de campo y mediante un proceso de extracción con solventes orgánicos obtener metabolitos secundarios con actividad bioinsecticida (Delgado-Paredes et al., 2017), actividad clave en el control químico biorracional según (Carrillo Chiroque, 2019), definido como la aplicación de productos como el azufre, los aceites naturales, derivados de plantas y otros productos.

Carrillo Chiroque (2019) menciona las ventajas del uso de plantas biocidas. Estas son de fácil descomposición, por lo tanto, los controladores biológicos son menos afectados, disminuyen la posibilidad de resistencia de los insectos plaga, además no contamina el ambiente, son económicos y la facilidad para preparar y aplicar. Dichas plantas ayudan al Manejo Integrado de Plagas (MIP) que tiene por objetivo mantener a las poblaciones plaga bajo el nivel de daño económico, protegiendo la salud humana y el medio ambiente, para lo cual utiliza todas las herramientas de control disponibles para el control de plagas (Asociación Nacional de Fabricantese Importadores de Productos Sanitarios Agrícolas A.G. [AFIPA], 2019).

2.3. BASES CONCEPTUALES

ACTIVIDAD OVICIDA. Capacidad de producir un efecto para matar un insecto en fase de huevo (DIRAE, 2019).

EXTRACTO. Producto sólido o espeso obtenido por evaporación de un zumo o de una disolución de sustancias vegetales o animales (Real Academia Española [RAE], 2019).

VIABILIDAD. Cualidad de un asunto por sus circunstancias, tiene probabilidades de poderse llevar a cabo (RAE, 2019).

DOSIS LETAL MEDIA. Cantidad de sustancia requerida para causar la muerte del 50% de un grupo representativo de individuos (Cisneros V., 1995).

TIEMPO LETAL MEDIO. Tiempo promedio transcurrido en los diferentes individuos, referido al 50% de estos desde la aplicación de la sustancia hasta su muerte (Ujaen.es, s.f.).

PLANTAS BIOCIDAS. Una planta biocida es aquella cuyos metabolitos poseen propiedades específicas tales como insecticida, repelente, atrayente para luchar contra las plagas (Carrillo Chiroque, 2019).

III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Identificación y descripción taxonómica de la especie en estudio

REINO:	Animalia
FILO:	Arthropoda
CLASE:	Insecta
ORDEN:	Hemíptera
Suborden:	Heteroptera
FAMILIA:	Pyrrhocoridae
GÉNERO:	Dysdercus
ESPECIE:	<i>Dysdercus peruvianus</i> Guérin Méneville, 1831

Clasificación e identificación de la especie está en base las características descritas e ilustradas por Van Doesburg (1968) (**Anexo 1**).

Para ello es fundamental el aislamiento y observación del IX segmento abdominal del espécimen estudiado sobretodo del macho, ya que en esta estructura hallamos el paramere; parte esencial de carácter taxonómico para identificar la especie. (**Figura 1 A-C**)

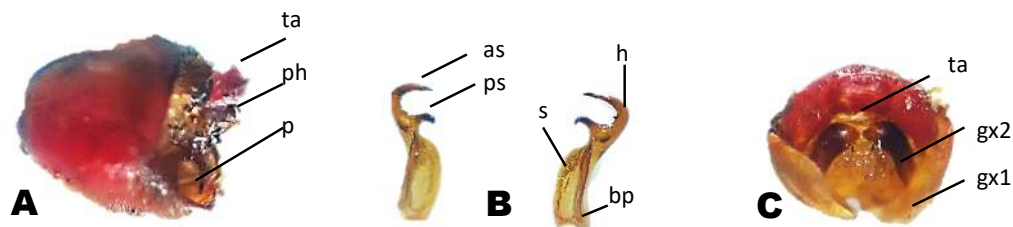


Figura 1. IX segmento abdominal de *Dysdercus peruvianus* Guérin Méneville. - Lambayeque, Perú. **A**, cápsula genital de un espécimen macho en vista lateral, ta = tubo anal, ph = phallus, p = paramere; **B**, paramere derecho e izquierdo en vista lateral, as = espolón apical, ps = espolón proximal; **C**, vista posterior de la genitalia de un espécimen hembra, ta = tubo anal, gx1 = primera genocoxa, gx2= segunda genocoxa.

3.2 Población y muestra de estudio

La población estuvo constituida por huevos de *D. peruvianus*, que fueron obtenidos en condiciones de laboratorio, después de haber colectado los adultos del tercio superior de las plantas de *Gossypium barbadense* ubicadas en el Centro de Esparcimiento de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, UNPRG (Ex Fundo) (**Anexo 2**).

La muestra de estudio estuvo constituida por 10 huevos viables obtenidos en condiciones *in vitro* (en 5 repeticiones por tratamiento con un total de 50 huevos por placa de Petri).

3.3 Materiales

3.3.1 Material botánico

El material botánico estuvo constituido por espigas maduras y plantas *in vitro* de *Piper tuberculatum*. Las espigas maduras de *Piper tuberculatum* fueron colectados a partir de las plantas ubicadas en los jardines de la UNPRG (Área de Botánica - Facultad de Ciencias Biológicas). Las plantas *in vitro* de *Piper tuberculatum* fueron proporcionadas por el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNPRG y el Instituto de Biotecnología. Estas plantas tuvieron una edad de 12 meses en condiciones *in vitro* (**Figura 2 A-D**).



Figura 2. Material botánico. **A.** Plantas *in vitro* de 12 meses de *Piper tuberculatum*. **B.** Plantas *in vitro* que fueron sometidas a deshidratación a temperatura ambiente. **C, D.** Espigas maduras que fueron sometidas a deshidratación a temperatura ambiente.

3.3.2 Material biológico

3.3.2.1. Captura de adultos de *Dysdercus peruvianus*

Los adultos de *Dysdercus peruvianus* fueron capturados en plantas de las áreas verdes del Centro de Esparcimiento de la UNPRG (**Figura 3 A-C**).

Posteriormente, fueron transportados a uno de los ambientes de la Facultad de Ciencias Biológicas (Área de Botánica) para la crianza de estos especímenes.

Fueron utilizados tapers transparentes de plástico de diferentes tamaños para la crianza en condiciones de laboratorio; así como, algodón hidrófilo embebido en agua potable (alimento líquido) y las semillas de *Gossypium barbadense* fragmentada sirvieron de alimento sólido, crianza modificada teniendo en cuenta el póster presentado por Fogar et al. (2018).



Figura 3. Material biológico. **A.** Plantas de *Gossypium barbadense* del Centro de Esparcimiento de UNPRG. **B.** Adultos de *Dysdercus peruvianus* capturados en campo. **C.** Apareamiento de adultos de *Dysdercus peruvianus*.

3.3.2.2. Obtención de huevos de *Dysdercus peruvianus*.

Después de la captura, en condiciones de laboratorio los adultos se aparearon y las posturas obtenidas iniciaron el ciclo biológico hasta adultos, a partir de los cuales se colectaron los huevos para el presente trabajo de investigación, durante este periodo los insectos fueron alimentados con semillas de algodón y agua potable.

Al cabo de 3 días de la captura de los adultos, las hembras ovipositaron y los huevos fueron seleccionados tomando en cuenta la coloración naranja como indicador de viabilidad. A partir de estos huevos, se obtuvo la generación de adultos al cabo de 30 días, siendo estos los que generarían las posturas y estos huevos recién fueron utilizados en los tratamientos respectivos del trabajo de investigación (**Figura 4 A-N**).

