



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**“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”**

**Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario**

**AUTOR:**

**JARAMILLO CHÁFUEL EDWIN JONATHAN**

**DIRECTORA:**

**Ing. Prado Beltrán Julia Karina. PhD**

**Ibarra 2021**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA EN AGROPECUARIA

**“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”**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación  
como requisito parcial para obtener Título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

APROBADO:

Ing. Julia Karina Prado Beltrán. PhD

**DIRECTORA**



FIRMA

Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores. MSc.

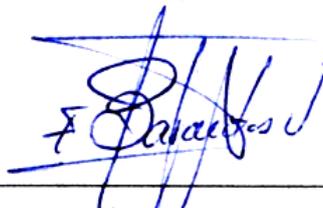
**MIEMBRO TRIBUNAL**



FIRMA

Ing. Telmo Fernando Besantes Vizcaino. MSc.

**MIEMBRO TRIBUNAL**



FIRMA

Ing. Luis Marcelo Albuja Illescas. MSc.

**MIEMBRO TRIBUNAL**



---

FIRMA



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040181012-2		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Jaramillo Cháfuei Edwin Jonathan		
DIRECCIÓN:	Ecuador-Carchi, Bolívar. (Grijalva y Mantilla)		
EMAIL:	ejjaramilloc@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	06-2287-317	TELÉFONO MÓVIL:	0988330170

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación de cuatro Trampas Cromáticas en la captura del barrenador del tallo ( <i>Melanagromyza sp</i> ), en el cultivo de arveja, en la Comunidad Cuesaca, cantón Bolívar, Carchi-Ecuador.
AUTOR (ES):	Jaramillo Cháfuei Edwin Jonathan
FECHA:	07/10/2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Julia Karina Prado Beltrán. PhD

#### 2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 7 días del mes de octubre de 2021.

EL AUTOR:

Nombre: Edwin Jonathan Jaramillo Cháfuei.

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 7 días del mes de octubre del 2021

**Edwin Jonathan Jaramillo Cháfuel:** “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” /Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 7 días del mes de octubre del 2021 86 páginas.

**DIRECTORA:** Ing. Julia Karina Prado Beltrán

El objetivo principal de la presente investigación fue:

Evaluar la colorimetría de cuatro trampas cromáticas en la captura del barrenador del tallo (*Melanagromyza* sp.) en el cultivo de arveja (*Physum sativum* L.).

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Identificar el insecto barrenador del tallo de la arveja que ataca en la comunidad de Cuesaca en el cantón Bolívar provincia del Carchi, Ecuador.
- Evaluar la eficiencia de cuatro diferentes colores de las trampas cromáticas en la captura del insecto barrenador del tallo de la arveja.
- Cuantificar el efecto que causa el barrenador del tallo en arveja.

**Ing. Julia Karina Prado Beltrán. PhD**

**Directora de Trabajo de Grado**

**Edwin Jonathan Jaramillo Cháfuel**

**Autor**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por bendecirme en la vida, a mis padres por ser mis guías y apoyo en los momentos de debilidad, a mis hermanos por las palabras de aliento que me dan día a día, a la Universidad Técnica del Norte, a mis docentes que gracias a su experiencia y conocimientos me han orientado en mi carrera, a mi directora de tesis que con sus consejos y profesionalismo he culminado con éxito este trabajo.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis:

A mis padres Edwin y Marisol, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir una etapa de mi vida, con su ejemplo de trabajo constante me han enseñado que todo se logra con dedicación y un paso a la vez.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS .....	4
ÍNDICE DE TABLAS .....	5
ÍNDICE DE ANEXOS .....	6
RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	8
CAPÍTULO I.....	9
1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. Antecedentes.....	9
1.2. Problema de investigación.....	11
1.3. Justificación.....	11
1.4. Objetivos.....	13
1.4.1. Objetivo general .....	13
1.4.2. Objetivos específicos.....	13
1.5. Hipótesis .....	13
CAPÍTULO II.....	14
2. MARCO TEÓRICO .....	14
2.1. Cultivo de arveja.....	14
2.1.1. Origen .....	14
2.1.2. Distribución del cultivo a nivel mundial .....	14
2.1.3. Clasificación taxonómica de la arveja .....	14
2.1.4. Etapas fenológicas de la arveja.....	15
2.1.5. Plagas de arveja .....	16
2.2. Familia Agromyzidae .....	16
2.2.1. Género Melanagromyza .....	16
2.2.2. Alimentación del género Melanagromyza.....	17
2.2.3 Biología del Barrenador del tallo (Melanagromyza sp., Diptera: Agromyzidae) .	18
2.2.3.1. Detección visual de los insectos .....	18
2.3. Trampas cromáticas.....	19
2.4. Espectro electromagnético.....	20
2.5. Ondas electromagnéticas .....	21
2.6. Espectro visible.....	21
2.7. Fusarium oxysporum .....	21

2.8. Escala ordinal de síntomas para medir Fusarium .....	22
2.9. Marco legal .....	22
CAPITULO III .....	24
3. MARCO METODOLÓGICO .....	24
3.1. Descripción del área de estudio .....	24
3.1.1. Características climáticas .....	24
3.2. Materiales y métodos .....	25
3.2.1. Materiales .....	25
3.2.2. Factores en estudio .....	26
3.2.3. Tratamiento.....	26
3.2.4. Diseño experimental .....	27
3.2.5. Características del experimento.....	28
3.2.6. Análisis estadístico .....	32
3.2.7. Variables a evaluarse .....	32
a) Identificación del insecto barrenador del tallo de la arveja. ....	32
b) Número de insectos capturados por cada unidad experimental .....	33
c) Severidad del daño que ocasiona la plaga según el estado de desarrollo de la planta. .....	35
d) Número de infestaciones encontradas: larva, pupa de <i>Melanagromyza</i> sp., en el tallo de las plantas previamente muestreadas .....	36
e) Evaluación del rendimiento.....	37
3.3. Manejo del experimento .....	37
3.3.1. Selección del lote.....	37
3.3.2. Preparación del suelo.....	38
3.3.3. Fertilización de los tratamientos.....	39
3.3.4. Compra de la semilla .....	40
3.3.5. Siembra .....	40
3.3.6. Densidad de siembra .....	41
3.3.7. Trampeo.....	41
3.3.9. Control de malezas .....	42
3.3.10. Control de enfermedades .....	43
3.3.11. Riegos .....	44
3.3.12. Cosecha para grano tierno .....	44
3.3.13. Recolección de datos .....	45
3.3.14. Identificación del adulto de la plaga que ataca en la localidad .....	46
CAPÍTULO IV .....	47

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	47
4.1. Identificación del insecto barrenador del tallo de la arveja. ....	47
4.2. Número de barrenadores capturados por cada unidad experimental .....	48
4.2.1. Número de otros insectos capturados por las diferentes trampas cromáticas.....	50
4.3. Severidad del daño que ocasiona la plaga según el estado de desarrollo de la planta .....	52
4.4. Número de infestaciones encontradas larva, pupa, de <i>Melanagromyza</i> sp. en el tallo de las plantas.....	54
4.4.1. Número de infestaciones de larvas de <i>Melanagromyza</i> sp. ....	55
4.4.2. Número de infestaciones de pupas de <i>Melanagromyza</i> sp. ....	57
4.5. Evaluación del rendimiento .....	59
4.5.1. Peso de grano.....	59
4.5.2. Peso de vaina .....	60
4.5.3. Número de vainas por planta .....	62
4.5.4. Rendimiento en kilogramo por hectárea.....	64
CAPÍTULO V.....	66
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	66
5.1. Conclusiones.....	66
5.2. Recomendaciones .....	68
ANEXOS .....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Etapas fenológicas del cultivo de arveja .....	15
<b>Figura 2.</b> Ciclo biológico de <i>Melanagromyza</i> sp. ....	18
<b>Figura 3.</b> Esquema de una fibra óptica .....	19
<b>Figura 4.</b> Mapa de ubicación del área de estudio.....	24
<b>Figura 5.</b> Distribución de los niveles en el experimento .....	27
<b>Figura 6.</b> Codificación Pantone .....	28
<b>Figura 7.</b> Esquema de la unidad experimental del ensayo en campo en Cuesaca, provincia del Carchi 2019.....	30
<b>Figura 8.</b> Diagrama y simbología de la parcela neta.....	31
<b>Figura 9.</b> a) Cultivo de pupa. b) Emergencia c) Identificación del adulto .....	33
<b>Figura 10.</b> Insectos atrapados por los diferentes tratamientos .....	34
<b>Figura 11.</b> Severidad del 12 % en tratamiento controlado por trampa verde .....	35
<b>Figura 12.</b> a) Porcentaje de daño del 86% en tratamiento controlado por la trampa azul. b) Daño que ocasiona el barrenador en el interior del tallo. ....	36
<b>Figura 13.</b> Infestaciones encontradas en las plantas diseccionadas.....	36
<b>Figura 14.</b> Producción del tratamiento 4 .....	37
<b>Figura 15.</b> Selección del lote .....	37
<b>Figura 16.</b> Arada .....	38
<b>Figura 17.</b> Rastrada .....	38
<b>Figura 18.</b> Surcada .....	39
<b>Figura 19.</b> Compra de semilla .....	40
<b>Figura 20.</b> Siembra.....	40
<b>Figura 21.</b> a) Preparación de la trampa. b) colocación de trampas. ....	41
<b>Figura 22.</b> Control de malezas.....	42
<b>Figura 23.</b> a) Desinfección de la semilla b) Desinfección del cultivo .....	43
<b>Figura 24.</b> a) Distribución del riego a los tratamientos b) Riego del tratamiento 2.....	44
<b>Figura 25.</b> Cosecha del tratamiento 4 .....	44
<b>Figura 26.</b> Arveja en grano tierno del tratamiento 4.....	45
<b>Figura 27.</b> Recopilación de datos .....	45
<b>Figura 28.</b> Adulto de <i>Melanagromyza</i> sp. ....	47
<b>Figura 29.</b> Adulto de <i>Melanagromyza</i> : a) vista general, b) setas postocelares, c) vibrisas orales (Morales et al., 2002). ....	48
<b>Figura 30.</b> Barrenadores capturados por cada tratamiento .....	50
<b>Figura 31.</b> Otros insectos atrapados por trampa .....	51
<b>Figura 32.</b> Severidad del daño que ocasiona la <i>Melanoagromyza</i> sp. en la planta de arveja días después de la siembra con el uso de las diferentes trampas .....	54
<b>Figura 33.</b> Número de larvas de <i>Melanagromyza</i> sp., días después de la siembra con las diferentes trampas cromáticas .....	56
<b>Figura 34.</b> Número de pupas encontradas en el tallo por cada color de trampa .....	58
<b>Figura 35.</b> Peso de grano controlado por los diferentes tratamientos .....	60
<b>Figura 36.</b> Peso de vainas con las diferentes trampas.....	62
<b>Figura 37.</b> Número de vainas cuantificadas controladas por las diferentes trampas .....	64
<b>Figura 38.</b> Rendimiento en kilogramos por hectárea <sup>0 – 1</sup> .....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Clasificación Taxonómica de <i>Pisum sativum</i> .....	15
<b>Tabla 2</b> Etapas fenológicas del ciclo del cultivo de la arveja Quantum en Ecuador .....	15
<b>Tabla 3</b> Descripción, tipo y medida de ondas .....	21
<b>Tabla 4</b> Severidad según los niveles de daño de <i>Fusarium</i> .....	22
<b>Tabla 5</b> Material experimental, de campo, equipos de oficina e insumos .....	25
<b>Tabla 6</b> Factores en estudio .....	26
<b>Tabla 7</b> Tratamiento en estudio y descripción .....	26
<b>Tabla 8</b> Tratamientos para el ensayo de la evaluación de trampas cromáticas .....	27
<b>Tabla 9</b> Número de tratamientos, número de bloques, puntos de siembra, número de siembra de semilla por golpe, número de trampas, medida de trampas y medidas experimentales que se utilizaron en el ensayo .....	29
<b>Tabla 10</b> Análisis de varianzas para el ensayo de la evaluación de trampas cromáticas (ADEVA) .....	32
<b>Tabla 11</b> Manejo de enfermedades .....	43
<b>Tabla 12</b> ADEVA del número de <i>Melanagromyza</i> sp. capturados por trampa .....	48
<b>Tabla 13</b> ADEVA de número de otros insectos capturados por unidad experimental .....	50
<b>Tabla 14</b> ADEVA de la severidad de daño que causa el barrenador en relación a las etapas fenológicas de la planta con las diferentes trampas .....	52
<b>Tabla 15</b> Duración del ciclo del cultivo de arveja Quantum en Ecuador .....	52
<b>Tabla 16</b> ADEVA del número de larvas encontradas en los tallos de las plantas muestreadas ..	55
<b>Tabla 17</b> ADEVA de la infestación de pupas de <i>Melanagromyza</i> sp. días después de la siembra con las diferentes trampas cromáticas .....	57
<b>Tabla 18</b> ADEVA del peso de grano con los diferentes tratamientos .....	59
<b>Tabla 19</b> ADEVA del peso de vaina con los diferentes tratamientos .....	60
<b>Tabla 20</b> ADEVA del número de vainas por planta con los diferentes tratamientos .....	62
<b>Tabla 21</b> ADEVA del Rendimiento en kilogramo por hectárea con los diferentes tratamientos	64

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Resultado de identificación de <i>Melanagromyza</i> sp. ....	74
<b>Anexo 2.</b> Medias de $\pm$ barrenadores capturados por cada color de trampa .....	75
<b>Anexo 3.</b> Medias de captura de otros insectos por trampa.....	75
<b>Anexo 4.</b> Medias de la infestación de barrenador, días después de la siembra con las diferentes trampas cromáticas.....	75
<b>Anexo 5.</b> Medias de la infestación de larvas de <i>Melanagromyza</i> sp., días después de la siembra con las diferentes trampas cromáticas .....	76
<b>Anexo 6.</b> Medias de la infestación de pupas de <i>Melanagromyza</i> sp. días después de la siembra con las diferentes trampas cromáticas .....	78
<b>Anexo 7.</b> Medias de Peso de grano .....	79
<b>Anexo 8.</b> Medias de peso de vaina .....	79
<b>Anexo 9.</b> Medias de Número de vainas por planta .....	79
<b>Anexo 10.</b> Medias de Rendimiento en kilogramo por hectárea .....	79

**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**

Autor: Jaramillo Edwin

Universidad Técnica del Norte

Correo: ejjaramilloc@utn.edu.ec

**RESUMEN**

El cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) es un producto altamente nutritivo, presenta proteína, carbohidratos, fibra y vitaminas; el consumo per cápita en Ecuador es de 0.4 kg al mes, lo que representa también fuentes de trabajo para las familias ecuatorianas ya que son cultivadas aproximadamente 5412 hectáreas anualmente. La producción de arveja ha disminuido drásticamente a través de los años, en el 2018 la provincia del Carchi produjo 9624 Tm, haciendo una comparación con el año 2019 en la que la producción decreció y fue de 8604 Tm, debido al barrenador del tallo. Los agricultores de la zona, han hecho uso excesivo de plaguicidas, trayendo como consecuencia contaminación ambiental. El presente trabajo tuvo como propósito identificar el insecto barrenador de la arveja, evaluar la atracción, severidad del daño, porcentaje de infestación de esta plaga y el rendimiento con los diferentes tratamientos. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y tres bloques; empleando trampas cromáticas, así: tratamiento 1 color amarillo, tratamiento 2 color azul, tratamiento 3 color blanco y tratamiento 4 color verde. Los datos obtenidos de cada variable se analizaron con el programa InfoStat versión 2018. La mayor atracción mostró la trampa verde obteniendo una media de 21.81 unidades de adultos de *Melanagromyza* sp. , seguida de la trampa blanca con 16.11, amarilla 5.31 y azul 1.53; en cuanto a severidad el tratamiento con menor porcentaje de daño en plantas de arveja fue el tratamiento 4 con el color verde, por defecto el tratamiento que recibió mayor porcentaje de daño fue el tratamiento 2 con el color azul. En cuanto a rendimiento el tratamiento que obtuvo los mejores resultados, fueron las plantas que estuvieron controladas con la trampa verde.

**Palabras claves:** *Melanagromyza* sp., barrenador, tratamientos, severidad, infestación, rendimiento.

**EVALUATION OF FOUR TYPES OF CHROMA TRAPS IN THE CAPTURE OF THE STEM BORER (*Melanagromyza sp.*) IN THE CULTIVATION OF PEA (*Pisum sativum L.*), IN THE COMMUNITY OF CUESACA, CANTÓN BOLÍVAR PROVINCIA DEL CARCHI, ECUADOR**

Autor: Jaramillo Edwin

Universidad Técnica del Norte

Correo: ejjaramillo@utn.edu.ec

**ABSTRACT**

The pea crop (*Pisum sativum L.*) is a highly nutritious product, it has protein, carbohydrates, fiber and vitamins; per capita consumption in Ecuador is 0.4 kg per month, which also represents sources of work for Ecuadorian families since approximately 5412 hectares are cultivated annually. Pea production has drastically decreased over the years, in 2018 the province of Carchi produced 9624 Tm, making a comparison with the year 2019 in which the production decreased and was 8604 Tm, due to the stem borer. Farmers in the area have made excessive use of pesticides, resulting in environmental pollution. The purpose of the present work was to identify the pea borer insect, evaluate the attraction, severity of the damage, percentage of infestation of this pest and the performance with the different treatments. A randomized complete block design with four treatments and three blocks was used; using color traps, as follows: treatment 1 yellow, treatment 2 blue, treatment 3 white and treatment 4 green. The data obtained for each variable was analyzed with the InfoStat version 2018 program. The greatest attraction was the green trap, obtaining an average of 21.81 adult units of *Melanagromyza sp.*, followed by the white trap with 16.11, yellow 5.31 and blue 1.53; In terms of severity, the treatment with the lowest percentage of damage in pea plants was treatment 4 with the green color, by default the treatment that received the highest percentage of damage was treatment 2 with the blue color. Regarding performance, the treatment that obtained the best results were the plants that were controlled with the green trap.

**Key words:** *Melanagromyza sp.*, Borer, treatments, severity, infestation, performance.

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

La agricultura dentro de los aspectos: económico, social y productivo, forman parte de la sustentabilidad del país ya que representa el 9% del PIB (Monteros et al., 2013). La arveja (*Pisum sativum* L.) representa un cultivo de gran importancia en la alimentación de las familias ecuatorianas. Su mercado potencial es en grano, alcanzando un índice de consumo del 96% en familias de la Sierra, 82% en familias en la costa y 94% en familias en el oriente; con un consumo per cápita de 0,4 kg al mes, sin variaciones entre la Costa, Sierra y Oriente (Caicedo y Peralta, 1999).

*Pisum sativum* L. es un producto altamente nutritivo, debido a que presenta altos niveles de proteínas, carbohidratos, fibra, vitaminas; en especial se encuentra la tiamina y minerales como el hierro (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2015).

