



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



Carrera de Biología

APLICACIÓN DE DOS BIOPLAGUICIDAS PARA EL CONTROL DEL  
PULGÓN (Aphididae) EN EL CULTIVO DE *Beta vulgaris* L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G O

PRESENTA:

LÓPEZ REY MAYRA DANIELA

DIRECTOR DE TESIS: DR. ARCADIO MONROY ATA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN ECOLOGÍA VEGETAL

Ciudad de México, agosto de 2022.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	v
1. INTRODUCCION	2
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Concepto de plaguicida	4
2.2 Antecedentes	4
2.3 Agricultura industrial	5
2.4 Agricultura orgánica	6
2.5 Métodos de control biológico	7
2.6 Bioplaguicidas	7
2.6.1 Bioplaguicidas botánicos	8
2.7 Metabolitos secundarios	8
2.8 Características generales del café ( <i>Coffea</i> )	10
2.9 El café y sus extractos en el control de plagas	10
2.10 Características generales de la cebolla ( <i>Allium cepa</i> L.)	11
2.10.1 Características generales del ajo ( <i>Allium sativum</i> L.)	11
2.12 Principios activos presentes en el ajo, la cebolla y el tabaco. Insectos que atacan y sus características	12
3. Las hortalizas en México	12
3.1 <i>Beta vulgaris</i> L.	13
3.2 Principales plagas en <i>Beta vulgaris</i> L.	13
3.3 Pulgón	14
3.3.1 Distribución	15
3.3.2 Morfología de pulgones	15
3.3.3 Ciclo de vida	17
3.3.4 Daños producidos por el pulgón en <i>Beta vulgaris</i> L.	18
3.4 Estudios de bioplaguicidas en trabajos de laboratorio y campo	18

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
5. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	21
6. JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA	22
7. HIPÓTESIS	23
8. OBJETIVOS	23
9. MÉTODOS	24
9.2 Métodos de invernadero	25
9.14 BALANCE BC	30
9.15 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	31
10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
10.1 Identificación de la plaga	32
10.1.1 Pulgón verde <i>Myzus persicae</i> (Sulzer)	32
10.1.2 Pulgón negro del haba <i>Aphis fabae</i> (Scopoli)	33
11.3 Etapas fenológicas y estructuras vegetales infestadas	36
11.4 Superficie infestada de áfidos antes y después de la aplicación de los bioplaguicidas	40
11.5 Crecimiento del betabel después de las aplicaciones en los tratamientos	44
11.6 Costos de producción en la elaboración de los bioplaguicidas e índice <i>beneficio-costo</i>	48
CONCLUSIONES	51
REFERENCIAS	52
ANEXO 1	59
ANEXO 2	61

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Metabolitos secundarios presentes en la planta del ajo, la cebolla y el café. Insectos que atacan y partes utilizadas. Fuente: Cano (2016)	12
2. Composición nutrimental en 100 g de betabel.	13
3. Principales insectos plaga presentes en el cultivo <i>Beta vulgaris</i> L. y su combate con productos químicos (Ramírez <i>et al.</i> , 2001)..	14
4. Clasificación taxonómica del pulgón	15
5. Escala de LIKERT.	30
6. Insectos presentes en el cultivo de betabel durante el estudio.	32
7. Resultado de los porcentajes promedio por tratamiento en la superficie de <i>Beta vulgaris</i> L. a las 24 y 48 h	40
8. Insumos requeridos para cada tratamiento	48
9. Relación del índice beneficio-costo (I B/C) en pesos mexicanos (MXP) del cultivo de betabel.	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Morfología externa del pulgón en tres partes	15
2. Esquema de la morfología general de los pulgones. A la izquierda un individuo alado, y a la derecha un individuo áptero	15
3. Esquema de la anatomía externa de un pulgón áptero	16
4. Esquema Ciclo biológico de pulgones	17
5. Calzada México-Tacuba, 235, Colonia Un Hogar Para Nosotros	23
6. Batalla 5 de Mayo SN, Colonia Ejército de Oriente Zona Peñón, Alcaldía Iztapalapa, 09230 Ciudad de México.	23
7. Soporte de jaula confunda anti-áfidos de dimensiones 50 x 80 x 50 cm.	26
8. Jaula entomológica abierta por los dos cierres de plástico de 40 y 25 cm en las esquinas	26
9. Jaula entomológica del tratamiento 1	26
10. Jaula entomológica del tratamiento 2	27
11. Jaula entomológica del tratamiento 3	27
12. Jaula entomológica del testigo.	27
13. Temperatura y humedad relativa media y mensual de los tratamientos durante el estudio.	34
14. Porcentaje promedio de infestación de la plaga en los tratamientos sobre la superficie de <i>B. vulgaris</i>	35
15. Etapa fenológica y porcentaje de infestación cualitativa de los tratamientos en el cultivo de betabel durante el estudio.	36
16. Porcentaje de infestación cualitativo en las estructuras vegetales.	36
17. Concentración de los pulgones en los brotes jóvenes del tratamiento 2.	38
18. Representación esquemática del modo de alimentación de los áfidos sobre las plantas (Modificado de Guerrieri y Digilio, 2008).	38
19. Enrollamiento de la hoja de betabel provocado por el pulgón en el tratamiento 3.	39
20. Porcentaje promedio en la eliminación de áfidos por tratamiento a las 24 y 48 horas después de las aplicaciones.	41
21. Planta afectada por el plaguicida industrial en el tratamiento 1	43
22. Defoliación provocada por el ataque de los áfidos en el tratamiento 1	44

<b>23..</b> Altura promedio de las plantas de betabel después de la aplicación de los tratamientos comparada con trabajos anteriores.	46
<b>24..</b> Porcentaje promedio de supervivencia de las plantas de betabel.	46

## RESUMEN

El control de plagas en la agricultura industrial representa un desafío, ya que la aplicación de plaguicidas sintéticos ocasiona efectos nocivos para el ser humano y el medio ambiente, pues contaminan suelo y agua. En la búsqueda de soluciones se ha comprobado que la aplicación de bioplaguicidas representa una alternativa para la producción hortícola de manera sustentable, debido a que favorece la preservación de los recursos naturales y la reincorporación de la mano de obra agrícola, así como la generación de alimentos más saludables y libres de agentes químicos dañinos para la salud humana. Por ello, el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de dos bioplaguicidas: a) café molido y b) bulbos de ajo y cebolla, para compararlos con un plaguicida comercial, en contraste con un testigo —agua—, en el cultivo de betabel (*Beta vulgaris* L.) en condiciones de invernadero. El pulgón (Aphididae) fue identificado como la principal plaga que ataca al cultivo de betabel y se registraron la temperatura, la humedad relativa y las etapas fenológicas en las que la plaga tiene preferencia. Posteriormente, se construyeron jaulas anti-áfidos en las que se aplicaron los bioplaguicidas. Así mismo, se determinó la mortalidad de los organismos bajo el efecto de cada bioplaguicida. El trabajo se desarrolló en condiciones de invernadero.

Los resultados mostraron dos especies de áfidos como plagas dominantes en el cultivo de *Beta vulgaris* L: el pulgón negro (*Aphis fabae*) y el verde (*Myzus persicae*). Los áfidos presentaron mayor cantidad de individuos en la etapa de foliación. Cerca del 60% se localizó en los brotes foliares y meristemas apicales. La infestación se observó durante los meses de febrero a mayo de 2020, bajo temperaturas promedio de 22 °C y humedad relativa media de 46.1%. Posteriormente, se realizó un análisis de varianza del porcentaje de mortalidad de los áfidos, a las 24 y 48 horas. El tratamiento que presentó la mayor mortandad fue el plaguicida comercial (100%), mientras que en el biopreparado a base de café molido se registró el 97%; ambos con diferencias significativas respecto al testigo ( $p < 0.0008$ ); así, este biopreparado mostró resultados similares al plaguicida comercial, por lo que es posible sustituir a éste por un bioplaguicida artesanal. Se concluye que la aplicación de un bioplaguicida elaborado con café molido es efectivo para combatir áfidos en plantas de betabel. Asimismo, este bioplaguicida tiene un beneficio costo de producción más bajo para los agricultores ecológicos y su reemplazo podría ofrecer también beneficios para: el medio ambiente, la biodiversidad y la salud humana.



## 1. INTRODUCCION

En el contexto agrícola se denomina plaga a cualquier organismo que, a determinado nivel de tamaño poblacional, causa un daño económico sobre una especie animal o vegetal en cualquiera de las etapas de establecimiento, desarrollo o producción, o en el manejo posterior, es decir, en la postcosecha (Gutiérrez y Maldonado, 2010). En México -y en el mundo- son frecuentes los daños que causan las llamadas plagas a los cultivos, de tal manera que se ha tenido que combatir a éstas de forma intensiva y tecnológica (Conway y Pretty, 1991).