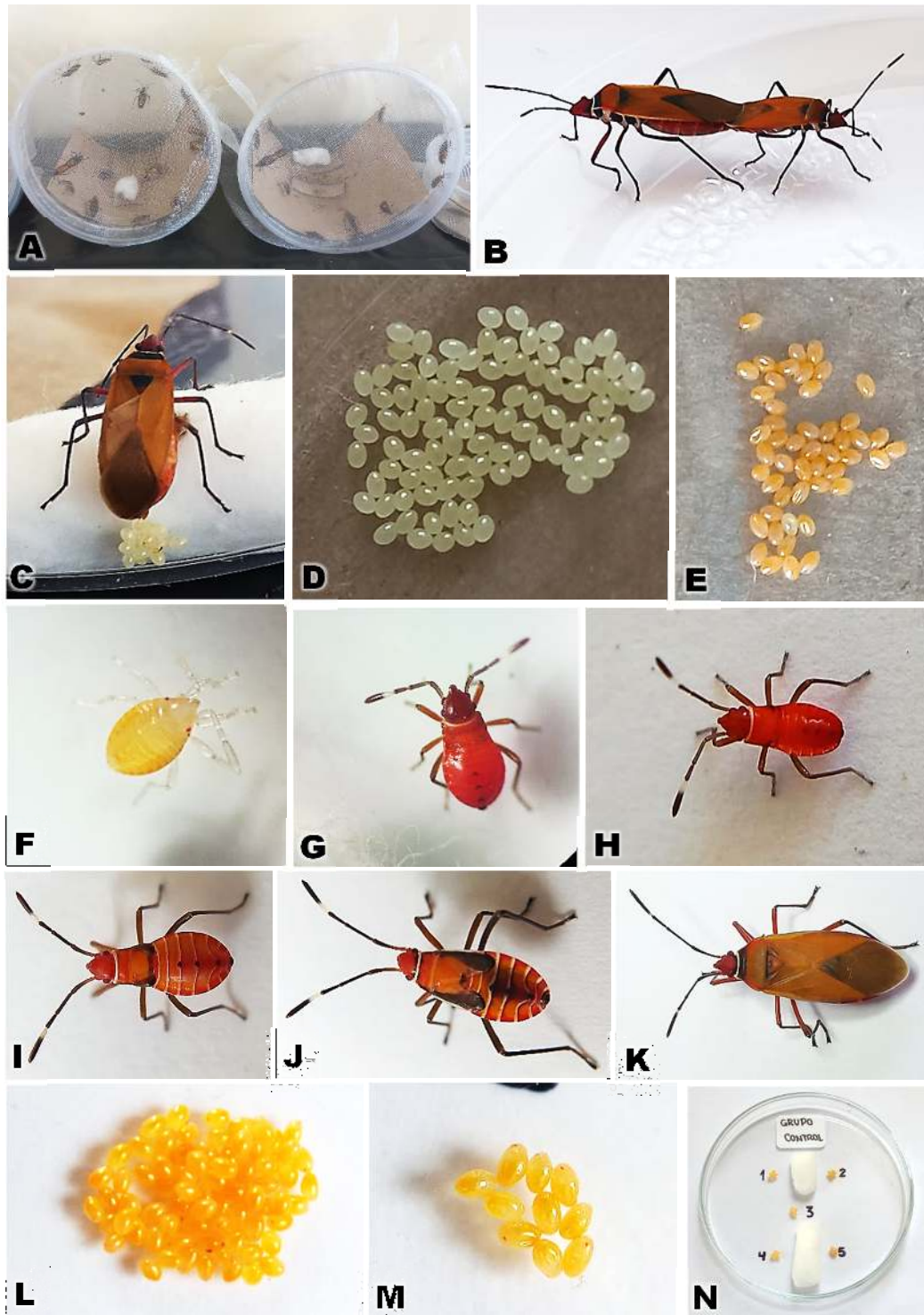


Figura 4. Material utilizado en la obtención de huevos para el experimento correspondiente. **A.** Adultos capturados en campo y colocados en tapers de 1l de capacidad, **B.** Adultos apareados y ubicados en tapers de 180 ml, **C.** Hembra ovipositando, **D.** Primeras 24 horas de postura, **E.** Huevos viables (coloración naranja), **F.** Ninfa I, **G.** Ninfa II, **H.** Ninfa III, **I.** Ninfa IV, **J.** Ninfa V, **K.** Primeras 6 horas de la hembra adulta en condiciones de laboratorio, **L.** Huevos viables obtenidos en condiciones de laboratorio utilizados en los diferentes tratamientos. **M.** Unidad experimental. **N.** Placa con 50 huevos viables (5 repeticiones)

3.4. Metodología

3.4.1 Obtención de extractos de espigas maduras y plantas *in vitro* de *Piper tuberculatum*

Los extractos fueron obtenidos con dos sistemas de solventes; uno mixto constituido por diclorometano: metanol en proporción 2:1 y el otro sistema simple constituido únicamente por etanol 96° (alcohol comercial).

Tanto las espigas maduras como las plantas *in vitro* fueron secadas a temperatura ambiente y sometidas a deshidratación completa en estufa a 40°C durante 5 min antes de ser pulverizadas y colocadas a extracción con los solventes mencionados, utilizando matraces de 250 mL y 500 mL después cada 24 horas fue filtrado por tres días consecutivos.

La masa seca de las espigas maduras y plantas *in vitro* fue sometida a extracción tanto como el sistema mixto y simple.

Posteriormente las fracciones extraídas fueron homogenizadas y colocadas en placas para la evaporación de los solventes utilizados.

El extracto obtenido fue recuperado con una espátula pequeña, fueron pesados y almacenados en viales ámbar. (**Anexo 3**)

3.4.2. Preparación de dosis experimentales

Para el trabajo experimental fueron preparados 10 tratamientos por cada extracto, teniendo en cuenta las pruebas pilotos.

Fueron utilizados tubos eppendorf para pesar las diferentes cantidades de cada extracto. Posteriormente se diluyó con etanol 96° hasta obtener 10 µL de volumen final, ya que sólo fue utilizado 2 µL por cada repetición; es decir, cada 10 huevos de *Dysdercus peruvianus* fue expuesto a 2 µL. De igual manera fueron incorporados dos controles, uno utilizando etanol 96° y el segundo control utilizando Imidacloprid 0,001 mg/2 µL, agroquímico utilizado por su actividad insecticida en campo. (**Tabla 1**)

Tabla 1

Dosis experimentales de los extractos de Piper tuberculatum sobre Dysdercus peruvianus.

Tratamiento	Concentración (mg/10 huevos) (mg/2µL)	Volumen por repetición (µL)	Volumen por placa (µL)
Grupo control	-	-	-
Etanol	96°	2,0	10
Imidacloprid	0,001	2,0	10
1	0,08	2,0	10
2	0,16	2,0	10
3	0,24	2,0	10
4	0,32	2,0	10
5	0,40	2,0	10
6	0,48	2,0	10
7	0,56	2,0	10
8	0,64	2,0	10
9	0,72	2,0	10
10	0,80	2,0	10

* 10 huevos por repetición, en cada placa 50 huevos, esto equivale a 5 repeticiones por placa. Grupo control: sin ningún solvente expuesto, etanol: control negativo e Imidacloprid: control positivo.

* 1 – 10: Dosis experimentales de los extractos de *Piper tuberculatum*.

3.4.3. Exposición *in vitro* de los extractos de *Piper tuberculatum* frente a huevos de *Dysdercus peruvianus*.

Para la exposición *in vitro* de los huevos de *Dysdercus peruvianus* con los extractos de *Piper tuberculatum*, fueron utilizados las dosis preparadas de cada extracto y los huevos viables depositados en placa de Petri. Utilizando una micropipeta graduada fueron agregados 2 μ L para cada 10 huevos (por cada unidad experimental) (**Figura 5 A-C**).

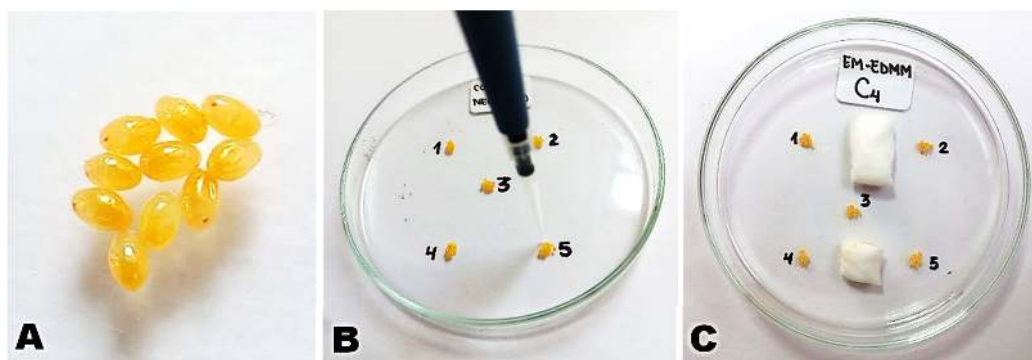


Figura 5. Exposición *in vitro* de dosis experimentales. **A.** Huevos elegidos para los experimentos respectivos, **B.** Micropipeta graduada a 2 μ L, **C.** Disposición de material biológico en placa.

Fueron evaluados los siguientes parámetros: dosis, tiempo, huevos no eclosionados, huevos oscuros, huevos en eclosión, ninfas vivas, ninfas muertas (**Anexo 4**). En cuanto al tiempo se realizaron evaluaciones a la 6, 12, 18, 24, 48, 72 y 96 horas respectivamente.

Cabe mencionar que las condiciones en que se desarrolló la crianza y la exposición de las dosis experimentales mencionadas fueron a una temperatura de $29^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, humedad relativa de 55 – 60 % y fotoperíodo de 12 – 12 h, durante los meses de febrero, marzo y abril del año 2023.

3.4.4. Análisis estadístico

Los resultados, obtenidos con respecto a la inhibición de la eclosión de los huevos de *Dysdercus peruvianus*, fueron procesados por el programa estadístico IBM SPSS Statistics 25 al realizar el análisis Probit para hallar la DL_{50} con un nivel de significancia de 0,05.

El TL_{50} fue determinado con el software Excel, teniendo en cuenta los límites de confianza obtenidos del análisis Probit.

IV. RESULTADOS

4.1. Rendimiento de extractos de espigas maduras y plantas *in vitro* de *Piper tuberculatum*

Después de evaporados los solventes, se recuperó la masa correspondiente de cada extracto. El rendimiento del extracto de espigas maduras sometidas a un sistema mixto y simple fue de 16,9% y 23,1%, respectivamente. Con respecto al extracto de plantas *in vitro* se observó un rendimiento de 7,1% y 20,4%, en el sistema mixto y simple, respectivamente, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2.

Rendimiento de los extractos de espigas maduras y plantas in vitro de Piper tuberculatum

<i>Piper tuberculatum</i>	ESPIGAS MADURAS		PLANTAS <i>IN VITRO</i>	
	SISTEMA MIXTO	SISTEMA SIMPLE	SISTEMA MIXTO	SISTEMA SIMPLE
Cantidad (Nº)	35	35	176	172
Peso de masa seca (g)	52,257	49,512	8,168	8,285
Peso del extracto (g)	8,837	11,415	0,585	1,687
Rendimiento (%)	16,911	23,055	7,162	20,362

4.2. Actividad ovicida *in vitro* de las dosis extractos de *Piper tuberculatum* sobre *Dysdercus peruvianus*.

Tanto para el grupo control (sin exposición a ningún solvente) y el control negativo (etanol 96°) se obtuvo un éxito de 100% de eclosión y además, la población llegó a la edad adulta de la especie en estudio.

Con respecto al control positivo (Imidacloprid) desde las 24 horas de exposición se observó 73% de inhibición de la eclosión de los huevos de *Dysdercus peruvianus*. A partir de las 48 horas se evidenció 36% de inhibición de la eclosión de los huevos y 20% de huevos eclosionados, pero sin movimiento del embrión.

4.2.1. Efectividad de los extractos de *Piper tuberculatum*

La efectividad de los extractos de *Piper tuberculatum* fue determinada por el promedio del porcentaje de inhibición de eclosión de los huevos de *Dysdercus peruvianus*, teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$\%IEH = (HNE/HT) * 100$$

Donde: %IEH es el porcentaje de inhibición de eclosión de huevos, HNE el número de huevos que no eclosionaron, HT es el total de huevos expuestos a los diferentes extractos.