En el Ecuador, se siembran 4513.31 hectáreas de arveja tierna, de la cual se cosechan 4192.60 hectáreas con una producción en vaina de 4880.88 toneladas métricas. La provincia con la mayor superficie sembrada de arveja es Chimborazo con 1044.00 hectáreas, le sigue Cañar con 655 hectáreas y Carchi con 585 hectáreas. En el cantón Bolívar existen 628 unidades productivas agropecuarias para arveja tierna y para arveja seca existen 134 unidades productivas agropecuarias, con 520 y 151 hectáreas sembradas respectivamente, certifica en Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (INEC, 2018). En la comunidad Cuesaca cantón Bolívar provincia del Carchi, se produce 870 toneladas métricas de arveja variedad Quantum (Mercado-mayorista, 2016).

En el cultivo de arveja, se pueden encontrar varias plagas, entre las más importantes están *Melanogromyza* sp. que es conocida por los agricultores como larva de mosca que barrenan y forman orificios en el tallo del cultivo. El barrenador de la arveja, reduce drásticamente la producción total. En muestreos se ha evidenciado infestaciones del 70, 90 y hasta 100% (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2015).

Mediante difusiones dirigidas por el INIAP acerca del control químico del barrenador del tallo, los insecticidas recomendados son: Clorpirifos 400cc por hectárea, familia de los organofosforados y Acefato 500g (Peralta et al., 2013).

La Agencia Federal de Protección al Medio Ambiente (EPA), menciona el alto grado de toxicidad de Clorpirifos en poblaciones que tienen contacto directo con este; sus investigaciones indican que la intoxicación por estos muestra un deterioro del sistema nervioso central en humanos; la manera de intoxicación es por volatilización y por la mezcla de los químicos con el agua de consumo general. El fondo de defensa legal sierra club a partir del 2008 presentó una denuncia para la EPA, exigiendo la prohibición su comercialización a consecuencia de los efectos nocivos que tiene en el medio ambiente (Earthjustice, 2015).

En la última década se vienen empleando diferentes métodos de control; tal es el caso de la utilización de trampas cromáticas en producciones agrícolas como una herramienta para la captura de insectos plaga. En la investigación: Control etológico de *Thrips* sp. (Insecta: Thysanoptera) y *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) con fermentos naturales en sandía (*Citrullus vulgaris* L.), se evaluó la atracción de los colores de las trampas y los diferentes tipos de atrayentes naturales; en donde los análisis de los resultados indican que las mosquitas minadoras de la familia *Agromyzidae* son atrapadas con facilidad por las trampas de color verde (Castro-Piguave et al., 2018).

En el mismo sentido en el estudio "Evaluación del Color y la Posición de Trampas en la Captura de Cicadélidos en *Gaultheria phillyreifolia* (Ericaceae) Afectadas por Fitoplasmas"; el autor hace referencia la atracción de los insectos hacia diferentes rangos de longitud de onda que reflejan las plantas como estímulo determinante de las plagas en la selección de cada especie vegetal, obteniendo resultados positivos en el uso de las trampas cromáticas (Arismendi et al., 2009).

La Constitución de la República y la Ley Orgánica del Régimen de Soberanía Alimentaria del Ecuador, establece en sus normativas del Buen Vivir, la producción de alimentos basados en principios de sanidad e inocuidad (Comisión técnica de consumo y salud Alimentaria, 2013).

La Ley Orgánica Del Régimen De La Soberanía Alimentaria en el Título I de Principios Generales, menciona en el artículo 1 y 2 a la producción agroalimentaria con principios de sustentabilidad social y ambiental al mismo tiempo a la aplicación de normas de sostenibilidad ambiental y buenas prácticas de producción (Ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria, 2011).

## **1.2. Problema de investigación**

En los últimos años en la comunidad Cuesaca en el cantón Bolívar, provincia del Carchi, los agricultores han experimentado una reducción en la producción de sus cultivos de arveja, esto trajo como consecuencia pérdidas económicas de hasta el 100% en el productor y por lo tanto pobreza a la sociedad (Mercado Mayorista Bolívar, 2015). Así mismo en esta comunidad se ha observado un incremento en el ataque de los insectos plaga y una inestabilidad de los factores bióticos que regulan esta población de insectos. El cultivo de arveja, es atacado por (*Melanagromyza sp*); una plaga comúnmente conocida como barrenador del tallo. Una vez que llega al cultivo de arveja, es altamente incidente; pudiendo acabar con el 60, 70, 80 y 100% de la producción (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Bolívar, 2015). Para este problema, el agricultor hace aplicaciones excesivas de insecticidas como: carbofuran, carbosulfan, benfuracarb, thiodicarb, dimetoato, methomil, clorpirifos, cyromazina, abamectina, diflubenzuron, teflubenzuron, lambda cyhalothrin, imidacloprid, y acephate, causando contaminación al medio ambiente y generando resistencia del insecto. No existen alternativas de manejo y monitoreo de la plaga para establecer medidas de control.

## **1.3. Justificación**

La presente investigación está encaminada al estudio de la plaga barrenador de la arveja *Melanagromyza sp.*; a través de trampas cromáticas como medida alternativa para bajar la incidencia en el cultivo y la captura de especímenes de esta especie; con el fin de que este estudio sea la base para la introducción al conocimiento de la plaga y sirva posteriormente en la creación de metodología alternativa en el control integral de la misma.

La arveja forma parte de la dieta alimenticia de la familia ecuatoriana, con un consumo de 0.4 kg por persona al mes; en el Carchi su consumo es significativo representa el 92.67% de la producción total. Además, tiene una gran capacidad de fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico y como tal es una buena opción dentro de un plan de rotación de cultivos (Caicedo y Peralta 2003).

Actualmente, Carchi produce aproximadamente 2519 hectáreas anuales, lo que da como resultado una producción provincial de 9624 toneladas (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, 2018). El cultivo de esta leguminosa se ve afectado por una plaga llamada barrenador del tallo (*Melanagromyza sp.*); este pone

huevos en la base del tallo, las larvas se alimenten de los tejidos vegetales, deteriorando la calidad del mismo y por ende sus cosechas se ven afectadas (Morales et al., 2002). Por esta razón, los agricultores se ven obligados a realizar aplicaciones excesivas de insecticidas químicos, sin tomar en cuenta el daño que causan al medio ambiente, los efectos negativos en la salud humana y la resistencia de los insectos a estos compuestos químicos (Devine et al., 2008).

El control etológico, es un método capaz de bajar poblaciones de plagas, a un nivel en el que no cause pérdidas económicas; se aprovechan las capacidades propias de los insectos como respuestas a estímulos, para usarlos como atrayentes en varios tipos de trampas. Por lo general se usa trampas cromáticas, cebos o feromonas (Cañedo et al., 2011).

La trampa cromática es una lámina con un color específico, en el cual se adhiere pegamento y por la atracción hacia la longitud de onda, las plagas quedan atrapadas en el BioTac. Los rangos de longitud de onda que pueden ver los insectos son: ultravioleta (3200 Amstrong), violeta (3700 Amstrong), azul (4400 Amstrong), verde (5000 Amstrong), amarillo (5500 Amstrong), anaranjado (6000 Amstrong), roja (6300 a 7600 Amstrong) (Zela, 2016).

A través del tiempo se han realizado varias investigaciones relacionadas con técnicas innovadoras de bajo costo para la producción agrícola libre de agroquímicos, entre estas tenemos el uso de trampas cromáticas de las cuales se especifica lo siguiente: para atrapar trips se utiliza trampas de color azul, para la familia Aleyrodidae (moscas blancas) trampas de color amarillo, a la familia Agromycidae le atraen las trampas de color verde y la familia Cicadellidae le atraen los colores verdes (Martínez et al., 2016).

Se necesitan alternativas amigables con el medio ambiente, entre ellas se encuentra la utilización de las trampas cromáticas en el muestreo entomológico, que comprende parte esencial para determinar los primeros colonizadores y la dinámica poblacional del barrenador del tallo en la arveja. La utilización de este sistema en la recolección de la familia Agromycidae presenta alto grado de eficiencia (Tecnológico Nacional, 2018). Con esta investigación se enriquece el conocimiento del agricultor con la finalidad de combatir al barrenador del tallo, identificando los colores específicos para la atracción y control etológico de *Melanagromyza* sp. en el cultivo de arveja.

## **1.4. Objetivos**

### ***1.4.1. Objetivo general***

Evaluar la colorimetría de cuatro trampas cromáticas en la captura del barrenador del tallo (*Melanagromyza* sp.) en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.).

### ***1.4.2. Objetivos específicos***

- Identificar el insecto barrenador del tallo de la arveja, que ataca en la comunidad de Cuesaca en el cantón Bolívar provincia del Carchi, Ecuador.
- Evaluar la eficiencia de cuatro diferentes colores de las trampas cromáticas, en la captura del insecto barrenador del tallo de la arveja.
- Cuantificar el efecto que causa el barrenador del tallo en la arveja.

## ***1.5. Hipótesis***

H<sub>0</sub>= Ninguna de las trampas cromáticas de diferente color es eficiente en la captura del barrenador del tallo en arveja.

H<sub>a</sub>= Al menos una de las trampas cromáticas funciona en la captura del barrenador del tallo de arveja.

# CAPÍTULO II

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Cultivo de arveja

Hace miles de años, las civilizaciones que se acentuaban en toda la región Andina, adoptaron muchos cultivos; que en la actualidad son de importancia alimenticia y económica. La sierra ecuatoriana, se dedica a la producción de cultivos andinos (arveja, fréjol, chochos) debido a su favorable clima; dando fuentes de trabajo a pequeños y grandes productores, de esta manera abre campo en el mercado local, nacional e internacional; por tal motivo, es de suma importancia que sea estudiado el agente causal, para un mejor manejo y sea sustentable económicamente (Peralta et al., 2010).

#### 2.1.1. Origen

La arveja es una de las leguminosas más cultivadas y explotadas debido a su alto valor nutricional, desde la antigüedad, alrededor de 6000 – 7000 años antes de Cristo ha sido incluida en la dieta alimentaria tanto en humanos como en animales; encontrando restos carbonizados de semillas en asentamientos neolíticos. Es originario de Asia Central, Mediterráneo y Cercado Oriente (Noboa, 2010).

#### 2.1.2. Distribución del cultivo a nivel mundial

En diversas regiones del mundo ha tenido una muy buena acogida, especialmente desde el siglo 20. Gracias a la tecnología del congelado pudo ser mejor aprovechada debido a que se conservaba por más tiempo e inclusive en presentación enlatados. Los países con mayor producción son: Canadá con 3,1 millón de toneladas, Francia con 1,3 millón de toneladas, China con 1,3 millón de toneladas y Rusia con 1 millón de toneladas (De Bernardi, 2016).

#### 2.1.3. Clasificación taxonómica de la arveja

La arveja se clasifica de la siguiente manera de acuerdo a sus características (Tabla 1) (ITIS, 2021).

**Tabla 1**

*Clasificación Taxonómica de Pisum sativum*

<b>Reino</b>	Vegetal
<b>División</b>	Espermatofita
<b>Clase</b>	Angiospermae
<b>Subclase</b>	Dicotyledoneae
<b>Orden</b>	Rosales
<b>Familia</b>	Leguminosas
<b>Subfamilia</b>	Papilionoides
<b>Tribu</b>	Viceas
<b>Género</b>	Pisum
<b>Especie</b>	<i>Pisum sativum</i> L.

**2.1.4. Etapas fenológicas de la arveja**

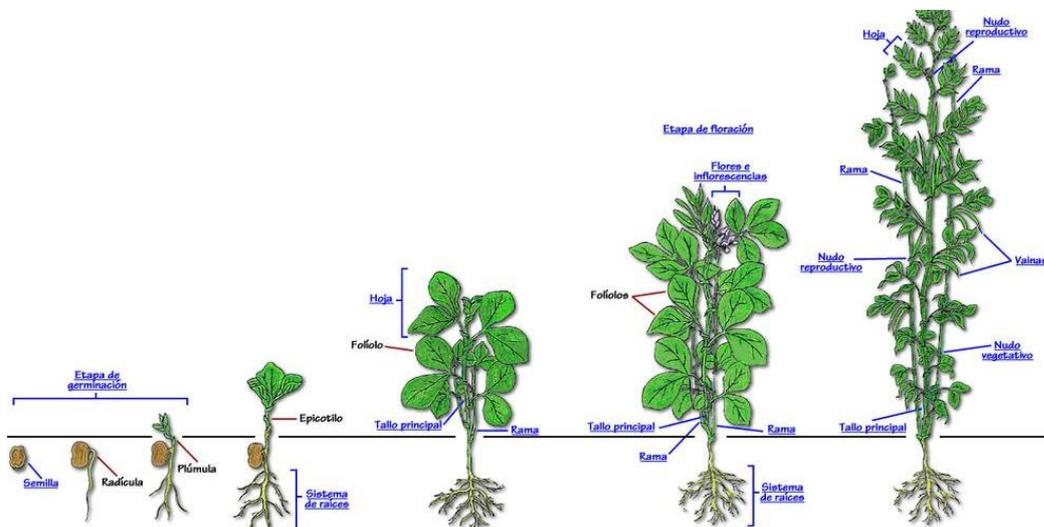
Las siguientes etapas fenológicas del cultivo de arveja de la variedad Quantum en Ecuador (Tabla 2) (Merino, 2015).

**Tabla 2**

*Etapas fenológicas del ciclo del cultivo de la arveja Quantum en Ecuador*

<b>Etapas</b>	<b>Inicio</b>	<b>Desarrollo</b>	<b>Floración</b>	<b>Fructificación</b>
Días	0-19	20-48	49-84	85-118

**Figura 1. Etapas fenológicas del cultivo de arveja**



### **2.1.5. Plagas de arveja**

El manual de leguminosas del Ecuador afirma que existen trozadores (*Agrotys* sp.), pulgón o áfidos (*Macrosiphum pisi*), trips (*Frakiniella* sp.) y barrenador del tallo (*Melanagromyza* sp.) (Peralta et al., 2010).

## **2.2. Familia Agromizidae**

Una familia mundial de aproximadamente 2500 especies, son pequeñas, algunas con una longitud de ala de 1 mm. El tamaño máximo es de 6,5 mm. La mayoría de las especies están en el rango de 2 a 3 mm. La familia Agromyzidae incluye numerosas especies de interés económico. Los géneros de plagas más importantes son: *Agromyza*, *Melanagromyza*, *Ophiomyia*, *Liriomyza*, *Napomyza* y *Phytomyza*. Las larvas se desarrollan en el parénquima de las hojas de plantas herbáceas, causando galerías, conocidas como “minas”, de donde proviene el nombre o denominación de “moscas minadoras”, algunas especies de esta familia barrenan peciolo, botones florales, frutos y otros órganos. Al parecer esta familia tiene su origen en el hemisferio norte y se encuentran ampliamente distribuidas en el mundo (Cheslavo, 2014).

### **2.2.1. Género *Melanagromyza***

El género *Melanagromyza*, presenta especies barrenadoras del tallo que son capaces de ocasionar pérdidas de importancia en los cultivos infestados; las especies que lo constituyen son serias plagas agrícolas. Tiene como hospedero a plantas de arveja, frejol, papa, quinua, falsa quinua, amaranto, habas, melloco, alfalfa, entre otros. Se ha detectado como enemigo natural, una avispa Hymenóptera: Braconidae, quien parasita las pupas. La perforación que hace el adulto al ovipositar y la alimentación del tallo por la larva, facilita la infección de patógenos como el hongo *Fusarium oxysporum* Schlecht. Es el 2º género de importancia dentro de la familia Agromyzidae. La mayoría de las especies son barrenadoras de tallos. Se requiere observar la genitalia del macho para llegar a identificar la especie. Son moscas pequeñas, normalmente negruzcas, sus larvas abren galerías en el tallo de abajo hacia arriba y visceversa, posteriormente empupan en el interior del mismo (Morales et al., 2002).

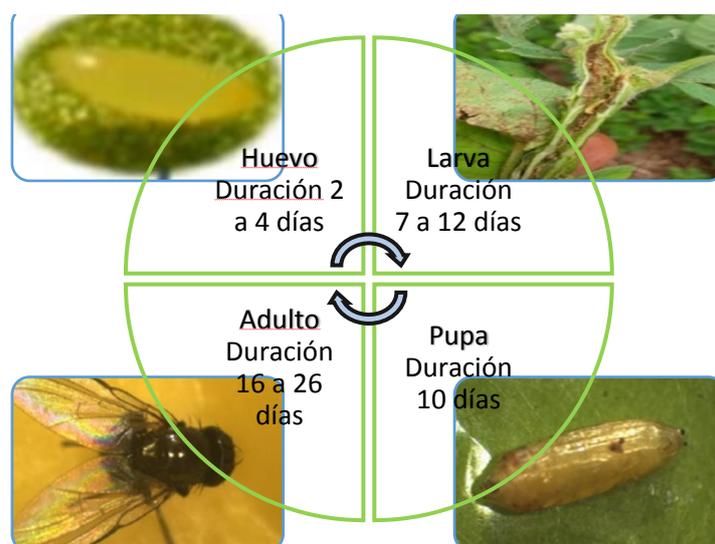
### **2.2.2. Alimentación del género *Melanagromyza***

La mayoría de las especies de este género, son barrenadoras internas de tallos, ramas, peciolo y tienen predilección por especies de las familias Asteraceae, Chenopodiaceae, Fabaceae, Papilionaceae, Amaranthaceae y Solanaceae (Cheslavo, 2014) (Benítez, 2015).

### 2.2.3 Biología del Barrenador del tallo (*Melanagromyza* sp., Diptera: Agromyzidae)

Los huevos eclosionan y las larvas se introducen en el tallo y dañan los tejidos; afectan el desarrollo de la planta; producen síntomas como amarillamiento y enanismo. Las larvas del género *Melanagromyza* tienen los espiráculos anteriores en posición dorsal, sobre la línea media del protórax, y tienen forma de aspa, semicircular o bilobulada. Las papilas marginales varían de ocho hasta cincuenta. Los segmentos del abdomen están rodeados, cada uno por una banda de espinas y son muy similares entre sí, excepto el

**Figura 2.** Ciclo biológico de *Melanagromyza* sp.



último (Morales et al., 2002).

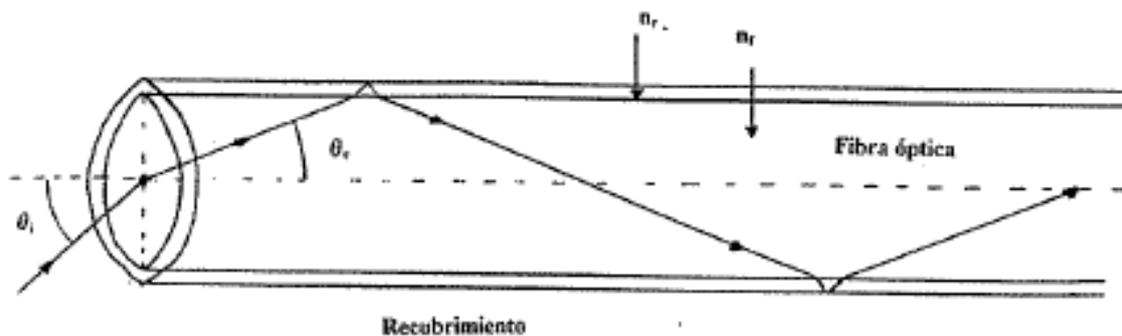
La larva se introduce al tallo por un orificio que en algunos casos los hace la hembra adulta y forman una seda que cubre el sitio de entrada. Se ha encontrado dos o más larvas por planta. La larva una vez madura pupa dentro del tallo y sale como adulto por una abertura que se encuentra en un costado superior del tallo. Este díptero, oviposita en la base de la planta o en las lenticelas del tallo por donde se facilita la entrada de la larva hacia el interior del tallo en el caso de la arveja (Morales et al., 2002).

