

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**TESIS:**

**Efecto de biocida del polvo de tres especies vegetales  
para el control de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801  
(Coleoptera: Curculionidae)**

Para optar el título profesional de:  
**BIÓLOGO, ESPECIALIDAD: MICROBIOLOGÍA**

PRESENTADO POR:  
**Bach. Yeltsin VEGA RUIZ**

ASESOR:  
**Mg. Percy COLOS GALINDO**

COASESOR:  
**Mg. Yuri Olivier AYALA SULCA**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2025**

A Dios, por permitirme alcanzar este momento tan especial en mi vida. Con profundo aprecio, amor y cariño a mis padres quienes han sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por proporcionarme todo su apoyo incondicional y sus buenos consejos que sigo llevando hasta el día de hoy.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi *Alma Mater*, la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por brindarme su formación integral de calidad en investigación científica, humanista y tecnológica, preparándome para enfrentar diversos escenarios regionales y nacionales, consolidando así mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias Biológicas por acogerme en sus aulas y laboratorios, a los docentes de la Escuela Profesional de Biología por su orientación y consejos, que permitieron mi formación académica en principios y valores éticos.

A mi asesor, Mg. Percy Colos Galindo, por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento, así como también por su paciencia y guía durante el desarrollo de la presente investigación.

Asimismo, expreso mi sincera gratitud a todas las personas que, de diversas maneras, me brindaron su apoyo, sugerencias y consejos, durante la realización del presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	PÁGINA
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes	4
2.1.2. Antecedentes nacionales	9
2.1.1 Antecedentes internacionales	7
2.2. Marco Conceptual	11
2.2.1. Control biológico	11
2.2.2. Control químico	11
2.2.3. Toxicología	11
2.2.4. Efecto biocida	11
2.2.5. Dosis	12
2.2.6. Dosis letal media (DL <sub>50</sub> )	12
2.2.7. Concentración letal media (CL <sub>50</sub> )	12
2.2.8. Insecticida	12
2.3. Bases teóricas	13
2.3.1. <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius, 1801 “barrenador andino”	13
2.3.2. <i>Zea mays</i> “maíz”	15
2.3.3. <i>Dodonaea viscosa</i> “chamana”	16
2.3.4. <i>Tanacetum parthenium</i> “santa maría”	17
2.3.5. <i>Ambrosia arborescens</i> “marco”	18
2.4. Marco legal	20
2.4.1. Ley sobre el manejo Integrado sobre el Control de Plagas Ley N.º 26744	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1. Ubicación de zona de estudio	22
3.1.1. Ubicación geográfica	22
3.1.2. Ubicación política	26
3.2. Tipo de investigación	26

3.3. Diseño experimental	26
3.4. Población y muestra	26
3.4.1. Población	26
3.4.2. Muestra	26
3.4.3. Unidad experimental	27
3.4.4. Soporte biológico	27
3.5. Metodología	27
3.5.1. Colecta del material vegetal	27
3.5.2. Colecta y crianza de <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius, 1801	27
3.5.3. Preparación del polvo vegetal de las tres especies vegetales	28
3.5.4. Preparación del soporte biológico	29
3.5.5. Evaluación del efecto biocida de las tres especies vegetal para el control de <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius, 1801	29
3.6. Análisis de datos estadístico	30
IV. RESULTADOS	32
V. DISCUSIÓN	40
VI. CONCLUSIÓN	46
VII. RECOMENDACIONES	47
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
IX. ANEXOS	51

## ÍNDICE DE TABLAS

### PÁGINA

Tabla 1.	Tabla del resumen de la Concentración letal media (CL <sub>50</sub> expresado en %) de los extractos de <i>Tanacetum parthenium</i> “santa maría”, <i>Dodonaea viscosa</i> “chamana” y <i>Ambrosia arborescens</i> “marco” según día, frente a <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius 1801.	39
Tabla 2.	Descriptiva de la mortalidad de <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius, 1801, frente a <i>Tanacetum parthenium</i> , <i>Dodonaea viscosa</i> y <i>Ambrosia arborescens</i> a diferentes concentraciones (1%, 3% y 5%) en 3 días, 7 días y 15 días.	64
Tabla 3.	Prueba de normalidad.	66
Tabla 4.	Pruebas estadísticas para muestras independientes.	67
Tabla 5.	Mortalidad de <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius 1801, entre <i>Tanacetum parthenium</i> “santa maría”, <i>Dodonaea viscosa</i> “chamana” y <i>Ambrosia arborescens</i> “marco” a 3 días.	69
Tabla 6.	Mortalidad de <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius 1801, entre <i>Tanacetum parthenium</i> “santa maría”, <i>Dodonaea viscosa</i> “chamana” y <i>Ambrosia arborescens</i> “marco” a 7 días.	69
Tabla 7.	Mortalidad de <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius 1801, entre <i>Tanacetum parthenium</i> “santa maría”, <i>Dodonaea viscosa</i> “chamana” y <i>Ambrosia arborescens</i> “marco” a 15 días.	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Ciclo biológico del <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius, 1801” barrenador andino”.	14
Figura 2. Mapa de ubicación de zona de colecta de <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius, 1801- 2022.	22
Figura 3. Mapa de ubicación del centro poblado de Pantacc, colecta de muestra vegetal – 2022.	23
Figura 4. Mapa de ubicación de zona de colecta del soporte biológico de los granos de maíz.	24
Figura 5. Mapa de ubicación de zona de ejecución - Laboratorio de Zoología (FCB – 2023).	25
Figura 6. Mortalidad acumulada de <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius 1801, expuesta al extracto de <i>Tanacetum parthenium</i> “santa maría” a los 3, 7 y 15 días.	33
Figura 7. Mortalidad acumulada de <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius 1801, expuesta al extracto de <i>Dodonaea viscosa</i> “chamana” a los 3, 7 y 15 días.	34
Figura 8. Mortalidad acumulada de <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius 1801, expuesta al extracto de <i>Ambrosia arborescens</i> “marco” a los 3, 7 y 15 día.	36
Figura 9. Gráfica de comparación de medias de mortalidad de <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius, 1801 en diferentes tiempos, agrupada por especie y concentración.	37
Figura 10. Concentración letal media (CL <sub>50</sub> expresado en %) del extracto de <i>Tanacetum parthenium</i> “santa maría”, según los días 3(a), 7(b) y 15(c), frente a <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius 1801, mediante el método de Probit.	38
Figura 11. Concentración letal media (CL <sub>50</sub> expresado en %) del extracto de <i>Ambrosia arborescens</i> “marco”, según los días 3(a), 7(b) y 15(c), frente a <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius 1801, mediante el método de Probit.	39
Figura 12. Concentración letal media (CL <sub>50</sub> expresado en %) del extracto de <i>Ambrosia arborescens</i> “marco”, según los días 3(a), 7(b) y 15(c), frente a <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius 1801, mediante el método de Probit.	40

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>PÁGINA</b>
Anexo 1. <i>Tanacetum parthenium</i> “santa maría” en el centro poblado de Pantacc, Iguain (Huanta – Ayacucho) 2022.	51
Anexo 2. <i>Ambrosia arborescens</i> “marco” en el centro poblado de Pantacc, Iguain (Huanta –Ayacucho) 2022.	51
Anexo 3. <i>Dodonaea viscosa</i> “chamana”, en el centro poblado de Pantacc, Iguain (Huanta –Ayacucho) 2022.	52
Anexo 4. Lavado de hojas <i>Ambrosia arborescens</i> “marco” (Huanta – Ayacucho) 2022.	52
Anexo 5. Secado de hojas <i>Ambrosia arborescens</i> “marco” (Huanta – Ayacucho) 2022.	53
Anexo 6. Pulverización de hojas secas con un mortero en el laboratorio de Zoología, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.	53
Anexo 7. Tamización de las hojas en un colador en malla fina en ambientes de Zoología, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.	54
Anexo 8. Pesado de hojas pulverizadas sobre una balanza en laboratorios de Biotecnología, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.	54
Anexo 9. Pesado de granos de maíz sobre una balanza en laboratorios de Biotecnología, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.	55
Anexo 10. Preparado de los materiales para dar inicio los ensayos experimentales en laboratorio de Zoología, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.	55
Anexo 11. Selección de <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius,1801, viables para dar inicio con el ensayo en laboratorios de Zoología, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.	56
Anexo 12. Proceso de experimento en una cámara de crianza bajo condiciones óptimas para su control en laboratorio de Zoología, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.	56
Anexo 13. Proceso de experimento en una cámara de crianza bajo condiciones óptimas para su control en laboratorio de Zoología Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.	57

Anexo 14.	Tamizaje en una sobre una bandeja para su conteo del <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius, 1801, viables y no viables en laboratorio de Zoología, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.	57
Anexo 15.	Selección de <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius, 1801, muertas sobre una bandeja en laboratorio de Zoología, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.	58
Anexo 16.	<i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius, 1801, muertas sobre una placa Petri después del tiempo asignado para su control en laboratorio de Zoología, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.	58
Anexo 17.	Cámara de crianza de <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius, 1801, laboratorio de Zoología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.	59
Anexo 18.	Almacén artesanal de maíces, en el centro poblado de Pantacc – Iguain (Huanta – Ayacucho) 2023.	59
Anexo 19.	Flujograma de la metodología de trabajo de investigación	63
Anexo 20.	Determinación de prueba estadística.	64
Anexo 21.	Prueba de normalidad.	66
Anexo 22.	Determinación de prueba estadística.	67
Anexo 23.	Matriz de consistencia.	71

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto biocida del polvo de tres especies vegetales para el control *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801, "barrenador andino" (Coleóptera: Curculionidae). La investigación fue de tipo de diseño experimental, se emplearon el polvo de tres especies vegetales de *Ambrosia arborescens*, "marco", *Dodonaea viscosa* "chamana" y *Tanacetum parthenium*, "santa maría", provenientes del centro poblado de Pantacc de la provincia de Huanta del departamento de Ayacucho. Se utilizó 12,5 kilogramos de granos de *Zea mays* "maíz" almidón como soporte biológico y 2500 ejemplares de gorgojo adulto de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801. Para obtener los resultados se evaluó el efecto biocida y la CL<sub>50</sub>, con distintas concentraciones (1 %, 3 % y 5 %) de las tres plantas en polvo seco. El porcentaje de mortalidad comparado entre *T. parthenium*, *D. viscosa* y *A. arborescens* a concentraciones de 1%, 3% y 5% en periodos de 3, 7 y 15 días mostró que *T. parthenium* fue la más efectiva en todas las concentraciones y tiempos, alcanzando un 43% de mortalidad a una concentración de 5% en 15 días, mientras que *A. arborescens* presentó el valor más bajo (5%) a 1% en 3 días. Asimismo, *T. parthenium* registró las mayores medias de mortalidad (4,07; 4,27; 5,13) frente a *D. viscosa* y *A. arborescens*, evidenciándose un incremento progresivo de la mortalidad con el tiempo y diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos. La concentración letal media (CL<sub>50</sub>) fue menor para *T. parthenium* (7,05%, 6,94% y 5,09%), indicando su mayor toxicidad, mientras que *D. viscosa* y *A. arborescens* presentaron valores más altos (entre 9,95% y 12,89%), confirmando así la superior eficacia biocida de *T. parthenium* sobre *Pagiocerus frontalis* Fabricius. En conclusión, todos los polvos de las tres especies de vegetales tuvieron efectos positivos y en especial los polvos a base de *Tanacetum parthenium* "santa maría" fue consistentemente la más efectiva en todas las concentraciones, alcanzando mayores tasas de mortalidad.

**Palabras claves:** control biológico, efecto biocida, concentración letal media.

## I. INTRODUCCIÓN

Los cereales, son fundamentales en la alimentación humana y animal, representan uno de los alimentos vegetales de mayor importancia a nivel mundial. Para garantizar su disponibilidad constante, es determinante su adecuada conservación y protección durante el almacenamiento a largo plazo. Sin embargo, durante este proceso enfrenta desafíos críticos debido a la proliferación de plagas, las cuales pueden comprometer tanto la calidad como la cantidad de los granos almacenados. En este contexto, la búsqueda de productos que no solo ofrezcan una baja toxicidad, sino que también presenten modos de acción innovadores y eficaces para combatir dichas plagas, se ha convertido en una prioridad (Silva *et al.*, 2005).

En los países en desarrollo, la falta de una infraestructura adecuada en los almacenes de granos agrava estos problemas, generando no solo daños ambientales, sino también riesgos para la salud humana, como intoxicaciones en los operarios. (Silva-Aguayo *et al.*, 2005; Silva-Lagunés *et al.*, 2003).

Entre las plagas más devastadoras que atacan los granos almacenados, *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801 (Coleóptera: Curculionidae), destaca por su alto potencial biótico y su gran capacidad destructiva. Este insecto, comúnmente conocido como el "gorgojo del maíz", ha sido responsable de importantes pérdidas económicas en la agricultura, afectando directamente a pequeños como grandes productores. Las infestaciones por *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801 no solo reducen el valor comercial del grano, sino que también pueden tener consecuencias severas en la salud pública, debido a la contaminación de los alimentos con fragmentos de insectos y otros residuos asociados. Aunque se han realizado numerosos estudios sobre su control químico, los resultados han sido poco alentadores (Silva-Pizarro *et al.*, 2003).

Ante esta problemática, el control de plagas en granos almacenados ha dependido comúnmente de la aplicación de insecticidas químicos. Aunque estos productos han demostrado ser efectivos en la disminución de las poblaciones de plagas, su uso ha generado varias preocupaciones. Entre ellas destacan la resistencia de las plagas a los insecticidas, la toxicidad para los seres humanos y los efectos negativos sobre el medio ambiente, incluyendo la contaminación del suelo y el agua, además de la disminución de la biodiversidad.

A lo largo de millones de años, las plantas han desarrollado diversos mecanismos de defensa contra herbívoros y patógenos, produciendo una amplia gama de compuestos bioactivos con propiedades insecticidas, repelentes, y antimicrobianas. Estos compuestos han despertado el interés de la comunidad científica como posibles herramientas para el control de plagas en la agricultura, especialmente en sistemas de manejo integrado de plagas (Silva-Aguayo *et al.*, 2005; Silva-Lagunés *et al.*, 2003).

Por tal motivo, la presente investigación se enfoca en evaluar el efecto biocida del polvo de tres especies vegetales: *Dodonaea viscosa* "chamana", *Tanacetum parthenium* "santa maría" y *Ambrosia arborescens* "marco" para el control de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801 en granos almacenados de *Zea mays* "maíz" en la región de Ayacucho. El objetivo de este estudio es, además de validar la eficacia de estos polvos vegetales como agentes de control biológico, contribuir al desarrollo de alternativas sostenibles para los agricultores de la región, quienes enfrentan constantes desafíos en la lucha contra las plagas.

La investigación se estructuró en varias etapas, comenzando con la recolección y preparación de los polvos vegetales, seguida de la evaluación de su actividad biocida en condiciones controladas. Se analizaron los mecanismos de acción de los compuestos activos presentes en las plantas seleccionadas, su eficacia en la reducción de las poblaciones de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801, y concentración letal media (CL<sub>50</sub>). Finalmente, este estudio busca ofrecer soluciones prácticas y accesibles para los agricultores de Ayacucho y otras regiones con desafíos similares, contribuyendo al fortalecimiento de la seguridad alimentaria y la sostenibilidad agrícola en el Perú y más allá.

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto biocida del polvo de tres especies vegetales para el control de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801, "barrenador andino" (Coleóptera: Curculionidae).

### **Objetivos específicos**

- a) Determinar la mortalidad acumulada del efecto biocida del polvo de *Dodonaea viscosa* "chamana", *Tanacetum parthenium* "santa maría", *Ambrosia arborescens* "marco", a concentraciones de 1%, 3% y 5%, para el control de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801 "barrenador andino" (Coleoptera: Curculionidae).
- b) Comparar el efecto biocida del polvo de *Dodonaea viscosa* "chamana", *Tanacetum parthenium* "santa maría", *Ambrosia arborescens* "marco", a concentraciones de 1%, 3% y 5% para el control de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801 (Coleoptera: Curculionidae).
- c) Calcular la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) del polvo de *Dodonaea viscosa* "chamana", *Tanacetum parthenium* "santa maría", *Ambrosia arborescens* "marco", sobre adultos de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801 "barrenador andino" (Coleóptera: Curculionidae).

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Akbar *et al.* (2024) investigaron la eficacia de los extractos vegetales como alternativa a los pesticidas sintéticos para prevenir la infestación del gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae*) en productos almacenados. Su objetivo fue determinar la toxicidad y el sinergismo de los extractos acuosos de *Cannabis sativa* L., *Dodonaea viscosa* L. y *Parthenium hysterophorus* L. En diferentes concentraciones contra *S. oryzae*. Se utilizó un diseño completamente aleatorio con tres réplicas y concentraciones que variaron entre 0,25% y 7,5%, con agua destilada como control. Los resultados mostraron que los extractos de *D. viscosa*, *P. hysterophorus* y *C. sativa* alcanzaron mortalidades del 97%, 90% y 83%, respectivamente, en sus concentraciones más altas. En conclusión, el estudio puede ser una estrategia eficaz y económica para controlar plagas en instalaciones de almacenamiento, especialmente beneficiosa para pequeños agricultores.

Fazeli-Dinan *et al.* (2023) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar las propiedades fitoquímicas, la toxicidad y los efectos repelentes de los extractos de tres plantas medicinales: *Peganum harmala*, *Pterocarya fraxinifolia* y *Tanacetum parthenium*, contra *Sitophilus oryzae*, una plaga importante en el almacenamiento de arroz. El método utilizado incluyó la extracción de compuestos bioactivos de las semillas de *P. harmala*, las hojas de *P. fraxinifolia* y las flores de *T. parthenium*. Los extractos fueron sometidos a análisis fitoquímicos, que revelaron la presencia de esteroides, terpenoides, taninos, alcaloides y flavonoides. Posteriormente, se realizaron bioensayos para medir los efectos de repelencia y toxicidad en adultos de *S. oryzae*.

En cuanto a los resultados obtenidos con *Tanacetum parthenium*, los extractos

de sus flores mostraron un efecto repelente significativo, aunque la mortalidad inducida fue menor en comparación con *Peganum harmala*, que presentó el mayor porcentaje de mortalidad ( $93,33 \pm 6,6\%$ ). A pesar de no ser el más letal, el extracto de *T. parthenium* tuvo una alta capacidad repelente, lo que lo convierte en un agente prometedor para prevenir la infestación de arroz almacenado. En conclusión, el estudio demostró que los extractos de *Tanacetum parthenium* son efectivos como repelente contra *S. oryzae*, resaltando su potencial como alternativa más segura a los insecticidas químicos, especialmente en sistemas de almacenamiento de alimentos.

De dios *et al.* (2023), señalaron que *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801 (Coleóptera: Curculionidae) se alimenta principalmente de granos almacenados, especialmente de maíz (*Zea mays*, Poaceae). Aunque no se han reportado anteriormente casos de este barrenador alimentándose de semillas de aguacate (*Persea americana* Mill., Lauraceae), este cultivo es de gran importancia económica en México. En el 2019, en un huerto de aguacate en Nayarit, México, se observó un incremento significativo en la población de este coleóptero, con una infestación de hasta 30 adultos por semilla. Se descubrió que estos insectos estaban alimentándose de aguacates maduros que habían caído al suelo. Actualmente, se desconocen en gran medida los aspectos biológicos y conductuales de *P. frontalis* Fabricius, 1801 y su impacto en los frutos de aguacate. Por lo tanto, el objetivo principal de la investigación fue estudiar y documentar la presencia de este insecto en semillas de aguacate en la región de Nayarit, México.

Ismail *et al.* (2022) tuvieron como objetivo investigar la actividad nematocida e insecticida de los compuestos aislados de la planta *Tanacetum baltistanicum* Podlech (Asteraceae). Para ello, aislaron un nuevo metabolito secundario y siete compuestos conocidos, los cuales se identificaron mediante métodos espectroscópicos avanzados. La actividad nematocida se evaluó utilizando juveniles de segunda etapa de *Meloidogyne incognita*, mientras que la actividad insecticida se probó en el gorgojo del arroz *Sitophilus oryzae* L. Los resultados mostraron una alta efectividad de los compuestos en el control de *M. incognita*, con tasas de mortalidad larval del 90-100% (EC50 = 0,06 y 0,05 mg/L, respectivamente). Asimismo, los compuestos presentaron una notable actividad insecticida contra *S. oryzae*, alcanzando mortalidades del 90 y 80%, con valores de CE50 de 0,028 y 0,080 mg/L. La mezcla equimolar de los compuestos 7 y 8 fue

aún más eficaz, logrando una mortalidad del 95% y 100% (CE50 = 0,02 mg/L). En conclusión, los compuestos aislados de *Tanacetum baltistanicum* demostraron una fuerte actividad tanto nematocida como insecticida, lo que sugiere su potencial para ser utilizados en el manejo biológico de plagas como alternativa a los pesticidas sintéticos.