Con respecto a la efectividad ovicida del extracto mixto de espigas maduras al cabo de 48 horas, se observó la estabilidad de los resultados obtenidos desde las 24 horas, a excepción de la cuarta dosis donde se observó (**Tabla 3**) que el 8% de huevos culminó su proceso de maduración y por ende la eclosión. Se observó además que el extracto mixto a una dosis de 0,80 mg/10 huevos (mg/2μL) alcanzó una efectividad del 76% en la inhibición de eclosión.

Tabla 3.

Porcentajes de la efectividad ovicida in vitro del extracto mixto de espigas maduras de Piper tuberculatum sobre Dysdercus peruvianus.

DOSIS (mg/10 huevos) (mg/2μL)	HUEVOS POR ENSAYO	HUEVOS POR PLACA	INHIBICIÓN DE ECLOSIÓN (%)						
			6H	12H	18H	24H	48H	72H	96H
0.08	10	50	82	58	56	28	28	28	28
0.16	10	50	62	54	40	38	38	38	38
0.24	10	50	100	76	56	46	46	46	44
0.32	10	50	72	64	62	60	60	52	52
0.40	10	50	86	58	50	50	50	50	50
0.48	10	50	100	58	52	52	48	48	48
0.56	10	50	100	78	60	60	60	60	60
0.64	10	50	100	68	60	58	58	58	58
0.72	10	50	100	74	66	66	66	66	66
0.80	10	50	100	88	76	76	76	76	76

En la tabla 4 el extracto etanólico de espigas maduras alcanzó una efectividad hasta de 60% a una dosis de 0,64 mg/2 μ L y en las dos últimas dosis aplicadas se observó la disminución de 4% de efectividad con respecto a este 60%.

Tabla 4.

Porcentajes de la efectividad ovicida in vitro del extracto etanólico de espigas maduras de Piper tuberculatum sobre Dysdercus peruvianus.

DOSIS (mg/10 huevos) (mg/2 μ L)	HUEVOS POR ENSAYO	HUEVOS POR PLACA	INHIBICIÓN DE ECLOSIÓN (%)						
			6H	12H	18H	24H	48H	72H	96H
0.08	10	50	60	38	30	30	30	30	30
0.16	10	50	34	26	26	26	26	26	26
0.24	10	50	100	62	48	48	48	48	48
0.32	10	50	100	64	64	52	52	52	52
0.40	10	50	100	100	100	62	58	58	58
0.48	10	50	100	62	56	54	52	52	52
0.56	10	50	90	82	76	56	54	54	54
0.64	10	50	100	72	62	60	60	60	60
0.72	10	50	100	78	78	62	56	56	56
0.80	10	50	100	68	68	56	56	56	56

Referente a la efectividad del extracto mixto de plantas *in vitro* se observó 94% de inhibición de la eclosión con la dosis de 0,80 mg/2 μ L y la mínima del 32% con la menor dosis (0,08 mg/2 μ L) (**Tabla 5**).

Tabla 5.

Porcentajes de la efectividad ovicida in vitro del extracto mixto de plantas in vitro de Piper tuberculatum sobre Dysdercus peruvianus.

DOSIS (mg/10 huevos) (mg/2μL)	HUEVOS POR ENSAYO	HUEVOS POR PLACA	INHIBICIÓN DE ECLOSIÓN (%)						
			6H	12H	18H	24H	48H	72H	96H
0.08	10	50	100	100	38	32	32	32	32
0.16	10	50	100	100	42	36	36	36	36
0.24	10	50	88	80	60	60	60	60	60
0.32	10	50	78	72	60	50	50	50	50
0.40	10	50	100	60	60	60	60	60	60
0.48	10	50	100	66	58	56	56	56	56
0.56	10	50	96	86	62	62	62	62	62
0.64	10	50	100	98	90	88	88	88	88
0.72	10	50	100	84	72	68	68	68	68
0.80	10	50	100	94	94	94	94	94	94

En la tabla 6 se observa la efectividad del extracto etanólico de plantas *in vitro* alcanzando 82% de efectividad en la inhibición de la eclosión, además, con la menor dosis se alcanzó 34% de efectividad.

Tabla 6.

Porcentajes de efectividad ovicida in vitro del extracto etanólico de plantas in vitro de Piper tuberculatum sobre Dysdercus peruvianus.

DOSIS (mg/10 huevos) (mg/2μL)	HUEVOS POR ENSAYO	HUEVOS POR PLACA	INHIBICIÓN DE ECLOSIÓN (%)						
			6H	12H	18H	24H	48H	72H	96H
0.08	10	50	100	68	34	34	34	34	34
0.16	10	50	100	68	62	62	62	62	62
0.24	10	50	100	86	62	62	62	62	62
0.32	10	50	100	96	96	72	72	72	72
0.40	10	50	94	94	94	76	76	76	76
0.48	10	50	100	86	68	64	64	64	64
0.56	10	50	100	84	76	76	76	76	76
0.64	10	50	100	78	72	70	70	70	70
0.72	10	50	100	90	76	76	76	76	76
0.80	10	50	88	84	82	82	82	82	82

4.2.2. Dosis letal media de extractos de *Piper tuberculatum*

La dosis letal media DL_{50} se determinó teniendo en cuenta las repeticiones y el conteo de cada unidad muestral (10 huevos), así como teniendo en cuenta la hoja de evaluación del **Anexo 4**, de tal manera que al procesarlos con el software IBM SPSS Statistics 25 y realizadas las evaluaciones luego de 6, 12, 18, 24, 48, 72, 96 horas fueron obtenidos los siguientes resultados:

Se observó que la mayor DL_{50} correspondió al extracto etanólico de espigas maduras con un valor de 0,386 mg/10 huevos desde las 48 horas de exposición y la menor DL_{50} correspondió al extracto etanólico de las plantas *in vitro* con un valor de 0,127 mg/10 huevos a partir de las 24 horas de exposición (**Tabla 7, Anexo 5, 6, 7 y 8**).

Tabla7.

*Dosis letal media (DL_{50}) de los extractos de *Piper tuberculatum* sobre los huevos de *Dysdercus peruvianus*.*

TIEMPO (horas)	ESPIGAS MADURAS		PLANTAS <i>IN VITRO</i>	
	EXTRACTO MIXTO	EXTRACTO ETANÓLICO	EXTRACTO MIXTO	EXTRACTO ETANÓLICO
6	0,046	0,093	0	0
12	0,058	0,172	0	0,011
18	0,132	0,223	0,188	0,098
24	0,305	0,351	0,229	0,127
48	0,307	0,386	0,229	0,127
72	0,322	0,386	0,229	0,127
96	0,326	0,386	0,214	0,127

* La DL_{50} expresada en mg/10 huevos (mg/2 μ L)

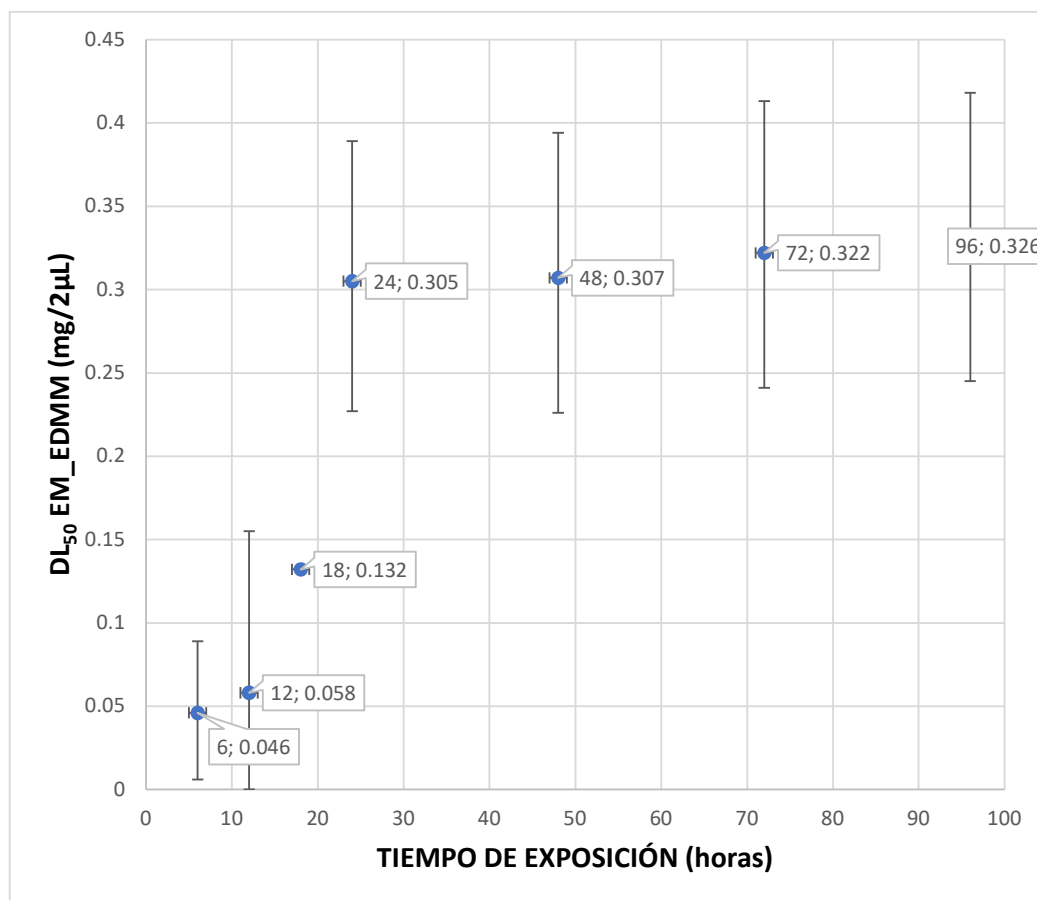
4.2.3. Tiempo letal medio (TL₅₀) de efectividad de extractos de *Piper tuberculatum*

En el **Anexo 5, 6, 7 y 8** se detalla la dosis letal media (DL₅₀) de cada extracto con sus respectivos límites y valores que complementan la información para determinar el tiempo letal medio (TL₅₀).