#### 2.2.3.1. Detección visual de los insectos

En relación a la visión los insectos se pueden dividir en dos clases, los que presentan órganos fotorreceptores y los que carecen de visión “ciegos”. Existen 3 tipos de ojos:

receptores dérmicos, ocelos y ojos compuestos. Los órganos fotorreceptores ocelos y ojos compuestos de los insectos, en un fenómeno físico logran sintetizar la luz; transformando la longitud de onda en un espectro visible. La radiación solar ingresa por la córnea, la luz es absorbida y rebota por el cono cristalino, continua el camino por el rabadoma en donde se filtra hasta el nervio óptico, allí la longitud de onda es transformada en señales bioquímicas, en un impulso nervioso que se mueve en las neuronas y lleva la señal al protocerebro, donde se codifica la información para que el insecto pueda ver su ambiente (Torralba et al., 1998).

**Figura 3.** Esquema de una fibra óptica  $\theta_i$  y  $\theta_r$  son el ángulo incidente y refractado  $n_r$  y  $n_f$  son los índices de refracción del recubrimiento y de la fibra óptica propiamente dicha. Una vez que el rayo de luz haya penetrado con un cierto ángulo, seguirá rebotando por el interior de la fibra óptica hasta el final de esta (Torralba et al., 1998).



### 2.3. Trampas cromáticas

Son dispositivos, que atraen a insectos por medio del color. Una vez que el insecto se posa en el pegamento de la trampa, no puede abandonarla y muere al cabo de un tiempo. Se utilizan para estudios de poblaciones de insectos o para saber si es necesario el control de una plaga (Jímenez, 2009).

Se colocan con una densidad de 2 a 4 trampas por cada 1000 m<sup>2</sup> en el caso de monitoreo o de 1 trampa por cada superficie de 5 a 25 m<sup>2</sup> en el caso de control de plagas (FitoAgrícola, 2014). Se utiliza el pegamento BioTac que es un adhesivo no tóxico que se usa en la agricultura para monitoreo de insectos y plagas (Ecuaquímica, 2019).

Existen varios factores que influyen en el porcentaje de captura de las plagas en las trampas cromáticas; entre estos tenemos: la distribución espacial de los hospederos, la posición, altura de las trampas y el color de la trampa. Así mismo la fluctuación poblacional a lo largo de la temporada no es la misma, existe meses en los cuales el número de capturas es mayor que en otros meses (Arismendi et al., 2009). En época de

invierno la reproducción de los insectos disminuye, por otro lado, en verano la dinámica poblacional cambia y como resultado aumenta la incidencia de dípteros (González F. et al., 2014).

La longitud de onda que reflejan colores específicos en el medio ambiente permite a los insectos poder elegir los hospederos con el fin de alimentarse, reproducirse, ovopositor, culminar etapas biológicas, entre otros. Los colores que se recomienda ser evaluados en dípteros son: amarillo, blanco y azul (Hernández, 2018).

Con la llegada de la tecnología al campo, las nuevas políticas estatales a nivel mundial y las nuevas tendencias del mercado que apuntan a la obtención orgánica de productos agrícolas; se ha creado sistemas de producción en cultivos intensivos como el uso de trampas cromáticas como método de control de plagas. Evaluaciones hechas en hortalizas indican la atracción de insectos plaga hacia los colores. Resultados muestran que: los trips *Thisanóptera* no tienen atracción por ningún color en especial, mosca blanca *Aleyrodidae* se sienten atraídas por los colores amarillos, mosca minadora *Agromycidea* presenta atracción del color verde al igual que las chicharritas de *cicadélidoz* (Martínez et al., 2016).

El mantenimiento de las trampas cromáticas debe ser obligatorio cada 8 días, tratando de evitar el llenado de basuras y plagas en la trampa, esta práctica mejora la capacidad de atracción de la trampa. Las trampas en mantenimiento se las debe desmontar del lugar donde fueron instaladas para proceder a identificar los insectos atrapados y tomar decisiones de monitoreo o control de plagas en un cultivo. Las trampas deben ubicarse alrededor del cultivo a protegerse para evitar el ingreso de plagas y para que exista control se deben ubicar dentro del cultivo de interés (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, 2016)

#### **2.4. Espectro electromagnético**

La cantidad de energía que produce un medio en forma de onda electromagnética se denomina radiación electromagnética, puede ser natural o artificial y el conjunto de todas las frecuencias es el espectro electromagnético. El rango de frecuencias va desde 0 hasta el infinito, no existe frecuencias negativas, no todas las ondas se distribuyen igual en el medio e interaccionan de la misma forma con la materia dependiendo de fenómenos físicos que producen la radiación (Luque, 2017).

## 2.5. Ondas electromagnéticas

La radiación es un fenómeno físico que se presenta a diario por medio del sol y para algunas especies vivas que presentan estructuras especializadas permite el fenómeno de la visión, el estudio de las ondas electromagnéticas causó como consecuencia la creación de inventos importantes que ayudaron a mejorar la vida de la humanidad, gracias al electromagnetismo tenemos inventos como el Wi-Fi, teléfonos, las radio frecuencias, la señal de televisión, la radioterapia entre otros inventos, las ondas se clasifican de la siguiente manera (ver la tabla 3).

**Tabla 3**

*Descripción, tipo y medida de ondas.*

<b>Frecuencia en Hz</b>	<b>Nombres</b>	<b>Longitud de onda</b>
$10^{19}$	Rayos gamma	0.1A
$10^{18}$		
$10^{17}$	Rayos x	1nm
$10^{16}$	Ultravioleta	100mm
$10^{15}$		
$10^{14}$	Visible	400nm-700nm
$10^{13}$		
$10^{12}$	Infrarojo	10um
$10^{11}$		
$10^{10}$	Microondas	1cm
$10^9$		1m
$10^8$	FM y TV	10m
$10^7$		100m
$10^6$	AM	
$10^5$	Onda larga	1000m

(Cordero, 2016).

## 2.6. Espectro visible

Se denomina espectro visible al fenómeno físico, que, por medio de la radiación, permite la diferenciación de los colores: violeta, azul, verde, amarillo, naranja y rojos presentes en el universo en el que los objetos experimentan una refracción de la luz; la longitud de onda de las frecuencias visibles para el ojo humano va desde 400nm hasta 700 nm (Luque, 2017).

## 2.7. *Fusarium oxysporum*

Es un patógeno con facultades, que ataca a la planta cuando sus defensas presentan un desbalance; viven en la materia orgánica y su diseminación se da por labranza de tierras, por el movimiento de las aguas de escorrentía y por el uso de material vegetativo

infectado; el hongo tiene estructuras especializadas denominadas clamidiosporas que le dan la capacidad de vivir por largos períodos en el suelo. Los síntomas de la infección son: retraso en la tasa de crecimiento, necrosis y marchitez del follaje, necrosis de los conductos vasculares tallo y raíces (Retana et al, 2017).

## 2.8. Escala ordinal de síntomas para medir *Fusarium*

El daño del ataque del hongo patógeno en las plantas aumenta gradualmente en relación a los días transcurridos desde el inicio de la infección hasta el control de la enfermedad o la muerte de la planta, los síntomas se pueden evaluar según los niveles de daño de la enfermedad *Fusarium* (ver en tabla 4).

**Tabla 4**

*Severidad según los niveles de daño de Fusarium.*

Clase	Descripción
0	Ausencia de síntomas.
1	Decaimiento de foliolos, clorosis leve generalizada.
2	Clorosis intermedia y ondulación del borde foliar. Defoliación y pardeamiento en la zona basal del tallo.
3	En ocasiones se presenta emisión de rebrotes en el tercio inferior del tallo.
4	Marchitez severa y muerte de la planta.

(Vakalounakis et al, 2005).

## 2.9. Marco legal

Para el desarrollo de la presente investigación se tomó como norma las leyes y artículos que rigen a nuestro país.

La Ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria en el Art.9 dice que, el Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agrobiodiversidad. El Art. 10 complementa lo antes mencionado, indicando que el Estado fomentará la participación de las universidades y colegios técnicos agropecuarios en la investigación acorde a las demandas de los sectores campesinos, así como la promoción y difusión de la misma (“Asamblea Nacional,” 2010).

En la sección segunda del capítulo segundo de la constitución hace referencia a vivir en un ambiente sano y con mayor énfasis en el Art. 15 que dice el Estado promoverá, en el

sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos. Por lo que en este trabajo de investigación se obvió el uso de insecticidas para el control de plagas (“Asamblea Nacional,” 2008).

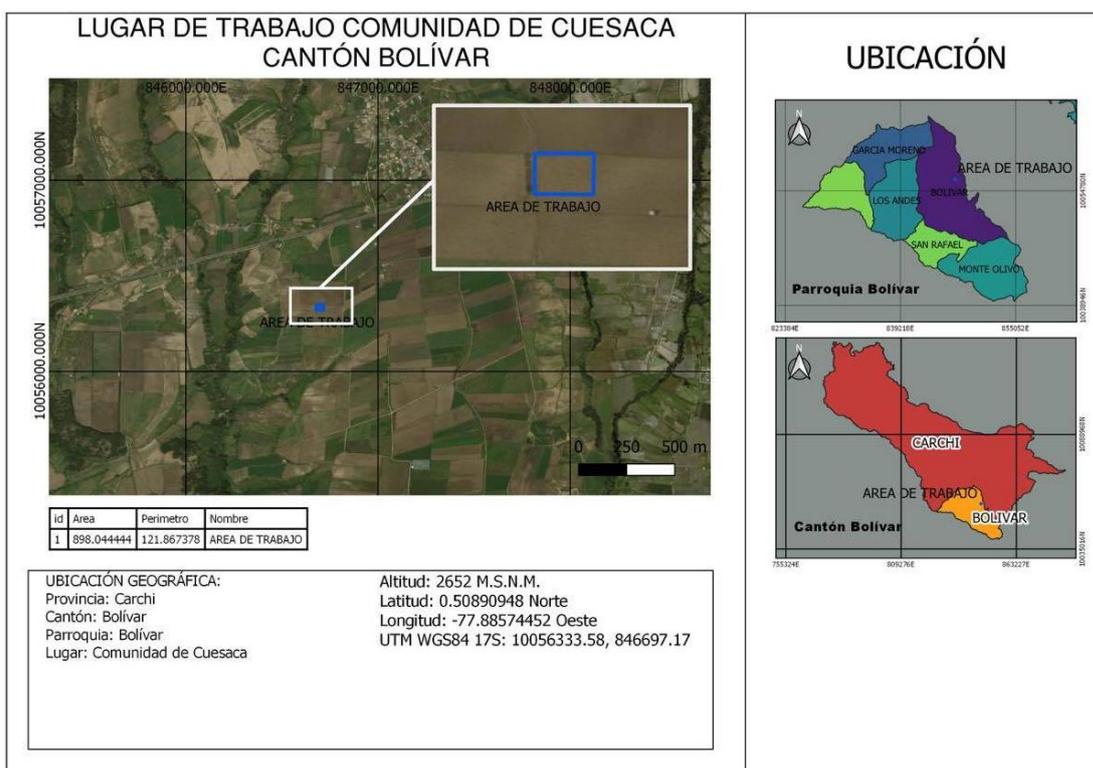
# CAPITULO III

## 3. MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Descripción del área de estudio

El ensayo se realizó en el cultivo de arveja, en la comunidad de Cuesaca, ubicada a 5 km al norte de la cabecera cantonal Bolívar, provincia del Carchi, con coordenadas geográficas 0.50890948 latitud norte, -77.88574452 latitud oeste, a una altitud de 2652 m.s.n.m. (Figura 4) (Instituto Geográfico Militar, 2019).

*Figura 4. Mapa de ubicación del área de estudio*



#### 3.1.1. Características climáticas

La temperatura media anual es de 15°C, con una precipitación anual de 1500 mm, humedad del 50% y con un clima templado (Departamento de Medioambiente Municipio de Bolívar, 2016).

## 3.2. Materiales y métodos

### 3.2.1. Materiales

Para la realización de la presente investigación se utilizó materiales experimentales, materiales de campo, equipos de oficina e insumos; los cuales se detallan en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Material experimental, de campo, equipos de oficina e insumos*

<b>Material experimental</b>	<b>Materiales de campo</b>	<b>Equipos de oficina</b>	<b>Insumos</b>
Plaga <i>Melanagromyza</i> sp.	Vara de madera	Libreta de campo	Semillas de arveja
Trampas cromáticas	Azadón	Alfileres entomológicos	BioTac (adherente)
	Estacas	Gradillas para colocar cartulinas	Fungicidas sistémicos y protectantes
	Lote de terreno	Agujas de disección	Fertilizantes edáficos y foliares
	Botas	Pinzas	
	Guantes	Malla anti-insectos	
	Mallas trampa	Pecera de 40 x 80 cm x 90 cm de altura	
	Letreros de identificación	Hojas de papel bond	
	Hilo (cabuya)	Cámara fotográfica	
	Recipientes para la recolecta de pupas	Impresora	
	Navaja multifunciones	Computadora	
	Plástico de colores por material experimental	Lápiz	
	Algodón	Calculadora Microscopio	

### 3.2.2. Factores en estudio

La investigación se basó en identificar el grado de atracción que tiene *Melanagromyza* sp. por las trampas de colores y cuantificar el efecto que tiene en la arveja el uso de este control etiológico. En la tabla 6 se indica los diferentes factores a estudiarse.

**Tabla 6**

*Factores en estudio*

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>
a. Barrenador del tallo	a.1 <i>Melanagromyza</i> sp.
b. Trampas cromáticas	b.1 Amarillo
	b.2 Azul
	b.3 Blanco
	b.4 Verde
c. Arveja	c.1 Quantum

### 3.2.3. Tratamiento

En la presente investigación se evaluó un factor que consta de 4 niveles y 3 repeticiones, los datos de los tratamientos se tomaron cada 8 días desde la siembra del cultivo hasta la fructificación. Los tratamientos utilizados se detallan a continuación en la tabla 7.

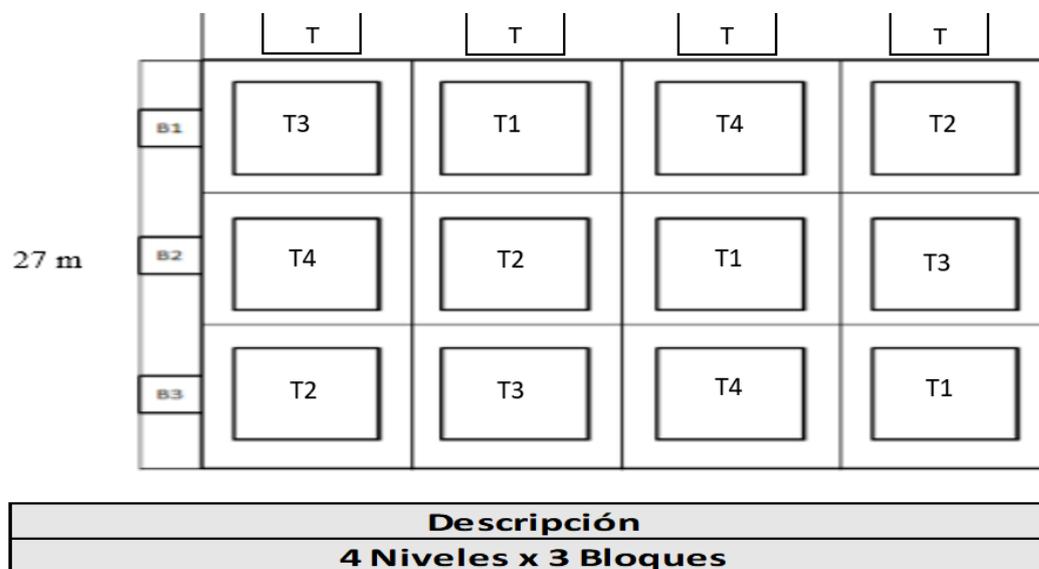
**Tabla 7**

*Tratamiento en estudio y descripción*

<b>Tratamiento (trampa)</b>	<b>Color</b>	<b>Medida cm.</b>
T1	Amarillo	25x15
T2	Azul	25x15
T3	Blanco	25x15
T4	Verde	25x15

En la figura 5. Se detalla la distribución de cada trampa de acuerdo a cada nivel y bloque.

**Figura 5.** Distribución de los niveles en el experimento



### 3.2.4. Diseño experimental

Para la investigación se utilizó el Diseño en Bloques Completos al azar con cuatro niveles y tres bloques. En cada unidad experimental se instalará una trampa de diferente color cada una con codificación diferente y se excluirá el uso de insecticidas (Tabla 8).

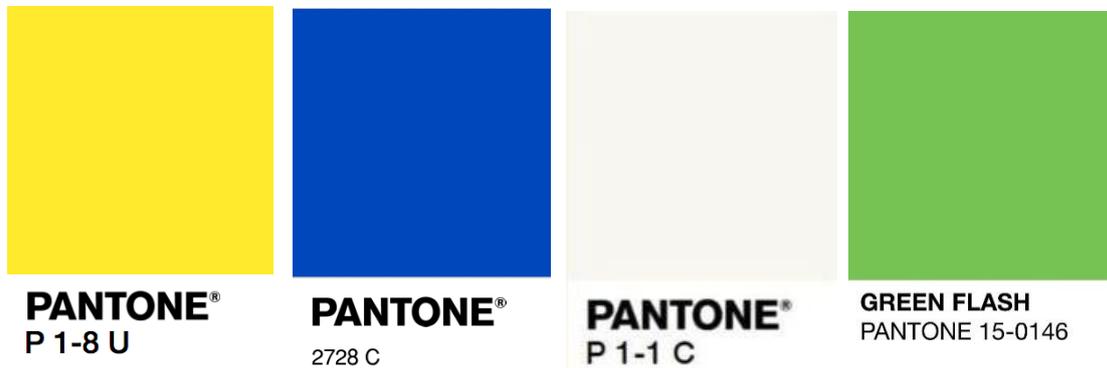
El análisis se lo realizó con la prueba de Fisher al 5%

**Tabla 8**

*Tratamientos para el ensayo de la evaluación de trampas cromáticas*

Nivel	Color de trampas	Codificación	
T1	Amarillo	cA	PANTONE P 1-8 U
T2	Azul	Caz	PANTONE 2728 C
T3	Blanco	cW	PANTONE P 1-1 C
T4	Verde	cV	PANTONE 15-0146

Para tener una mejor identificación en cuanto a los colores de trampa que fueron utilizados, se puso en práctica la escala de Pantone con su respectiva codificación (Figura 6), que sirvió como guía o referencia, cada color está descrito por una numeración y una sigla que corresponde a una o varias letras (Red Gráfica, 2011).