Espinoza (2021) tuvo como objetivo formular un bioinsecticida a base de aceite esencial de *Tanacetum parthenium* L. (Santa María) para el control del gorgojo de maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky), una plaga que causa pérdidas significativas en la producción de maíz almacenado, alcanzando entre el 10% y 30 % en el país. Los insecticidas químicos utilizados comúnmente para esta plaga generan resistencia en los insectos y tienen impactos negativos en el medio ambiente. El uso de aceites esenciales como alternativa es relevante debido a su toxicidad contra plagas, su biodegradabilidad y baja toxicidad en mamíferos. Se evaluó la toxicidad, repelencia, pérdida de peso del grano y germinación de semillas de maíz después de aplicar el bioinsecticida en condiciones controladas. Los resultados mostraron que el bioinsecticida formulado con *T. parthenium* logró una mortalidad del 100% a una concentración del 4%, mientras que con una concentración del 2% obtuvo un índice de repelencia de 0,38. Además, no se observaron diferencias en la pérdida de peso en comparación con el grupo control, y la germinación de las semillas no fue afectada. En conclusión, el bioinsecticida a base de *Tanacetum parthenium* es una alternativa agroecológica efectiva para controlar *Sitophilus zeamais*, ofreciendo toxicidad y repelencia sin afectar la calidad de los granos ni la germinación de las semillas.

Rodriguez *et al.* (2021) destacan las propiedades de algunos productos a base de plantas, en especial aquellos que contienen aceites esenciales, los cuales poseen propiedades insecticidas. Estos han sido utilizados exitosamente en el manejo ecológico de plagas, ofreciendo una alternativa eficaz y ecoamigables para la erradicación de insectos depredadores en granos almacenados. Entre las plagas más perjudiciales, el gorgojo del maíz (*Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801) es responsable de un deterioro significativo en productos como el maíz, lo que se traduce en considerables pérdidas económicas. El objetivo principal del estudio fue evaluar la actividad insecticida del aceite esencial de Pampa Anís (*Tagetes filifolia* Lag.) contra el gorgojo del maíz (*Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801). Para la extracción del aceite esencial (AE), se utilizó la técnica de hidrodestilación utilizando una trampa de Clevenger. La composición química del aceite fue

determinada mediante cromatografía de gases-espectrometría de masas (CG-EM). El efecto insecticida se evaluó midiendo las concentraciones letales medias (CL<sub>50</sub> y CL<sub>90</sub>) utilizando el método de impregnación de papel. Se probaron concentraciones de AE de 0,1%; 0%; 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6% y 10% durante un período de 72 horas de exposición. Los resultados mostraron que la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) para *P. frontalis* fue de 0,61 % (v/v), mientras que la CL<sub>90</sub> fue de 1,96 % (v/v) ( $p < 0.05$ ). Estos hallazgos sugieren que el aceite esencial de *T. filifolia* podría ser una opción prometedora como insecticida natural para el control de *P. frontalis* Fabricius, 1801, ofreciendo una alternativa viable a los insecticidas sintéticos.

Zurita *et al.* (2017) realizaron un estudio sobre el control del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky, Coleoptera: Curculionidae) utilizando plantas con propiedades insecticidas. En su estudio, se evaluó la mortalidad del gorgojo mediante el uso de polvos vegetales, analizando parámetros como la cantidad de granos perforados, el peso final de los granos de maíz y el material residual en condiciones de laboratorio. Se emplearon polvos obtenidos de cuatro especies de plantas: *Ruta graveolens* ("ruda"), *Urtica dioica* ("ortiga"), *Ambrosia arborescens* ("marco") y *Buddleja globosa* ("matico"), aplicados al 5% (p/p). Los resultados obtenidos se compararon con un insecticida convencional (Malathion como control positivo) y con un control negativo, al que no se le aplicó ninguna sustancia. Para el experimento, se utilizaron 150 gramos de granos de maíz infestados con 20 gorgojos adultos, que fueron tratados con 7,5 gramos del polvo vegetal respectivo. El estudio, desarrollado bajo un diseño experimental aleatorizado, mostró que los polvos de ruda y marco provocaron mortalidades del 53,35% y 41,65% respectivamente, en los gorgojos del maíz. No obstante, se requieren estudios adicionales para evaluar diferentes concentraciones y optimizar su uso para un control más efectivo de los gorgojos en granos de maíz (*Zea mays*).

Quiñones *et al.* (2017) investigaron la efectividad de polvos vegetales en el control de adultos de *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, Coleoptera: Curculionidae), un insecto que afecta gravemente el maíz, uno de los cultivos más importantes en México. Aunque los insecticidas químicos han sido empleados tradicionalmente para controlar esta plaga, su uso ha generado problemas como la resistencia en los insectos, la contaminación ambiental y la presencia de residuos peligrosos en los alimentos almacenados, lo que supone un riesgo para la salud. Como alternativa a estos problemas, los autores propusieron el uso de plantas

biodegradables y productos biorracionales derivados de ellas, los cuales no causan alteraciones en el ecosistema ni representan riesgos para la salud. En su estudio, evaluaron la mortalidad de los adultos de *S. zeamais* utilizando nueve polvos vegetales en concentraciones de 1 g, 2 g y 3 g por cada 0,5 kg de granos de maíz. El diseño experimental fue completamente al azar, con diez tratamientos y tres repeticiones. Los resultados mostraron que la pimienta negra y la ruda presentaron los mayores porcentajes de mortalidad, con un 68,84% y 60,42% respectivamente, al utilizar una concentración de 3 g. Estos resultados fueron superiores a los de otros tratamientos, que mostraron mortalidades inferiores al 50% para el control de *S. zeamais*.

Polatoğlu *et al.* (2015) evaluaron la actividad insecticida y biológica de los aceites esenciales de *Tanacetum macrophyllum* contra *Sitophilus granarius*, una plaga de granos almacenados. El objetivo principal fue determinar la composición química de los aceites esenciales de las hojas y flores de *T. macrophyllum* y su eficacia como insecticidas naturales, así como otras actividades biológicas beneficiosas. Los aceites esenciales se analizaron mediante GC y GC/MS, identificando compuestos como  $\gamma$ - eudesmol, sesquilavandulol, copaborneol y 1,8-cineole. Los resultados mostraron que el aceite de las hojas presentó la mayor toxicidad de contacto (88,93 %) contra *S. granarius*, mientras que el aceite de las flores mostró una toxicidad fumigante significativa (61,86%) a una concentración de 10 mg/mL contra *L. minor*. Además, el aceite de flores presentó la mayor actividad antioxidante en el ensayo DPPH (47,7 %) a la misma concentración. Los aceites esenciales de *T. macrophyllum* son una alternativa prometedora a los insecticidas sintéticos, ofreciendo control eficaz de plagas y beneficios antioxidantes adicionales.

Ozin *et al.* (2007) llevaron a cabo un estudio en condiciones de laboratorio para evaluar el efecto de polvos obtenidos mediante procesos mecánicos de siete plantas medicinales en el control de *Sitophilus zeamais*. Se utilizaron concentraciones de 0,1%, 1,0% y 2,0%, evaluando parámetros como la mortalidad y emergencia de adultos, la pérdida de peso y la germinación del grano, así como la concentración letal media (CL<sub>50</sub>). El estudio incluyó 22 tratamientos, cada uno con tres repeticiones y un grupo control, utilizando un diseño experimental al azar. Los resultados indicaron que la planta *Rosmarinus officinalis* al 1% presentó la menor tasa de emergencia de adultos de *S. zeamais*, demostrando la eficacia de esta planta y sus efectos insectistáticos.

Silva-Aguayo *et al.* (2005), evaluaron el efecto de los polvos vegetales obtenidos de *Chenopodium album* L., *Chenopodium ambrosioides* L., y *Chenopodium quinoa* Willd. para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en condiciones de laboratorio. Los parámetros evaluados incluyeron la mortalidad y emergencia de insectos adultos, el efecto ovicida y larvicida, la fumigación, la repelencia, la residualidad de los polvos, la pérdida de peso y la germinación de los granos. El estudio se llevó a cabo utilizando un diseño experimental al azar, con un arreglo factorial y tres repeticiones. Los resultados mostraron un mayor porcentaje de mortalidad de insectos cuando se utilizaron polvos derivados de la inflorescencia y la mezcla de hojas y tallos de *Chenopodium ambrosioides* L. al 2% (p/p), con valores de 69,4 % y 67,9%, respectivamente. Además, estos tratamientos también lograron la menor emergencia de adultos. En todos los tratamientos con *C. ambrosioides*, la pérdida de peso de los granos no superó el 3%. Particularmente, el tratamiento con inflorescencia de *C. ambrosioides* al 2% (p/p) demostró una mortalidad de 98,3%, así como una mortalidad del 100 % en larvas y huevos. Además, mostró un efecto fumigante con una mortalidad del 100% en adultos en todos los tratamientos evaluados. Finalmente, el polvo de *C. ambrosioides* también actuó como un repelente efectivo contra *S. zeamais*.

Silva *et al.* (2004) evaluaron el efecto de plantas medicinales en forma de polvo, utilizando concentraciones de 0,1%; 1% y 2% para el control de *Sitophilus zeamais* en condiciones de laboratorio. Los parámetros analizados incluyeron la pérdida de peso y la germinación del grano, la mortalidad y la emergencia de adultos, así como la concentración letal media (CL<sub>50</sub>). El estudio incluyó 22 tratamientos, con tres repeticiones cada uno y un testigo, bajo un diseño experimental completamente al azar. Los resultados mostraron que *Peumus boldus* presentó una mortalidad del 50,5% y 82,8% a concentraciones de 1% y 2%, respectivamente, con una CL<sub>50</sub> de 7,4 g kg<sup>-1</sup>. La menor emergencia de adultos se observó en los tratamientos con *Foeniculum vulgare* var. *vulgare* a concentraciones de 1% y 2%, *Melissa officinalis* al 0,1%, 1%, y 2 %, y *Rosmarinus officinalis* al 1%. En todos los ensayos, la pérdida de peso de los granos fue inferior al 6%. Además, la germinación de los granos de maíz tratados con *P. boldus* no mostró alteraciones significativas.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Benavente (2018) realizó una evaluación sobre la actividad biocida del aceite esencial de hojas de “muña” (*Minthostachys mollis*) para el control del gorgojo del

maíz (*Sitophilus zeamais*), comparando la dosis letal media (DL<sub>50</sub>) del aceite esencial con la de un insecticida comercial, el malatión. Antes de esta comparación, se caracterizaron los compuestos físicos y químicos del aceite esencial obtenido por destilación por arrastre de vapor, con un rendimiento de 1%, 2%, y 3%. El análisis identificó cualitativamente 43 compuestos químicos en el aceite esencial. Las pruebas de control de gorgojos en maíz con el aceite esencial de muña mostraron una DL<sub>50</sub> de 4,15 µg/µg, mientras que para el malatión se determinó una DL<sub>50</sub> de 7,8 µg/µg. Estos resultados indican que el insecticida comercial malatión es más efectivo que el aceite esencial de muña para el control de gorgojos en maíz. Sin embargo, tras una evaluación sensorial del grano de maíz, los evaluadores no rechazaron los tratamientos con aceite esencial de hojas de muña.

Román-Farje *et al.* (2017) investigaron los efectos tóxicos del saúco (*Sambucus peruviana*, Caprifoliaceae) en el control biológico de *Daphnia magna*, *Sitophilus zeamais*, y *Copidosoma koehleri* en el Perú. Se evaluaron las propiedades toxicológicas de las hojas, cortezas y raíces del saúco; donde se utilizó diferentes métodos de preparación como maceración en agua, cocción, infusión, y maceración en alcohol etílico. Los resultados mostraron que la infusión de hojas produjo los mayores efectos tóxicos en *Daphnia magna* (pulga de agua), mientras que los adultos de *Copidosoma koehleri* (microavispa) fueron más sensibles a la infusión de raíces. La cocción de hojas también redujo significativamente la emergencia de las microavispas adultas. En cuanto al gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), la mortalidad fue mayor con los polvos de corteza, y se observó una repelencia significativa con la maceración en alcohol etílico de hojas y raíces. Además, los granos tratados con maceración, cocción e infusión de corteza presentaron una pérdida de peso inferior al 3%.

Romero (2016) llevó a cabo experimentos para evaluar la actividad insecticida y la acción residual del Spinosad sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleóptera: Curculionidae) en trigo y maíz almacenado. A nivel mundial, las plagas en granos almacenados representan una pérdida económica significativa. Según la FAO, estas pérdidas se estiman en aproximadamente el 10% de la producción de cereales. El Spinosad, un insecticida derivado de bacterias presenta un mecanismo de acción diferente al de los insecticidas convencionales, lo que le confiere eficacia en el control de problemas relacionados con la resistencia. Las pruebas toxicológicas en mamíferos han demostrado que el

Spinosad no tiene propiedades carcinogénicas, teratogénicas ni mutagénicas. Su presentación líquida facilita su aplicación y uso. El estudio se centró en evaluar la eficacia del Spinosad para el control de *Sitophilus zeamais* en granos almacenados, realizando pruebas específicas para determinar la dosis óptima y eficiente para controlar esta plaga en maíz y trigo almacenado.

## **2.2. Marco Conceptual**

### **2.2.1. Control biológico**

El control biológico es el uso o la introducción de especies no nativas y agentes de control natural, provenientes de organismos como animales, hongos, bacterias, virus y minerales. Su propósito es evitar, alejar o disminuir el perjuicio causado por las plagas, utilizando de manera responsable parasitoides y depredadores, con el fin de proteger el medio ambiente.

(Manuel, 2004).

### **2.2.2. Control químico**

En la actualidad, los plaguicidas sintéticos son uno de los principales y más efectivos medios para el manejo y control de plagas agrícolas. Sin embargo, su uso genera elevados costos económicos y provoca impactos negativos como la contaminación de corrientes subterráneas de agua, la contaminación ambiental, intoxicaciones, efectos adversos sobre los aplicadores y personas en contacto con ellos, el desarrollo de resistencia en las plagas, y la disminución de organismos benéficos y especies silvestres ( Rojas-Ramírez, 2021; Manuel, 2004).

### **2.2.3. Toxicología**

La toxicología se define como la disciplina científica encargada del análisis de los venenos (toxinas) y sus efectos. Un veneno es una sustancia capaz de producir efectos dañinos que, en dosis mínimas, podría ser letal para un organismo vivo, ya sea de manera accidental o intencionada. Con base en esta premisa, la finalidad de la toxicología es el estudio de los agentes químicos que pueden causar daños al organismo (Reyes- Elia, 2019).

### **2.2.4. Efecto biocida**

Son sustancias compuestas de origen orgánico, cuyo origen es natural, elaboradas a partir de extractos vegetales. Pueden tener características insecticidas, fungicidas o fertilizantes. El manejo integral de plagas puede aprovecharse también para el control de otras enfermedades en organismos o cultivos (Reyes-Elia, 2019).

### **2.2.5. Dosis**

La dosis se define como la cantidad de una sustancia que se administra o se aplica a un sistema biológico durante un período de tiempo determinado. Existen diferentes maneras de representarla, siendo la más frecuente el peso de la sustancia por unidad de peso del organismo experimental. Esta dosis puede ser administrada en una sola ocasión (g/kg) o repetirse diariamente (g/kg/día). La dosis se calcula como la medida de exposición expresada en gramos (cantidad) por kilogramo (peso corporal) (Reyes- Elia, 2019).

### **2.2.6. Dosis letal media (DL<sub>50</sub>)**

Se determina como dosis letal media (DL<sub>50</sub>) la cantidad de una sustancia, radiación o patógena necesaria para causar la muerte del 50% de un conjunto de organismos de prueba en un periodo de tiempo determinado, mientras que la otra mitad sobrevive. Existen varias rutas de exposición: ingestión, inhalación y/o absorción dérmica. (Reyes- Elia, 2019).

### **2.2.7. Concentración letal media (CL<sub>50</sub>)**

La CL<sub>50</sub> es la cantidad de una sustancia en un determinado volumen o cantidad, administrada durante un periodo de tiempo específico, que permite evaluar el efecto tóxico medio de la sustancia en el ambiente y su impacto en la salud. Esta concentración corresponde al nivel en el cual el 50% de los organismos mueren después de un tiempo determinado de exposición (Reyes- Elia, 2019).

### **2.2.8. Insecticida**

Se considera insecticida a toda sustancia capaz de controlar o eliminar insectos portadores de enfermedades. Estos pueden ser bioplaguicidas o productos químicos, siendo estos últimos los más utilizados para tal fin. Los insecticidas están disponibles en diversas presentaciones, como gases, polvos humectables, aerosoles, gránulos, concentrados emulsionables, soluciones oleosas, aerosoles líquidos a base de aceite y tratamientos de semillas (Reyes- Elia, 2019).

#### **2.2.8.1. Insecticida químico**

Estos insecticidas contienen sustancias sintéticas que interrumpen el crecimiento de los insectos y afectan su sistema nervioso central. Entre sus compuestos se encuentran los órgano-fosforados (Malatión), los compuestos órgano - clorados como el DDT, piretros, piretroides sintéticos, carbamatos, reguladores del crecimiento de insectos y fumigantes (Gregor *et al.*, 2008).

Recientemente, se han desarrollado insecticidas basados en hormonas de insectos, los cuales son más específicos y precisos en su acción, especialmente

para ciertos insectos. Estos actúan como reguladores del crecimiento, alterando el desarrollo o impidiendo que los insectos completen su ciclo biológico (Manuel, 2004).

#### **2.2.8.2. Insecticida biológico**

Son sustancias orgánicas de gran importancia para prevenir la aparición y el control de plagas. Se han desarrollado y comercializado algunos insecticidas biológicos para el control de agentes destructores (plagas) de los cultivos de campo. Estos bioplaguicidas incluyen bacterias, virus, hongos y otros microorganismos que atacan a los insectos. No causan daño a la salud pública ni al ambiente, ya que son fácilmente degradables (Gregor *et al.*, 2008).

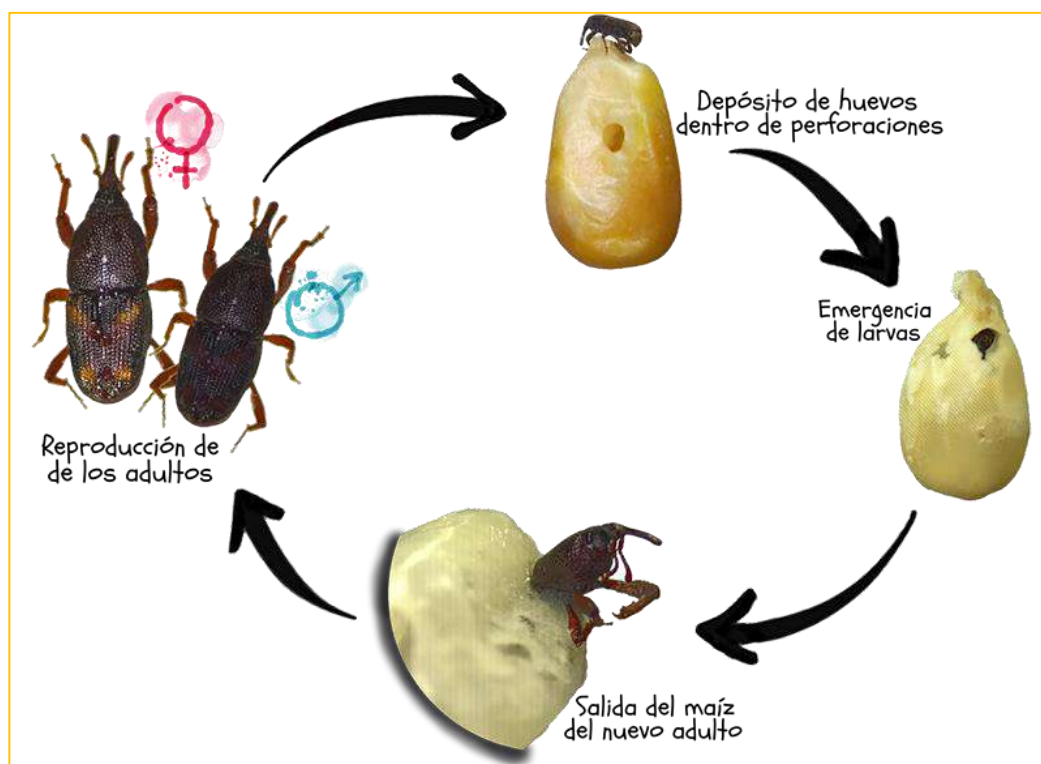
### **2.3. Bases teóricas**

#### **2.3.1. *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801 “barrenador andino”**

##### **2.3.1.1. Generalidades**

Los estudios realizados sobre *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801 “barrenador andino” lo consideran como una plaga que ocasiona daños en las mazorcas y cuyas brácteas no cubren el choclo, y en maíces almacenado durante el secado. Este insecto también es denominado por los agricultores como “gorgojo barrenador andino de los granos de maíz”. Los gorgojos barrenan y perforan la superficie del grano, alimentándose del interior y destruyéndolos casi por completo, dejando como residuo la cáscara. Estos insectos tienen una preferencia por el maíz amiláceo, y tras el ataque se observa una gran cantidad de polvillo blanco, similar a la harina, que producen al taladrar y alimentarse de los granos. Si se encuentran más de nueve insectos plaga se considera como granos infestados, eso indica que ha causado daños y contaminación sobre los granos de maíz amiláceo al alimentarse de él o secretando excretas.