El TL₅₀ del extracto mixto de espigas maduras de *Piper tuberculatum*, frente a huevos de *Dysdercus peruvianus*, es de 6 horas de exposición cuando las DL₅₀ oscilan entre 0,046 y 0,058 mg/10 huevos (mg/2μL) y cuando la DL₅₀ está entre 0,305 y 0,326 mg/10 huevos el TL₅₀ es de 24 horas. Esto indica que desde las 24 horas podemos observar la actividad ovicida del extracto mixto de espigas maduras de *Piper tuberculatum* sobre *Dysdercus peruvianus* (**Figura 6**).

Figura 6.

Tiempo letal medio (TL₅₀) de la efectividad ovicida in vitro del extracto mixto de espigas maduras de *Piper tuberculatum* sobre *Dysdercus peruvianus*.

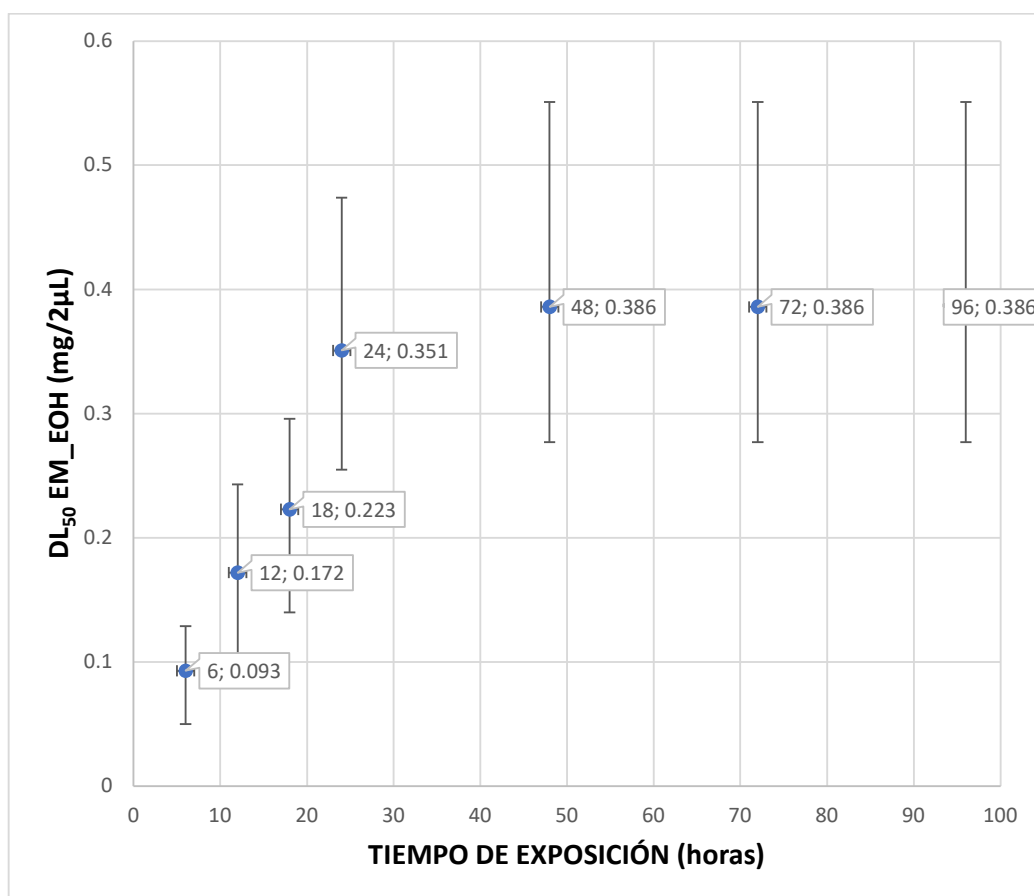


*EM_EDMM: Extracto mixto de espigas maduras de *Piper tuberculatum*.

El TL_{50} del extracto etanólico de espigas maduras de *Piper tuberculatum*, frente a huevos de *Dysdercus peruvianus*, es de 6 horas de exposición cuando las DL_{50} oscilan entre 0,093 y 0,172 mg/10 huevos (mg/2 μ L) y cuando la DL_{50} está entre 0,223 y 0,386 mg/10 huevos el TL_{50} es de 18 horas. Es decir, podemos observar la actividad ovicida del extracto etanólico de espigas maduras de *Piper tuberculatum* frente a *Dysdercus peruvianus* a las 18 horas de exposición (**Figura7**).

Figura 7.

Tiempo letal medio (TL_{50}) de la efectividad ovicida in vitro del extracto etanólico de espigas maduras de *Piper tuberculatum* sobre *Dysdercus peruvianus*.

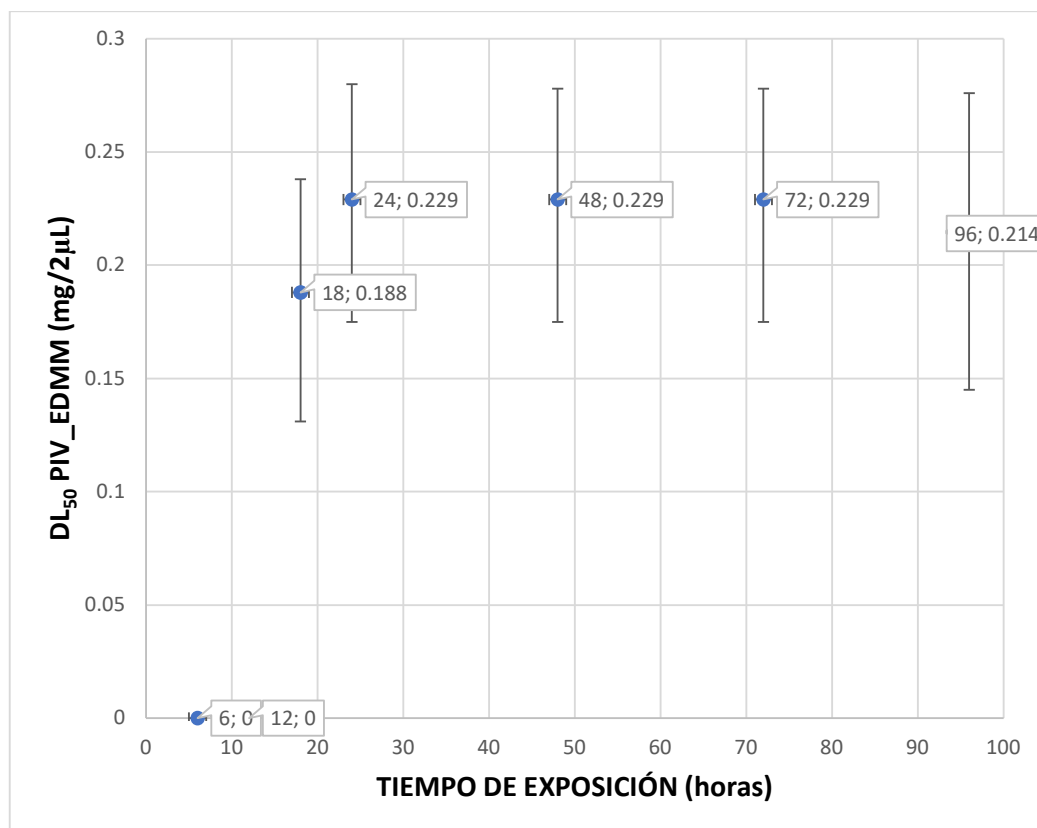


*EM_EOH: Extracto etanólico de espigas maduras de *Piper tuberculatum*.

El TL_{50} del extracto mixto de plantas *in vitro* de *Piper tuberculatum*, frente a huevos de *Dysdercus peruvianus*, es de 18 horas de exposición cuando las DL_{50} oscilan entre 0,188 y 0,214 mg/10 huevos (mg/2 μ L) (**Figura 8**).

Figura 8.

Tiempo letal medio (TL_{50}) de la efectividad ovicida *in vitro* del extracto mixto de plantas *in vitro* de *Piper tuberculatum* sobre *Dysdercus peruvianus*.

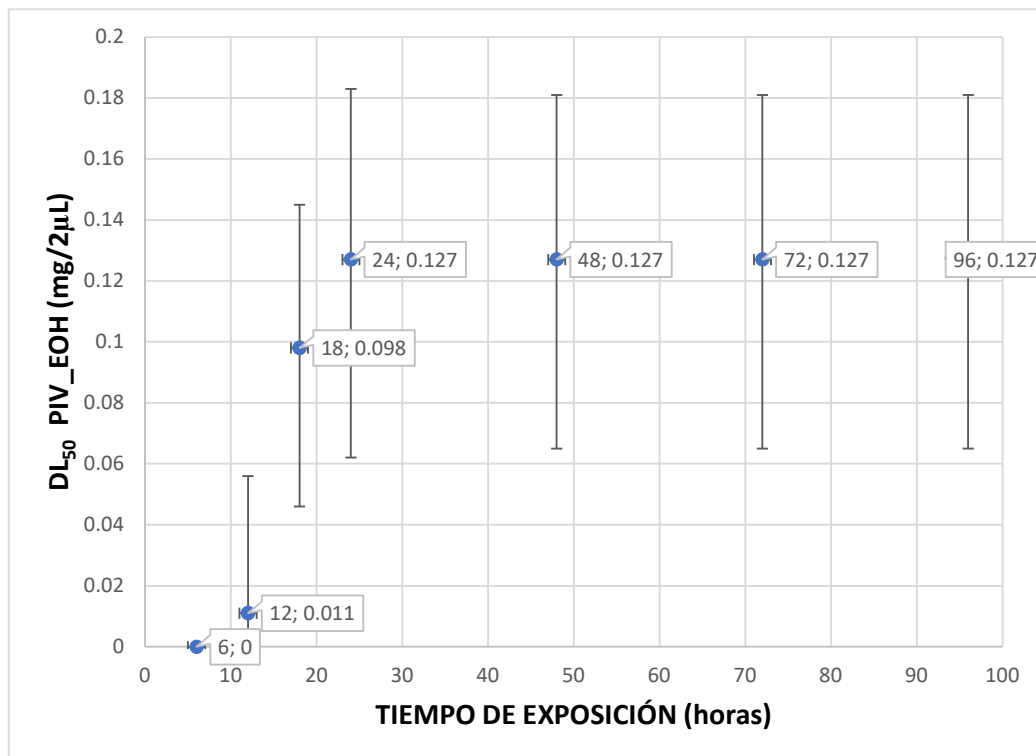


*PIV_EDMM: Extracto mixto de plantas *in vitro* de *Piper tuberculatum*

El TL_{50} del extracto etanólico de plantas *in vitro* de *Piper tuberculatum*, frente a huevos de *Dysdercus peruvianus*, es de 18 horas de exposición cuando las DL_{50} oscilan entre 0,098 y 0,127 mg/10 huevos (mg/2 μ L) (**Figura 9**).

