

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### CARRERA DE AGROPECUARIA

**Tema: “Evaluación de insecticidas orgánicos con base en floripondio (*Brugmansia arborea*) y ají (*Capsicum annuum*) para el control de barrenador (*Melanogromyza spp*) en el cultivo de arveja voluble (*Pisum sativum* L.) en el CESF - UPEC”**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del  
título de Ingeniero en Agropecuaria

AUTOR: Reascos Manosalvas Anderson Paul

TUTORA: Ing. Jácome Lucero Haddy Daniela, MSc

Tulcán, 2026.

## CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Reascos Manosalvas Anderson Paul con el número de cédula 0401987144 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de insecticidas orgánicos con base en floripondio (*Brugmansia arborea*) y ají (*Capsicum annuum*) para el control de barrenador (*Melanogromyza spp*) en el cultivo de arveja voluble (*Pisum sativum* L.) en el CESF - UPEC"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en la Codificación del Reglamento de Régimen Académico y de Estudiantes de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



Validar únicamente en FirmaBC.  
Firmado electrónicamente por:  
**HADDY DANIELA  
JACOME LUCERO**

---

Ing. Jácome Lucero Haddy Daniela, MSc

**TUTOR**

Tulcán, octubre de 2026

## **AUTORÍA DE TRABAJO**

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Reascos Manosalvas Anderson Paul con cédula de identidad número 0401987144 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a lo que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



---

Reascos Manosalvas Anderson Paul

**AUTOR**

Tulcán, octubre de 2026

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Reascos Manosalvas Anderson Paul declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de insecticidas orgánicos con base en floripondio (*Brugmansia arborea*) y ají (*Capsicum annuum*) para el control de barrenador (*Melanogromyza spp*) en el cultivo de arveja voluble (*Pisum sativum* L.) en el CESF - UPEC" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



---

Reascos Manosalvas Anderson Paul

**AUTOR**

Tulcán, octubre de 2026

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecer a Dios, por concederme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para superar cada desafío y permitirme alcanzar esta importante meta en mi vida por ser mi guía constante en cada paso de este camino, por darme la fortaleza cuando sentí que no podía continuar, por iluminar mi mente en los momentos de duda y por regalarme la oportunidad de alcanzar este logro. Todo lo que soy y todo lo que he conseguido es gracias a tu amor infinito y tu presencia en mi vida.

A mis padres, Zoila Manosalvas y Salvador Reascos quienes son el pilar fundamental de todo lo que soy. Gracias por su amor, su apoyo incondicional durante todo este tiempo, los sacrificios que han hecho por mí por darme lo mejor. Gracias por querer que triunfe en la vida, por brindarme estudios y una buena educación. Lo que soy ahora es gracias a ustedes. A pesar de los problemas, siempre hemos sido familia, y eso me enseña que puedo contar con ustedes en los buenos y malos momentos. Prometo que poco a poco les retribuiré todo lo que han hecho por mí. Este triunfo también es suyo, porque sin ustedes nada de esto habría sido posible. Los amo.

A mis hermanas, Cristian Reascos y Mishel Reascos gracias por ser mi compañía, mi apoyo y mi alegría en los momentos más difíciles. Apoyando con los pasajes a pesar de no estar en una buena situación, Gracias por estar siempre a mi lado, por sus palabras de aliento, por su cariño sincero y por recordarme siempre quién soy. Este logro también lleva una parte de ustedes, porque han sido parte esencial de mi vida y de mi motivación.

A mi amigo Jordan Ormaza un agradecimiento muy especial a mi amigo, quien estuvo a mi lado durante todo el proceso de elaboración de esta tesis. Gracias por brindarme tu tiempo, apoyo y paciencia de manera completamente desinteresada sin esperar nada a cambio, me brindaste tu amistad y confianza en los momentos en que más lo necesité. Mi gratitud hacia ti es inmensa y siempre recordaré este gesto de nobleza y solidaridad muchas gracias por creer en mí, por caminar a mi lado y por demostrar que la verdadera amistad se refleja en los momentos más importantes de la vida.

## DEDICATORIA

Expreso mi más profundo y sincero agradecimiento a la Universidad, por abrirme las puertas del conocimiento y brindarme una formación académica integral, fundamentada en principios de excelencia, responsabilidad y compromiso con la sociedad. Durante este proceso, adquirí no solo conocimientos científicos y profesionales, sino también valores que fortalecerán mi desempeño personal y laboral.

Mi especial reconocimiento y gratitud a mi tutora de tesis, la MSc. Haddy Jácome por su valiosa orientación, dedicación, paciencia y permanente acompañamiento durante el desarrollo de esta investigación. Su experiencia, compromiso académico y acertadas observaciones fueron fundamentales para enriquecer este trabajo y alcanzar los objetivos propuestos.

Agradezco de manera especial a todos los docentes que formaron parte de mi proceso de formación profesional. Su vocación, conocimientos y enseñanzas trascendieron las aulas, inspirándome a desarrollar el pensamiento crítico, la ética y el compromiso con la investigación y el aprendizaje continuo. Cada una de sus enseñanzas contribuyó significativamente a mi crecimiento académico y personal.

Con inmensa gratitud, dedico unas palabras muy especiales a mi familia, quienes han sido el pilar fundamental de este logro. Gracias por su amor incondicional, comprensión, confianza y apoyo constante en cada etapa de este camino. Su paciencia, sacrificio y palabras de aliento me dieron la fortaleza necesaria para superar los desafíos y mantener la motivación hasta culminar esta importante meta. Este logro también les pertenece, pues es el reflejo del esfuerzo compartido y del invaluable respaldo que siempre me han brindado.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que, de una u otra manera, contribuyeron al desarrollo de esta investigación y a mi formación profesional. Su apoyo, consejos y confianza dejaron una huella significativa en este proceso, permitiéndome culminar con éxito una etapa que representa un importante paso en mi crecimiento académico, profesional y humano.

A todos ustedes, mi más sincero reconocimiento y eterna gratitud.

## ÍNDICE

|                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>RESUMEN.....</b>                                               | <b>13</b> |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                             | <b>14</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN .....</b>                                         | <b>15</b> |
| <b>I. EL PROBLEMA.....</b>                                        | <b>17</b> |
| <b>1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>                       | <b>17</b> |
| <b>1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>                          | <b>18</b> |
| <b>1.3 JUSTIFICACIÓN.....</b>                                     | <b>18</b> |
| <b>1.4 OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....</b>            | <b>20</b> |
| 1.4.1 Objetivo General .....                                      | 20        |
| 1.4.2 Objetivos Específicos .....                                 | 20        |
| 1.4.3 Preguntas de Investigación.....                             | 21        |
| <b>II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....</b>                           | <b>22</b> |
| <b>2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>                  | <b>22</b> |
| <b>2.2 MARCO TEÓRICO.....</b>                                     | <b>26</b> |
| 2.2.1 Control botánico de plagas .....                            | 34        |
| 2.2.2 Metabolitos secundarios en plantas .....                    | 35        |
| 2.2.3 Floripondio ( <i>Brugmansia arborea</i> ) .....             | 36        |
| 2.2.4 Ají ( <i>Capsicum annuum</i> ) como agente repelente .....  | 37        |
| 2.2.5 Preparación de extractos vegetales.....                     | 38        |
| 2.2.6 Mecanismo de acción sobre insectos .....                    | 39        |
| 2.2.7 Concentración y dosis del extracto .....                    | 40        |
| 2.2.8 Aplicación en campo de insecticidas orgánicos.....          | 40        |
| 2.2.9 Fitotoxicidad y seguridad del cultivo .....                 | 41        |
| 2.2.10 Compatibilidad con el manejo integrado de plagas .....     | 41        |
| 2.2.11 Cultivo de arveja voluble ( <i>Pisum sativum</i> L.) ..... | 26        |

|             |                                                               |           |
|-------------|---------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.12      | Importancia productiva de la arveja.....                      | 27        |
| 2.2.13      | Fenología del cultivo de arveja .....                         | 28        |
| 2.2.14      | Manejo agronómico del cultivo de arveja.....                  | 29        |
| 2.2.15      | Densidad de siembra y desarrollo del cultivo .....            | 30        |
| 2.2.16      | Clasificación botánica de la arveja.....                      | 31        |
| 2.2.17      | Valor nutricional de la arveja.....                           | 31        |
| 2.2.18      | Requerimientos edafoclimáticos .....                          | 31        |
| 2.2.19      | Aspectos agroecológicos .....                                 | 31        |
| 2.2.20      | Enfermedades del cultivo de arveja.....                       | 32        |
| 2.2.21      | Sanidad del cultivo de arveja.....                            | 32        |
| 2.2.22      | Plagas en el cultivo de arveja.....                           | 33        |
| 2.2.23      | Barrenador del tallo ( <i>Melanogromyza</i> spp.).....        | 33        |
| 2.2.24      | Severidad e infestación del barrenador .....                  | 34        |
| 2.2.25      | Rendimiento del cultivo de arveja .....                       | 34        |
| <b>III.</b> | <b>METODOLOGÍA .....</b>                                      | <b>43</b> |
| <b>3.1</b>  | <b>ENFOQUE METODOLÓGICO .....</b>                             | <b>43</b> |
| 3.1.1       | Enfoque.....                                                  | 43        |
| 3.1.2       | Tipo de Investigación.....                                    | 43        |
| <b>3.2</b>  | <b>HIPÓTESIS .....</b>                                        | <b>44</b> |
| <b>3.3</b>  | <b>DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....</b> | <b>45</b> |
| 3.4         | Caracterización del Diseño Experimental.....                  | 47        |
| <b>3.5</b>  | <b>MÉTODOS UTILIZADOS.....</b>                                | <b>48</b> |
| <b>3.6</b>  | <b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>                             | <b>49</b> |
| 3.6.1       | Procedimiento.....                                            | 49        |
| 3.6.2       | Manejo del cultivo .....                                      | 50        |
| <b>IV.</b>  | <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>                           | <b>55</b> |
| <b>4.1</b>  | <b>RESULTADOS .....</b>                                       | <b>55</b> |
| <b>4.2</b>  | <b>DISCUSIÓN .....</b>                                        | <b>61</b> |

|                                                |           |
|------------------------------------------------|-----------|
| <b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b> | <b>66</b> |
| <b>5.1 CONCLUSIONES .....</b>                  | <b>66</b> |
| <b>5.2 RECOMENDACIONES.....</b>                | <b>66</b> |
| <b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>     | <b>68</b> |
| <b>VII. ANEXOS.....</b>                        | <b>68</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Clasificación taxonómica de la arveja voluble ( <i>Pisum sativum</i> L.) .....    | 26 |
| Tabla 2. Composición nutricional de la arveja verde por 100 g de producto fresco.          | 27 |
| Tabla 3. Características agronómicas de la arveja voluble ( <i>Pisum sativum</i> L.) ..... | 27 |
| Tabla 4. Clasificación taxonómica del floripondio ( <i>Brugmansia arborea</i> ) .....      | 36 |
| Tabla 5. Principales compuestos bioactivos presentes en <i>Brugmansia arborea</i> .....    | 37 |
| Tabla 6. Clasificación taxonómica del ají ( <i>Capsicum annuum</i> ) .....                 | 37 |
| Tabla 7. Principales compuestos bioactivos presentes en <i>Capsicum annuum</i> .....       | 38 |
| Tabla 8. Operacionalización de variables .....                                             | 45 |
| Tabla 9. Tratamiento .....                                                                 | 52 |
| Tabla 10. Análisis de varianza para flores por planta.....                                 | 55 |
| Tabla 11. Comparación de promedios para flores totales .....                               | 55 |
| Tabla 12. Análisis de varianza para vainas por planta .....                                | 56 |
| Tabla 13. Prueba de Tukey al 5 % para vainas por planta .....                              | 56 |
| Tabla 14. Análisis de varianza para la incidencia de <i>Melanogromyza</i> spp.....         | 57 |
| Tabla 15. Prueba de Tukey al 5 % para incidencia de <i>Melanogromyza</i> spp.....          | 58 |
| Tabla 16. Análisis de varianza para la severidad de <i>Melanogromyza</i> spp.....          | 58 |
| Tabla 17. Prueba de Tukey al 5 % para severidad de <i>Melanogromyza</i> spp.....           | 59 |
| Tabla 18. Análisis económico de los tratamientos evaluados en el cultivo de arveja         | 60 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Distribución de las unidades experimentales en campo ..... | 47 |
| Figura 2. Distribución de la parcela neta experimental .....         | 48 |
| Figura 3. Preparación del terreno .....                              | 74 |
| Figura 4. Síntomas de barrenador.....                                | 74 |
| Figura 5. Aplicaciones de bioestimulantes.....                       | 75 |
| Figura 6. Presencia de barrenador en cosecha.....                    | 75 |
| Figura 7. Cosecha de arveja.....                                     | 76 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Anexo 1. Certificado del abstract por parte de idiomas ..... | 70 |
| Anexo 2. Costos de producción .....                          | 72 |
| Anexo 3. Registro fotográfico .....                          | 74 |

## RESUMEN

La arveja voluble (*Pisum sativum* L.) constituye un cultivo de importancia económica para la provincia del Carchi; sin embargo, su productividad se encuentra limitada por la presencia de *Melanogromyza* spp. que ocasiona daños en los tejidos vegetales y reduce el rendimiento del cultivo. Ante esta problemática, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar insecticidas orgánicos a base de floripondio (*Brugmansia arborea*) y ají (*Capsicum annuum*) para el control de barrenador en el cultivo de arveja voluble. El estudio se desarrolló en el Centro Experimental San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi mediante un Diseño de Bloques Completos al Azar, con un total de 32 unidades experimentales. Durante el ciclo del cultivo se evaluaron variables relacionadas con el desarrollo y la producción, entre ellas número de flores, número de vainas, incidencia y severidad de *Melanogromyza* spp., además del análisis económico de los tratamientos. Se realizaron pruebas de Normalidad Shapiro-Wilk, análisis de varianza y comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey al 5 %, el análisis estadístico permitió identificar diferencias significativas entre tratamientos. Para variables relacionadas con la producción, incidencia, severidad y rendimiento los resultados evidenciaron un incremento progresivo en la floración y formación de vainas conforme avanzó el desarrollo fenológico del cultivo destacándose el tratamiento T5 (Spinosad + extracto de floripondio al 10 % + ají al 10 %) al presentar un mayor rendimiento y los menores niveles de afectación por la plaga. Desde el punto de vista económico, este tratamiento alcanzó una relación beneficio/costo de \$ 4,57 constituyéndose en la alternativa de mayor rentabilidad bajo las condiciones del estudio.

**Palabras clave:** arveja voluble, *Melanogromyza* spp., insecticidas botánicos, floripondio, ají, rentabilidad.

## ABSTRACT

The climbing pea (*Pisum sativum* L.) is a crop of economic importance to Carchi Province; however, its productivity is limited by the presence of *Melanogromyza* spp., which damages plant tissues and reduces crop yield. In response to this problem, the objective of this research was to evaluate organic insecticides based on angel's trumpet (*Brugmansia arborea*) and chili pepper (*Capsicum annuum*) for borer control in climbing pea cultivation. The study was conducted at the San Francisco Experimental Center of the Universidad Politécnica Estatal del Carchi using a Randomized Complete Block Design, with a total of 32 experimental units. During the crop cycle, variables related to development and production were evaluated, including number of flowers, number of pods, incidence and severity of *Melanogromyza* spp., as well as an economic analysis of the treatments. Shapiro-Wilk normality tests, analysis of variance, and multiple comparison of means using Tukey's test at 5% were performed; the statistical analysis identified significant differences among treatments. For variables related to production, incidence, severity, and yield, the results showed a progressive increase in flowering and pod formation as the phenological development of the crop advanced, with treatment T5 (Spinosad + 10% angel's trumpet extract + 10% chili pepper) standing out because it produced the highest yield and the lowest levels of pest damage. From an economic standpoint, this treatment achieved a benefit/cost ratio of \$ 4.57, making it the most profitable alternative under the study conditions.

**Keywords:** climbing pea, *Melanogromyza* spp., botanical insecticides, angel's trumpet, chili pepper, profitability.

## INTRODUCCIÓN

La producción de arveja (*Pisum sativum* L.) constituye una actividad agrícola de considerable importancia en la provincia del Carchi, tanto por su contribución a la economía de los productores como por la demanda que mantiene en el mercado nacional, condiciones que han favorecido su permanencia entre los cultivos representativos de la región andina; sin embargo, la estabilidad del rendimiento depende del manejo oportuno de los problemas fitosanitarios que afectan el desarrollo de las plantas, entre los cuales se encuentra el barrenador del género *Melanogromyza*, cuya acción sobre los tejidos internos puede debilitar la estructura vegetal, disminuir la formación de vainas y provocar pérdidas que repercuten directamente en la productividad y rentabilidad del sistema de producción.

El control de esta plaga ha dependido principalmente de la aplicación de insecticidas sintéticos, práctica que ha contribuido a disminuir los niveles de infestación, pero que también se relaciona con el desarrollo de resistencia, el incremento de los costos de producción y la afectación de organismos no objetivo; ante estas limitaciones, los insecticidas botánicos han adquirido relevancia como alternativas complementarias para el manejo fitosanitario, debido a que aprovechan los compuestos bioactivos presentes en determinadas especies vegetales y ofrecen posibilidades de incorporación dentro de sistemas agrícolas orientados a reducir el impacto ambiental de los productos convencionales.