En los estudios realizados en Perú, el gorgojo de maíz fue considerado la plaga principal del grano, y fue descubierto en grandes cantidades en 1930, afectando los granos almacenados. El tamaño promedio de un gorgojo adulto podría llegar a medir entre de 0,25 centímetros de largo y 0,15 centímetros de ancho. Se caracteriza por su color marrón oscuro distintivo, una trompa corta y muy poca velloso en la parte posterior. Estos insectos infestan principalmente los valles interandinos a altitudes menores de 3500 metros sobre el nivel del mar (Álvarez, 2020).



**Figura 1.** Ciclo biológico del *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801. (Essicka G- Saldaña 2022).

Trabanino (1998), según los estudios realizados, menciona las cualidades destacadas de estos insectos adultos, indicando que son muy buenos voladores. Esta cualidad les favorece para iniciar sus infestaciones en el campo antes de la cosecha.

### 2.3.1.2. Ciclo biológico

Las hembras adultas del insecto utilizan sus mandíbulas para abrir un agujero en el grano de maíz, donde ovipositan sus huevos en las perforaciones hechas en el grano, para luego sellarlo con sus secreciones mucilaginosas transparentes. La hembra deposita entre 80 y 90 huevos durante su vida reproductiva. Las larvas se alimentan del endospermo del grano de maíz, y al eclosionar, causan daños irreparables en el embrión de la semilla, alimentándose del interior del grano hasta que se transforman en pupa.

La larva pasa por 4 etapas; en su última etapa, emergen y llegan a medir 4 mm. El adulto corta agujeros circulares en la testa y se alimenta del grano. El tiempo promedio para llegar de huevo a adulto es de aproximadamente cuatro semanas en condiciones propicias (30°C y 70% de humedad relativa), y hasta 5 meses a temperaturas muy bajas.

Cuando alcanzan la etapa adulta, perforan el grano para salir al medio ambiente. El ciclo biológico de este insecto, desde el huevo hasta la etapa adulta, tiene una duración de 37 a 40 días dentro del grano (Trabanino, 1998).

### **2.3.1.3. Clasificación taxonómica**

Las características morfológicas en sus diferentes etapas de desarrollo (adulto, larva y pupa), los gorgojos (*Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801), actualmente se encuentra en constante revisión, debido a que hasta el momento se están haciendo estudios sobre su clasificación (Álvarez, 2020).

Orden : Coleóptera  
Familia : Curculionidae  
Género : *Pagiocerus*  
Especie : *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801

### **2.3.2. Zea mays “maíz”**

#### **2.3.2.1. Generalidades**

El maíz es una planta monocotiledónea de la familia Poáceas, El cultivo de maíz fue domesticado por el hombre, y la relación entre ambos es estrecha desde tiempos remotos. Por lo tanto, el maíz ya no puede crecer de manera silvestre y no puede sobrevivir en la naturaleza, dependiendo en su totalidad de los cuidados del hombre.

El maíz es el cereal de mayor importancia en el mundo, ya que proporciona elementos nutritivos a los seres humanos y animales, y es una materia prima básica para la industria. Los usos del maíz son múltiples y variados, ya que puede ser empleado como alimento en sus distintas etapas durante el desarrollo de la planta.

A nivel mundial, el maíz se cultiva en más de 140 millones de hectáreas, mostrando una producción anual superior a los 580 millones de toneladas métricas (FAO, 1999). En un total de 66 países se cultiva maíz tropical, de los cuales en 61 tiene un gran impacto económico, con más de 50,000 hectáreas sembradas en cada uno. Con una extensión de 61,5 millones de hectáreas, estos países generan un total anual de 111 millones de toneladas métricas (Rojas-Ramírez, 2021).

#### **2.3.2.2. Ubicación taxonómica**

Para Wilkes en 1985 propone una clasificación taxonómica para el maíz de la siguiente manera (Rojas-Ramírez, 2021).

Reino : Plantae  
División : Magnoliophyta  
Clase : Liliopsida  
Orden : Poales  
Familia : Poaceae  
Género : Zea  
Especie : *Zea mays*

### **2.3.3. *Dodonaea viscosa* “chamana”**

#### **2.3.3.1. Generalidades**

Acosta-Hernández *et al.* (2014) señalan que la *Dodonaea viscosa* pertenece a la familia de Sapindaceae, es generalmente son de porte arbusto o árbol pequeño perennifolio. Estos crecen en suelos áridos con mínimas condiciones de humedad y resistentes a sequías. Pueden alcanzar a medir hasta cinco metros y presentan hojas simples, brillantes, glanduloso-resinosas y aromáticas; con un ápice agudo con un tamaño de 4 cm a 15 cm de largo. Además, presentan inflorescencias axilares y terminales en la punta de las ramillas.

#### **2.3.3.2. Ubicación taxonomía**

Reino : Plantae  
División : Magnoliophyta  
Clase : Dicotiledónea  
Orden : Sapindales  
Familia : Sapindaceae  
Género : *Dodonaea*  
Especie : *Dodonaea viscosa*

Durante la temporada de primavera y verano presentan flores. Estas plantas son dioicas, lo que significa que presentan flores masculinas y femeninas se encuentran en plantas separadas. La dispersión del polen se produce por acción del viento y por acción de los insectos que ayudan en la polinización y favorece su diseminación. Durante este proceso de fecundación las flores cambian de un color verde o crema a un color rojo brillante, produciendo semillas aladas de aproximadamente 2 cm (Acosta-Hernández *et al.*, 2014).

#### **Distribución**

La *Dodonaea* es un género que una amplia distribución, con un aproximado de 70 especies notificadas a nivel mundial, de las cuales 60 son endémicas provenientes

de Australia (Laguna-Lumbreras *et al.*, 2009).

En México, esta planta heliófila crece en diferentes regiones por incidencia directa de los rayos solares. Se encuentra a altitud que va desde el nivel del mar hasta 2,600 msnm, y prospera en diferentes tipos de suelos como: rocosos, someros o con fuerte pendiente (Acosta-Hernández *et al.*, 2014).

### **Usos**

Entre los usos más importantes de la *Dodonaea viscosa* se encuentran los artesanales, medicinales, como pesticida, combustible, agrícola, ornamental y una relevancia ecológica ambiental. Además, su resina es un potente remedio medicinal contra la artrosis, el reumatismo y la gota, y se recomienda para la reforestación y recuperación de suelos deteriorados y abandonadas, (Acosta-Hernández *et al.*, 2014).

Las plantas de chamana para su crecimiento y desarrollo no dependen de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos. Estas plantas se han visto en suelos con características poco usuales como suelos erosionados o en proceso de erosión. Asimismo, investigadores indican que estas plantas se desarrollan en diferentes tipos de suelos, como rocosos, someros y en pendientes fuertes (Camacho *et al.*, 1993).

Entre las propiedades bioquímicas reportadas en estudios realizados en la región de Apurímac, se ha identificado que el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Dodonaea* contiene 57 compuestos de tipo flavonoides y terpénicos. Estos compuestos se han utilizado para ensayos de citotoxicidad para control del cáncer de colon inducidos en ratas de laboratorio. El extracto evaluado, cuyo componente principal es el ácido dodónico, ha demostrado que tiene efecto citotóxico (Camacho *et al.*, 1993).

### **2.3.4. *Tanacetum parthenium* “santa maría”**

#### **2.3.4.1. Generalidades**

Hurrell (2013), precisa que las características principales de esta planta son su intenso aroma, alcanzan a medir de 30 a 120 cm, su aroma se similar al de menta, tiene tallos erectos, simples o poco ramificados y tienen hojas basales y caulinares, donde las más proximales son largamente pecioladas y las distales sésiles.

#### **Ubicación taxonómica**

Reino : Plantae

División : Magnoliophyta

Clase : Magnoliopsida  
Orden : Asterales  
Familia : Asteraceae  
Género : Tanacetum  
Especie : *Tanacetum parthenium*

### **Propiedades**

Las investigaciones señalan que el cultivo de esta planta se ha promovido debido a sus propiedades medicinales o balsámicas, durante muchos siglos se utilizó como remedio contra la amnesia. También, se utiliza como un remedio natural que ayuda a eliminar los enteroparásitos y se le atribuyen propiedades diuréticas, aperitivas digestivas, entre otras más. En España, un estudio reveló que el aceite de la planta presenta como componente principal la carvona y sus hojas contienen variedades de aceites esenciales acompañadas de cantidades pequeñas de c-dihidrocarvona, beta-tuyona, t-dihidrocarvona, dihydrocarveol isómero c-carveol y t-carveol. Entre estos componentes destaca los niveles de beta-tuyona, una cetona tóxica (Hurrell, 2013).

### **2.3.5. *Ambrosia arborescens* “marco”**

#### **2.3.5.1. Generalidades**

Esta planta herbácea posee un aroma intenso y su crecimiento en forma de pequeños arbustos. Presenta un tallo ramificado cubierto por hojas hasta la cima, llegando a medir una altura de 50 hasta 100 centímetros aproximadamente. Sus hojas son de forma oval con el ápice afilado, pedúnculo corto y poco pelo en los dos lados. Tienen flores hermafroditas y disponen de una inflorescencia en forma de espiga (Yanez *et al.*, 2011).

#### **2.3.5.2. Ubicación taxonómica**

Reino : Plantae  
División : Magnoliophyta  
Clase : Magnoliopsida  
Orden : Asterales  
Familia : Asteraceae  
Género : *Ambrosia*  
Especie : *Ambrosia arborescens*

## **Propiedades**

Según los estudios realizados estas plantas tienen propiedades beneficiosas para la salud actuando como desinfectante, emoliente y emenagogo, ayudando al alivio de los dolores menstruales y regula la menstruación. Además, es empleado para tratar algunas enfermedades, como la inflamación de las piernas, descongestionar hematomas, el reuma articular, las hemorroides, los dolores intestinales y para combatir enteroparásitos. Así también, es empleada para la epilepsia, para tratar fiebre, se aplica sobre tumores y abscesos, y es eficaz contra la dispepsia, funcionando como estimulante, tónico y astringente (Yanez *et al.*, 2011).

Por otra parte, en la medicina se usa como antirreumático, antiinflamatorio, para tratar fracturas, lesiones, dolores de cabeza y migraña. Sin embargo, no es recomendable su consumo en gestantes, debido al riesgo de aborto; no obstante, se recomiendan el uso en el momento del parto facilitando el proceso expulsivo del bebé. Entre otras las propiedades, mencionan que del zumo de la planta ayuda a evita la aparición de abscesos por trauma, desinflama y alivia los dolores causados por hemorroides externas. Cabe mencionar que los incas utilizaban esta planta para la preservación de los cadáveres.

Asimismo, es importante mencionar su efecto biocida para el control de larvas de *Aedes aegypti*, aunque su acción es débil. Además, actúa como repelente contra insectos, garrapatas y es útil para el control de pulgas, las ramas de la planta son colocadas debajo de la cama para ahuyentarlas (Flores, 2014).

## **Composición química**

La composición química de esta planta se caracteriza principalmente por la presencia de las lactonas sesquiterpénicas, entre las cuales destaca la silostachina (C<sub>15</sub>H<sub>20</sub>O<sub>5</sub>), la p silostachina C (C<sub>15</sub>H<sub>20</sub>O<sub>4</sub>) y la dihidrocoronofilina (C<sub>15</sub>H<sub>22</sub>O<sub>4</sub>). Además, contiene 5 compuestos fenólicos, como el benzil 13-D-glucopiranosido (C<sub>13</sub>H<sub>18</sub>O<sub>6</sub>), el ácido salicílico (C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>) y la hidroxiacetofenona (C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>). Entre los flavonoides destaca la flavona y limocitrina. Asimismo, se identificó seis compuestos, incluido el glucopiranosido y 12 sesquiterpenos, de los cuales 22 son conocidos. Entre los metabolitos con propiedades insecticidas y antibacterianas se le atribuye al shiromool y coronopilina. Por otro lado, la psilostachina es un anti-ascaricida y la damsina como un efectivo antitumoral y molusquicida (erradica a las babosas) (Flores, 2014).

## **2.4. Marco legal**

### **2.4.1. Ley de promoción del manejo Integrado para el Control de Plagas Ley N.º 26744**

La presente ley regula el control de plagas y enfermedades en campos agrícolas frente a microorganismos y entomófagos.

**Artículo 1º.**- *“El objetivo de la presente ley es promover el Manejo Integrado para el Control de Plagas en la agricultura nacional, tomando como referencia básica los aspectos ecológicos de las medidas de control y fundamentalmente la preservación de la vida y las personas”.*

*“La promoción del control ecológico, en el marco del Manejo Integrado para el Control de Plagas, estará dirigida al fortalecimiento de las capacidades de los agricultores, a través de las actividades que llevarán a cabo las Instituciones Públicas y Privadas especializadas en esta materia”.*

**Artículo 2º.**- *“El Estado fortalecerá las instituciones públicas y establecerá medidas de promoción e incentivos para las instituciones privadas dedicadas a implementar y desarrollar programas de control con énfasis en los aspectos ecológicos y en la investigación científica en la materia. El Ministerio de Agricultura queda encargado del cumplimiento del presente artículo”.*

**Artículo 3º.**- *“El Ministerio de Agricultura, a través del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) y el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), asesorará en los asuntos de su competencia a las entidades señaladas en el artículo anterior, para establecer los criterios de promoción de líneas de investigación, transferencia de tecnología, educación, capacitación, adiestramiento e incentivos”.*

**Artículo 4º.**- *“Restrínjase el uso a casos estrictamente necesarios, determinados en el reglamento de la presente Ley, los productos agroquímicos elaborados en base a los ingredientes activos que contengan: Lindano, Parathión Etfílico y Parathion Metílico”.*

**Artículo 5º.**- *“Prohíbese el uso, fabricación e importación de todos los productos agroquímicos a los que se refiere el artículo anterior y los demás registrados, que para el inicio del año 2000 no cuenten con un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) aprobado por autoridad competente. A los infractores de esta ley se les aplicará las penas establecidas en el artículo 2880 del Código Penal o en lo dispuesto en el Título XIII, Delitos contra la Ecología del Código Penal según el caso, sin perjuicio de las sanciones administrativas correspondientes”.*

**Artículo 6º.-** *“El SENASA a través de la Comisión Nacional de Plaguicidas (CONAP), realizará la evaluación permanente de los plaguicidas y sustancias afines, elementos del control químico, que se importen o fabriquen en el país, regulando su uso en la agricultura nacional” (Ley sobre el Manejo Integrado sobre el Control de Plagas, 1997, Arts. 1-6).*

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación de zona de estudio

##### 3.1.1. Ubicación geográfica

###### A. Ubicación de zona de colecta del insecto plaga

La recolección de los ejemplares de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801, se llevó a cabo en el centro poblado de Pantacc, en el distrito de Iguain, provincia de Huanta, dentro del departamento de Ayacucho. Además, parte de la muestra se obtuvo en el mercado central de la ciudad de Huanta.

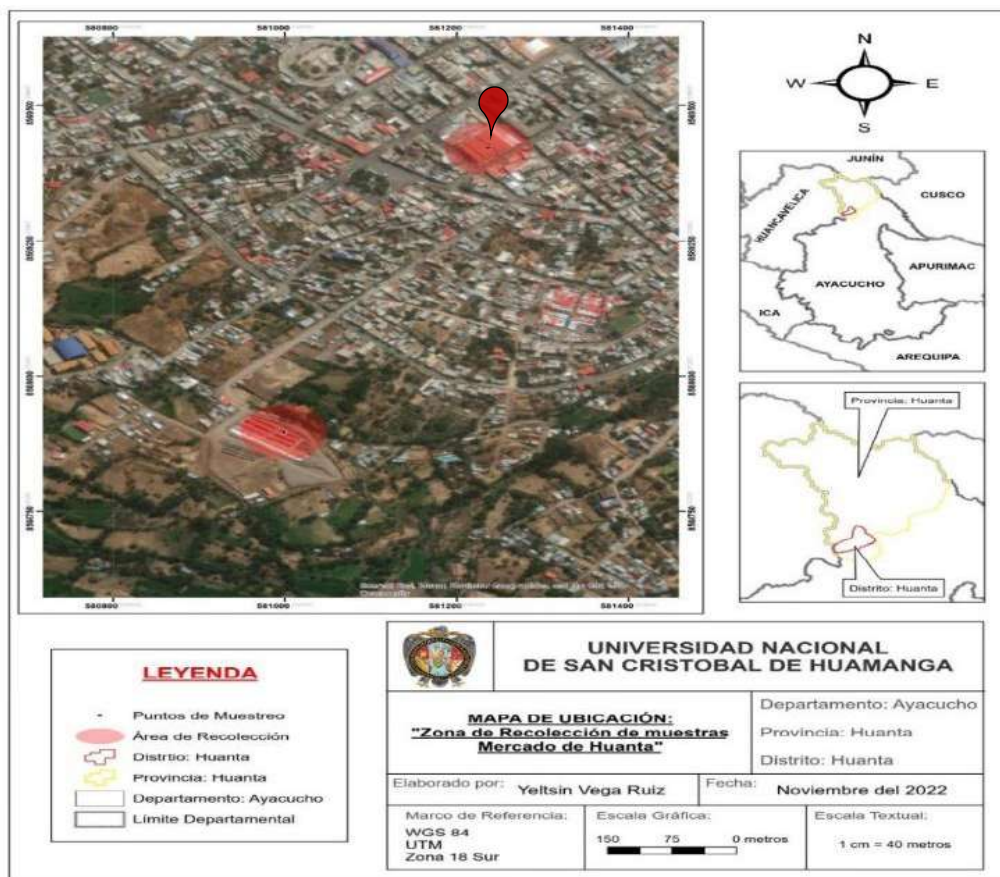
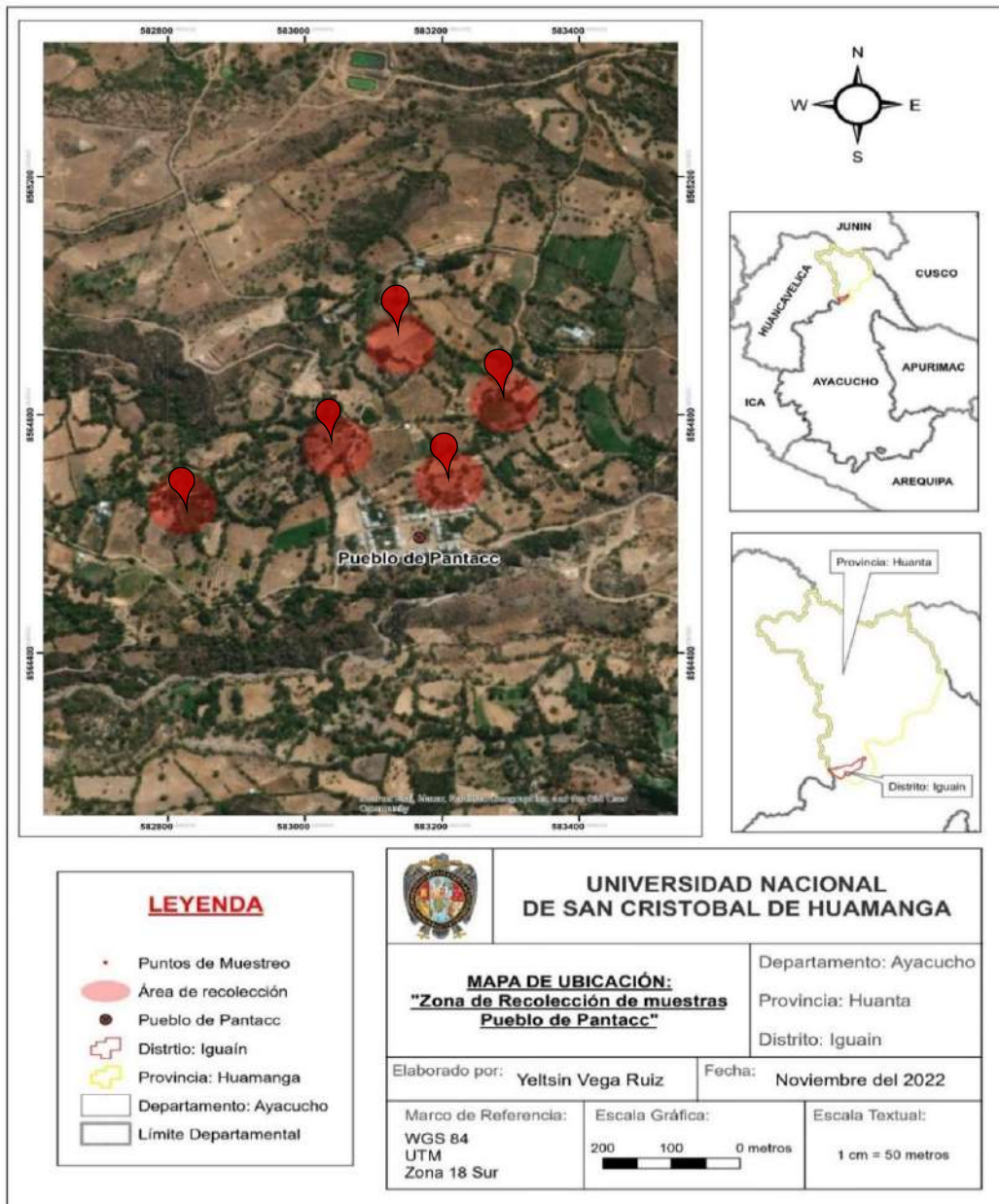


Figura 2. Mapa de ubicación de zona de colecta de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801-2022

## B. Ubicación de zona de colecta de material vegetal

La recolección de las tres especies vegetales: *Ambrosia arborescens* "marco", *Dodonaea viscosa* "chamana" y *Tanacetum parthenium* "santa maría", se llevó a cabo en los campos de la zona periférica del centro poblado de Pantacc, en el distrito de Iguain, provincia de Huanta, Ayacucho, y se realizó con la debida georreferenciación.