*Figura 6. Codificación Pantone*

### *3.2.5. Características del experimento*

El experimento fue montado el 5 de noviembre del año 2019 en la comunidad Cuesaca ciudad de Bolívar en la provincia del Carchi, Ecuador. En la experimentación se utilizó semilla de la arveja variedad Quantum, la que utilizan los agricultores de la zona de estudio y la forma de cultivo fue la convencional que realizan los productores de este lugar. Las medidas experimentales se especifican en la Tabla 9 y Figura 7.

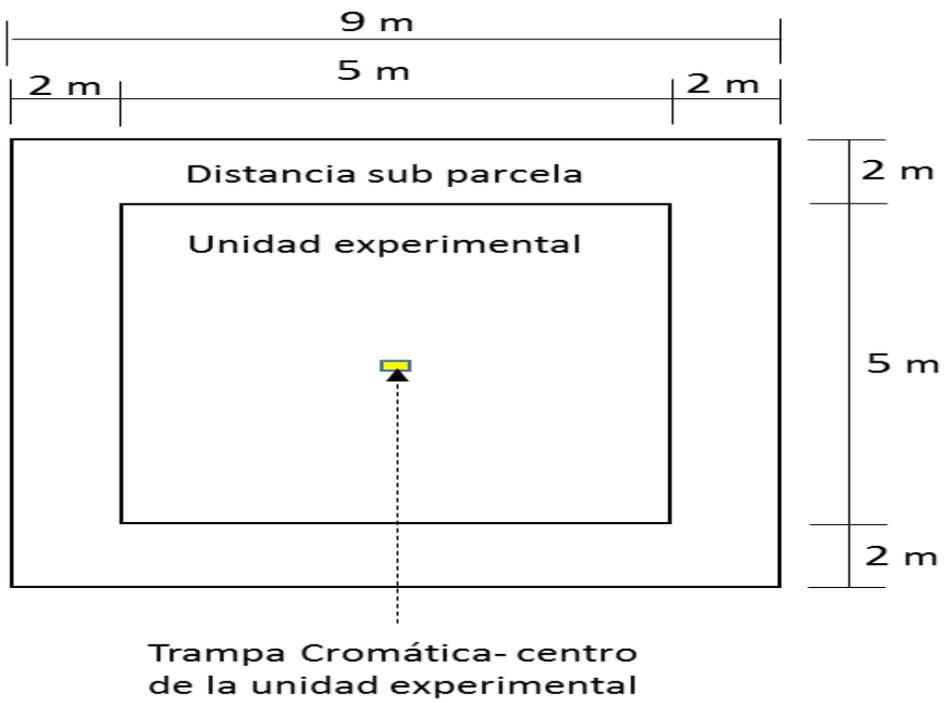
**Tabla 9**

*Número de tratamientos, número de bloques, puntos de siembra, número de siembra de semilla por golpe, número de trampas, medida de trampas y medidas experimentales que se utilizaron en el ensayo*

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Número de tratamientos	4
Bloques	3
Número de unidades experimentales	1
Área total del experimento	972 m <sup>2</sup> (36m x 27m)
Área total de la unidad experimental	49 m <sup>2</sup> (7m x 7m)
Área total de la parcela neta	25 m <sup>2</sup> (5m x 5m)
Separación entre parcelas	2 m
Distancia entre surco	0.60m.
Distancia entre plantas	0.25m
Número de plantas totales en el experimento	5760
Puntos de siembra en la unidad experimental	160
Número de plantas por golpe de siembra	3
Número de plantas por unidad experimental	480
Número de puntos parcela neta	108
Número de plantas parcela neta	324
Número de trampas por unidad experimental	1
Densidad de la trampa	0.25m x 0.15m
Altura de la trampa	proporcional a la altura de la planta

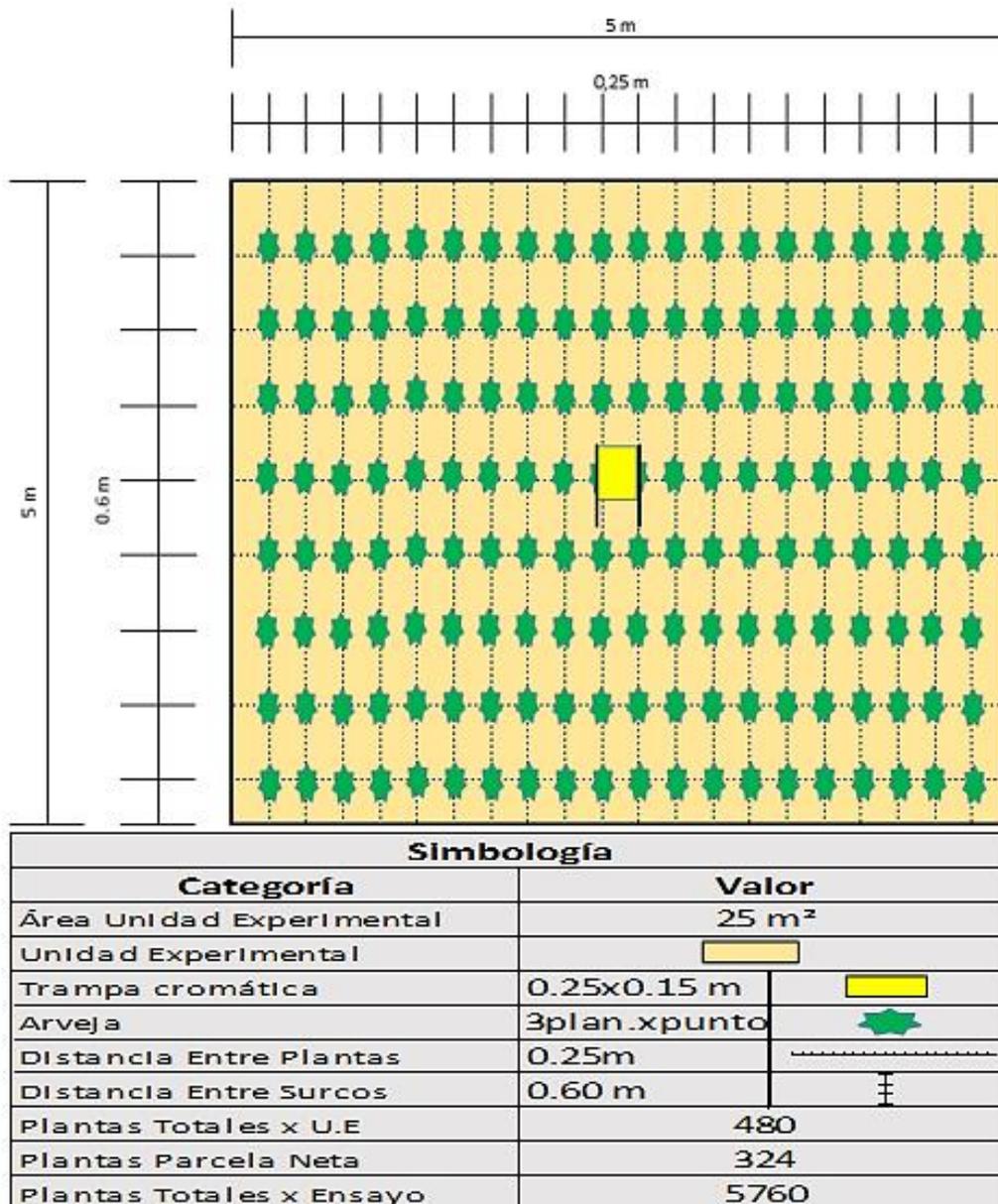
Las medidas de la unidad experimental, distancia de subparcela y posición de la trampa cromática se detallan en la figura 7; cabe recalcar que la trampa cromática se instaló en el centro de la unidad experimental.

**Figura 7.** Esquema de la unidad experimental del ensayo en campo en Cuesaca, provincia del Carchi 2019.



En la figura 8 se observa el área de la unidad experimental, posición y medida de la trampa cromática, distancia entre plantas y entre surcos, puntos totales de siembra por golpe de 3 semillas, plantas totales del ensayo y plantas por unidad experimental. Para la investigación excluyendo el efecto borde, se trabajó con 324 plantas para el desarrollo de las variables y 1 trampa cromática por unidad experimental.

**Figura 8.** Diagrama y simbología de la parcela neta



### 3.2.6. Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico InfoStat, versión 2018. En cuanto a las variables: identificación del insecto barrenador del tallo de la arveja, número de insectos capturados por cada unidad experimental, severidad de daño que ocasiona la plaga según el estado de desarrollo de la planta, número de infestaciones encontradas: larva, pupa de *Melanagromyza* sp. y evaluación de rendimiento, se realizó el ADEVA (Tabla 10).

**Tabla 10**

*Análisis de varianzas para el ensayo de la evaluación de trampas cromáticas (ADEVA)*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Grados de libertad</b>
Bloque	$r-1$	2
Tratamientos	$t-1$	3
Error	$(t-1)(r-1)$	6
Total	$rt-1$	11

Se utilizó la prueba de Fisher al 5%, debido a que se encontraron diferencias significativas en los tratamientos

### 3.2.7. Variables a evaluarse

En cada parcela neta se obtuvo un total de 324 plantas, para la investigación de cada variable se tomó cuatro plantas al azar de cada tratamiento, en cada parcela neta se utilizó una trampa cromática; las variables evaluadas fueron: a) Identificación del insecto barrenador del tallo de la arveja, b) Número de insectos capturados por cada unidad experimental, c) Severidad del daño que ocasiona la plaga según el estado de desarrollo de la planta, d) Número de infestaciones encontradas: larva, pupa y e) Evaluación del rendimiento; los datos obtenidos por cada variable se inscribieron en una base de datos.

#### **a) Identificación del insecto barrenador del tallo de la arveja.**

Se recolectó plantas de arveja en Cuesaca con síntomas propios del ataque del barrenador que se relacionan con *Fusarium* como: ausencia de síntomas, decaimiento de folíolos, clorosis leve generalizada, defoliación y pardeamiento en la zona basal del

tallo, en ocasiones se presenta emisión de rebrotes en el tercio inferior del tallo y marchitez severa y muerte de la planta, de forma destructiva se inspeccionó el tallo de cada una hasta encontrar 20 pupas que posteriormente fueron cultivadas.

A) Cada pupa fue puesta en un recipiente plástico de 1.5 cm de altura y 2cm de diámetro y se dio las condiciones adecuadas para su desarrollo (Figura 9a).

B) Emergencia del adulto de barrenador hacia el exterior de la pupa (Figura 9b).

C) Observación del adulto en el laboratorio de entomología de la Universidad Técnica del Norte, previo a su envío a los laboratorios de Agrocalidad Carchi (Figura 9c).

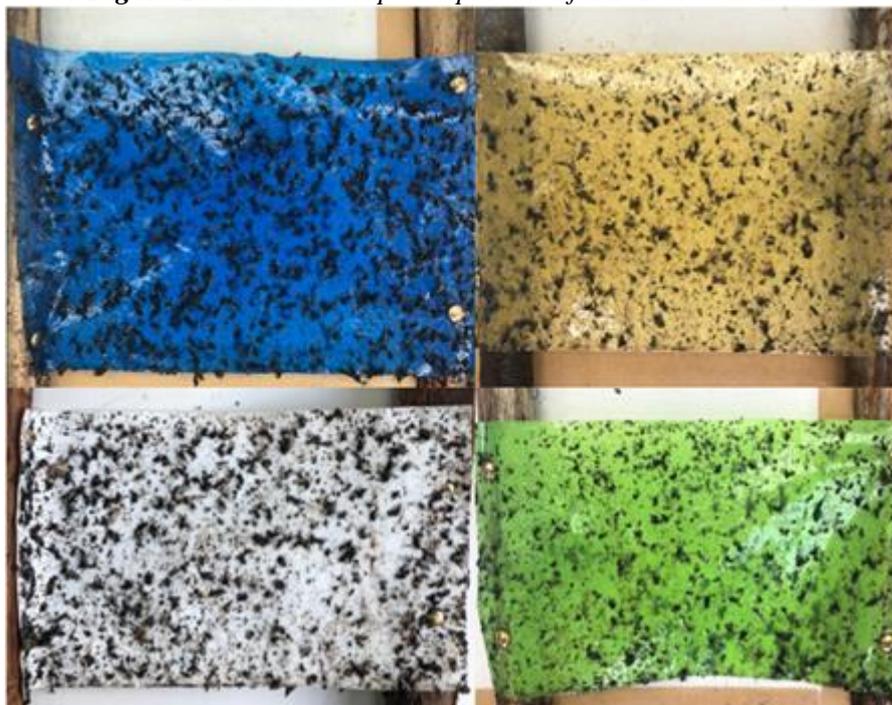
**Figura 9.** a) Cultivo de pupa. b) Emergencia c) Identificación del adulto



#### **b) Número de insectos capturados por cada unidad experimental**

Se cuantificó y registró en una base de datos cada 8 días el número de insectos adultos capturados por cada trampa, identificando las características principales del género, se los clasificó así, en barrenadores y otros insectos (Figura 10).

*Figura 10. Insectos atrapados por los diferentes tratamientos*



**Tabla 11**

*Insectos capturados en las trampas cromáticas*

Insectos capturados	
Nombre Común	Nombre Científico
Barrenador del tallo	<i>Melanagromyza</i> sp.
Trips	<i>Frankliniella occidentalis</i>
Polilla guatemalteca	<i>Tecia solanivora</i>
Pulgón	<i>Schizaphis graminum</i>
Mosca blanca	<i>Bemisia tabaci</i>

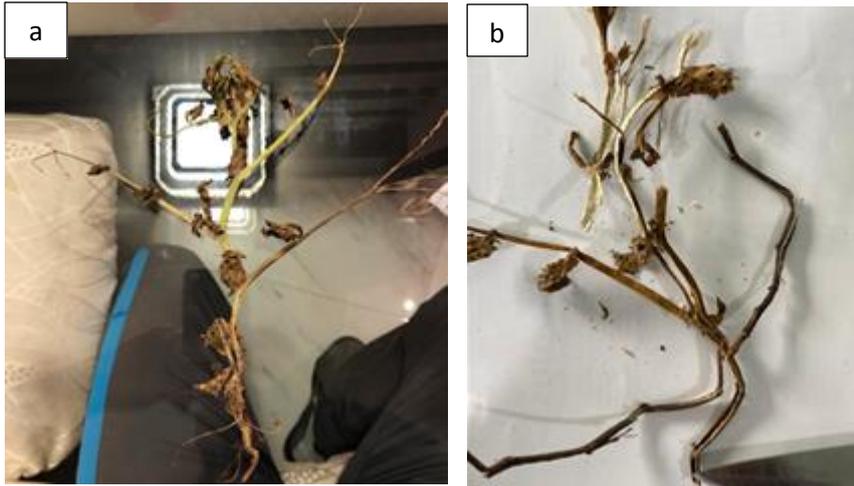
**c) Severidad del daño que ocasiona la plaga según el estado de desarrollo de la planta.**

Se seleccionaron al azar 4 puntos de la parcela neta y se los extrajo, con el fin de observar y cuantificar el daño de la planta ocasionado por el barrenador y *Fusarium oxysporum*. Se realizó una disección de forma destructiva, mediante la escala ordinal de (Vakalounakis et al, 2005), se registró en una base de datos el porcentaje de daño y amarillamiento de las plantas (Figura 11 y 12). Esta variable se la midió cada 8 días durante 12 mediciones.

**Figura 11.** Severidad del 12 % en tratamiento controlado por trampa verde



**Figura 12.** a) Porcentaje de daño del 86% en tratamiento controlado por la trampa azul. b) Daño que ocasiona el barrenador en el interior del tallo.



**d) Número de infestaciones encontradas: larva, pupa de *Melanagromyza* sp., en el tallo de las plantas previamente muestreadas**

Se hizo un conteo de infestaciones larva, pupa en los 4 puntos seleccionados al azar de cada tratamiento (Figura 13).

El estudio se hizo en las muestras destructivas que se obtuvo mientras se analizaba la severidad de daño de la plaga en la planta y se registró la presencia larva, pupa del barrenador en una base de datos.

**Figura 13.** Infestaciones encontradas en las plantas diseccionadas



### e) Evaluación del rendimiento.

Se contabilizó el peso de vaina verde, número de vainas por planta, peso de grano verde por vaina y rendimiento expresado en kilogramos por hectárea, los datos se registraron en formulario.



*Figura 14. Producción del tratamiento 4*

## 3.3. Manejo del experimento

### 3.3.1. Selección del lote

El lote seleccionado en el ensayo tiene un suelo que ha permanecido en descanso por 5 años, por lo que posee buenas características químicas y físicas, también dispone de agua de riego (Figura 15).



*Figura 15. Selección del lote*

### 3.3.2. Preparación del suelo

Se sugiere la metodología descrita por (Peralta et al., 2010):

El suelo pasó por los siguientes procesos de laboreo: arada, rastrada y surcada (Figura 16, 17 y 18).

*Figura 16. Arada*



**Figura 17. Rastrada**



*Figura 18. Surcada*



### **3.3.3. Fertilización de los tratamientos**

Previo al establecimiento del cultivo se hizo una enmienda de fertilizantes edáficos al suelo antes de la siembra, se utilizó abonos convencionales que usan los productores por hectárea, en cultivos de arveja de la zona de Cuesaca: Urea 50 kl, Blaukorn classic 50 kl, abono completo (8-20-20) 100 kl.

### 3.3.4. Compra de la semilla

Se utilizó la semilla más usada por los agricultores de la localidad, que es la Quantum.

**Figura 19.** Compra de semilla



### 3.3.5. Siembra

Se la realizó manualmente con 3 semillas por golpe, en sistema de monocultivo con una hilera por surco (Figura 20) (Peralta et al., 2013).

**Figura 20.** Siembra



### 3.3.6. Densidad de siembra

La distancia entre surcos fue de 60 centímetros y 25 centímetros entre plantas (Peralta et al., 2010).

### 3.3.7. Trampeo

Se utilizó diferentes tipos de trampas cromáticas, que son específicas para el orden de los dípteros; estas se emplean para el control de plagas y estudios de dinámica poblacional. Son láminas o rollos plásticos que pueden tener diferentes colores, cubiertos de un adhesivo en donde se quedan adheridos los insectos (Jímenez, 2009).

Las trampas que se detallan a continuación tuvieron una lámina cubierta con un adhesivo (BioTac) (Figura 21a), trampa plástica amarilla, azul, blanca y verde; con una densidad de 25x15cm.

Las trampas, se ubicaron en el centro de la unidad experimental. Se utilizó una trampa por tratamiento. La altura de la ubicación de la trampa varía según el desarrollo de la planta. La trampa se implantó en dos varas de madera de 1 cm<sup>2</sup> y 150 cm de altura (Figura 21b). Los cambios de la trampa se hicieron cada 8 días.

*Figura 21. a) Preparación de la trampa. b) colocación de trampas.*



### 3.3.9. Control de malezas

Se lo realizó manualmente mediante un rascadillo a los 25 días de la deshierba y se lo repitió a los 50 días (Peralta et al., 2010).



*Figura 22.* Control de malezas

### 3.3.10. Control de enfermedades

Las enfermedades que presentó el cultivo durante todo el ciclo fenológico fueron, fusarium, antracnosis, oidio y mildiu (DANE, 2016); su control fue mediante aplicaciones químicas que se detallan en la Tabla 12.