En respuesta a esta problemática, el estudio evaluó insecticidas orgánicos elaborados a base de floripondio (*Brugmansia arborea* (L.) Sweet) y ají (*Capsicum annuum* L.) para el control de *Melanogromyza* spp. en el cultivo de arveja voluble, considerando variables vinculadas con el número de flores, la producción de vainas, la incidencia y severidad del barrenador, el rendimiento del cultivo y la relación beneficio/costo de los tratamientos; esta evaluación tuvo como finalidad determinar la eficacia agronómica de las alternativas planteadas y establecer su viabilidad bajo las condiciones productivas del Centro Experimental San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

La fundamentación del trabajo partió del análisis de la importancia productiva de la arveja en la provincia del Carchi, de las pérdidas asociadas con el ataque del barrenador y de las posibilidades de aprovechamiento de los insecticidas botánicos

como herramientas complementarias para el manejo de plagas; bajo esta orientación, los antecedentes relacionados con el uso de extractos vegetales en la agricultura, el comportamiento biológico de *Melanogromyza* spp. y los factores que condicionan el desarrollo y el rendimiento del cultivo proporcionaron el sustento necesario para estructurar la evaluación experimental de acuerdo con las características ambientales y agronómicas de la zona de estudio.

Durante la fase de campo se aplicaron diferentes tratamientos formulados con extractos de floripondio y ají, cuyas respuestas se valoraron mediante variables agronómicas y fitosanitarias registradas a lo largo del desarrollo del cultivo; posteriormente, los datos obtenidos fueron procesados mediante pruebas de normalidad, análisis de varianza y comparación de medias, procedimientos que permitieron identificar el comportamiento de cada tratamiento y determinar la existencia de diferencias en la respuesta productiva y en los niveles de afectación ocasionados por el barrenador.

Los resultados permitieron relacionar el desarrollo del cultivo con la incidencia y severidad de la plaga, además de reconocer diferencias en el rendimiento y en la rentabilidad de las alternativas evaluadas; a partir de esta información se establecieron criterios técnicos para valorar el uso de insecticidas orgánicos dentro del manejo de la arveja voluble, generando evidencia aplicable a las condiciones del Centro Experimental San Francisco y aportando una referencia para futuras investigaciones orientadas al desarrollo de prácticas fitosanitarias con menor dependencia de insecticidas sintéticos

## I. EL PROBLEMA

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el contexto global, la producción agrícola enfrenta el desafío de controlar las plagas sin profundizar los efectos ambientales derivados del uso continuo de insecticidas sintéticos, cuya aplicación sostenida durante décadas ha favorecido la aparición de poblaciones resistentes, ha reducido progresivamente la eficacia de los tratamientos convencionales y ha incrementado los costos asociados al manejo fitosanitario, circunstancias que comprometen la estabilidad de los sistemas productivos y la rentabilidad de los cultivos.

A ello se suma que la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (2023) estima que las plagas provocan pérdidas de hasta el 40 % de la producción agrícola mundial cada año, afectando de manera directa la disponibilidad de alimentos y los ingresos de millones de productores, razón por la cual la investigación orientada al desarrollo de alternativas de origen vegetal ha adquirido mayor relevancia; en ese sentido, Ngegba *et al.* (2022) sostienen que los pesticidas botánicos constituyen una opción prometedora para disminuir la dependencia de insecticidas sintéticos, reducir los problemas de resistencia de las plagas y limitar los impactos negativos sobre el ambiente y los organismos benéficos, favoreciendo sistemas agrícolas más sostenibles.

En América Latina, y particularmente en Ecuador, el manejo de plagas en cultivos hortícolas continúa dependiendo en gran medida de insumos químicos, lo que ha generado preocupación por la contaminación de suelos, residuos en alimentos y afectación a organismos benéficos. Investigaciones recientes señalan que el uso de biopesticidas derivados de plantas representa una estrategia viable para reducir estos impactos, destacando especies con compuestos secundarios como alcaloides, terpenos y capsaicinoides que actúan como agentes insecticidas o repelentes (Pavela y Benelli, 2023). En Ecuador, la adopción de estas alternativas aún es limitada

debido a la escasa validación científica en condiciones locales, lo que restringe su aplicación práctica por parte de los agricultores.

En la provincia del Carchi, el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) representa una de las principales alternativas productivas para numerosos agricultores, debido a su importancia dentro de la economía familiar y a la demanda que mantiene en los mercados nacionales, factores que han favorecido su permanencia como uno de los cultivos hortícolas más representativos de la Sierra norte del Ecuador (Vinocunga, 2024). No obstante, la productividad del cultivo se encuentra limitada por la presencia de *Melanogromyza* spp., plaga que ocasiona daños en los tallos y vainas al alimentarse de los tejidos internos de la planta, afectando su desarrollo fisiológico y reduciendo el rendimiento obtenido durante el ciclo de producción.

A pesar de la disponibilidad de especies vegetales como el floripondio (*Brugmansia arborea*) y el ají (*Capsicum annuum*), que contienen compuestos con potencial insecticida, no existen suficientes estudios experimentales en el Centro Experimental San Francisco (UPEC) que permitan determinar su eficacia en el control del barrenador de la arveja.

La falta de evidencia limita la implementación de prácticas sostenibles adaptadas al contexto local, lo que justifica la necesidad de evaluar estos extractos orgánicos bajo condiciones experimentales controladas.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo influye el uso de insecticidas orgánicos a base de floripondio (*Brugmansia arborea*) y ají (*Capsicum annuum*) en el control de *Melanogromyza* spp? (barrenador) en el cultivo de arveja voluble (*Pisum sativum* L.) en el Centro Experimental San Francisco de la UPEC, parroquia San Pedro de Huaca, provincia del Carchi?

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El presente estudio surge por la necesidad de incorporar alternativas seguras y sostenibles para el control de plagas que afectan al cultivo de arveja, una actividad agrícola relevante en la provincia del Carchi por su aporte económico para los productores locales y por su valor alimentario dentro de los sistemas productivos andinos. La arveja, al pertenecer al grupo de las leguminosas, también contribuye a la sostenibilidad del suelo mediante la fijación biológica de nitrógeno, proceso que

permite reducir la dependencia de fertilizantes sintéticos y mejorar la fertilidad del agroecosistema. Zhang *et al.* (2025) señalan que el cultivo de arveja aporta a la agricultura sostenible precisamente por esa capacidad de fijación y por su papel dentro de la rotación de cultivos.

La búsqueda de alternativas para el control del barrenador en el cultivo de arveja ha orientado el interés hacia el empleo de extractos vegetales, cuya composición química ofrece posibilidades de incorporarse al manejo fitosanitario con menor dependencia de insecticidas de síntesis química. Ngegba *et al.* (2022) señalan que los pesticidas botánicos presentan características que favorecen su utilización dentro de estrategias de manejo integrado de plagas, principalmente por la presencia de metabolitos secundarios con actividad biológica y por su menor persistencia en el ambiente. En ese sentido, la evaluación de extractos de floripondio (*Brugmansia arborea*) y ají (*Capsicum annuum*) aporta información que puede respaldar futuras decisiones de manejo para el cultivo de arveja en las condiciones productivas del Carchi.

El aprovechamiento de especies vegetales con propiedades insecticidas representa una opción viable para diversificar las prácticas de manejo, sobre todo cuando se trata de plantas disponibles en el entorno local como el floripondio (*Brugmansia spp.*) y el ají (*Capsicum annuum*), cuyos compuestos bioactivos pueden intervenir en el comportamiento y la fisiología de los insectos. Pavela y Benelli (2016) mencionan que: los aceites esenciales y extractos vegetales han mostrado potencial contra diferentes artrópodos plaga, aunque su uso agrícola requiere considerar estabilidad, composición química y forma de aplicación. Tal aporte resulta importante para esta investigación, debido a que no se busca asumir la eficacia de los extractos por tradición, sino evaluarla bajo condiciones experimentales propias del cultivo de arveja.

La investigación pretendió generar información técnica sobre la eficacia de los extractos de floripondio y ají en el control de *Melanogromyza spp.*, aportando evidencia útil para productores que requerían opciones de manejo más accesibles y compatibles con las condiciones del territorio. La evaluación experimental permitió observar si los tratamientos reducían la incidencia de la plaga y mantenían un comportamiento adecuado frente al desarrollo del cultivo, considerando que un insecticida orgánico solo resultaba funcional cuando combinaba control, seguridad para la planta y viabilidad de aplicación en campo.

La relevancia ambiental del estudio se relaciona con la necesidad de proteger la calidad del suelo y reducir prácticas que puedan alterar el equilibrio del agroecosistema. En cultivos de leguminosas, la conservación de la fertilidad y de la actividad biológica del suelo posee una importancia particular, ya que la productividad no depende únicamente del control de plagas, sino también del mantenimiento de procesos naturales que sostienen el rendimiento a largo plazo. Por esa razón, la evaluación de extractos vegetales dentro del cultivo de arveja permite articular el manejo fitosanitario con un enfoque de producción más responsable, donde la reducción de insumos químicos se vincula con la conservación de los recursos productivos.

Por tal razón, la investigación radica en que sus resultados pueden orientar decisiones de manejo dentro del Centro Experimental San Francisco de la UPEC y servir como referencia para productores de la provincia del Carchi interesados en alternativas orgánicas para el control del barrenador. En conjunto, el estudio integra una dimensión productiva, ambiental y económica, ya que busca contribuir al fortalecimiento del cultivo de arveja mediante una estrategia que reduzca riesgos asociados al uso intensivo de insecticidas sintéticos, mantenga la competitividad agrícola regional y favorezca prácticas más sostenibles en el contexto local.

## **1.4 OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1 Objetivo General**

Evaluar insecticidas orgánicos con base en floripondio (*Brugmansia arborea*) y ají (*Capsicum annuum*) para el control de barrenador (*Melanogromyza* spp.) en el cultivo de arveja voluble (*Pisum sativum* L.) en el Centro Experimental San Francisco de la UPEC – cantón Huaca.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Determinar el rendimiento del cultivo de arveja en respuesta a los tratamientos aplicados.
- Determinar la incidencia y severidad del barrenador (*Melanogromyza* spp.) en el cultivo de arveja mediante la aplicación de insecticidas orgánicos.
- Realizar un análisis costo/beneficio de los tratamientos utilizados en el cultivo de arveja.

### 1.4.3 Preguntas de Investigación

El presente estudio busca determinar la eficacia de extractos orgánicos a base de floripondio y ají en el manejo de esta plaga, con el propósito de ofrecer alternativas viables para su control, que con la investigación se llevará a cabo en el Centro Experimental de San Francisco, parroquia San Pedro de Huaca, provincia del Carchi, un área representativa del cultivo de arveja en la región, teniendo en cuenta que los resultados podrían contribuir al fortalecimiento de políticas agrícolas sostenibles y al desarrollo de tecnologías accesibles para los agricultores.

- ¿Cuál es el efecto de los insecticidas orgánicos con base en floripondio (*Brugmansia arborea*) y ají (*Capsicum annuum*) sobre el control del barrenador (¿*Melanogromyza spp?*) en el cultivo de arveja voluble (*Pisum sativum* L.) en el Centro Experimental San Francisco de la UPEC – cantón Huaca?
- ¿Cuál es el rendimiento del cultivo de arveja en respuesta a los tratamientos aplicados?
- ¿Cuál es la incidencia y severidad del barrenador (*Melanogromyza spp*) en el cultivo de arveja mediante la aplicación de insecticidas orgánicos?
- ¿Cuál es la relación costo/beneficio de los tratamientos utilizados en el cultivo de arveja

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Ochieng *et al.* (2022) desarrollaron un estudio experimental en campo orientado a evaluar el comportamiento de insecticidas botánicos en el control de áfidos dentro del cultivo de *Lablab purpureus*, incorporando bordes florales como estrategia complementaria de manejo para favorecer la presencia de enemigos naturales. La investigación se ejecutó mediante un diseño comparativo en el que se incluyeron tratamientos con productos botánicos comerciales a base de neem y piretro, un insecticida sintético y un testigo sin aplicación, considerando variables relacionadas con abundancia de plagas, daño en el cultivo, presencia de insectos benéficos y rendimiento final. Los resultados evidenciaron que los tratamientos botánicos redujeron la población de áfidos en un 88 % respecto al testigo, alcanzando niveles de control similares al insecticida sintético; sin embargo, la abundancia de enemigos naturales fue superior en los tratamientos orgánicos, reflejando una menor alteración sobre el equilibrio biológico del cultivo.

La interpretación de estos hallazgos permite entender que el control de plagas no debe analizarse únicamente desde la reducción de la población del insecto, sino desde su impacto sobre el equilibrio del agroecosistema, ya que los tratamientos botánicos no interrumpen de manera agresiva las interacciones biológicas. Este antecedente aporta de forma directa a la investigación planteada, debido a que respalda la viabilidad de utilizar extractos vegetales como alternativa de control, mostrando que pueden mantener la eficacia sin comprometer la biodiversidad funcional del cultivo, lo cual resulta coherente con el enfoque de evaluar extractos de floripondio y ají en condiciones agrícolas específicas.

Ngegba *et al.* (2022) realizaron una revisión científica enfocada en analizar el uso de pesticidas botánicos como alternativa frente a insecticidas sintéticos, abordando composición química, mecanismos de acción, ventajas agronómicas y limitaciones

de aplicación en campo. La investigación recopiló estudios relacionados con metabolitos secundarios presentes en plantas, especialmente alcaloides, terpenoides y flavonoides, describiendo cómo estos compuestos afectan procesos fisiológicos y de comportamiento en insectos plaga. Los autores concluyeron que los pesticidas botánicos presentan menor persistencia ambiental y menor toxicidad hacia organismos no objetivo; no obstante, señalaron que factores como degradación rápida, concentración variable y falta de estandarización pueden afectar su eficacia. La revisión fortalece la investigación planteada porque respalda el uso de extractos vegetales como herramienta de control fitosanitario y, al mismo tiempo, evidencia la necesidad de validar experimentalmente dosis y comportamiento bajo condiciones reales de cultivo.

Desde una perspectiva aplicada, este antecedente no solo valida el potencial de los insecticidas vegetales, sino que también plantea una limitación crítica: la necesidad de evaluar su comportamiento bajo condiciones controladas que permitan definir dosis, formas de aplicación y estabilidad. En función de ello, la investigación propuesta adquiere relevancia, ya que no se limita a asumir el efecto insecticida de las plantas seleccionadas, sino que busca comprobar su eficacia en un contexto real de producción, superando la brecha existente entre el conocimiento teórico y su aplicación práctica en campo.

Morales (2023) desarrolló una investigación experimental en el Centro Académico Docente Experimental (CADET) con el propósito de evaluar la fitosanidad de cuatro variedades de arveja mediante un diseño completamente al azar, analizando variables relacionadas con incidencia de plagas, severidad de enfermedades y rendimiento productivo. El estudio se ejecutó bajo condiciones climáticas caracterizadas por alta precipitación, permitiendo comparar el comportamiento sanitario de las variedades frente a factores bióticos y ambientales. Los resultados mostraron que la variedad "Televisión" presentó mayor susceptibilidad a insectos y enfermedades, mientras que la variedad "Punto Negro" registró menores niveles de severidad y mejor comportamiento productivo. La investigación aporta al presente estudio porque evidencia que la sanidad vegetal influye directamente en el rendimiento de la arveja, lo que justifica la búsqueda de alternativas de control que reduzcan el impacto de plagas sin comprometer el desarrollo del cultivo.

El análisis de estos resultados permite identificar una relación directa entre sanidad vegetal y productividad, evidenciando que la presencia de organismos

fitopatógenos o plagas incide negativamente en el rendimiento del cultivo. Esta relación no solo confirma la importancia del manejo fitosanitario, sino que también plantea la necesidad de estrategias de control que no afecten otras variables del sistema productivo. En este sentido, el antecedente aporta a la investigación al demostrar que el rendimiento de la arveja no depende únicamente de factores genéticos o agronómicos, sino del control eficiente de agentes que afectan su desarrollo, lo que justifica la búsqueda de alternativas como los insecticidas orgánicos.

Balseca (2022) desarrolló una investigación orientada a evaluar el rendimiento del cultivo de arveja mediante diferentes fuentes orgánicas aplicadas con fines de recuperación y conservación de suelos en Latacunga. El estudio se estructuró bajo un diseño experimental en el que se analizaron variables como número de vainas por planta, peso del fruto y rendimiento por hectárea, comparando el comportamiento de tratamientos orgánicos frente a sistemas convencionales. Los resultados evidenciaron diferencias significativas entre tratamientos, registrándose mejoras en el crecimiento y productividad de las plantas manejadas con fuentes orgánicas. La investigación resulta pertinente para el presente estudio porque demuestra que prácticas agrícolas sostenibles pueden incorporarse al sistema productivo sin reducir el rendimiento, respaldando la viabilidad de alternativas orgánicas dentro del manejo agronómico de la arveja.

La relevancia de este antecedente radica en que demuestra que las alternativas orgánicas no solo cumplen una función ambiental, sino que también pueden integrarse dentro de sistemas productivos sin comprometer el rendimiento. Esto permite comprender que la transición hacia prácticas sostenibles no implica una pérdida de eficiencia, sino una reconfiguración del manejo agrícola. En consecuencia, el uso de extractos vegetales como insecticidas se alinea con este enfoque, al plantear una alternativa que puede incorporarse dentro del sistema productivo manteniendo su viabilidad técnica y económica.