**Figura 3.** Mapa de ubicación del centro poblado de Pantacc, colecta de muestra vegetal – 2022

### C. Ubicación de la zona de colecta del soporte biológico

El soporte biológico que se utilizó fue los granos de *Zea mays*, “maíz” almidón. Estos fueron adquiridos en el mercado de la ciudad de Huanta durante septiembre de 2022, debidamente georreferenciada.



**Figura 4.** Mapa de ubicación de zona de colecta del soporte biológico de los granos de maíz

### D. Ubicación de la zona de investigación

Los ensayos de investigación sobre el efecto biocida de tres especies vegetales para el control de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801, se realizaron en el laboratorio de Zoología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad San Cristóbal de Huamanga, que se encuentra en la ciudad de Huamanga, en el departamento de Ayacucho. La ubicación fue georreferenciada.

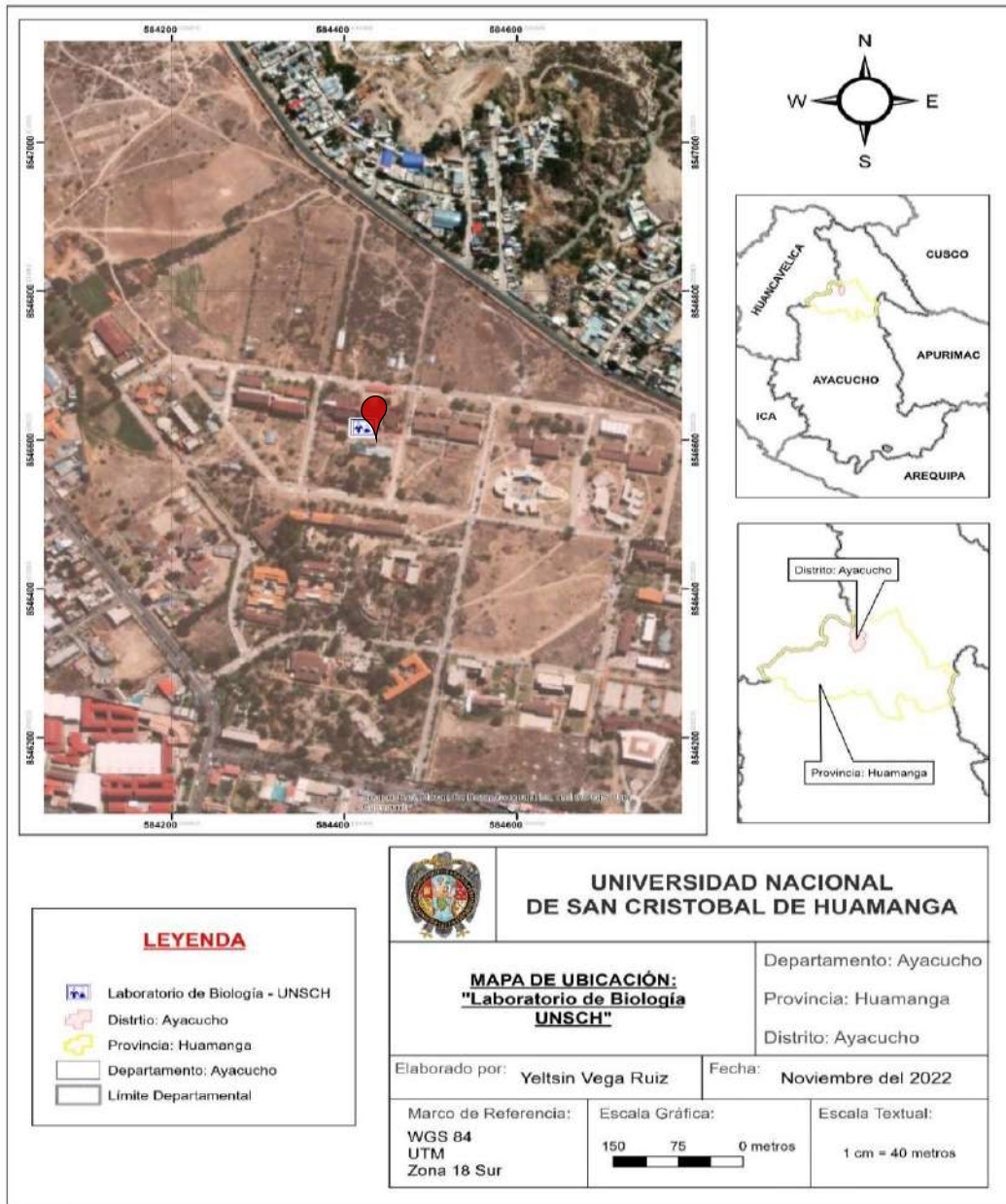


Figura 5. Mapa de ubicación de zona de ejecución - Laboratorio de Zoología (FCB – 2023)

### **3.1.2. Ubicación política**

#### A. Ubicación de la zona de colecta de material biológico

País : Perú  
Departamento: Ayacucho  
Provincia : Huanta  
Distrito : Iguain

#### B. Ubicación de la zona de ejecución de proyecto

País : Perú  
Departamento: Ayacucho  
Provincia : Huamanga  
Distrito : Huamanga

### **3.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación fue experimental aplicada.

#### **3.3. Diseño experimental**

El tipo de diseño fue experimental, dado que este método nos facilita la manipulación de una o varias variables independientes en condiciones controladas para medir su efecto sobre una o varias variables dependientes. (Hernández-Sampieri *et al.*, 2018).

#### **3.4. Población y muestra**

##### **3.4.1. Población**

Polvos de las tres especies vegetales conformado: *Ambrosia arborescens* ("marco"), *Dodonaea viscosa* ("chamana") y *Tanacetum parthenium* ("santa maría"), procedentes del centro poblado de Pantacc, perteneciente al distrito de Iguain, de la provincia de Huanta en el departamento de Ayacucho.

##### **3.4.2. Muestra**

Se utilizaron un total de 3 kilos de hojas y yemas de tres especies vegetales, de las cuales se obtuvieron 135 gramos de polvo seco a partir de las hojas y yemas frescas. Las especies empleadas fueron: *Ambrosía arborescens* "marco", *Dodonaea viscosa*, "chamana", y *Tanacetum parthenium*, "santa maría". Además,

se usaron 12,5 kilos de maíz blanco almidón seco y se emplearon 2500 ejemplares de adultos de gorgojos viables.

#### **3.4.3. Unidad experimental**

Las unidades experimentales estaban formadas por recipientes de PVC con una capacidad de 0,5 litros, con tapas de malla para el experimento. Cada frasco contenía 100 g de maíz blanco y 20 ejemplares de gorgojos adultos, además de cantidades de 1 g, 3 g y 5 g de polvo de cada una de las especies vegetales. La muestra estadística se realizó con 5 repeticiones por tratamiento.

#### **3.4.4. Soporte biológico**

Se utilizaron 12,5 kilogramos de granos de *Zea mays*, "maíz", almidón como soporte biológico para llevar a cabo el proyecto.

### **3.5. Metodología y recolección de datos**

#### **3.5.1. Colecta del material vegetal**

- El material vegetal se recolectó de forma aleatoria en los campos y áreas periféricas del centro poblado de Pantacc, entre las 6 a.m. y las 8 a.m.
- Se utilizaron los siguientes los materiales para la colecta de las hojas de las especies vegetales: prensas, bolsas de colecta, mochila, tijeras de podar y GPS para ubicar los puntos de referencia.
- Se seleccionaron las hojas frescas y tiernas del tercio superior de las tres especies: *Ambrosía arborescens*, "marco", *Dodonaea viscosa* "chamana" y *Tanacetum parthenium*, "santa maría".
- Las hojas y yemas se guardaron con mucho cuidado en bolsas de papel, pesando alrededor de 5 kilogramos. Cada una fue etiquetada y georreferenciada de acuerdo a la zona donde se recolectaron las muestras.
- Después, las hojas se lavaron y se guardaron en un lugar adecuado para que se secan correctamente.
- La muestra recolectada de las tres especies vegetales fue llevada a la Universidad de San Cristóbal de Huamanga (FCB-UNSCH) para su identificación taxonómica, donde se utilizó una prensa para su traslado.

#### **3.5.2. Colecta y crianza de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801**

- La recolección de los ejemplares adultos de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801, conocido como el "barrenador andino", se llevó a cabo en almacenes de granos de maíz donde había presencia de gorgojos viables y también se recolectó en el mercado de la ciudad de Huanta.

- Luego, se realizó de manera cuidadosa la recolección de los ejemplares de gorgojos adultos, asegurándose de no dañar las estructuras del insecto plaga. Después, se transportaron con cuidado en una tela hacia la Universidad San Cristóbal de Huamanga, específicamente al laboratorio de Zoología de la Facultad de Ciencias Biológicas.
- Se procedió a abrir los granos de maíz que estaban infestados, utilizando una pinza, se extrajeron con mucho cuidado los ejemplares gorgojos adultos, colocándolos sobre unas placas de Petri. Luego, se llevaron a un especialista en Entomología (FCB-UNSCH) para identificar la especie correspondiente.
- Para su crianza de los ejemplares de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801, conocido como el “barrenador andino”, se tomó 400 ejemplares de gorgojos adultos donde estos se colocaron en frascos estériles junto con 4 kilogramos de granos de maíz seco entero, que previamente habían sido desinfectados.
- Luego, se construyó una cabina para la crianza y la realización del ensayo, donde los ejemplares fueron colocados en la cabina bajo condiciones controladas, manteniendo una temperatura promedio de  $25 \pm 2$  °C y un fotoperiodo de 12 horas de luz y oscuridad, todo ajustado para el experimento.
- La crianza duró un periodo de 65 días, tiempo necesario para obtener los ejemplares de gorgojos adultos.

### **3.5.3. Preparación del polvo vegetal de las tres especies vegetales**

Se procedió de la siguiente manera:

- Se lavaron las hojas recolectadas con agua y una solución de hipoclorito de sodio al 4% para asegurar que se desinfectaran de hongos, bacterias y otros elementos que pudieran estar presentes en las muestras vegetales y afectar el experimento.
- Después de lavar y desinfectar, las muestras vegetales se colocaron sobre papel absorbente limpio. Este papel se reemplazó cada vez que fue necesario hasta que las muestras se secaron de manera uniforme, asegurándonos de mover las hojas para evitar que se descompusieran.
- La muestra vegetal se secó de manera uniforme en una estufa a temperatura promedio de 40 °C durante 48 horas, asegurando que las hojas quedaran completamente secas, después, las muestras vegetales fueron llevadas al laboratorio de Zoología para ser pulverizadas.
- Las hojas y yemas, ya completamente secas de las tres especies vegetales, se molieron a mano utilizando un mortero y un pilón para obtener un polvo. Luego, el

material se tamizó con un cernidor N.º 200 para homogeneizar el tamaño de las partículas y facilitar su mezcla posterior.

- Finalmente, se utilizó una balanza analítica de alta precisión en el laboratorio de Zoología (FCB, UNSCH) para realizar las pesadas, la cual se registraron las cantidades necesarias de 1 g, 3 g y 5 g de cada una de las tres especies vegetales: *Ambrosía arborescens* “marco”, *Dodonaea viscosa* “chamana” y *Tanacetum parthenium* “santa maría”. Cada cantidad requerida para cada ensayo fue cuidadosamente anotada.

#### **3.5.4. Preparación del soporte biológico**

- La preparación de los granos de maíz se llevó a cabo con mucho cuidado, asegurándonos de que no hubiera ningún daño ni insectos antes de realizar los ensayos.
- Luego, se procedió a lavar 12,5 kilos de granos de maíz seco.
- Finalmente, se hirvió el agua y luego se sumergieron los granos de maíz por 3 minutos. Después de ese tiempo, se retiraron los granos para secarlos completamente, asegurando así que estén libres de cualquier agente como bacterias, hongos o contaminantes que pudieran estar presentes en los granos de maíz.

#### **3.5.5. Determinación del efecto biocida de las tres especies vegetal para el control de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801**

- Para evaluar el efecto biocida de los polvos de *Ambrosía arborescens* “marco”, *Dodonaea viscosa* “chamana” y *Tanacetum parthenium* “santa maría”, se utilizaron frascos de plástico con una capacidad de 0.5 litros.
- Se tomaron 100 gramos de maíz de la variedad almidón, que ya había sido tratado, y se mezclaron manualmente con los polvos de cada especie vegetal en concentraciones de 1 g, 3 g y 5 g. Se aseguró que el grano de maíz quedara completamente empapado de manera uniforme para maximizar el efecto.
- Para aumentar la potencia del experimento se utilizó un control positivo, el Tifón 2,5% en polvo seco, se aplicó de acuerdo con los procedimientos establecidos (1,0 g – 1,5 kg / tonelada).
- Luego, se introdujeron con mucho cuidado 20 ejemplares adultos de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801, conocido como el “barrenador andino”, en cada frasco que contenía los tratamientos mezclados uniformemente con los polvos de las tres especies vegetales, asegurándonos de no dañar las estructuras de los ejemplares.

- Se cubrieron los frascos con una malla fina para garantizar una buena ventilación y el oxígeno necesario, evitando así alterar el ciclo biológico del organismo de prueba. Este mismo procedimiento se aplicó tanto al grupo de control positivo como el blanco.
- Después de la inoculación, todos los frascos se colocaron en una cámara de crianza, donde se mantuvieron bajo condiciones controladas: una temperatura de  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , un fotoperiodo de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad, y una humedad relativa del 60% en los laboratorios de Zoología (FCB – UNSCH). Los ensayos se llevaron a cabo con cinco repeticiones para cada una de las tres especies vegetales.
- Una vez finalizado el procedimiento, se contabilizó el total de ejemplares muertos de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801, conocido como “barrenador andino”, después de un periodo de incubación en la cámara de crianza durante 3, 7 y 15 días de infestación por los ejemplares.
- Los ejemplares se fueron extrayendo uno a uno sobre una tela blanca, utilizando pinzas, y se colocaron cuidadosamente en sobres de papel. Luego, se tamizaron para contar los ejemplares muertos y, al final, se calculó y comparó el porcentaje de mortalidad usando métodos estadísticos.

### **3.6. Análisis de datos estadístico**

#### **A. Determinación de porcentaje de mortalidad**

Para el cálculo de porcentaje de mortalidad se utilizó las siguientes pruebas estadísticas.

#### **La prueba Probit (o análisis Probit)**

se utilizó para modelar situaciones en las que la variable dependiente es binaria o dicotómica (por ejemplo: vive/muere) y se busca entender cómo una o más variables independientes afectan esa probabilidad.

Se estimó esta prueba para estimar la probabilidad de que ocurrió un evento binario en función de una o más variables independientes.

#### **B. Comparar el efecto biocida**

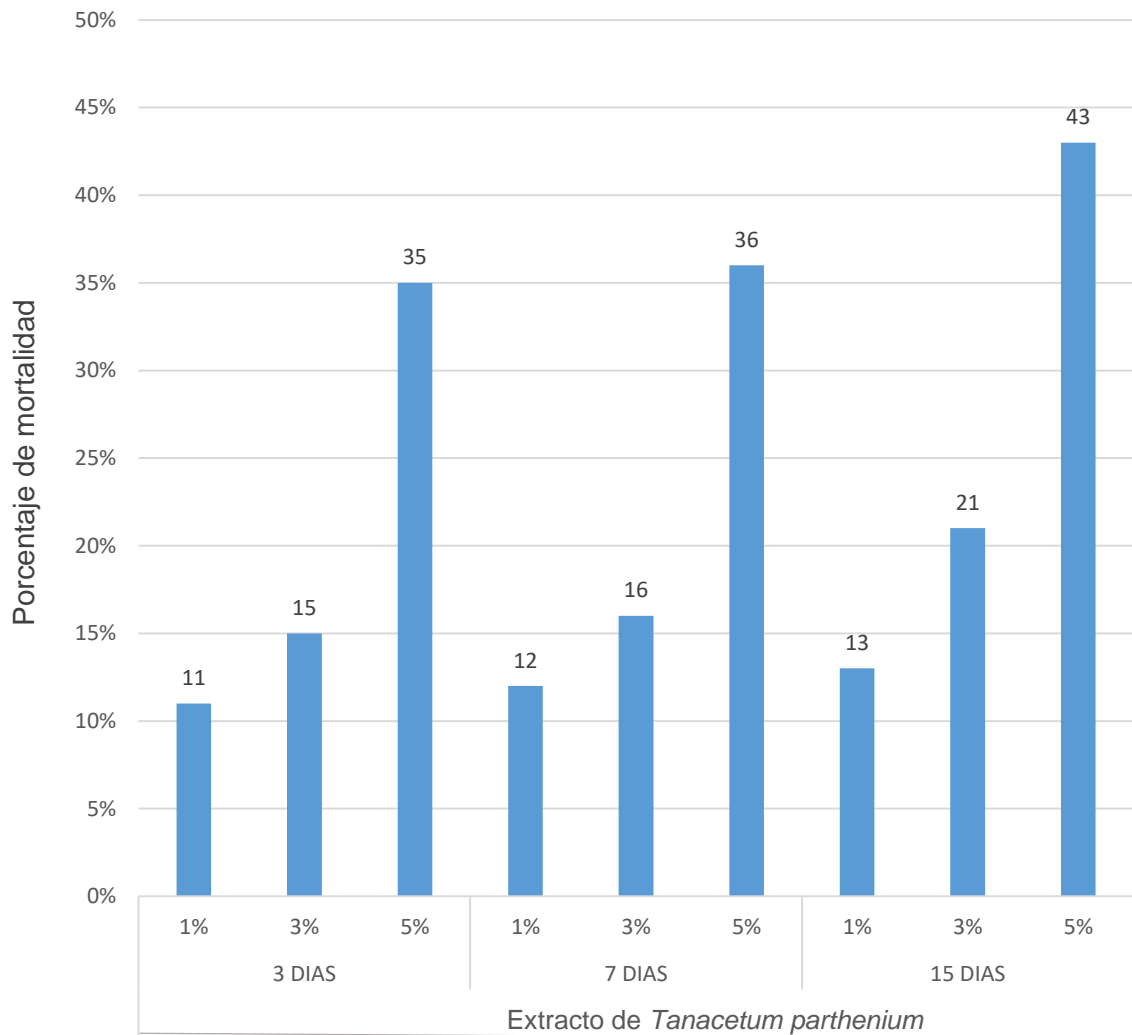
Se utilizó los métodos estadísticos de pruebas paramétricas y no paramétricas de Kruskal-Wallis, y una prueba paramétrica ANOVA en el caso de muestras independientes, y para las muestras relacionadas ANOVA y Friedman, utilizando un nivel de significancia  $p < 0,05$  (Vázquez *et al*, 2018).