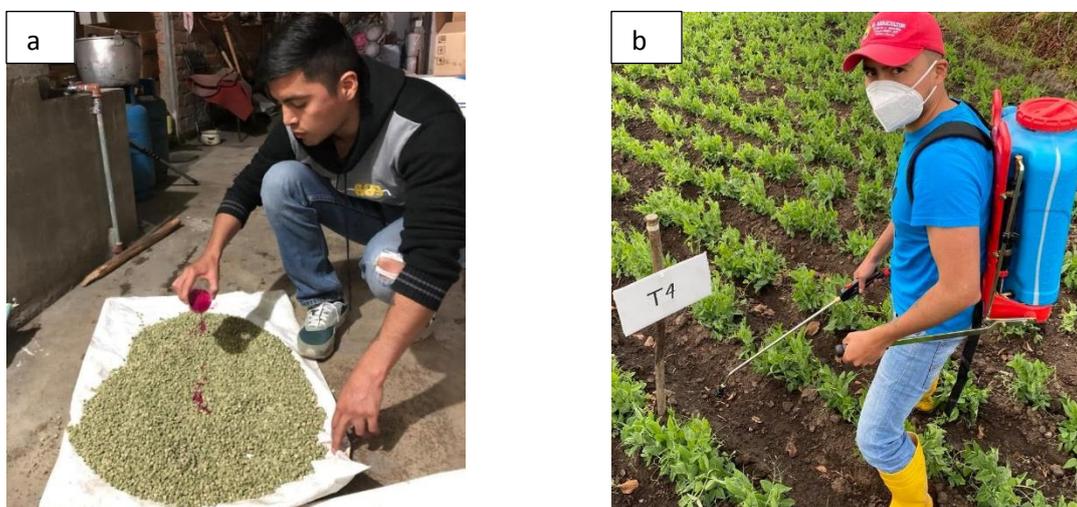
**Tabla 12**

*Manejo de enfermedades*

Enfermedad	Ingrediente activo	Dosis	Modo de acción
Fusarium	Carbendazim	1.25 cc/L	Sistémico, curativo y protectante
Antracnosis	Difenoconazol	0.5 cc/L	Sistémico y curativo
Oidio	Penconazole	0.5 cc/L	Sistémico, curativo y preventivo
Mildiu	Metalaxil	1.5 g/L	Sistémico y de contacto

(Editorial PLM, 2017)

**Figura 23.** a) Desinfección de la semilla b) Desinfección del cultivo



### 3.3.11. Riegos

Los riegos se los realizó dependiendo del clima, el tipo de suelo y los requerimientos del cultivo (Peralta et al., 2010).

**Figura 24.** a) Distribución del riego a los tratamientos b) Riego del tratamiento 2



### 3.3.12. Cosecha para grano tierno

Se la hizo de forma manual, cuando las vainas alcanzaron su madurez fisiológica (Peralta et al., 2010).

**Figura 25.** Cosecha del tratamiento 4



*Figura 26. Arveja en grano tierno del tratamiento 4*



### **3.3.13. Recolección de datos**

Los datos se recogieron en el tiempo descrito en las variables de estudio y se hizo registros de la información para su posterior análisis.



*Figura 27. Recopilación de datos*

### **3.3.14. Identificación del adulto de la plaga que ataca en la localidad**

Para la captura del adulto del barrenador de la arveja (*Melanagromyza* sp.) en la comunidad Cuesaca, se buscó plantas afectadas con la plaga, para la recolección de este espécimen, se utilizó la técnica sugerida por (Cofre, 2015), la que consiste en la observación directa de las plantas que presentan signos de la infestación como: amarillamiento de la planta, fusarium, pérdida de vigor, destrucción del tejido vegetal desde la base del tallo en forma oblicua ascendente hacia el interior del mismo, destrucción del nudo y yema axilar; una vez reconocido los daños ocasionador por el barrenador en la planta de arveja se procede a diseccionar el tallo de forma destructiva y se recolecta el insecto en estado de pupa para su posterior incubación.

El cultivo de las pupas se lo realizó en recipientes plásticos circulares de 1.5 cm de alto x 2 cm de diámetro, color verde las mismas que sirvieron para simular el color del tallo de la arveja, en su interior se colocó algodón humedecido con agua y se simuló las condiciones que tiene en campo la plaga para su desarrollo. Cuando las pupas llegaron al estado adulto las muestras se enviaron a Agrocalidad para su identificación.

# CAPÍTULO IV

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los siguientes resultados de acuerdo con los objetivos planteados: identificar el barrenador de la arveja en la comunidad Cuesaca, evaluar la eficiencia de los colores de trampa en la captura del barrenador de la arveja; los datos resultantes de cada variable fueron analizados con el programa estadístico InfoStat (Versión 2018) para su interpretación.

### 4.1. Identificación del insecto barrenador del tallo de la arveja.

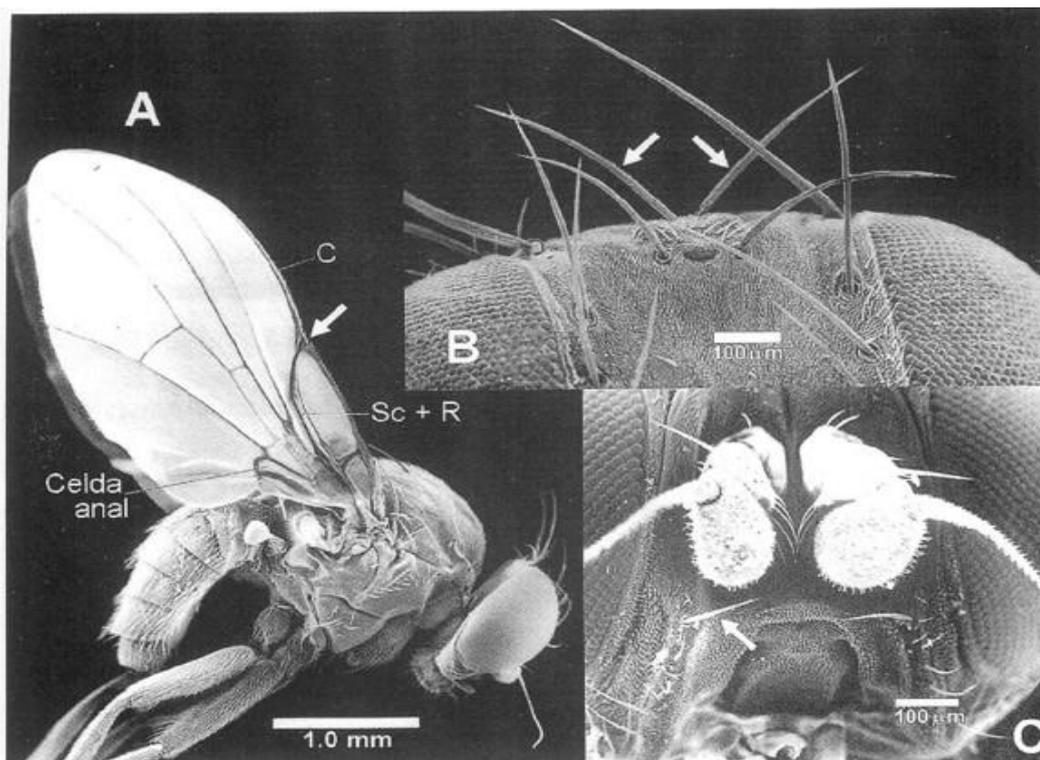
Una vez enviada la muestra, Agrocalidad la analizó, se identificó el barrenador del tallo de la zona, los estudios confirmaron que efectivamente se trataba de *Melanagromyza* sp. El análisis y resultado se muestra en el Anexo 1.

Los adultos son moscas de unos 3 mm de longitud, de color negro brillante (Figura 28). En las alas hay una celda anal, y la vena costal se encuentra rota en el punto en que se une a ella el extremo de la vena R1. La subcosta está fusionada con la R1 (Figura 29a). Presentan un par de setas postocelares divergentes (Figura 29b) y un par de vibrisas orales (Figura 29c) (Morales et al., 2002).

*Figura 28. Adulto de Melanagromyza sp.*



**Figura 29.** Adulto de *Melanagromyza*: a) vista general, b) setas postocelares, c) vibrisas orales (Morales et al., 2002).



#### 4.2. Número de barrenadores capturados por cada unidad experimental

Los resultados del análisis para la variable número de barrenadores capturados por cada color de trampa indican que existe interacción entre los factores color de trampa y captura del barrenador ( $F=1055.27$ ;  $gl=3.94$ ;  $p < 0.0001$ ) (Tabla 13).

**Tabla 13**

*ADEVA del número de Melanagromyza sp. capturados por trampa*

	Grado de libertad FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
(Intercept)	1	94	1365.29	<0.0001
Dds	11	94	1.12	0.3549
Trampa	3	94	1055.27	<0.0001
Dds:Trampa	33	94	0.91	0.6071

En la Figura 30, se observa que el error estándar de las medias tiene baja variabilidad, indicando que durante el periodo de experimentación la población del barrenador de la arveja no muestra fluctuaciones en la toma de muestras. Las medias indican que la longitud de onda del espectro visible reflejada por el color de la trampa es uno de los factores determinantes que influye en la percepción de los patrones visuales de los barrenadores atrapados por una trampa (Arismendi et al., 2009).

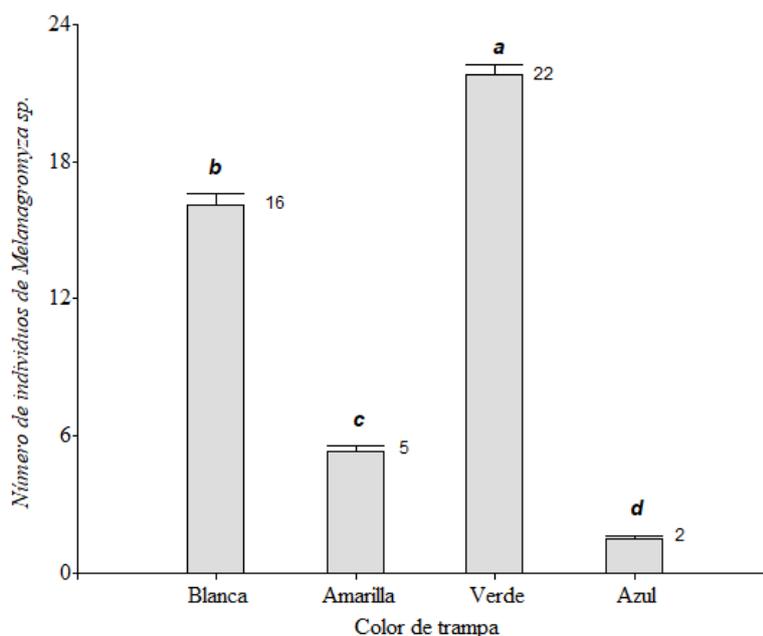
Las trampas presentaron diferencias en la captura del barrenador. La trampa verde indica alta efectividad ya que se registró un promedio de captura 21.81 adultos por trampa cada 8 días, la trampa blanca captura una media de 16.11 cada 8 días, la trampa amarilla y la trampa azul presentan un bajo porcentaje de captura. La trampa verde atrapa 5.7 más barrenadores que la trampa blanca en cada muestreo, 16.50 más que la trampa amarilla y 20.28 más que la trampa azul (Anexo 2).

Se puede observar que el espectro de onda de la trampa de color verde (PANTONE 15-0146), destaca en la atracción del barrenador hacia ella. Estos resultados concuerdan con otras investigaciones realizadas, donde las trampas de tonalidades similares al color del follaje de las plantas están directamente relacionadas con el rango de longitud de onda reflectada entre los 500 y 600 nm (Hernández, 2018). Así mismo (Martínez et al., 2016) en su investigación señala que cada color de trampa logra capturar diferentes tipos de insectos plaga, esto también depende de la especie de cultivo; además indica que la trampa de color verde presenta mayor atracción para los insectos del género *Melanagromyza*.

Existe una posibilidad de que la capacidad de adaptación de *Melanagromyza* sp. influye directamente en la atracción hacia las trampas de color verde, debido a que estas simulan ser plantas de arveja recién emergidas con brotes jóvenes, que aún no han desarrollado resistencias físicas ni fitoquímicas contra ningún tipo de plaga, como es en este caso, el barrenador (Arismendi et al., 2009).

En la recolección de muestras, se encontró que la trampa de color blanco (PANTONE P 1-1 C), también capturó especímenes del género *Melanagromyza* sp. en menor proporción que la trampa verde, lo que demuestra que este insecto si experimenta cierta atracción hacia el color blanco. Los colores que demuestran menos efectividad en cuanto a la captura del barrenador son los colores, amarillo (PANTONE P 1-8 U) y el color azul (PANTONE 2728 C).

**Figura 30.** Barrenadores capturados por cada tratamiento



#### 4.2.1. Número de otros insectos capturados por las diferentes trampas cromáticas

Una vez realizado el análisis estadístico, se muestra que si existe interacción entre los factores color de trampa y la captura de otros insectos ( $F=1099.54$ ;  $gl= 3.94$ ;  $p < 0.0001$ ) (Tabla 14).

**Tabla 14**

*ADEVA de número de otros insectos capturados por unidad experimental*

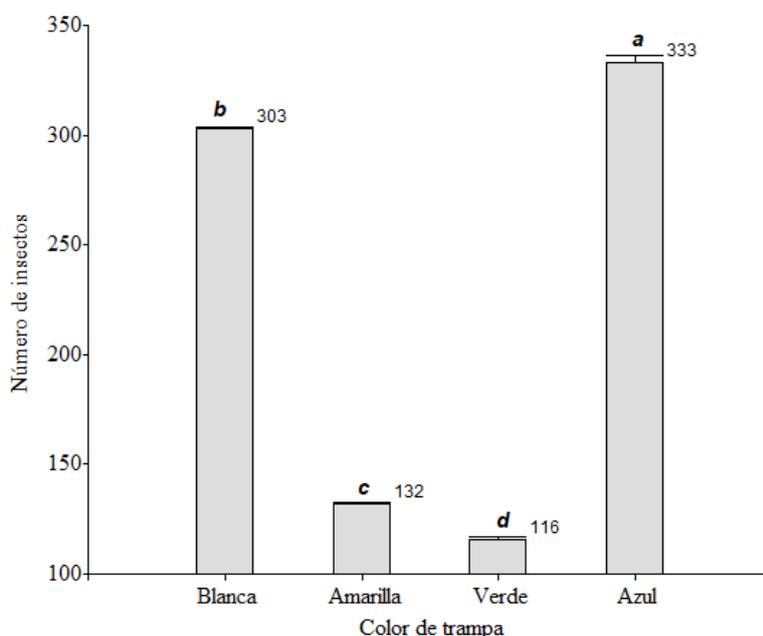
	Grado de libertad FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
(Intercept)	1	94	162056.84	<0.0001
Dds	11	94	0.77	0.6691
Trampa	3	94	10909.54	<0.0001
Dds:Trampa	33	94	1.31	0.1568

En la Figura 31 se puede observar que la trampa azul presenta una alta capacidad para atrapar otra clase de insectos, el análisis estadístico muestra una media de 332.72 capturas cada 8 días; le sigue la trampa blanca con una media de 303.03 insectos

capturados cada 8 días, encontrándose en este tratamiento un mayor número de lepidópteros. La trampa amarilla tiene una media de 131.86 insectos atrapados en cada muestreo en el cual destaca la atracción de hemípteros y la trampa verde indica una media de 115.69 entre cada muestreo. La diferencia que existe entre tratamientos, tenemos que el tratamiento azul atrapa 29.69 más de otros insectos que la trampa blanca, 200.86 más de otros insectos que la trampa amarilla y 217.03 más de otros insectos que la trampa verde (Anexo 3).

La trampa azul es la que captura el mayor número de otros insectos, le sigue la trampa blanca atrapando 9% menos que la trampa azul, con menos eficacia están las trampas amarilla y verde, capturando respectivamente 60 y 65% menos que la trampa azul. Entre los insectos capturados en la trampa azul, están los de la orden lepidóptera, thysanóptera y díptera. En la trampa de color blanco, se pudo observar una mayor cantidad de capturas de dípteros y lepidópteros en relación a las otras trampas. En la trampa amarilla se encontró entre las capturas, insectos del orden coleóptera, hemíptera, himenóptera y en mínima cantidad lepidópteros. En cambio, en la trampa de color verde, se encontró en menor cantidad insectos de la orden hemíptera, teniendo en cuenta que esta fue la trampa con mayor efectividad en la captura de *Melanagromyza* sp..

**Figura 31.** Otros insectos atrapados por trampa



### 4.3. Severidad del daño que ocasiona la plaga según el estado de desarrollo de la planta

Los resultados del análisis estadístico muestran que si existe interacción entre trampas y fenología del cultivo ( $F=316.66$ ;  $gl=27.438$ ;  $p=0.0001$ ) (Tabla 15).

**Tabla 15**

*ADEVA de la severidad de daño que causa el barrenador en relación a las etapas fenológicas de la planta con las diferentes trampas.*

	<b>Grado de libertad FV</b>	<b>Grados de libertad Error</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
(Intercept)	1	438	30456.34	<0.0001
Dds	9	438	4335.37	<0.0001
Trampa	3	438	8575.94	<0.0001
Dds:Trampa	27	438	316.66	<0.0001

En el capítulo dos, se indica las fases del cultivo de arveja de la variedad Quantum según (Merino, 2015) (Tabla 16)

**Tabla 16**

*Duración del ciclo del cultivo de arveja Quantum en Ecuador*

<b>Ciclo del cultivo</b>	<b>Inicio</b>	<b>Desarrollo</b>	<b>Floración</b>	<b>Fructificación</b>
Días	0-19	20-48	49-84	85-118

En la Figura 32 se puede apreciar una similitud con la trampa blanca, azul y amarilla; en diferentes días después de la siembra, es probable que la severidad del daño que ocasiona el barrenador en la arveja crea una interacción entre días después de la siembra y el color de la trampa; en otras palabras, según el color de trampa utilizado en cada tratamiento sube la infestación conforme transcurren los días después de la siembra (Anexo 4).

Se puede sugerir que la implementación de las trampas cromáticas en un cultivo para el manejo de una plaga proporciona información sobre los hábitos de un espécimen, lo que

permite controlar la infestación de manera preventiva, evitando el arribo directo de este insecto al cultivo o al menos mantenerlos por debajo de umbrales de daño permitido (Hernández, 2018).

