

Área de Conocimiento de Agricultura.

# **EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS QUÍMICO, BIOPREPARADOS ORGÁNICOS Y BOTÁNICO EN LA PRIMERA ETAPA VEGETATIVA DEL PIMIENTO DULCE (*CAPSICUM ANNUM L.*) PARA EL CONTROL DE INSECTOS DEL SUELO EN LA FINCA AGRÍCOLA EXPERIMENTAL FAE-UNI 2023**

Trabajo Monográfico para optar al título de  
Ingeniero Agrícola

**Elaborado por:**

Br. Esthefany  
Guadalupe Camacho  
Sandoval  
Carnet: 2016-0049U

Br. Génesis Vanessa  
Guevara Morales  
Carnet: 2016-0770U

Br. Nancy Lisbeth  
Jirón Carballo  
Carnet: 2016-0465U

**Tutor:**

MSc. Emilseth Carolina  
Padilla Duarte

29 de abril de 2024  
Managua, Nicaragua

## **DEDICATORIA**

Dedicamos este trabajo a Dios, que es nuestra principal guía. Desde el inicio de este arduo proceso, sentimos su apoyo y protección en cada paso del camino.

A nuestros familiares, por su amor incondicional, sacrificio, apoyo, paciencia y valores inculcados que me nos han guiado en cada paso de nuestra formación académica.

A nuestros amigos, por su compañía, comprensión y ánimo en los momentos más difíciles.

A nuestros profesores, por su dedicación, conocimientos impartidos y orientación durante este arduo camino.

***Esthefany Guadalupe Camacho Sandoval***

***Génesis Vanessa Guevara Morales***

***Nancy Lisbeth Jirón Carballo***

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios, por regalarnos salud para poder culminar nuestra carrera universitaria, llena de emociones, con experiencias positivas que nos ayudaron a forjarnos como personas.

A nuestras familias, por darnos su amor incondicional, por estar con nosotras en los momentos de estrés brindándonos todo su apoyo emocional necesario en este largo proceso y por constantemente, alentarnos a continuar cuando las cosas se ponían difíciles.

También agradecemos de manera especial a nuestra tutora MSc. Emilseth Carolina Padilla Duarte, quien nos brindó su tiempo para poder elaborar nuestra investigación, siendo uno de los mayores pilares de apoyo, su comprensión, cariño, conocimiento y dedicación durante todo este proceso, todos sus consejos estarán grabados en nuestros recuerdos.

Agradecemos a nuestro asesor MSc. Juan Carlos Morán Centeno por brindarnos su tiempo, conocimiento y aclararnos las dudas que se nos presentaron.

Finalmente, queremos expresar nuestra gratitud a todas las personas que de alguna manera han contribuido a este proyecto, ya sea brindando su colaboración, compartiendo sus experiencias o simplemente brindando palabras de aliento.

Este logro no habría sido posible sin el apoyo de cada uno de ustedes. A todos, ¡muchas gracias!

***Esthefany Guadalupe Camacho Sandoval***

***Génesis Vanessa Guevara Morales***

***Nancy Lisbeth Jirón Carballo***

## RESUMEN

El presente estudio es el resultado de un proceso experimental, el cual se realizó mediante varias visitas de campo a la Finca Agrícola Experimental (FAE-UNI), localizada en la comunidad Santa Clara, en la comunidad Las Flores, departamento de Masaya, para esta investigación se utilizó una parcela de 435 m<sup>2</sup>.

El propósito de la investigación fue: realizar una evaluación del comportamiento de alternativas químico, biopreparados orgánicos y botánico en la primera etapa vegetativa del pimiento dulce (*Capsicum annum L.*) para el control de insectos del suelo en la Finca Agrícola Experimental FAE-UNI, con este trabajo se pretende conocer cual tuvo mejor resultado y brindar opciones más amigables con el medio ambiente a pequeños y medianos productores de este rubro.

Se efectuó la recolección y conteo de insectos, se emplearon claves dicotómicas para identificar el orden y familia de los insectos plagas del suelo, cabe mencionar que se encontraron 9 órdenes de insectos entre ellas: Hemíptera, Hymenoptera, Homóptera, Spirostreotida, Coleóptera, Orthoptera, Tetranychidae, Lepidóptera y Dermaptera. De estas 9 órdenes se identificaron 17 familias tales como: Cercopoidae, Lygaeidae, Pseudococcidae, Cicadellidae, Formicidae, Aleyoridae, Spiristrptidae, Scarabidae, Elateridae, Chyromelidae, Curcolionidae, Gryllidae, Trombidiforme, Erebidae, Noctunidae; Nymphalidae y Forficulidae.

Se determinó el porcentaje de la incidencia de enfermedades causada por los insectos plagas en el sistema radicular del cultivo, encontrando mayor porcentaje de afectación de necrosis en todos los tratamientos. Así mismo, se encontró rhizoctonia spp y agallas en baja incidencia en el cultivo de pimiento dulce.

Se efectuó una comparación para observar cuál de las distintas alternativas tuvo mejor resultado, utilizando el programa estadístico R, aplicando una separación de medias por medio de la prueba de Tukey de los tratamientos utilizados. La alternativa botánica presentó un mejor resultado con respecto a la disminución de

la incidencia de insectos plagas, seguida de la alternativa biopreparado orgánico y por último la alternativa química.

Se estableció un presupuesto donde se observa los gastos de inversión de cada alternativa y la rentabilidad de estos, siendo que la alternativa química es la de menor costo, en comparación a las otras dos alternativas.

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	ANTECEDENTES .....	2
III.	JUSTIFICACIÓN .....	4
IV.	OBJETIVOS.....	5
4.1.	Objetivo general.....	5
4.2.	Objetivos específicos .....	5
V.	MARCO TEÓRICO.....	6
5.1.	Generalidades del cultivo de pimiento dulce.....	6
5.2.	Origen del cultivo de pimiento dulce.....	6
5.3.	Zonas de producción de pimiento dulce en Nicaragua.....	7
5.4.	Valor nutritivo del pimiento dulce .....	7
5.5.	Descripción botánica.....	8
5.6.	Exigencias ecológicas.....	10
5.7.	Manejo agronómico del cultivo.....	12
5.7.1.	Siembra .....	12
5.8.	Fertilización .....	14
5.9.	Variedades.....	14
5.10.	Insumos .....	15
5.11.	Categorías de plagas que afectan al cultivo de pimiento dulce .....	16
5.12.	Principales enfermedades del cultivo de pimiento dulce .....	17
5.13.	Trampas.....	18
5.14.	Claves dicotómicas .....	19
5.15.	Programa estadístico R .....	19
VI.	Hipótesis .....	20

6.1.	Hipótesis de Investigación (HI) .....	20
6.2.	Hipótesis Nula (HN) .....	20
6.3.	Hipótesis Alternativa (HA).....	20
VII.	Diseño Metodológico .....	21
7.1.	Tipo de Investigación .....	21
7.1.1.	Según el enfoque de la Investigación .....	21
7.1.2.	Según el alcance de los resultados .....	21
7.1.3.	Según el tiempo de ocurrencia.....	21
7.1.4.	Según el periodo que se realiza el estudio .....	21
7.1.5.	Ubicación del estudio.....	22
7.2.	Identificación de la familia y orden de los insectos plagas del suelo asociado al cultivo de pimiento dulce a través del uso de claves dicotómicas.....	23
7.3.	Determinar el porcentaje de la incidencia de insectos plagas de las plantas de pimiento dulce según el tipo de afectación en el sistema radicular. ....	24
7.4.	Comparación del efecto de alternativas químicas, biopreparado orgánicas y botánicas para el control de plagas del suelo en el cultivo de pimiento dulce. ....	24
7.5.	Establecimiento de presupuesto de los gastos de inversión de cada tratamiento, a través de la herramienta Excel. ....	26
7.6.	Análisis de datos .....	26
VIII.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	27
8.1.	Identificación de la familia y orden de insectos plagas en el suelo asociado al cultivo de pimiento dulce a través de claves dicotómicas .....	27
8.2.	Determinar el porcentaje de la incidencia de los insectos plagas de las plantas de pimiento dulce según el tipo de afectación en el sistema radicular .....	38

8.3.	Comparar el efecto de alternativas químicas, biopreparados orgánicos y botánicas sobre el control de insectos plagas del suelo en el cultivo de pimiento dulce.....	42
8.4.	Establecer un presupuesto de los gastos de inversión de cada tratamiento, detallando el listado de materiales utilizados a través de la herramienta Excel .....	50
IX.	CONCLUSIONES.....	54
X.	RECOMENDACIONES .....	56
XI.	BIBLIOGRAFIA .....	57
XII.	ANEXOS .....	i

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Fase Fenológica del Pimiento Dulce .....	12
Figura 2.	Plántula de pimiento dulce .....	13
Figura 3.	Macrolocalización .....	22
Figura 4.	Microlocalización .....	23
Figura 5.	Distribución de Tratamientos por cuadrícula .....	25
Figura 6.	Orden Hemíptera .....	28
Figura 7.	Orden Hymenoptera .....	29
Figura 8.	Orden Homóptera .....	30
Figura 9.	Orden Spirostreotida .....	31
Figura 10.	Orden Coleóptera .....	32
Figura 11.	Orden Orthoptera.....	34
Figura 12.	Orden Tetranychidae .....	35
Figura 13.	Orden Lepidóptera .....	36
Figura 14.	Orden Dermáptera .....	37
Figura 15.	Tipo de afectaciones radiculares .....	38
Figura 16.	Porcentaje de incidencia de los órdenes de insecto encontrados en el cultivo de pimiento dulce .....	39
Figura 17.	Afectación del sistema radicular en las distintas alternativas.....	40
Figura 18.	Órdenes de insectos encontradas en la etapa vegetativa en el cultivo de pimiento dulce .....	42
Figura 19.	Familias de insectos encontradas en la etapa vegetativa en el cultivo de pimiento dulce .....	45
Figura 20.	Distribución de la Abundancia versus los tratamientos respecto al Orden y Familia .....	49
Figura 21.	Afectación de la necrosis en el sistema radicular .....	ii
Figura 22.	Afectación de Rhizoctonia sp en el sistema radicular .....	ii

Figura 23. Afectación de las agallas en el sistema radicular .....	iii
Figura 24. Afectaciones en el sistema radicular en la alternativa química .....	iii
Figura 25. Afectaciones en el sistema radicular en la alternativa biopreparado orgánico .....	iv
Figura 26. Afectaciones en el sistema radicular en la alternativa botánico .....	iv
Figura 27. Afectaciones en el sistema radicular en el testigo.....	v
Figura 28. Receta de alternativa botánica.....	vii
Figura 29. Preparación del terreno .....	vii
Figura 30. Distribución de las cuadrículas .....	vii
Figura 31. Muestreo de suelo .....	vii
Figura 32. Cultivo establecido.....	vii
Figura 33. Identificación de insectos plagas a través del microscopio.....	vii

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción taxonómica de pimiento dulce	8
Tabla 2. Distancias y épocas de siembra del cultivo de pimiento dulce	14
Tabla 3. Variedades establecidas en Nicaragua	15
Tabla 4. Separación de medias de Tukey de las órdenes de insecto encontrados en el cultivo de pimiento dulce	43
Tabla 5. Separación de media de Tukey de la familia de insectos plagas del suelo encontrado en el cultivo de pimiento dulce	47
Tabla 6. Costo general	50
Tabla 7. Costo de productos químico	51
Tabla 8. Costo de biopreparado orgánicos	51
Tabla 9. Costo de producto botánicos	52
Tabla 10. Presupuesto de operación proyectado a una hectárea	53
Tabla 11. Características morfológicas según el orden de los insectos del suelo al que pertenecen	i
Tabla 12. Nombre común, científico, estado y localización.	vi

## I. INTRODUCCIÓN

Las plagas de los cultivos son aquellos organismos (insectos, ácaros, nemátodos) que compiten con el hombre por los alimentos que produce. Hay insectos que en estados larvales se alimentan de las semillas en germinación o de raíces de las plantas interfiriendo en la nutrición de agua, sales minerales y translocación, mientras que los adultos se alimentan muchas veces de las partes aéreas, causando pérdidas en la producción y ocasionando problemas socioeconómicos; Muchos de ellos pueden pasar todo su ciclo de vida debajo de la superficie del suelo (Jiménez Martínez, 2009)

La prevención y control de plagas durante la primera etapa vegetativa de un cultivo es crucial para garantizar un desarrollo saludable de las plantas y maximizar la producción. Por tanto, es importante investigar y evaluar diferentes opciones que sean efectivas y menos abrasivas con el suelo (Morishima, 2010).

Existe una preocupación por el uso de productos químicos en la protección de los cultivos, debido a sus potenciales efectos negativos a largo plazo en el suelo, por lo tanto, se ha dado un impulso importante a la búsqueda a distintas alternativas que puedan ser amigables, entre estas están los productos biopreparados orgánicos y botánicos, los cuales poseen elementos que funcionan como alternativas para el control de insectos (Morishima, 2010).

El objetivo principal de esta investigación fue determinar cuál de estas alternativas es más efectiva en el control de las plagas del suelo, para lograrlo, se estableció un área experimental en donde se aplicaron los diferentes tratamientos: químicos, biopreparados orgánicos y botánicos, que fueron distribuidos en un bloque completo al azar (BCA) con tres repeticiones para cada tratamiento incluyendo el testigo, teniendo un total de 12 cuadrículas en la parcela donde fue establecido el cultivo. Se espera que este estudio contribuya al conocimiento de diferentes tipos de productos para el manejo sustentable de las plagas.

## II. ANTECEDENTES

En el 2009 se llevó a cabo un estudio realizado por Edgardo Jiménez Martínez & Javier Barberena Moncada, en el cual se evaluaron algunos pesticidas botánicos y químicos para el manejo del acaro blanco y otras plagas principales del pimiento dulce. Los productos evaluados fueron: Oberón, Chile+Ajo+Jabón, Rienda, Vertimec y Sulfato de Amonio. Los resultados obtenidos en el estudio indican que el tratamiento Rienda fue el tratamiento con mejor control en el manejo del acaro blanco y otras plagas comparado con el testigo, ya que las plantas tratadas con este producto presentaron el menor número de ácaros, áfidos, mosca blanca y trips por planta, en comparación con los demás tratamientos evaluados.