### C. Calcular la Concentración Letal Media (CL<sub>50</sub>)

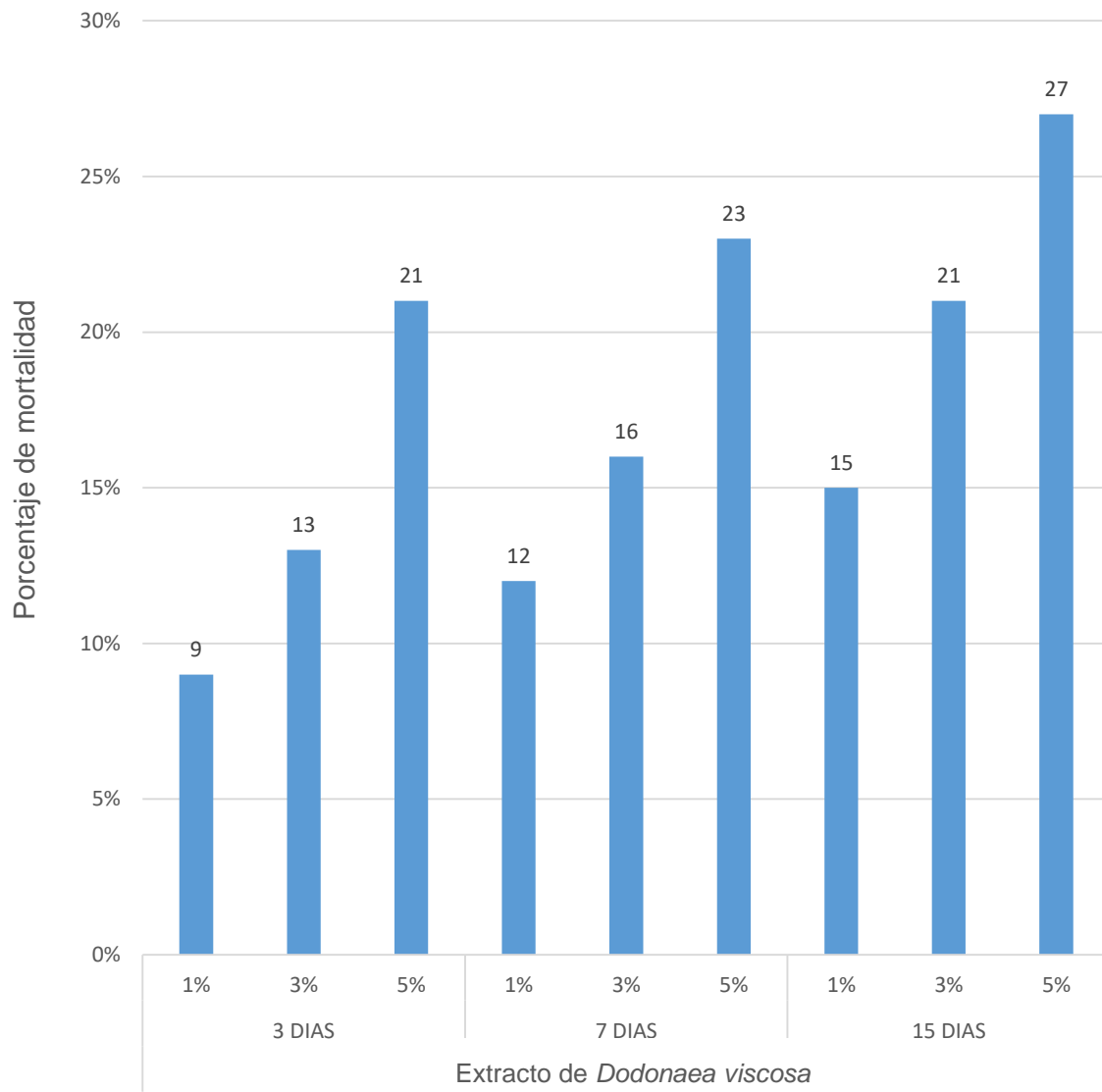
En el documento, se describe los siguientes procedimientos para calcular la CL<sub>50</sub>:

- **Análisis Probit:** Se utilizó este método para relacionar la concentración de un tóxico (variable independiente) con la mortalidad (variable dependiente).
- **Regresión Lineal:** La mortalidad acumulada se convierte en unidades Probit (eje Y), mientras que la concentración del tóxico se representa de manera logarítmica (eje X).
- **Interpolación:** Se determinó dosis del tóxico que provoca una respuesta del 50% (CL<sub>50</sub>) mediante la interpolación a lo largo de una línea recta.
- **Intervalo de Confianza:** Se considera un intervalo de confianza del 95% para garantizar la precisión del cálculo.
- **Software Estadístico:** Los datos se procesaron utilizando programas como Excel, Minitab, para realizar el análisis.

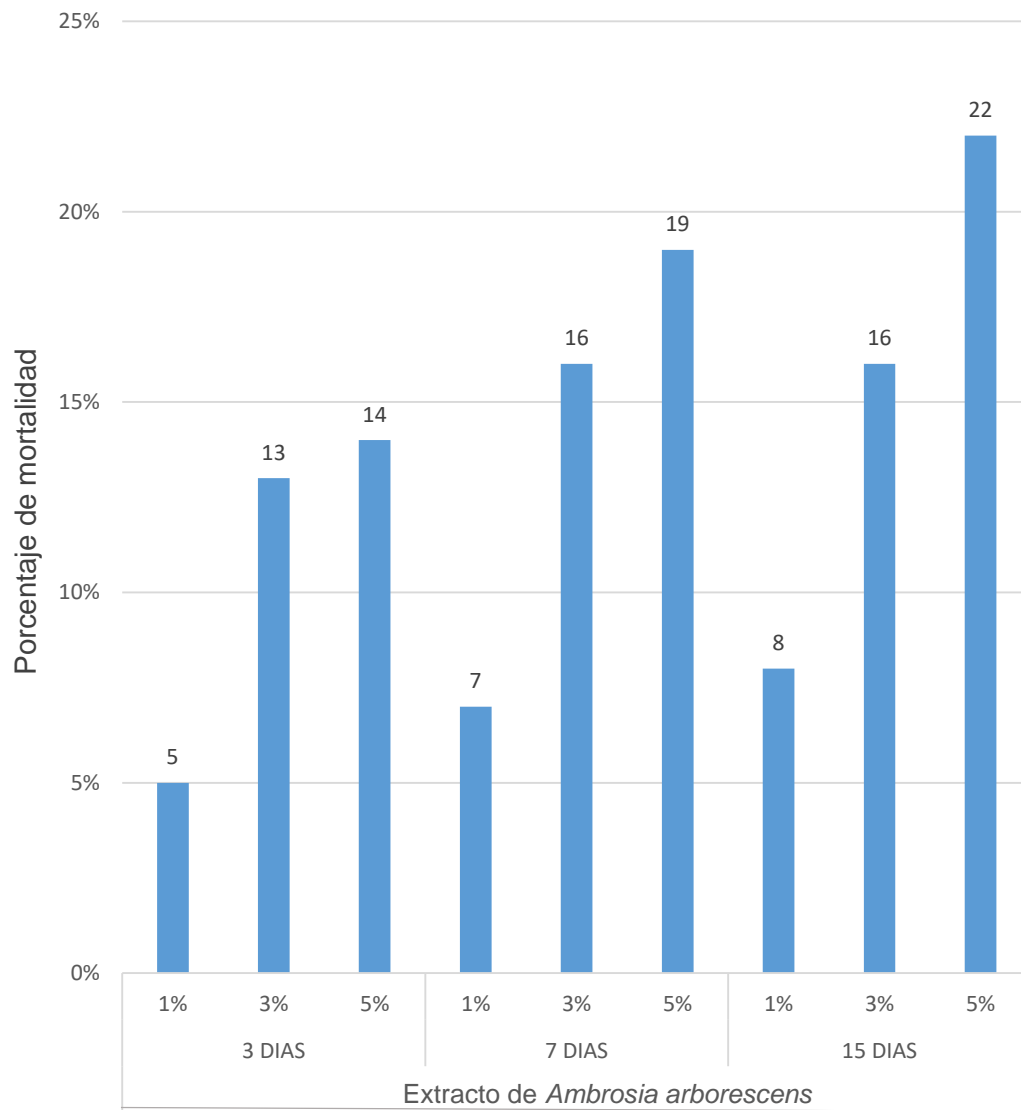
#### IV. RESULTADOS



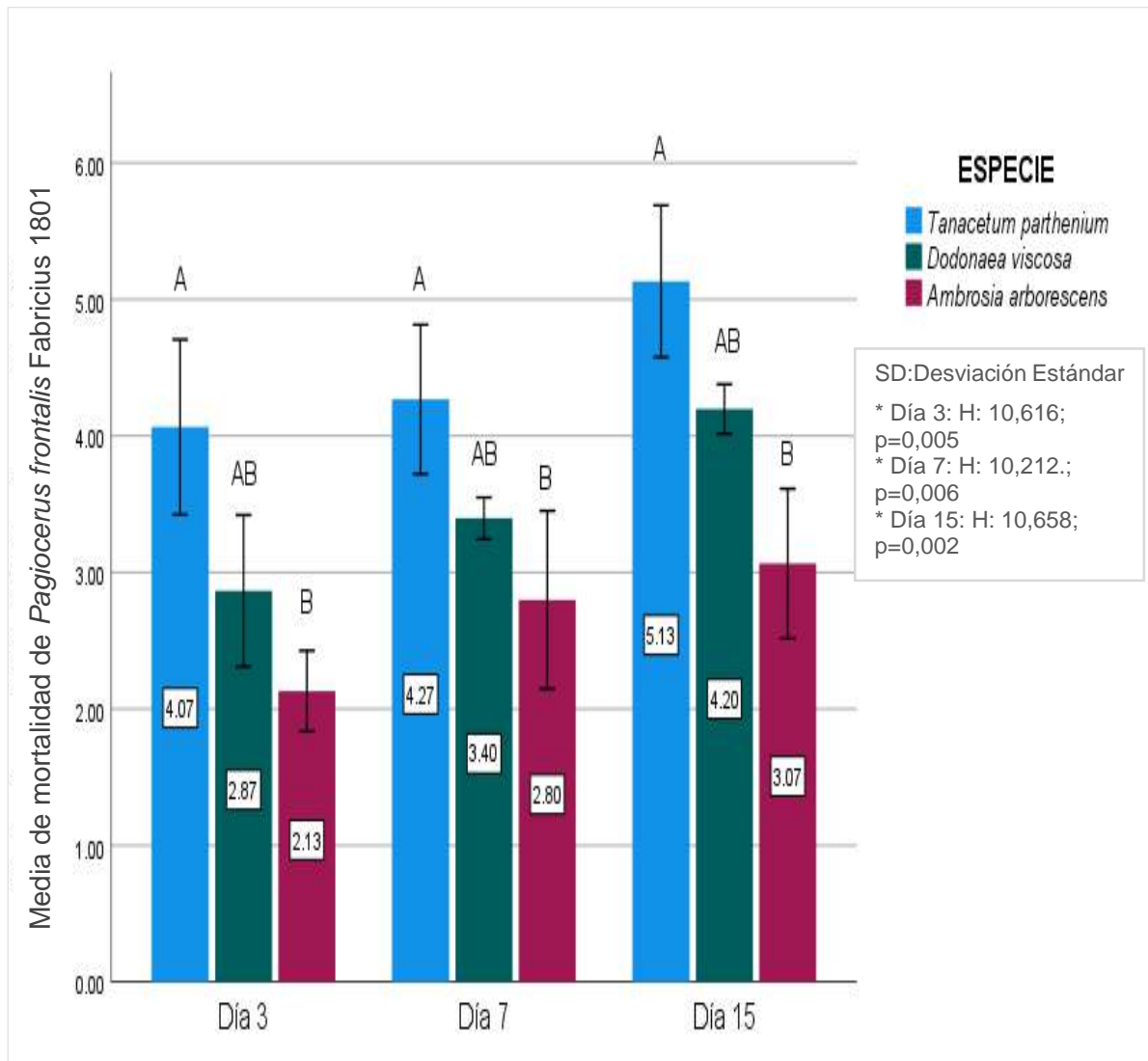
**Figura 6.** Mortalidad acumulada de *Pagiocerus frontalis* Fabricius 1801, expuesta al extracto de *Tanacetum parthenium* "santa maría" a los 3, 7 y 15 días.



**Figura 7.** Mortalidad acumulada de *Pagiocerus frontalis* Fabricius 1801, expuesta al extracto de *Dodonaea viscosa* “chamana” a los 3, 7 y 15 días.

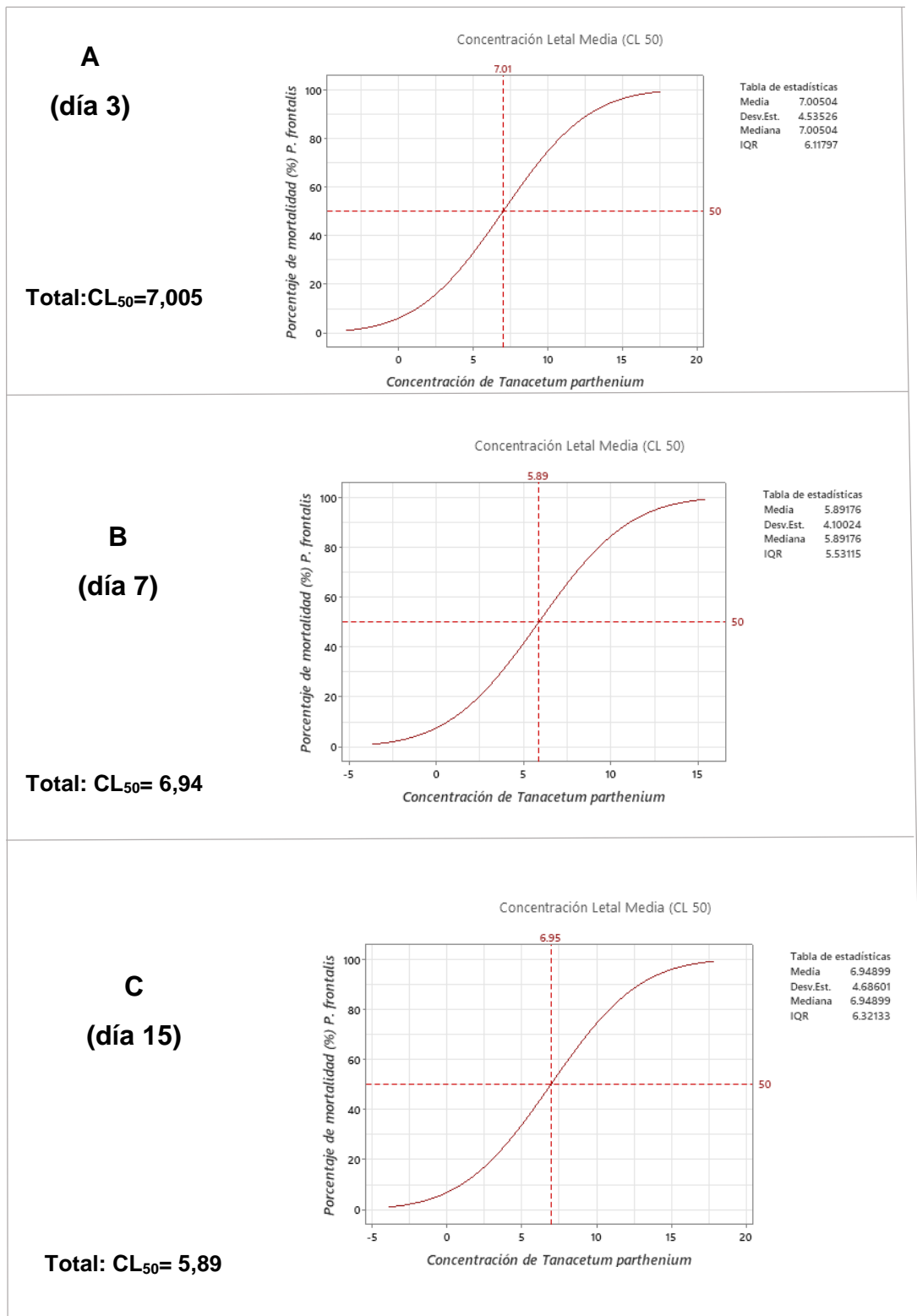


**Figura 8.** Mortalidad acumulada de *Pagiocerus frontalis* Fabricius 1801, expuesta al extracto de *Ambrosia arborescens* “marco” a los 3, 7 y 15 día.

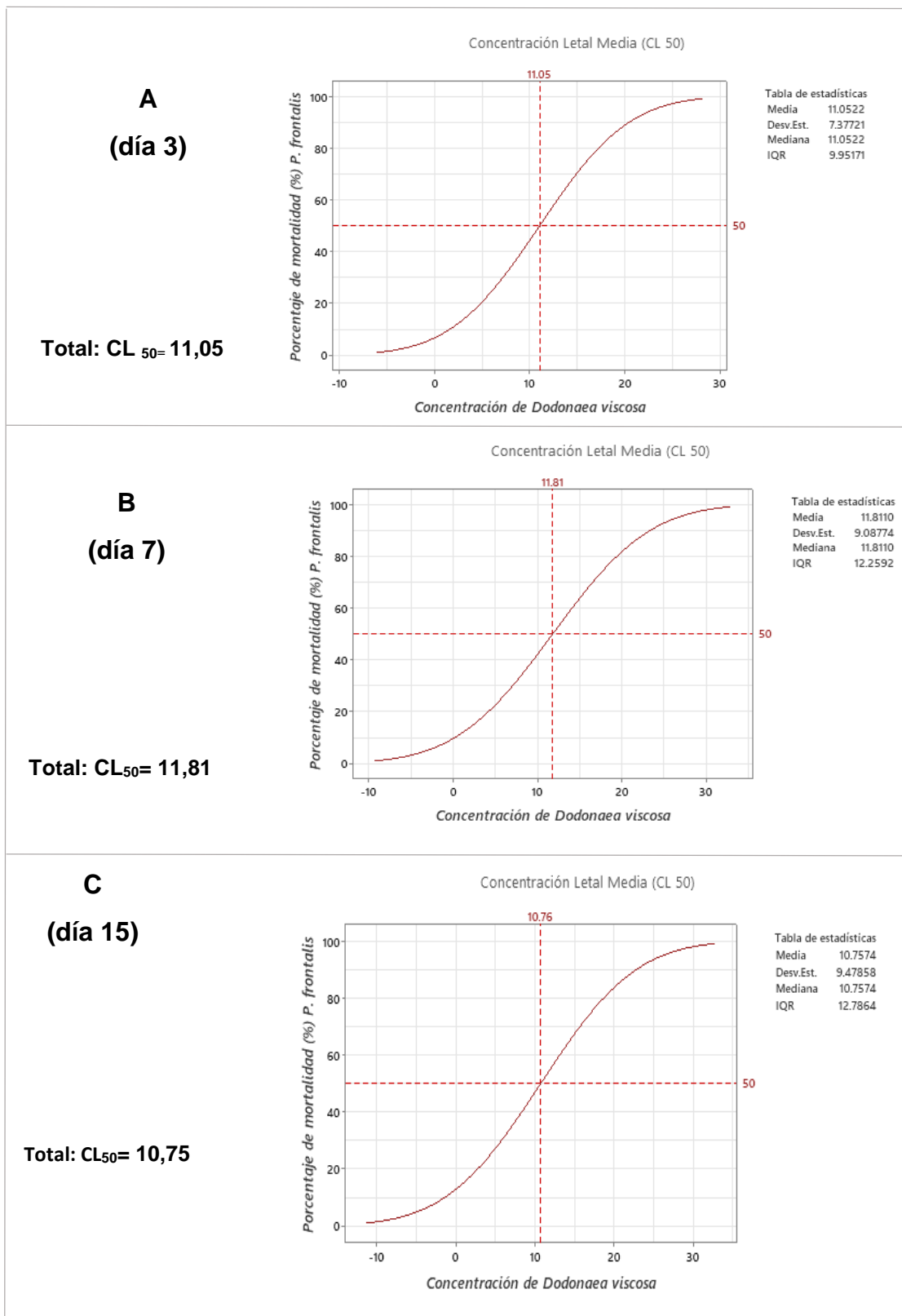


**Figura 9.** Mortalidad de *Pagiocerus frontalis* Fabricius 1801, del extracto de *Tanacetum parthenium* “santa maría”, *Dodonaea viscosa* “chamana” y *Ambrosia arborescens* “marco” a los 3, 7 y 15 días.

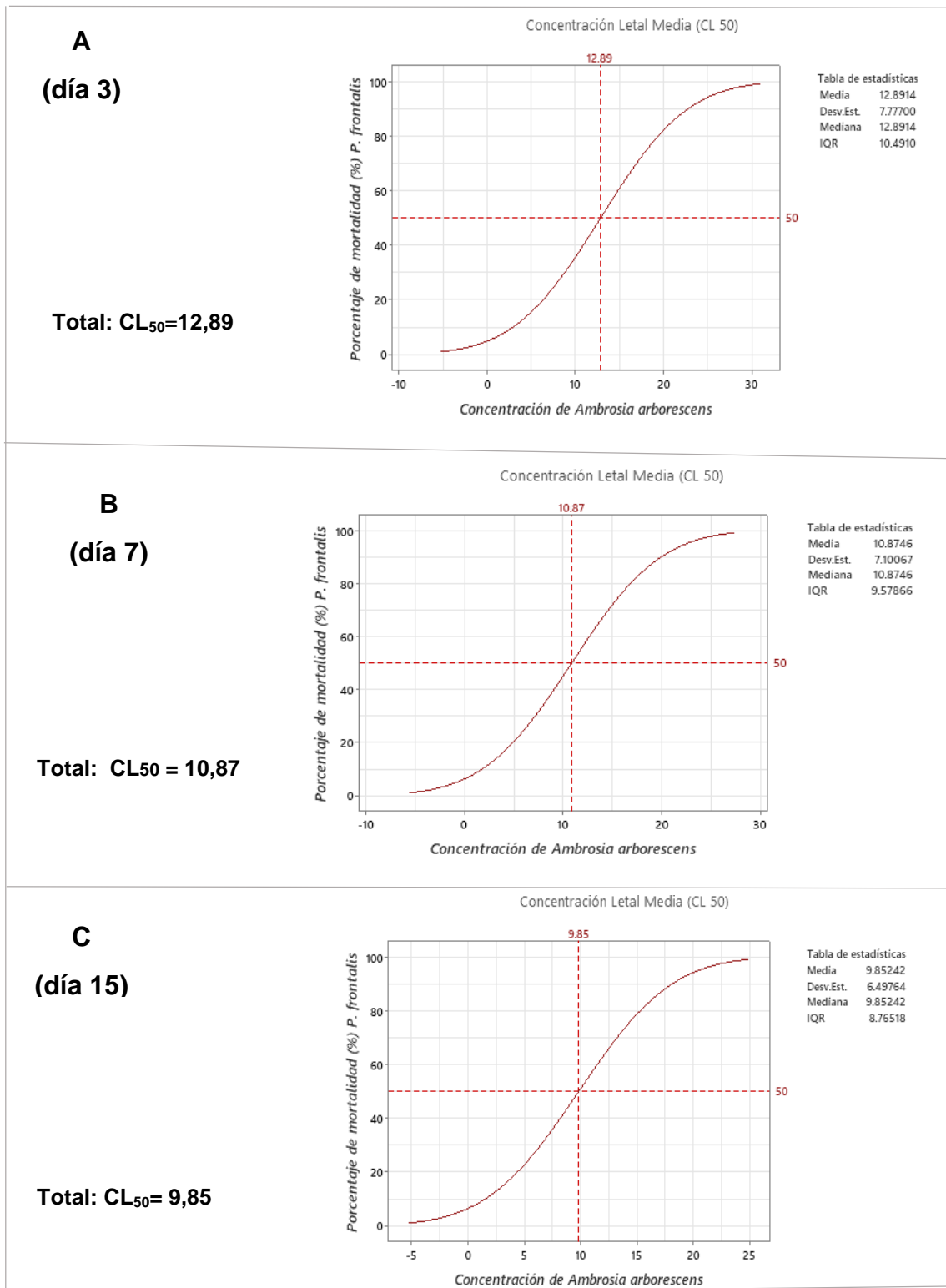
\* Medias con una letra común (A, B y C), no tienen diferencia estadísticamente significativa según la prueba de Kruskal Wallis ( $p > 0,05$ ).