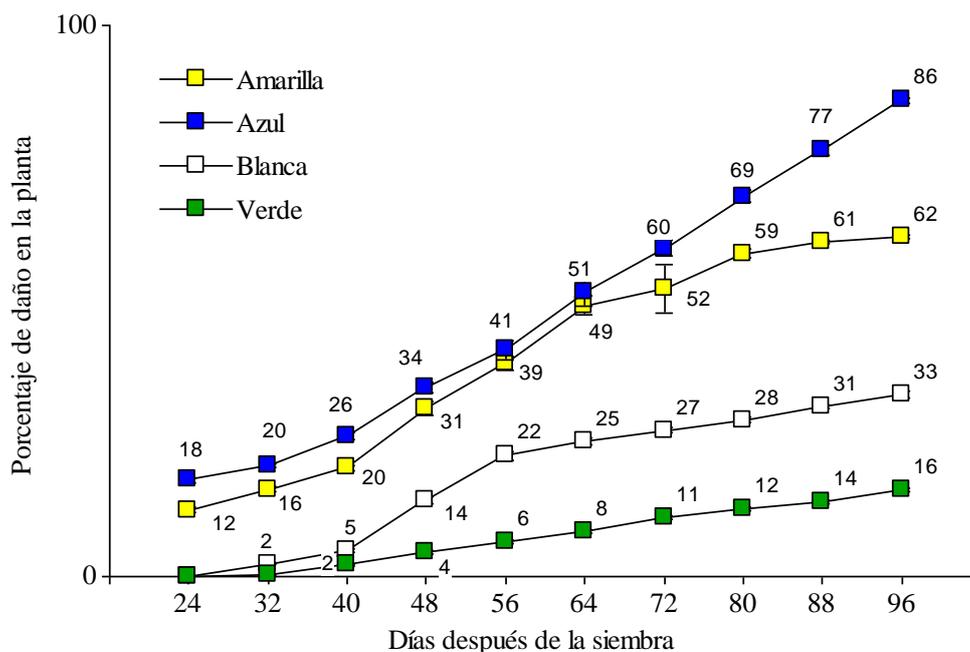
Se observa que las trampas que tuvieron menos porcentaje de daño en la planta fueron los tratamientos con la trampa verde y blanca, con un porcentaje de daño de 16 y 33% respectivamente al finalizar el muestreo. El tratamiento con la trampa verde evidencia que el daño que ocasionó el barrenador incrementó en un 2% desde el día 24 hasta el final de la etapa de fructificación (día 96), excepto en el día 72 que aumentó en 3% con respecto a la anterior toma de muestras. Por otro lado, la trampa cromática blanca no muestra una tendencia uniforme y el mayor aumento de daño se da entre el día 40 a 56 en la etapa de floración.

Por otro lado, están la trampa amarilla y azul con 62 y 86% de daño respectivamente en el estado de fructificación, la línea de tendencia no es directamente proporcional en los días transcurridos en el desarrollo, floración y fructificación; lo que se evidencia que estos colores de trampa no intervienen en la atracción como método para disminuir la severidad del daño que ocasiona esta plaga en la arveja, como resultado su uso aumenta el porcentaje de daño del barrenador; se observa que el uso de estos colores no son adecuados para el control de esta plaga.

Este resultado de haber encontrado menor infestación en los tratamientos con las trampas cromáticas de color verde refleja que si es posible el manejo integrado de plagas, como en este caso con estas alternativas de tipo etológico; corroborando con lo mencionado, (Martínez et al., 2016) indica que la familia Agromycidae son atraídos mayormente por trampas de color verde, por otro lado, las trampas de color azul, amarillo y blanco no estimulan la visión del género *Melanagromyza* sp. para su captura.

Con respecto al daño adquirido durante todo el ciclo de cultivo de la arveja, la figura 25 indica la diferencia que existe entre los diferentes tratamientos, frente a la trampa verde los tratamientos muestran un patrón ascendente en donde se observa mayor afección en la planta en la etapa de fructificación; los tratamientos con la trampa verde alcanzan 16% de daño total ocasionado por el barrenador, la trampa blanca aumenta la severidad en 17%, la trampa amarilla sobrepasa el daño en 46%, la trampa de color azul aumenta 70% y es en la que se observa mayor incremento de daño.

**Figura 32.** Severidad del daño que ocasiona la *Melanoagromyza* sp. en la planta de arveja días después de la siembra con el uso de las diferentes trampas



#### 4.4. Número de infestaciones encontradas larva, pupa, de *Melanagromyza* sp. en el tallo de las plantas

El barrenador *Melanagromyza* sp. en el sector de Cuesaca ataca a los cultivos de arveja, (Trossero et al., 2020) indica que el alcance de severidad que tiene el insecto va desde el estado de emergencia, desarrollo, floración y fructificación. El daño se lo puede observar dentro del tallo ya que la hembra introduce el ovopositor dentro de los tejidos vegetales, en este caso el tallo. Es aquí donde podemos encontrar los diferentes estadios del insecto, en el caso de este estudio: larvas y pupas.

#### 4.4.1. Número de infestaciones de larvas de *Melanagromyza* sp.

Una vez realizado el análisis estadístico se muestra que si existe interacción entre los factores días después de la siembra y larva ( $F= 4.06$ ;  $gl= 27.438$ ;  $p= <0.0001$ ) (Tabla 17).

**Tabla 17**

*ADEVA del número de larvas encontradas en los tallos de las plantas muestreadas*

	<b>Grado de libertad</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
	<b>FV</b>	<b>Error</b>		
(Intercept)	1	438	5644.10	<0.0001
Dds	9	438	153.49	<0.0001
Trampa	3	438	61.79	<0.0001
Dds:Larva	27	438	4.06	<0.0001

En la Figura 33 se puede apreciar que los tratamientos presentan máximo número de larvas de *Melanagromyza* sp. encontradas en diferentes días después de la siembra, así: tratamiento con trampa de color verde con 2.33 en la etapa de floración, tratamiento con trampa de color blanco con 3.00 larvas en la etapa de floración, tratamiento con trampa de color amarilla con 4.75 en la etapa de fructificación y tratamiento con trampa de color azul con 6.25 en la etapa de fructificación (Anexo 5).

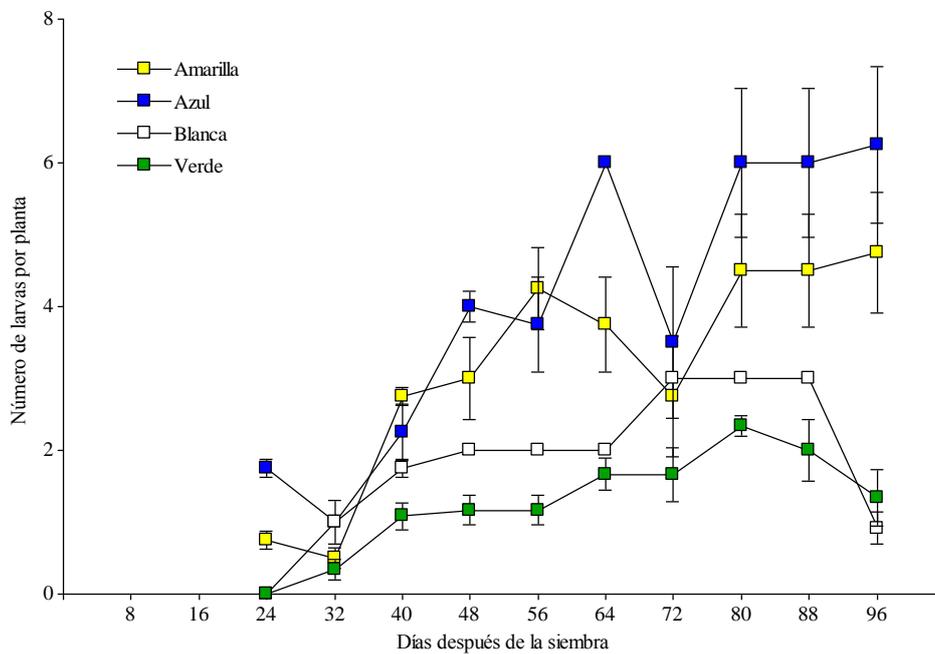
También muestra la efectividad de los diferentes tratamientos en el cultivo de arveja, así, tenemos que los tratamientos con la trampa de color verde, el número de larvas encontradas por planta es relativamente bajo durante todo el ciclo del cultivo, el incremento más alto se ve a finales de la fase de floración; en el tratamiento con la trampa de color blanco se puede observar que el número de larvas por planta, muestra un leve incremento en la fase de desarrollo, en la etapa de floración presenta una meseta, indicando que no hubo variabilidad, estando en la etapa de floración y casi para pasar al estado de fructificación, tiene un ligero incremento, manteniéndose así hasta el día 88 y bajar notablemente el número de larvas encontradas en la etapa fenológica de fructificación.

Los tratamientos con las trampas de color amarillo y azul muestran diferentes fluctuaciones desde su inicio, los picos de las poblaciones de larvas encontradas en

estos tratamientos son relativamente altos con respecto a las trampas de color verde y blanco, reflejando así su pico más alto en el estado de floración para la trampa azul y en la trampa amarilla en la etapa de fructificación.

El número de larvas por planta se encuentra estrechamente relacionado con el color de trampa utilizado en cada tratamiento para la captura de *Melanagromyza* sp., las trampas que tienen mayor capacidad de atracción de *Melanagromyza* sp. muestran un porcentaje bajo de número de larvas por planta, diferenciándose de las que no muestran una atracción significativa, reflejando un valor alto con respecto a las poblaciones encontradas en las plantas de arveja (Arismendi et al., 2009).

**Figura 33.** Número de larvas de *Melanagromyza* sp., días después de la siembra con las diferentes trampas cromáticas



#### 4.4.2. Número de infestaciones de pupas de *Melanagromyza* sp.

Una vez realizado el análisis estadístico se muestra que si existe interacción entre los factores días después de la siembra y pupa ( $F= 3.78$ ;  $gl= 27.438$ ;  $p= <0.0001$ ) (Tabla 18).

**Tabla 18**

*ADEVA de la infestación de pupas de Melanagromyza sp. días después de la siembra con las diferentes trampas cromáticas*

	<b>Grado de libertad</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
	<b>FV</b>	<b>Error</b>		
(Intercept)	1	438	525.30	<0.0001
Dds	9	438	31.10	<0.0001
Trampa	3	438	5.48	0.0001
Dds:Pupa	27	438	3.78	<0.0001

En la Figura 34. se evidencia que en los diferentes tratamientos la actividad de muda de *Melanagromyza* sp. (larva - pupa) empieza desde la etapa de desarrollo el día 40 después de la siembra, a partir de ese día se recolectó mayor número de pupas. Existe variabilidad entre cada tratamiento durante el ciclo fenológico del cultivo de arveja, cada tratamiento obtuvo mayor presencia de pupas en días diferentes después de la siembra. La trampa verde alcanzó una media de 1 pupa por planta muestreada, finalizando la etapa de floración hasta terminar la etapa de fructificación, anterior a estas etapas la media no alcanzó el valor de 1. Le sigue la trampa de color blanco con 1.00 finalizando la etapa de desarrollo hasta la etapa de fructificación, la trampa amarilla alcanza su máximo de 2.00 pupas a finales de floración y la trampa de color azul se encontró un máximo de 2.50 durante la floración (Anexo 6).

La figura 34 detalla también que el número de pupas de *Melanagromyza* sp. encontradas en el tallo de la planta de arveja tuvo interacción con la trampa de color que se probó en cada unidad experimental; muestra un patrón que varía entre fases y días del ciclo fenológico de la planta.

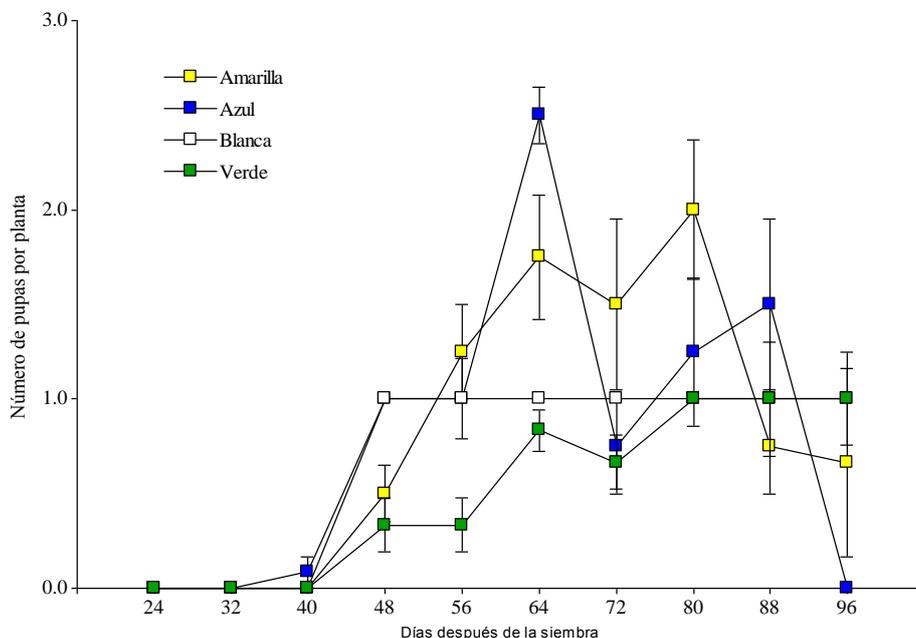
Las plantas que estuvieron controladas por la trampa verde se encontró menor cantidad de pupas, características que se aprecian durante la fase de floración, mientras que en la

fructificación se registró incremento de pupas; el tratamiento con la trampa de color blanco, en el último día de la fase de desarrollo se observó mayor presencia de pupas y permaneció constante hasta finalizar el cultivo; las unidades experimentales con la trampa amarilla y azul fueron las menos eficaces, en todo el transcurso del cultivo presentaron mucha variabilidad, no mostraron un patrón uniforme de acuerdo al color de trampa o días después de la siembra.

La trampa azul y amarilla presentaron cero pupas en la etapa de desarrollo, en la etapa de floración el número de pupas alcanzó su máximo de 2.50 para la trampa azul y 1.75 para la trampa amarilla; la curva decrece para los dos tratamientos (día 72), registrando así la trampa azul -1.75 pupas por planta y para la trampa amarilla -0.25; para inicios de la etapa de fructificación el número de pupas vuelve a incrementar a +0.75 para la trampa azul y +0.50 pupas por muestreo para la trampa amarilla.

El número de pupas baja notablemente hasta llegar a 0 al final del día de fructificación en el tratamiento con la trampa azul, mientras que en la trampa amarilla se contabilizó 0.67 pupas. También se observó que las larvas pequeñas pupan dentro de la galería del tallo, después de excavar un orificio en la pared del tallo, a partir de allí emergerá el adulto. Estos hábitos por parte de *Melanagromyza* sp. coinciden con los procesos realizados previo a la emergencia del adulto (Casuso et al., 2016).

**Figura 34.** Número de pupas encontradas en el tallo por cada color de trampa



## 4.5. Evaluación del rendimiento

### 4.5.1 Peso de grano

El análisis estadístico determinó que existe diferencias entre tratamientos, con respecto a la variable peso de grano ( $F= 498.68$ ;  $gl= 1.114$ ;  $p <0.0001$ ) (Tabla 19).

**Tabla 19**

*ADEVA del peso de grano con los diferentes tratamientos*

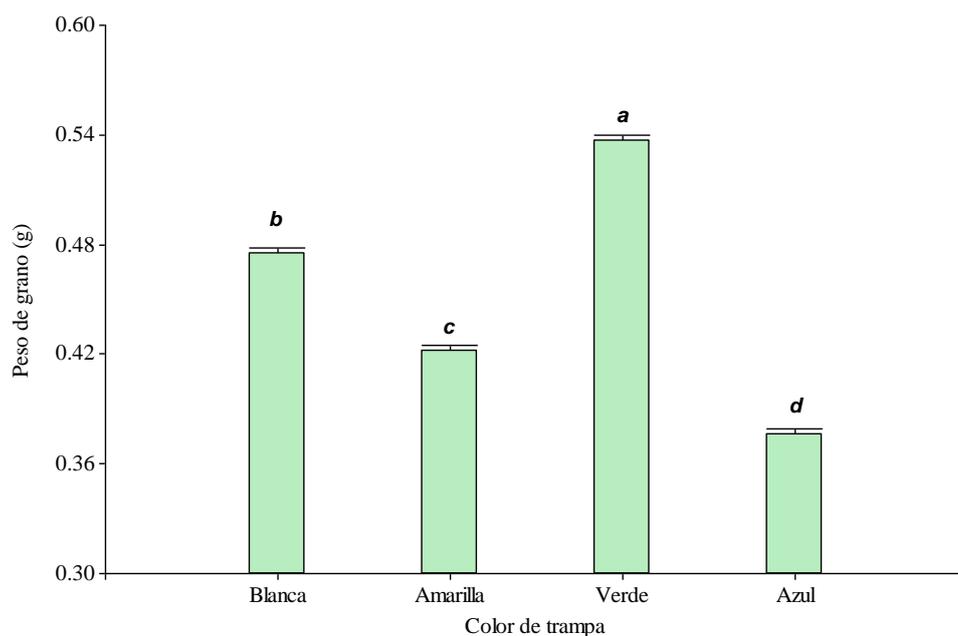
	<b>Grado de libertad FV</b>	<b>Grados de libertad Error</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
(Intercept)	1	114	85097.74	<0.0001
Tratamiento	3	114	498.68	<0.0001

En la figura 35 se aprecia la media obtenida del peso en grano con los diferentes tratamientos, así: trampa verde 0.54 g, trampa blanca 0.48 g, trampa amarilla 0.42 g, trampa azul 0.38 g (Anexo 7).

Se puede observar que en cuanto a la variable rendimiento, lo que concierne a peso de grano, los análisis indican que la mayor ganancia de peso lo obtuvo el tratamiento con la trampa de color verde, seguido del tratamiento con trampa de color blanco, los tratamientos con trampas de color amarillo y azul presentan un peso menor con relación a los tratamientos nombrados anteriormente.

Así Introducción a Las Plagas, (2012) en su documento habla acerca de las mermas de producción que son ocasionadas por las plagas, en este caso *Melanagromyza* sp. y ratifica como un conjunto de tareas en forma racional, continua y preventiva puede brindar seguridad en el ecosistema, mejorar la calidad de los seres vivos y disminuir pérdidas en la cosecha de una producción agrícola, mejorando el rendimiento en calidad de fruto. Se puede cuantificar en relación al rendimiento de 0.54 gramos del tratamiento con la trampa verde, la diferencia que existe entre tratamientos; así: el tratamiento con la trampa blanca presenta una reducción de 11.12%, el tratamiento con la trampa amarilla baja 22.23% y el tratamiento con la trampa azul disminuye 29.63%.

**Figura 35. Peso de grano controlado por los diferentes tratamientos**



#### 4.5.2. Peso de vaina

En la variable rendimiento una de las características que se evaluó fue el peso de vaina y los resultados de los análisis indican que los tratamientos muestran diferencias significativas entre sí ( $F=2030.12$ ;  $gl= 3.114$ ;  $p= <0.0001$ ) (Tabla 20)

**Tabla 20**

*ADEVA del peso de vaina con los diferentes tratamientos*

	<b>Grado de libertad FV</b>	<b>Grados de libertad Error</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
(Intercept)	1	114	39403.61	<0.0001
Tratamiento	3	114	2030.12	<0.0001

Las medias obtenidas del peso de vaina dependiendo de los diferentes tratamientos aplicados, la trampa verde obtuvo 4.22 g, trampa blanca 3.45 g, trampa amarilla 2.47 g, trampa azul 1.73 g (Anexo 8).