En abril de 2018, se presentó en la Universidad Nacional Agraria una monografía en la que se evaluaban alternativas químicas, biológicas y botánicas para el manejo del pulgón amarillo y otras plagas en un cultivo de sorgo. Las alternativas evaluadas fueron: Engeo, Imidacloprid, Beauveria bassiana, Metharizium anisopliae y Chile+ajo+jabón en comparación con el Testigo que fue solamente aplicación de agua. Los resultados obtenidos en el estudio determinan que los tratamientos Engeo e Imidacloprid fueron los que presentaron el mejor control de *M. sacchari* y *S. frugiperda*, los tratamientos que tuvieron el menor efecto sobre los organismos benéficos fueron *B. bassiana* y *M. anisopliae*, los mejores rendimientos comerciales lo obtuvieron los tratamientos Engeo e Imidacloprid, las mejores tasas de retorno marginal fueron obtenidas en el tratamiento Imidacloprid.

En febrero de 2019, con la asesoría de Edgardo Jiménez Martínez se realizó una investigación cuyo propósito de estudio fue documentar la información existente sobre el uso de insecticidas botánicos registrados y no registrados en Nicaragua, de acuerdo a este estudio se encontró que en Nicaragua se registraron 12 insecticidas botánicos desde el año 2011 hasta el año 2018, todos estos a base de extractos acuoso de planta, semillas, hojas y flores que se han utilizado en los cultivos de hortalizas, frutales, okra, raíces y tubérculos, para el control de plagas como mosca blanca, áfidos, ácaros y trips, también se encontró que en Nicaragua se han realizado 9 investigaciones en el periodo comprendido entre mayo 1990 y

noviembre 2018 sobre el uso y manejo de insecticidas botánicos a base de extractos de chile, ajo, crisantemo, madero negro y Neem en los cultivos de tomate, chiltoma, repollo, sorgo y marañón con el propósito de controlar las principales plagas que atacan a estos cultivos antes mencionados.

### III. JUSTIFICACIÓN

En la Finca Agrícola Experimental FAE-UNI persiste una alta incidencia de insectos plagas del suelo en los distintos cultivos que han sido establecidos, retrasando su desarrollo, causando enfermedades, transmitiendo virus y en algunos casos la muerte de las plantas.

Al ser el cultivo de pimiento dulce (*Capsicum annum L.*), susceptible ante estas plagas se presentan distintas alternativas para tratar de controlar el ataque de insecto plagas del suelo haciendo uso de productos químicos, biopreparado orgánicos y botánicos; comparando cual de estos darían mejores resultados.

Procurando otorgarles a los pequeños productores de la zona tener distintos métodos de tratamiento para el cultivo, en caso de que éste sea afectado por los insectos plagas del suelo, al presentar estos productos alternativos para el manejo de dicha plaga, se puede demostrar que estas tres variables pueden ser cómodos de obtener o de elaborar facilitándole así el trabajo al productor y controlando la incidencia de esta plaga en el cultivo.

## IV. OBJETIVOS

### 4.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de alternativas químicas, biopreparados orgánicos y botánicos en la primera etapa vegetativa del pimiento dulce (*Capsicum annum* L.) para el control de insectos del suelo en la Finca Agrícola Experimental FAE-UNI.

### 4.2. Objetivos específicos

- Identificar la familia y orden de insectos plagas en el suelo asociado al cultivo de pimiento dulce a través del uso de claves dicotómicas.
- Determinar el porcentaje de la incidencia de los insectos plagas del pimiento dulce según el tipo de afectación en el sistema radicular.
- Comparar el efecto de alternativas químicas, biopreparados orgánicos y botánicos aplicados para el control de insectos plagas del suelo en el cultivo de pimiento dulce.
- Establecer un presupuesto de los gastos de inversión de cada tratamiento, detallando el listado de materiales utilizados a través de la herramienta Excel.

## **V. MARCO TEÓRICO**

### **5.1. Generalidades del cultivo de pimiento dulce**

El pimiento dulce, es una hortaliza de gran consumo en Nicaragua y toda América central, es rica en carotenos, vitamina C y minerales. En la región se cultiva principalmente para comercializarla en estado fresco como condimento. Las principales zonas donde se cultiva son: Ocotol, Somoto, Estelí, Jinotega, Matagalpa, Boaco, Granada, Masaya, Managua y Juigalpa (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaría [INTA], 2014).

Es un cultivo que demanda atención y tecnología productiva ya que la presión de las plagas y enfermedades ha ido aumentando gradualmente en Nicaragua (Rikolto, 2019).

### **5.2. Origen del cultivo de pimiento dulce**

El pimiento dulce es originaria de las regiones tropicales y subtropicales de América, específicamente de la zona de Bolivia y Perú, donde se han encontrado semillas ancestrales de más de 7,000 años, y desde donde se ha diseminado a toda América (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaría [INTA], 2014).

Durante la época precolombina, el cultivo de pimiento dulce se difundió por la mayor parte del continente y durante los siglos XV y XVI los colonizadores españoles y portugueses lo llevaron a Europa, África y Asia. Actualmente se cultiva en la mayoría de los países tropicales y subtropicales del mundo, siendo China, Estados Unidos y México los principales productores (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaría [INTA], 2014).

### **5.3. Zonas de producción de pimiento dulce en Nicaragua**

En Nicaragua, el pimiento dulce es cultivado principalmente por los pequeños y medianos productores, quienes siembran parcela de 0.3 hectáreas, hasta áreas de 3 o 4 hectáreas, en un sistema de monocultivo, destinada para los mercados nacionales, siendo una fuente de ingreso para los productores (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria [INTA], 2014).

Con alto rendimiento también en los departamentos de Matagalpa, Jinotega, Masaya, Estelí y Boaco. Menores extensiones productoras se localizan en Rio San Juan, Madriz, Chinandega y Carazo (Censo Nacional Agropecuario [CENAGRO], 2012).

### **5.4. Valor nutritivo del pimiento dulce**

El pimiento dulce es una hortaliza muy apreciada por su valor nutritivo, se destaca por su alto contenido de ácido ascórbico, valor que incluso es superior al de los cítricos. El fruto fresco del pimiento dulce presenta altos contenidos en vitaminas A, C y en calcio. La vitamina C además de ser un potente antioxidante, interviene en la formación de colágeno, glóbulos rojos, huesos y dientes, al tiempo que favorece la absorción del hierro de los alimentos y aumenta la resistencia frente a infecciones (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria [INTA], 2014).

## 5.5. Descripción botánica

**Tabla 1. Descripción taxonómica de pimiento dulce**

<b>Descripción taxonómica</b>	
<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Embriophyta Asiphonograma
<b>Subdivisión</b>	Angiosperma
<b>Clase</b>	Dicotiledónea
<b>Orden</b>	Polemoniales
<b>Familia</b>	Solanaceae
<b>Genero</b>	Capsicum
<b>Especie</b>	Annuum L

**Fuente:** (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaría [INTA], 2014)

### ➤ **La planta**

La planta es herbácea de forma variable, con un ciclo de cultivo anual, de porte variable, dependiendo principalmente de la variedad, de las condiciones climáticas y del manejo, entre los 0.5 m (en determinadas variedades de cultivo al aire libre) y más de 2 m (gran parte de los híbridos cultivados en invernadero). El ciclo vegetativo también varía de acuerdo con las variedades. Este puede durar entre los 120 a 150 días (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaría y Forestal [CENTA], 2019).

### ➤ **El tallo**

El tallo puede tener forma cilíndrica o prismática angular, glabro (desprovisto de pelos), erecto y con altura variable, según la variedad. Es de crecimiento limitado y erecto. A partir de cierta altura ("cruz") emite 2 o 3 ramificaciones (dependiendo de la variedad) y continúa ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaría y Forestal [CENTA], 2019).

### ➤ **Las hojas**

Son simples, alternas, pequeñas, con limbo oval lanceolado de bordes lisos, color verde oscuro, aovadas, enteras. El haz es glabro (liso y suave al tacto), de color verde más o menos intenso (dependiendo de la variedad) y brillante (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal [CENTA], 2019).

### ➤ **Las raíces**

El pimiento dulce tiene una raíz pivotante que luego desarrolla un sistema radicular lateral muy ramificado que puede llegar a alcanzar una profundidad de 90 a 120 cm (dependiendo de la profundidad y textura del suelo), con numerosas raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una longitud comprendida entre 0.50 a 1.0 m (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal [CENTA], 2019).

### ➤ **La flor**

Las flores son actinomorfas, hermafroditas, aparecen solitarias en cada nudo del tallo, con inserción en las axilas de las hojas. Son pequeñas y constan de una corola blanca, el estigma generalmente está a nivel de las anteras, lo que facilita la autopolinización. La polinización es autógama, aunque puede presentarse un porcentaje de alogamia que no supera el 10% (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal [CENTA], 2019).

### ➤ **La semilla**

Las semillas se encuentran adheridas en el centro del fruto insertas en una placenta cónica de disposición central, son redondeadas, ligeramente reniformes, lisas, de color blanco crema a amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5 mm, son ricas en aceite y conservan su poder germinativo durante tres o cuatro años (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal [CENTA], 2019).

## **5.6. Exigencias ecológicas**

### **➤ Temperatura**

Es una planta más exigente en temperatura que el tomate. El pimiento dulce para su desarrollo óptimo necesita una temperatura media diaria de 24°C con rangos de 15 a 30°C. A temperaturas más bajas que las anteriores su crecimiento es limitado y con temperaturas superiores a los 35°C la fructificación es muy débil o nula, sobre todo si el aire es seco (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaría [INTA], 2014) .

### **➤ Suelos**

El pimiento dulce se desarrolla mejor en suelos franco-arenosos, profundos (30 a 40 cm de profundidad), bien drenados, con alto contenido de materia orgánica (3 – 4 %) y calcio. Los valores óptimos de pH oscilan entre 6.0 y 7.0, aunque puede tolerar ciertas condiciones de acidez (hasta un pH de 5.5); en suelos arenosos puede cultivarse con valores de pH próximos a 8. En cuanto al agua de riego el pH óptimo de la misma se encuentra en el rango de 5.5 a 7 (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaría [INTA], 2014).

### **➤ Humedad**

La humedad relativa óptima necesaria para este cultivo oscila entre el 50% y el 70%. Humedad relativa mayor de 70% favorece el desarrollo de enfermedades foliares (causadas principalmente por hongos y bacterias) y dificultan la fecundación. Altas temperaturas y baja humedad relativa pueden ocasionar aborto de flores y frutos recién cuajados (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaría [INTA], 2014).

### **➤ Altura**

El cultivo de pimiento dulce, prospera en muchas latitudes y bajo un amplio rango de suelos y temperaturas. Se adapta muy bien a altitudes de 0 hasta 2,300 msnm, dependiendo de la variedad (Rikolto, 2019).

### ➤ **Luminosidad**

El pimiento dulce es una planta muy exigente a la luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración. En caso de baja luminosidad, el ciclo vegetativo tiende alargarse; en caso contrario, acortarse (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaría [INTA], 2014).

#### • **Fotoperíodo**

Esta planta es de días cortos, es decir, la floración se realiza mejor y es más abundante en los días cortos (diciembre), siempre que la temperatura y los demás factores climáticos sean óptimos. No obstante, debido a la gran diversidad de cultivares existentes en la actualidad, las exigencias fotoperiódicas varían de 12 a 15 horas por día (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaría [INTA], 2014).

### ➤ **Precipitación**

El cultivo requiere precipitaciones pluviales de 600 a 1200 mm bien distribuidos durante el ciclo vegetativo. Lluvias intensas, durante la floración, ocasionan la caída de flor por el golpe del agua y mal desarrollo de frutos, y durante el período de maduración ocasionan daños físicos que inducen a la pudrición de éstos. El exceso de agua puede inducir al desarrollo de enfermedades fungosas en los tejidos de la planta (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaría [INTA], 2014).

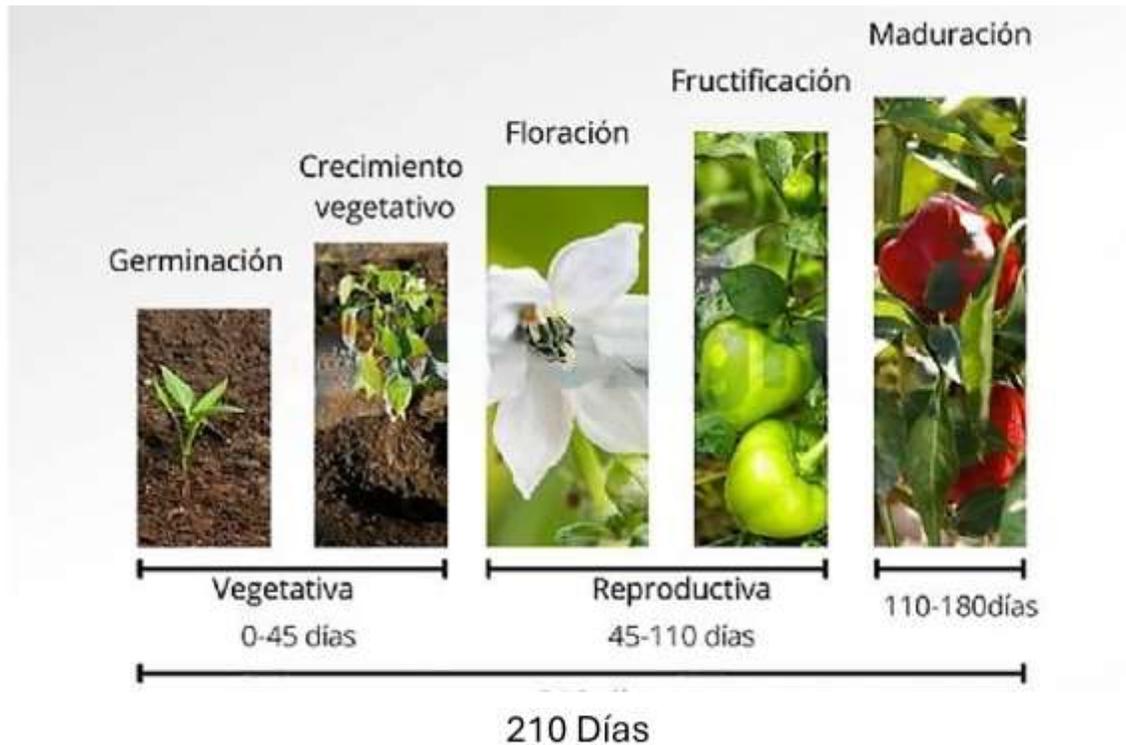
### ➤ **Agua/Riego**

El suelo debe presentar una lámina de agua total entre 900 y 1,200 mm para el ciclo del cultivo, desde el trasplante hasta el último corte comercial. En general, las plantas absorben el agua por las raíces junto con los nutrientes minerales disueltos en ella (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaría [INTA], 2014).