**Figura 10.** Concentración letal media (CL<sub>50</sub> expresado en %) del extracto de *Tanacetum parthenium* “santa maría”, según los días 3(a), 7(b) y 15(c), frente a *Pagiocerus frontalis* Fabricius 1801, mediante el método de Probit.



**Figura 11.** Concentración letal media (CL<sub>50</sub> expresado en %) del extracto de *Dodoneae viscosa* “chamana”, según los días 3(a), 7(b) y 15(c), frente a *Pagiocerus frontalis* Fabricius 1801, mediante el método de Probit.



**Figura 12.** Concentración letal media ( $CL_{50}$  expresado en %) del extracto de *Ambrosia arborescens* “marco”, según los días 3(a), 7(b) y 15(c), frente a *Pagiocerus frontalis* Fabricius 1801, mediante el método de Probit.

**Tabla 1.** Concentración letal media (CL<sub>50</sub> expresado en %) de los extractos de *Tanacetum parthenium* “santa maría”, *Dodonaea viscosa* “chamana” y *Ambrosia arborescens* “marco” según día, frente a *Pagiocerus frontalis* Fabricius 1801.

<b>Especies</b>	<b>Día 3</b>	<b>Día 7</b>	<b>Día 15</b>
<b><i>Tanacetum parthenium</i></b>	7,01	6,95	5,89
<b><i>Dodonaea viscosa</i></b>	11,05	11,81	10,76
<b><i>Ambrosia arborescens</i></b>	12,89	10,87	9,85

\*\* Concentración letal media (CL<sub>50</sub>) determinada mediante análisis Probit, considerando los porcentajes de mortalidad observados en los diferentes días de exposición (3, 7 y 15)

## V. DISCUSIÓN

A través de del análisis realizado, se determinó la efectividad de los polvos vegetales frente a *Pagiocerus frontalis* Fabricius 1801, logrando cumplir los objetivos del estudio. En la figura 6 se observa que la mortalidad de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801 aumentó de manera proporcional al incremento de la concentración y del tiempo de exposición al polvo de *Tanacetum parthenium*. La concentración del 5% mostró el mayor efecto biocida, alcanzando 43% de mortalidad al día 15, mientras que las concentraciones de 1% y 3% evidenciaron menores efectos, con 13% y 21%, respectivamente.

Estos resultados coinciden con los hallazgos por Espinoza (2021), quien demostró que el aceite esencial de *T. parthenium* provocó una mortalidad del 100% frente a *Sitophilus zeamais* a una concentración del 4%, lo que confirma la alta eficacia insecticida de esta especie. De manera similar, Fazeli-Dinan *et al.* (2023) hallaron que *T. parthenium* presentó alta repelencia frente a *S. oryzae*, respaldando su potencial como alternativa ecológica para el control de plagas de granos almacenados. Asimismo, Ismail *et al.* (2022) y Rodríguez *et al.* (2021) también demostraron el poder biocida de especies del género *Tanacetum* frente a diversas plagas (*Meloidogyne incógnita*, *S. oryzae* y *P. frontalis*), registrando mortalidades superiores al 80%, con tiempos de exposición de 72 horas. La eficacia observada en los resultados del estudio fue menor, lo que podría atribuirse a la forma de aplicación en polvo seco e en comparación al extracto o aceite esencial, a la menor concentración utilizada o a la resistencia específica del insecto frente al tipo de compuesto liberado.

De manera general, el incremento progresivo de la mortalidad con el tiempo evidencia una acción insecticida sostenida de *T. parthenium*, probablemente relacionada con la presencia de los metabolitos activo de esta especie, que afecta a los insectos. Estos hallazgos reafirman su potencial como bioinsecticida natural, aunque la efectividad

podría optimizarse mediante formulaciones concentradas o combinadas con otras especies vegetales.

En la figura 7 se observa que la mortalidad acumulada de *Pagiocerus frontalis* aumentó progresivamente con el tiempo y con la concentración del extracto de *Dodonaea viscosa*. A los 3 días, la mortalidad varió entre 9% (1%) y 21% (5%). A los 7 días, los valores oscilaron entre 12% (1%) y 23% (5%), mientras que a los 15 días alcanzaron su máximo con 27% en la concentración de 5%, evidenciando un efecto biocida moderado y dependiente tanto del tiempo de exposición como de la concentración. Los resultados obtenidos fueron similares a Akbar *et al.* (2024), quienes evaluaron extractos acuosos de *Dodonaea viscosa* frente a *Sitophilus oryzae*, reportando una mortalidad de 90% a altas concentraciones. Donde se resaltó que la eficacia del extracto se debe a la presencia de compuestos fenólicos, flavonoides y saponinas, que alteran a los insectos. Aunque en el presente estudio los valores obtenidos fueron menores, esto puede deberse al tipo de presentación en polvo en comparación de los extractos en otros estudios, al tiempo de exposición o a la resistencia específica de *P. frontalis*. Por otro lado, Rodríguez *et al.* (2021) emplearon aceites esenciales naturales contra *P. frontalis*, obtuvieron mayores muertes en menor concentraciones, lo que demuestra la sensibilidad variable de esta especie frente a diferentes compuestos vegetales según la presentación. En el caso de *D. viscosa*, el efecto observado fue moderado pero progresivo, lo que sugiere una acción insecticida más lenta o dependiente de la acumulación de metabolitos secundarios.

El extracto de *Dodonaea viscosa* mostró una actividad biocida efectiva, aunque menor en cortos periodos, destacando una respuesta acumulativa conforme aumentó la concentración y el tiempo. Los resultados confirman su potencial como alternativa natural para el control de *P. frontalis* Fabricius 1801, aunque su eficacia podría optimizarse con formulaciones más concentradas o extractos de mayor pureza.

Por lo tanto, *Dodonaea viscosa* mostró un efecto insecticida progresivo, aunque sin alcanzar niveles de mortalidad muy elevados, lo que sugiere que su eficacia podría depender de la concentración y del modo de aplicación. El comportamiento dosis-tiempo positivo respalda su potencial uso como biocida natural en estrategias de control integrado, aunque se recomienda explorar concentraciones mayores o combinaciones con otras especies vegetales para potenciar su efecto.

En la figura 8 se aprecia que la mortalidad acumulada de *Pagiocerus frontalis* Fabricius 1801, aumentó conforme se incrementó la concentración del extracto de *Ambrosia arborescens* y el tiempo de exposición. A los 3 días, la mortalidad varió entre 5% (1%)

y 14% (5%). A los 7 días, alcanzó entre 7% (1%) y 19% (5%), mientras que a los 15 días se registró el valor máximo de 22% en la concentración de 5%. Estos resultados evidencian un efecto biocida dependiente del tiempo y la dosis, aunque de intensidad moderada.

En comparación con Zurita *et al.* (2017), el polvo de *A. arborescens* causó 41,65% de mortalidad en *Sitophilus zeamais*, lo que concuerda parcialmente con los resultados, en el cual la mortalidad fue inferior, pero mostró una tendencia creciente con la concentración. En el caso de *A. arborescens*, su menor mortalidad podría atribuirse a una liberación más lenta de los principios activos, cuya acción se asocia a la alteración de procesos enzimáticos y nerviosos en los insectos. De manera general, el extracto de *Ambrosia arborescens* presentó una actividad insecticida moderada y acumulativa, inferior a la de *Dodonaea viscosa* y *Tanacetum parthenium*, pero relevante para su posible uso combinado en estrategias de manejo integrado. Su acción lenta podría complementarse con otras plantas de efecto más agudo, optimizando la eficacia biocida y reduciendo el impacto ambiental.

En la figura 9 se observa que *Tanacetum parthenium* presentó la mayor media de mortalidad de *Pagiocerus frontalis* Fabricius 1801 durante los tres periodos evaluados, alcanzando 4,07 individuos a los 3 días, 4,27 a los 7 días y 5,13 a los 15 días. Le siguió *Dodonaea viscosa* con valores de 2,87, 3,40 y 4,20, respectivamente, mientras que *Ambrosia arborescens* registró los menores promedios 2,13, 2,80 y 3,07. Se evidenció un incremento progresivo de la mortalidad en todas las especies conforme aumentó el tiempo de exposición, con diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos, siendo *T. parthenium* la más efectiva.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Espinoza (2021), quien formuló un bioinsecticida con aceite esencial de *T. parthenium* contra *Sitophilus zeamais*, obteniendo 100% de mortalidad a una concentración de 4%. La elevada eficacia de esta especie se atribuye a la presencia de compuestos. Asimismo, Fazeli-Dinan *et al.* (2023) demostraron que *T. parthenium* mostró una alta repelencia destacando su potencial como alternativa ecológica. En comparación, los extractos de *D. viscosa* analizados por Akbar *et al.* (2024) lograron 90% de mortalidad frente a la misma plaga, confirmando su acción biocida significativa. En el presente estudio, aunque *D. viscosa* tuvo menor eficacia que *T. parthenium*, mantuvo un efecto constante y superior al de *A. arborescens*, lo que podría explicarse por la diferencia en concentración de sus compuestos frente a la susceptibilidad de *P. frontalis*. En contraste, Zurita *et al.* (2017) registraron para *A. arborescens* un 41,65% de mortalidad en *S. zeamais*, valor superior

al observado. Esta diferencia puede deberse al tipo de insecto evaluado y al método de aplicación en presentación de extracto versus polvo vegetal. Sin embargo, el comportamiento ascendente de la mortalidad con el tiempo sugiere una acción insecticida progresiva, posiblemente relacionada con compuestos presentes en la planta que actúan de forma retardada.

Los resultados confirman que *Tanacetum parthenium* presenta el efecto biocida más elevado frente a *Pagiocerus frontalis* Fabricius 1801, seguido de *Dodonaea viscosa* y *Ambrosia arborescens*. Las diferencias observadas entre especies podrían atribuirse a la concentración y tipo de metabolitos activos (terpenoides, flavonoides, saponinas), su modo de extracción y la estabilidad química frente al ambiente. En conjunto, las tres especies demostraron actividad insecticida dependiente del tiempo y la dosis, destacando su potencial como alternativas sostenibles en el control de plagas de productos almacenados, reduciendo la necesidad de insecticidas sintéticos y sus impactos negativos sobre el ecosistema.

En las figuras 10, se muestra la evolución de la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) del polvo de *Tanacetum parthenium*, para el control de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801 en función del tiempo de exposición (3, 7 y 15 días).

A los 3 días, la  $CL_{50}$  fue de 7,01%, lo que indica una eficacia moderada del polvo vegetal en el corto plazo. No obstante, se evidenció una clara relación dosis-respuesta: a mayor concentración, mayor mortalidad, alcanzando casi el 100% con dosis cercanas al 15%. Esto sugiere que el polvo tiene un efecto biocida significativo desde etapas tempranas de exposición, como también lo documentó Espinoza González (2021), quien obtuvo 100% de mortalidad en gorgojos con bioinsecticida de *T. parthenium* al 4%. Mientras que, a los 7 días (figura 7), la  $CL_{50}$  disminuyó levemente a 6,94%, reflejando un efecto acumulativo del polvo sobre la mortalidad de *P. frontalis* Fabricius, 1801. La tendencia ascendente en la curva de mortalidad se mantuvo, reafirmando la eficacia creciente del tratamiento con el tiempo. Este patrón coincide con los hallazgos de Ismail *et al.* (2022), quienes observaron alta toxicidad acumulativa de compuestos de *T. parthenium* contra *Sitophilus oryzae*. Finalmente, a los 15 días (figura 8), la  $CL_{50}$  se redujo aún más, alcanzando 5,89%. Este resultado confirma una eficacia sostenida y creciente del polvo de *T. parthenium* a lo largo del tiempo, lo que permite su aplicación en estrategias de control prolongado con dosis menores. La reducción progresiva de la  $CL_{50}$  respalda la hipótesis de que los compuestos activos del polvo tienen un efecto retardado o acumulativo. Si bien Fazeli-Dinan *et al.* (2023) reportaron un efecto repelente más que letal con extractos de *T. parthenium*, estos resultados destacan la importancia de

considerar tanto los efectos tóxicos como los repelentes en el desarrollo de Bioinsecticidas.

En resumen, se observó que la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) del polvo de *Tanacetum parthenium* disminuyó progresivamente en relación con el tiempo de exposición del insecto *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801, a los tratamientos. Desde una postura Entomotoxicológica, la reducción de la CL<sub>50</sub> en relación al tiempo transcurrido propone que el tratamiento con *T. parthenium* no solo actúa como tóxico de contacto inmediato, sino también es un agente de acción retardada que logra mantener su efecto letal en el tiempo. Este resultado, resalta su potencial como alternativa de agente biocida sostenible, especialmente en programas de manejo integrado de plagas. No obstante, a pesar de tener una diferencia mínima los valores de 3 y 7 días, la reducción notable al día 15 es necesario realizar otros estudios adicionales con la finalidad de definir la persistencia del efecto en condiciones de campo, así como su impacto en insectos no objetivo.

Por otra parte, en las figuras 11, se observa que la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) del polvo de *Dodonaea viscosa* "chamana" sobre *Pagiocerus frontalis* Fabricius 1801, varió en función del tiempo de exposición. Agrupando los datos obtenidos, la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) del extracto de *Dodonaea viscosa* mostro ligeras fluctuaciones durante el tiempo. A los tres días de exposición, se obtuvo una CL<sub>50</sub> de 11,05%, aumentando a 11,81% a los siete días, y luego reduciendo a 10,75% a los quince días. A diferencia de lo observado con *Tanacetum parthenium*, que presentó una disminución constante, en este caso se observó una variabilidad no lineal. Los resultados muestran que *D. viscosa* tiene un potencial insecticida moderado frente a *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801, pero su efectividad parece ser poco consistente con el pasar del tiempo si se compara con *T. parthenium*.

Esta diferencia sugiere que los compuestos bioactivos de *D. viscosa* podrían ser menos tóxicos o actuar más lentamente sobre los gorgojos. Además, el comportamiento no lineal de la CL<sub>50</sub> a lo largo del tiempo revela una eficacia irregular, lo cual limita su aplicación como bioinsecticida de uso sostenido sin ajustes en concentración o formulación.

Estos hallazgos concuerdan parcialmente con lo reportado por Akbar *et al.* (2024), quienes señalaron que los extractos vegetales tienden a aumentar su eficacia con el tiempo debido a su acción acumulativa. Sin embargo, en este estudio, el polvo de *D. viscosa* no mostró una tendencia clara en ese sentido. En estudios previos, se registraron mortalidades de hasta 97% con extractos de *D. viscosa* en concentraciones

mucho menores (0,25 % a 7,5 %), lo que refuerza la idea de que el tipo de formulación (extracto vs. polvo) influye significativamente en la eficacia insecticida. Por tanto, aunque el polvo vegetal de *D. viscosa* tiene cierto potencial, su aplicación en el manejo sostenible de plagas podría requerir ajustes técnicos, como el aumento de dosis, cambios en el método de aplicación, o su combinación con otros compuestos para potenciar su acción y evitar el desarrollo de resistencia.

Por otro lado, en las figuras 12, se observa que la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) para *Ambrosia arborescens* “marco” disminuyó progresivamente con el tiempo: 12,89% a los tres días, 10,87% a los siete días y 9,85% a los quince días. Esta tendencia sugiere un efecto acumulativo, donde la toxicidad del polvo vegetal se incrementa conforme se prolonga la exposición. Los datos indican una eficacia moderada en las primeras 72 horas, que mejora con el tiempo, lo que podría atribuirse a una acción lenta pero sostenida del compuesto sobre *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801.

Por consiguiente, la disminución progresiva de la CL<sub>50</sub> en *Ambrosia arborescens* “marco” demuestra su potencial como insecticida de acción prolongada. Aunque sus valores iniciales fueron más altos en comparación con *Tanacetum parthenium* y *Dodonaea viscosa*, mostró una tendencia decreciente que sugiere una mayor eficacia con el tiempo, especialmente útil frente a *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801, un insecto que permanece oculto durante gran parte de su ciclo. Este patrón indica que *A. arborescens* podría integrarse en estrategias de control prolongado o combinado. Sin embargo, en las primeras fases del tratamiento, *A. arborescens* fue menos efectivo que *T. parthenium* y *D. viscosa*, que presentaron CL<sub>50</sub> más bajas en menor tiempo. A pesar de ello, su eficacia mejora con la prolongación del tiempo de exposición. En línea con estos hallazgos, Zurita *et al.* (2017) reportaron un efecto insecticida moderado de *A. arborescens*, que incrementa con el tiempo. En su estudio, el tratamiento con polvo de esta planta provocó una mortalidad del 41,65% en gorgojos del maíz (*Sitophilus zeamais*). No obstante, se requieren investigaciones adicionales para evaluar otras concentraciones y lograr un control más eficaz en granos almacenados de *Zea mays* “maíz”.

Los resultados indican que la eficacia de los tratamientos varía según la especie y la concentración. *Tanacetum parthenium* “santa maría” al 5% fue el más efectivo, alcanzando una media alta de mortalidad a los 15 días. *Dodonaea viscosa* “chamana” mostró una respuesta moderada, mientras que *Ambrosia arborescens* “marco” fue la menos eficaz.

## VI. CONCLUSIÓN

1. El porcentaje de mortalidad comparado de *Tanacetum parthenium* “santa maría”, *Dodonaea viscosa* “chamana”, y *Ambrosia arborescens* “marco” a concentraciones de 1%, 3%, y 5% en periodo de 3, 7 y 15 días mostró que *Tanacetum parthenium* “santa maría” fue consistentemente la más efectiva en todas la concentraciones y tiempos con 43% de mortalidad, siendo la concentración al 5% al día 15, y el más bajo en porcentaje mortalidad se obtuvo con *Ambrosia arborescens* “marco” con un 5% a una concentración de 1% en 3 días de mortalidad.
2. El efecto biocida del polvo de *Tanacetum parthenium* presentó la mayor media de mortalidad de *Pagiocerus frontalis* durante los tres periodos evaluados, alcanzando una media de 4,07 a los 3 días, 4,27 a los 7 días y 5,13 a los 15 días. Le siguió *Dodonaea viscosa* con valores de 2,87, 3,40 y 4,20, respectivamente, mientras que *Ambrosia arborescens* registró los menores promedios 2,13, 2,80 y 3,07. Se observó incremento progresivo de la mortalidad en todas las especies conforme aumentó el tiempo de exposición, con diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos, siendo *T. parthenium* la más efectiva.
3. La concentración letal media (CL<sub>50</sub>) del polvo para las tres especies vegetales fue: para *Dodonaea viscosa* “chamana” a los 3 días fue 11,05%, a los 7 días fue 11,81% y a los 15 días fue 10,75%; para *Tanacetum parthenium* “santa maría” a los 3 días fue 7,05%; a los 7 días fue 6,94% y a los 15 días fue 5,09%; y para *Ambrosia arborescens* “marco” a los 3 días fue 12,89%; a los 7 días fue 10,87% y a los 15 días fue 9,95% sobre adultos de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801 “barrenador andino” (Coleóptera: Curculionidae).