Jaramillo (2021) investigó en la comunidad de Cuesaca, cantón Bolívar, provincia del Carchi, la captura del barrenador del tallo (*Melanagromyza* spp.) en arveja (*Pisum sativum* L.) mediante cuatro tipos de trampas cromáticas, planteando como objetivo identificar el insecto, evaluar atracción por color, determinar severidad del daño y analizar porcentaje de infestación y rendimiento del cultivo. La metodología se desarrolló mediante un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos

correspondientes a trampas amarilla, azul, blanca y verde, utilizando análisis estadístico en InfoStat para comparar la respuesta de la plaga frente a cada alternativa de control. Los resultados mostraron mayor atracción en la trampa verde, con una media de 21,81 adultos de *Melanagromyza* spp., seguida por la blanca con 16,11, la amarilla con 5,31 y la azul con 1,53; adicionalmente, el tratamiento verde presentó menor severidad de daño en las plantas. La investigación aporta de forma directa al presente estudio porque confirma la presencia del barrenador en el contexto productivo del Carchi y demuestra que el control alternativo puede reducir la afectación de la plaga sin depender exclusivamente de insecticidas químicos.

Vinocunga (2024) evaluó en Chaltura, Imbabura, dos variedades de arveja, INIAP 436 e INIAP 432, bajo tres densidades de siembra y sistema de acolchado plástico, con la finalidad de comparar rendimiento, comportamiento agronómico y estado sanitario del cultivo. La investigación se desarrolló en la Granja Experimental La Pradera mediante un ensayo experimental que incluyó once descriptores agronómicos, postcosecha y sanidad vegetal, permitiendo analizar la relación entre variedad, densidad y productividad. Los resultados evidenciaron que el tratamiento T3, correspondiente a la variedad Liliana con distancia de 50 cm, alcanzó el mejor rendimiento con 3,90 t/ha, mientras que los tratamientos con acolchado registraron menor incidencia de plagas y enfermedades respecto al tratamiento sin cobertura. Aunque el estudio se ejecutó en Imbabura, sus condiciones agroecológicas similares a la Sierra norte permiten utilizarlo como referencia cercana para la presente investigación, debido a que demuestra cómo el manejo agronómico influye directamente en la sanidad y rendimiento del cultivo de arveja.

La relación entre ambos estudios permite sostener que la producción de arveja en la zona norte del Ecuador depende de un manejo integral donde la sanidad, el control de plagas y las prácticas agronómicas influyen directamente en el rendimiento. Jaramillo (2021) ofrece evidencia específica sobre *Melanagromyza* spp. en Carchi y demuestra que la plaga responde a estrategias de control no químico, mientras que Vinocunga Valencia (2024) muestra que las condiciones de manejo pueden reducir incidencia sanitaria y mejorar productividad. Bajo esa lectura, la evaluación de insecticidas orgánicos a base de floripondio y ají no aparece como una propuesta aislada, sino como una continuidad investigativa que busca validar otra alternativa sostenible para disminuir el daño ocasionado por el barrenador en arveja bajo condiciones locales y agroecológicas cercanas.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Cultivo de arveja voluble (*Pisum sativum* L.)

La arveja voluble es una legumbre clave en los Andes por su valor nutricional, adaptación y aporte a la agricultura. Su crecimiento vegetativo y reproductivo requiere un clima y suelo adecuados, buena nutrición, control sanitario y sistemas de tutorado o conducción.

Vinocunga (2024) señala que la arveja cumple un papel relevante en la seguridad alimentaria del Ecuador, especialmente porque forma parte de los cultivos consumidos de manera frecuente en la región Sierra y se integra a sistemas de producción de pequeños y medianos agricultores. En esa línea, el cultivo no puede comprenderse únicamente como una especie hortícola, sino como una actividad productiva vinculada con alimentación, economía rural y aprovechamiento de zonas agrícolas de altura.

La clasificación taxonómica permite identificar la posición sistemática de *Pisum sativum* L. dentro del reino vegetal y establecer su relación con las demás especies pertenecientes a la familia Fabaceae, aspecto que facilita la comprensión de sus características biológicas, agronómicas y fisiológicas. La arveja constituye una de las leguminosas de mayor importancia para la alimentación humana debido a su amplia distribución geográfica, su capacidad de adaptación a diferentes condiciones de cultivo y su aporte a la producción agrícola. Además, la simbiosis que establece con bacterias del género *Rhizobium* favorece la fijación biológica de nitrógeno, contribuyendo al mejoramiento de la fertilidad del suelo y a la sostenibilidad de los sistemas productivos (González *et al.*, 2023).

| Tabla 1. Clasificación taxonómica de la arveja voluble ( <i>Pisum sativum</i> L.) |                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Categoría taxonómica                                                              | Clasificación           |
| Reino                                                                             | Plantae                 |
| División                                                                          | Magnoliophyta           |
| Clase                                                                             | Magnoliopsida           |
| Orden                                                                             | Fabales                 |
| Familia                                                                           | Fabaceae                |
| Subfamilia                                                                        | Faboideae               |
| Tribu                                                                             | Fabeae                  |
| Género                                                                            | <i>Pisum</i>            |
| Especie                                                                           | <i>Pisum sativum</i> L. |

Fuente: Adaptado de USDA (2023).

**Tabla 2.** Composición nutricional de la arveja verde por 100 g de producto fresco

| Componente      | Cantidad |
|-----------------|----------|
| Agua            | 78,9 g   |
| Energía         | 81 kcal  |
| Proteína        | 5,4 g    |
| Carbohidratos   | 14,5 g   |
| Fibra dietética | 5,1 g    |
| Grasas          | 0,4 g    |
| Calcio          | 25 mg    |
| Fósforo         | 108 mg   |
| Potasio         | 244 mg   |
| Vitamina C      | 40 mg    |

**Fuente:** Adaptado de USDA FoodData Central (2023).

La condición voluble del cultivo exige un manejo más cuidadoso que el de variedades de porte bajo, porque el crecimiento de la planta demanda soporte, aireación adecuada y reducción de factores que limiten la formación de vainas. Cuando el cultivo enfrenta plagas internas como *Melanogromyza* spp., el daño no queda restringido a una lesión visible, sino que compromete el transporte de agua y fotoasimilados, afectando el vigor general y la expresión productiva. Schieler *et al.* (2024) explican que la predicción de etapas fenológicas en arveja resulta útil para el manejo temporal de plagas, debido a que los insectos no afectan al cultivo con la misma intensidad en todas las fases, sino que su impacto depende del momento de desarrollo de la planta. Por ello, el estudio del control del barrenador debe partir de una comprensión integral del cultivo y no solo del insecto, ya que la eficacia del tratamiento se valida cuando logra proteger el proceso productivo.

**Tabla 3.** Características agronómicas de la arveja voluble (*Pisum sativum* L.)

| Característica        | Descripción                                           |
|-----------------------|-------------------------------------------------------|
| Nombre común          | Arveja voluble                                        |
| Nombre científico     | <i>Pisum sativum</i> L.                               |
| Familia botánica      | Fabaceae                                              |
| Hábito de crecimiento | Trepador o voluble                                    |
| Tipo de cultivo       | Anual                                                 |
| Propagación           | Sexual mediante semilla                               |
| Temperatura óptima    | 13–18 °C                                              |
| Altitud de adaptación | 1.800–3.000 msnm                                      |
| Requerimiento hídrico | Moderado                                              |
| Producto cosechado    | Vainas verdes y granos tiernos                        |
| Ciclo de cultivo      | 90–150 días, según variedad y condiciones ambientales |

**Fuente:** Adaptado de INIAP (2022).

### 2.2.2 Importancia productiva de la arveja

La importancia productiva de la arveja se relaciona con su presencia en sistemas agrícolas de la Sierra ecuatoriana, donde contribuye a la oferta alimentaria y genera ingresos para productores que dependen de cultivos de ciclo relativamente corto.

Vinocunga (2024) reporta que, según datos nacionales incorporados en su investigación, durante 2023 se cosecharon 1,241 ha de arveja seca con 551 t de producción y 2,485 ha de arveja tierna en vaina con 5,560 t, cifras que permiten dimensionar la presencia del cultivo en el país y su aporte al mercado agrícola. Más allá del dato de superficie o toneladas, la arveja mantiene relevancia porque puede integrarse en rotaciones, aprovechar condiciones de altitud y sostener economías familiares, especialmente en territorios donde la agricultura sigue siendo una de las principales fuentes de trabajo.

La productividad de la arveja no depende únicamente de la extensión sembrada, sino de la capacidad del sistema para reducir pérdidas provocadas por plagas, enfermedades, heladas, sequías o prácticas agronómicas inadecuadas. La misma investigación de Vinocunga (2024) señala que las pérdidas de superficie cultivada pueden asociarse en un 30% con plagas y enfermedades y en un 55% con sequías y heladas, lo que confirma que los factores sanitarios y climáticos limitan de manera directa la estabilidad productiva. Espósito *et al.* (2023) sostienen que la mejora del rendimiento y de los componentes de calidad de la arveja constituye una prioridad en programas de investigación, debido a que la producción debe responder tanto a la demanda alimentaria como a la adaptación de los cultivares a condiciones cambiantes. En consecuencia, evaluar alternativas de control para *Melanogromyza spp.* no representa una acción aislada, sino una respuesta a una limitación productiva concreta.

### 2.2.3 Fenología del cultivo de arveja

La fenología del cultivo de arveja describe la secuencia de cambios morfológicos y fisiológicos que atraviesa la planta desde la emergencia hasta la madurez o cosecha, incluyendo crecimiento vegetativo, desarrollo de estructuras reproductivas, floración, formación de vainas y llenado de grano. Cada etapa posee exigencias específicas y niveles distintos de sensibilidad frente a plagas, deficiencias nutricionales o estrés ambiental. Schieler *et al.* (2024) desarrollaron modelos fenológicos para arveja de grano y arveja verde bajo escala BBCH, utilizando datos de campo recogidos en 415 sitios durante tres años, y demostraron que la predicción de etapas de crecimiento puede servir como herramienta para programar decisiones de monitoreo y manejo de plagas. La utilidad de estos modelos radica en que permiten ubicar el tratamiento en el momento biológicamente más oportuno, evitando aplicaciones tardías o innecesarias.

En el caso del barrenador, la fenología adquiere un valor central porque el daño interno al tallo puede alterar el desarrollo posterior de la planta y repercutir en la formación de vainas. Si la plaga afecta al cultivo durante etapas de crecimiento activo, la planta puede perder vigor antes de alcanzar su máximo potencial reproductivo, mientras que ataques cercanos a floración o llenado pueden traducirse en menor número de vainas o menor peso de grano. Vinocunga (2024) evaluó variables fenológicas como días a la emergencia, floración, formación de vainas y cosecha, lo que evidencia que el seguimiento por etapas permite interpretar mejor el rendimiento final. Por esa razón, la aplicación de extractos de floripondio y ají debe analizarse considerando el momento fenológico, ya que el control solo tendrá valor agronómico si protege las fases donde se define la producción.

#### 2.2.4 Manejo agronómico del cultivo de arveja

El manejo agronómico del cultivo de arveja integra prácticas como preparación del suelo, selección de variedad, densidad de siembra, control de malezas, riego, fertilización, monitoreo sanitario y cosecha, todas conectadas con la capacidad de la planta para expresar rendimiento. Un sistema manejado de forma deficiente genera competencia por recursos, mayor humedad dentro del follaje, menor aireación y condiciones favorables para plagas y enfermedades, mientras que un manejo técnico permite sostener crecimiento equilibrado y reducir pérdidas. Vinocunga Valencia (2024) evaluó dos variedades de arveja, INIAP 436 e INIAP 432, bajo tres densidades de siembra y sistema de acolchado plástico, utilizando once descriptores agronómicos, postcosecha y de sanidad, lo que demuestra que el rendimiento no surge de un solo factor, sino de la combinación entre variedad, espaciamiento y condiciones de manejo.

La relación entre manejo agronómico y sanidad resulta especialmente importante para la presente investigación, porque los insecticidas orgánicos no actúan en un vacío productivo, sino dentro de un cultivo cuya respuesta depende del estado de la planta, la cobertura, la aireación y la presión inicial de la plaga. Dhall *et al.* (2023) evaluaron prácticas agronómicas en arveja de jardín bajo condiciones de campo, comparando fecha de siembra, método de siembra y espaciamiento, y encontraron interacciones significativas entre estos factores para variables como número de vainas por planta, semillas por vaina y rendimiento, lo que confirma que el manejo modifica la expresión productiva. Desde esa perspectiva, la aplicación de extractos

vegetales debe integrarse al manejo del cultivo y evaluarse no solo por reducción de insectos, sino por su contribución a mantener una planta funcional y productiva.

#### 2.2.5 Densidad de siembra y desarrollo del cultivo

La densidad de siembra define la distribución de las plantas dentro del lote y condiciona la competencia por luz, agua, nutrientes y espacio, por lo que influye en el crecimiento vegetativo, la formación de vainas y el rendimiento por unidad de superficie. Una densidad excesiva puede elevar la competencia interna, reducir la aireación del dosel y favorecer condiciones de humedad que predisponen al cultivo a problemas sanitarios; una densidad muy baja, en cambio, puede desaprovechar el terreno y disminuir el rendimiento potencial. Vinocunga (2024) encontró que el tratamiento T3, correspondiente a la variedad Liliana con distancia de 50 cm, alcanzó el mejor rendimiento con  $3,90 \text{ t*ha}^{-1}$ , seguido por Lojanita a 25 cm con  $3,79 \text{ t*ha}^{-1}$  y Liliana a 33 cm con  $3,70 \text{ t*ha}^{-1}$ , resultado que confirma que la distancia entre plantas modifica la eficiencia productiva.

La densidad también influye en el manejo de plagas, porque modifica la estructura del cultivo, la circulación de aire, la facilidad de monitoreo y la cobertura de los tratamientos aplicados. Prusiński y Borowska (2022) evaluaron el efecto de la densidad de siembra y el espaciamiento entre hileras sobre rasgos morfológicos y rendimiento de arveja, destacando que los componentes productivos responden al arreglo espacial de las plantas, especialmente cuando la competencia modifica el desarrollo del dosel. Para la investigación sobre extractos de floripondio y ají, este punto resulta clave porque una aplicación fitosanitaria puede comportarse de manera distinta según la estructura del cultivo: con plantas muy densas, el contacto del extracto con tallos y zonas afectadas puede disminuir; con una distribución adecuada, el tratamiento alcanza mejor cobertura y favorece una evaluación más precisa del control del barrenador.

La integración de los insecticidas orgánicos con otras prácticas, como el control cultural y el monitoreo de plagas, permite mejorar la eficacia del sistema en su conjunto. Ochieng *et al.* (2022) demostraron que la combinación de insecticidas botánicos con estrategias ecológicas, como el uso de bordes florales, favorece la conservación de enemigos naturales y mejora el control de plagas en campo.

Desde la perspectiva de la investigación, la compatibilidad de los extractos de floripondio y ají con el manejo integrado representa un elemento clave para su

adopción. La posibilidad de utilizar estos tratamientos junto con otras prácticas agronómicas permite construir un sistema de control más equilibrado, donde la reducción de la plaga se logra sin comprometer la estabilidad del agroecosistema ni la productividad del cultivo.

#### 2.2.6 Clasificación botánica de la arveja

La clasificación botánica permite identificar la posición taxonómica de *Pisum sativum* L. dentro de las leguminosas y comprender las características que comparte con otras especies de la familia Fabaceae. Se trata de una planta herbácea anual que desarrolla un sistema radical con capacidad para establecer simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, proceso mediante el cual fija nitrógeno atmosférico y mejora la fertilidad del suelo. Su hábito de crecimiento puede ser erecto o trepador, dependiendo de la variedad, condición que influye en el manejo agronómico y en la adaptación del cultivo a diferentes sistemas de producción (Zhang et al., 2025).

#### 2.2.7 Valor nutricional de la arveja

La arveja constituye una fuente importante de proteínas vegetales, carbohidratos complejos, fibra dietética, vitaminas y minerales que contribuyen a una alimentación equilibrada. Su composición nutricional incluye proteínas de buena calidad biológica, vitaminas del complejo B, vitamina C y minerales como hierro, fósforo, magnesio y potasio, además de compuestos fenólicos y flavonoides con actividad antioxidante (Wu et al., 2023).

#### 2.2.8 Requerimientos edafoclimáticos

El desarrollo del cultivo depende de condiciones ambientales que favorezcan el crecimiento vegetativo y la formación de vainas. La arveja presenta un mejor comportamiento en climas templados, con temperaturas medias cercanas a 17 °C, suelos bien drenados, pH ligeramente ácido o neutro y buena disponibilidad de humedad sin encharcamientos prolongados. Aunque posee capacidad de adaptación a diferentes ambientes, el exceso de temperatura durante la floración y el llenado de grano reduce el rendimiento y la calidad de la producción (Zhang et al., 2025).

#### 2.2.9 Aspectos agroecológicos

La arveja desempeña un papel importante dentro de los sistemas agrícolas por su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico mediante simbiosis con bacterias del

suelo, característica que disminuye la necesidad de fertilizantes nitrogenados y favorece la recuperación de la fertilidad después de la cosecha. Su incorporación en esquemas de rotación y asociación de cultivos contribuye a mejorar la estructura del suelo, incrementar la actividad microbiológica y reducir la presión de plagas y enfermedades, razones por las cuales forma parte de estrategias orientadas hacia una producción agrícola más sostenible (Khursheed *et al.*, 2022).