### 5.7. Manejo agronómico del cultivo

El manejo agronómico, a través del conjunto de actividades o labores, tiene como objetivo brindar al cultivo las mejores condiciones de desarrollo y crecimiento con el fin de acercarse al potencial de rendimiento del cultivo y obtener los mejores resultados de rentabilidad (Chile, 2016).

**Figura 1. Fase fenológica del pimiento dulce**



Fuente: InfoAgro, 2005

Requiere que el suelo tenga unas determinadas condiciones de humedad y temperatura, y que haya sido preparado para poder recibir a la semilla (esponjado y abonado) (Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria [CENIDA], 2004).

➤ **Método de siembra indirecta o por trasplante**

- Producción de plántulas

Sembrar primero en semilleros, en vez de siembra directa en el terreno, es una práctica cultural muy útil para tener éxito en el cultivo de pimiento dulce. Se recomienda iniciar la preparación de los semilleros de 20 a 30 días antes de la siembra (Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria [CENIDA], 2004).

La etapa de plántula dura aproximadamente entre 31 y 50 días, hasta que tenga una altura entre 15 y 20 cm. La semilla de pimiento dulce puede tardar de 7 a 12 días en germinar, se sugiere dejar las bandejas recién sembradas en plena oscuridad y embebidas en agua durante 3 días para estimular la germinación (Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria [CENIDA], 2004).

- Trasplante

Debe realizarse cuando las plántulas tengan de cuatro a cinco hojas (aproximadamente de 15 a 20 cm de altura), lo cual ocurre entre los 31 a 50 días (Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria [CENIDA], 2004).

El trasplante debe realizarse en horas tempranas o por la tarde. Para realizar esta actividad se hacen agujeros u hoyos en el suelo, éstos deben ser adecuados para colocar o acomodar el sistema radicular, el cual debe quedar de forma perpendicular al fondo del hoyo o agujero (Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria [CENIDA], 2004).

**Figura 2. Plántula de pimiento dulce**



Fuente: CENIDA, 2004

**Tabla 2. Distancias y épocas de siembra del cultivo de pimiento dulce**

Distancia de siembra (cm)		Almácigos	Trasplante	Cosecha	Zona geográfica
entre planta	entre surco				
40-50	100-120	Abril/Mayo	Junio	Agosto/Septiembre	Valle de Sébaco,
		Agosto	Septiembre/Octubre	Noviembre/Enero	Matagalpa,
		1er riego: a finales de Octubre	Noviembre/Diciembre	Marzo/Abril	Estelí,
		2do riego: Diciembre/Enero	Enero/Febrero	Abril/Mayo	Jinotega,
					Masaya,
					León,
					Managua

**Fuente:** (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal [CENTA], 2019)

## 5.8. Fertilización

### ➤ Análisis de suelo

Es importante efectuar un análisis de suelo donde se va a sembrar el cultivo, con el objetivo de determinar el contenido de nutrientes que el suelo aportará a la planta y el faltante será aplicado con las diferentes fórmulas que venden en el mercado (GUIAGRO, 2022).

## 5.9. Variedades

### • Selección de variedades

Las variedades de pimiento dulce más cultivadas en el país son la criolla de tres cantos y la criolla de cocina, aunque también se cultivan en pequeña escala las variedades para relleno tales como: California wonder y Yolo wonder. Otras variedades presentes en el país son cantora y agronómico (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria [INTA], 2014).

**Tabla 3. Variedades establecidas en Nicaragua**

<b>Características</b>	Tres cantos	Agronómico	Yolo wonder	Tropical Irazú
<b>Tipo de crecimiento</b>	Determinado	Determinado	Determinado	Determinado
<b>Adaptación/Altura msnm</b>	0-2300	0-2300	0-2300	400-2300
<b>Tolerancia</b>	Susceptible TMV	Fusarium, TMV	TMV	TMV, PRY, TEV
<b>Tipo de fruto: Forma y color</b>	Cónica, verde	Cónica, verde y alargado	Campana, verde oscuro	Cónica, verde oscuro
<b>Tamaño (Largo por ancho en cm)</b>	8-10x5-8	8-10x5-8	9-10x4-7	10x5
<b>Ciclo vegetativo (días siembra a cosecha)</b>	90-100	110-120	75-100	90-95
<b>Rendimiento (t/h)</b>	16-20	16-25	14-20	18-24

**Fuente:** (Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria [CENIDA], 2004)

## **5.10. Insumos**

### **5.10.1. Botánicos**

Un producto botánico es una planta o parte de una planta valorada por sus propiedades medicinales o terapéuticas, su sabor y/o su aroma. Entre los agricultores circulan infinidad de recetas sobre insecticidas botánicos, usando diversas partes de la planta y mezclas de plantas (Instituto para la economía Social [IPES], 2010).

### **5.10.2. Biopreparado orgánico**

Se trata de productos y materiales de uso agropecuario hechos con ingredientes biodegradables que son inofensivos para los animales, las personas y el medio ambiente. Cuando estos insumos orgánicos se utilizan junto a buenas prácticas de cultivo el resultado son alimentos con un alto valor saludable (Yáñez, 2022).

### 5.10.3 Químico

Estos productos también conocidos como fitosanitarios o plaguicidas son insumos que previenen, repelen o controlan cualquier plaga de origen animal o vegetal durante la producción, almacenamiento, transporte y distribución de productos agrícolas (CropLife Latin America, 2022).

### 5.11. Categorías de plagas que afectan al cultivo de pimiento dulce

- **Plagas claves:** son aquellas especies de insectos que campaña tras campaña están presentes en poblaciones altas, ocasionando daños económicos a los cultivos (Cañedo, Alfaro, & Kroschel, 2011).
- **Plagas ocasionales:** son aquellas especies de insectos que se presentan en poblaciones altas en ciertas épocas o años, mientras que en otros periodos carecen de importancia económica (Cañedo, Alfaro, & Kroschel, 2011).
- **Plagas potenciales:** son aquellas especies de insectos que se encuentran en bajas poblaciones en los campos de cultivo debido a factores bióticos (enemigos naturales) y abióticos (temperatura, humedad, precipitación) (Cañedo, Alfaro, & Kroschel, 2011).
- **Plagas migrantes:** son aquellas especies de insectos no residentes en los campos cultivados y que pueden llegar periódicamente debido a sus hábitos migratorios, causando severos daños (Cañedo, Alfaro, & Kroschel, 2011).
- **Plaga directa:** aquellas poblaciones de insectos que atacan los órganos de las plantas que van a ser cosechadas (Cañedo, Alfaro, & Kroschel, 2011).
- **Plaga indirecta:** cuando dañan órganos que no van a ser cosechados (Cañedo, Alfaro, & Kroschel, 2011).

## 5.12. Principales enfermedades del cultivo de pimiento dulce

### ➤ **Podredumbre blanca (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary)**

Es un hongo polífago que ataca a la mayoría de las especies hortícola cultivadas. En plántulas produce Damping-off. En planta produce una podredumbre blanda (no desprende mal olor) acuosa al principio que posteriormente se seca más o menos según la succulencia de los tejidos afectados, cubriéndose de un abundante micelio algodonoso blanco, observándose la presencia de numerosos esclerocios, blancos al principio y negros más tarde (Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria [CENIDA], 2004).

### ➤ **Marchitez fungosa (*Phytophthora capsici* Leonina)**

Este hongo, se caracteriza por ocasionar daños en cualquier parte de la planta, en los diferentes estados fenológicos de éstas. El ataque puede ser distinto, dependiendo de diversos factores, como son: las condiciones climáticas, cantidad de inóculos, variedad, suelo y estado vegetativo del cultivo (Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria [CENIDA], 2004).

### ➤ **Mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*)**

El principal daño de la enfermedad es la excesiva defoliación y el manchado de los frutos que afecta la calidad comercial de éstos.

Los síntomas en las hojas son manchas húmedas circulares, oscuras, traslucidas, de menos de tres mm, de diámetro, las que se vuelven angulares y de color pardo, con márgenes amarillos y posteriormente apergaminados. En el tallo se forman pústulas negras o pardas y elevadas (Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria [CENIDA], 2004).

### ➤ **Podredumbre blanda (*Erwinia carotovora* pv. *carotovora* (Jones) Bergey et al.)**

Es una bacteria polífaga que ataca a la mayoría de las especies hortícolas. Penetra por heridas e invade tejidos medulares, provocando generalmente, podredumbres acuosas y blandas que suelen desprender olor fétido. Externamente en el tallo

aparecen manchas negruzcas y húmedas. En general la planta suele morir (Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria [CENIDA], 2004).

➤ **Necrosis**

La necrosis es una enfermedad que afecta a diferentes tipos de plantas, y cuya aparición puede ser causada por diversos factores, como el exceso o la falta de agua, la exposición a temperaturas extremas, la presencia de plagas y enfermedades, entre otros (Como Sembrar, 2022).

➤ **Rhizoctonia sp**

Rhizoctonia es un hongo transmitido por el suelo que se encuentra de forma natural en el suelo de los campos agrícolas, jardines, etc. La rhizoctonia crece junto a la superficie superior del sustrato, así que comúnmente ataca el tallo de la planta en el nivel del suelo. Por lo general, los tallos se descomponen rápidamente, comienza con la formación de lesiones marrones y marrones rojizas que aumentan, lo que produce canchales hundidos cerca del nivel del suelo (PRO MIX, 2023).

➤ **Agallas**

Las agallas son crecimientos irregulares del tejido de la raíz inducidos por la alimentación de los nemátodos y tienden a ser más grandes cuando ocurren múltiples infecciones. Las agallas causadas por diferentes especies de nemátodos agalladores pueden ser similares en apariencia (BAYER Vegetables, s.f.).

### **5.13. Trampas**

Las trampas para el control de plagas se pueden distinguir por su función en trampas para el monitoreo, o para la captura masiva. En el primer caso, las trampas permiten detectar tempranamente la presencia de determinadas especies de plagas en las zonas de cultivo (FuturCrop, 2021).

#### **5.14. Claves dicotómicas**

Las claves dicotómicas son herramientas de identificación taxonómica que utilizan, principalmente, las características morfológicas de los organismos. En el caso de claves para identificación de insectos, constan de un conjunto de descripciones breves del insecto, que permiten identificar el taxón al que pertenecen mediante sucesivas opciones presentadas de dos en dos, de manera que en cada paso se elige una (la que coincide con las características del insecto que se pretende identificar) (Jiménez Martínez & Rodríguez Flores, Órdenes de insectos de importancia agrícola en Nicaragua, 2019).

#### **5.15. Programa estadístico R**

R es un lenguaje de programación con software libre, que a su vez es un tipo de lenguaje interpretado. Es decir, los comandos o instrucciones son ejecutados directamente sin ningún tipo de software externo o compilación de datos de lenguaje de máquina. Este tipo de lenguaje en R consiste en la planificación o creación de programas, aplicaciones o herramientas de medición estadística y gráfica (Santaella, 2022).

## **VI. Hipótesis**

### **6.1. Hipótesis de Investigación (HI)**

El uso de los productos químicos, biopreparados orgánicos y botánicos presentan el mismo efecto sobre el control de insecto plagas del suelo en el cultivo de pimiento dulce.

### **6.2. Hipótesis Nula (HN)**

El uso de los productos químicos, biopreparados orgánicos y botánicos no presentan ningún efecto sobre el control de insecto plagas del suelo en el cultivo de pimiento dulce.

### **6.3. Hipótesis Alternativa (HA)**

Al menos dos de los productos utilizados presenta mayor efecto sobre el control de insecto plagas del suelo en el cultivo de pimiento dulce.

## **VII. Diseño Metodológico**

### **7.1. Tipo de Investigación**

#### **7.1.1. Según el enfoque de la Investigación**

El trabajo tiene un enfoque mixto, ya que este modelo representa un alto grado de integración o combinación entre los enfoques cuantitativo y cualitativo.

En este proceso se recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio para la evaluación de alternativas químicas, orgánicas y botánicas en la etapa vegetativa del pimiento dulce en el control de insectos del suelo en la finca agrícola experimental FAE-UNI.

#### **7.1.2. Según el alcance de los resultados**

La investigación es experimental, ya que se están haciendo pruebas en condiciones controladas con el fin de determinar que alternativas de control de plagas del suelo actuaran y cuales presentan mejores resultados.

#### **7.1.3. Según el tiempo de ocurrencia.**

Según el tiempo de ocurrencia es prospectivo, tomando en cuenta que es un trabajo que se ha realizado durante el proceso desde el establecimiento del semillero hasta el final de la primera etapa vegetativa del cultivo de pimiento dulce. Donde se compara el resultado final de las diferentes alternativas, lo cuales es una estrategia para controlar las plagas del suelo.

#### **7.1.4. Según el periodo que se realiza el estudio**

Según el periodo en que se realizó el estudio es longitudinal, se tomaron datos de las diferentes alternativas para el control de las plagas del suelo durante la primera etapa vegetativa del cultivo de pimiento dulce.

### 7.1.5. Ubicación del estudio

El proyecto de investigación se llevó a cabo en la Finca Agrícola Experimental (FAE), la cual está localizada en la comunidad Santa Clara, en la comarca Las Flores, departamento de Masaya. Esta área se encuentra en las coordenadas 12° 00'42.15" N, 85°59'53.96" O, a una altura entre 40 y 60 msnm. Como acceso a localidad del área de estudio tiene de la rotonda Las Flores, carretera a la comunidad La Bolsa, Masaya tiene como limitaciones: al norte y oeste Managua, al este Granada y al sur Carazo.

**Figura 3. Macrolocalización**



Fuente: Propia

**Figura 4. Microlocalización**



Fuente: Google earth pro

## **7.2. Identificación de la familia y orden de los insectos plagas del suelo asociado al cultivo de pimiento dulce a través del uso de claves dicotómicas.**

Se realizó un muestreo contemplando profundidades entre 10 y 20 cm en cada cuadrícula, las cuales contenían los productos de control químico, biopreparado orgánico y botánico; una vez obtenidas las muestras estas fueron pasadas por un tamiz número 10 de 2 mm para determinar la presencia de insectos del suelo.