## VII. RECOMENDACIONES

1. Es necesario considerar las condiciones controladas durante la crianza del gorgojo en ensayos, para que no se generen sesgos en la investigación, Es primordial contar con un ambiente con condiciones óptimas para la temperatura, humedad relativa y fotoperiodo. Con lo cual se obtienen condiciones que permitan que la mortalidad de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801 “gorgojo” sea la mínima en el proceso de crianza y preparación de los materiales con el fin de tener resultados fidedignos y sin sesgos en la investigación.
2. Disponer de equipos más avanzadas para la preparación de bioinsecticida a base de estas plantas con el propósito de optimizar los procesos en tiempo, calidad y rendimiento de los productos finales.
3. Se sugiere realizar futuras investigaciones que incluyan otras plantas de especies aromáticas que contengan metabolitos con efecto biocida. Incluir otras especies de plantas permitirá tener un amplio panorama de manejo de control de plagas con diferentes especies vegetales con efectos biocida con la finalidad de reducir riesgos potenciales para ser humano e el control y manejo de productos biocida frente manejo de plagas. Asimismo, permite mejorar las alternativas y proporcionar opciones favorables, seguras y efectivas en el control y manejo de plagas en el sector agrícola, de manera sostenible y ecoamigables.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, J. (2020). Métodos de control para gorgojo de maíz (*Pagiocerus frontalis*) en almacén. Universidad Nacional Del Centro Del Centro, 118. [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6256/T010\\_47387151\\_t.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6256/T010_47387151_t.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Alvarez, J. (2020). Métodos de control para gorgojo de maíz (*Pagiocerus frontalis*) en almacén. Universidad Nacional Del Centro Del Centro, 118. [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6256/T010\\_47387151\\_t.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6256/T010_47387151_t.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Akbar, R., Afzal, S., Sun, J., Faheem, B., Bibi, R., Azad, R., ... Alkenani, N. A. (2024). Efficacy of various plant extracts and synergism against domestic species of rice weevil *sitophilous oryzae* (Curculionidae: Coleoptera). Polish journal of environmental studies, 33(3), 3033–3044. doi:10.15244/pjoes/175595
- Banik, S., & Prashant P, P. (2007). Biological Control of Diseases in Field Crops: Status and Concerns. Agrotechnology Vol II, 797106(1996), 336–352.
- Benavente, Q. (2018). Evaluación de la actividad biocida del aceite esencial de hojas de muña (*Minthostachys mollis*) en el gorgojo de maíz (*Stitophilus zeamais*) [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/643>
- Benavente, Q. (2018). Evaluación de la actividad biocida del aceite esencial de hojas de muña (*Minthostachys mollis*) en el gorgojo de maíz (*Stitophilus zeamais*) [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/643>
- Cardoso, de A. F., da Silva, P. J., de Paula, P. V, Figueiredo, A., Cárdenas, N., & González, A. B. (2014). Eficiencia de extractos vegetales como insecticida sobre *Sitophilus zeamais* en granos de maíz almacenados. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 23(2), 57–62.
- De Dios, N., Rios, C., Cambero, J., Burgos, A., Miranda, J., & Estrada, M. (2023). Curculionidae: Scolytinae ) Associated with Avocado. Bioone Complete.
- Espinoza González, L. A. (2021). Formulación bioinsecticida a partir de *Santa María* (*Tanacetum parthenium* L.) para controlar el ataque del gorgojo de maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) a granos almacenados [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20307>
- Fazeli-Dinan, M., Osia-Laghab, SH, Amini, M., Davoodi, A., Nikookar, SH, Yazdani Charati, J., ... Enayati, A. (2023). Composición fitoquímica, toxicidad y efectos repelentes de los extractos de las plantas medicinales *Peganum harmala*, *Pterocarya fraxinifolia* y *Tanacetum parthenium* contra *Sitophilus oryzae* L. Toxin Reviews, 42 (2), 548–558. <https://doi.org/10.1080/15569543.2023.2178013>
- Flores Cisneros, K. (2014). Actividad biocida del extracto hidroalcoholico de las hojas de *Ambrocia arborescen mil* “marco” sobre larvas de *Culex quinquefasciatus*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga].
- González, N., Silos, H., Estrada, J. C., Chávez, J.A., & Tejero, L. (2017). Características y propiedades del maíz (*Zea mays* L.) criollo cultivado en Aguascalientes, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 7(3), 669–680.
- Gregor, J., Dominique, E., Ogusuku, E., & Furlong, M. J. (2008). Uso De Insecticidas: Contexto Y Consecuencias Ecológicas. Rev. Peru. Med. Exp. Salud Publica, 25(1), 74–100.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. McGraw-Hill Interamericana.

- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación, las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Editorial Mc Graw Hill. <https://repositoriobibliotecas.uv.cl/handle/uvvsc/1385>
- Hurrell, J. A. (2013). flora rioplatense sistemática, ecológica y etnobotánica de las plantas vasculares rioplatense. In sociedad argentina de botanica (talleres g, Vol. 7). [www.botanicargentina.com.ar](http://www.botanicargentina.com.ar).
- Ismail, M., Javed, S., Kazim, M., Razaq, A., Hussain, E., Attia-tul-Wahab, ... Choudhary, M. I. (2022). Phenylpropanoids from *Tanacetum baltistanicum* with Nematocidal and Insecticidal Activities. *Chemistry of Natural Compounds*, 58(4), 637–643. doi:10.1007/s10600-022-03759-x
- Ley sobre el Manejo Integrado sobre el Control de Plagas, Ley N° 26744, 1997, Artículos 1-6.
- Macuri, E. R. (2016). Estudio de la diversidad fenotípica del maíz (*Zea mays L.*) en la sierra baja y media del Perú [Tesis de Pre- grado, universidad nacional agraria La Molina. [Http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1981](http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1981)
- Carballo M, F. G. (2004). Control biológicos de plagas agrícolas (G. L. Cano Enilda , Carballo Manuel, Chput Pascal , Fernández Orietta (ed.); primera ed). WWW. BIOPLAGUICIDAS.ORG
- Ozin, B. I. B., Ukic, N. E. D. A. M. I., Amojlik, I. S. S., & Ovin, E. M. J. (2007). antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*rosmarinus officinalis L.* and *sakvia officinalis L. laminaceae* ) essential oils. *Agricultural and Food Chemistri*, 7879–7885.
- Polatoğlu, K., Karakoç, Ö. C., Demirci, B., Gören, N., & Can Başer, K. H. (2015). *Sitophilus granarius L.* (Coleoptera) toxicity and biological activities of the essential oils of *Tanacetum macrophyllum* (waldst. & kit.) Schultz bip. *Journal of Oleo Science*, 64(8), 881–893. doi:10.5650/jos.ess15078
- Quiñones, H., Fores, M., Cerna, E., Aguirre, L. A., Landeros, J., Ochoa, Y. M., & Frias, G. A. (2017). Efectividad de polvos vegetales sobre adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky coleóptera: curculionidae. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(3), 721–726.
- Reyes Elia. (2019). Introducción a la toxicología. In C. A. B. y G. I. R. N. Lic. Carlos Raziel Leños (Ed.), *Introducción a La Traumatología* (Universidad). <https://doi.org/10.26820/978-9942-787-89-7>
- Rodríguez, L, M., Roque, B., & Solís, L. (2021). Actividad insecticida del aceite esencial de pampa añís (*Tagetes filifolia Lag.*) sobre el gorgojo de maíz (*Pagiocerus frontalis*). *Revista de Investigaciones*, 10(3), 186–197. <https://doi.org/10.26788/riepg.v10i3.2329>
- Rojas-Ramírez, A. (2021). *Diagnóstico y efecto de extractos vegetales sobre insectos asociados al cultivo de maíz (Zea mays) en Cuautinchán, Puebla* [Tesis de pregrado, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. <https://hdl.handle.net/20.500.12371/14564>
- Rojas-Ramírez, A. (2021). *Diagnóstico y efecto de extractos vegetales sobre insectos asociados al cultivo de maíz (Zea mays) en Cuautinchán, Puebla* [Tesis de pregrado, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. <https://hdl.handle.net/20.500.12371/14564>
- Román-Farje, A., Iannaccone, J., & Alvareño, L. (2017). Efecto tóxico del Sauco, *Sambucus peruviana* (Caprifoliaceae) en *Daphnia magna*, *Sitophilus zeamais* y *Copidosoma koehleri* en Perú. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences*, 33(1), 3–13.
- Romero, J. V. (2016). Actividad insecticida y acción residual del Spinosad sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (coleoptera: curculionidae) en granos de maíz y trigo almacenados [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1972>

- Salvadores, Y., Silva, G., Tapia, M., & Hepp, R. (2007). Polvos de especies aromáticas para el control del gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* motschulsky, en trigo almacenado. *Agricultura Técnica*, 67(2), 147–154.
- Silva, G., Gonzalez, P., Hepp, R., & Casals, P. (2004). Control de *Sitophilus zeamais* motschulsky con polvos inertes. *Agrociencia*, 38(5), 529–536.
- Silva, G., Lagunés, A., & Rodríguez, J. (2003). Control de *Sitophilus zeamais* (coleóptera: curculionidae) en polvos vegetales solos y en mezcla con carbonato de calcio en maíz almacenado. *Ciencia e Investigación Agraria*, 30(3), 153–160.
- Silva, G., Lagunés, A., & Rodríguez, J. (2003). Control de *Sitophilus zeamais* (coleóptera: curculionidae) en polvos vegetales solos y en mezcla con carbonato de calcio en maíz almacenado. *Ciencia e Investigación Agraria*, 3(3), 153–160.
- Silva, G., Orrego, O., Hepp, R., & Tapia, M. (2005). Búsqueda de plantas con propiedades insecticidas para el control de *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado. *Pesq. Agropec. Bras, Brasília*, 40(1), 11–17.
- Silva, G., Pizarro, D., Casals, P., & Berti, M. (2003). Evaluación de plantas medicinales en polvo para el control de *Sitophilus zeamais* motschulsky en maíz almacenado. *R. Bras. Agrociencia*, 9(4), 383–388.
- Silva, G., Pizarro, D., Casals, P., & Berti, M. (2003). Evaluación de plantas medicinales en polvo para el control de *Sitophilus zeamais* motschulsky en maíz almacenado. *R. Bras. Agrociencia*, 9(4), 383–388.
- Silva-Aguayo, G. I., Kiger-melivilu, R., Hepp-Gallo, R., & Tapia-Vargas, M. (2005). Control de *Sitophilus zeamais* con polvos vegetales de tres especies del género *Chenopodium*. *Pesq. Agropec. Bras, Brasilia*, 40(10), 953–960.
- Silva-Aguayo, G. I., Kiger-melivilu, R., Hepp-Gallo, R., & Tapia-Vargas, M. (2005). Control de *Sitophilus zeamais* con polvos vegetales de tres especies del género *Chenopodium*. *Pesq. Agropec. Bras, Brasilia*, 40(10), 953–960.
- Trabanino, R. (1998). Manejo integrado de plagas invertebradas en Honduras. Zamorano Academic Press.
- Vázquez-Villegas, P. T., Meza-Gordillo, R., Gutiérrez-Miceli, F. A., Ruíz-Valdiviezo, V. M., Villalobos-Maldonado, J. J., Montes-Molina, J. A., & Fernández-Toledo, A. A. J. (2018). Determinación de cl50 y ce50 de endosulfan lactona y diazinon en lombriz de tierra (*Eisenia foetida*). *Agroproductividad*, 11(4), 105-112
- Yanez C, C. Rios, N., Mora, F., Rojas, L., Diaz, T., Velasco, Y., Rios, N., & Melendez, P. (2011). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de *Ambrosia peruviana* Willd. de los llanos venezolanos. *Revista Peruana de Biología*, 18(2), 149–151. <https://doi.org/10.15381/rpb.v18i2.245>.
- Zurita, H., Valle, L., Vásquez, C., Curay, S., Buenaño, M., & Guevara, D. (2017). Eficiencia del uso de plantas insecticidas en el control del gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, (Coleoptera: Curculionidae). *Investigación Agraria*, 19(2), 120–126.

## IX. ANEXOS

**Anexo 1.** *Tanacetum parthenium* “santa maría” en el centro poblado de Pantacc, Iguain (Huanta – Ayacucho) 2022.



**Anexo 2.** *Ambrosia arborescens* “marco” en el centro poblado de Pantacc, Iguain (Huanta – Ayacucho) 2022.



**Anexo 3.** *Dodonaea viscosa* “chamana”, en el centro poblado de Pantacc, Iguain (Huanta –Ayacucho) 2022.



**Anexo 4.** Lavado de hojas *Ambrosia arborescens* “marco” (Huanta – Ayacucho) 2022.



**Anexo 5.** Secado de hojas *Ambrosia arborescens* “marco” (Huanta – Ayacucho) 2022.



**Anexo 6.** Pulverización de hojas secas con un mortero en el laboratorio de Zoología, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.



**Anexo 7.** Tamización de las hojas en un colador en malla fina en ambientes de Zoología, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.



**Anexo 8.** Pesado de hojas pulverizadas sobre una balanza en laboratorios de Biotecnología, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.



**Anexo 9.** Pesado de granos de maíz sobre una balanza en laboratorios de Biotecnología, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.



**Anexo 10.** Preparado de los materiales para dar inicio los ensayos experimentales en laboratorio de Zoología, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.



**Anexo 11.** Selección de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801, viables para dar inicio con el ensayo en laboratorios de Zoología, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.



**Anexo 12.** Proceso de experimento en una cámara de crianza bajo condiciones óptimas para su control en laboratorio de Zoología, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.



**Anexo 13.** Proceso de experimento en una cámara de crianza bajo condiciones óptimas para su control en laboratorio de Zoología Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.



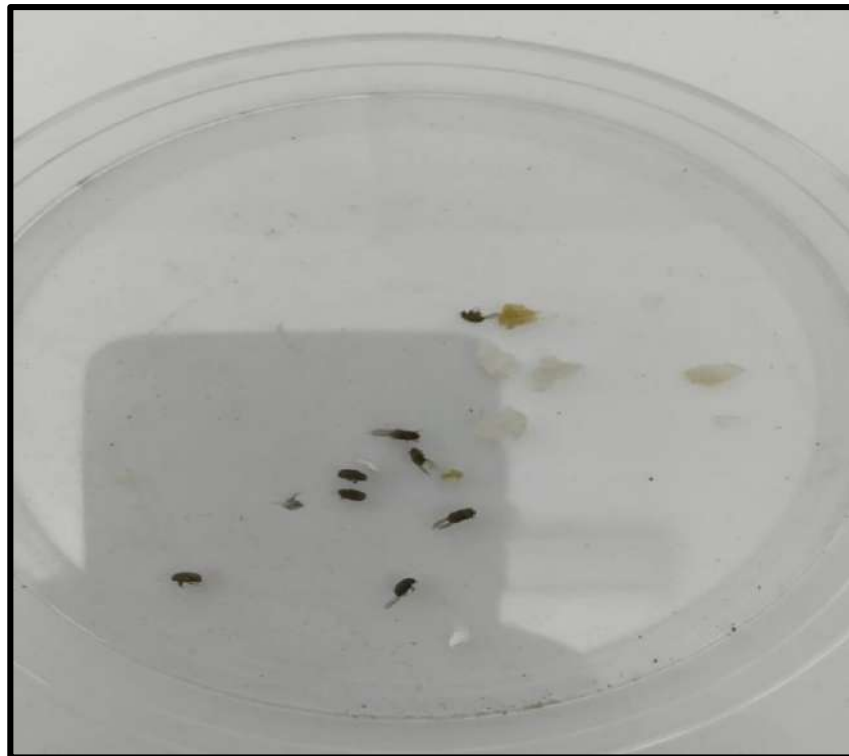
**Anexo 14.** Tamizaje en una sobre una bandeja para su conteo del *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801, viables y no viables en laboratorio de Zoología, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.



**Anexo 15.** Selección de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801, muertas sobre una bandeja en laboratorio de Zoología, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.



**Anexo 16.** *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801, muertas sobre una placa Petri después del tiempo asignado para su control en laboratorio de Zoología, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.



**Anexo 17.** Cámara de crianza de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801, laboratorio de Zoología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2022.



**Anexo 18.** Almacén artesanal de maíces, en el centro poblado de Pantacc – Iguain (Huanta – Ayacucho) 2023.



# CONSTANCIA

LA BIÓLOGA LAURA AUCASIME MEDINA  
ESPECIALISTA EN TAXONOMÍA Y SISTEMÁTICA  
DE PLANTAS DEJA CONSTANCIA:

Que, el Bachiller en Ciencias Biológicas Sr. Yeltsin VEGA RUIZ, ha solicitado  
la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada según el Sistema de  
Clasificación de Cronquist. A. 1988. Siendo su taxonomía la siguiente:

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
ORDEN	:	SAPINDALES
FAMILIA	:	SAPINDACEAE
GENERO	:	Dodonaea
ESPECIE	:	<i>Dodonaea viscosa</i> ( L.) Jacq. "chamana"

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que  
estime conveniente.

Ayacucho, 12 de diciembre del 2022



**LAURA AUCASIME MEDINA**

LAUCASIME MEDINA

BIÓLOGA

**Reg. C.B.P. N° 583 C.R. - XIII**

# CONSTANCIA

LA BIÓLOGA LAURA AUCASIME MEDINA  
ESPECIALISTA EN TAXONOMIA Y SISTEMÁTICA  
DE PLANTAS DEJA CONSTANCIA:

Que, el Bachiller en Ciencias Biológicas Sr. Yeltsin VEGA RUIZ, ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada según el Sistema de Clasificación de Cronquist. A. 1988. Siendo su taxonomía la siguiente.

DIVISIÓN : MAGNOLIOPHYTA  
CLASE : MAGNOLIOPSIDA  
ORDEN : ASTERALES  
FAMILIA : ASTERACEAE  
GENERO : *Ambrosia*  
ESPECIE : *Ambrosia arborescens* Mill.

"marco", "altamisa"

Se expide la presente constancia a solicitud del Interesado para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 12 de diciembre del 2022



LAURA AUCASIME MEDINA

Reg.BIOLOGA  
LAURA AUCASIME MEDINA  
C.B.P. N° 583

# CONSTANCIA

LA BIÓLOGA LAURA AUCASIME MEDINA  
ESPECIALISTA EN TAXONOMÍA Y SISTEMÁTICA  
DE PLANTAS DEJA CONSTANCIA:

Que, el Bachiller en Ciencias Biológicas Sr. Yeltsin VEGA RUIZ, ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada según el Sistema de Clasificación de Cronquist. A. 1988. Siendo su taxonomía la siguiente.

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
ORDEN	:	ASTERALES
FAMILIA	:	ASTERACEAE
GENERO	:	Tanacetum
ESPECIE	:	<i>Tanacetum parthenium</i> (L.)Sch. Bip. "santa maría"

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 12 de Diciembre del 2022

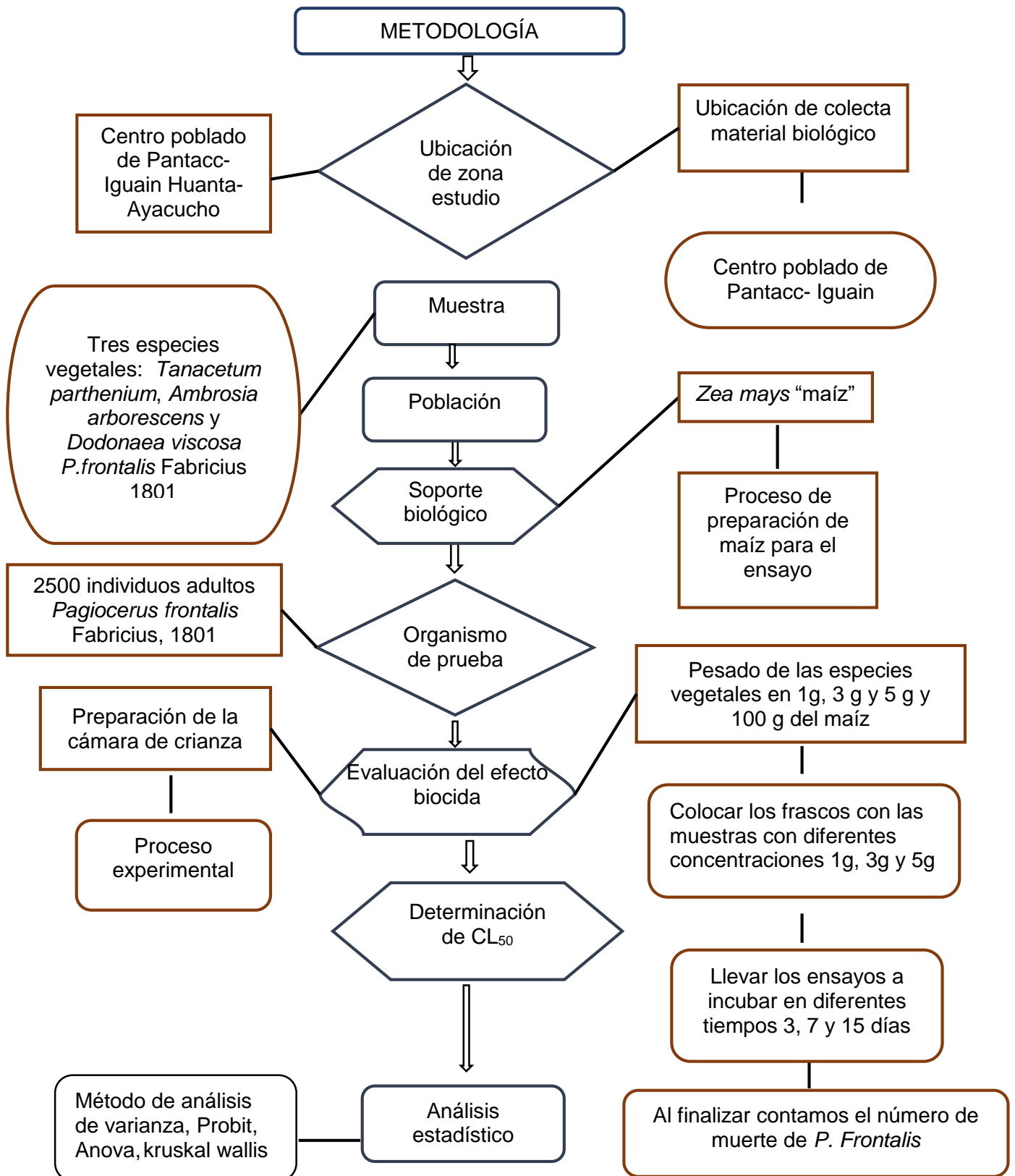


LAURA AUCASIME MEDINA

BIÓLOGA

Reg. C.B.P. N° 583 C.R. - XIII

Anexo 19.- Flujograma de la metodología de trabajo de investigación



**Anexo 20.** Determinación de prueba estadística

**Tabla 2.** Prueba descriptiva de la mortalidad de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801, frente a *Tanacetum parthenium*, *Dodonaea viscosa* y *Ambrosia arborescens* a diferentes concentraciones (1%, 3% y 5%) en 3 días, 7 días y 15 días.