#### 2.2.10 Enfermedades del cultivo de arveja

El rendimiento del cultivo puede verse afectado por enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus, entre las que destacan el oídio (*Erysiphe pisi*), la ascoquitosis (*Ascochyta* spp.), la fusariosis (*Fusarium oxysporum*) y el virus del mosaico de la arveja, agentes que ocasionan lesiones foliares, marchitez, reducción del crecimiento y disminución de la producción. La incidencia de estas enfermedades depende de las condiciones ambientales, del manejo agronómico y de la susceptibilidad varietal, factores que hacen indispensable integrar prácticas preventivas, monitoreo permanente y materiales con mayor tolerancia dentro del manejo sanitario del cultivo (Ullah *et al.*, 2025).

#### 2.2.11 Sanidad del cultivo de arveja

La sanidad del cultivo de arveja se relaciona con la capacidad de la planta para desarrollarse sin limitaciones ocasionadas por plagas y enfermedades, lo que incide directamente en su crecimiento y en la formación de estructuras productivas. Un cultivo sano mantiene un equilibrio fisiológico que permite aprovechar de manera eficiente los recursos disponibles, mientras que un cultivo afectado presenta reducción en vigor, menor área foliar funcional y limitaciones en el transporte de nutrientes. Morales Abadiano (2023), al evaluar la fitosanidad de cuatro variedades de arveja bajo condiciones experimentales, evidenció diferencias significativas en la incidencia de plagas y enfermedades, lo que repercutió directamente en el rendimiento, confirmando que la sanidad vegetal constituye un factor determinante en la productividad.

El análisis de la sanidad no se limita a identificar la presencia de organismos dañinos, sino a comprender el impacto que estos generan en el desarrollo del cultivo. La relación entre daño y rendimiento implica que incluso niveles moderados de infestación pueden traducirse en pérdidas productivas cuando afectan estructuras críticas de la planta. En este contexto, la evaluación del control del barrenador

mediante insecticidas orgánicos se justifica como una estrategia orientada a mejorar el estado sanitario del cultivo, lo que a su vez permite sostener su capacidad productiva sin recurrir exclusivamente a insumos químicos de alta persistencia.

#### 2.2.12 Plagas en el cultivo de arveja

El cultivo de arveja se encuentra expuesto a una diversidad de plagas que afectan diferentes órganos de la planta, entre las cuales destacan pulgones, trips, minadores y barrenadores, cada uno con un tipo de daño específico. Estas plagas pueden interferir en procesos fisiológicos como la fotosíntesis, la absorción de nutrientes y el crecimiento estructural, lo que repercute en la formación de vainas y en la calidad del producto final. Morales Abadiano (2023) reportó la presencia de trips y pulgones en variedades de arveja evaluadas en condiciones de campo, evidenciando que la incidencia de insectos varía según factores ambientales y genéticos.

La presencia simultánea de diferentes plagas obliga a considerar el manejo fitosanitario desde un enfoque integral, donde el control no se dirija a una sola especie, sino al conjunto de organismos que afectan el cultivo. En este escenario, el barrenador adquiere relevancia debido a su forma de daño interno, lo que dificulta su control mediante métodos convencionales. La investigación se centra en esta plaga precisamente por su impacto específico y por la necesidad de evaluar alternativas que puedan actuar en condiciones donde otros métodos presentan limitaciones.

#### 2.2.13 Barrenador del tallo (*Melanogromyza* spp.)

El barrenador del tallo pertenece al género *Melanogromyza*, caracterizado por su hábito de desarrollo interno dentro del tejido vegetal, donde las larvas se alimentan del sistema vascular de la planta. Este tipo de daño resulta especialmente crítico, ya que no es visible en etapas iniciales y puede afectar el transporte de agua y nutrientes, debilitando la planta desde su interior. Jaramillo Chafuel (2021) evaluó el comportamiento de esta plaga en arveja en la provincia del Carchi, utilizando trampas cromáticas y mediciones de infestación, severidad y rendimiento, confirmando su presencia como un problema fitosanitario real en el cultivo.

Los resultados de dicha investigación evidenciaron que la plaga puede alcanzar niveles de infestación que afectan directamente la productividad, reduciendo el vigor de la planta y su capacidad de formar vainas. Este comportamiento hace que el barrenador no solo represente un problema de sanidad, sino también una limitante

productiva, lo que refuerza la necesidad de implementar estrategias de control específicas. En este contexto, la evaluación de insecticidas orgánicos adquiere relevancia como una alternativa que podría intervenir en la dinámica de la plaga sin afectar el equilibrio del cultivo.

#### 2.2.14 Severidad e infestación del barrenador

La severidad del daño y el nivel de infestación constituyen indicadores fundamentales para evaluar el impacto del barrenador en el cultivo de arveja, ya que permiten cuantificar tanto la presencia del insecto como el grado de afectación sobre la planta. La infestación indica la proporción de plantas afectadas, mientras que la severidad mide la intensidad del daño, lo que facilita interpretar la magnitud del problema fitosanitario. Jaramillo (2021) reportó diferencias en la captura de adultos de *Melanogromyza* spp. según el tipo de trampa utilizada, lo que permitió establecer relaciones entre presencia del insecto y daño en el cultivo.

El análisis conjunto de estos indicadores permite comprender que la reducción de la población de la plaga no siempre se traduce automáticamente en una disminución del daño, lo que obliga a evaluar ambos parámetros de manera simultánea. En la investigación, la medición de infestación y severidad permitirá determinar la eficacia de los extractos de floripondio y ají, no solo en términos de control poblacional, sino en su capacidad para reducir el impacto real sobre la planta.

#### 2.2.15 Rendimiento del cultivo de arveja

El rendimiento del cultivo de arveja se expresa en términos de producción por unidad de superficie y constituye el indicador final de la eficiencia del sistema productivo. Este resultado integra el efecto de factores agronómicos, ambientales y fitosanitarios, lo que implica que cualquier variación en el manejo o en la sanidad del cultivo se reflejará en la producción obtenida. Vinocunga Valencia (2024) reportó rendimientos de hasta  $3,90 \text{ t*ha}^{-1}$  en condiciones experimentales, lo que evidencia el potencial del cultivo cuando se optimizan las variables del sistema.

#### 2.2.16 Control botánico de plagas

El control botánico de plagas se fundamenta en el uso de compuestos naturales derivados de plantas capaces de intervenir en la dinámica poblacional de insectos, lo que permite reducir su incidencia sin recurrir de manera exclusiva a productos de síntesis química. A diferencia de los insecticidas convencionales, estos compuestos no

actúan únicamente por toxicidad directa, sino que incorporan mecanismos como repelencia, interferencia en la alimentación y alteración del desarrollo, lo que genera un efecto progresivo sobre la plaga. Ochieng *et al.* (2022) señalan que los pesticidas botánicos representan una alternativa viable dentro de la agricultura sostenible debido a su menor persistencia ambiental y a su capacidad de degradarse sin generar acumulación tóxica en el suelo o en el agua.

La relevancia del control botánico se incrementa en sistemas agrícolas donde la presión de plagas se combina con el uso intensivo de agroquímicos, situación que ha favorecido el desarrollo de resistencia en diversas especies. Ngegba *et al.* (2022) explica que los insecticidas botánicos presentan múltiples modos de acción, lo que dificulta la adaptación de los insectos y reduce la probabilidad de generar resistencia, a diferencia de los compuestos sintéticos que suelen actuar sobre un solo sitio específico, característica que permite considerar los extractos vegetales como herramientas útiles dentro de esquemas de manejo integrado de plagas.

Desde una perspectiva aplicada, el control botánico no debe interpretarse como una sustitución directa de los insecticidas químicos, sino como una estrategia complementaria que permite equilibrar el manejo fitosanitario con la sostenibilidad del sistema productivo. Ochieng *et al.* (2022) demostraron en condiciones de campo que los insecticidas botánicos pueden alcanzar niveles de control similares a los sintéticos, con la ventaja de conservar mayor cantidad de enemigos naturales, lo que favorece la estabilidad del agroecosistema. Este enfoque resulta coherente con la presente investigación, ya que se orienta a evaluar extractos vegetales en condiciones reales de cultivo.

#### 2.2.17 Metabolitos secundarios en plantas

Los metabolitos secundarios son compuestos vegetales que, aunque no intervienen en la fotosíntesis o respiración, son clave para defender a la planta contra plagas y enfermedades. Los principales son los alcaloides, terpenoides y compuestos fenólicos, los cuales alteran la conducta y fisiología de los insectos. Según Ngegba *et al.* (2022), pueden actuar como repelentes, tóxicos o frenar su crecimiento, según su concentración y la especie afectada.

La acción de los metabolitos secundarios no se limita a provocar la muerte del insecto, sino que también puede alterar procesos relacionados con alimentación, reproducción y movilidad, generando efectos que reducen progresivamente el daño

sobre el cultivo. El floripondio (*Brugmansia arborea*) y el ají (*Capsicum annuum*), especies pertenecientes a la familia Solanaceae, contienen compuestos bioactivos con capacidad insecticida y repelente que pueden interferir en el comportamiento y desarrollo de diferentes insectos plaga. Una disminución en la alimentación del insecto reduce el deterioro de tallos, hojas y vainas, permitiendo limitar el daño aun cuando la población no desaparezca completamente. Giunti *et al.* (2022) destacan que la diversidad de metabolitos secundarios presentes en especies vegetales genera efectos combinados sobre distintos grupos de insectos, aumentando su eficacia dentro de estrategias de control alternativo.

En el contexto agrícola, el aprovechamiento de metabolitos secundarios implica trasladar mecanismos naturales de defensa al manejo del cultivo, lo que representa una alternativa frente a los sistemas convencionales de control. La variabilidad en la composición de estos compuestos obliga a evaluar cada planta de forma específica, ya que su eficacia depende de factores como el método de extracción, la estabilidad del compuesto y las condiciones ambientales. Por esta razón, su estudio dentro de la investigación no se limita a una descripción teórica, sino a la validación de su comportamiento en campo.

2.2.18 Floripondio (*Brugmansia arborea*)

El floripondio es una planta conocida por su contenido de alcaloides tropánicos, compuestos que presentan actividad biológica sobre el sistema nervioso de diferentes organismos. Estos alcaloides pueden generar alteraciones en la transmisión de impulsos nerviosos, lo que afecta la movilidad y el comportamiento de los insectos. Aunque su uso tradicional ha estado asociado a propiedades medicinales, su potencial como insecticida radica en la capacidad de estos compuestos para interferir en procesos fisiológicos esenciales de las plagas.

**Tabla 4.** Clasificación taxonómica del floripondio (*Brugmansia arborea*)

| Categoría taxonómica | Clasificación                        |
|----------------------|--------------------------------------|
| Reino                | Plantae                              |
| División             | Magnoliophyta                        |
| Clase                | Magnoliopsida                        |
| Orden                | Solanales                            |
| Familia              | Solanaceae                           |
| Género               | Brugmansia                           |
| Especie              | <i>Brugmansia arborea</i> (L.) Sweet |

**Fuente:** Adaptado de USDA (2023).

**Tabla 5.** Principales compuestos bioactivos presentes en *Brugmansia arborea*

| Compuesto activo | Grupo químico        | Efecto reportado                         |
|------------------|----------------------|------------------------------------------|
| Escopolamina     | Alcaloide tropánico  | Altera la actividad nerviosa de insectos |
| Atropina         | Alcaloide tropánico  | Acción repelente y neurotóxica           |
| Hiosciamina      | Alcaloide tropánico  | Interfiere en funciones fisiológicas     |
| Flavonoides      | Compuestos fenólicos | Actividad protectora y defensiva         |
| Taninos          | Polifenoles          | Reduce la alimentación de insectos       |

**Fuente:** Adaptado de Ngegba *et al.* (2022).

El interés por el floripondio en la agricultura radica en usar plantas locales para reducir costos y facilitar su uso por parte de los agricultores. Sin embargo, debido a su alto contenido de alcaloides, es crucial controlar la dosis para garantizar su eficacia y evitar daños en el cultivo.

Desde el enfoque de la investigación, el floripondio no se asume como un insecticida efectivo por sí mismo, sino como una fuente potencial de compuestos que requieren evaluación experimental. Su inclusión en el estudio responde a la necesidad de validar alternativas locales bajo condiciones controladas, lo que permite determinar si su aplicación contribuye al control del barrenador sin afectar el desarrollo del cultivo.

#### 2.2.19 Ají (*Capsicum annuum*) como agente repelente

El ají se caracteriza por la presencia de capsaicinoides, compuestos responsables de su efecto picante y de su capacidad para generar irritación en tejidos sensibles. En el caso de los insectos, estos compuestos actúan principalmente como repelentes, interfiriendo en los mecanismos de percepción y reduciendo la permanencia sobre la planta. Este efecto resulta útil en el control de plagas, ya que limita la alimentación y la oviposición, disminuyendo el daño sin necesidad de eliminar completamente la población.

**Tabla 6.** Clasificación taxonómica del ají (*Capsicum annuum*)

| Categoría taxonómica | Clasificación             |
|----------------------|---------------------------|
| Reino                | Plantae                   |
| División             | Magnoliophyta             |
| Clase                | Magnoliopsida             |
| Orden                | Solanales                 |
| Familia              | Solanaceae                |
| Género               | Capsicum                  |
| Especie              | <i>Capsicum annuum</i> L. |

**Fuente:** Adaptado de USDA (2023).

**Tabla 7.** Principales compuestos bioactivos presentes en *Capsicum annum*

| Compuesto activo   | Grupo químico        | Efecto reportado                                  |
|--------------------|----------------------|---------------------------------------------------|
| Capsaicina         | Capsaicinoide        | Repelente e irritante para insectos               |
| Dihidrocapsaicina  | Capsaicinoide        | Acción repelente                                  |
| Capsantina         | Carotenoide          | Protección natural de la planta                   |
| Flavonoides        | Compuestos fenólicos | Actividad antioxidante                            |
| Aceites esenciales | Compuestos volátiles | Alteran la orientación y alimentación de insectos |

**Fuente:** Adaptado de Pavela y Benelli (2023).

El uso del ají como insecticida natural se ha extendido en diferentes sistemas agrícolas debido a su disponibilidad y facilidad de preparación. Sin embargo, su eficacia depende de factores como la concentración del extracto, la frecuencia de aplicación y las condiciones ambientales. Estudios recientes indican que los extractos de plantas con compuestos activos volátiles presentan una acción temporal, lo que requiere aplicaciones periódicas para mantener su efecto.

En el contexto de la investigación, el ají se incorpora como complemento al floripondio, considerando que la combinación de diferentes compuestos puede generar efectos más amplios sobre la plaga. Mientras el floripondio actúa a nivel fisiológico, el ají puede influir en el comportamiento, lo que permite abordar el control desde diferentes mecanismos. Esta combinación responde a un enfoque más integral del manejo fitosanitario.

#### 2.2.20 Preparación de extractos vegetales

La preparación de extractos vegetales constituye un proceso determinante en la eficacia de los insecticidas orgánicos, debido a que de este depende la concentración y estabilidad de los compuestos bioactivos presentes en la planta. Métodos como la maceración, infusión o extracción en solventes permiten obtener principios activos, aunque su eficiencia varía en función del tipo de planta, la parte utilizada y el tiempo de extracción. Ngegba *et al.* (2022) indican que la calidad del extracto está directamente relacionada con el método de obtención, ya que una extracción inadecuada puede reducir significativamente la concentración de metabolitos secundarios.

El proceso de preparación también implica etapas de filtrado, dilución y almacenamiento, las cuales influyen en la conservación de las propiedades del extracto. La exposición a factores como la luz, el calor o el oxígeno puede provocar la degradación de los compuestos activos, reduciendo su efectividad al momento de la aplicación. En este sentido, la estandarización del procedimiento resulta

necesaria para garantizar resultados consistentes en campo, evitando variaciones que puedan afectar la interpretación de los resultados experimentales.

Dentro de la investigación, la preparación de extractos de floripondio y ají debe considerarse como una variable controlada, ya que cualquier modificación en el proceso puede alterar la respuesta observada en el control del barrenador. La correcta elaboración del extracto no solo asegura la presencia de compuestos activos, sino que permite establecer una relación clara entre la dosis aplicada y el efecto obtenido, lo que resulta fundamental para validar su uso como alternativa fitosanitaria.

#### 2.2.21 Mecanismo de acción sobre insectos

El mecanismo de acción de los insecticidas botánicos se caracteriza por su diversidad, ya que los compuestos presentes en las plantas pueden actuar simultáneamente sobre diferentes sistemas del insecto. A diferencia de los insecticidas sintéticos, que suelen tener un único sitio de acción, los extractos vegetales pueden generar efectos combinados que incluyen repelencia, toxicidad fisiológica, alteración del desarrollo y reducción de la alimentación. Zhou *et al.* (2024) menciona que esta multiplicidad de mecanismos disminuye la probabilidad de adaptación de las plagas, lo que representa una ventaja frente a los productos convencionales.