Luego se colocaron al azar trampas rastreras en cada una de las cuadrícula al ras del suelo, las cuales contenían en su interior agua y detergente, esta mezcla hace que los insectos se intoxiquen y mueran, lo que facilitó la recolección de la macrofauna del suelo.

Posteriormente se llevaron al laboratorio para hacer uso del microscopio y determinar la familia y el orden al que pertenecen, identificando el tipo de alas, patas, antenas, aparato bucal y/o demás características haciendo uso de las claves dicotómicas.

### **7.3. Determinación del porcentaje de la incidencia de insectos plagas y su afectación en el sistema radicular.**

En una parcela de 435 m<sup>2</sup>, se utilizó el método de las cuadrículas donde éstas se dividieron en: tres químicas, tres biopreparados orgánicos, tres botánicas y tres testigos, en las que se aplicaron productos específicos con respecto al tratamiento, para determinar la efectividad de control en la incidencia de plagas del suelo.

Así mismo las trampas rastreras se utilizaron como método auxiliar para registrar la incidencia y la disminución de plagas en el suelo, esto sirvió para observar que alternativa obtuvo mejores resultados.

De las 12 cuadrículas en las que se estableció el estudio, se extrajeron 20 plantas al azar de pimiento dulce, posteriormente estas se llevaron al laboratorio, en donde con ayuda de una lupa se examinó el sistema radicular con la intención de observar el tipo de afectación causado por las plagas del suelo. Este resultado fue registrado en una base de datos utilizando una hoja de Excel para su posterior análisis.

### **7.4. Comparación del efecto de alternativas químicas, biopreparado orgánicas y botánicas para el control de plagas del suelo.**

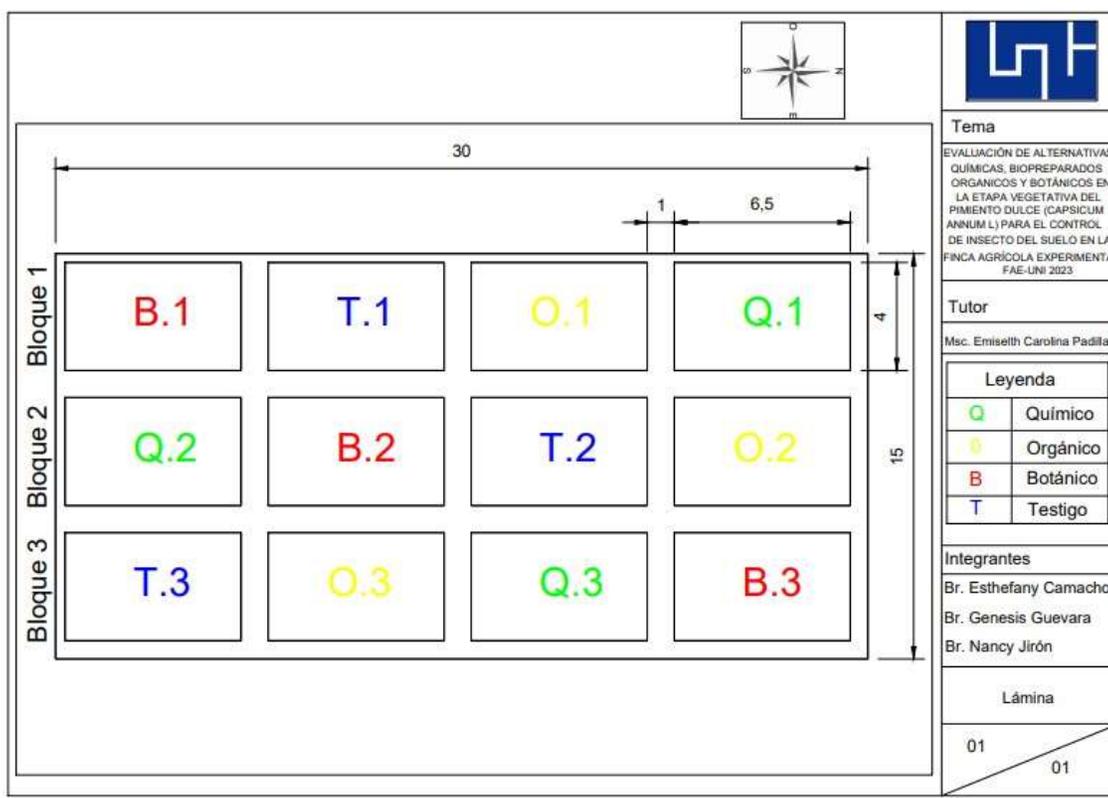
Para realizar la comparación se efectuó un análisis de varianza, inicialmente se colocaron los resultados en una base de datos, para luego buscar el diseño experimental que más se ajuste al estudio.

El diseño experimental fue un bloque completo al azar (BCA) con tres repeticiones y cuatro tratamientos, incluyendo el testigo. Cada tratamiento se conformó por dos surcos de 6.5 m de longitud y 4 m de ancho para un total de 38 plantas por cuadrícula. Las distancias de siembra entre surco fueron de 1 m y 0.30 m entre planta, para un total de 114 plantas por tratamiento.

La distribución del experimento (BCA), permitió detectar si alguna de las alternativas químicas, biopreparados orgánico y botánica presentó algún efecto, o si no hubo un cambio significativo sobre el control de plagas del suelo.

Así mismo se realizó una separación de medias para determinar cuál de las alternativas químicas (Allectus®), biopreparados orgánicos (compuesto de M5 y caldo de cenizas) y botánicos (combinación de productos naturales: ajo, cebolla, eucalipto y guanábana) presentó un mejor control de plagas del suelo en la primera fase de cultivo de pimiento dulce.

**Figura 5. Distribución de tratamientos por cuadrícula**



Fuente: Propia

### **7.5. Establecimiento de presupuesto de los gastos de inversión de cada tratamiento, a través de la herramienta Excel.**

Se determinó los costos de inversión de cada tratamiento basados en los estándares de precios internos de insumos e implementos cotizados en las empresas proveedoras y se llevó a cabo un registro exhaustivo de todos los gastos a los que se recurrió en la aplicación de cada producto en el cultivo de pimiento dulce.

### **7.6. Análisis de datos.**

Una vez recolectados los datos, se procedió al análisis del experimento a través de la elaboración de la base de datos en hojas electrónicas en el software Excel, posteriormente los datos se analizaron empleando modelos lineales con distribución de Poisson.

Se realizó un análisis de varianza ANDEVA, utilizando el software estadístico R, posteriormente se efectuaron comparaciones de medias para determinar si existe significancia entre las variables bajo estudio, siendo así, se utilizó la prueba de TUKEY con un nivel de significancia del 5% ( $P \leq 0.05$ ).

## VIII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 8.1. Identificación de la familia y orden de insectos plagas en el suelo asociado al cultivo de pimiento dulce.

A continuación, se presenta la identificación de las familias y ordenes de insectos plagas del suelo encontradas en el cultivo de pimiento dulce.

En 2019, Jiménez Martínez, Cardoza González y Roque García J. realizaron un estudio sobre el Análisis socioeconómico y fitosanitario de fincas de producción de chiltoma en Tisma, Masaya, donde se muestran los principales insectos y ácaros plagas presentes en el cultivo, entre ellos los ácaros (*Polyphagotarsonemus latus*) presentes en un 100 % de las unidades productivas, seguido de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) con presencia en el 95 % y el 80 % de los productores reportaron minadores (*Phyllocnistis citrella*), detectándose con menor presencia *Spodoptera* spp y gallina ciega (*Phyllophaga* spp) con un 55 %.

Según el presente estudio, al llevarse a cabo el muestreo, recolección en toda la parcela y efectuar la identificación de insectos en laboratorio, se encontró la presencia de 3,557 individuos correspondientes a 9 órdenes y 17 familias, superando la presencia de insectos plagas en comparación a los resultados presentados en 2018 y 2019, debido a los incremento en las temperaturas y precipitaciones esporádicas que se dieron en la zona, así mismo se observó mayor diversidad de cultivos, manejo agronómico y fitosanitario inadecuado del suelo.

- La Orden Hemíptera presento un total de 1,916 insectos, los cuales se dividen en cuatro familias: Pseudococcidae con 1898 individuos, seguido Lygaeidae con 13 individuos, Cicadellidae con 4 individuos y, por último, Cercopoidae con 1 individuo.

**Figura 6.Orden Hemíptera**



**Fuente: Propia**

En la figura 6, se pueden observar los insectos que pertenecen a la orden Hemíptera.

El piojo harinoso (*Planococcus citri*, fig. 6 a), presenta un par de antenas largas, poseen un aparato bucal chupador, su cuerpo está cubierto con una capa más gruesa de cera, su longitud es 2.8 mm, estas características pertenecen a la familia *Pseudococcidae*.

El chinche (*Oncopeltus cingulifer*, fig. 6 b), se caracteriza por el cuerpo alargado u ovalado, entre 7-9mm de longitud, la cabeza es corta con un pico, antenas de 4 segmento y presentan ojos compuestos, los hemiólitros se caracterizan por tener la membrana grande, presenta solamente 5 venas visibles y el clavo alargado, este insecto pertenece a la familia *Lygaeidae*.

La salta hojas verdes (*Empoasca vitis*, fig. 6 c), son de cuerpo alargado generalmente delgado, antenas cetáceas cortas que nacen entre los ojos al frente de la cabeza, la cabeza proyecta frontalmente y tienden a caminar de lado, tres pares de patas. Esta pertenece a la familia *Cicadellidae*.

La chicharrita (*Cercopoidea*, fig. 6 d), posee piezas bucales en forma de rostro picador-chupador, un par de ojos compuesto, un par de antenas compuesto por tres segmentos, las alas de estos insectos tienen una porción basal coriácea y una porción apical membranosa (hemiélitros), estas características pertenecen a la familia *Cercopidae*.

- La Orden Hymenoptera presenta un total de 910 de insectos, en esta orden se encontró solo la familia *formicidae*.

#### **Figura 7. Orden Hymenoptera**



**Fuente: Serviplag.com**

En la figura 7, se muestra al insecto que pertenece a la orden Formicidae.

En este orden está la hormiga (*Lasius*, Fig. 7), presenta ojos compuestos, un par de antenas geniculadas con siete o doce artejos, el aparato bucal es masticador, su tamaño es de 3-5 mm, tres pares de patas con vello, tiene un adelgazamiento en la base del abdomen, cuerpo segmentado en tres partes y con velocidad. Pertenecen a la familia *Formicidae*.

- La orden Homóptera se presenta un total de 194 insectos, en esta orden se encontró la familia aleyoridae

**Figura 8. Orden Homóptera**



**Fuente: Comité nacional sistema-producto**

En la figura 8, se observa al insecto, que pertenece a la orden Homóptera.

La mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Fig. 8), poseen un aparato bucal picador chupador, miden entre unos 7mm, tienen antenas filiformes con siete segmentos, ojos bien desarrollados y generalmente rojos, tienen 4 alas membranosa a veces un poco endurecida, 3 pares de patas con vello. Pertenece a la familia *Aleyrodidae*.

- En la orden Spirostreotida se encontró una familia spirostreptidae con un total de 182 insectos.

**Figura 9. Orden Spirostreotida**



**Fuente: Propia**

La figura 9, se observa al insecto, que pertenece a la orden Spirostreotida.

El milpiés (*Orthoporus ornatus*, fig.9), está dividido en cabeza y cuerpo, el cuerpo es cilíndrico y está formado de anillos unidos uno al otro por una parte membranosa, dando la apariencia de estar fusionados con excepción de algunos de los extremos del cuerpo; su aparato bucal está formado por un par de mandíbulas y es masticador, tiene un par de antenas de ocho artejos, posee ojos simples. Pertenece a la familia *Spirostreptidae*.

- La orden Coleóptera presenta un total de 176 insectos, los cuales se dividen en cuatro familias: Chysomelidae con 91 individuos, Scarabaeidae con 56 individuos, seguido Curcolionidae con 15 individuo, y, por último, Elateridae con 14 individuos.

**Figura 10. Orden Coleóptera**



Fuente: Propia

En la figura 10, se observan los distintos insectos que conforman la orden Coleóptera. Encontramos distintos insectos con diferentes características morfológicas.

La pulga saltona (*Epitrix cucumeris*, fig. 10 f), la vaquita del frijol (*Diabrotica*, fig. 10 g) y el escarabajo (*crisomélido*, fig 10 h): Poseen un par de antenas filiforme, un par ojos compuestos, el aparato bucal es masticador, su primer par de alas son endurecidas (élitros) que protegen al segundo par que es membranoso, presenta 3 pares de patas cortas con vellos. Estas características pertenecen a la familia *Chrysomelidae*.

La gallina ciega adulta (*Phyllophaga sp*, fig. 10 a). El escarabajo (*Cyclocephala borealis*, fig. 10 b), el escarabajo (*Melinopterus prodomus*, fig. 10 c), el escarabajo (*Anómala cinta*, fig. 10 d): Tienen un par de antenas con 8 a 11 segmentaciones su forma es lameadas delgadas o acodadas, la cabeza es ancha y corta, un par ojos mediano no visible, el aparato bucal es masticador, el primer par de alas es duro(élitros), son convexo y el segundo par es membranoso, cuenta con 3 pares de patas son aptas para cavar. Esta característica pertenece a la familia *Scarabaeidae*.

El picudo (*Rhynchophorus ferrugineus*, fig. 10 i), poseen una cabeza más o menos esférica, prolongándose en un pico que lleva en el extremo el aparato bucal, su par de antenas son acodadas, un par de ojos compuestos, un par de alas élitros y otro par membranosas, tiene 3 pares de patas. Estas características son de la familia *Curculionidae*.

Escarabajo (*Olotelus sp*, fig. 10 e), poseen un cuerpo alargado, más o menos aplanado y cubiertos de escamas o pelos, tiene un par de antenas pueden ser aserradas, el aparato bucal es masticador, cuenta con dos pares de alas un par endurecida y otra membranosa, posee 3 pares de patas saltadoras. Este coleóptero pertenece a la familia *Elateridae*.

- En la orden Orthoptera se encontró la familia Gryllidae con un total de 133 insectos.

**Figura 11.Orden Orthoptera**



**Fuente: Propia**

En la figura 11, se observa el insecto que pertenece a la familia Orthoptera.