Una forma de combatir a los parásitos vegetales es mediante la utilización de productos sintéticos tales como los clorados, organofosforados y piretroides, los cuales fueron exitosos en el control de plagas en sus inicios y minimizaban las pérdidas en las cosechas. Sin embargo, como consecuencia del uso inadecuado e indiscriminado, pronto aparecieron problemas de resistencia de los insectos hacia estos productos, así como un rápido crecimiento de las poblaciones de plagas secundarias y alteraciones ecológicas. Esta práctica ha causado efectos indeseables en el medio ambiente —impacto sobre la vida silvestre, polinizadores, enemigos naturales, peces, calidad de agua y suelo— e impactos en la salud humana —enfermedad y envenenamiento humano— (Nava *et al.*, 2012).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el mundo entre 500,000 y 1 millón de personas se intoxican con plaguicidas químicos anualmente y entre 5,000 y 20,000 pierden la vida. El 45% de los que fallecen son trabajadores agrícolas, los demás son envenenamientos por consumo de alimentos contaminados (Potti, 2003).

Otro de los problemas asociados es el incremento del uso de pesticidas para aumentar el rendimiento agrícola —cerca de 500 mil toneladas de ingrediente activo a nivel mundial—. Los agricultores invierten anualmente cerca de 80 mil millones de dólares en plaguicidas, sin embargo, se estima que el ahorro en pérdidas por plagas es de 32 mil millones. No obstante, el costo indirecto del uso de plaguicidas por los daños al medio ambiente y a la salud pública debe ser balanceado contra estos beneficios (Nava *et al.*, 2012).

Con el fin de minimizar estos efectos desfavorables, se ha propuesto disminuir el uso de los plaguicidas convencionales y desarrollar nuevas estrategias de control biológico, ya que este es un método de control de plagas más amigable con el medio ambiente (García *et al.*, 2017).

La formulación de bioplaguicidas es una alternativa para disminuir la dependencia en el uso de insecticidas químicos sintéticos (González *et al.*, 2012). Se basa en prácticas para el manejo de poblaciones de plagas y utiliza técnicas en una forma compatible para reducir las poblaciones nocivas y mantenerlas por debajo de aquellos niveles capaces de causar daño económico significativo (Márquez, 2011).

Con base en lo anterior, en este trabajo se determinó la eficiencia de la aplicación de dos bioplaguicidas, un plaguicida comercial y un testigo (agua), en el control de áfidos que parasitan plantas de betabel, cultivadas en macetas en condiciones de invernadero.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Concepto de plaguicida**

Se denomina plaguicida o pesticida a la sustancia o mezcla de sustancias con materiales sintéticos para combatir una plaga objetivo. Sin embargo, se ha demostrado que, además de eliminar la plaga también combate organismos no deseados como la vegetación, insectos benéficos y la vida silvestre (Nava *et al.*, 2012).

### **2.2 Antecedentes**

La historia de los plaguicidas se divide en tres etapas (Del Puerto, 2014):

1. Utilización de productos naturales
2. Era de los fumigantes y derivados del petróleo
3. Elaboración de insecticida con propiedades del tipo DDT (dicloro-difenil-tricloroetano)

La primera etapa, según Del Puerto *et al.* (2014), puede ubicarse en los inicios del siglo XIX y se caracteriza por la necesidad de combatir insectos plaga en áreas de cultivo y de almacenamiento, a partir de conocimientos ancestrales acerca de propiedades de productos naturales, por ejemplo: I) el uso del azufre, como sustancia “purificadora” para eliminar los hongos (escritos de Homero), II) el rey de Persia, Jerjes usó las flores de piretro como insecticida y III) los chinos utilizaron los arsenitos para el control de roedores y otras plagas.

A partir de la Revolución Industrial, se observó un crecimiento de las zonas urbanas con una dependencia de las rurales para la obtención de los alimentos, lo cual requería de una mayor producción, almacenamiento y protección de los mismos, es así que la segunda etapa, denominada “Era de los fumigantes y derivados del petróleo”, inicia a mitad del siglo XIX y principios del XX. Uribe (2018) menciona que la manera más eficaz para combatir al insecto plaga es mediante aceites insecticidas. Tiempo más tarde, esto se modificó y migró hacia la elaboración de productos sintéticos. Debido a que no se obtuvieron resultados eficientes, se inició una técnica elaborada con derivados de petróleo y sustancias como el ácido carbónico y fénico; y el sulfato de cobre con cal (Del Puerto, 2014).

La etapa: “Elaboración de insecticida con propiedades del tipo DDT”, comienza en 1940 con un compuesto de propiedades insecticidas llamado dicloro-difenil-tricloroetano. El

DDT fue la sustancia sintética más utilizada y estudiada en el siglo XX, se aplicó intensamente en la primera y segunda guerra mundial para la eliminación parasitaria del piojo, un insecto portador y transmisor de varias enfermedades contagiosas, entre ellas, el tifo; de ahí, su producción incrementó como pesticida de 1925 a 1945 (D'Amato *et al.*, 2002). De modo que, en el año 1947 se emplearon soluciones con efecto impregnante a paredes y techos en habitaciones y dormitorios o mosquiteros (Barón *et al.*, 2016). También, para combatir las enfermedades transmitidas por mosquitos, la industria desarrolló plaguicidas sintéticos que fueron utilizados en gran escala para la eliminación de vectores patogénicos (Uribe, 2018); esto trajo como resultado el mercado de la industria química para combatir todo tipo de plagas —insectos, hierbas, algas, hongos, ratas, palomas, y murciélagos—, físicamente conocidas por la gente del campo y la ciudad (Del Puerto, 2014).

Sin embargo en Estados Unidos en 1945 surge la revolución verde que, además de eliminar plagas propone generar altas tasas de producción agrícola sobre la base de una producción intensiva a gran escala y el uso de alta tecnología. Por esta razón, el tercer mundo comienza a consumir de manera exponencial el uso de técnicas con agrotóxicos, fertilizantes inorgánicos y maquinaria agrícola.

Desde entonces, los plaguicidas y agrotóxicos se utilizaron para la protección y rendimiento agrícola. No obstante, en 1963 en Brasil se descubre que entre el consumo de productos y el surgimiento de plagas se establece una relación dependiente y que además originó la degradación de la cosecha por erosión, por lo que se tuvieron que utilizar técnicas cada vez más caras. Además en 1970 se descubre que los insecticidas químicos ocasionan problemas de contaminación ambiental, la eliminación de insectos benéficos dentro del agroecosistema y enfermedades humanas (Ávila *et al.*, 2017).

### **2.3 Agricultura industrial**

La agricultura convencional es definida como un sistema de producción basado en el alto consumo de insumos externos —energía fósil, agroquímicos, etc.—. Su objetivo, es la maximización de la producción y se caracteriza por una serie de prácticas, como son: labranza intensiva, monocultivo, irrigación, aplicación de fertilizantes inorgánicos, manipulación genética de cultivos y control químico de plagas, que dañan al ambiente. Cada práctica es utilizada como un sistema, es decir, cada una depende de la otra, y refuerza la necesidad de usar todas las prácticas a la vez (Montiel, 2013).

Este sistema de producción y la demanda de todas las prácticas provoca daños al medio ambiente, entre los que se puede mencionar: erosión del suelo y pérdida de su fertilidad, agotamiento de las reservas de nutrientes, salinización y alcalinización, contaminación de los sistemas de aguas, pérdida de la agrobiodiversidad y de recursos genéticos, eliminación de enemigos naturales, reaparición de plagas, resistencia genética a los plaguicidas y destrucción de los mecanismos de control natural (Zamilpa *et al.*, 2016). Ante estas afectaciones y pérdidas, surge la agricultura ecológica como alternativa para el sistema agrícola convencional (Zamilpa *et al.*, 2016).

#### **2.4 Agricultura orgánica**

La agricultura orgánica emerge como una alternativa, ya que se fundamenta en el uso sustentable de los recursos y en un sistema de producción holístico, que excluye el uso de insumos sintéticos (que son contaminantes). A su vez, compagina los conocimientos adquiridos de las prácticas agrícolas ancestrales (composta, rotación de cultivos, desechos vegetales, abonos verdes, entre otros) con el desarrollo de nuevas tecnologías amigables con el ambiente (Nava *et al.*, 2012). Este movimiento propone la reivindicación del campo mediante prácticas agrícolas que favorezcan la preservación de los recursos naturales, la reincorporación de la mano de obra agrícola de los pequeños productores, así como la generación de alimentos más saludables libres de agentes químicos nocivos para la salud (Montiel, 2013).