<b>Mortalidad de <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius, 1801</b>										
	Repeticiones	Media	Desv. Estándar	Error Estándar	95,0% IC inferior para media	95,0% IC superior para media	Mediana	Mínimo	Máximo	% Mortalidad
<b>3 días</b>										
<i>Tanacetum parthenium</i> 1%	5	2,20	0,837	0,374	1,16	3,24	2,00	1,00	3,00	<b>11,00%</b>
<i>Tanacetum parthenium</i> 3%	5	3,00	0,707	0,316	2,12	3,88	3,00	2,00	4,00	<b>15,00%</b>
<i>Tanacetum parthenium</i> 5%	5	7,00	1,000	0,447	5,76	8,24	7,00	6,00	8,00	<b>35,00%</b>
<i>Dodonaea viscosa</i> 1%	5	1,80	0,447	0,200	1,24	2,36	2,00	1,00	2,00	<b>9,00%</b>
<i>Dodonaea viscosa</i> 3%	5	2,60	0,548	0,245	1,92	3,28	3,00	2,00	3,00	<b>13,00%</b>
<i>Dodonaea viscosa</i> 5%	5	4,20	0,837	0,374	3,16	5,24	4,00	3,00	5,00	<b>21,00%</b>
<i>Ambrosia arborescens</i> 1%	5	1,00	0,707	0,316	0,12	1,88	1,00	0,00	2,00	<b>5,00%</b>
<i>Ambrosia arborescens</i> 3%	5	2,60	0,548	0,245	1,92	3,28	3,00	2,00	3,00	<b>13,00%</b>
<i>Ambrosia arborescens</i> 5%	5	2,80	0,447	0,200	2,24	3,36	3,00	2,00	3,00	<b>14,00%</b>
<b>7 días</b>										
<i>Tanacetum parthenium</i> 1%	5	2,40	0,548	0,245	1,72	3,08	2,00	2,00	3,00	<b>12,00%</b>
<i>Tanacetum parthenium</i> 3%	5	3,20	0,837	0,374	2,16	4,24	3,00	2,00	4,00	<b>16,00%</b>

<b>Tanacetum parthenium 5%</b>	5	7,20	0,837	0,374	6,16	8,24	7,00	6,00	8,00	<b>36,00%</b>
<b>Dodonaea viscosa 1%</b>	5	2,40	0,548	0,245	1,72	3,08	2,00	2,00	3,00	<b>12,00%</b>
<b>Dodonaea viscosa 3%</b>	5	3,20	0,447	0,200	2,64	3,76	3,00	3,00	4,00	<b>16,00%</b>
<b>Dodonaea viscosa 5%</b>	5	4,60	0,894	0,400	3,49	5,71	4,00	4,00	6,00	<b>23,00%</b>
<b>Ambrosia arborescens 1%</b>	5	1,40	0,548	0,245	0,72	2,08	1,00	1,00	2,00	<b>7,00%</b>
<b>Ambrosia arborescens 3%</b>	5	3,20	0,837	0,374	2,16	4,24	3,00	2,00	4,00	<b>16,00%</b>
<b>Ambrosia arborescens 5%</b>	5	3,80	0,837	0,374	2,76	4,84	4,00	3,00	5,00	<b>19,00%</b>
<b>15 días</b>										
<b>Tanacetum parthenium 1%</b>	5	2,60	0,548	0,245	1,92	3,28	3,00	2,00	3,00	<b>13,00%</b>
<b>Tanacetum parthenium 3%</b>	5	4,20	1,304	0,583	2,58	5,82	4,00	3,00	6,00	<b>21,00%</b>
<b>Tanacetum parthenium 5%</b>	5	8,60	0,548	0,245	7,92	9,28	9,00	8,00	9,00	<b>43,00%</b>
<b>Dodonaea viscosa 1%</b>	5	3,00	0,000	0,000	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	<b>15,00%</b>
<b>Dodonaea viscosa 3%</b>	5	4,20	1,095	0,490	2,84	5,56	4,00	3,00	6,00	<b>21,00%</b>
<b>Dodonaea viscosa 5%</b>	5	5,40	1,140	0,510	3,98	6,82	5,00	4,00	7,00	<b>27,00%</b>
<b>Ambrosia arborescens 1%</b>	5	1,60	0,894	0,400	0,49	2,71	1,00	1,00	3,00	<b>8,00%</b>
<b>Ambrosia arborescens 3%</b>	5	3,20	0,837	0,374	2,16	4,24	3,00	2,00	4,00	<b>16,00%</b>
<b>Ambrosia arborescens 5%</b>	5	4,40	0,548	0,245	3,72	5,08	4,00	4,00	5,00	<b>22,00%</b>

Fuente: elaboración propia

## Anexo 21. Prueba de normalidad

**Tabla 3.** Prueba de normalidad

Especie vegetal		Shapiro-Wilk			Prueba Sugerida
		Estadístico	gl	Sig.	
DIA_3	<b><i>T. parthenium</i></b>	0,979	5	0,931	Kruskal-Wallis
	<b><i>D. viscosa</i></b>	0,880	5	0,309	
	<b><i>A. arborescens</i></b>	0,771	5	0,046	
DIA_7	<b><i>T. parthenium</i></b>	0,912	5	0,481	Kruskal-Wallis
	<b><i>D. viscosa</i></b>	0,552	5	0,000	
	<b><i>A. arborescens</i></b>	0,952	5	0,755	
DIA_15	<b><i>T. parthenium</i></b>	0,880	5	0,309	Kruskal-Wallis
	<b><i>D. viscosa</i></b>	0,684	5	0,006	
	<b><i>A. arborescens</i></b>	0,917	5	0,508	
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.					
a. Corrección de significación de Lilliefors					

Hipótesis de normalidad: Ho:  $p > 0,05$  presenta normalidad; Ha:  $p < 0,05$  no presenta normalidad

## Anexo 22. Determinación de prueba estadística

**Tabla 4.** Pruebas estadísticas para muestras independientes

1. Comparación de medias entre concentraciones (1%, 3%, 5%) del mismo insecticida

			*Incluye controles positivos y negativos	PRUEBA POST HOC
	Al menos un grupo no presenta normalidad ( $p < 0.05$ )?	Prueba Estadística a elegir	Homogeneidad de varianzas ( $p > 0.05$ ) según LEVENE?	Prueba de comparaciones múltiples?
<b>3 días</b>				
<i>Tanacetum parthenium</i>	No	ANOVA	Si	Prueba de Tukey
<i>Dodonaea viscosa</i>	Si	Kruskall-Wallis	No	Prueba de Games-Howell
<i>Ambrosia arborescens</i>	Si	Kruskall-Wallis	No	Prueba de Games-Howell
<b>7 días</b>				
<i>Tanacetum parthenium</i>	Si	Kruskall-Wallis	No	Prueba de Games-Howell
<i>Dodonaea viscosa</i>	Si	Kruskall-Wallis	No	Prueba de Games-Howell
<i>Ambrosia arborescens</i>	Si	Kruskall-Wallis	No	Prueba de Games-Howell
<b>15 días</b>				
<i>Tanacetum parthenium</i>	Si	Kruskall-Wallis	No	Prueba de Games-Howell
<i>Dodonaea viscosa</i>	No	ANOVA	Si	Prueba de Tukey
<i>Ambrosia arborescens</i>	Si	Kruskall-Wallis	No	Prueba de Games-Howell

2. Comparación de medias entre concentraciones iguales de diferentes biocompuestos

<b>3 días</b>				
<i>Tanacetum parthenium</i> * <i>Dodonaea viscosa</i> * <i>Ambrosia arborescens</i> 1%	Si	Kruskall-Wallis	No	Prueba de Games-Howell
<i>Tanacetum parthenium</i> * <i>Dodonaea viscosa</i> * <i>Ambrosia arborescens</i> 3%	Si	Kruskall-Wallis	No	Prueba de Games-Howell
<i>Tanacetum parthenium</i> * <i>Dodonaea viscosa</i> * <i>Ambrosia arborescens</i> 5%	Si	Kruskall-Wallis	No	Prueba de Games-Howell
<b>7 días</b>				
<i>Tanacetum parthenium</i> * <i>Dodonaea viscosa</i> * <i>Ambrosia arborescens</i> 1%	Si	Kruskall-Wallis	No	Prueba de Games-Howell
<i>Tanacetum parthenium</i> * <i>Dodonaea viscosa</i> * <i>Ambrosia arborescens</i> 3%	Si	Kruskall-Wallis	No	Prueba de Games-Howell
<i>Tanacetum parthenium</i> * <i>Dodonaea viscosa</i> * <i>Ambrosia arborescens</i> 5%	Si	Kruskall-Wallis	No	Prueba de Games-Howell
<b>15 días</b>				
<i>Tanacetum parthenium</i> * <i>Dodonaea viscosa</i> * <i>Ambrosia arborescens</i> 1%	Si	Kruskall-Wallis	No	Prueba de Games-Howell
<i>Tanacetum parthenium</i> * <i>Dodonaea viscosa</i> * <i>Ambrosia arborescens</i> 3%	No	ANOVA	Si	Prueba de Tukey
<i>Tanacetum parthenium</i> * <i>Dodonaea viscosa</i> * <i>Ambrosia arborescens</i> 5%	Si	Kruskall-Wallis	No	Prueba de Games-Howell

Para muestras relacionadas:

3. Comparación de medias entre tiempos

<b>3 días, 7 días, 15 días</b>	<b>Al menos un grupo no presenta normalidad (p&lt;0,05)?</b>	<b>Prueba Estadística para elegir</b>	<b>¿Presenta esfericidad? (Solo par ANOVA de medidas relacionadas)</b>
<i>Tanacetum parthenium</i> 1%	Si	Friedman	
<i>Tanacetum parthenium</i> 3%	No	ANOVA de medidas repetidas	Si
<i>Tanacetum parthenium</i> 5%	Si	Friedman	
<i>Dodonaea viscosa</i> 1%	Si	Friedman	
<i>Dodonaea viscosa</i> 3%	Si	Friedman	
<i>Dodonaea viscosa</i> 5%	Si	Friedman	
<i>Ambrosia arborescens</i> 1%	Si	Friedman	
<i>Ambrosia arborescens</i> 3%	Si	Friedman	
<i>Ambrosia arborescens</i> 5%	Si	Friedman	

**Tabla 5.** Mortalidad de *Pagiocerus frontalis* Fabricius 1801, entre *Tanacetum parthenium* “santa maría”, *Dodonaea viscosa* “chamana” y *Ambrosia arborescens* “marco” a 3 días.

GRUPO	N	p-valor de Levene	Media	Desv. Estandar	Mediana	Rango Intercuartil	Rango Promedio	Estadístico H	p-valor*	Comparaciones múltiples**
<i>Tanacetum parthenium</i>	5	0,394	5,134	0,556	5,000	0,995	13,000	12,658	0,002	A
<i>Dodonaea viscosa</i>	5		4,198	0,181	4,330	0,330	8,000			AB
<i>Ambrosia arborescens</i>	5		3,066	0,548	3,330	1,000	3,000			B

\*Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis

\*\*Prueba de comparaciones múltiples de Mann Whitney con corrección de Bonferroni, las letras iguales significan que no existe diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre los grupos.

**Tabla 6.** Mortalidad de *Pagiocerus frontalis* Fabricius 1801, entre *Tanacetum parthenium* “santa maría”, *Dodonaea viscosa* “chamana” y *Ambrosia arborescens* “marco” a 7 días.

GRUPO	N	p-valor de Levene	Media	Desv. Estandar	Mediana	Rango Intercuartil	Rango Promedio	Estadístico H	p-valor*	Comparaciones múltiples**
<i>Tanacetum parthenium</i>	5	0,230	4,268	0,547	4,000	1,000	12,800	10,212	0,006	A
<i>Dodonaea viscosa</i>	5		3,398	0,152	3,330	0,170	7,200			AB
<i>Ambrosia arborescens</i>	5		2,800	0,651	3,000	1,170	4,000			B

\*Comparación de medias mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis

\*\*Prueba de comparaciones múltiples de Mann Whitney con corrección de Bonferroni, las letras iguales significan que no existe diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre los grupos.

**Tabla 7.** Mortalidad de *Pagiocerus frontalis* Fabricius 1801, entre *Tanacetum parthenium* “santa maría”, *Dodonaea viscosa* “chamana” y *Ambrosia arborescens* “marco” a 15 días

GRUPO	N	p-valor de Levene	Media	Desv. Estandar	Mediana	Rango Inter cuartil	Rango Promedio	Estadístico H	p-valor*	Comparaciones múltiples**
<i>Tanacetum parthenium</i>	5	0,394	5,134	0,556	5,000	0,995	13,000	12,658	0,002	A
<i>Dodonaea viscosa</i>	5		4,198	0,181	4,330	0,330	8,000			AB
<i>Ambrosia arborescens</i>	5		3,066	0,548	3,330	1,000	3,000			B

\*Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis

\*\*Prueba de comparaciones múltiples de Mann Whitney con corrección de Bonferroni, las letras iguales significan que no existe diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre los grupos.

### Anexo 23.- Matriz de consistencia

Título: Efecto de biocida del polvo de tres especies vegetales para el control <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius, 1801 (Coleóptero: Curculionidae) Autor: Yeltsin Vega Ruiz				
PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿Cuáles serán los efectos biocidas del polvo de tres especies vegetales para el control <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius, 1801 (Coleóptero: Curculionidae)?	<p><b>Objetivo general</b> Evaluar el efecto biocida del polvo de tres especies vegetales para el control <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius, 1801 (Coleoptera: Curculionidae).</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>A. Determinar el porcentaje de mortalidad acumulada del efecto biocida del polvo de <i>Dodonaea viscosa</i> “chamana”, <i>Tanacetum parthenium</i> “santa maría”, <i>Ambrosia arborescens</i> “marco”, a concentraciones de 1%, 3% y 5% para el control de <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius, 1801 (Coleoptera: Curculionidae).</p> <p>B. Comparar el efecto biocida del polvo de <i>Dodonaea viscosa</i> “chamana”, <i>Tanacetum parthenium</i> “santa maría”, <i>Ambrosia arborescens</i> “marco”, a concentraciones de 1%, 3% y 5% para el control de <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius, 1801 (Coleoptera: Curculionidae).</p> <p>C. Calcular la concentración letal media (CL50) del polvo de <i>Dodonaea viscosa</i> “chamana”, <i>Tanacetum parthenium</i> “santa maría”, <i>Ambrosia arborescens</i> “marco” sobre adultos de <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius, 1801 “barrenador andino” (Coleóptera: Curculionidae).</p>	<p>santa maría marco chamana control biológico <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius, 1801 Ciclos biológicos Bioinsecticidas</p>	<p><b>Variables e indicadores</b> <b>Variable independiente</b> Polvo de tres especies vegetales <i>Dodonaea viscosa</i> “chamana”, <i>Tanacetum parthenium</i> “santa maría”, <i>Ambrosia arborescens</i> “marco” <b>Indicadores</b> Porcentaje: 1%, 3% y 5%. Concentración letal media Tiempo de exposición</p> <p><b>Variable dependiente</b> Efecto biocida (mortalidad) para el control de <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius, 1801 (Coleoptera: Curculionidae). <b>Indicadores</b> Número de adultos muertos en 15 días</p>	<p><b>Investigación:</b> Experimental <b>Tipo de estudio</b> Libre <b>Población maestra</b> Hojas de <i>Dodonaea viscosa</i> “chamana”, <i>Tanacetum parthenium</i> “santa maría” y <i>Ambrosia arborescens</i> “marco”, que serán colectadas en las comunidades del distrito de Iguain, Huanta – Ayacucho. <b>Unidad experimental</b> Adultos de <i>Pagiocerus frontalis</i> Fabricius, 1801 (Coleoptera: Curculionidae). <b>Análisis estadístico</b> Se aplicará las pruebas paramétricas y no paramétricas como: estadística análisis de varianza (ANOVA), kruskal wallis con un nivel de confianza de 95% para determinar la asociación entre las variables.</p>



### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Bach. Yeltsin VEGA RUIZ

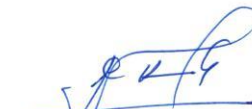
#### RESOLUCIÓN DECANAL N° 345-2025-UNSCH-FCB-D

En la ciudad de Ayacucho, siendo las diez de la mañana del día viernes veintiséis de setiembre del año dos mil veinticinco; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, participando como presidente el Dr. Saturnino Martín Tenorio Bautista, el Dr. Pedro Ayala Gómez (miembro – jurado), el Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz (miembro – jurado), el Dr. Edwin Portal Quicaña (miembro – jurado), el Mg. Percy Colos Galindo (miembro – asesor) y el Mg. Luis Uriel Moscoso García actuando como secretario docente, para presenciar la sustentación de tesis titulada: Efecto de biocida del polvo de tres especies vegetales para el control de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801 (Coleoptera: Curculionidae) presentado por el **Bach. Yeltsin VEGA RUIZ**; el presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio del acto de sustentación, indicando al sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece en el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Culminada la exposición, el presidente invitó a cada uno de los Miembros del Jurado a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó al sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones correspondientes; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

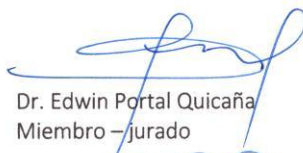
Miembros del Jurado Evaluador	Exposición	Respuesta/preguntas	Promedio
Dr. Pedro Ayala Gómez	14	14	14
Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz	14	13	14
Dr. Edwin Portal Quicaña	14	13	14
PROMEDIO			14

El sustentante alcanzó el promedio de 14 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso del sustentante y el público al Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga dando a conocer los resultados e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo las once con cincuenta minutos; firmando al pie del presente en señal de conformidad.

  
Dr. Saturnino Martín Tenorio Bautista  
Presidente

  
Dr. Pedro Ayala Gómez  
Miembro - jurado

  
Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz  
Miembro – jurado

  
Dr. Edwin Portal Quicaña  
Miembro – jurado

  
Mg. Percy Colos Galindo  
Miembro – asesor

  
Mg. Luis Uriel Moscoso García  
Secretario Docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

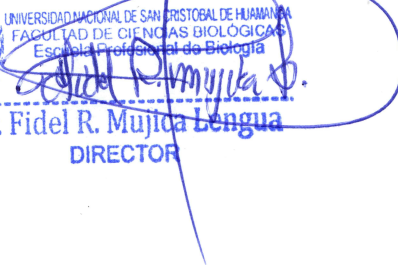
N° 069-2025-FCB-D

Yo, FIDEL RODOLFO MUJICA LENGUA, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Efecto de biocida del polvo de tres especies vegetales para el control de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801 (Coleoptera: Curculionidae)**, por YELTSIN VEGA RUIZ; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 7%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU.

En consecuencia, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 02 de diciembre del 2025.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
Escuela Profesional de Biología



Dr. Fidel R. Mujica Lengua  
DIRECTOR

# Efecto de biocida del polvo de tres especies vegetales para el control de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801 (Coleoptera: Curculionidae)

*por* YELTSIN VEGA RUIZ

---

**Fecha de entrega:** 27-nov-2025 08:36a. m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2828946346

**Nombre del archivo:** 1-C-YELTSIN\_VEGA\_RUIZ-\_PRE-\_GRADO-\_TESIS.docx (4.19M)

**Total de palabras:** 11614

**Total de caracteres:** 64821

# Efecto de biocida del polvo de tres especies vegetales para el control de *Pagiocerus frontalis* Fabricius, 1801 (Coleoptera: Curculionidae)

## INFORME DE ORIGINALIDAD

7%	8%	4%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://periodicos.ufpel.edu.br">periodicos.ufpel.edu.br</a> Fuente de Internet	1%
2	<a href="http://www.agr.una.py">www.agr.una.py</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://www.ciidirdurango.ipn.mx">www.ciidirdurango.ipn.mx</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	1%
5	Rodriguez Torres, Lelia María. "Actividad insecticida del aceite esencial de Pampa Anís ( <i>Tagetes filifolia</i> Lag.) sobre el gorgojo del maíz ( <i>Pagiocerus frontalis</i> )", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru) Publicación	1%
6	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://alicia.concytec.gob.pe">alicia.concytec.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="http://revistaschilenas.uchile.cl">revistaschilenas.uchile.cl</a> Fuente de Internet	<1%

10	<a href="http://arneson.cornell.edu">arneson.cornell.edu</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://www.scielo.br">www.scielo.br</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://herbolarioperuano.es">herbolarioperuano.es</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://www.sabiia.cnptia.embrapa.br">www.sabiia.cnptia.embrapa.br</a> Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %

Excluir citas      Activo

Excluir coincidencias      < 30 words

Excluir bibliografía      Activo