En la orden Ortóptera se encuentra el grillo (*Acheta domesticus*, fig. 11), tienen cuerpos cilíndricos aplanado por el dorso, tienen antenas largas y filiformes, tarso de tres segmentos, un aparato bucal masticador, ojos compuestos, además presentan un primer par de alas engrosadas y duras (tegminas), alas traseras membranosas, con muchas venas y dobladas bajo las alas delanteras; tres pares de patas. Pertenece a la familia *Gryllidae*.

- En la orden Tetranychidae se encontró la familia Trombidiforme con un total de 20 insectos.

**Figura 12. Orden Tetranychidae**



**Fuente: Propia**

Se muestra en la figura 12, el insecto que pertenece a la familia Tetranychidae.

La araña roja (*Tetranychus urticae*, Fig. 12) posee ocho patas, presenta dos pares de ojos laterales, su cuerpo es de forma ovalada, mide alrededor de 0.5 mm, tiene un aparato bucal chupador en forma estilete. Según la descripción forma parte de la familia *Trombidiforme*.

- La orden Lepidóptera presenta un total de 14 insectos, los cuales se dividen en tres familias: Nymphalidae con 11 individuos, seguido Noctuidae con 2 individuos, y, por último, Erebidae con 1 individuo.

**Figura 13. Orden Lepidóptera**



Fuente: Propia

En la figura 13 se observa los insectos que pertenece a la orden lepidóptera.

La pasionaria mexicana (*Dione moneta*, Figura 13, d), oruga frillaria (*Eutoieta claudia*, fig.13 e), tienen las siguientes características: cabeza cónica, generalmente con espinas en la cabeza y en el cuerpo, ojos ausentes. Pertenecen a la familia *Nymphalidae*.

El gusano cortador (*Spodoptera eridania*, fig.13 b) y el gusano cuerudo (*Spodoptera ornithogalli*, fig. 13 c), presentan una cabeza bien desarrollada y esclerotizada, ojos ausentes, no presenta apéndice, espinas o largo pelo, poseen croquetas uniordinales arregladas en mesoserias. Esta pertenece a la familia *Noctuidae*.

La gata peluda (*Spilosoma virginica*, fig. 13 a), mide de 40 a 47 mm de largo, su aparato bucal es de tonos ámbar y el resto es de color negro brillante, presenta una cabeza bien desarrollada y un cuerpo alargado con mucho vello, ojos ausentes, antenas cetáceas cortas. Dadas sus características este insecto pertenece a la familia *Erebidae*.

- La orden Dermáptera se encontró la familia *Forficulidae* con un total de 12 insectos. A través de las claves dicotómicas fueron identificados las familias y órdenes de cada uno de los insectos plagas encontrados en la zona de estudio.

**Figura 14. Orden Dermáptera**



**Fuente: Propia**

En la figura 14, se muestra al insecto que pertenece a la orden Dermáptera.

La tijereta (*Forficula auricularia*, fig 14), es un insecto encontrado en el área de estudio. Se observó que posee un par de antenas con doce a dieciséis segmentos, su aparato bucal es masticador, cuenta con dos pares de alas: un par denominada tegminas, esta es corta y el otro par es membranosas, tiene 3 pares de patas y un par de cercos. Partiendo de este análisis y haciendo uso de las claves dicotómicas se pudo determinar la familia a la que pertenece dicho insecto, la familia *Forficulidae*.

## 8.2. Determinar el porcentaje de la incidencia de los insectos plagas de las plantas de pimiento dulce según el tipo de afectación en el sistema radicular

En la figura 15, se muestran los tipos de afectaciones radiculares encontrados en las plantas seleccionadas al azar en el cultivo de pimiento dulce.

**Figura 15. Tipo de afectaciones radiculares**

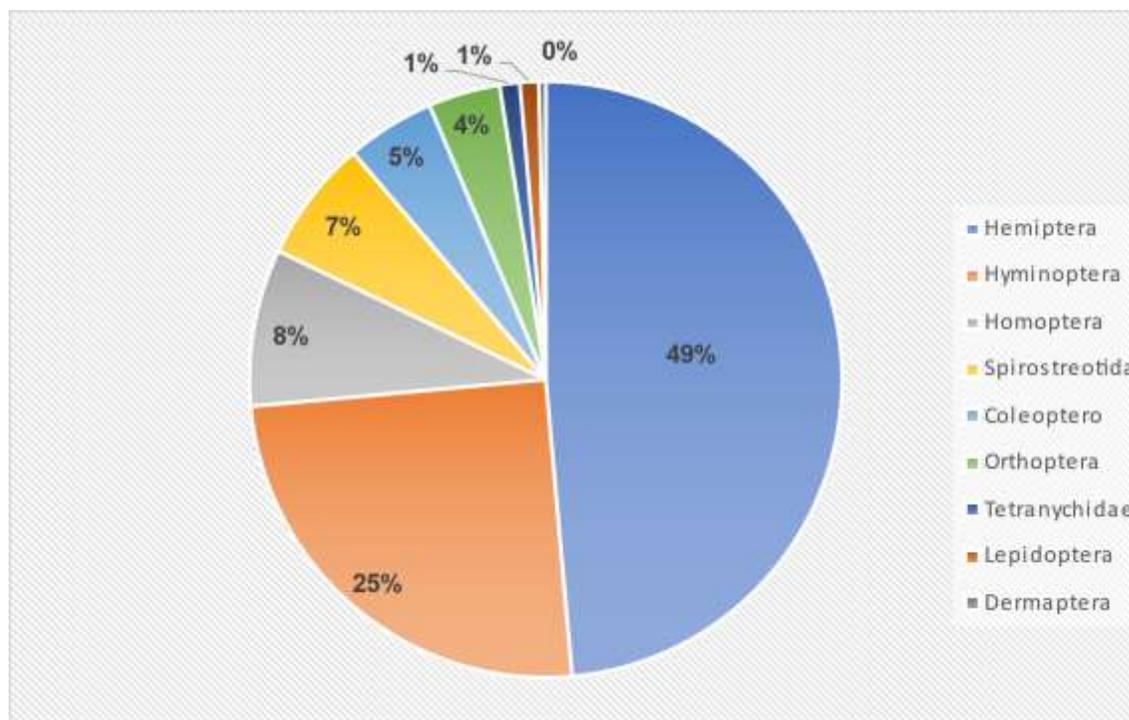


**Fuente: Propia**

La figura 15, muestra cómo se realizó la identificación de las afectaciones del sistema radicular a través de lupa (Fig. 15 a); una planta con *Rhizotocnia* sp (Fig.15 b); una planta con agalla encontrada en raíz principal (Fig. 15 c); se observa una planta con raíz principal corta (Fig. 15 d); planta con necrosis en tallo (Fig. 15 e), una planta con presencia de agallas en raíces secundarias (Fig. 15 f); planta con necrosis localizada en raíces secundarias (Fig. 15 g) y una planta que presenta necrosis en raíz principal (Fig. 15 h).

En la figura 16, se presenta el porcentaje de incidencia de insectos plagas del suelo según el orden de los insectos encontrados en el área de estudio.

**Figura 16. Porcentaje de incidencia de los órdenes de insecto encontrados en el cultivo de pimiento dulce**

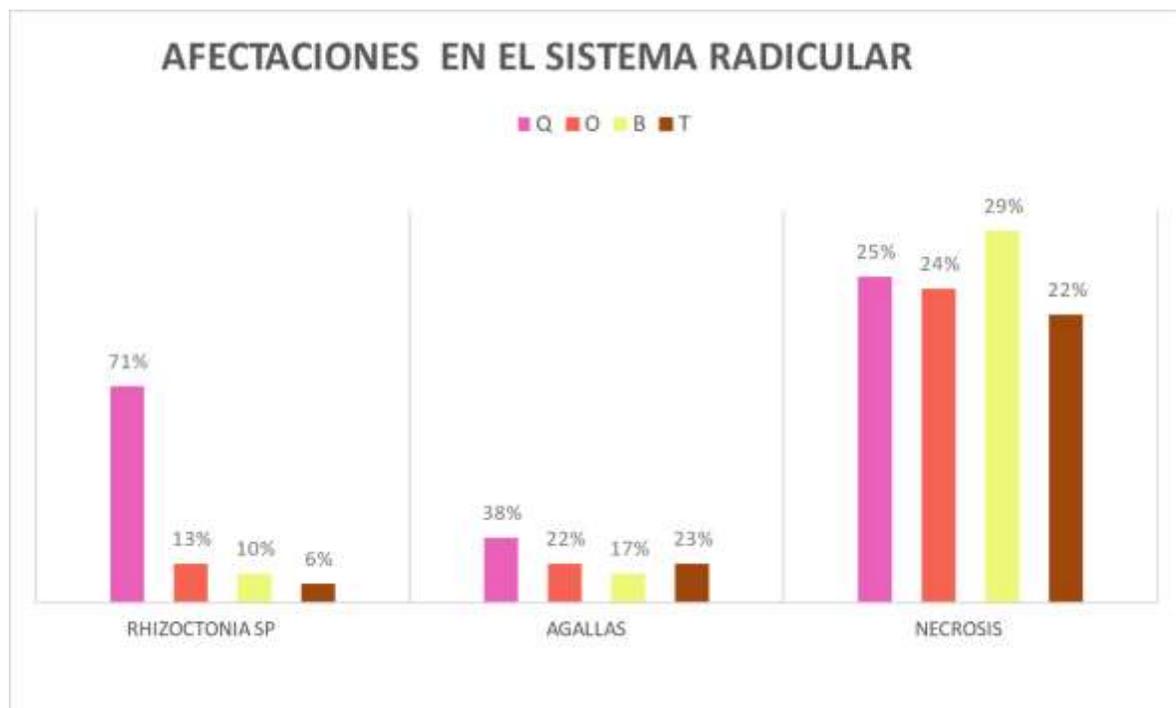


Fuente: Propia

La figura 16, muestra que el orden Hemíptera fue la que tuvo mayor incidencia en el cultivo en un 49%, seguido del orden Hyminoptera con un 25%, el orden Homóptera con un 8%, el orden Spirostreotida con un 7%, el orden de los Coleópteros con un 5%, el orden Orthoptera con 4%, las ordenes Tetranychidae y Lepidóptera con un 1% y, por último, el orden Dermáptera con 0% de incidencia en el cultivo de pimiento dulce.

En la figura 17, se presentan las diferentes enfermedades y el porcentaje de incidencia en el sistema radicular del cultivo de pimiento dulce.

**Figura 17. Afectación del sistema radicular en las distintas alternativas**



**Fuente: Propia**

En la figura 17, se observa que la necrosis presenta los porcentajes más altos en la afectación del sistema radicular del pimiento dulce en todos los tratamientos utilizados en el estudio, indicando que el tratamiento botánico se vio afectado en un 29%; Cabe mencionar que en este tratamiento botánico se encuentra mayor incidencia de ciertos insectos, tales como el piojo harinoso, chicharrita y Salta hojas que pertenecen al orden Hemíptera, dichos insectos son los responsables de succionar la savia de las raíces provocando la pérdida de nutrientes y debilitando la planta.

En el caso del piojo harinoso, además de atacar las raíces, provoca que sean susceptibles a enfermedades fungosas, ya que, al alimentarse de la savia de las raíces, transmite un virus o excreta ligamaza (líquido azucarado) que funciona como un medio para el establecimiento de hongos.

En el tratamiento químico se observa que la afectación de necrosis fue de un 25%, el tratamiento biopreparado orgánico en un 24% y el testigo en un 22%. Cabe mencionar que de esta enfermedad se derivan otras afectaciones como la presencia de pocas raíces, raíces débiles, raíz principal corta o inexistente (Para más información ver Anexo 2. Figura 21, pág. ii).

Así mismo se encontró la presencia de *Rhizotocnia* spp, presentando un porcentaje de afectación en el sistema radicular de un 71% en el tratamiento químico, este es un hongo transmitido por el suelo de forma natural.

En el caso del biopreparados orgánico se observa el 13% y para el botánico 10% respectivamente, esto debido a que los componentes utilizados en la preparación de estos tratamientos poseen propiedades fungicidas que ayudan a disminuir el efecto de los hongos que provocan dicha afectación.

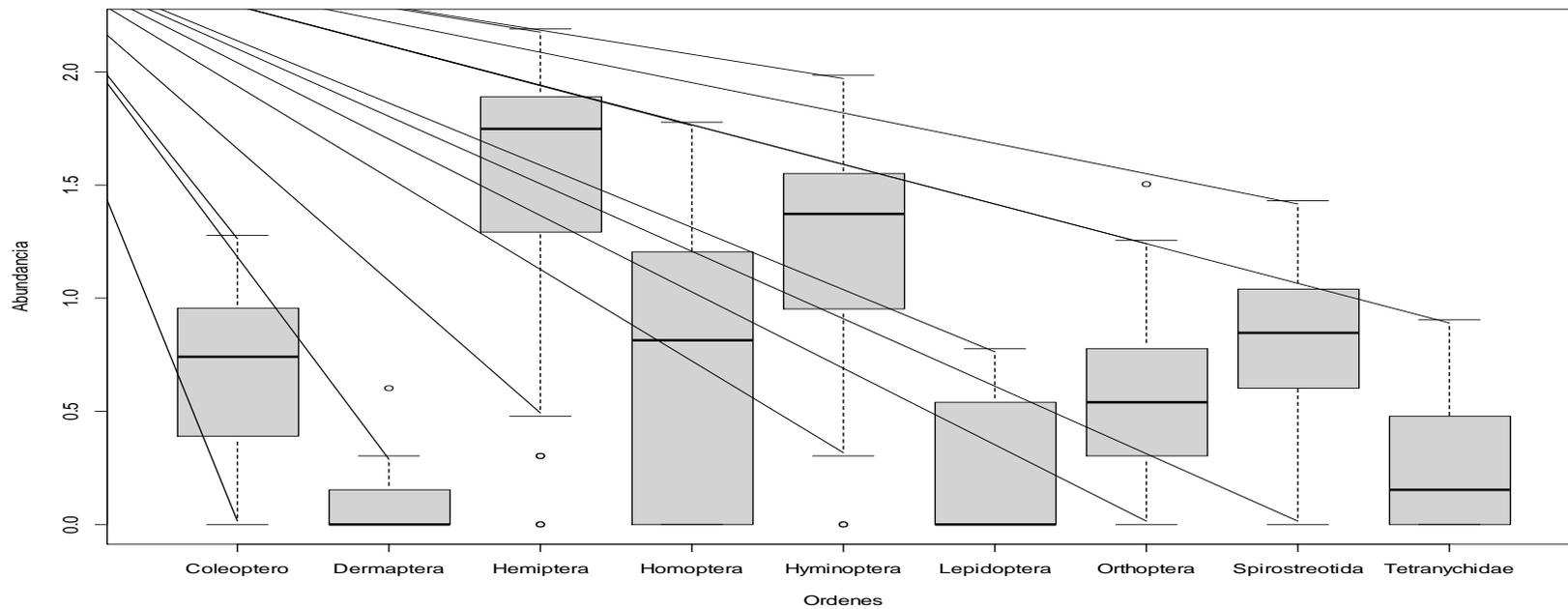
El incremento en el tratamiento químico en comparación a los demás tratamientos se debe a que el producto utilizado funciona meramente para el control de insectos, por lo que no administra ninguna protección ante hongos (Para más información ver Anexo 2. Figura 22, pág. ii).