Álvarez *et al.* (2005) mencionan que el objetivo de la agricultura orgánica es la obtención de alimentos más sanos a través de un proceso que elimine la utilización de pesticidas, fungicidas, fertilizantes o sustancias químicas que dañan o puedan dañar la naturaleza, especies vegetales o animales, el medio ambiente y/o que generen residuos tóxicos. Los productos agrícolas así obtenidos tienen un alto contenido nutrimental y una calidad superior, en comparación con los alimentos convencionales. De la misma manera, este tipo de agricultura favorece la generación de trabajo y mejora la calidad de vida de la gente que habita en el campo, ya que el precio de los productos orgánicos es mayor. Por lo anterior, se busca reivindicar el sistema de producción tradicional del sector agrícola para mejorar las prácticas hortícolas.

## **2.5 Métodos de control biológico**

La producción agrícola libre de parásitos aplicando métodos biológicos, se basa en el uso de productos naturales; en practicar el manejo integrado de insectos plaga (MIIP) y de enfermedades; así como, en proponer soluciones amigables con el medioambiente (González *et al.*, 2012). Badii y Abreu (2006) mencionan que la utilización de organismos vivos o sus metabolitos eliminan o reducen los daños causados por organismos nocivos. Con este enfoque se han desarrollado una gran cantidad de bioplaguicidas, bioherbicidas y bionematicidas que se han registrado a nivel mundial (Nava *et al.*, 2012).

## **2.6 Bioplaguicidas**

Los biopesticidas son derivados de materiales naturales como animales, plantas, microorganismos y minerales; son altamente específicos contra las plagas objetivo y generalmente no representan riesgos para la salud de las personas y el medio ambiente (Nava *et al.*, 2012).

Los bioplaguicidas son eficaces en el control de plagas agrícolas, sin causar daños graves al ambiente o empeorar su contaminación. La investigación y el desarrollo de su aplicación práctica en el campo se enfocan a mitigar la contaminación ambiental causada por residuos de plaguicidas químicos, aunque por su naturaleza biológica también promueven el desarrollo sustentable de la agricultura ya que son libres de contaminantes y son sustitutos ideales para sus homólogos químicos tradicionales (Nava *et al.*, 2012).

En general, los bioplaguicidas pueden ser divididos en dos grandes grupos (González *et al.*, 2012):

1. Agentes o plaguicidas microbianos: incluyen bacterias, hongos, virus y protozoos.
2. Agentes o plaguicidas de extractos vegetales: que comprenden toxinas, venenos, hormonas, reguladores del crecimiento —de plantas e insectos—, enzimas y sustancias de señalización química, muy importantes en la relación planta insecto.

### **2.6.1 Bioplaguicidas botánicos**

Las plantas son fuente de ingredientes activos para combatir a las plagas.. En los últimos veinticinco años, la literatura ha reportado cientos de compuestos aislados a partir del

metabolismo secundario de las plantas, que han mostrado actividad plaguicida y son una forma de eliminar en gran medida el uso de los tóxicos plaguicidas sintéticos (López, 2002). Estos productos vegetales son eficaces, menos costosos, biodegradables y más seguros que sus equivalentes sintéticos, los cuales son altamente persistentes en el medio ambiente y tóxicos para los organismos no blanco (González *et al.*, 2012).

Se ha demostrado que estos compuestos afectan a las poblaciones de organismos plaga, disminuyendo su tasa de reproducción y su supervivencia. Varias plantas que pertenecen a diferentes familias contienen una serie de fitoquímicos tales como saponinas, taninos, alcaloides, di y triterpenoides, entre otros, los cuales presentan alta actividad biocida. El efecto nocivo de los extractos de plantas o sus compuestos puros contra los insectos se puede manifestar de diversas maneras: toxicidad, mortalidad, inhibición del crecimiento, supresión de la reproducción o bien, reducción de la fertilidad o la fecundidad (González *et al.*, 2012). Asimismo, existen muchas estructuras diferentes de metabolitos secundarios, que superan a los primarios en su actividad biocida.

## **2.7 Metabolitos secundarios**

Las plantas han desarrollado diversas estrategias de defensa contra circunstancias de estrés biótico y abiótico. Para defenderse del daño ocasionado por la herida y el ataque por insectos o microorganismos patógenos, las plantas sintetizan enzimas que degradan la pared celular de microorganismos o que tienen la capacidad de inactivar tóxicos de origen microbiano. La composición y la estructura de la pared celular vegetal también cambian ya que forman una barrera más rígida y menos digerible para los insectos. A su vez, estas respuestas de defensa se combinan con el desarrollo de estructuras contra sus depredadores, tales como las espinas, las espigas, los tricomas y los pelos glandulares (Sepúlveda *et al.*, 2003). Otra estrategia de protección química utilizada por las plantas, es la producción de metabolitos secundarios con funciones ecológicas específicas como atrayentes o repelentes de animales que también intervienen en los mecanismos de defensa de las plantas frente a diferentes patógenos y actúan como pesticidas naturales (García *et al.*, 2017).

Los extractos de origen vegetal se caracterizan por la presencia de metabolitos secundarios, los cuales forman parte de las estrategias defensivas de las plantas en algunos de estos tres grandes grupos: los compuestos que contienen nitrógeno en su estructura (son principalmente los alcaloides y glucósidos cianogénicos), las sustancias

fenólicas (que contienen un grupo fenol, un anillo aromático con un grupo hidroxilo) y los terpenos (se forman por la polimerización de unidades de isoprenos y esteroides y se dividen en seis grupos: monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos, triterpenos, tetraterpenos y esteroides, dentro de los cuales se encuentran carotenos, glicósidos cardiotónicos y taxol, entre otros) (Creus, 2004). Dichos compuestos le proporcionan importantes características a los extractos, que pueden ser: antialimentarios, antivirales, antimicrobianos, repelentes o inhibidores de germinación de semillas, lo cual permite su utilización para proteger los cultivos e incrementar la calidad y producción alimentaria, ya que tienen la propiedad de ser menos tóxicos y más fácilmente degradables que los materiales sintéticos (Celis *et al.*, 2009). Además, otorgan a la planta sabores amargos que las hacen indigestas o venenosas y, en consecuencia, actúan como plaguicidas naturales (García y Carril, 2011).

Muchos metabolitos secundarios son pigmentos y proporcionan color a flores y/o frutos, juegan un papel esencial en la reproducción ya que atraen insectos polinizadores o animales que utilizan los frutos como fuente de alimento y, de esta manera, contribuyen a la dispersión de semillas.

Según González *et al.* (2012) los metabolitos secundarios tienen los siguientes efectos:

**Terpenos:** Son los principales componentes de los aceites esenciales. Provocan repelencia, inapetencia y evitan la oviposición.

**Fenoles:** Son compuestos hidroxilados que pueden actuar como antialimentarios; otros, como los taninos, que actúan como barrera por su sabor amargo; también incluyen las cumarinas que inhiben el crecimiento de hongos y son tóxicas para nemátodos, ácaros e insectos.

**Alcaloides:** Es el grupo con mayor diversidad -un ejemplo de ellos es la nicotina-, los cuales tienen una gran variedad de efectos tóxicos.

**Glicósidos cianogénicos:** Liberan cianuro cuando se hidrolizan, por lo que son tóxicos y repelentes.

**Compuestos azufrados:** Los más importantes son los tiofenos, los cuales tienen acción insecticida y nematicida.

**Flavonoides:** Son compuestos que proporcionan color a las plantas y flores, por ejemplo: la rotenona. Actúan como inhibidores enzimáticos y tienen actividad repelente.



Los metabolitos secundarios que funcionan como insecticidas pueden aplicarse en los órganos infestados sobre cultivos de frutos, hortalizas, invernaderos y viveros. Esto representa alternativas que promueven estrategias compatibles con el ambiente (Pino *et al.*, 2013).

### **2.8 Características generales del café (*Coffea*)**

Se conoce como café a los granos obtenidos de las plantas perennes tropicales llamadas cafetos. Desde el punto de vista morfológico, los granos son muy variables. Tostados y molidos, son usados principalmente para preparar y tomar como una infusión. El género pertenece a la familia de las Rubiáceas (Rubiaceae), con alrededor de 500 géneros y más de 6000 especies, la mayoría son árboles y arbustos (Loaiza, 2013).

Taxonómicamente esta especie pertenece al género *Coffea*, y su semilla se caracteriza por presentar una hendidura en la parte central, estas plantas crecen como pequeños arbustos y hasta árboles de más de 10 m, sus hojas son simples, opuestas y con estípulas, varían en tamaño como en textura; sus flores son completas, blancas y tubulares y los frutos son drupas de diferentes colores y tamaños dentro de las cuales se encuentran las semillas, normalmente dos por fruto. Las especies más importantes comercialmente son conocidas como: Arábica (*Coffea arabica* L); y Robusta (*Coffea canephora*) (Loaiza, 2013).