Figura9.

Tiempo letal medio (TL_{50}) de la efectividad ovicida *in vitro* del extracto etanólico de plantas *in vitro* de *Piper tuberculatum* sobre *Dysdercus peruvianus*.



* PIV_EOH: Extracto etanólico de plantas *in vitro* de *Piper tuberculatum*

4.2.4. Características de la actividad ovicida *in vitro* de los extractos de *Piper tuberculatum* sobre *Dysdercus peruvianus*

La actividad ovicida *in vitro* de los extractos de *Piper tuberculatum* sobre *Dysdercus peruvianus* fue observada a las 24 horas y está caracterizada por ocasionar una coloración oscura en los huevos, los mismos que a medida que alcanzaban mayor permanencia la coloración también siguió un gradiente de coloración como se puede observar en la **Figura 10**.

En presencia del extracto mixto de espigas maduras de *Piper tuberculatum* la coloración oscura de los huevos fue observada para las dosis que va desde 0,08 hasta 0,64 mg, a partir de las 72 horas y con las dosis entre 0,72 y 0,80 mg desde las 48 horas.

En presencia del extracto etanólico de espigas maduras de *Piper tuberculatum* la coloración oscura se observó en dosis desde 0,08 y 0,24 mg desde las 96 horas, en tanto que, en dosis entre 0,32 y 0,40 mg, los huevos oscuros se observaron desde las 72 horas, y de igual manera en las dosis entre 0,48 y 0,80 mg los huevos se oscurecieron desde las 48 horas.

En el caso del extracto mixto de plantas *in vitro* de *Piper tuberculatum* la coloración oscura de los huevos se presentó desde las 72 horas en las dosis que van desde 0,08 y 0,16 mg y con las dosis 0,24 y 0,80 mg se observó desde las 24 horas.

En el extracto mixto de plantas *in vitro* de *Piper tuberculatum* la coloración oscura de los huevos se observó desde las 96 horas, en las dosis que van desde 0,08 y 0,32 mg y en las dosis 0,40 y 0,80 mg se observó desde las 48 horas.



Figura 10.

Características de huevos de *Dysdercus peruvianus*. A. Huevos viables, B. Huevos deshidratados no viables y C. Huevos que cambiaron de coloración.

V. DISCUSIÓN

Como es ampliamente conocido, *Dysdercus peruvianus*, es considerada una plaga muy importante del algodón y causa considerables pérdidas económicas, y como es un insecto fitófago se alimenta de flores, semillas y cápsulas tiernas generando alteración en la maduración de la fibra, así como entrada de hongos y otros patógenos que terminan por dañar el fruto por completo (Ragendran et al., 2018; Rosado et al., 2019). Frente a las consecuencias ambientales que genera el control químico de este insecto y otras especies del mismo género en el mundo, se está procurando encontrar soluciones saludables, entre las que figuran el uso de extractos y aceites vegetales (Chaubey, 2019; Apolinário et al., 2020).

Para el presente trabajo de investigación fue importante conocer la especie en estudio, desde su ciclo biológico, las óptimas condiciones para desarrollarse, ya que de ello depende los diversos ensayos en condiciones de laboratorio. La alimentación es un factor vital para realizar y estandarizar los ensayos de la actividad biocida de los extractos de plantas (Fogar et al., 2018). De manera particular la calidad del alimento sólido (semillas de algodón) para esta investigación fue un punto clave al iniciar la crianza siendo más conveniente la fragmentación de las mismas para facilitar la disponibilidad a los individuos.

En cuanto a la actividad ovicida de los extractos de *P. tuberculatum*, se ha observado una efectividad sobre el 50%, destacándose el extracto de espigas maduras obtenidas con un sistema de extracción mixta, compuesto de un solvente de baja polaridad como el diclorometano con otro de alta polaridad como el metanol. Esto ha permitido que los aceites esenciales sean mejor extraídos, de ahí la efectividad de 76%, en tanto que utilizando sólo etanol la máxima efectividad llegó a 60% al cabo de 48 horas en 0,64 mg/2µL y luego de ese tiempo empieza a decaer la efectividad. Esto muestra que los componentes químicos presentes en los aceites esenciales sean responsables de la letalidad.

Así lo demuestran trabajos realizados con especies de otras familias que también sintetizan aceites esenciales. Es el caso de especies de la familia Rutaceae, cuyo aceite esencial tiene como componentes mayores a sabineno y silvestreno que una vez aplicado sobre la población de *D. peruvianus*, presentó una efectividad biocida de 100%, observándose malformaciones y alteraciones morfológicas con el aceite concentrado y

menos efectivo con diluciones del mismo (Apolinário et al., 2020). Asimismo, extractos hexánicos de flores y frutos de *Clusia fluminensis*, ricos en terpenos, dieron respuestas positivas frente a este mismo insecto (Duprat et al., 2017).

Los extractos obtenidos con solventes de baja polaridad, generalmente arrastran compuestos químicos de importancia farmacológica; sin embargo, en este caso la efectividad del extracto etanólico, indica que bien puede utilizarse para el control puesto que una efectividad de 60% es considerable, sobre todo por la disponibilidad del solvente a utilizar. Por otro lado, el tipo de alimentación y la plasticidad para soportar cambios ambientales en los insectos, es un factor limitante para el control sanitario en los cultivos, existiendo en estos un componente genético relacionado con los aspectos evolutivos y co-evolutivos con las plantas (Nylín et al., 2018, Esteves et al. 2023).

Las investigaciones con extractos de plantas *in vitro* aplicados en el control de insectos de interés agronómico son escasos, siendo más abundantes en el campo de la farmacología. Las plantas que desarrollan en condiciones *in vitro* gozan de condiciones ambientales controladas, por lo tanto, la síntesis de compuestos químicos a nivel celular puede alcanzar 3 condiciones, 1. Sintetizar los mismos compuestos químicos que su similar en campo, 2. Sintetizar la misma sustancia y además otras y 3. Sintetizar compuestos químicos diferentes a la planta en campo; por estas razones la actividad *in vitro* puede variar (Naivy y Jiménez, 2011).

En el presente trabajo se observó que al cabo de 24 horas en la concentración de 0,8 mg/2 μ L de extracto mixto fue 94% y el etanólico 82%, presentándose una toxicidad gradual a medida que aumentaba las concentraciones, marcando superioridad con respecto a las espigas maduras. La mayor actividad mostrada por los extractos de las plantas *in vitro* probablemente se deba a la actividad biológica del farnesil difosfato, precursor de sesquiterpenos, que se caracterizan por jugar un rol ecológico actuando como repelentes, antialimentarios y fitoalexinas (Modzelewska et al. 2005, Wang et al. 2005).

Respecto a la dosis letal media DL₅₀, referida a la concentración de extractos de espigas maduras, es efectiva a 0,3 mg/2 μ L en ambos casos y en las plantas *in vitro* 0,2 y 0,1 mg/2 μ L en extracto mixto y etanólico, respectivamente. En cuanto al tiempo letal medio TL₅₀ es efectivo el extracto mixto de espigas maduras a partir de las 24 horas y el extracto etanólico 18 horas. Para el caso de las plantas *in vitro* el TL₅₀ en ambos casos fue a partir

de 18 horas. Estas respuestas obedecen a la presencia de compuestos químicos presentes en cada una de sus estructuras.

Los metabolitos presentes en las dosis de los extractos de las estructuras utilizadas, entre los que figuran los sesquiterpenos, actúan como antialimentarios, inhibiendo la actividad enzimática hidrolítica de la proteasa, amilasa y lipasa y alterando de manera directa el sistema fisiológico (Madasamy et al. 2023). Muchas especies vegetales utilizan la síntesis de compuestos con estas características para protegerse de los insectos herbívoros. La mayoría de trabajos están enfocados al control de larvas y adultos en los insectos; sin embargo, se puede considerar que a nivel de huevos resultaría estratégico el control.

En la evaluación de la actividad biocida de los extractos se debe tener en cuenta si la importancia está dada por el área agrícola o de salud ya que de ello depende reportar la dosis que genera la mortalidad a 50% o 90% de la población, es decir, si reportar la DL_{50} o DL_{90} . En el área agrícola la finalidad es controlar al insecto plaga en 50%, considerando el detalle de la forma de posturas de los insectos, puesto que la hembra de *Dysdercus peruvianus* pone sus huevos agrupados de manera estratégica y por ende habrá una competencia de manera natural por alimento y en caso que no lo encuentre surgirá el canibalismo.

La actividad biocida de extractos vegetales es otro factor principal, debido a que el estadio en el que se realizarán los bioensayos respectivos determinaría la metodología de aplicación del extracto a utilizar, tal como podemos observar en el trabajo realizado por Bazán C. et al., (2011) donde el método de inoculación fue diferente, dependiendo del estadio expuesto a extractos de *P. tuberculatum* sobre larvas y adultos de *Aedes aegypti* y *Anopheles pseudopunctipennis*.