El efecto repelente constituye uno de los mecanismos más comunes, debido a que los compuestos volátiles presentes en los extractos interfieren en los sistemas sensoriales del insecto, generando rechazo hacia la planta tratada. Este tipo de acción resulta particularmente útil en cultivos donde el daño se produce por alimentación directa, ya que limita el contacto del insecto con el tejido vegetal. Paralelamente, la toxicidad fisiológica actúa sobre sistemas internos, como el nervioso o digestivo, provocando alteraciones que pueden llevar a la muerte o a la disminución de la actividad del insecto.

Desde una perspectiva aplicada, comprender el mecanismo de acción permite interpretar los resultados obtenidos en campo y establecer criterios para el uso adecuado del extracto. Ochieng *et al.* (2022) demostraron que los insecticidas botánicos no solo reducen la población de plagas, sino que también afectan su comportamiento, lo que contribuye a disminuir el daño al cultivo. Este enfoque resulta relevante para la investigación, ya que el objetivo no se limita a eliminar el insecto, sino a reducir su impacto sobre la planta.

### 2.2.22 Concentración y dosis del extracto

La concentración del extracto constituye un factor crítico en la eficacia de los insecticidas orgánicos, ya que determina la cantidad de compuestos activos disponibles para interactuar con la plaga. Una concentración baja puede resultar insuficiente para generar un efecto significativo, mientras que una concentración elevada puede incrementar la toxicidad sin necesariamente mejorar el control. Ngegba *et al.* (2022) señalan que la relación dosis–respuesta en los extractos vegetales no siempre es lineal, lo que implica la necesidad de evaluar diferentes niveles de concentración.

La determinación de la dosis adecuada debe considerar no solo la efectividad sobre la plaga, sino también la seguridad para el cultivo y el ambiente. En este sentido, la aplicación de dosis excesivas puede generar efectos negativos sobre la planta, conocidos como fitotoxicidad, lo que compromete el desarrollo del cultivo. Por esta razón, la evaluación experimental de la dosis permite identificar el punto en el cual se obtiene el máximo control con el menor impacto posible.

En el marco de la investigación, la concentración del extracto de floripondio y ají se convierte en una variable fundamental, ya que su correcta determinación permitirá establecer recomendaciones de uso basadas en evidencia. La identificación de una dosis óptima no solo contribuye al control del barrenador, sino que facilita la adopción de la tecnología por parte de los productores, al garantizar su eficacia y seguridad.

### 2.2.23 Aplicación en campo de insecticidas orgánicos

La aplicación de insecticidas orgánicos en campo requiere considerar aspectos técnicos que influyen directamente en su eficacia, tales como el momento de aplicación, la frecuencia, la cobertura y las condiciones ambientales. A diferencia de los productos sintéticos, los extractos vegetales presentan una menor persistencia, lo que implica la necesidad de aplicaciones más frecuentes para mantener su efecto. Giunti *et al.* (2022) destacan que la eficacia de los insecticidas botánicos depende en gran medida del manejo agronómico asociado a su aplicación.

El momento de aplicación resulta determinante, ya que la efectividad del tratamiento puede variar en función del estado de desarrollo del insecto y del cultivo. Aplicaciones realizadas en etapas tempranas de infestación tienden a generar mejores resultados, debido a que la población de la plaga aún no ha alcanzado

niveles críticos. Asimismo, la cobertura del tratamiento debe garantizar que el extracto entre en contacto con las áreas afectadas, lo que implica una adecuada calibración de los equipos de aplicación.

Dentro de la investigación, la aplicación de los extractos de floripondio y ají debe realizarse bajo condiciones controladas que permitan evaluar su comportamiento en campo. La correcta ejecución de este proceso no solo asegura la validez de los resultados, sino que permite identificar las condiciones bajo las cuales el tratamiento resulta más efectivo, lo que contribuye a su posible implementación en sistemas productivos reales.

#### 2.2.24 Fitotoxicidad y seguridad del cultivo

La fitotoxicidad se refiere a los efectos negativos que un producto puede generar sobre el cultivo, manifestándose en síntomas como quemaduras, clorosis, reducción del crecimiento o alteraciones fisiológicas. En el caso de los insecticidas orgánicos, este aspecto adquiere relevancia debido a que los compuestos naturales no son necesariamente inocuos para las plantas, especialmente cuando se utilizan en concentraciones elevadas o bajo condiciones ambientales adversas.

La evaluación de la fitotoxicidad permite determinar si el extracto aplicado afecta el desarrollo del cultivo, lo que resulta fundamental para establecer su viabilidad como alternativa de control. Ngegba *et al.* (2022) señalan que uno de los desafíos en el uso de pesticidas botánicos radica en equilibrar su eficacia frente a la plaga con su seguridad para la planta, lo que requiere un análisis detallado de las condiciones de aplicación.

En la presente investigación, la observación de posibles efectos fitotóxicos en la arveja constituye un criterio esencial para validar el uso de los extractos de floripondio y ají. La ausencia de daños en el cultivo, combinada con una reducción en la incidencia del barrenador, permitiría considerar estos tratamientos como alternativas viables dentro del manejo fitosanitario.

#### 2.2.25 Compatibilidad con el manejo integrado de plagas

El manejo integrado de plagas (MIP) se basa en la combinación de diferentes estrategias de control que permiten reducir la incidencia de plagas de manera sostenible, minimizando el uso de productos químicos. En este enfoque, los insecticidas botánicos pueden integrarse como una herramienta complementaria,

debido a su menor impacto sobre el ambiente y su compatibilidad con organismos benéficos. Daraban *et al.* (2023) destacan que los productos botánicos pueden incorporarse dentro del MIP como una alternativa que contribuye a diversificar los métodos de control.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 ENFOQUE METODOLÓGICO

##### 3.1.1 Enfoque

La investigación adopta un enfoque cuantitativo, caracterizado por la recopilación, el análisis y la interpretación sistemática de datos numéricos, metodología que permitió medir y evaluar con precisión la incidencia de *Melanogromyza* spp. en el cultivo de arveja, así como comparar el comportamiento de las variables analizadas entre los tratamientos establecidos.

Se busco garantizar que los resultados obtenidos sean reproducibles y estadísticamente significativos, lo cual es fundamental para asegurar la fiabilidad de los datos y su relevancia en contextos similares, a través del uso de herramientas estadísticas, como el análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de comparación múltiple, se pueden identificar diferencias significativas entre los tratamientos, estableciendo relaciones objetivas entre las variables independientes (tipo y concentración de los tratamientos) y las dependientes (eficacia en el control de la plaga y desarrollo del cultivo).

##### 3.1.2 Tipo de Investigación

La investigación corresponde a un estudio experimental, debido a que contempló la aplicación de diferentes tratamientos insecticidas bajo condiciones controladas para analizar su efecto sobre la incidencia de *Melanogromyza* spp. y el rendimiento del cultivo de arveja de amarre (*Pisum sativum* L.). El diseño experimental permitió comparar la respuesta del cultivo frente a los extractos de floripondio (*Brugmansia arborea*) y ají (*Capsicum annuum*), así como frente a los tratamientos de control, mediante la medición de variables agronómicas y fitosanitarias establecidas durante el desarrollo del ensayo.

### **3.2 HIPÓTESIS**

#### **A) Hipótesis Nula**

Ho. Los insecticidas orgánicos a base de floripondio y ají no son efectivos en el control de (barrenador) en el cultivo de arveja de amarre.

#### **B) Hipótesis alternativa**

Ha. Los insecticidas orgánicos a base de floripondio y ají son efectivos en el control de (barrenador) en el cultivo de arveja de amarre.

### 3.3 DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

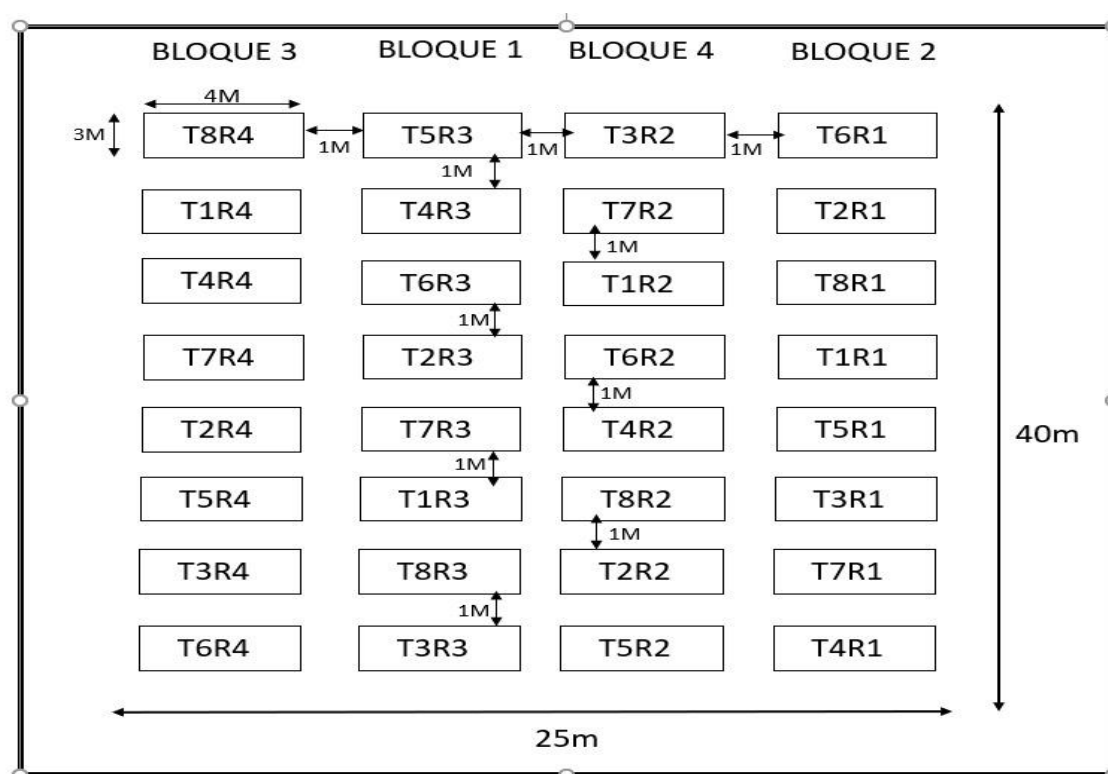
**Tabla 8.** Operacionalización de variables

| Variable / Definición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Dimensión                        | Indicadores                           | Técnica                | Instrumento                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Independiente: Insecticidas orgánicos a base de floripondio ( <i>Brugmansia arborea</i> ) y ají ( <i>Capsicum annuum</i> )<br><br>Sustancias de origen vegetal elaboradas a partir de extractos con compuestos bioactivos capaces de generar efectos repelentes, tóxicos o inhibidores sobre insectos plaga dentro del cultivo de arveja. | Composición del extracto vegetal | Tipo de extracto utilizado            | Observación            | Ficha de aplicación de tratamientos |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Concentración del extracto       | Presencia de metabolitos secundarios  |                        | Vaso dosificador                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  | Porcentaje de concentración aplicada  |                        |                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Aplicación del tratamiento       | Cantidad de extracto por tratamiento  | Observación y muestreo | Bomba de fumigar                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  | Frecuencia de aplicación              |                        |                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Eficacia biológica               | Método de aplicación foliar           |                        | Bitácora                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  | Reducción de presencia del barrenador |                        |                                     |
| Dependiente: Control del barrenador ( <i>Melanogromyza</i> spp.) en el cultivo de arveja voluble ( <i>Pisum sativum</i> L.)<br><br>Nivel de control alcanzado frente al barrenador mediante la aplicación de insecticidas orgánicos y su efecto sobre la sanidad y rendimiento del cultivo de arveja.                                     | Seguridad del tratamiento        | Disminución del daño en la planta     | Observación y muestreo | Bitácora                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  | Presencia o ausencia de fitotoxicidad |                        |                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Incidencia de la plaga           | Número de plantas afectadas           | Observación y muestreo | Bitácora                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Severidad del daño               | Porcentaje de infestación             |                        |                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  | Nivel de daño en tallos y hojas       |                        |                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Sanidad del cultivo              | Presencia de galerías o perforaciones |                        |                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  | Estado general de la planta           |                        |                                     |

|  |                         |                                                                                                  |          |
|--|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|  | Rendimiento del cultivo | Vigor vegetativo<br>Número de vainas por planta<br>Peso de vainas<br>Rendimiento por tratamiento | Bitácora |
|  |                         |                                                                                                  | Balanza  |

### 3.3.1 Caracterización del Diseño Experimental

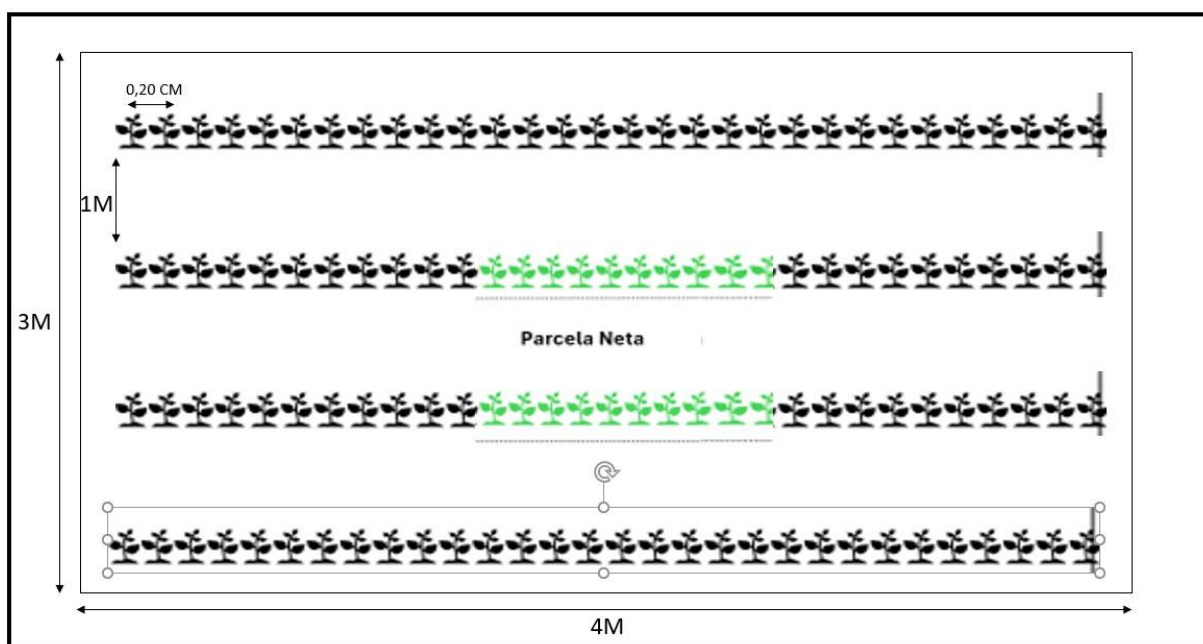
- Diseño: Bloques completamente al azar (DBCA), debido a la homogeneidad del terreno experimental y la necesidad de minimizar la variabilidad ambiental.
- Número de tratamientos: 8 tratamientos.
- Número de repeticiones: 4 repeticiones por tratamiento.
- Unidades experimentales: Cada repetición constituye una unidad experimental. En total, hubo 32 unidades experimentales (8 tratamientos  $\times$  4 repeticiones).
- Tamaño de parcela: Cada parcela experimental tuvo una dimensión de 4 m x 3 m (12 m<sup>2</sup>).
- Número de plantas por parcela: Se sembraron 60 plantas por parcela, dispuestas en surcos a 20 cm entre plantas y 1 m entre surcos.
- Parcela neta: Se evaluaron únicamente 10 plantas centrales por parcela, excluyendo los bordes para minimizar los efectos de bordes.



**Figura 1.** Distribución de las unidades experimentales en campo

La fase experimental se estableció bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), conformado por ocho tratamientos y cuatro repeticiones, obteniéndose un total de treinta y dos unidades experimentales. La utilización de este diseño permitió disminuir la variabilidad atribuida a las condiciones propias del terreno, favoreciendo

una comparación más precisa entre los tratamientos evaluados. De acuerdo con Zhang *et al.* (2025), el bloqueo constituye una estrategia estadística que incrementa la precisión experimental al controlar fuentes de variación ajenas a los tratamientos. La distribución de las unidades experimentales se realizó considerando las condiciones del área de estudio y la disposición espacial requerida para garantizar un adecuado desarrollo del cultivo y una correcta aplicación de los tratamientos.



**Figura 2.** Distribución de la parcela neta experimental

La parcela neta correspondió al área seleccionada para la toma de datos de las variables agronómicas y fitosanitarias evaluadas durante el ensayo. La delimitación de esta superficie permitió reducir el efecto de borde generado por factores externos que pueden influir sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas. Según Jaramillo (2021), la utilización de parcelas netas constituye una práctica indispensable en investigaciones agrícolas, debido a que mejora la representatividad de las observaciones y disminuye posibles sesgos derivados de la ubicación de las plantas dentro de cada unidad experimental. La información utilizada para el análisis estadístico fue obtenida exclusivamente de las plantas ubicadas dentro de esta área útil, garantizando mayor confiabilidad en los resultados obtenidos.

### 3.4 MÉTODOS UTILIZADOS

El método experimental se aplicó en cuatro repeticiones cada tratamiento, siguiendo un diseño experimental de bloques completamente al azar. Las parcelas estuvieron equipadas para garantizar una distribución uniforme de los tratamientos y minimizar

el efecto de factores externos, se realizaron controles positivos (uso de insecticidas orgánicos) y negativos (sin aplicación de tratamiento) para comparar los resultados obtenidos.