### **2.9 El café y sus extractos en el control de plagas**

La cafeína contiene metilxantina, un principio activo que inhibe la alimentación de insectos. Este efecto se debe a la contención de la actividad de la fosfodiesterasa y al aumento del monofosfato de adenosina cíclico intracelular. Por lo tanto, la metilxantina puede funcionar como insecticida natural, pues provoca trastornos metabólicos graves en el insecto —falta de coordinación, temblor, pérdida de apetito y muerte— (Nathanson, 1984).

### **2.10 Características generales de la cebolla (*Allium cepa* L.)**

La cebolla es una planta perteneciente a la familia Amaryllidaceae. Es una especie bianual, cultivada como anual, Sus raíces no superan los 30 cm de profundidad, el tallo tiene una forma de disco subcónico situado en la base del bulbo. En algunas condiciones

ambientales y de desarrollo, su yema apical y, en ocasiones algunas laterales, generan cada una un tallo floral o escapo, que es hueco, las hojas son opuestas y de tipo hueco. El color del bulbo está dado por las catáfilas de protección y muestran un tono que puede ser blanco, cobrizo, rojo, púrpura o marrón (Mata *et al.*, 2011).

Los metabolitos secundarios de la cebolla son los flavonoides, responsables de la pigmentación de las flores y la atracción de polinizadores, estos compuestos se presentan en gran concentración superior a otros vegetales. Entre los principales se encuentran la quercetina, la isoramnetina y el kaempferol. Los derivados de la quercetina son los encargados de dar el color amarillo a la cebolla blanca, mientras que las antocianinas dan el color púrpura a la cebolla roja (Fajardo *et al.*, 2016)

### **2.10.1 Características generales del ajo (*Allium sativum* L.)**

El ajo es una planta perteneciente a la familia Liliaceae, se compone de una decena de bulbos que se denominan dientes, envueltos en una membrana blanca y sedosa cuando se seca, los dientes se disponen circularmente alrededor del tallo radicular, que tiene forma cilíndrica, y una dimensión de 20 a 40 centímetros, sus hojas son lineares, largas, estrechas y rodean al tallo. Sus flores son blancas o rosadas, y forman una umbela en el extremo del tallo floral (Abad y Piedra, 2011).

El ajo, según Cano (2016), puede actuar como un repelente por ingestión, debido a que causa ciertos trastornos digestivos en el insecto que le impiden alimentarse. Además, funciona como un sistémico de alto espectro, ya que puede ser absorbido por el sistema vascular de la planta y generar un cambio en el olor natural, que evita el ataque de las plagas. Se basa en un enmascarador del olor del alimento, de las feromonas y, como consecuencia, evita la reproducción de las plagas.

### **2.12 Principios activos presentes en el ajo, la cebolla y el tabaco. Insectos que atacan y sus características**

El Cuadro 1 resume para el ajo, la cebolla y el café, las partes utilizadas como principios activos y los insectos que atacan.

**Cuadro 1.** Metabolitos secundarios presentes en la planta del ajo, la cebolla y el café. Insectos que atacan y partes utilizadas. Fuente: Cano (2016).

PLANTA	PARTE UTILIZADA	PRINCIPIO ACTIVO	INSECTO QUE ATACAN
AJO	Bulbos	Alicina, aliína	Áfidos, gusanos del manzano, mariposa de la col <sup>1</sup>
CEBOLLA	Bulbos	Alicina, aliína	Áfidos, gusanos del manzano <sup>2</sup>
CAFÉ	Granos de café	Metilxantina	Áfidos, larvas de mariposa, mosquitos <sup>3</sup>

### 3. Las hortalizas en México

Una hortaliza es la porción comestible de una planta herbácea — hojas, tallos, raíces, flores, frutos o semillas— que se consume fresca, cocida o preservada. Es complemento indispensable de los alimentos básicos que proporcionan energía, son importantes por su gran contenido de vitaminas, minerales y fibras, con pocas calorías y proteínas (Schwentenius y Gómez, 1994).

Las hortalizas producen altos rendimientos e ingresos por unidad cultivada y demandan mucha mano de obra. La importancia de la horticultura en México se refleja en su economía, pues exporta 5.8 millones de toneladas de estos productos agrícolas al año, que lo colocan en el cuarto lugar como exportador mundial con sólo 0.6 millones ha/año cultivadas. Las hortalizas contribuyen con 15.56% del valor de la producción, ocupan el 17.5% de la fuerza de trabajo y aportan la mitad de las divisas generadas por el sector agrícola. (Schwentenius y Gómez, 1994; Sosa y Ruiz, 2017).

Ante la apertura comercial del país y la acelerada globalización de la producción hortícola, es importante ubicar a México en el entorno internacional para conocer su importancia real, ya que se espera el Incremento del rendimiento necesario para satisfacer el volumen de demanda esperada. Con 0.604 millones ha y 23.1 kg/ha en 2020 se espera que el rendimiento aumente a 24.9 en el 2030, 26.4 en el 2040 y 27.4 en el 2050 (Sosa y Ruíz, 2017).

---

<sup>1</sup> Cano (2016 p. 39)

<sup>2</sup> Cano (2016 p. 39)

<sup>3</sup> Nathanson (1984, p. 184)

### 3.1 *Beta vulgaris* L.

El betabel (*Beta vulgaris* L.) —también conocida como betarraga o remolacha— es una planta hortaliza herbácea de tipo anual perteneciente a la familia *Amaranthaceae* (Fuentes *et al.*, 2018), de pecíolos largos y succulentos, hojas grandes y erectas (Casierra, 2011). Es un vegetal cultivado en casi todo el mundo para el consumo en fresco como ensalada, por su contenido de azúcares, minerales y carotina, sustancias de suma importancia para la vitalidad del organismo humano en general (Casierra, 2019). El betabel es cultivado por sus raíces, hojas y semillas, las cuales se utilizan con fines azucareros, forrajeros y para consumo de mesa. Ocupa el sexto lugar en área cosechada después del perejil, apio, aromáticas, ajo y pepino. Presenta una expansión superior al 8 % anual (Vega y Salamanca, 2016).

Nottingham (2004) menciona que la composición nutrimental del betabel está compuesta por carbohidratos, proteínas, vitaminas, minerales y micronutrientes (Cuadro 2), los cuales se distribuirán en la planta en semillas, frutos, meristemos de las hojas, cambium y raíces.

**Cuadro 2.** Composición nutrimental en 100 g de betabel.

Composición	Gramos (g)
Agua	87.1
Carbohidratos	7.6
Proteínas	1.7
Grasa	0.1

Nota. Nottingham (2004, p. 77).

### 3.2 Principales plagas en *Beta vulgaris* L.

El Cuadro 3 muestra las plagas que se pueden originar en el cultivo de betabel y su posible combate con los productos químicos (Ramírez *et al.*, 2001).

**Cuadro 3.** Principales insectos plaga presentes en el cultivo *Beta vulgaris* L. y su combate con productos químicos (Ramírez *et al.*, 2001).

INSECTO PLAGA	PRODUCTO QUÍMICO
Pulgones (Aphidoidea)	Folimat 1200 LS; Tamarón 600LS; Lorsban 480 CE Malatión 1000 CE
Mosquita blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> )	Carbaryl, Toxafeno, Metoxicloro, Paratión
Gusanos de alambre ( <i>Keiferia</i> spp.)	Ambush 50 CE; Belmark 30 CE; Annate 90 PS; Decís 25 CE, Parathion Metílico
Minador de la hoja ( <i>Liriomyza</i> spp.)	Lorsban 480 CE; Folimat 1200 LS; Dipterex 80 PH
Gusano del fruto ( <i>Heliothis</i> spp.)	Decís 25 CE; Ambush 50 CE; Lannate 90 PS

### 3.3 Pulgón

Los áfidos o insectos conocidos universalmente como pulgones (Michelena *et al.*, 1994) son considerados como organismos plaga, pertenecientes al orden hemíptera (Cuadro 4). Se alimentan de la savia de las plantas y pueden producir daños de forma directa. En las hojas aparecen manchas amarillas, malformaciones, decoloraciones, marchitamientos que pueden provocar la muerte de la planta.

Además, puede producir daños de forma indirecta, el pulgón segrega una sustancia pegajosa que atrae hormigas y a un hongo —la negrilla—, que a su vez produce manchas que disminuyen la calidad en los frutos (Michelena *et al.*, 1994; Rosales *et al.*, 2013).

**Cuadro 4.** Clasificación taxonómica del pulgón.

CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA	
REINO	Animalia
FILO	Artrópoda
CLASE	Insecta
ORDEN	Hemíptera
FAMILIA	Aphididae
GÉNEROS	<i>Myzus</i> , <i>Aphis</i>

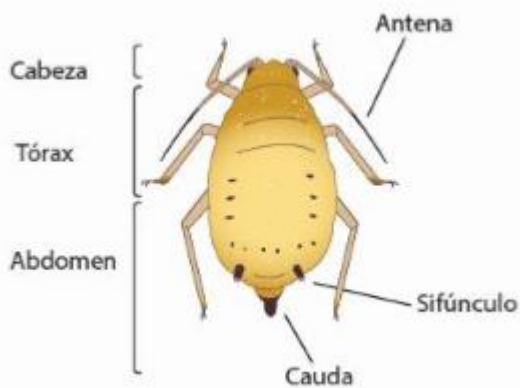
Nota. Simbaqueba *et al.* (2014, p. 238).