En el presente trabajo se reporta que la mayor actividad ovicida *in vitro* está determinada por los extractos mixto y etanólico de plantas *in vitro*, resultado que muestra una ventaja para propagación masiva en cualquier época del año e iniciar los ensayos en campo ya sea de manera directa o a través de trampas en los cultivos y observar si mantienen la actividad biocida tal como se reporta en condiciones de laboratorio (Soberón et al., 2006; Bazán C. et al., 2011; Mendoza et al., 2013) o muestre tal vez una actividad repelente (Marina Trigoso, 2014).

VI. CONCLUSIONES

1. Los extractos de *Piper tuberculatum* Jacq. demostraron actividad ovicida *in vitro* sobre *Dysdercus peruvianus* Guérin Méneville.
2. Los extractos mixtos (diclorometano-metanol 2:1) y simple (etanólico) de espigas maduras y plantas *in vitro* de *Piper tuberculatum* tienen efectividad ovicida *in vitro* sobre *Dysdercus peruvianus* desde 60% (máxima efectividad del extracto etanólico de espigas maduras), 76% (máxima efectividad del extracto mixto de espigas maduras), 82% (máxima efectividad del extracto etanólico de plantas *in vitro*) y 94% (máxima efectividad del extracto mixto de plantas *in vitro*).
3. La Dosis Letal Media (DL₅₀) del extracto etanólico de plantas *in vitro* tuvo la menor DL₅₀ registrada de 0,127 mg/2μL, y el mayor valor de 0,351mg/2μL con el extracto etanólico de espigas maduras.
4. El Tiempo Letal Medio (TL₅₀) del extracto mixto y etanólico de espigas y plantas *in vitro* es constante a partir de las 24 horas de exposición.

VII. RECOMENDACIONES

- Continuar con los trabajos de investigación teniendo en cuenta el ciclo biológico de *Dysdercus peruvianus*, tanto en condiciones de laboratorio como en campo, reportando la efectividad de los diferentes extractos en los diferentes estadios de crecimiento.
- Explorar la efectividad de diferentes plantas, de fácil acceso de la región Lambayeque, para la elaboración de bioplaguicidas con sus respectivos estudios fitoquímicos.
- Estudiar los ciclos fenológicos de las plantas de importancia económica de la región Lambayeque para complementar los ensayos realizados en laboratorio.
- Complementar este tipo de investigación y otros relacionados con estudios en Metabolómica.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara Cortes, J. S., Castilla Pérez, M. G., y Sánchez Mora, R. M. (2017). Importancia de los cultivos vegetales Invitro para establecer bancos de germoplasma y su uso en investigación. *Revista Biociencias*, I, 71-83.
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/28767>
- Apolinário, R., Nogueira, J., da Silveira, M., Santos-Mallet, J., Guerra, M., Azambuja, P., Feder, M. D. (6 de Diciembre de 2020). Insecticidal activity of *Pilocarpus spicatus* Saint-Hilaire (Rutaceae) essential oil against the crop pest *Dysdercus peruvianus* (Guérin-Ménéville, 1831) and *Oncopeltus fasciatus* (Dallas, 1852). *Research, Society and Development*, IV(11).
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.10489>
- Arias M., T. (17-19 de Agosto de 2017). III Curso Pre-Convención Manejo Eficiente y Seguro de Plaguicidas para una Agricultura Sostenible . Trujillo, Perú.
- Asociación Nacional de Fabricantese Importadores de Productos Sanitarios Agrícolas A.G. [AFIPA]. (2019). *Afipa.cl*. Retrieved 22 de Setiembre de 2019, from Afipa.cl. Web Site: <http://www.afipa.cl/web/index.php/2014-11-16-14-33-25/manejo-integrado-de-plagas>
- Bazán C., J., Ventura F., R., Kato, M. J., Rojas, I. C., y Delgado P., G. E. (2011). Actividad insecticida de *Piper tuberculatum* Jacq. sobre *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae) y *Anopheles pseudopunctipennis* Tehobal (Diptera: Culicidae). *Anales de Biología*, XXXIII, 135-147.
- Borrego, S. (Setiembre. Diciembre de 2015). Los biocidas vegetales en el control del biodeterioro del patrimonio documental. Perspectivas e impacto. *Revista Centro Nacional de Investigaciones Científicas [CENIC]*, XLVI(3), 259-269.
- Carrillo Chiroque, L. F. (9-10 de Febrero de 2019). Taller de Elaboración de Bioles, Caldos Sulfocálcicos y Pesticidas con Plantas Biocidas. (T. M. Consultores, Recopilador) Piura, Perú.
- Casida, J. (1980). Pyrethrum flowers and pyrethroid insecticides. *Environment Health Perspective* (34), 189-202.

- Chaubey, M. K. (2019). Essential oils as green pesticides of stored grain insects. *European Journal of Biological Research*, IX(4), 202-244. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.3528366>
- Cisneros V., F. H. (1995). Control de Plagas Agrícolas. Lima, Perú.
- de Souza Ramalho, F., Aquino de Albuquerque, F., Domingues da Silva, C. A., y de Almeida, R. P. (Julio de 2014). Plagas. *Cultivo de Algodón de Riego*, 3. (J. R. Cortez Bezerra, Trad.) Brasil. https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_lga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7717&p_r_p_-996514994_topicoId=7
- del Puerto, A. M., Suárez, S., y Palacio, D. E. (Setiembre-Diciembre de 2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, LII(3), 372-387.
- Delgado-Paredes, G. E., Duque-Aurazo, A. J., Vásquez-Díaz, C., y Rojas-Idrogo, C. (2017). Propagación masiva del matico (*Piper tuberculatum* Jacq.) y su aplicación en la erradicación de vectores de enfermedades metaxénicas en Lambayeque (Perú). *Revista Latinoamericana de REcursos Naturales*, XIII(2), 39-50.
- Delgado-Paredes, G. E., Kato, M. J., Vásquez-Dueñas, N., Minchala-Patiño, J., y Rojas-Idrogo, C. (2 de Diciembre de 2012). Cultivo de tejidos de *Piper* sp. (Piperaceae): Propagación, organogénesis y conservación de germoplasma *in vitro*. *Revista Colombiana de Biotecnología*, XVI(2), 49-60.
- DIRAE. (20 de Setiembre de 2019). *Dirae*. Sitio web de Dirae: <https://dirae.es/>
- Duprat, R. C., Anholeti, M. C., de Sousa, B. P., Pacheco, J. P., Figueiredo, M. R., Kaplan, M. A., . . . Feder, D. (2017). Laboratory evaluation of *Clusia fluminensis* extracts and their isolated compounds against *Dysdercus peruvianus* and *Oncopeltus fasciatus*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, XXVII(1), 59-66. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bjp.2016.08.004>
- Esteves R.S., Apolinário R., Machado F.P., Folly D., Viana V.C.R., Soares A.P., Jumbo L.O.V., Svacina T., Santos M.G., Ricci -Junior E., Oliveira E.E., Feder D., Rocha L. (2023). Insecticidal activity evaluation of *Persea venosa* Nees & Mart. essential

- oil and its nanoemulsion against the cotton stainer bug *Dysdercus peruvianus* (Hemiptera: Pyrrhocoridae) and pollinator bees. *Industrial Crops and Products*, 194, ISSN 0926-6690, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.116348>
- Falconi, F., Flores, A., y Castellanos, P. (Agosto de 2010). Letalidad de hongos entomopatógenos sobre *Dysdercus peruvianus* (Hemiptera: Pyrrhocoridae). *Revista Peruana de Biología*, XVII(2), 225-229.
- Fogar, M. N., Simonella, M. A., Martínez, E. M., y Bloeck, C. (2018). Cría artificial de chinche tintórea *Dysdercus chaquensis* Freiberg con semilla de algodón *Gossypium hirsutum*. En *Libro de Resúmenes - X Congreso Argentino de Entomología [CAE]* (Primera ed., p. 364). Argentina. Retrieved 23 de Enero de 2023, from <https://xcaeorg.files.wordpress.com/2018/06/libro-de-resumenes-xcae-2018.pdf>
- Fowler, M. W. (1987). Products from plant cells. *Basic Biotechnology*, 525-544.
- Fuertes, C., Jurado, B., Gordillo, G., Negrón, L., Núñez, E., Távara, A., y Esteban, M. (2010). Estudio Integral de Plantas Biocidas del Algodonero. *Ciencia e Investigación*, XIII(1), 34-41. <https://doi.org/https://doi.org/10.15381/ci.v13i1.3186>
- Goula, M., y Mata, L. (30 de Junio de 2015). Clase Insecta - Orden Hemíptera. *Revista IDEA@ - Sociedad Entomológica Aragonesa*, LIII, 1-30.
- Herrera Aratníguena, J. M. (Diciembre de 1961). Problemas Entomológicos en el Cultivo de los Algodones Tangüis y Pima Medidas de Control y su Organización. *IV(1)*, 58-66. <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/entomologia/v04/pdf/a09v04.pdf>
- Herrera, J. (2004). *hualar.org*. Retrieved 3 de Setiembre de 2019, from Sitio web de hualar.org: <http://www.hhualar.org/isa>
- Iambiente. (27 de Noviembre de 2014). *i.ambiente*. Retrieved 1 de Setiembre de 2019, from Sitio web de i.ambiente: <http://www.i-ambiente.es/?q=noticias/cual-es-el-impacto-ambiental-de-la-produccion-de-algodon>
- León, B. (Diciembre de 2006). Piperaceae endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología*, XIII(2), 492-563.