También se observa la presencia de agallas mayormente en el tratamiento químico con un porcentaje de incidencia del 38%, en el testigo con un 23%, en el biopreparado orgánico con un 22% y en botánico con un 17% de afectación en el sistema radicular. Esta enfermedad provoca deficiencias de nutrientes que reducen el sistema radicular, protuberancias o deformaciones en las raíces, que son causadas por la presencia de distintas especies de nemátodos en el suelo (Para más información ver Anexo 2. Figura 23, pág. iii).

### 8.3. Comparar el efecto de alternativas químicas, biopreparados orgánicos y botánicas sobre el control de insectos plagas del suelo en el cultivo de pimiento dulce

Para comparar el efecto de las alternativas utilizadas en el estudio sobre el control de insectos plagas del suelo, se utilizó el diagrama de caja de bigote en donde se presenta la distribución de las órdenes de insectos encontrados en el cultivo de pimiento dulce en la primera etapa vegetativa y su significancia.

**Figura 18. Órdenes de insectos encontradas en la etapa vegetativa en el cultivo de pimiento dulce**



Fuente: Propia

En la figura 18, se muestra la distribución de la abundancia de insectos con respecto al orden que pertenecen, en el cual se observa que la orden Hemíptera, es la que presenta la media más alta con respecto a la abundancia, seguida del orden Hyminoptera y Homóptera. Así mismo se encontraron ordenes de insectos como la Spirostreotida, Coleóptero, Orthoptera, Tetranychidae, Lepidópteras y Dermápteras que presentan una media inferior con respecto a la abundancia.

**Tabla 4. Separación de medias de Tukey de las órdenes de insecto encontrados en el cultivo de pimiento dulce**

TRATAMIENTO	Individuos	Grupo
Químico	20.03	a
Orgánico	14.86	ab
Botánico	12.64	b
Testigo	16.79	ab
HSD	3.66	
<b>ORDEN</b>		
Hemiptera	55.28	a
Hyminoptera	28.43	a
Homoptera	9.7	b
Spirostreotida	7.58	b
Coleóptero	5.5	b
Orthoptera	4.46	bc
Tetranychidae	1.25	c
Lepidoptera	1.17	c
Dermaptera	0.42	c
<b>FECHAS</b>		
F1	41.65	a
F2	28.83	ab
F3	14.84	bc
F4	15.28	bc
F5	6.37	c
F6	11.6	bc
F7	8.85	bc
F8	7.85	bc
AIC	310.15	

Fuente: Propia

En la tabla 4, se observan las separaciones de medias por medio de la prueba de Tukey para las variables tratamientos químico, biopreparado orgánico y botánico, además del orden al que pertenecen los insectos, y las fechas de cuando fueron recolectados los datos en el cultivo de pimiento dulce, siendo los órdenes y las fechas que presentan menor valor las que cuentan con menos abundancia y el día en que menos insectos fueron encontrados. En cuanto a los tratamientos el que presenta menor valor es el que mostró mejores resultados en comparación a las demás con respecto a la disminución de insectos.

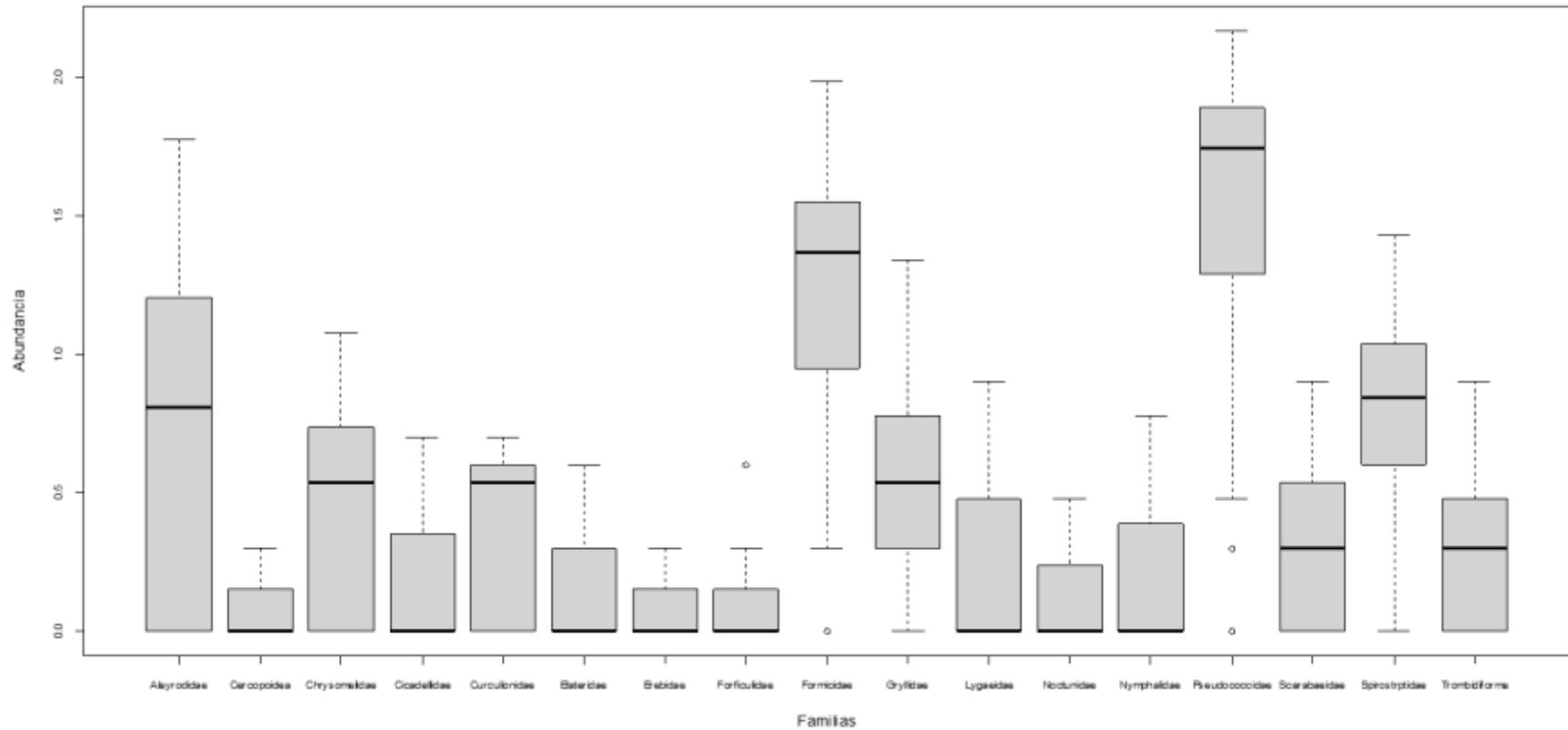
En la categoría (a) está el tratamiento químico con individuos 20.03, en la categoría (ab) están los tratamientos biopreparado orgánico y testigo con individuos 14.86 y 16.79 respectivamente, y en la última categoría (b) se encuentra el tratamiento botánico con individuos 12.64 (ver Tabla 4)

Para la variable Orden se observó que se dividían en 4 agrupaciones a, b, bc y c, siendo que en la categoría (a) se ubican las ordenes Hemípteras e Hymenopteras con individuos 55.28 y 28.43 respectivamente, siguiendo con la categoría (b), donde se encontraron las ordenes Homópteros, Spirostreotida y Coleópteros con individuos que se encuentran en un rango entre 9.7 a 5.5, en la categoría (bc), Orthopteras con individuo 4.46 y por último la categoría (c), donde están las ordenes Tetranychidae, Lepidóptera y Dermáptera con individuos entre 1.25 a 0.42 (ver Tabla 4)

En la variable Fechas se muestran 4 agrupaciones, a, ab, bc y c, en la fecha 1 se ubica en la categoría (a) con individuos 41.65, en la categoría (ab) está la fecha 2 con individuos 28.83, seguido de la categoría (bc) que está conformada por las fechas 3, 4, 6, 7 y 8 con individuos en un rango entre 14.84 a 7.85, y, por último, la categoría (c) que establece a la fecha 5 como la de menor abundancia con individuos de 6.37.

La figura 19 presenta un diagrama de caja de bigote en donde se muestra la distribución de las familias de insectos encontrados en el cultivo de pimiento dulce en la primera etapa vegetativa y su significancia.

**Figura 19. Familias de insectos encontradas en la etapa vegetativa en el cultivo de pimiento dulce**



Fuente: Propia

La figura 19, presenta la distribución de la abundancia de insectos con respecto a la familia a la que pertenecen, en el cual se observa la presencia de Pseudococcidae, esta es la que presenta la media más alta con respecto a la abundancia, seguida de Formicidae, Spirostreptidae, Aleyrodidae y Gryllidae.

Así mismo se encontraron otras familias como: Chrysomelidae, Curculionidae, Scarabaeidae y Trombidiforme que presentan una media inferior con respecto a la abundancia. Por otro lado, las familias Lygaeidae, Nymphalidae, Cicadellidae, Elateridae, Noctunidae, Forficulidae, Cercopoidea y Erabidae son las que presentaron valores menores a la media inferior con respecto a la abundancia.

**Tabla 5. Separación de media de Tukey de la familia de insectos plagas del suelo encontrado en el cultivo de pimiento dulce**

TRATAMIENTO	Individuos	Grupo
Químico	15.76	a
Orgánico	10.36	ab
Botánico	9.11	b
Testigo	11.93	ab
HSD	3.65	
<b>FAMILIAS</b>		
Pseudococcidae	54.72	a
Formicidae	28.43	a
Spirostrptidae	7.58	b
Aleyrodidae	9.7	bc
Gryllidae	4.16	bcd
Chrysomelidae	2.84	bcd
Curculionidae	1.87	bcd
Scarabaeidae	1.75	cd
Trombidiforme	1.66	cd
Lygaeidae	1.08	d
Nymphalidae	0.92	d
Cicadellidae	1	d
Elateridae	0.58	d
Noctunidae	0.5	d
Forficulidae	0.42	d
Cercopoidea	0.25	d
Erebidae	0.25	d
<b>FECHA</b>		
F1	26.03	a
F2	21.56	ab
F3	11.82	b
F4	10.57	bc
F5	4	c
F6	9.02	bc
F7	7.37	ab
F8	6.5	bc
AIC	310.15	

Fuente: Propia

En la tabla 5, se observa la separación de medias por medio de la prueba de Tukey de los tratamientos utilizados, las familias de insectos encontrados y las fechas en las que se obtuvieron los datos de las alternativas evaluadas por familias en el cultivo de pimiento dulce.

En cuanto a los tratamientos el que presenta menor valor es el que mostró mejores resultados en comparación a la demás con respecto a la disminución de insectos.

En la categoría (a) se encuentra el tratamiento químico con individuos 15.76, en la categoría (ab) se muestran los tratamientos biopreparado orgánico y testigo con individuos 10.36 y 11.93 respectivamente, y en la categoría (b) se presenta el tratamiento botánico con individuos 9.11, indicando que se observa una ligera diferencia entre el tratamiento químico y el botánico, por lo que se acepta la hipótesis alternativa que al menos dos de los productos utilizados presenta mayor efecto sobre el control de insectos plagas del suelo en el cultivo de pimiento dulce (ver Tabla 5).

Para la variable familia se observó que se dividían en 6 categorías: a, b, bc, bcd, cd y d.

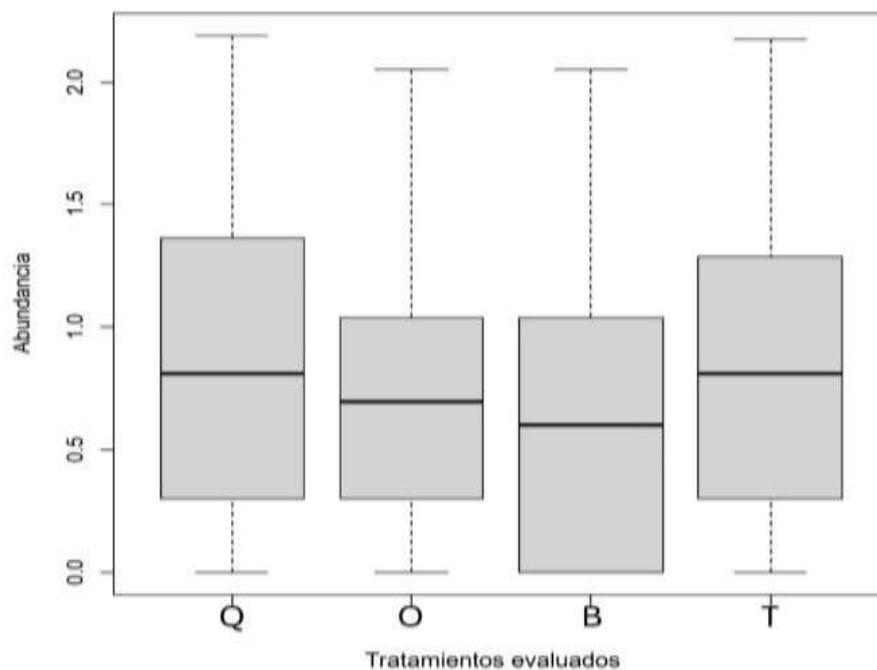
En la categoría (a) se encuentran las familias Pseudococcidae y Formicidae con individuos 54.72 y 28.43 respectivamente, seguido de la categoría (b) con la familia Spirostreptidae con individuo 7.58, en la categoría (bc) la familia Aleyrodidae con individuos de 9.7, la categoría (bcd) contiene las familias Gryllidae, Chrysomelidae y Curculionidae, con individuos que van desde 4.16 a 1.87, en la categoría (cd) es conformada por las familias Scarabaeidae y trompidiforme, a las cuales corresponden individuos de 1.75 y 1.66, y por último se encuentra la categoría (d) donde están las familias Lygaeidae, Nymphalidae, Cicadellidae, Elateridae, Noctunidae, Forficulidae, Cercopoidea y Erebididae, donde los individuos se encuentran entre 1.08 a 0.25 (ver Tabla 5).