Durante el experimento, se observó y registró la incidencia de la plaga, el daño causado en las vainas de arveja y el rendimiento del cultivo, este método también permitió identificar posibles efectos secundarios de los tratamientos sobre el desarrollo fisiológico de las plantas y la biodiversidad circundante, de este modo se generó información crítica para evaluar la eficacia y sostenibilidad de los insecticidas orgánicos en estudio.

### **3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El análisis de los datos se realizó utilizando técnicas estadísticas adecuadas para experimentos factoriales:

- Análisis de Varianza (ANOVA): Para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos respecto a las variables dependientes.
- Prueba de Tukey: Para realizar comparaciones múltiples y determinar que tratamientos son significativamente diferentes entre sí.
- Software Estadístico: Se empleó InfoStat y Rstudio para el análisis de los datos.

#### **3.5.1 Procedimiento**

##### **3.5.1.1 Preparación de extractos botánicos revisar la numeración**

Los extractos botánicos utilizados en la investigación se elaboraron mediante el método de maceración acuosa, empleando material vegetal fresco de floripondio (*Brugmansia arborea*) y ají (*Capsicum annuum*). Para la preparación de los extractos al 10 %, se utilizaron 100 g de material vegetal por cada litro de agua limpia, considerando esta concentración como dosis alta dentro de los tratamientos evaluados. El material vegetal fue lavado cuidadosamente para eliminar impurezas, posteriormente se troceó y se licuó hasta obtener una mezcla homogénea.

Una vez obtenida la solución, el extracto permaneció en reposo durante 24 horas en condiciones de sombra y temperatura ambiente con el propósito de favorecer la liberación de compuestos bioactivos presentes en las plantas. Luego del periodo de maceración, la mezcla fue filtrada mediante tela fina y almacenada en recipientes oscuros hasta el momento de su aplicación en campo, evitando la exposición directa a la luz para reducir la degradación de los metabolitos secundarios.

### 3.5.1.2 Elaboración del extracto de floripondio

Para la preparación del extracto se utilizaron hojas frescas y sanas de floripondio (*Brugmansia arborea*), agua limpia o destilada, licuadora, recipiente plástico, tela fina y frascos oscuros para almacenamiento. Inicialmente, las hojas fueron lavadas con abundante agua y posteriormente troceadas en fragmentos pequeños. Se colocaron 100 g de material vegetal en la licuadora junto con parte del agua, procesando la mezcla durante aproximadamente 2 a 3 minutos hasta obtener una solución homogénea.

Posteriormente, el volumen fue completado hasta alcanzar un litro de agua y la mezcla permaneció en reposo durante 24 horas en un recipiente protegido de la luz solar. Finalmente, el extracto fue filtrado utilizando tela fina y almacenado en recipientes oscuros hasta su aplicación en las parcelas experimentales.

### 3.5.1.3 Elaboración del extracto de ají

El extracto de ají se preparó utilizando frutos maduros y sanos de *Capsicum annuum*, agua limpia o destilada, licuadora, recipiente plástico, tela fina y recipientes oscuros para almacenamiento. Los frutos fueron lavados cuidadosamente y posteriormente cortados en pequeños fragmentos antes de ser colocados en la licuadora junto con parte del agua. La mezcla fue procesada durante 2 a 3 minutos hasta obtener una solución uniforme.

Posteriormente, el volumen de la mezcla se completó hasta alcanzar un litro de agua y el extracto permaneció en maceración durante 24 horas en condiciones de sombra. Finalmente, la solución fue filtrada mediante tela fina y almacenada en recipientes oscuros hasta su utilización en campo.

## 3.5.2 Manejo del cultivo

### 3.5.2.1 Muestreo y análisis de suelo

Previo al establecimiento del experimento se realizó el muestreo de suelo en el área destinada a la investigación, recolectando submuestras distribuidas de manera uniforme en todo el terreno. Posteriormente, las muestras fueron homogenizadas hasta obtener una muestra compuesta representativa, la cual fue enviada al laboratorio Agrar Projekt de la ciudad de Quito para la determinación de las características fisicoquímicas del suelo. Según el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2022), el análisis de suelo constituye una herramienta

fundamental para conocer la disponibilidad de nutrientes y definir estrategias adecuadas de fertilización, permitiendo optimizar el desarrollo de los cultivos y mejorar la eficiencia en el uso de insumos agrícolas.

#### 3.5.2.2 Preparación del terreno

La preparación del terreno se efectuó en una superficie aproximada de 1000 m<sup>2</sup> mediante el uso de maquinaria agrícola. Inicialmente se realizó una rastra profunda y posteriormente una rastra superficial con el propósito de favorecer la aireación, mejorar la estructura física del suelo y facilitar el establecimiento uniforme del cultivo. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2023), una adecuada preparación del terreno contribuye a mejorar las condiciones para la germinación, el crecimiento radicular y el aprovechamiento eficiente del agua y los nutrientes disponibles en el suelo.

#### 3.5.2.3 Desinfección del suelo

Previo al establecimiento del ensayo se aplicó cal agrícola con la finalidad de mejorar las condiciones del suelo y disminuir factores que puedan afectar el desarrollo inicial del cultivo. El uso de enmiendas calcáreas permite corregir problemas de acidez, favorecer la disponibilidad de nutrientes y crear condiciones más adecuadas para el crecimiento radicular. Según Peñaflor *et al.* (2024), la aplicación de cal agrícola contribuye a mejorar las propiedades químicas del suelo y favorece el establecimiento de los cultivos en sistemas agrícolas intensivos.

#### 3.5.2.4 Trazado de parcelas

Posteriormente se efectuó el trazado de las unidades experimentales de acuerdo con el diseño estadístico establecido para la investigación. La delimitación de parcelas permitió organizar adecuadamente la distribución de los tratamientos y garantizar la correcta ejecución de las actividades de manejo, evaluación y recolección de datos. Jaramillo (2021) señala que una adecuada distribución de las unidades experimentales resulta indispensable para reducir fuentes de variación ajenas a los tratamientos y mejorar la precisión de los resultados obtenidos.

#### 3.5.2.5 Siembra

La siembra se realizó utilizando semillas certificadas de la variedad San Isidro voluble, seleccionadas por su capacidad de adaptación a las condiciones agroclimáticas de la zona. Los surcos fueron establecidos a una distancia de 1 m entre hileras y 15 cm

entre plantas. Antes de la siembra se efectuó la desinfección de la semilla con el propósito de reducir la incidencia de organismos fitopatógenos presentes en el suelo. El INIAP (2022) señala que el empleo de semilla certificada favorece una emergencia uniforme, mejora el establecimiento del cultivo y contribuye a obtener mayores niveles de productividad.

**Tabla 9.** Tratamiento

| Tratamientos | Composición                     | Dosis                                                                                | Descripción                      |
|--------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| T1           | SPINOSAD + FLORIP 10%           | Spinosad 0.5ml/litro de agua<br>Floripondio 100ml/litro agua                         | Aplicación foliar<br>cada 8 días |
| T2           | SPINOSAD + FLORIP 5%            | Spinosad 0.5ml/litro de agua<br>Floripondio 50ml/litro agua                          |                                  |
| T3           | SPINOSAD + AJI 10%              | Spinosad 0.5ml/litro de agua<br>Aji 100ml/litro agua                                 |                                  |
| T4           | SPINOSAD + AJI 5%               | Spinosad 0.5ml/litro de agua<br>Aji 50ml/litro agua                                  |                                  |
| T5           | SPINOSAD + FLORIP 10% + AJI 10% | Spinosad 0.5ml/litro de agua<br>Floripondio 100ml/litro agua<br>Aji 100ml/litro agua |                                  |
| T6           | SPINOSAD + FLORIP 5% + AJI 5%   | Spinosad 0.5ml/litro de agua<br>Aji 50ml/litro agua<br>Floripondio 50ml/litro agua   |                                  |
| T7           | SPINOSAD                        | Spinosad 0.5ml/litro de agua                                                         |                                  |
| T8           | Testigo absoluto                |                                                                                      |                                  |

### 3.5.2.6 Riego

El riego se efectuó durante los meses de marzo y abril mediante el método de inundación, con la finalidad de mantener niveles adecuados de humedad en el suelo durante las etapas de crecimiento vegetativo y desarrollo reproductivo del cultivo. La frecuencia de aplicación se ajustó de acuerdo con las condiciones climáticas registradas en la zona experimental y los requerimientos hídricos de la arveja. Según la FAO (2023), el suministro oportuno de agua durante las fases críticas del cultivo favorece el crecimiento de la planta, la formación de flores y el adecuado llenado de vainas, contribuyendo directamente al rendimiento final.

### 3.5.2.7 Tutorado

El tutorado se realizó para proporcionar soporte a las plantas y evitar el contacto directo de tallos y vainas con el suelo. Para ello se instalaron postes de madera a intervalos aproximados de 3 m y posteriormente se colocó cordón agrícola formando canastillas a 30 cm de altura, la actividad se inició aproximadamente a los 30 días después de la siembra y continuó de manera periódica conforme avanzó el crecimiento del cultivo. De acuerdo con Colbach *et al.* (2022), el tutorado en

variedades volubles de arveja mejora la captación de luz, facilita las labores de manejo agronómico y contribuye a disminuir pérdidas ocasionadas por acame o deterioro de las vainas.

#### 3.5.2.8 Control de malezas

El control de malezas se efectuó manualmente durante todo el ciclo del cultivo mediante labores periódicas de limpieza utilizando azadón. Esta práctica tuvo como finalidad reducir la competencia por agua, nutrientes, espacio y radiación solar entre las malezas y las plantas de arveja. Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (MAG, 2022), el manejo oportuno de malezas constituye una actividad esencial para mantener un adecuado crecimiento del cultivo y evitar reducciones en la productividad ocasionadas por competencia temprana.

#### 3.5.2.9 Manejo fitosanitario

Durante el desarrollo del experimento se realizaron inspecciones periódicas para identificar la presencia de plagas y enfermedades que pudieran afectar el cultivo. Para el control de *Melanogromyza spp.* se aplicaron extractos botánicos elaborados a base de *Brugmansia arborea* y *Capsicum annuum*, utilizando una bomba de mochila y respetando las dosis establecidas para cada tratamiento. Como referencia comparativa se incluyó un tratamiento químico mediante la aplicación de productos comerciales utilizados habitualmente por los productores de la zona. Según Colbach *et al.* (2022), el empleo de extractos vegetales representa una alternativa sostenible dentro del manejo integrado de plagas, debido a la presencia de compuestos bioactivos con capacidad insecticida y repelente frente a diferentes especies de insectos fitófagos.

#### 3.5.2.10 Floración y fructificación

La floración se presentó entre los 45 y 60 días después de la siembra, periodo durante el cual se observó la aparición progresiva de estructuras reproductivas en las plantas evaluadas. Posteriormente se inició la fase de formación y desarrollo de vainas, considerada una de las etapas más importantes para la determinación del rendimiento del cultivo. De acuerdo con Jáquez *et al.* (2022), la transición entre floración y fructificación constituye un periodo crítico debido a que factores ambientales y fitosanitarios pueden influir directamente sobre el número final de vainas producidas por planta.

#### 3.5.2.11 Cosecha

La cosecha se realizó cuando las vainas alcanzaron características comerciales adecuadas, considerando tamaño, coloración y desarrollo uniforme del grano. La recolección se efectuó manualmente y de forma escalonada para conservar la calidad del producto y obtener registros precisos de producción para cada tratamiento evaluado. Según la FAO (2023), la cosecha oportuna en cultivos de leguminosas permite minimizar pérdidas poscosecha y garantizar que el producto conserve las características requeridas para su comercialización y consumo.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 RESULTADOS

#### 4.1.1 Determinar el rendimiento del cultivo de arveja en respuesta a los tratamientos aplicados

Con el propósito de cumplir el primer objetivo específico, se evaluó el comportamiento productivo del cultivo de arveja mediante variables relacionadas con su desarrollo y producción. Para ello se analizaron el número de flores por planta y el número de vainas por planta en diferentes fechas de evaluación, aplicando análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey al 5 % mediante el programa InfoStat.

**Tabla 10.** Análisis de varianza para flores por planta

| FV           | GL | D60_Flor | D75_Flor | D90_Flor | D105_Flor | Flor total |
|--------------|----|----------|----------|----------|-----------|------------|
| Bloque       | 3  | 0,302    | 0,747    | 0,749    | 0,429     | 0,672      |
| Tratamientos | 7  | 0,265    | 0,590    | 0,931    | 0,494     | 0,156      |
| Error        | 21 |          |          |          |           |            |
| Total        | 31 |          |          |          |           |            |
| Promedio (#) |    | 1,47     | 2,53     | 5,08     | 9,09      | 18,48      |
| CV (%)       |    | 5,72     | 8,11     | 6,86     | 10,17     | 7,64       |

El análisis de varianza mostró que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para el número de flores por planta durante las diferentes fechas de evaluación y para el total de flores ( $p>0,05$ ). El promedio aumentó progresivamente desde 1,47 flores a los 60 días hasta 9,09 flores a los 105 días, alcanzando un total de 18,48 flores por planta. Los coeficientes de variación, comprendidos entre 5,72 % y 10,17 %, evidencian una adecuada uniformidad experimental y una buena precisión de los datos obtenidos.

**Tabla 11.** Comparación de promedios para flores totales

| Tratamiento                               | Promedio |
|-------------------------------------------|----------|
| T5 Spinosad + floripondio 10 % + ají 10 % | 20,44    |
| T4 Spinosad + ají 5 %                     | 19,26    |
| T7 Spinosad                               | 18,37    |
| T6 Spinosad + floripondio 5 % + ají 5 %   | 18,10    |
| T1 Spinosad + floripondio 10 %            | 18,02    |
| T8 Testigo absoluto                       | 17,97    |
| T2 Spinosad + floripondio 5 %             | 17,95    |
| T3 Spinosad + ají 10 %                    | 17,65    |

La comparación de promedios evidenció diferencias numéricas en la producción total de flores. El tratamiento T5 registró el mayor promedio con 20,44 flores por planta, seguido por T4 con 19,26 flores, mientras que T3 presentó el menor valor con 17,65 flores. Aunque la variación fue reducida, la tendencia sugiere una mayor respuesta floral en los tratamientos que combinaron extractos vegetales, aspecto que puede favorecer el potencial productivo del cultivo.

**Tabla 12.** Análisis de varianza para vainas por planta

| FV           | GL | D110_Vaina | D120_Vaina | D130_Vaina | Vaina total |
|--------------|----|------------|------------|------------|-------------|
| Bloque       | 3  | 0,722      | 0,481      | 0,433      | 0,642       |
| Tratamientos | 7  | 0,290      | 0,506      | <2e-16***  | 4,58e-12*** |
| Error        | 21 |            |            |            |             |
| Total        | 31 |            |            |            |             |
| Promedio (#) |    | 2,42       | 4,60       | 10,86      | 17,89       |
| CV (%)       |    | 14,21      | 18,73      | 13,59      | 17,22       |

Durante las evaluaciones realizadas a los 110 y 120 días no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo, a los 130 días y para el total de vainas se observaron diferencias altamente significativas, lo que demuestra que los tratamientos influyeron sobre la producción final del cultivo. El promedio de vainas aumentó de 2,42 a 10,86 durante el ciclo de evaluación, alcanzando un total de 17,89 vainas por planta. Los coeficientes de variación fueron aceptables para condiciones de campo, indicando una adecuada confiabilidad experimental.

**Tabla 13.** Prueba de Tukey al 5 % para vainas por planta

| Tratamiento                               | D130 Vaina | Grupo | Vaina total | Grupo |
|-------------------------------------------|------------|-------|-------------|-------|
| T5 Spinosad + floripondio 10 % + ají 10 % | 18,50      | A     | 26,25       | a     |
| T1 Spinosad + floripondio 10 %            | 18,38      | A     | 24,88       | a     |
| T3 Spinosad + ají 10 %                    | 8,65       | B     | 15,96       | b     |
| T6 Spinosad + floripondio 5 % + ají 5 %   | 8,41       | B     | 15,72       | b     |
| T7 Spinosad                               | 8,30       | B     | 15,39       | b     |
| T2 Spinosad + floripondio 5 %             | 8,26       | B     | 15,36       | b     |
| T4 Spinosad + ají 5 %                     | 8,20       | B     | 15,13       | b     |
| T8 Testigo absoluto                       | 8,20       | B     | 14,39       | b     |

La prueba de Tukey permitió identificar que los tratamientos T5 y T1 conformaron el grupo estadístico superior, registrando los mayores promedios tanto para vainas a los 130 días como para vainas totales. En contraste, los demás tratamientos integraron un segundo grupo con valores inferiores y estadísticamente similares entre sí. Demostrando que la combinación de Spinosad con extractos de floripondio y ají al 10 % favoreció una mayor formación de vainas y, por tanto, un mejor comportamiento productivo del cultivo.

#### 4.1.2 Determinar la incidencia y severidad del barrenador (*Melanogromyza* spp.) en el cultivo de arveja mediante la aplicación de insecticidas orgánicos.

Con el propósito de cumplir el segundo objetivo específico, se evaluó el comportamiento de la incidencia y severidad del barrenador (*Melanogromyza* spp.) durante diferentes etapas del desarrollo del cultivo. Las evaluaciones permitieron determinar la respuesta fitosanitaria de los tratamientos aplicados y establecer su efecto sobre la presencia y el nivel de daño ocasionado por la plaga. La información fue procesada mediante el programa estadístico InfoStat, aplicando análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de medias de Tukey al 5 %.