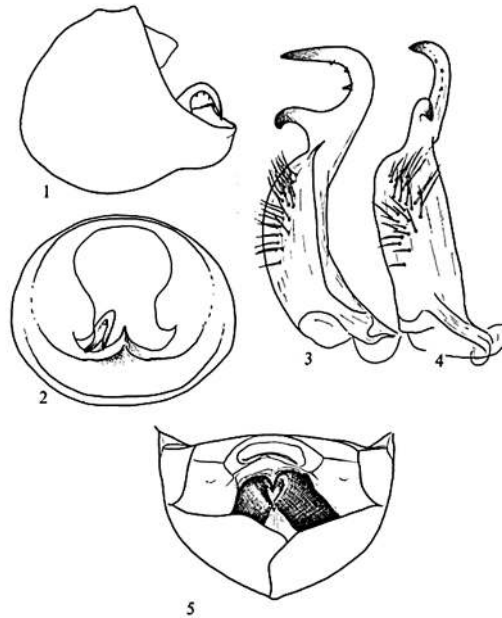
- Madasamy M, Sahayaraj K, Sayed SM, Al-Shuraym LA, Selvaraj P, El-Arnaouty S-A, Madasamy K. (2023). Insecticidal Mechanism of Botanical Crude Extracts and Their Silver Nanoliquids on *Phenacoccus solenopsis*. *Toxics*, *XI*(4), 305. <https://doi.org/10.3390/toxics11040305>
- Marina Trigos, E. N. (2014). Efecto de extracto de semilla del árbol de paraíso (*Melia azedarach*) en el control de arrebatiado (*Dysdercus ruficollis*) en el algodón en Juanj - San Martín. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, Tarapoto, Tarapoto. Retrieved 20 de Agosto de 2019, from https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/555/1/TFCA_08.pdf
- Martínez , J., D'Antonino, L., y Soto, A. (Enero-Junio de 2013). Porcentaje de Pérdida de masa en Granos y Efecto Tóxico del Aceite Esencial *Piper aduncum* en *Sitophilus zeamais* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE). *Boletín Científico de Museo de Historia Natural*, *XVII*(1), 81-90.
- Mendoza, N., Monsalve, L., Rojas, C., Kato, M., y Delgado, G. (2013). Insecticidal Activity of *Piper tuberculatum* Extracts on the Cotton Stainer Bug, *Dysdercus peruvianus* Guérin-Ménéville (Hemiptera: Pyrrhocoridae). *Academic Journal of Entomology*, *VI*(3), 153-161. <https://doi.org/10.5829/idosi.aje.2013.6.3.76156>
- MINAGRI; SIEA. (Agosto de 2019). *minagri.gob*. Retrieved 1 de Setiembre de 2019, from minagri.gob: <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=noticias/vbp-agosto-2019>
- MINAGRI; Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias [SIEA]. (2019). “*EL AGRO EN CIFRAS*” - Junio 2019. Boletín Estadístico Mensual, Lima, Lima.
- Modzelewska, A., Sur, S., Kumar, S., y Khan, S. (2005). Sesquiterpenes: Natural Products That Decrease Cancer Growth. *Current Medicinal Chemistry-AntiCancer Agents*, *V*(5), 477–499. <http://doi.org/10.2174/1568011054866973>
- Naivy, A., y Jiménez, E. (Octubre-Diciembre de 2011). Producción de metabolitos secundarios de plantas mediante el cultivo *in vitro*. (I. d. Villas., Ed.) *Biotecnología Vegetal*, *XI*(4), 195-211.
- Navickiene, H. M. D., Morandim, A. D. A., Alécio, A. C., Regasini, L. O., Bergamo, D. C. B., Telascree, M., Cavalheiro, A. J., Lopes, M. N., Bolzani, V. D. S., Furlan, M., Marques, M. O. M., Young, M. C. M., & Kato, M. J. (2006). Composition and antifungal activity of essential oils from *Piper aduncum*, *Piper arboreum* and

- Piper tuberculatum. *Química Nova*, 29(3), 467-470.
<https://doi.org/10.1590/S0100-40422006000300012>
- Nylin , S., Agosta, S., Bensch , S., Boeger, W. A., Braga , M. P., Brooks , D. R., . . . Janz, N. (Enero de 2018). Embracing Colonizations: A New Paradigm for Species Association Dynamics. *Trends in Ecology & Evolution*, XXXIII(1), 4-14.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tree.2017.10.005>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2017). Más que Algodón: Boletín trimestral del Proyecto de fortalecimiento del sector algodónero, por medio de la Cooperación Sur-Sur. (P. Souza, Ed.) *Cooperación Sur-Sur y Cambio Climático.*, I(1), 3-7.
- Pino, O., Sánchez, Y., Rodríguez, H., Correa, T., Demedio, J., y Sanabria, J. (Enero-Abril de 2011). Caracterización química y actividad acaricida del aceite esencial de *Piper aduncum* subsp. *ossanum* frente a *Varroa destructor*. *Revista de Protección Vegetal*, XXVI(1), 52-61.
- Real Academia Española [RAE]. (28 de Setiembre de 2019). *Rae.es*. Sitio Web de Rae.es: <https://dle.rae.es/?id=HO0IXUp>
- Rosado, H., Anholeti, M., Guerra, M., Reis, J., Figueiredo, M., Mello , C., . . . Feder , D. (2019). Effects of semi-purified fractions from stems of *Clusia hilariana* on the development of *Dysdercus peruvianus*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, XXIX(6), 801-806. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bjp.2019.07.005>
- Sarmiento Mata, J. (1982). Plagas del Algodonero en el Perú. 47-54. Lima, Perú.
- Síntesis Agrario Lambayecano. (2005,2006). *Dirección de Información Agraria. Gobierno Regional Lambayeque*. Boletín mensual.
- Soberón, G., Rojas, C., Saavedra, J., Kato, M., y Delgado, G. (Octubre de 2006). Acción biocida de plantas de *Piper tuberculatum* Jacq. sobre *Diatraea saccharalis* (Lepidóptera, Pyralidae). *Revista Peruana de Biología*, XIII(1), 107-112.
<https://doi.org/10.15381/rpb.v13i1.1770>
- Souza, A. P., y Vendramim, J. D. (Setiembre de 2000). Atividade ovicida de extratos aquosos de meliáceas sobre a mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B em tomateiro. *Scientia Agricola*, LVII(3).

- Todd, G., Wohlers, D., y y Citra, M. (2003). Toxicology profile for pyrethrins and pyrethroids. *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*. Atlanta, Estados Unidos.
- Twyman, R. M., Stoger, E., Schillberg, S., Christou, P., y Fischer, R. (2003). Molecular farming in plants: host systems and expression technology. *Trends in Biotechnology*, *XXI*(12), 570-578.
- Ujaen.es. (s.f.). Retrieved 28 de Setiembre de 2019, from Sitio web de ujaen.es: http://www4.ujaen.es/~ajmoya/material_docente/Tema1.pdf
- Van Doesburg Jr., P. (1968). A Revision of the New World Species of *Dysdercus* Guérin Méneville (Heteroptera, Pyrrhocoridae). *Zoologische Verhandelingen*.
- Vásquez Castro, J. A. (Noviembre de 2004). Propuesta de manejo integrado de plagas del algodón en el valle del Santa, Ancash, Perú. *Revista Peruana de Entomología*, *XLIV*(1), 119-124. <https://www.revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peru-entomol/article/view/190>
- Wang, H.-B., Zhang, H.-P., Zhou, Y., Zuo, J.-P., y Qin, G.-W. (2005). Sesquiterpenoids from *Saussurea laniceps*. *Journal of Natural Products*, *LXVIII*(5), 762-5. <http://doi.org/10.1021/np0500326>
- Zent, J. (1969). Identificación de los insectos dañinos y manera de combatirlos , 57-75. Paris. *La conservación de bienes culturales con especial referencia a las condiciones tropicales*, 57-75.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Identificación de *Dysdercus peruvianus* Guérin-Ménéville.



Gráficos 1-5. *Dysdercus peruvianus* Guérin Ménéville. 1-4, macho - Lambayeque, Perú; 1-2, capsula genital en vista lateral y posterior respectivamente; 3-4, paramere derecho en vista lateral y posterior respectivamente. 5, vista posterior de la genitalia de un espécimen hembra, Perú (Van Doesburg, 1968).

Anexo 2. Ubicación del lugar donde fueron colectados los adultos de *Dysdercus peruvianus*, Centro de Esparcimiento UNPRG (Ex fundo). 6°42'08''S 79°55'06''W



Anexo 3. Procedimiento realizado para la obtención de los extractos de *Piper tuberculatum* Jacq.



Fuente: Elaboración propia teniendo en cuenta el procedimiento del artículo de la revista Academic Journal of Entomology (Mendoza F., Monsalve A., Rojas I., Kato, & Delgado P., 2013).

Anexo 4. Hoja de evaluación.

	CC	HORA DE APLICACIÓN:						
		6h	12h	18h	24h	48h	72h	96h
R1	HNE							
	HO							
	HEEX							
	HEE							
	NV							
	NM							
R2	HNE							
	HO							
	HEEX							
	HEE							
	NV							
	NM							
R3	HNE							
	HO							
	HEEX							
	HEE							
	NV							
	NM							
R4	HNE							
	HO							
	HEEX							
	HEE							
	NV							
	NM							
R5	HNE							
	HO							
	HEEX							
	HEE							
	NV							
	NM							

DONDE:

CC = concentración

R_ = repetición

HNE = huevos no eclosionados

HO = huevos de coloración oscura

HEEX = huevos en eclosión (sin movimiento algunos)

HEE = huevos en eclosión (con indicios de movimiento)

NV = ninfa I viva

NM = ninfa I muerta

HORAS DE EVALUACIÓN: 6h, 12h, 18h, 24h, 48h, 72h, 96h.

Anexo 5. Dosis letal media (DL_{50}) de la efectividad ovicida in vitro del extracto mixto de espigas maduras de *Piper tuberculatum* sobre *Dysdercus peruvianus*.