La variable Fechas está conformada por 5 categorías: a, ab, b, bc y c. La categoría (a) es la fecha 1 con individuos de 26.03, para la categoría (ab) las fechas 2 y 7 con individuos de 21.56 y 7.37 respectivamente, seguido de la categoría (b) en la fecha 3 con individuos de 11.82, en la categoría (bc) las fechas 4, 6 y 8 con individuos de

10.57 a 6.5 y para finalizar, la categoría (c) donde la fecha 5 es la que tuvo menor valor de abundancia con individuos de 4.

Por medio del diagrama de caja de bigote se presenta la distribución de tratamiento químico (Q), biopreparados orgánico (O), botánico (B) y testigo (T), insectos encontrados en el cultivo de pimiento dulce en la primera etapa vegetativa y su significancia.

**Figura 20. Distribución de la abundancia versus los tratamientos respecto al Orden y Familia**



**Fuente: Propia**

En la figura 20 se muestra la distribución de la abundancia de insectos con respecto a los tratamientos evaluados por Orden y Familia, en donde se encontró que el tratamiento botánico es la alternativa que presenta la media inferior demostrando que este tuvo mejor efecto sobre el control y por ende una disminución en la abundancia de insectos plagas del suelo, seguido del biopreparado orgánico y el químico, así mismo se puede observar que el testigo fue el que se vio más afectado siendo que este no contaba con la aplicación de ninguna de estas alternativas.

**8.4. Establecer un presupuesto de los gastos de inversión de cada tratamiento, detallando el listado de materiales utilizados a través de la herramienta Excel**

Se realizó un control detallado de los costos en los que se incurrió para la obtención de cada uno de los tratamientos. La tabla 6 muestra el presupuesto de los gastos generales para cuatro aplicaciones por tratamiento en una parcela de 435m<sup>2</sup>.

**Tabla 6. Costo general**

<b>Presupuesto de operación</b>	
<b>químicos</b>	C\$ 600
<b>biopreparados orgánicos</b>	C\$ 560
<b>botánicos</b>	C\$ 670
<b>Total</b>	C\$ 1,830

**Fuente: Propia**

Así mismo se observa que el tratamiento botánico mostró un aumento de costos en comparación a los tratamientos químico y biopreparados orgánicos dado a que uno de sus componentes (guanábana) presentó altos precios en el mercado esto debido a que no se encontraba en temporada.

La tabla 7, 8 y 9 muestra el presupuesto de los gastos de cada uno de los tratamientos utilizados en el estudio.

**Tabla 7. Costo de productos químico**

Costo de producto químico				
Control de plagas del suelo				
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo/Unidad	Costo total
Allectus	1	Bolsa	C\$ 600.0	C\$ 600.00
Total				C\$ 600.00

**Fuente: Propia**

En la tabla 7, se puede apreciar el costo del tratamiento químico, para este tratamiento se utilizó el producto Allectus®, es un insecticida para el control de las plagas en sus distintas fases, en estado larvario y adulto. Este tiene un precio de C\$ 600 córdobas en su presentación de 4kg, cabe mencionar que se utilizó en un 100% realizando cuatro aplicaciones en la parcela experimental.

**Tabla 8. Costo de biopreparado orgánicos**

Costo del biopreparado orgánico				
Control de plagas del suelo				
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo/unidad	Costo total
M5 (nombre comercial)	1	Galón	C\$ 260.0	C\$ 260.0
Caldo de ceniza	1	Galón	C\$ 300.0	C\$ 300.0
Total				C\$ 560.0

**Fuente: Propia**

La tabla 8, presenta el costo del biopreparado orgánico, este consiste en la combinación de caldo de cenizas y M5, que es un compuesto de biofertilizantes (microorganismos de montaña), chile, ajo, cebolla y plantas aromáticas como albahaca, ruda, eucalipto y alcohol, estos actúan como fungicidas, insecticidas y repelentes.

Además, al ser a base de productos orgánicos no contamina el suelo y las plantas, sus precios de mercado son C\$300 y C\$260 córdobas respectivamente. Cabe mencionar, que se adquirió un galón de ambos productos, así mismo estos se utilizaron en un 100% en las cuatro aplicaciones.

**Tabla 9. Costo de producto botánicos**

Costo de producto botánicos				
Control de plagas del suelo				
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo/Unidad	Costo total
Ajo	1	Paquete	C\$ 20.0	C\$ 20.0
Cebolla	1	Libra	C\$ 30.0	C\$ 30.0
Eucalipto	4	Libra	C\$ 50.0	C\$ 200.0
Guanábana	12	Unidad	C\$ 35.00	C\$ 420.0
Total				C\$ 670.0

**Fuente: Propia**

La tabla 9, presenta el costo del botánico, este consiste en la combinación de varios productos naturales como guanábana, donde no se hace uso de su pulpa y/o cáscara, solo de las semillas, de las que se necesitan 2 onzas para cada aplicación, siendo que se ocupan 12 guanábanas para un total de 8 onzas que comprenden las 4 aplicaciones.

Para la receta se compró un paquete de 5 unidades de cabeza de ajo, donde se utilizó una cabeza para cada aplicación, teniendo un total de cuatro cabezas usadas.

Así mismo, se obtuvo una libra de cebolla, que contenía 4 unidades, donde cada unidad fue utilizada por aplicación, en la preparación también se utilizó eucalipto, cabe mencionar que en cada aplicación se usó una libra. (ver Anexo 4, pág. vii).

La combinación de estos productos funciona como insecticida, aromaticida y fungicida por los componentes antes mencionados.

La tabla 10, muestra un presupuesto de los gastos de operación proyectados a una hectárea.

**Tabla 10. Presupuesto de operación proyectado a una hectárea**

Presupuesto de operación	
químicos	C\$ 10,520
biopreparado orgánico	C\$ 12,880
botánicos	C\$ 15, 295
Total	C\$ 38,695

**Fuente: Propia**

En la tabla 10, se presenta un control detallado de los costos operativos en los que se incurrió para la obtención de cada uno de los tratamientos: químicos, biopreparados orgánicos y botánicos para el control de las plagas del suelo, donde se muestra el presupuesto de los gastos generales para cuatro aplicaciones por tratamiento en un área de una hectárea, cuyo costo total es de C\$ 38,695 córdobas.

## IX. CONCLUSIONES

Mediante la evaluación de alternativas químicas, biopreparados orgánicos y botánico en la primera etapa vegetativa del pimiento dulce (*Capsicum annum l.*) para el control de insectos del suelo en la Finca Agrícola Experimental, se ha logrado el alcance de los objetivos propuestos, por lo que se concluye:

- Se colectaron 3,557 individuos que a través de las claves dicotómicas identificándose 9 órdenes, de las cuales: Coleópteros, Hemípteras y Lepidópteras fueron las que presentaron mayor cantidad de familias, seguido de las órdenes Dermáptera, Himenópteras, Homópteras, Orthoptera, Spirostreptida y Tetranychidae, presentando menor cantidad de familias. Así mismo se identificaron 17 familias de insectos entre ellas: Pseudococcidae, Formicidae, Spirostreptidae, Aleyrodidae y Gryllidae, siendo estas las familias con mayor cantidad de individuos, a diferencia de estas otras familias: Chrysomelidae, Curculionidae, Scarabaeidae, Trombidiforme, Lygaeidae, Nymphalidae, Cicadellidae, Elateridae, Noctunidae, Forficulidae, cercopoidea y Erebidae que presentaron la menor cantidad de individuos en la primera etapa vegetativa del pimiento dulce.
- Al efectuarse las observaciones del sistema radicular de las plantas de pimiento dulce recolectadas, se observa que la necrosis es la enfermedad más concurrente entre todos los tratamientos, derivándose de ella otras afectaciones como la presencia de pocas raíces, raíz principal corta o inexistente y raíces débiles o quebradizas. Seguida de esta, se encuentra la Rhizoctonia sp, presente mayormente en el tratamiento químico y, por último, las agallas, esta afectación está presente en todas las alternativas, pero en menor porcentaje.
- Al realizar la comparación del efecto de alternativas químicas, biopreparados orgánicos y botánicos para el control de insectos plagas del suelo, se encontró que el botánico tuvo mayor efecto en el control de insectos del suelo, seguido del biopreparado orgánico dado a que ambos insumos poseen componentes

aromáticos que resultaron repulsivos para ciertos insectos, por lo que se obtuvo mayor cobertura, impidiendo que estos atacaran al cultivo, lo que permitió a las ya mencionadas alternativas proporcionar un mejor resultado que el tratamiento químico, que pese a ser el más comercial y popular entre los productores, tuvo menos efecto en comparación a los demás.

- Se efectuó un presupuesto para determinar que alternativa presenta mejor opción económica para los productores, resultando el tratamiento botánico con un costo proyectado a una hectárea de C\$ 15,295 córdobas, siendo el que tiene mayor valor comparado con los otros dos tratamientos, pero dicho tratamiento puede variar su costo ya que los componentes pueden estar al alcance de los productores. Seguido de la alternativa biopreparado orgánico con un valor de C\$ 12,880 córdobas por hectárea y como alternativa más económica se encuentra la química con un costo por hectárea de C\$ 10,520 córdobas

De esta manera se afirma que se cumple la hipótesis alternativa que al menos dos de los productos utilizados presentan mayor efecto sobre el control de insectos plagas del suelo en el cultivo de pimiento dulce, concluyendo así con una investigación exitosa. Demostrando que existen otras alternativas, además de la química que son amigables con el suelo y de fácil elaboración, otorgándoles a los pequeños productores otros medios de tratamiento para el control de plagas en el cultivo.

## **X. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda tener un mejor manejo referente a las jornadas de riego, ya que es muy ineficiente y esto perjudica los cultivos e interfiere con los resultados de los estudios que se realizan.
- Es necesario hacer una evaluación o un estudio completo del estado del suelo de la parcela que se utilizó para este estudio, debido a que presenta una gran incidencia de insectos del suelo.
- En caso de tener que escoger una semilla de pimiento dulce, para producción la variedad Agronómica no es recomendable, sin embargo, es útil para experimentos que requieran resistencia a ciertas enfermedades y condiciones.
- Se recomienda respetar las áreas de estudios monográficos, no realizar prácticas en parcelas que tengan establecidos cultivos con fines experimentales ya que pueden alterar el resultado.
- Realizar un monitoreo constante de las plagas en las primeras fases del cultivo dado a que en la zona se reportan alta incidencia de insectos plagas en las unidades productivas en hortalizas.
- Se recomienda utilizar productos de origen orgánico u botánico para el control de insectos del suelo, dado a que estos contienen elementos repelentes que son menos abrasivos con el suelo y el medio ambiente.

## XI. BIBLIOGRAFIA

- Alemán Zeledón, F. (2009). Métodos de control de plagas. 169.
- BAYER Vegetables. (s.f.). Nemátodos agalladores.
- Cañedo, V., Alfaro, A., & Kroschel, J. (2011). Manejo Integrado de las Plagas de Insectos. *MIP*, 52.
- CENIDA. (2004). Guía MIP en el cultivo de chiltoma, 2004. *Manejo integrado de plagas*, 32.
- Censo Nacional Agropecuario [CENAGRO]. (2012). IV Censo Nacional Agropecuario.
- Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal [CENTA]. (2019). Guía Técnica "Cultivo del Chile Dulce". *Guía Técnica "Cultivo del Chile Dulce"*, 49.
- Chile, P. (12 de Abril de 2016). *Chile, Papa*. Obtenido de <https://www.papachile.cl/manejo-agronomico/#:~:text=El%20manejo%20agron%C3%B3mico%2C%20a%20trav%C3%A9s,los%20mejores%20resultados%20de%20rentabilidad>
- Como Sembrar. (2022). Guía completa: como prevenir y tratar la necrosis de las plantas.
- CropLife Latin America. (2022). Obtenido de [www.croplifela.org/es/agrotecnologias/agroquimicos](http://www.croplifela.org/es/agrotecnologias/agroquimicos)
- Fernández Gayubo, S., & Pujade-Villar, J. (30 de 06 de 2015). Orden Hymenoptera. *Diversidad Entomológica*, pág. 36.
- FROMIMEX. S. A. (2001). importancia de los insumos organicos. *importancia de los insumos organicos*.
- FuturCrop. (2021). Trampas para el control de plagas.
- Gaiani P., M. (s.f). Entomología. 8.
- Goula, M., & Mata, L. (30 de 06 de 2015). Orden Hemíptera. *Diversidad Entomológica*, pág. 30.
- GUIAGRO. (2022). Cultivo de la chiltoma. *cultivo de la chiltoma*, 11.