### 3.3.1 Distribución

El pulgón se encuentra localmente por todo el mundo (Ortega, 2006). Suelen aparecer en ambientes secos y con exceso de fertilizantes, sobre todo en primavera y verano. En México esta especie se propaga ampliamente sobre hortalizas —hospederos secundarios— y frutales del género *Prunus* —hospedero primario— (López *et al.*, 2011)

### 3.3.2 Morfología de pulgones

Los pulgones son de pequeño tamaño, de 1 a 3 mm, de acuerdo con Michelena (1994). En su cuerpo, se pueden identificar tres regiones: cabeza, tórax y abdomen (Figura 1).



**Figura 1.** Morfología externa del pulgón en tres partes. Fuente Villacide *et al.*, (2014). Figura recuperada de: <https://bit.ly/2E0JvO7>

Generalmente son lisos y su cuerpo es blando, de forma ovoidal. Pueden ser ápteros —sin alas— o alados. En caso de tener alas, la cabeza está bien diferenciada del tórax, pero en las formas ápteras ambas regiones se presentan fusionadas (Nieto y Durante 1998).

La forma alada presenta dos pares de alas membranosas relativamente pequeñas y mucho más grandes que las anteriores. Las alas anteriores son transparentes, con un borde engrosado, que colocan en diversas posturas, a menudo erectas durante el reposo (Figura 2).

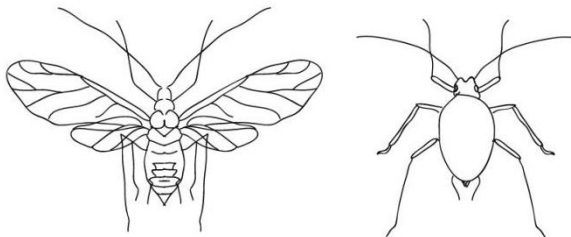
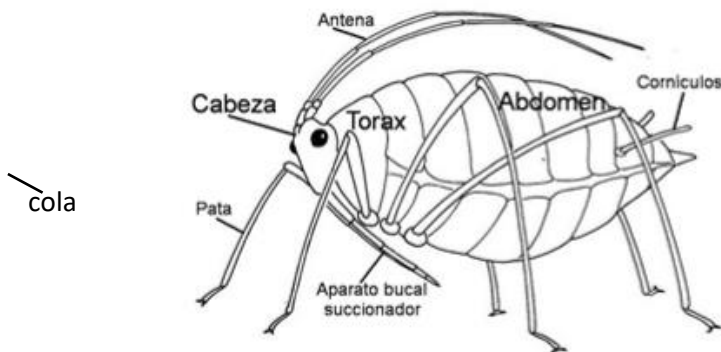


Figura 2. Esquema de la morfología general de los pulgones. A la izquierda un individuo alado, y a la derecha un individuo áptero. Fuente: Villacide *et al.*, (2014). Figura recuperada de: <https://bit.ly/2E5zTC1>

En las antenas localizadas sobre la cabeza de los individuos adultos, se distinguen unas estructuras habitualmente circulares denominadas sensorios, de función quimiorreceptora. En el tórax no existen estructuras morfológicas de especial relevancia, únicamente se puede indicar que está más esclerotizado en las formas aladas que en las ápteras, y que, en las primeras, se pueden reconocer dos pares de alas membranosas y translúcidas. El primer par es mayor que el segundo y, en ellas, se puede observar la presencia de plerostigma. En la parte caudal de su abdomen existen dos estructuras muy importantes: los cornáculos o sifones —pequeños ápices erectos en posición dorsal que apuntan hacia atrás o hacia arriba— (Figura 3). Los cornáculos son estructuras tubulares que vierten la secreción de una sustancia rica en ceras y feromonas de alarma que solidifica rápidamente y sirve para repeler a sus depredadores. Su forma, tamaño, pigmentación y ornamentación son variables. La cola se prolonga hacia atrás y su diseño es muy diverso, puede ser redondeada, pentagonal, triangular, claviforme, ensiforme o digitada. Por el ano excretan una sustancia azucarada denominada melaza, que es producto de su digestión (Michelena *et al.*, 1994).



**Figura 3.** Esquema de la anatomía externa de un pulgón áptero. Fuente: Villacide *et al* (2014). Figura recuperada de: <https://bit.ly/2E5zTC1>

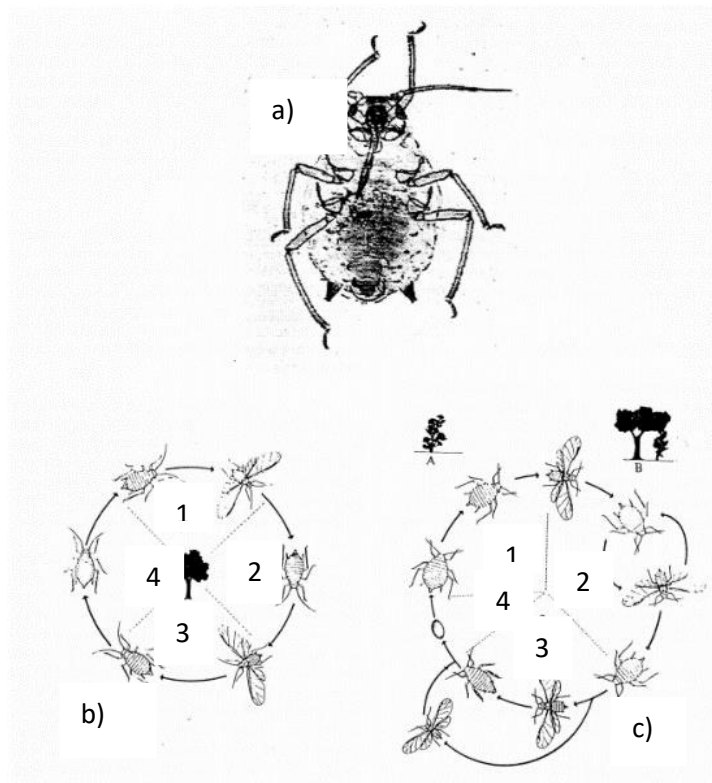
La existencia de dos formas morfológicas se debe a una adaptación para explotar el medio

natural en donde viven. Así, los individuos ápteros representan una especialización para la reproducción y mayor aprovechamiento de la planta hospedadora; mientras que las formas aladas presentan modificaciones dirigidas a la colonización de nuevos hábitats y a la dispersión de la especie.

### 3.3.3 Ciclo de vida

El ciclo del pulgón es holocíclico, tiene como hospedantes primarios, especies de distintos géneros, a los que se trasladan las hembras para depositar los huevos. Estos huevos pasan el invierno y de ellos salen, en primavera, las hembras fundadoras ápteras que darán origen a individuos adultos alados. Estos emigran a huéspedes secundarios, como

las plantas hortícolas y ornamentales, donde se reproducen por partenogénesis. Cuando las condiciones climáticas son adversas, por ejemplo, muy frías, aparecen individuos alados que se trasladan al hospedante primario donde se cierra el ciclo (Figura 4). Aunque, en ocasiones, puede habitar el hospedador secundario durante todo el año y de forma anholocíclica. En plantas hospederas, habita principalmente en tallos jóvenes y en el envés de las hojas.



**Figura 4.** Esquema Ciclo biológico de pulgones. **a) Aspecto general en preparación microscópica; b) Ciclo biológico monoico anholocíclico y c) Ciclo dioico holocíclico.**

**Abreviaturas:** 1 – Primavera, 2 – Verano, 3 – Otoño, 4. Invierno, A – hospedador primario, B. Hospedador secundario. Fuente: Tizado y Nuñez 1994. Figura recuperada de: <http://xurl.es/5mp7j>

a) Aspecto general en preparación microscópica; b) Ciclo biológico monoico anholocíclico y c) Ciclo dioico holocíclico.

Abreviaturas: 1 – Primavera, 2 – Verano, 3 – Otoño, 4. Invierno, A – hospedador primario, B. Hospedador secundario.

### 3.3.4 Daños producidos por el pulgón en *Beta vulgaris* L.

Según Rosales *et al.* (2013), los daños producidos se pueden dividir en dos grupos: directo e indirecto. El daño directo es ocasionado por la picadura y la succión de la savia mediante el aparato bucal. Al clavar los estiletes y llegar a las células que constituyen el floema se produce un daño morfológico en hojas, ramas, tallos, brotes, flores y frutos. Además, también causan deformaciones en pecíolos y en el limbo foliar. En algunos casos, se genera enrollamientos en las hojas, malformaciones en los brotes y frutos. López *et al.* (2011) mencionan que este daño reduce la cantidad y la calidad del cultivo.