**Tabla 14.** Análisis de varianza para la incidencia de *Melanogromyza* spp.

| FV           | GL | D30_Inc | D60_Inc     | D90_Inc     | D120_Inc    |
|--------------|----|---------|-------------|-------------|-------------|
| Bloque       | 3  | 0,271   | 0,824718    | 0,397       | 0,406516    |
| Tratamientos | 7  | 0,345   | 0,000195*** | 4,88e-09*** | 0,000147*** |
| Error        | 21 |         |             |             |             |
| Total        | 31 |         |             |             |             |
| Promedio (%) |    | 10,00   | 19,44       | 27,87       | 37,33       |
| CV (%)       |    | 21,12   | 13,94       | 11,33       | 18,35       |

Durante la primera evaluación no se identificaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos; sin embargo, a partir de los 60 días las diferencias fueron altamente significativas, evidenciando una respuesta diferencial frente a la incidencia del barrenador. El porcentaje promedio aumentó progresivamente desde 10,00 % hasta 37,33 %, comportamiento esperado por el incremento de la presión de la plaga conforme avanzó el ciclo del cultivo. Los coeficientes de variación, comprendidos entre 11,33 % y 21,12 %, indican una variabilidad aceptable para ensayos desarrollados bajo condiciones de campo y respaldan la confiabilidad de los resultados obtenidos.

**Tabla 15.** Prueba de Tukey al 5 % para incidencia de *Melanogromyza* spp.

| D60_Inc                              |          |        | D90_Inc      |          |        | D120_Inc     |          |        |
|--------------------------------------|----------|--------|--------------|----------|--------|--------------|----------|--------|
| Tratamientos                         | Promedio | Grupos | Tratamientos | Promedio | Grupos | Tratamientos | Promedio | Grupos |
| T5 Spinosad + Florip<br>10%+ Ají 10% | 14,75    | A      | T5           | 16,50    | a      | T5           | 23,87    | a      |
| T1 Spinosad + Florip<br>10%          | 15,50    | Ab     | T1           | 17,75    | a      | T1           | 26,75    | ab     |
| T4 Spinosad + Ají<br>5%              | 18,75    | Ab     | T6           | 28,75    | b      | T6           | 36,00    | ab     |
| T3 Spinosad + Ají<br>10%             | 18,75    | Ab     | T4           | 28,75    | b      | T3           | 37,50    | ab     |
| T6 Spinosad + Florip<br>5%+ Ají 5%   | 20,00    | Ab     | T3           | 28,75    | b      | T4           | 38,75    | abc    |
| T2 Spinosad + Florip<br>5%           | 20,00    | Ab     | T2           | 28,75    | b      | T2           | 40,00    | abc    |
| T7 Spinosad                          | 21,25    | Bc     | T7           | 31,25    | b      | T7           | 41,25    | bc     |
| T8 Testigo absoluto                  | 26,50    | C      | T8           | 42,50    | c      | T8           | 54,50    | c      |

La prueba de Tukey permitió diferenciar el comportamiento de los tratamientos conforme aumentó la incidencia del barrenador. En las tres fechas de evaluación, T5 presentó los menores porcentajes de incidencia, ubicándose en el grupo estadístico superior para el control de la plaga. Por el contrario, el testigo absoluto (T8) registró los valores más elevados, alcanzando 54,50 % en la evaluación final y conformando el grupo estadístico con mayor incidencia. La tendencia observada demuestra que la combinación de floripondio y ají favoreció una reducción de la presencia del insecto respecto a los tratamientos con mayor infestación.

**Tabla 16.** Análisis de varianza para la severidad de *Melanogromyza* spp.

| FV           | GL | D30_Sev | D60_Sev   | D90_Sev   | D120_Sev   |
|--------------|----|---------|-----------|-----------|------------|
| Bloque       | 3  | 0,884   | 0,11485   | 0,18517   | 0,149      |
| Tratamientos | 7  | 0,642   | 0,00602** | 0,00504** | 1,1e-05*** |
| Error        | 21 |         |           |           |            |
| Total        | 31 |         |           |           |            |
| Promedio (%) |    | 5,93    | 18,12     | 28,53     | 44,88      |
| CV (%)       |    | 12,17   | 19,17     | 13,13     | 21,08      |

La severidad del daño mostró un incremento progresivo durante el desarrollo del cultivo. A partir de los 60 días se identificaron diferencias estadísticas entre tratamientos, las cuales se mantuvieron hasta la evaluación final. El promedio general pasó de 5,93 % a 44,88 %, reflejando el avance del daño ocasionado por la plaga. Los coeficientes de variación oscilaron entre 12,17 % y 21,08 %, valores aceptables para este tipo de evaluación fitosanitaria.

**Tabla 17.** Prueba de Tukey al 5 % para severidad de *Melanogromyza* spp.

| <b>D60_Sev</b>                    |          |        | <b>D90_Sev</b> |          |        | <b>D120_Sev</b> |          |        |
|-----------------------------------|----------|--------|----------------|----------|--------|-----------------|----------|--------|
| Tratamientos                      | Promedio | Grupos | Tratamientos   | Promedio | Grupos | Tratamientos    | Promedio | Grupos |
| T5 Spinosad + Florip 10%+ Aji 10% | 14,50    | A      | T5             | 17,25    | A      | T5              | 22,50    | A      |
| T1 Spinosad + Florip 10%          | 14,50    | A      | T1             | 20,50    | Ab     | T1              | 28,50    | A      |
| T6 Spinosad + Florip 5%+ Aji 5%   | 16,00    | A      | T6             | 25,50    | Abc    | T6              | 39,00    | Ab     |
| T3 Spinosad + Aji 10%             | 17,00    | Ab     | T3             | 31,00    | Abc    | T3              | 41,75    | Ab     |
| T2 Spinosad + Florip 5%           | 18,50    | Ab     | T4             | 32,25    | Abc    | T2              | 51,25    | Bc     |
| T4 Spinosad + Aji 5%              | 19,25    | Ab     | T2             | 32,25    | Abc    | T4              | 51,50    | Bc     |
| T7 Spinosad                       | 20,25    | Ab     | T7             | 33,00    | Bc     | T7              | 52,75    | Bc     |
| T8 Testigo Absoluto               | 25,00    | B      | T8             | 36,50    | C      | T8              | 71,50    | C      |

La comparación de medias evidenció que T5 presentó la menor severidad del daño durante las diferentes fechas de evaluación, con promedios de 14,50, 17,25 y 22,50, ubicándose dentro del grupo estadístico más favorable. En contraste, el testigo absoluto (T8) registró los mayores niveles de severidad, alcanzando 71,50 en la evaluación final y conformando el grupo estadístico con mayor afectación. Los tratamientos intermedios mostraron respuestas similares entre sí, aunque con valores inferiores al testigo. En conjunto, los resultados indican que la combinación de floripondio y ají al 10 % contribuyó a disminuir el daño ocasionado por el barrenador bajo las condiciones del ensayo.

#### 4.1.3 Realizar un análisis costo/beneficio de los tratamientos utilizados en el cultivo de arveja

Con el propósito de cumplir el tercer objetivo específico, se realizó el análisis económico de los tratamientos evaluados mediante la estimación de los costos de producción, costos de aplicación, rendimiento obtenido, valor de venta, utilidad neta y relación

beneficio/costo. Esta evaluación permitió determinar la viabilidad económica de cada alternativa y establecer cuál de los tratamientos representa una opción más rentable para el manejo del cultivo de arveja.

**Tabla 18.** Análisis económico de los tratamientos evaluados en el cultivo de arveja

| Tratamientos | Descripción                     | Costo marginal (\$) | Costo por tratamiento (\$) | Costo total (\$) | Rendimiento en kg*ha <sup>-1</sup> | Valor de venta 65\$/sacos | Utilidad neta (\$) | Relación C/B (\$) | Beneficio Directo |
|--------------|---------------------------------|---------------------|----------------------------|------------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| T1           | SPINOSAD + FLORIP 10%           | 6145                | 250                        | 6395             | 447,58                             | 29.092,70                 | 22.697,70          | 4,55              | 3,55              |
| T2           | SPINOSAD + FLORIP 5%            | 6145                | 200                        | 6345             | 209,79                             | 13.636,35                 | 7.291,35           | 2,15              | 1,15              |
| T3           | SPINOSAD + AJI 10%              | 6145                | 350                        | 6495             | 347,33                             | 22.576,45                 | 16.081,45          | 3,48              | 2,48              |
| T4           | SPINOSAD + AJI 5%               | 6145                | 250                        | 6395             | 260,62                             | 16.940,30                 | 10.545,30          | 2,65              | 1,65              |
| T5           | SPINOSAD + FLORIP 10% + AJI 10% | 6145                | 750                        | 6895             | 485,08                             | 31.530,20                 | 24.635,20          | 4,57              | 3,57              |
| T6           | SPINOSAD + FLORIP 5% + AJI 5%   | 6145                | 600                        | 6745             | 224,7                              | 14.605,50                 | 7.860,50           | 2,17              | 1,17              |
| T7           | SPINOSAD                        | 6145                | 150                        | 6295             | 319,95                             | 20.796,75                 | 14.501,75          | 3,30              | 2,30              |
| T8           | Testigo absoluto                | 6145                | 0                          | 6145             | 192,37                             | 12.504,05                 | 6.359,05           | 2,03              | 1,03              |

La evaluación económica mostró que el comportamiento financiero de los tratamientos estuvo directamente relacionado con la producción obtenida por hectárea. El tratamiento T5 (Spinosad + extracto de floripondio al 10 % + ají al 10 %) alcanzó el mayor rendimiento del ensayo con 485,08 kg\*ha<sup>-1</sup>, generando ingresos por 31.530,20 USD y una ganancia de 24.635,20 USD. Aunque requirió la inversión más alta para su aplicación, el valor recuperado superó ampliamente el costo asumido, registrando la mayor rentabilidad del estudio (C/B = 4,57).

Un comportamiento cercano presentó T1 (Spinosad + floripondio al 10 %), con 447,58 kg\*ha<sup>-1</sup>, ingresos de 29.092,70 USD y una utilidad de 22.697,70 USD, ubicándose como la segunda alternativa más conveniente desde el punto de vista económico. Por su parte, T3 y T7 mantuvieron niveles de producción superiores al promedio general, lo que permitió sostener márgenes favorables de ganancia.

Las menores respuestas productivas se registraron en T2, T6 y el testigo absoluto, cuyos rendimientos no superaron los 225 kg\*ha<sup>-1</sup>. En consecuencia, los ingresos obtenidos fueron considerablemente menores y la recuperación de la inversión resultó más limitada. El testigo presentó el valor económico más bajo del ensayo, con 192,37 kg\*ha<sup>-1</sup> y una utilidad de 6.359,05 USD, reflejando el efecto de la ausencia de control sobre la productividad del cultivo.

En términos generales, las combinaciones que incorporaron floripondio y ají en concentraciones del 10 % generaron los mejores retornos económicos, debido a que el incremento en el costo de aplicación fue compensado por una mayor producción comercializable y, por tanto, por mayores ingresos para el productor.

Los costos de producción registrados durante el ensayo experimental reflejaron las principales actividades agronómicas necesarias para el establecimiento, manejo y cosecha del cultivo de arveja. Las labores con mayor inversión correspondieron al uso de tractor para preparación del terreno, amarre del cultivo y contratación de cosechadores, actividades indispensables para garantizar el adecuado desarrollo productivo de las plantas.

El costo total del ensayo fue de 614,50 USD, valor que incluyó tanto actividades de manejo agronómico como materiales utilizados durante el desarrollo experimental. La inversión realizada permitió mantener condiciones adecuadas de producción y asegurar el correcto manejo fitosanitario del cultivo frente al ataque de *Melanogromyza spp.*

## **4.2 DISCUSIÓN**

El comportamiento agronómico observado durante el ensayo experimental permitió evidenciar que la respuesta del cultivo frente al ataque de *Melanogromyza spp.* no fue uniforme entre tratamientos, particularmente en las variables relacionadas con rendimiento final. Aunque estadísticamente no se identificaron diferencias significativas en germinación, floración, número de vainas, incidencia y severidad, el

análisis conjunto de los datos mostró tendencias agronómicas importantes asociadas con la estabilidad fisiológica de las plantas y su capacidad de recuperación frente al daño ocasionado por la plaga.

Los tratamientos evaluados registraron porcentajes comprendidos entre 85 % y 96 %, valores que reflejaron un comportamiento homogéneo durante el desarrollo del ensayo. El análisis estadístico no evidenció diferencias significativas entre tratamientos ( $p = 0,3971$ ), resultado que indica una respuesta similar bajo las condiciones experimentales establecidas. Vinocunga (2024) señala que el comportamiento inicial del cultivo puede estar condicionado por factores relacionados con la calidad del material vegetal, la disponibilidad de humedad y las condiciones edafoclimáticas, elementos que contribuyen a explicar la uniformidad observada entre los tratamientos evaluados.

En relación con el número de flores, los resultados obtenidos mostraron promedios cercanos entre tratamientos, con valores comprendidos entre 8 y 9 flores por planta. El análisis de varianza no detectó diferencias estadísticas significativas ( $p=0,5679$ ), lo que indica que las aplicaciones realizadas no modificaron de manera importante la capacidad de floración del cultivo. Desde una perspectiva agronómica, Spinosad + ají al 5 % y Spinosad + floripondio al 5 % mantuvieron valores ligeramente superiores al promedio general; sin embargo, dichas diferencias no fueron suficientes para evidenciar una respuesta estadística diferenciada entre tratamientos.

El comportamiento observado guardó relación con lo reportado por Ochieng *et al.* (2022), quienes determinaron que los insecticidas botánicos pueden contribuir a conservar estructuras vegetativas y reproductivas cuando disminuyen parcialmente el estrés ocasionado por insectos plaga. Los autores señalaron que la acción de extractos vegetales no siempre genera diferencias drásticas en variables fisiológicas inmediatas, pero sí puede favorecer condiciones de estabilidad productiva a largo plazo. Dentro del presente estudio, aunque la floración no presentó diferencias estadísticas, sí se mantuvo estabilidad reproductiva en tratamientos donde se combinaron extractos vegetales con manejo convencional.

En la variable número de vainas también se observaron valores relativamente homogéneos entre tratamientos, registrándose promedios cercanos a 8 y 9 vainas por planta. El análisis estadístico indicó ausencia de diferencias significativas ( $p=0,6697$ ), resultado que evidenció comportamiento productivo similar entre tratamientos

evaluados. No obstante, al analizar conjuntamente las variables reproductivas y productivas, se observó que determinados tratamientos conservaron mejor la capacidad fisiológica de las plantas frente al ataque de *Melanogromyza* spp., especialmente aquellos donde se incorporaron extractos de floripondio y ají.

Este comportamiento coincidió parcialmente con lo expuesto por Giunti *et al.* (2022), quienes indicaron que los metabolitos secundarios presentes en extractos vegetales pueden afectar procesos biológicos fundamentales de los insectos, reduciendo indirectamente el daño ocasionado sobre órganos reproductivos de los cultivos. Aunque el presente estudio no mostró diferencias estadísticas concluyentes en número de vainas, el mantenimiento de estructuras reproductivas permitió sostener niveles aceptables de rendimiento final durante la cosecha.

Respecto a incidencia y severidad, los tratamientos evaluados mostraron porcentajes relativamente elevados de presencia de daño ocasionado por *Melanogromyza* spp., situación que reflejó presión constante de la plaga dentro de las condiciones de campo donde se ejecutó el ensayo experimental. La incidencia presentó valores cercanos al 50 % y 70 %, mientras que la severidad osciló aproximadamente entre 60 % y 73 %. El análisis estadístico no detectó diferencias significativas entre tratamientos para ambas variables ( $p=0,4780$  y  $p=0,4670$  respectivamente), indicando que el efecto de los tratamientos sobre la reducción visual del daño no fue suficientemente marcado bajo las condiciones evaluadas.

Sin embargo, el análisis agronómico permitió observar que ciertos tratamientos mantuvieron menor deterioro fisiológico y mejor estabilidad productiva pese a presentar porcentajes similares de incidencia y severidad. Este comportamiento sugiere que la respuesta del cultivo no dependió exclusivamente de la presencia visible del daño, sino también de la capacidad de recuperación fisiológica de las plantas frente al ataque de la plaga. Bajo esta perspectiva, Ngbegbe *et al.* (2022) sostuvieron que muchos extractos botánicos no eliminan completamente las poblaciones de insectos, pero sí alteran procesos relacionados con alimentación, reproducción y movilidad, disminuyendo indirectamente el impacto económico del daño.

Los resultados obtenidos difirieron parcialmente de lo reportado por Jaramillo Chafuel (2021), quien encontró reducciones más marcadas en la incidencia del barrenador mediante estrategias complementarias de manejo integrado. La diferencia

observada posiblemente estuvo asociada a las condiciones ambientales del ensayo, nivel de infestación presente en campo y tipo de manejo implementado durante cada investigación. Mientras algunos estudios incorporaron controles físicos y monitoreo poblacional intensivo, el presente trabajo se enfocó principalmente en la evaluación de tratamientos fitosanitarios botánicos y convencionales.