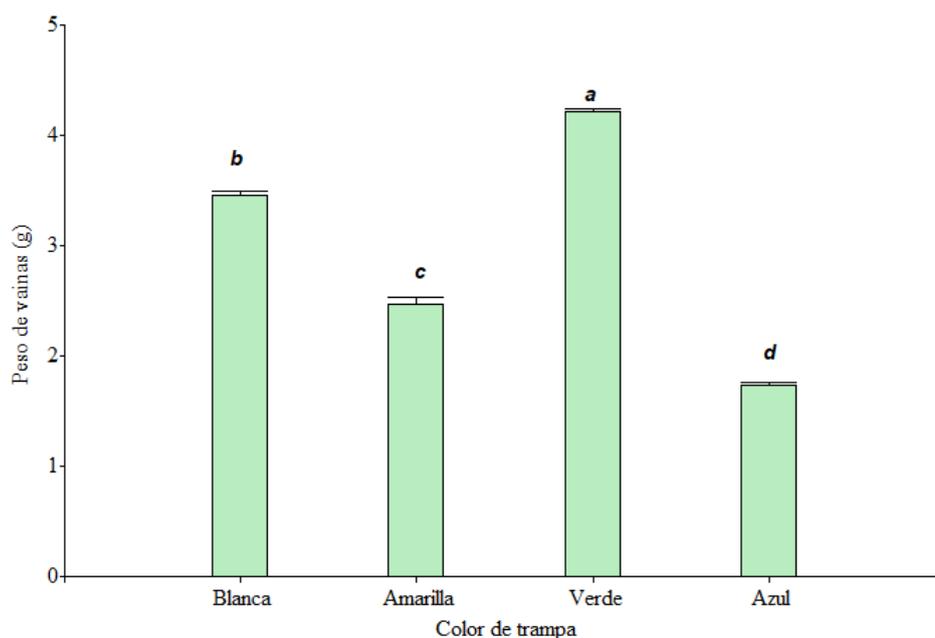
La figura 36 se esquematiza el peso de vaina en gramos dependiendo de cada tratamiento, evidenciando la eficacia de cada trampa reflejada en el fruto de la planta; la trampa que obtuvo mayor ganancia de peso fue la trampa verde seguido de la trampa

blanca, la trampa amarilla y azul presentaron menos ganancia de peso en vaina. Este alcance en el peso de la vaina se puede relacionar con la variable número de barrenadores capturados por cada color de trampa, indicando que a mayor número de insectos *Melanagromyza* sp. atrapados, mejor es la conversión nutricional de la planta hacia los frutos.

(Benítez, 2015) menciona que la familia Díptera: Agromyzidae está formada por moscas conocidas como minadoras o barrenadoras que atacan tanto a hojas como tallos, semillas, ramas tiernas y raíces, el género *Melanagromyza* sp. presenta especies barrenadoras del tallo siendo capaces de ocasionar pérdidas de importancia en los cultivos atacados. (Casuso et al., 2016) indica que al haber menor número de larvas en las galerías del tallo de las plantas interrumpen la circulación normal de la savia, lo que, sumado al debilitamiento mecánico producido, favorecería al quiebre y el volcado temprano de los tallos.

De la misma forma y coincidiendo con lo analizado en los resultados de esta investigación, se puede suponer que las larvas se alimentan de los haces vasculares del tallo, impidiendo el transporte del xilema y floema; traduciéndose en pérdida o ganancia de peso en el fruto de la arveja. La trampa verde produce el máximo peso vaina con 4.22 gramos con 2.33 larvas, el peso de las vainas reduce según el tipo de trampa utilizada en cada tratamiento, teniendo así: trampa blanca -18.25 con 3 larvas por planta, trampa amarilla -41.47 con 4.75 larvas por planta y trampa azul -59.01 con 6.25 larvas por planta.

**Figura 36.** *Peso de vainas con las diferentes trampas*



#### 4.5.3. Número de vainas por planta

Los resultados con respecto al número de vainas por planta, se puede identificar que si hubo varianza entre un tratamiento y otro ( $F=25675.53$ ;  $gl= 3.114$ ;  $p= <0.0001$ ) (Tabla 21)

**Tabla 21**

*ADEVA del número de vainas por planta con los diferentes tratamientos*

	<b>Grado de libertad FV</b>	<b>Grados de libertad Error</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
(Intercept)	1	114	25675.53	<0.0001
Tratamiento	3	114	361.67	<0.0001

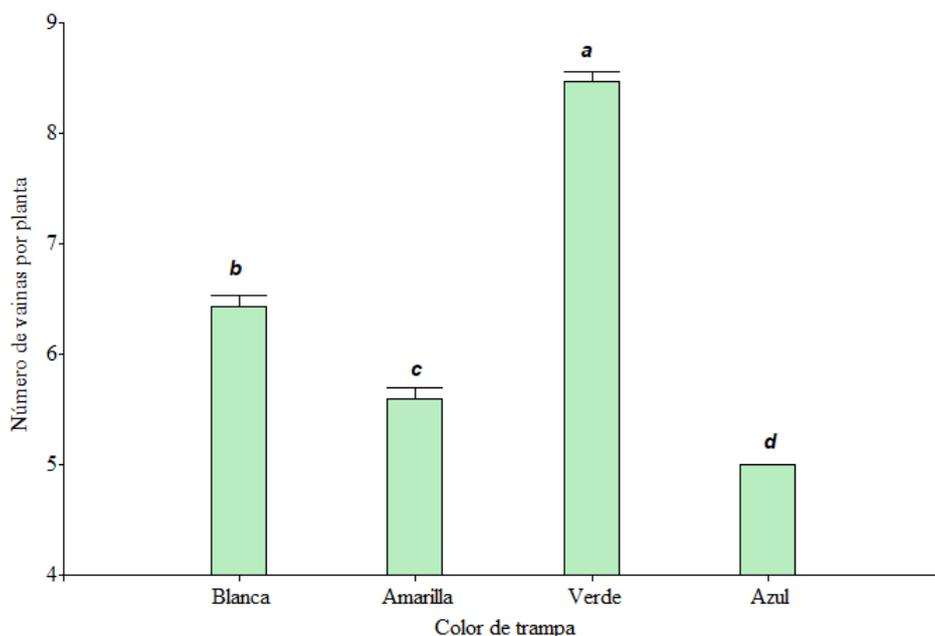
En el anexo 9 se puede identificar que cada color de trampa obtuvo su media correspondiente y muestran cierta disparidad, el tratamiento con la trampa verde 8.47, trampa blanca 6.43, trampa amarilla 5.60 y tratamiento azul 5.00.

En la figura 37 se puede observar que el tratamiento con la trampa verde presenta mayor efectividad en la captura de *Melanagromyza* sp., por lo que en la planta monitoreada con esta trampa se logró contabilizar un número mayor de vainas en donde 8.47

equivale al 100% de eficacia, la trampa blanca muestra un 24.08% menos, la trampa amarilla disminuye en un 33.88% y la trampa azul decrece aún más con un 40.96% el número de vainas en planta.

El color de trampa influye en el número de vainas contabilizadas en cada tratamiento, a su vez indica que entre mayor sea la atracción de la trampa hacia *Melanagromyza* sp. mayor es el número de vainas que vamos a encontrar en la producción. También se puede apreciar como de forma diferente los resultados en la producción cambian, demostrando que entre menor es la atracción de las trampas, menor es el número de vainas que vamos a encontrar en la cosecha. Con relación a esta variable, se pudo identificar en el muestreo realizado cada 8 días para la variable severidad de daño que ocasiona la plaga, al encontrarse un incremento en el número de larvas por planta según el tratamiento se evidenció el daño por la enfermedad fusarium oxysporum; de igual forma (Castillo et al., 2014) ratifica en su investigación que el número de vainas por planta se puede incrementar controlando enfermedades como fusarium oxysporium. En efecto, el control que realiza la trampa verde capturando a los adultos de *Melanagromyza* sp. baja el daño que ocasiona fusarium oxysporium a la planta, ya que, al haber mayor número de galerías hechas por el barrenador, facilita la colonización de los conductos de la xilema por parte del hongo *Fusarium oxysporum* en la arveja, bloquea y tapa los vasos de transporte de nutrientes lo que es una determinante en el potencial productivo número de vainas.

**Figura 37.** Número de vainas cuantificadas controladas por las diferentes trampas



#### 4.5.4. Rendimiento en kilogramo por hectárea

El análisis determinó que existen diferencias entre tratamientos con respecto a la variable rendimiento en kilogramo por hectárea ( $F=10157.57$ ;  $gl= 3.6$ ;  $p= <0.0001$ ) (Tabla 22)

**Tabla 22**

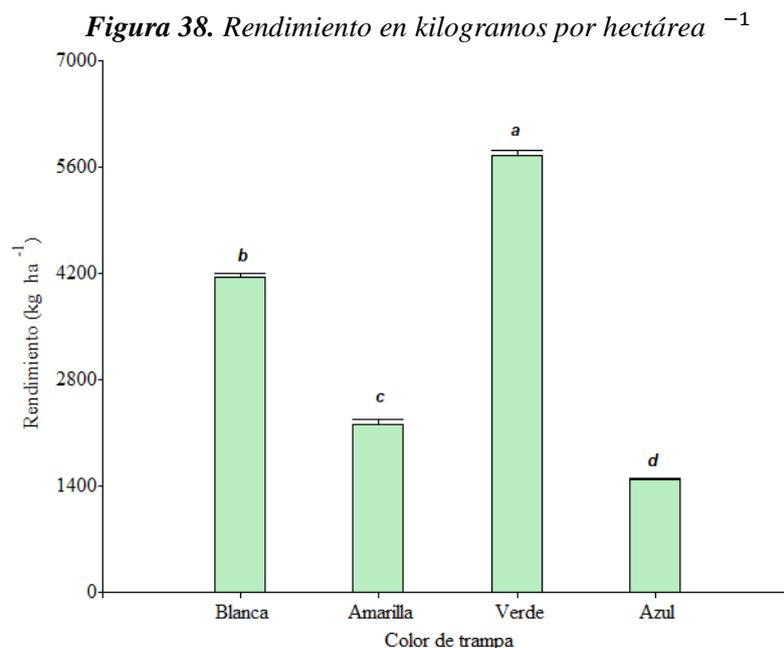
*ADEVA del Rendimiento en kilogramo por hectárea con los diferentes tratamientos*

	<b>Grado de libertad FV</b>	<b>Grados de libertad Error</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
(Intercept)	1	6	10156.93	<0.0001
Tratamiento	3	6	1180.07	<0.0001

Las medias obtenidas entre los diferentes tratamientos dependiendo de cada color de trampa, obteniendo, trampa verde 9.30, trampa blanca 6.73, trampa amarilla 5.58 y trampa azul 2.42 (Anexo 10).

En la figura 38 analizamos la diferencia que hay en el rendimiento en kilogramos por hectárea  $^{-1}$ , según cada tipo de trampa, así: el tratamiento con la trampa produce 5743.52 kg, trampa blanca 4156.18 kg, siendo los dos los más eficientes al momento de la cosecha en vaina verde, los tratamientos con las trampas amarilla y azul presentan una baja producción arrojando 2210.56 y 1491.31 kg respectivamente.

A partir de estos datos se puede corroborar que el daño que ocasiona *Melanagromyza* sp., son de alta severidad, este dato manejado en porcentajes muestra lo siguiente: teniendo como base al rendimiento en kilogramos por hectárea, la trampa verde con 5743.52, siendo el 100% de la producción alcanzada, en consecuencia el tratamiento con la trampa blanca tiene una disminución de producción del 27.63%, en tercer lugar se encuentra el tratamiento con la trampa de color amarillo con un descenso en la producción del 61.51% en último lugar está el tratamiento con la trampa de color azul, indicando una baja en la producción del 74.03%. La energía que necesita la planta de arveja para obtener mayor rendimiento genera un desequilibrio nutricional y fisiológico, provocando una disminución del rendimiento esperado (Checa et al., 2017). Sabiendo que el barrenador del tallo *Melanagromyza* sp. daña los mecanismos de transporte de alimentos hacia toda la planta, podemos esperar menor producción en cultivos que no se haya bajado la incidencia de *Melanagromyza* sp.



# CAPÍTULO V

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- Se identificó que el insecto barrenador del tallo que ataca en los cultivos de arveja de la zona Cuesaca cantón Bolívar, pertenece al género *Melanagromyza* de la familia Agromizydae, el mecanismo de daño consiste en que este se alimenta del haz vascular del tallo de la planta.
- Los distintos colores en las trampas cromáticas influyen en la captura del barrenador del tallo de la arveja. Los espectros de onda que llaman la atención a *Melanagromyza* sp. son: en la escala de Pantone, la trampa más efectiva fue la de color verde (PANTONE 15-0146), se puede asumir que la visión de *Melanagromyza* sp. se adapta como hábito de supervivencia a los colores verdes, que simulan el color de la planta de arveja, con su haz vascular listo para la alimentación de las larvas de este insecto, seguido de la trampa de color blanco (PANTONE P 1-1 C).
- El uso de trampas verde o blanca en un área de 5x5 metros en el cultivo de arveja, bajan el daño 70% y 53% respectivamente que ocasiona el complejo barrenador del tallo en los diferentes estadios: huevo, larva, pupa y adulto. Este tipo de control etológico permite evitar el uso de insecticidas químicos y se asegura producciones limpias e inocuas de alimento para la humanidad.
- Con el uso de las trampas verde y blanca, el rendimiento puede ser mayor que con los tratamientos convencionales que han venido aplicando los agricultores locales, el rendimiento mayor alcanzado con la trampa verde fue 5743.52 kg/ha y 4156.18 kg/ha con la trampa blanca, aumentando el rendimiento en 2155.16 kg/ha y 567.82.36 kg/ha respectivamente en relación a la producción por hectáreas según los tabulados del ESPAC
- La trampa de color verde aparte de ser un método de control para *Melanagromyza* sp., no se identificaron insectos benéficos capturados en ella.
- Se puede obtener alimentos altamente nutritivos de la arveja con una producción libre de insecticidas, a su vez mantener el equilibrio entre los insectos benéficos

y los insectos plaga ya que en el transcurso de la investigación se encontró por primera vez insectos parásitos emergiendo de las pupas de *Melanagroyza* sp., lo que indica que con la técnica del uso de trampas se obtiene doble beneficio contra el barrenador del tallo de la arveja. La utilización de trampas en el cultivo de arveja y en los cultivos en general previene la contaminación de los ecosistemas, la contaminación humana por parte del consumidor de los alimentos y el operador de la maquinaria que aplica los agroquímicos.

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda continuar con evaluaciones del uso de trampas verdes y blancas en áreas de producción, al ser estas las más eficientes en este estudio en el cultivo de arveja.
- Se recomienda el estudio con uso exclusivo de trampas color verde y evaluar su eficiencia en las diferentes tonalidades de este.
- Se recomienda utilizar el pegamento Bio-Tac, esparcir una capa de menos de 1 mm para evitar el desprendimiento del pegamento y gastos innecesarios para el productor. La altura de la trampa recomendada para el cultivo de arveja es 10 a 15 cm por encima de la yema apical en la terminación planta, debido al hábito de vuelo de los adultos de *Melanagromyza* sp.
- Se recomienda valorar la ubicación de las trampas en diferentes alturas, en relación a la salida del brote de la planta de arveja desde el suelo, debido al daño que ocasiona la plaga.
- Se recomienda evaluar un mayor número de trampas por área experimental y analizar la interacción, con diferentes densidades y direcciones de trampeo en el cultivo de arveja; ayudará a comprender mejor el comportamiento del insecto y tener un control etológico más satisfactorio.
- Se recomienda la evaluación del uso de trampas cromáticas en diferentes épocas del año, sabiendo en época seca aumenta la densidad poblacional de *Melanagromyza* sp.
- Realizar evaluaciones de captura de barrenador en diferentes épocas del año en el cultivo de arveja, debido a la fluctuación de la dinámica poblacional a lo largo del año.
- Sugerir al agricultor este método alternativo para control de plagas, siendo una opción ecológica a comparación con el uso tradicional de insecticidas; obteniendo un igual o mejor rendimiento.
- Identificar el daño que ocasiona *Melanagromyza* sp. En plantas de semillas mejoradas como es el caso INIAP-431 Andina, NIAP-432 Lojanita, INIAP-433 Roxana, INIAP-434 Esmeralda, INIAP- 435 Blanquita, INIAP-436 Liliana.

Cuantificar la atracción que tiene *Melanagromyza* sp. Por estas plantas y de la misma forma el rendimiento por variedad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arismendi, N., Carrillo, R., Andrade, N., Riegel, R., & Rojas, E. (2009). Evaluación del Color y la Posición de Trampas en la Captura de Cicadélidos en *Gaultheria phillyreifolia* (Ericaceae) Afectadas por Fitoplasmas. *Neotropical Entomology*, 754–761.
- Asamblea Nacional. (2008). In *Constitución de la República del Ecuador*.
- Asamblea Nacional. (2010). In *Ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria: Constitución de la república del Ecuador*.
- Benítez, E. (2015). *Melanagromyza* sp. (Diptera: Agromyzidae) mosca barrenadora del tallo en Soja. *CIRCULAR TECNICA N° 7*, 1.
- Caicedo, C., & Peralta, E. (1999). *Chucho, frejol y arveja, leguminosas de grano comestible, con un gran mecardo potencial en Ecuador*. Quito, EC, INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Leguminosas, 1999. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/510>
- Caicedo, C., & Peralta, E. (2003). *Recetario culinaria (leguminosas)*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2702/1/iniapscpm118.pdf>
- Cañedo, V., Alfaro, A., & Kroschel, J. (2011). Manejo Integrado de plagas de insectos en hortalizas Principios y referencias técnicas para la Sierra Central de Perú. *Centro Internacional de La Papa (CIP)*, 48.
- Castillo, E., Siles, M., Ríos, R., & Gabriel, J. (2014). Herencia del número de vainas por nudo y su relación con características afines en arveja (*Pisum sativum* L.). *Selva Andina Biosphere*, 2, 2–14.
- Castro-Piguave, C., Vera-Tumbaco, M., Indacochea-Ganchozo, B., Valverde-Lucio, Y., & Gabriel-Ortega, J. (2018). Control etológico de Thrips sp. (Insecta: Thysanoptera) y Spodoptera spp. (Lepidoptera: Noctuidae) con fermentos naturales en sandía (*Citrullus vulgaris* L.). *Journal of the Selva Andina Research Society*, 9(2), 104–112. <https://doi.org/10.36610/j.jsars.2018.090200104>
- Casuso, V., Zuñil, S., & Pérez, G. (2016). Mosquitas en el cultivo de Girasol. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*, 1–9.
- Checa, Ó., Bastidas, J., & Narváez, O. (2017). Evaluación agronómica y económica de arveja arbustiva (*Pisum sativum* L.) en diferentes épocas de siembra y sistemas de tutorado. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 20(2), 279–288. <https://doi.org/10.31910/rudca.v20.n2.2017.380>
- Cheslavo, K. (2014). Contribución al conocimiento de los Agromyzidae (Diptera: Muscomorpha) en el Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 49, 1–106. <https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-peruana-de-entomologia/articulo/contribucion-al-conocimiento-de-los-agromyzidae-diptera-muscomorpha-en-el-peru>
- Cofre, I. (2015). *Descripción etológica del barrenador menor del tallo del cultivo de chocho (lupinus mutabilis sweet) en laboratorio. ceasa, sector Salache, provincia de Cotopaxi*. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2528>
- Comisión técnica de consumo y salud Alimentaria. (2013). LEY ORGÁNICA DE