Por otro lado, los pulgones también producen daños indirectos ocasionados por otros agentes. Como consecuencia de la alimentación, estos insectos excretan el exceso de azúcares que ingieren, la llamada melaza. El problema radica en que la melaza cubre la superficie de la planta e impide la actividad fotosintética. Este daño mancha la fibra y genera “fibra pegajosa” que atrae la proliferación de hongos (Castresana y Paz, 2018). También se ha comprobado que más de 300 virosis son transmitidas por pulgones, y que transmiten el 75 % de daño perjudicial a plantas hortalizas y frutales (Lomelí *et al.*, 2008).

López *et al.* (2011) menciona que el daño indirecto produce la amarillez en la remolacha: “Beet Yellow Closterovirus” (BYV) y “Beet mild yellowing luteovirus” (BMYV), los dos virus son transmitidos por la especie *M. persicae*. El origen de ambos daños ocasionados radica en las características biológicas del insecto, su conducta alimenticia y su especialización en alimentarse sobre una amplia distribución del hospedero.

### **3.4 Estudios de bioplaguicidas en trabajos de laboratorio y campo**

De acuerdo con estudios anteriormente realizados en manejo integrado de insectos plaga (MIIP) se han evaluado índices de mortalidad de pulgones superiores al 95% a los 7 días tras la aplicación, mucho más efectivos que un plaguicida químico (Bartual *et al.*, 2012). En condiciones de laboratorio Terrones y colaboradores (2019) mencionan que la respuesta de mortalidad en áfidos es favorable y dependiente de la dosis y el bioplaguicida empleado, pues para matar el 50% de los áfidos con un extracto natural se necesita una dosis mayor. Mientras que Catalano y colaboradores (2005) concluyen que los bioplaguicidas presentan valores aceptables de mortalidad y podría constituir una herramienta no contaminante para el control de áfidos.

Por tanto, el principal propósito del presente trabajo ha sido contribuir al desarrollo de la agricultura orgánica con soporte en estrategias naturales sobre el control de plagas. En este ejercicio, la aplicación de bioplaguicidas para el control del pulgón (Aphididae) en el cultivo de *Beta vulgaris* L. tiene el sentido de favorecer el crecimiento de cultivos sanos y perturbar en la menor medida posible, al medio ambiente.

#### **4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El 85 % de la producción orgánica de México en el sector agrícola, es destinado al mercado de exportación. Sin embargo, el volumen total de esta producción se ve disminuido hasta en un 45%, debido a la acción de poblaciones plaga (Gómez y Gómez, 2004).

Actualmente, para combatir insectos plaga se utilizan plaguicidas químicos. No obstante, su uso causa efectos riesgosos para el ser humano y el medio ambiente, ya que ocasionan: 1) costos ambientales (impacto sobre vida silvestre, polinizadores y enemigos naturales); 2) contaminación de agua y suelo; y 3) costos sociales por envenenamiento debido al uso de plaguicidas sintéticos (Nava *et al.*, 2012).

Se ha comprobado que la aplicación de un bioplaguicida es una alternativa para disminuir la dependencia del manejo de plaguicidas químicos. Con su utilización se puede mejorar la producción hortícola de manera sustentable (económica, social y ecológica). Por ello, en este trabajo se analizará el desempeño de dos controles formulaciones de bioplaguicidas biológicos como alternativas para disminuir los efectos nocivos en el control del pulgón sobre las hojas de betabel, y comparándolos con la actividad de un plaguicida comercial.

## **5. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

Las preguntas planteadas para el experimento en condiciones de invernadero fueron las siguientes:

¿La aplicación de un bioplaguicida a base de café molido provocará una disminución en el porcentaje de infestación de pulgones en el cultivo de betabel?

¿La aplicación de un bioplaguicida a base de bulbos de ajo y cebolla provocará una disminución en el porcentaje de infestación de pulgones en el cultivo de betabel?

¿La aplicación de un bioplaguicida puede eliminar áfidos en la misma proporción que un plaguicida comercial?

¿Hay menor costo en la elaboración de un bioplaguicida respecto del precio correspondiente a un plaguicida comercial?

## **6. JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA**

Los áfidos producen daños a las plantas hospederas y ocasionan una depreciación comercial en las plantas atacadas. Para combatir áfidos se propone la aplicación de bioplaguicidas porque éstos promueven un equilibrio económico, social y ecológico. En cambio, los plaguicidas de origen industrial contaminan aire, suelo, agua, así como los productos hortícolas, además de ser nocivos para el ser humano.

Se sabe que los principios activos (alicina, aliína) presentes en los bulbos de ajo y cebolla y en el café molido (metilxantina), actúan como controladores naturales contra los insectos en los cultivos agrícolas. Por ello, la finalidad de este trabajo ha sido: analizar una posible solución sustentable con el medio ambiente e identificar bioplaguicidas que permitan tener un control de áfidos sobre plantas parasitadas de betabel y así promover la sustitución del uso de plaguicidas sintéticos en este tipo de cultivo.

## **7. HIPÓTESIS**

Los bioplaguicidas para el control de áfidos a base de productos naturales (café molido y bulbos de ajo y cebolla), tendrán mayor eficiencia en el porcentaje de eliminación de pulgones, debido a sus principios activos: metilxantina, alicina y aliína en relación con un plaguicida comercial, cuyo principal activo es la pralelina, Ambos bioplaguicidas controlarán la infestación de áfidos parásitos de plantas de *Beta vulgaris* L. cultivadas en macetas, en condiciones de invernadero.

## **8. OBJETIVOS**

- Investigar el efecto de dos bioplaguicidas, uno a base de café molido y otro de bulbos de ajo y cebolla sobre áfidos en *Beta vulgaris* L., en condiciones de invernadero.
- Comparar los efectos de los bioplaguicidas de café molido y de bulbos de ajo y cebolla con los de un plaguicida comercial.
- Determinar la viabilidad económica de utilizar un control biológico para el pulgón en plantas de betabel y compararla con la aplicación de un plaguicida industrial.

## 9. MÉTODOS

### 9.1 Ubicación de los invernaderos utilizados

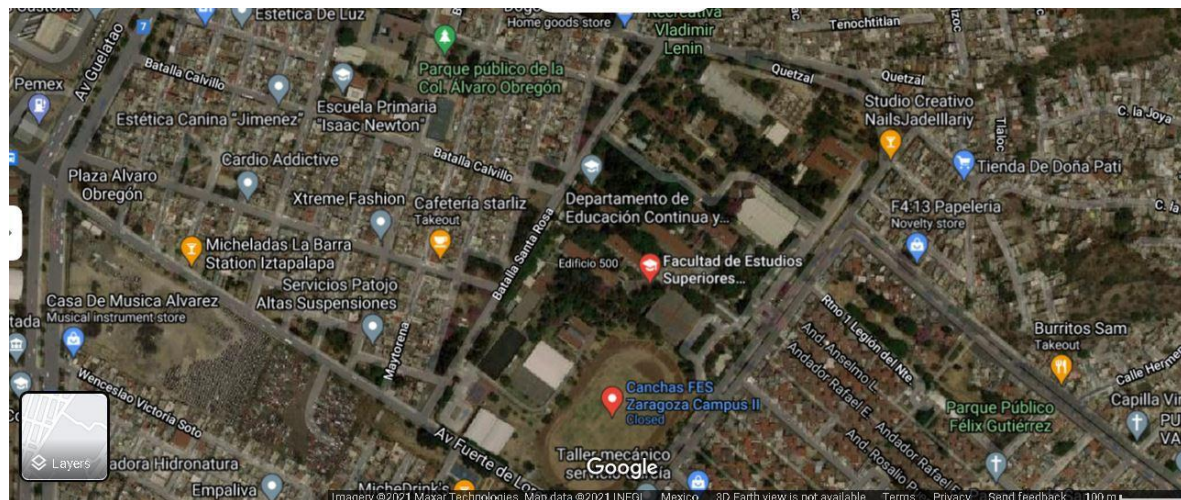
Este trabajo se realizó en dos sitios de estudio que fueron:

1. Instituto de la Juventud de la Ciudad de México (CDMX).
2. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza *Campus II* (CDMX).

En el primero se germinaron las plantas de *Beta vulgaris* L. y en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza *Campus II* se realizó el trabajo experimental para evaluar el efecto de los bioplaguicidas.



**Figura 5.** Calzada México-Tacuba, 235, Colonia Un Hogar Para Nosotros, Alcaldía Miguel Hidalgo, 11330 Ciudad de México.