La variable rendimiento presentó el comportamiento más importante dentro del ensayo experimental, debido a que el análisis de varianza mostró diferencias significativas entre tratamientos ( $p=0,0008$ ). Este resultado evidenció que el manejo fitosanitario aplicado sí influyó directamente sobre la productividad final del cultivo. Los tratamientos con mejor comportamiento productivo alcanzaron rendimientos superiores a 60 kg dentro de las parcelas evaluadas, mientras que otros tratamientos registraron valores considerablemente menores.

El comportamiento obtenido reflejó que la respuesta productiva del cultivo estuvo relacionada no solamente con la presencia de la plaga, sino también con la capacidad del tratamiento para conservar estabilidad fisiológica durante el desarrollo vegetativo y reproductivo de las plantas. Aunque incidencia y severidad no presentaron diferencias estadísticas, el rendimiento sí reflejó efectos acumulativos relacionados con protección fisiológica, conservación foliar y estabilidad metabólica del cultivo frente al daño ocasionado por *Melanogromyza* spp.

Los resultados encontrados coincidieron con lo señalado por Ochieng *et al.* (2022), quienes determinaron que muchos tratamientos botánicos pueden generar efectos productivos positivos aun cuando las diferencias visuales de daño no resulten estadísticamente marcadas. Los autores sostuvieron que la conservación del rendimiento constituye uno de los principales indicadores de eficacia agronómica dentro de sistemas agrícolas sometidos a presión fitosanitaria.

Desde el punto de vista económico, los resultados obtenidos mostraron comportamiento favorable para el ensayo experimental. El costo total de producción alcanzó 534,50 USD, mientras que los ingresos generados por la comercialización del cultivo fueron de 975 USD. La relación beneficio/costo fue de 1,82, resultado que indicó recuperación positiva de la inversión realizada durante el desarrollo del cultivo.

El análisis económico permitió evidenciar que los costos asociados al manejo agronómico fueron compensados por el rendimiento obtenido durante la cosecha. Las actividades con mayor inversión correspondieron al tractor, amarre de plantas y

cosecha, labores indispensables dentro del manejo técnico del cultivo de arveja. A pesar de ello, los ingresos finales superaron ampliamente los costos de producción, demostrando viabilidad económica bajo las condiciones evaluadas.

El comportamiento económico observado coincidió con lo señalado por Balseca Puma (2022), quien indicó que la sostenibilidad productiva de los sistemas agrícolas depende directamente de la capacidad del cultivo para mantener equilibrio entre costos operativos y productividad final. Dentro del presente estudio, el rendimiento alcanzado permitió sostener rentabilidad favorable aún bajo condiciones de presión fitosanitaria ocasionadas por *Melanogromyza spp.*

De manera general, el contraste realizado entre resultados experimentales y antecedentes científicos permitió establecer que los tratamientos evaluados contribuyeron a mantener estabilidad agronómica y económica dentro del cultivo de arveja. Aunque algunas variables no mostraron diferencias estadísticas significativas, el comportamiento conjunto de los datos evidenció que determinados manejos permitieron conservar mejor la productividad final frente al ataque de la plaga. Estas diferencias reflejan la complejidad biológica del manejo fitosanitario en condiciones reales de campo y la necesidad de continuar fortaleciendo investigaciones orientadas al uso de alternativas sostenibles dentro de los sistemas agrícolas.

El análisis estadístico permitió aceptar la hipótesis alternativa y rechazar la hipótesis nula, debido a que los tratamientos elaborados con extractos de floripondio y ají produjeron diferencias en variables relacionadas con la producción del cultivo y el comportamiento de *Melanogromyza spp.* Los resultados obtenidos evidenciaron una respuesta diferenciada entre los tratamientos evaluados, reflejada en el número de vainas, la incidencia y la severidad del barrenador, factores que influyeron en el comportamiento productivo del cultivo durante el desarrollo. La aplicación de alternativas botánicas permitió reducir la afectación ocasionada por la plaga y mejorar la respuesta agronómica del cultivo bajo las condiciones en las que se ejecutó la investigación.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 CONCLUSIONES**

- Se concluye que el mejor tratamiento en rendimiento es el T5 (Spinosad + Floripondio 10% + Ají 10%) ya que presentó el mejor comportamiento productivo, alcanzando un rendimiento de 485,08 kg\*ha<sup>-1</sup>, seguido por el tratamiento T1 (Spinosad + Floripondio 10%) con 447,58 kg\*ha<sup>-1</sup>. Estos resultados demuestran que la combinación de extractos botánicos en concentraciones altas contribuye significativamente al incremento de la producción de arveja.
- Respecto a la incidencia y severidad del barrenador (*Melanogromyza spp.*), el tratamiento T5 fue el más eficiente en el control de la plaga, registrando los menores valores de incidencia (23,87 %) y severidad (22,50 %) a los 120 días después de la siembra. En contraste, el testigo absoluto presentó los niveles más altos de afectación, confirmando la efectividad de los insecticidas orgánicos evaluados para reducir el daño causado por el barrenador.
- Se determinó que el tratamiento T5 obtuvo una mejor rentabilidad ya que generó un beneficio directo de 3,57 dólares por cada dólar invertido. Esto evidencia que, pese a requerir una mayor inversión inicial, genera mayores ingresos y utilidad neta para el productor, constituyéndose en la alternativa más rentable para el manejo del cultivo.

### **5.2 RECOMENDACIONES**

- Se recomienda implementar el tratamiento T5 (Spinosad + Floripondio 10% + Ají 10%) en el cultivo de arveja voluble, debido a su mayor eficacia en el control del barrenador, su alto rendimiento productivo y su superior rentabilidad económica.
- Se recomienda realizar investigaciones complementarias evaluando diferentes concentraciones y frecuencias de aplicación de los extractos de floripondio y ají, con el fin de optimizar su eficiencia y reducir los costos de producción sin afectar el control de la plaga.

- Se recomienda promover el uso de insecticidas botánicos dentro de programas de manejo integrado de plagas, ya que constituyen una alternativa sostenible que disminuye la dependencia de insecticidas.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Colbach, N., Felten, E., Gée, C., Klein, A., Lannuzel, L., Lecomte, C., Maillot, T., Strbik, F., Villerd, J., & Moreau, D. (2022). Tracking Ideal Varieties and Cropping Techniques for Agroecological Weed Management: A Simulation-Based Study on Pea. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.809056>
- Daraban, G. M., Hlihor, R.-M., & Suteu, D. (2023). Pesticides vs. Biopesticides: From Pest Management to Toxicity and Impacts on the Environment and Human Health. *Toxics*, 11(12), 983. <https://doi.org/10.3390/toxics11120983>
- FAO. (2023). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023. In *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023*. FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO; <https://doi.org/10.4060/cc3017es>
- Giunti, G., Benelli, G., Palmeri, V., Laudani, F., Ricupero, M., Ricciardi, R., Maggi, F., Lucchi, A., Guedes, R. N. C., Desneux, N., & Campolo, O. (2022). Non-target effects of essential oil-based biopesticides for crop protection: Impact on natural enemies, pollinators, and soil invertebrates. *Biological Control*, 176, 105071. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.105071>
- González, P. A. F., Ortega, A. J. M., & Vergara, V. R. Q. (2023). RESPONSE OF THE PEA CROP (*Pisum sativum* L.) TO THE APPLICATION OF ORGANIC FERTILIZERS IN THE MUNICIPALITY OF PAMPLONA, NORTH OF SANTANDER. *Granja*, 37(1), 85–99. <https://doi.org/10.17163/lgr.n37.2023.07>
- INIAP. (2022). Análisis químico y físico en muestras de suelos, plantas y aguas.
- Jáquez, M. S. V., Pérez, S. G., Márquez, L. M. A., & Pérez-Verdín, G. (2022). IMPACTOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES DE LOS PLAGUICIDAS EN CULTIVOS DE MAÍZ, ALFALFA Y NOGAL EN DURANGO, MÉXICO. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. <https://doi.org/10.20937/RICA.54169>
- Jaramillo, C. E. J. (2021). "EVALUACIÓN DE CUATRO TIPOS DE TRAMPAS CROMÁTICAS EN LA CAPTURA DEL BARRENADOR DEL TALLO (*Melanagromyza* sp.) EN EL CULTIVO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.), EN LA COMUNIDAD CUESACA, CANTÓN BOLÍVAR PROVINCIA DEL CARCHI, ECUADOR."
- Khursheed, A., Rather, M. A., Jain, V., Wani, A. R., Rasool, S., Nazir, R., Malik, N. A., & Majid, S. A. (2022). Plant based natural products as potential ecofriendly and safer biopesticides: A comprehensive overview of their advantages over conventional pesticides, limitations and regulatory aspects. *Microbial Pathogenesis*, 173, 105854. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2022.105854>

- Lengai, G. M. W., Muthomi, J. W., & Mbega, E. R. (2021). Phytochemical activity and role of botanical pesticides in pest management for sustainable agricultural crop production. *Scientific African*, 7, e00239. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00239>
- MAG. (2022). GOBIERNO NACIONAL DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR o O Ministerio de EL MINISTRO DE AGRICULTURA, GANADERIA, ACUACULTURA Y PESCA. [www.magap.gob.ec](http://www.magap.gob.ec)
- Ngegba, P. M., Cui, G., Khalid, M. Z., & Zhong, G. (2022). Use of Botanical Pesticides in Agriculture as an Alternative to Synthetic Pesticides. *Agriculture*, 12(5), 600. <https://doi.org/10.3390/agriculture12050600>
- Ochieng, L. O., Ogendo, J. O., Bett, P. K., Nyaanga, J. G., Cheruiyot, E. K., Mulwa, R. M. S., Arnold, S. E. J., Belmain, S. R., & Stevenson, P. C. (2022). Field margins and botanical insecticides enhance *Lablab purpureus* yield by reducing aphid pests and supporting natural enemies. *Journal of Applied Entomology*, 146(7), 838–849. <https://doi.org/10.1111/jen.13023>
- Peñaflor, M. F. G. V., Morales, S. T., Souza, B. H. S., & Haddi, K. (2024). Expecting the unexpected: Plant-mediated and indirect effects of biopesticides on arthropod pests and their natural enemies. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 42, 100577. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2024.100577>
- Ullah, F., Govindharaj, G.-P.-P., Hyder, M., Sarangi, S., Gul, H., Li, X., Guedes, R. N. C., Desneux, N., & Lu, Y. (2025). From plants to pest targets: Revisiting botanical insecticides for lepidopteran pest management. *Agriculture Communications*, 3(4), 100113. <https://doi.org/10.1016/j.agrcom.2025.100113>
- Vinocunga, V. J. E. (2024). EVALUACIÓN DE DOS VARIEDADES DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) CON TRES DENSIDADES DE SIEMBRA BAJO UN SISTEMA DE ACOLCHADO PLÁSTICO, EN CHALTURA- IMBABURA.
- Wu, D.-T., Li, W.-X., Wan, J.-J., Hu, Y.-C., Gan, R.-Y., & Zou, L. (2023). A Comprehensive Review of Pea (*Pisum sativum* L.): Chemical Composition, Processing, Health Benefits, and Food Applications. *Foods*, 12(13), 2527. <https://doi.org/10.3390/foods12132527>
- Zhang, H., Sun, H., Tang, Z., & Wang, G. (2025). Integrated agronomy of pea (*Pisum sativum* L.): a review on cultivation, harvesting, and storage for sustainable agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 16. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1670445>
- Zhou, W., Arcot, Y., Medina, R. F., Bernal, J., Cisneros-Zevallos, L., & Akbulut, M. E. S. (2024). Integrated Pest Management: An Update on the Sustainability Approach to Crop Protection. *ACS Omega*, 9(40), 41130–41147. <https://doi.org/10.1021/acsomega.4c06628>

## VII. ANEXOS

### Anexo 1. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN  
AND NATIVE LANGUAGES CENTER

| ABSTRACT- EVALUATION SHEET                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                           |                                                                               |                                                                                    |                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>NAMES:</b> Anderson Paul Reascos Manosalvas<br><b>DATE:</b> Monday, August 31st, 2026<br><b>Topic:</b> "Evaluation of Organic Insecticides Based on Angel's Trumpet ( <i>Brugmansia arborea</i> ) and Chili Pepper ( <i>Capsicum annuum</i> ) for the Control of the Leaf Miner ( <i>Melanogromyza</i> spp.) in Climbing Pea ( <i>Pisum sativum</i> L.) Cultivation at CESF - UPEC " |                                                                           |                                                                               |                                                                                    |                                                                         |
| <b>MARKS AWARDED</b> <b>QUANTITATIVE AND QUALITATIVE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                           |                                                                               |                                                                                    |                                                                         |
| VOCABULARY AND WORD USE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic          | Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic   | Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic                     | Limited vocabulary and inadequate words related to the topic            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>                          | GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>                                            | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>                                                | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>                                   |
| WRITING COHESION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.         | Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.                      | Some progression of ideas and supporting paragraphs.                               | Inadequate ideas and supporting paragraphs.                             |
| De                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>                                     | GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>                                            | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>                                                | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>                                   |
| ARGUMENT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | The message has been communicated very well and identify the type of text | The message has been communicated appropriately and identify the type of text | Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing | The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>                                     | GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>                                            | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>                                                | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>                                   |
| CREATIVITY                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Outstanding flow of ideas and events                                      | Good flow of ideas and events                                                 | Average flow of ideas and events                                                   | Poor flow of ideas and events                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>                                     | GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>                                            | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>                                                | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>                                   |
| SCIENTIFIC SUSTAINABILITY                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement          | Minor errors when supporting the thesis statement                             | Some errors when supporting the thesis statement                                   | Lots of errors when supporting the thesis statement                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>                                     | GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>                                            | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>                                                | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>                                   |
| <b>TOTAL/AVERAGE</b> 9 - 10: EXCELLENT<br>7 - 8,9: GOOD <b>TOTAL 9</b><br>5 - 6,9: AVERAGE<br>0 - 4,9: LIMITED                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                           |                                                                               |                                                                                    |                                                                         |



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL  
CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES  
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico  
o Investigación.**

**Autores:** Reascos Manosalvas Anderson Paul

**Fecha de recepción del abstract:** lunes, 24 de agosto del 2026

**Fecha de entrega del informe:** lunes, 31 de agosto del 2026

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

**Observaciones:**

Tras evaluar el resumen presentado, se concluye que la traducción al inglés es adecuada y fiel al contenido. De acuerdo con la rúbrica aplicada para su valoración, se le asigna una calificación de 9, por lo que el trabajo queda aprobado.

Atentamente



MA. Martha Viveros  
RESPONSABLE CIDEN

## Anexo 2. Costos de producción

| <b>Sistema: Semi-tecnificado</b><br><b>Lugar: Centro Experimental San Francisco – Huaca - Carchi</b><br><b>Responsable: Paul Reascos</b><br><b>Área: 1000 m<sup>2</sup></b> |          |          |                   |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-------------------|----------------|
| Materiales                                                                                                                                                                  | Unidades | Medida   | Costo Unitario \$ | Costo Total \$ |
| Mano de obra                                                                                                                                                                |          |          |                   |                |
| Semilla                                                                                                                                                                     | 10       | lb       | 2                 | 20             |
| Análisis de suelo                                                                                                                                                           | 1        | unidad   | 80                | 80             |
| Preparación terreno (Tractor)                                                                                                                                               | del 1    | Unidad   | 50                | 50             |
| Hoyador                                                                                                                                                                     | 1        | Personal | 15                | 15             |
| Amarrador                                                                                                                                                                   | 9        | Personal | 10                | 90             |
| Siembra                                                                                                                                                                     | 1        | Personal | 15                | 15             |
| Cosecha                                                                                                                                                                     | 4        | Personal | 10                | 40             |
| Materiales                                                                                                                                                                  |          |          |                   |                |
| Piola                                                                                                                                                                       | 1        | Unidad   | 5                 | 5              |
| Estacas                                                                                                                                                                     | 128      | Unidad   | 0,25              | 32             |
| Letreros                                                                                                                                                                    | 32       | Unidad   | 1                 | 32             |
| Costales (mallas)                                                                                                                                                           | 15       | Unidad   | 0,90              | 13,5           |
| Palos de madera                                                                                                                                                             | 420      | Unidad   | 0,15              | 63             |
| Letrero principal                                                                                                                                                           | 1        | Unidad   | 13                | 13             |
| Piola fibra                                                                                                                                                                 | 4        | Unidad   | 4                 | 16             |
| Insumos                                                                                                                                                                     |          |          |                   |                |
| Lumbda                                                                                                                                                                      | 1        | Litros   | 14                | 14             |

|                         |     |        |             |           |
|-------------------------|-----|--------|-------------|-----------|
| Benfuracarb             | 1   | Litros | 25          | 25        |
| Fipronil                | 1   | Litros | 40          | 40        |
| Spinosad                | 50  | ml     | 14          | 14        |
| Cyromacina              | 100 | gramos | 7           | 7         |
| Extracto de ají         | 5   | libras | 1           | 5         |
| Extracto de floripondio | 5   | libras | 1           | 5         |
| Transporte              |     |        |             |           |
| Vehículo                | 1   | Unidad | 20          | 20        |
|                         |     |        | Costo Total | \$ 614,50 |

### **Anexo 3.** Registro fotográfico



**Figura 3.** Preparación del terreno



**Figura 4.** Síntomas de barrenador



**Figura 5.** Aplicaciones de bioestimulantes



**Figura 6.** Presencia de barrenador en cosecha



**Figura 7.** Cosecha de arveja