- Herrera Mesa, L. (30 de 06 de 2015). Orden Dermaptera. *Diversidad Entomológica*, pág. 10.
- HORTECO S.A. (2022). Catalogo de semillas de hortalizas.
- INATEC. (2017). *Instituto Nacional Tecnológicos (INATEC)*. Obtenido de [https://www.tecnacional.edu.ni/media/Manual\\_Granos\\_B%C3%A1sicos\\_opt.pdf](https://www.tecnacional.edu.ni/media/Manual_Granos_B%C3%A1sicos_opt.pdf)
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria [INTA]. (2014). Guía Técnica de Chiltoma. *Guía Técnica de Chiltoma*, 47.
- Instituto para la economía Socia [IPES]. (2010).
- INTA. (s.f.). Guía Técnica "Cultivo del Chile Dulce", CENTA.
- Jiménez Martínez, E. (2009). *Manejo integrado de plagas*.
- Jiménez Martínez, E. (2016). *Plagas de cultivo*, 240.
- Jiménez Martínez, E. (2016). Preparación y usos de Bioplaguicidas para el manejo de plagas y enfermedades agrícolas en Nicaragua. *Guía Técnica*, 22.
- Jiménez Martínez, E. (2020). Familias de insectos de Nicaragua. 423.
- Jiménez Martínez, E., & Rodríguez Flores, O. (2019). Órdenes de insectos de importancia agrícola en Nicaragua. *Identificación y diagnóstico*, 84.
- Jiménez Martínez, E., & Rodríguez, O. (31 de Octubre de 2023). *repositorio.una.edu.ni*. Obtenido de repositorio.una.edu.ni: <https://repositorio.una.edu.ni/2700/1/NH10J61ip.pdf>
- Morishima, K. (2010). Guía del Manejo Integrado de Plagas (MIP). *Guía del Manejo Integrado de Plagas (MIP) para técnicos y productores*, 33.
- Murillo Balmaceda, L. A. (1 de Abril de 2006). *CENIDA*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/textos/ne20b194.pdf>
- Nunes Zuffo, C., & Dávila Arce, M. L. (2004). Taxonomía de las principales familias y subfamilias de insectos de interés agrícola en Nicaragua. 164.
- Portalfruticola. (20 de Mayo de 2020). *Portalfruticola*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2023, de Portafruticola: <https://www.portalfruticola.com>
- PRO MIX. (2023). Obtenido de [www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/pudricion-de-la-raiz-por-rhizoctonia-los-sintomas-y-como-controlarlos/](http://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/pudricion-de-la-raiz-por-rhizoctonia-los-sintomas-y-como-controlarlos/)

- Rikolto. (2019). Produccion de chiltoma Nathalie bajo estructuras protegidas con enfoque en MIC. *Proyecto Gestion del conocimiento para la produccion sostenible de hortalizas en Nicaragua, Honduras y Guatemala*, 95.
- Rizo, H. F. (s.f.). Morfologia de los diferentes estados de desarrollo de *Spilosoma Virginica*. 11.
- Santaella, J. (2022). *Talently*. Obtenido de Lenguajes de la programación:  
<https://talently.tech/blog/programacion-en-r/>
- Tencio C, R. (217). Guia De Elaboración y Aplicación De Bioinsumo Para Una Producción Sostenible. 36.
- Vazquez Moreno, L. L. (2010). Boletin Fitosanitario. *Manejo de plagas en la agricultura ecológica*, 115.
- Yáñez, F. (2022). Insumos y consumibles.

## XII. ANEXOS

### 12. 1 Anexo 1. Características morfológicas de los insectos

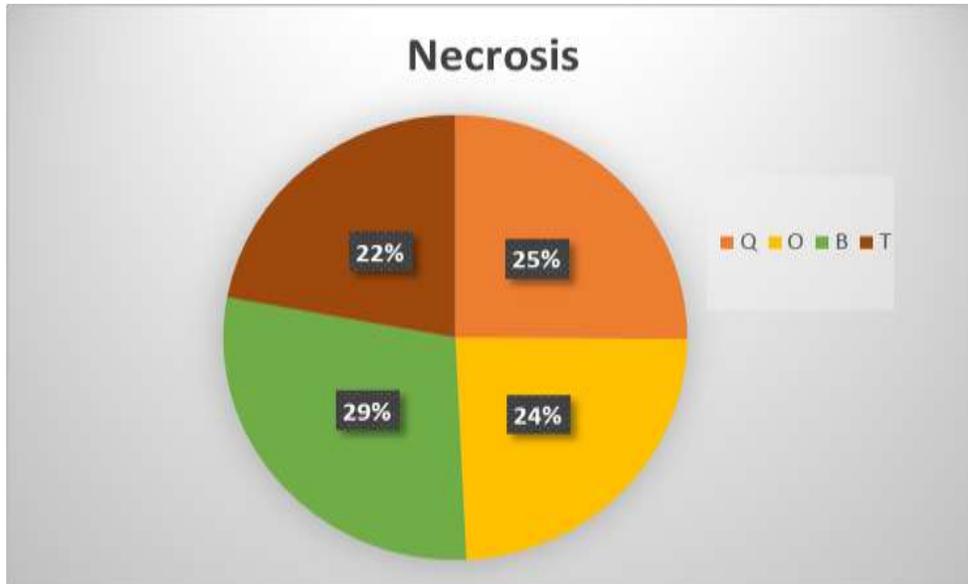
Tabla 11. Características morfológicas según el orden de los insectos del suelo al que pertenecen

Orden	Coleóptero	Dermáptera	Hemíptera	Hymenóptera	Homóptera	Lepidóptera	Orthoptera	Spirostreotida	Tetranychidae
Número de patas	6	6	6	6	6	6	6	34-400	8
Divisiones del cuerpo	3	3	3	3	3	3	3	2	2
Antenas	2	2P	2	2	2	2	2	2	-
Alas	4	2	4	4	4	4	4	-	-
Ojos	2	2	2	2	2	2	2	2	4

Fuente: Propia

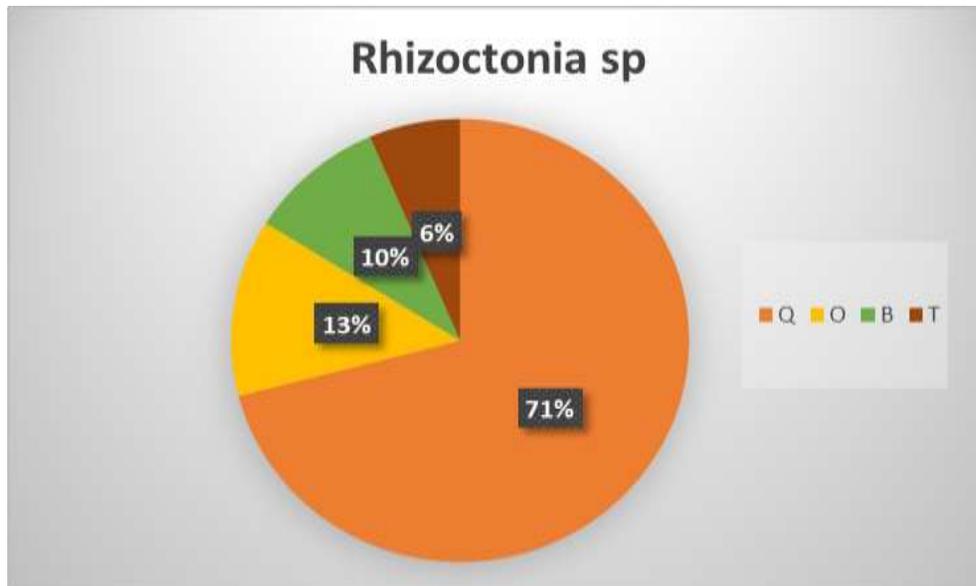
12.2 Anexo 2. Enfermedades del sistema radicular en el cultivo del pimiento dulce.

Figura 21. Afectación de la necrosis en el sistema radicular



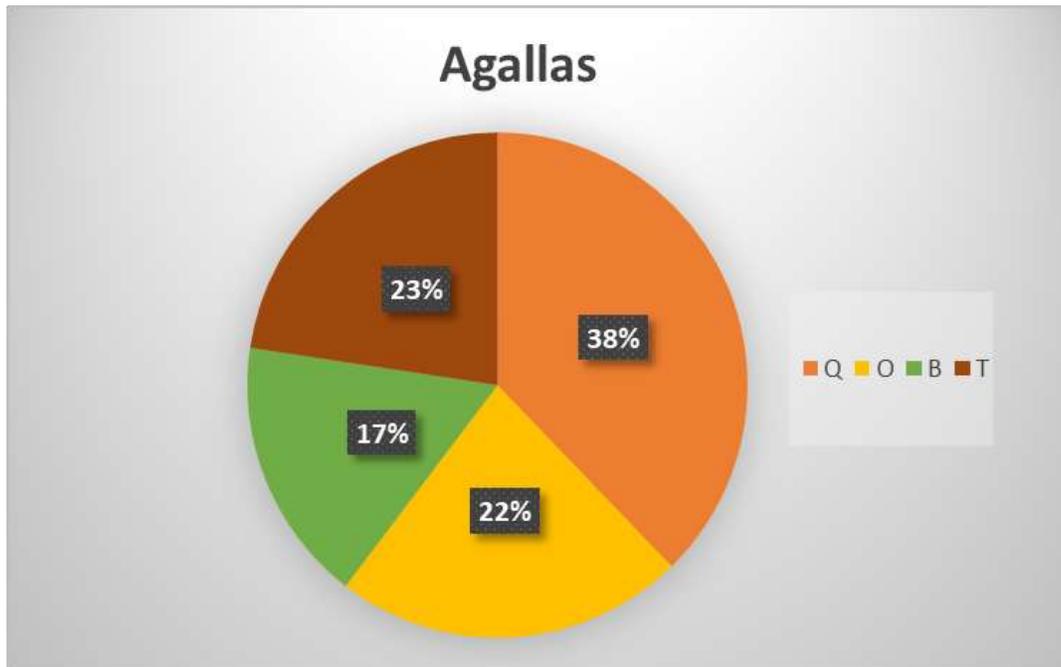
Fuente Propia

Figura 22. Afectación de Rhizoctonia sp en el sistema radicular



Fuente: Propia

Figura 23. Afectación de las agallas en el sistema radicular



Fuente: Propia

Figura 24. Afectaciones en el sistema radicular en la alternativa química



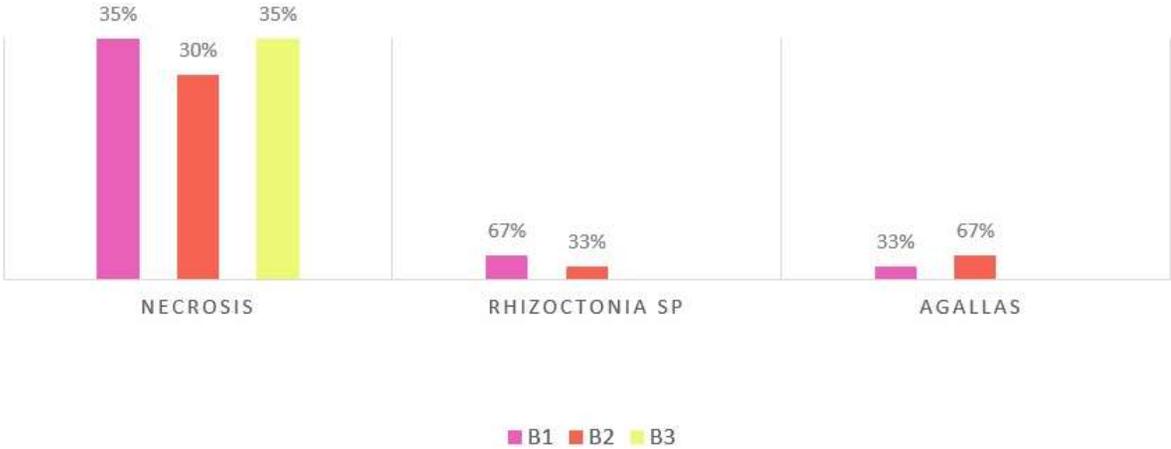
Fuente: Propia

**Figura 25. Afectaciones en el sistema radicular en la alternativa biopreparado orgánico**



Fuente: Propia

**Figura 26. Afectaciones en el sistema radicular en la alternativa botánico**



Fuente: Propia

**Figura 27. Afectaciones en el sistema radicular en el testigo**



**Fuente: Propia**

### 12.3 Anexo 3. Nombres y localización del insecto en el cultivo

**Tabla 12. Nombre común, científico, estado y localización.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ESTADO	LOCALIZACIÓN
Araña roja	tetranychus urticae	Adulto	Hoja
Chicharrita	Cercopoidea	Adulto	Suelo
Chinche	oncopeltus cingulifer	Adulto	Hoja
Cigarra	Cicadoidea	Adulto	Toda la planta
Escarabajo	cyclocephala borealis	Adulto	Toda la planta y suelo
Escarabajo	olotelus spp	Adulto	Toda la planta y suelo
Escarabajo	Crisomélido	Adulto	Toda la planta y suelo
Escarabajo	melinopterus prodomus	Adulto	Toda la planta y suelo
Gallina ciega adulta	phyllophaga sp	Adulto	Suelo
Gata peluda	spilosoma virginica	Larva	Hoja
Grillo	acheta domesticus	Adulto	Toda la planta y suelo
Gusano cortador	spodoptera eridania	Larva	Toda la planta y suelo
Gusano cuerudo	spodoptera ornithogalli	Larva	Toda la planta y suelo
Hormiga	Formicidae	Adulto	Toda la planta y suelo
Milpiés	orthoporus ornatus	Adulto	Suelo
Mosca blanca	bemisia tabaco	Adulto	Hoja
Oruga frillaria	eutoieta claudia	Larva	Toda la planta y suelo
Piojo harinoso	planococcus citri	Adulto	Suelo
Pasionaria mexicana	lagarta de dione moneta	Larva	Toda la planta y suelo
Picudo	rhynchophorus ferrugineus	Adulto	Toda la planta
Pulga saltona	epitrix cucumeris	Adulto	Suelo
Salta hojas verdes	empoasca vitis	Adulto	Hoja
Vaquita del frijol	Diabrotica	Adulto	Hoja
Escarabajo	anómala cinta	Adulto	Toda la planta y suelo

**Fuente: Propia**

## 12.4 Anexo 4. Receta del insecticida botánico

Figura 30. Receta de alternativa botánica

INSECTICIDA ACARICIDA BOTÁNICO	
	<p>Ingredientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 1 Cabeza de Ajo</li><li>• Una Cebolla</li><li>• 2 onzas de Semilla de Guanábana</li><li>• 1 libra de Hojas de Eucalipto</li><li>• Agua</li></ul> <p>Preparación:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>a) Moler la cabeza de ajo y la cebolla, agregar en un litro de agua , dejar reposar por 24hr</li><li>b) Descascarar y moler las semillas de guanábana, mezclarlas en un litro de agua, dejar reposar 24 hrs</li><li>c) Triturar la libra de hojas de eucalipto en un litro de agua, agregar agua hasta completar 5 litros, dejar reposar 24hr</li><li>d) Un vez pasadas las 24hr mezclar los 3 productos.</li></ol>

Fuente: Propia

## 12.5 Anexo 5. Proceso del establecimiento del cultivo de pimiento dulce

**Figura 33. Preparación del terreno**



Fuente: Propia

**Figura 36. Distribución de las cuadrículas**



Fuente: Propia

**Figura 42. Cultivo establecido**



Fuente: Propia

**Figura 39. Muestreo de suelo**



Fuente: Propia

**Figura 45. Identificación de insectos plagas a través del microscopio**



Fuente: Propia