**Figura 6.** Batalla 5 de Mayo SN, Colonia Ejército de Oriente Zona Peñón, Alcaldía Iztapalapa, 09230 Ciudad de México.

## **9.2 Métodos de invernadero**

### **9.2.1 Obtención del germoplasma**

Las semillas de *Beta vulgaris* L. se compraron en la tienda departamental THE HOME DEPOT del Estado de México, localizado en Ecatepec de Morelos.

### **9.2.2 Propagación de betabel**

En el Invernadero del Instituto de la juventud de la Ciudad de México (CDMX) se llevó a cabo la germinación de 60 semillas (10 de diciembre de 2019) en un contenedor horizontal de plástico de 2 m de largo x 50 cm de ancho. Las semillas se colocaron a 10 cm de distancia, entre sí, y a 1 cm de profundidad en un sustrato compuesto por una mezcla 1:1 entre suelo y materia orgánica (composta) conseguida en THE HOME DEPOT en el Estado de México, Ecatepec de Morelos.

### **9.2.3 Trasplante y separación de macetas**

Cuando las plántulas alcanzaron una altura entre 5 y 10 cm, en la etapa fenológica de foliación (cuando presentaron de 3 a 4 hojas) a los 15 días, se trasplantaron 40 plántulas a 40 bolsas para vivero de 1 kg. Fue trasplantada una plántula por maceta y se trasladaron al invernadero de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza *Campus* II. Cada maceta se etiquetó con el nombre del tratamiento T1, T2, T3 y T4 que corresponde a:

T1 = Tratamiento de aplicación de plaguicida comercial

T2 = Tratamiento de aplicación de bioplaguicida con bulbos de ajo y cebolla

T3 = Tratamiento de aplicación de bioplaguicida con café molido

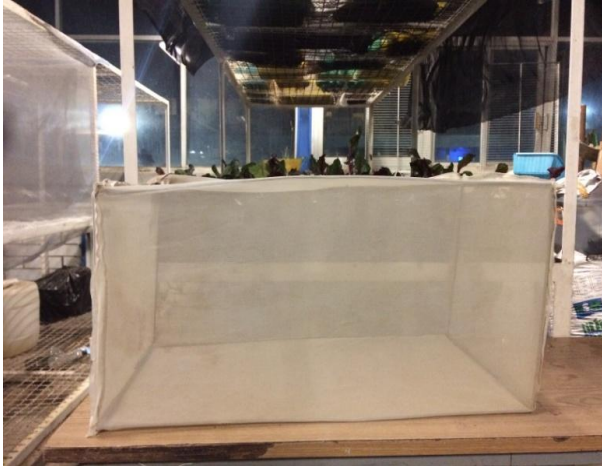
T4 = Tratamiento Testigo (agua del grifo)

En total fueron 40 macetas, 10 para cada tratamiento.

## **9.3 Construcción de jaulas anti-áfidos**

En el Invernadero de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza *Campus* II y para aislar cada tratamiento y posteriormente para evitar la entrada o salida de áfidos se construyeron 4 jaulas entomológicas. Estas se construyeron con malla anti-áfidos y alambre galvanizado para darle soporte. Las dimensiones de las jaulas fueron de 50 x 80

x 50 cm (Figura 7). Para facilitar la entrada de las macetas se colocaron dos cierres plásticos: a) de 40 cm y b) de 25 cm desde el centro a las esquinas de la estructura (Figura 6). Cada jaula fue etiquetada por orden de tratamiento: T1, T2, T3 y T4 (testigo) sobre un bancal limpio y desinfectado, en el interior del Invernadero. Además, se colocaron aleatoriamente por una semana realizando intercambio de macetas entre ellas.



**Figura 7.** Soporte de la jaula con funda anti-áfidos de dimensiones 50 x 80 x 50 cm.

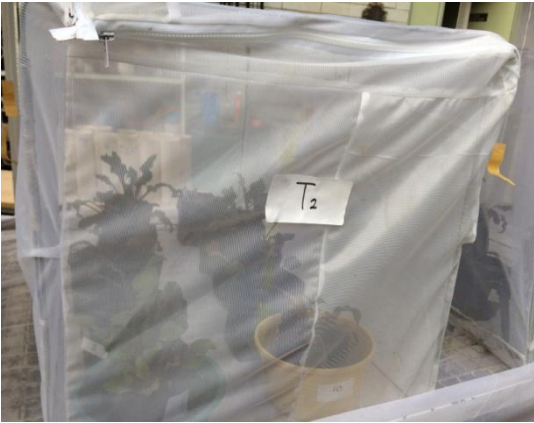


**Figura 8.** Jaula entomológica abierta por los dos cierres de plástico de 40 y 25 cm en las esquinas.



**Figura 9.** Jaula entomológica del tratamiento 1





**Figura 10.** Jaula entomológica del tratamiento 2



**Figura 11.** Jaula entomológica del tratamiento 3



**Figura 12.** Jaula entomológica del testigo.

#### **9.4 Recolecta del insecto plaga**

Se recolectaron 800 pulgones de la plaga de betabel del invernadero del Instituto de la juventud de la Ciudad de México (CDMX). La recolección manual consistió en buscar áfidos posados sobre hojas, flores, tallos y suelo y con ayuda de un pincel se capturaron y se guardaron dentro de un frasco de plástico con pequeños orificios en la tapa para trasladarlos, determinarlos y realizar la infestación en el invernadero de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza *Campus II* (CDMX).

#### **9.5 Determinación del insecto plaga**

De la recolección manual del insecto plaga, 10 áfidos negros y 10 verdes fueron fijados en una solución de alcohol al 70 % para su posterior identificación a especie con las claves taxonómicas de Simbaqueba *et al.* (2014).

#### **9.6 Infestación de áfidos en betabel**

De la recolección en los frascos de plástico, se colocaron 20 áfidos (10 áfidos verdes y 10 áfidos negros) en cada maceta dentro de las jaulas entomológicas según la técnica indicada por Mirabal (2001). La infestación se realizó de forma manual y con la ayuda de un pincel.

#### **9.7 Preparación de bioplaguicidas**

Después de un mes de la infestación manual, cuando la población del insecto plaga estaba en desarrollo, se prepararon los siguientes bioplaguicidas en el invernadero de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza *Campus II* (CDM).

##### **9.7.1 Ajo y cebolla**

En 2 litros de agua se licuaron 10 dientes de ajo (peso en g) y 1 cebolla morada de tamaño mediano (peso en g). Se dejó reposar toda la noche y al día siguiente se coló con un colador doméstico de acero inoxidable para recuperar únicamente la solución de agua. Posteriormente, 200 ml de la solución se vertió en un atomizador etiquetado con el nombre "bioplaguicida ajo y cebolla" según la técnica indicada de Monroy (2013).

### **9.7.2 Café**

100 g de café molido orgánico de la marca Blasón se colocó en un litro de agua y se calentó hasta hervir. Después, se dejó enfriar y 200 ml se vertió a un atomizador de 200 ml, etiquetado con el nombre “bioplaguicida café”. según la técnica indicada de Monroy (2013).

### **9.8 Plaguicida comercial industrial**

Este plaguicida (Raid casa y jardín) cuyo principal activo es la Praletina se aplicó directamente (mL).

### **9.9 Preparación del testigo**

El testigo se estableció con agua del grifo, la cual se aplicó mediante un atomizador de 200 ml, etiquetado con el nombre de “tratamiento testigo”.

### **9.10 Porcentaje de infestación del insecto plaga en la superficie de las plantas**

Un día antes de la aplicación de los bioplaguicidas (17 de abril de 2020) se registró el porcentaje de infestación del insecto plaga de acuerdo con la escala de Likert (Cuadro 5) en la superficie de la planta, considerando el porcentaje de las estructuras (tallo, hojas y meristemas apicales) de cada tratamiento según la técnica indicada de Montiel (2013).

### **9.11 Aplicación de bioplaguicidas y testigo**

La aplicación de los bioplaguicidas se llevó a cabo el 18 y 19 de abril de 2020, cada tratamiento: T1, T2 y T3 y el testigo T4, se asperjó en dos momentos: 1) a las 0 horas (primer día); y 2) a las 24 horas (al día siguiente). La aplicación de los bioplaguicidas se realizó en función del porcentaje del área infestada en cada cultivo. Para esto, se observó el porcentaje del área infestada en desarrollo, de cada estructura vegetal (hojas, tallos, fruto) y posteriormente se aplicó el bioplaguicida en los órganos infestados. Cada biopreparado fue aplicado con su respectivo rociador manual y a una distancia de 10 cm de la planta para tener una mejor cobertura y cubrir toda la zona donde se establecieron los insectos.

**Cuadro 5.** Escala de Likert.

ESCALA DE LIKERT	
Nula	0 % - 20%
Baja	20 % - 40%
Media	40 % - 60%
Alta	60 % - 80%
Muy alta	80 % - 100%

### **9.12 Porcentaje de infestación del insecto plaga después de las aplicaciones**

La eficiencia de cada tratamiento se determinó con base al porcentaje de infestación en la cobertura de la planta a las 24 horas después de la primera aplicación y 24 h después de la segunda aplicación. En ambas aplicaciones se registró el porcentaje cualitativo total del área infestada de la planta de acuerdo con la escala de Likert (Cuadro 5).(Montiel, 2013).