TIEMPO	DL_{50}	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	VALOR DE ERROR NEGATIVO	VALOR DE ERROR POSITIVO
6	0,046	0,006	0,089	0,04	0,043
12	0,058	0	0,155	0,058	0,097
18	0,132	-	-	-	-
24	0,305	0,227	0,389	0,078	0,084
48	0,307	0,226	0,394	0,081	0,087
72	0,322	0,241	0,413	0,081	0,091
96	0,326	0,245	0,418	0,081	0,092

(-) = significa que no hay varianza por tal motivo no fueron hallados los límites de confianza.

Los valores de error negativo y positivo son de importancia para hallar el TL_{50} .

Anexo 6. Dosis letal media (DL_{50}) de la efectividad ovicida in vitro del extracto etanólico de espigas maduras de *Piper tuberculatum* sobre *Dysdercus peruvianus*.

TIEMPO	DL_{50}	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	VALOR DE ERROR NEGATIVO	VALOR DE ERROR POSITIVO
6	0,093	0,05	0,129	0,043	0,036
12	0,172	0,087	0,243	0,085	0,071
18	0,223	0,14	0,296	0,083	0,073
24	0,351	0,255	0,474	0,096	0,123
48	0,386	0,277	0,551	0,109	0,165
72	0,386	0,277	0,551	0,109	0,165
96	0,386	0,277	0,551	0,109	0,165

Los valores de error negativo y positivo son de importancia para hallar el TL_{50} .

Anexo 7. Dosis letal media (DL_{50}) de la efectividad ovicida in vitro del extracto mixto de plantas in vitro de *Piper tuberculatum* sobre *Dysdercus peruvianus*.

TIEMPO	DL_{50}	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	VALOR DE ERROR NEGATIVO	VALOR DE ERROR POSITIVO
6	0	-	-	-	-
12	0	-	-	-	-
18	0,188	0,131	0,238	0,057	0,05
24	0,229	0,175	0,280	0,054	0,051
48	0,229	0,175	0,278	0,054	0,049
72	0,229	0,175	0,278	0,054	0,049
96	0,214	0,145	0,276	0,069	0,062

(-) = significa que no hay varianza por tal motivo no fueron hallados los límites de confianza.

Los valores de error negativo y positivo son de importancia para hallar el TL_{50} .

Anexo 8. Dosis letal media (DL_{50}) efectividad ovicida in vitro del extracto etanólico de plantas in vitro de *Piper tuberculatum* sobre *Dysdercus peruvianus*.

TIEMPO	DL_{50}	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR	VALOR DE ERROR NEGATIVO	VALOR DE ERROR POSITIVO
6	0	-	-	-	-
12	0,011	0	0,056	0,011	0,045
18	0,098	0,046	0,145	0,052	0,047
24	0,127	0,062	0,183	0,065	0,056
48	0,127	0,065	0,181	0,062	0,054
72	0,127	0,065	0,181	0,062	0,054
96	0,127	0,065	0,181	0,062	0,054

(-) = significa que no hay varianza por tal motivo no fueron hallados los límites de confianza.

Los valores de error negativo y positivo son de importancia para hallar el TL_{50} .

Actividad ovicida in vitro de *Piper tuberculatum* Jacq. "Matico" sobre *Dysdercus peruvianus* Guérin-Ménéville "Arrebiatado"

INFORME DE ORIGINALIDAD

11%	%	6%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

- 1

Gladys V. Soberón, Consuelo Rojas, Jorge Saavedra, Massuo J. Kato, Guillermo E. Delgado. "Acción biocida de plantas de *Pipertuberculatum* Jacq. sobre *Diatraea saccharalis* (Lepidóptera, Pyralidae)", Revista Peruana de Biología, 2006
Publicación

4%
- 2

Submitted to Universidad Del Magdalena
Trabajo del estudiante

1%
- 3

Submitted to Universidad Nacional de Educacion Enrique Guzman y Valle
Trabajo del estudiante

1%
- 4

Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, UNAD
Trabajo del estudiante

1%
- 5

Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola
Trabajo del estudiante

1%
- 6

Submitted to Universidad de Costa Rica
Trabajo del estudiante

Guillermo E. Delgado Paredes

1 %

7 Submitted to Universidad Ricardo Palma <1 %
Trabajo del estudiante

8 Submitted to CACACE Informática <1 %
Trabajo del estudiante

9 Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia <1 %
Trabajo del estudiante

10 Paula Andrea Castro Martinez, Jorge Alexander León González, Danny Wilson Sanjuanelo Corredor. "Evaluación in vitro de la actividad antihelmíntica de extractos metanólicos de Guazuma ulmifolia frente a nematodos Cyathostominae", Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 2023 <1 %
Publicación

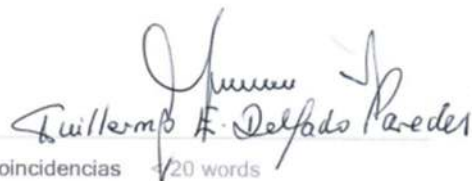
11 Submitted to Universidad San Francisco de Quito <1 %
Trabajo del estudiante

12 Zahyda G.F. Palacios, Guillermo E. Delgado, Mario C. Moreno, Massuo J. Kato, Consuelo Rojas. "Actividad antifúngica in vitro de extractos crudos de Piper tuberculatum", Revista Peruana de Biología, 2011 <1 %
Publicación


Guillermo E. Delgado Paredes

Submitted to Universidad Alas Peruanas

- | | | |
|-------|---|------|
| 13 | <p>Trabajo del estudiante</p> | <1 % |
| <hr/> | | |
| 14 | <p>Tacyany Ferreira de Souza, Sílvia Fávero.
"Avaliação de óleo essencial de Eucalyptus
urograndis (Myrtaceae) no controle de
Pentatomidae", Revista Ciência Agronômica,
2015</p> <p>Publicación</p> | <1 % |
| <hr/> | | |
| 15 | <p>Submitted to Universidad Internacional de la
Rioja</p> <p>Trabajo del estudiante</p> | <1 % |
| <hr/> | | |
| 16 | <p>Submitted to Universidad Nacional de San
Martín</p> <p>Trabajo del estudiante</p> | <1 % |
| <hr/> | | |
| 17 | <p>Rubén Collantes Veliz, Casimiro Dias Gadanha
Junior, Javier Alberto Vásquez-Castro. "DERIVA
ORIGINADA POR DOS SISTEMAS DE
APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS EN HUERTOS
DE CÍTRICOS", REVISTA ENGENHARIA NA
AGRICULTURA - REVENG, 2013</p> <p>Publicación</p> | <1 % |


 Guillermo F. Delgado Paredes

Excluir citas Activo
 Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias 4/20 words



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Yajayra Marcelina Felicita Elías Agapito
Título del ejercicio: TESIS PRE GRADO
Título de la entrega: Actividad ovicida in vitro de *Piper tuberculatum* Jacq. "Matic...
Nombre del archivo: Informe_de_Tesis-Y_El_as_-_D_peruvianus.docx
Tamaño del archivo: 79.96M
Total páginas: 52
Total de palabras: 11,591
Total de caracteres: 62,463
Fecha de entrega: 19-jun.-2023 09:06a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 2119069861

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE BIOLOGÍA GENERAL

Actividad ovicida in vitro de *Piper tuberculatum* Jacq. "Matic"
Diseños peruanos Guías-Moneda "Atributos"

TESIS
Para optar el título profesional de Licenciado en Biología - Biología General

AUTOR
Dr. Yajayra Marcelina Felicita Elías Agapito

ASESOR DE ESPECIALIDAD
Dr. Delgado Paredes Guillermo Eduardo

ASESOR METODOLÓGICO
MSc. Jorge Antonio Papay Chong

LAMBAYQUE - PERÚ
2023

Guillermo Delgado Paredes

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, **Guillermo Eduardo Delgado Paredes**, asesor de tesis de la **Br. Yajayra Marcelina Felicita Elías Agapito**, autora de la tesis titulada: **Actividad ovicida *in vitro* de *Piper tuberculatum* Jacq. “Matico” sobre *Dysdercus peruvianus* Guérin-Ménéville “Arrebiatado”**, luego de la revisión exhaustiva del documento en mención, dejo constancia que el mismo tiene un índice de similitud de 11%, verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituye plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, 19 de junio de 2023



Guillermo Eduardo Delgado Paredes

DNI: 16452609

ASESOR



Yajayra Marcelina Felicita Elías Agapito

DNI: 48414527

AUTORA



ACTA DE SUSTENTACIÓN

ACTA DE SUSTENTACION N° 002-2023-FCCBB-UI



Siendo las 7:30 horas del día 27 de junio de 2023, se reunieron los Miembros del Jurado evaluador de la tesis titulada "**Actividad ovicida de *Piper tuberculatum* jacq. "Matico" contra *Dysdercus peruvianus* Guérin -Ménéville "Arrebiatado"**", designados por Resolución N°086-2019-UI-FCCBB/D de fecha 16 de diciembre de 2019, con la finalidad de evaluar y calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformada por los siguientes docentes:

Dra. Carmen Patricia Calderón Arias
MSc. Consuelo Rojas Idrogo
Mblga. María Teresa Silva García
Dr. Guillermo Eduardo Delgado Paredes

Presidenta
Secretaria
Vocal
Asesor


Acto de sustentación fue autorizado por Resolución N° 153-2023-VIRTUAL-FCCBB/D, de fecha 26 de junio de 2023.

La Tesis presentada y sustentada por la **Bachiller YAJAYRA MARCELINA FELICITA ELÍAS AGAPITO** tuvo una duración de 3.9 minutos. Después de la sustentación y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurados; se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el calificativo de (*Excecente.*) (20.0) en la escala vigesimal.

Por lo que la Bachiller **YAJAYRA MARCELINA FELICITA ELÍAS AGAPITO** queda **APTA** para obtener el título profesional de Licenciada en Biología, de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ciencias Biológicas y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 8:42 se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

Firman


Dra. Carmen Patricia Calderón Arias,
Presidente


Dra. Consuelo Rojas Idrogo,
Secretaria


Mblga. María Teresa Silva García
Vocal


Dr. Guillermo Eduardo Delgado Paredes
Asesor