- CONSUMO, NUTRICIÓN Y SALUD ALIMENTARIA. *Conferencia Plurinacional e Intercultural de Soberanía Alimentaria*, 29.  
<http://www.soberaniaalimentaria.gob.ec/wp-content/uploads/2013/04/Propuesta-Ley-Consumo-Final.pdf>
- DANE. (2016). *Boletín mensual INSUMOS Y FACTORES ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA*. <http://2.bp.blogspot.com/>
- De Bernardi, L. (2016). *Arveja*.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2015). Boletín mensual insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. In *El cultivo de arveja en Colombia*.  
[https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol\\_Insumos31\\_mar\\_2015.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos31_mar_2015.pdf)
- Devine, G., Eza, D., Ogusuku, E., & Furlong, M. (2008). Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Rev. Peru Med Exp Salud Pública*, 74–100.
- Earthjustice. (2015). *EPA va a prohibir el peligroso pesticida clorpirifos*.
- Ecuaquímica. (2019). *BioTac*. <http://www.ecuaquimica.com.ec/producto/bio-tac/>
- Editorial PLM. (2017). *Diccionario de Especialidades Agroquímicas* (Octava). PLM.
- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. (2018). *Superficie según producción y ventas de arveja tierna (en vaina)*. [www.ecuadorencifras.gob.ec](http://www.ecuadorencifras.gob.ec)
- FitoAgrícola. (2014). *Trampas cromáticas*.  
<https://static.plenummedia.com/40767/files/20140901140012-trampas-cromaticas.pdf>
- Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Bolívar. (2015, October 28). *Ficha de información producción Agropecuaria*. 7–8.
- González F., M. L., M. JAHNKE, S. E., MORAIS, R. M., & DA SILVA, G. S. (2014). Diversidad de insectos depredadores en área orizícola orgánica y de conservación, en Viamão, RS, Brasil. *Revista Colombiana de Entomología*, 40(1), 120–128.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-04882014000100020&lng=en&nrm=iso&tlng=](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882014000100020&lng=en&nrm=iso&tlng=)
- Hernández, M. (2018). *Uso de trampas cromáticas en el monitoreo y captura de la mosca minadora hydrellia s.p en un cultivo del arroz*.  
[http://noesis.uis.edu.co/bitstream/123456789/38720/1/173096.pdf?fbclid=IwAR2yR\\_P018X6PAXJpIBCZ4ply34dim5tnMH4UaSs23S8tUJLldUbEVMMgFc](http://noesis.uis.edu.co/bitstream/123456789/38720/1/173096.pdf?fbclid=IwAR2yR_P018X6PAXJpIBCZ4ply34dim5tnMH4UaSs23S8tUJLldUbEVMMgFc)
- INEC. (2018). *Tabulados ESPAC*.
- Instituto Geográfico Militar. (2019). *Geoinformación*.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2016). *Las trampas*.  
[http://repiica.iica.int/docs/B4170e/B4170e.pdf?fbclid=IwAR2dJw4Rme\\_HUBBQ0W9qo2SMJJejiophufc6GUqt-4IEZr3rkQgUNq31jhi0](http://repiica.iica.int/docs/B4170e/B4170e.pdf?fbclid=IwAR2dJw4Rme_HUBBQ0W9qo2SMJJejiophufc6GUqt-4IEZr3rkQgUNq31jhi0)
- Introducción a las plagas. (2012). In *Hoja técnica N° 1*.  
<http://www3.uacj.mx/ICB/UEB/Documents/Hojas tecnicas/HOJA TECNICA PLAGAS.pdf>

- ITIS. (2021). *Integrated Taxonomic Information System*. Taxonomy and Nomenclature, Pisum Sativum L.  
[https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:P\\_0JbLxHF\\_kJ:https://www.iti.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt%3Fsearch\\_topic%3DTSN%26search\\_value%3D26867+&%0Acid=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec#null](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:P_0JbLxHF_kJ:https://www.iti.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt%3Fsearch_topic%3DTSN%26search_value%3D26867+&%0Acid=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec#null)
- Jímenez, E. (2009). *UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA*. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10J61me.pdf>
- Ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria. (2011). *LEY ORGÁNICA DEL RÉGIMEN DE LA SOBERANÍA ALIMENTARIA TÍTULO I PRINCIPIOS GENERALES*. <http://www.soberaniaalimentaria.gob.ec/pacha/wp-content/uploads/2011/04/LORSA.pdf>
- Martínez, J., Salas, A., Bucio, V., Cabrera, O., & Navarro, L. (2016). ATRACCIÓN DE INSECTOS-PLAGA POR TRAMPAS DE COLORES EN JITOMATE, CEBOLLA Y MAÍZ EN LA REGIÓN DE IRAPUATO, GUANAJUATO. *Investigación y Desarrollo En Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 342–347.
- Mercado Mayorista Bolívar. (2015). *Entrevista al agricultor*.
- Merino, D. (2015). *DURACIÓN DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS Y PROFUNDIDAD*. [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18313/1/Tesis-113 Ingeniería Agronómica -CD 368.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18313/1/Tesis-113%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20CD%20368.pdf)
- Monteros, A., Sumba, E., & Salvador, S. (2013). *Productividad agrícola en el Ecuador*. <https://docplayer.es/33681542-Productividad-agricola-en-el-ecuador.html>
- Morales, O., Bautista, N., Valdez, J., & Carrillo, L. (2002). Identificación, biología y descripción de *Melanagromyza Tomaterae* Steyskal (Diptera: Agromyzidae), barrenador del tomate *Physalis Ixocarpa* Bro. *Acta Zool. Mex*, 145–153.
- Noboa, A. (2010). *Del contenido del presente CARACTERIZACIÓN, FÍSICA, QUÍMICA Y NUTRICIONAL DE LA ARVEJA (Pisum sativum L.) CULTIVADA EN ECUADOR, COMO UN APORTE Y BASE DE ESTUDIO PARA LA CREACIÓN DE UNA NORMA TÉCNICA ECUATORIANA (NTE 2010) POR PARTE DEL INSTITUTO ECUATORIANO [UTE]*. [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4887/1/43333\\_1.pdf?fbclid=IwAR1gDjmCSAoVAC9\\_f2VFSN-j5XfluimSjz6FymuT7LrOu\\_edT8ubJ4bq1os](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4887/1/43333_1.pdf?fbclid=IwAR1gDjmCSAoVAC9_f2VFSN-j5XfluimSjz6FymuT7LrOu_edT8ubJ4bq1os)
- Peralta, E., Murillo, Á., Mazón, N., Monar, C., Pinzón, J., & Rivera, M. (2010). Manual agrícola de Fréjol y otras leguminosas. In *Repositorio INIAP*.
- Peralta, E., Murillo, A., Mazón, N., Pinzón, J., & Villacreces, E. (2013). *Manual Agrícola de fréjol y otras leguminosas: cultivos, variedades, costos de producción*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2705/1/iniapscpm135%283%29.pdf>
- Red Gráfica. (2011). Pantone, Una Guía Del Color. <https://redgrafica.com/pantone-una-guia-de-color/#:~:text=El sistema Pantone es una,de color%2C generalmente un tono>
- Tecnológico Nacional. (2018). *NIVEL DE FORMACIÓN Y ESPECIALIDAD TÉCNICO GENERAL AGROPECUARIO INATEC INATEC INTRODUCCIÓN A LAS*

*INTRODUCCIÓN A LAS CIENCIAS AGROPECUARIAS CIENCIAS  
AGROPECUARIAS.*

[https://www.tecnacional.edu.ni/media/INTRODUCCION\\_A\\_LAS\\_CIENCIAS\\_A\\_GROPECUARIAS.pdf](https://www.tecnacional.edu.ni/media/INTRODUCCION_A_LAS_CIENCIAS_A_GROPECUARIAS.pdf)

- Torralba, A., & Pérez, S. (1998). La visión de los insectos desde un punto de vista óptico. *SEA*, 18(1), 27–34.
- Trossero, M., Zuli, S., & Frana, J. (2020). *Mosca del tallo de la soja, Melanagromyza sojae (Diptera: Agromyzidae), en el centro de Santa Fe.*  
<https://inta.gob.ar/documentos/mosca-del-tallo-de-la-soja-melanagromyza-sojae-diptera-agromyzidae-en-el-centro-de-santa-fe>
- Zela, K. (2016). *Trampas de color para control de insectos plaga en hortalizas de hoja en el centro poblado de Jayllihuaya – Puno* [Universidad del Altiplano].  
[http://181.176.163.136/bitstream/handle/UNAP/6054/Zela\\_Uscamayta\\_Kennedy.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://181.176.163.136/bitstream/handle/UNAP/6054/Zela_Uscamayta_Kennedy.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## ANEXOS

### Anexo 1. Resultado de identificación de *Melanagromyza* sp.

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRICULTOR	<b>LABORATORIO DE ENTOMOLOGIA</b> Puente Rumichaca Junto a la Unidad de Vigilancia Aduanera Tulcán - Carchi Teléf.: 06-2988954	PGT/E/09-FO01  <b>Rev. 6</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	<b>Hoja 1 de 1</b>

Informe N°: LDR-CARCHI-E-I17-173  
 Fecha emisión Informe: 12/06/2017

#### DATOS DEL CLIENTE

**Persona o Empresa solicitante:** Agrocalidad Imbabura  
**Dirección:** Panamericana Autovía Los Lagos, Caballo Blanco      **Teléfono:** 06 2900590  
**Persona de contacto:** Ing. Ángel Orozco      **Correo Electrónico:** No informa  
**Provincia:** Imbabura      **Cantón:** Ibarra      **Parroquia:** San Roque  
**N° Factura/Documento:** MAGAP-SSAI/AGC-2017-000437-M      **N° Orden de Trabajo:** 10-2017-0142

#### DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Insectos en alcohol	Conservación de la muestra: No aplica
Hospedero: Arveja	Variedad: Quantum
	Órgano afectado: Tallos, hojas
	Estado Fenológico: Desarrollo vegetativo
	Edad: No informa
Actividad de origen: Vigilancia Fitosanitaria	
País: Ecuador	
Provincia: Carchi	X: 181354
Cantón: Bolívar	Y: 10056141
Parroquia: Cuesaca	Altitud: 2750
Responsable de toma de muestra: Edwin Jaramillo	
Fecha de toma de muestra: 02/06/2017	Fecha de inicio del análisis: 08/06/2017
Fecha de recepción de la muestra: 06/06/2017	Fecha de finalización del análisis: 09/06/2017

#### PRODUCTO PARA EXPORTACIÓN/ IMPORTACIÓN:

País de Destino: No aplica	País de Origen: No aplica
Peso: No aplica	Lote/buque: No aplica
Marca: No aplica	Permiso Fitosanitario: No aplica

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Método: PEE/E/05. Observación directa al estereó microscopio y uso de claves taxonómicas.

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DE CAMPO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
LDR04/E-17500	10-0181	Insecta	Diptera	Agromyzidae	Melanagromyza	Melanagromyza sp. c.f.	Barrenador del tallo

Analizado por: Ing. Alexis Goyes  
 Observaciones: Ninguna.  
 Anexo Gráficos: No aplica.  
 Anexo Documentos: No aplica.

  
**AGROCALIDAD**  
 Ing. Alexis Goyes Tepoz  
 LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO RÁPIDO CARCHI

**Ing. Alexis Goyes**  
 Analista  
 Laboratorio de Diagnóstico Rápido Carchi

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.  
 Está prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del Laboratorio.

**Anexo 2.** Medias de  $\pm$  barrenadores capturados por cada color de trampa

<b>Trampa</b>	<b>Medias</b>
Verde	21.81 $\pm$ 0.43
Blanca	16.11 $\pm$ 0.45
Amarilla	5.31 $\pm$ 0.31
Azul	1.53 $\pm$ 0.08

**Anexo 3.** Medias de captura de otros insectos por trampa

<b>Trampa</b>	<b>Medias</b>
Azul	332.72 $\pm$ 3.74
Blanca	303.03 $\pm$ 0.81
Amarilla	131.86 $\pm$ 0.69
Verde	115.69 $\pm$ 1.06

**Anexo 4.** Medias de la infestación de barrenador, días después de la siembra con las diferentes trampas cromáticas

<b>Dds</b>	<b>Trampa</b>	<b>Medias</b>
96	Azul	86.33 $\pm$ 0.47
88	Azul	77.33 $\pm$ 0.61
80	Azul	69.00 $\pm$ 0.70
96	Amarilla	61.67 $\pm$ 0.47
88	Amarilla	60.67 $\pm$ 0.61
72	Azul	59.50 $\pm$ 2.31
80	Amarilla	58.58 $\pm$ 0.70
72	Amarilla	52.25 $\pm$ 2.31
64	Azul	51.42 $\pm$ 1.46
64	Amarilla	49.17 $\pm$ 1.46
56	Azul	41.08 $\pm$ 1.16
56	Amarilla	38.58 $\pm$ 1.16
48	Azul	34.25 $\pm$ 0.84
96	Blanca	33.00 $\pm$ 0.47
88	Blanca	30.83 $\pm$ 0.61
48	Amarilla	30.50 $\pm$ 0.84
80	Blanca	28.42 $\pm$ 0.70
72	Blanca	26.50 $\pm$ 2.31
40	Azul	25.50 $\pm$ 0.45

64	Blanca	24.50±1.46
56	Blanca	21.92±1.16
32	Azul	20.00±0.34
40	Amarilla	19.75±0.45
24	Azul	17.50±0.34
32	Amarilla	15.83±.34
96	Verde	15.75±0.47
48	Blanca	13.92±0.84
88	Verde	13.67±0.61
80	Verde	12.25±0.70
24	Amarilla	12.08±0.34
72	Verde	10.58±2.31
64	Verde	8.03±1.46
56	Verde	6.33±1.16
40	Blanca	4.67±0.45
48	Verde	4.33±0.84
32	Blanca	2.25±0.34
40	Verde	2.08±0.45
32	Verde	0.17±0.34
24	Verde	0.00±0.34
24	Blanca	0.00±0.34

**Anexo 5.** Medias de la infestación de larvas de *Melanagromyza* sp., días después de la siembra con las diferentes trampas cromáticas

<b>Dds</b>	<b>Trampa</b>	<b>Medias</b>	
96	Azul	6.25±0.72	A
64	Azul	6.00±0.72	A B
88	Azul	6.00±0.72	A B
80	Azul	6.00±0.72	A B
96	Amarilla	4.75±0.61	A B C
88	Amarilla	4.50±0.61	A B C D
80	Amarilla	4.50±0.61	A B C D
56	Amarilla	4.25±0.61	B C D E
48	Azul	4.00±0.72	B C D E F
64	Amarilla	3.75±0.61	C D E F G
56	Azul	3.75±0.72	C D E F G
72	Azul	3.50±0.72	C D E F G H
48	Amarilla	3.00±0.61	D E F G H
72	Blanca	3.00±0.08	D E F G H
80	Blanca	3.00±0.08	D E F G H
88	Blanca	3.00±0.08	D E F G H
72	Amarilla	2.75±0.61	E F G H I
40	Amarilla	2.75±0.61	E F G H I
80	Verde	2.33±0.26	F G H I

40	Azul	2.25±0.72	FGHIJ
88	Verde	2.00±0.26	GHIJK
64	Blanca	2.00±0.08	GHIJ
48	Blanca	2.00±0.08	GHIJ
56	Blanca	2.00±0.08	GHIJ
24	Azul	1.75±0.72	GHIJK
40	Blanca	1.75±0.08	GHIJKL
72	Verde	1.67±0.26	IJK
64	Verde	1.67±0.26	IJKL
96	Verde	1.33±0.26	IJKL
56	Verde	1.17±0.26	IJKL
48	Verde	1.17±0.26	IJKL
40	Verde	1.08±0.26	IJKL
32	Blanca	1.00±0.08	IJKL
32	Azul	1.00±0.72	IJKLM
96	Blanca	0.92±0.08	JKLM
24	Amarilla	0.75±0.61	JKLM
32	Amarilla	0.50±0.61	JLM
32	Verde	0.33±0.26	LM
24	Blanca	0.00±0.08	M
24	Verde	0.00±0.26	M

---

**Anexo 6.** Medias de la infestación de pupas de *Melanagromyza* sp. días después de la siembra con las diferentes trampas cromáticas

<b>Dds</b>	<b>Trampa</b>	<b>Medias</b>	
64	Azul	2.50±0.20	A
80	Amarilla	2.00±0.20	A B
64	Amarilla	1.75±0.20	B C
88	Azul	1.50±0.20	B C D
72	Amarilla	1.50±0.20	B C D
80	Azul	1.25±0.20	C D E
56	Amarilla	1.25±0.20	C D E
56	Azul	1.00±0.20	D E F
80	Verde	1.00±0.20	D E F
48	Blanca	1.00±0.20	D E F
64	Blanca	1.00±0.20	D E F
56	Blanca	1.00±0.20	D E F
72	Blanca	1.00±0.20	D E F
96	Blanca	1.00±0.20	D E F
88	Blanca	1.00±0.20	D E F
80	Blanca	1.00±0.20	D E F
48	Azul	1.00±0.20	D E F
96	Verde	1.00±0.20	D E F
88	Verde	1.00±0.20	D E F
64	Verde	0.83±0.20	E F G
72	Azul	0.75±0.20	E F G
88	Amarilla	0.75±0.20	E F G
72	Verde	0.67±0.20	F G
96	Amarilla	0.67±0.20	F G
48	Amarilla	0.50±0.20	F G H
56	Verde	0.33±0.20	G H
48	Verde	0.33±0.20	G H
40	Azul	0.08±0.20	H
32	Blanca	0.00±0.20	H
24	Amarilla	0.00±0.20	H
32	Verde	0.00±0.20	H
40	Amarilla	0.00±0.20	H
40	Verde	0.00±0.20	H
32	Azul	0.00±0.20	H
24	Verde	0.00±0.20	H
32	Amarilla	0.00±0.20	H
24	Azul	0.00±0.20	H

40	Blanca	0.00±0.20	H
96	Azul	0.00±0.20	H
24	Blanca	0.00±0.20	H

**Anexo 7.** Medias de Peso de grano

Tratamiento	Medias				
Verde	0.54±3.1	A			
Blanca	0.48±3.1		B		
Amarilla	0.42±3.1			C	
Azul	0.38±3.1				D

**Anexo 8.** Medias de peso de vaina

Tratamiento	Medias				
Verde	4.22±0.2	A			
Blanca	3.45±0.5		B		
Amarilla	2.47±0.6			C	
Azul	1.73±0.2				D

**Anexo 9.** Medias de Número de vainas por planta

Tratamiento	Medias				
Verde	8.47±0.08	A			
Blanca	6.43±0.08		B		
Amarilla	5.60±0.08			C	
Azul	5.00±0.08				D

**Anexo 10.** Medias de Rendimiento en kilogramo por hectárea

Tratamiento	Medias				
Verde	5743.52	A			
Blanca	4156.18		B		
Amarilla	2210.56			C	
Azul	1491.31				D