### **9.13 Evaluación del crecimiento y las condiciones ambientales**

Cada semana, desde el inicio (18 de febrero de 2020) hasta el final del experimento (18 de mayo de 2020) en las plantas se registraron los siguientes datos: altura (con una cinta métrica desde la superficie del suelo a la altura máxima de la hoja en cada maceta y en todos los tratamientos), presencia-ausencia de plagas y daños morfológicos en las estructuras vegetales. Diariamente se registró la supervivencia de las plantas.

En el invernadero, con un termohigrómetro (marca Steren modelo TER-150) se evaluó la temperatura máxima, mínima y la humedad relativa durante el tiempo de infestación de las plantas.

### **9.14 BALANCE BC**

Se obtuvo la relación beneficio-costos según Montiel (2013):

Con base en los costos de producción y de mano de obra, a fin de determinar el beneficio económico de utilizar un control de tipo biológico.

$$BC = \text{Beneficios totales} / \text{Costos totales de la producción}$$

Las evaluaciones de los costos de producción se realizaron considerando 1) la elaboración de los bioplaguicidas y 2) el rendimiento de la cosecha en el cultivo de betabel y su costo en el mercado.

### **9.15 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

El porcentaje de áfidos en la superficie de la planta después de la aplicación de los tratamientos a las 24 y a las 48 horas al no cumplir con la homogeneidad de varianzas paramétricas y con la distribución normal (con la prueba Shapiro Wilks), se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (a una  $p = 0.05$ ).

Para la altura de las plantas, al no cumplir con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas se le aplicó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (a una  $p = 0.05$ ).



## 10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 10.1 Identificación de la plaga

Los organismos que se identificaron en el cultivo de betabel fueron: el pulgón verde *Myzus persicae* (Sulcer) que presentó una infestación en la superficie de la planta del 20% y el pulgón negro del haba *Aphis fabae* (Scopoli) en menor abundancia (con un 10% de infestación) (Figura 15) (Cuadro 6).

**Cuadro 6.**

Insectos presentes en el cultivo de betabel durante el estudio.

.Nombre común	Nombre científico	Fotografía	Planta hospedante	Importancia agrícola	Potencial de daño sobre la planta
<b>Pulgón verde del melocoto nero</b>	<i>Myzus persicae</i> (Sulcer)		<i>Beta vulgaris</i> L.	Es capaz de generar daños hasta del 75% de la cosecha (Lomelí <i>et al.</i> , 2008)	Transmite daños directos e indirectos por enfermedades virales (Ayala <i>et al.</i> , 1996)
<b>Pulgón negro</b>	<i>Aphis fabae</i> (Scopoli)		<i>Beta vulgaris</i> L.	Genera hasta el 50% de pérdidas en la cosecha (Montiel, 2013)	Es la plaga polífaga más frecuente, pues puede llegar a atacar una gran variedad de plantas (Montiel, 2013).

#### 10.1.1 Pulgón verde *Myzus persicae* (Sulcer)

Dentro del cultivo de betabel, el insecto con mayor presencia fue el pulgón verde, considerado como plaga generalista. Según Ayala *et al.* (1996) en su trabajo de investigación señalan que *Myzus persicae* coloniza la remolacha de forma esporádica y es responsable, tanto del daño directo en las plantas, como de la transmisión de enfermedades virales.

Esta plaga representa una seria amenaza a la producción agrícola ya que se puede llegar a perder hasta el 75 % por daño perjudicial a hortalizas y frutales (Lomelí *et al.*, 2008). Duarte *et al.* (2011) refieren que *Myzus persicae* necesita pocos días para alcanzar el estado adulto, y requiere de sólo 24 horas más para comenzar su fase reproductiva que oscila entre 13 y 14 días, lo que significa que esta especie es capaz de multiplicarse exponencialmente con una fecundidad media diaria de 3 a 4 individuos por hembra. Aun así, este organismo depende de los factores ambientales —en especial la temperatura— que también influyen en el estado fisiológico de la planta hospedante.

### **10.1.2 Pulgón negro del haba *Aphis fabae* (Scopoli)**

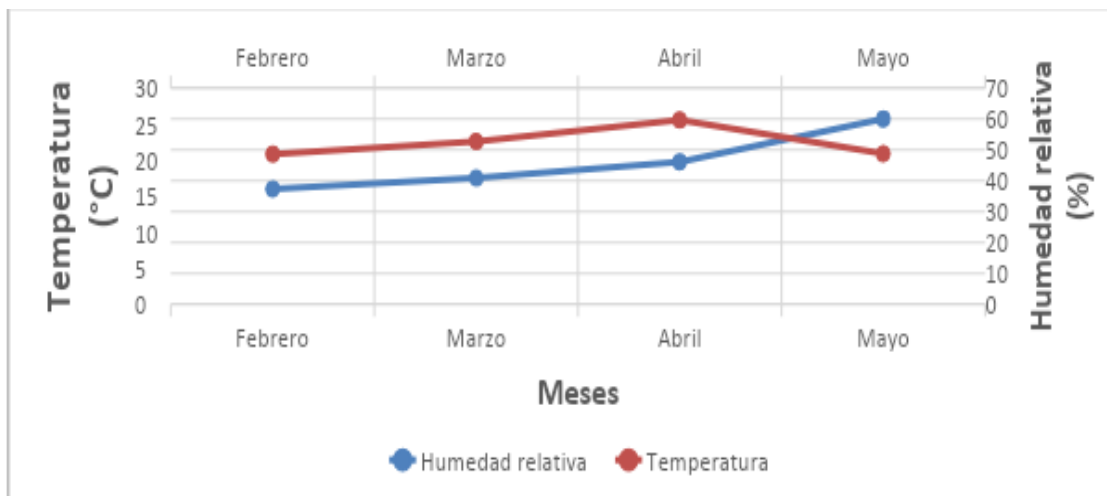
Domínguez (1943) menciona que este insecto es considerado una de las plagas polífagas más frecuente, pues puede llegar a atacar una gran variedad de plantas. Según trabajos de investigación anteriormente realizados: Montiel (2013), este insecto se encuentra distribuido por 22 estados de la República Mexicana. Infesta los brotes tiernos que se encuentran en la parte apical de la planta, aunque también su alojamiento en hojas y flores provoca daños directos e indirectos, por la transmisión de virus. Domínguez (1943) consigna que las plantas atacadas por este pulgón son invadidas por numerosos hongos ya que encuentran, en el líquido que expelen estos insectos, un excelente medio de cultivo.

Por ejemplo, Montiel (2013) en su investigación menciona que la masa algodonosa (oidio) es una enfermedad grave provocada por la secreción azucarada producida por los pulgones, donde se reportan pérdidas de rendimiento de hasta el 50 % a nivel nacional (Cuadro 6). Por esta razón, los agricultores toman medidas preventivas para evitar la pérdida total de la cosecha.

## 10.2 Relación entre la humedad relativa y la temperatura ambiental con el porcentaje de infestación de la plaga

La temperatura y la humedad relativa promedio que se registraron durante el estudio fueron 22 °C y de 46% respectivamente. Sin embargo, durante el mes de Marzo la temperatura promedio fue de 22 °C y la humedad promedio de 40%; condiciones ambientales óptimas para el incremento de la población de pulgones, pues según Andorno *et al.* (2007) la temperatura adecuada para el periodo reproductivo y su supervivencia es de 10° a 25 °C. Es por esto que el pulgón verde *Myzus persicae* presentó mayor porcentaje promedio (20% de infestación con desarrollo en la forma alada) en la etapa fenológica de foliación. De modo similar, el pulgón negro presentó la misma forma alada en la misma etapa fenológica, pero con menor infestación promedio (10%) (Figura 15), por lo que la infestación total fue de 30% promedio cualitativo (Figura 14).

Por otra parte, en el mes de abril se observó una disminución en el porcentaje de infestación (en los días de aplicación: 18 y 19 de abril), puesto que, ambos insectos disminuyeron al 10% del grado de infestación, un 6 % en *Myzus persicae* y 4 % en el pulgón *Aphis fabae* (Figura 14). Este porcentaje está directamente relacionado a la temperatura y a la humedad relativa. Salas *et al.*, (2016) mencionan que estos factores son los más importantes para el desarrollo de la población plaga, pues disminuyen su población a temperaturas extremas —bajas y altas—, y son favorecidos por temperaturas medias, entre 18 y 25 °C. En este estudio, las temperaturas promedio no se vieron comprometidas en los meses de verano (marzo-mayo) pues no excedieron los 25 °C. (Figura 13).

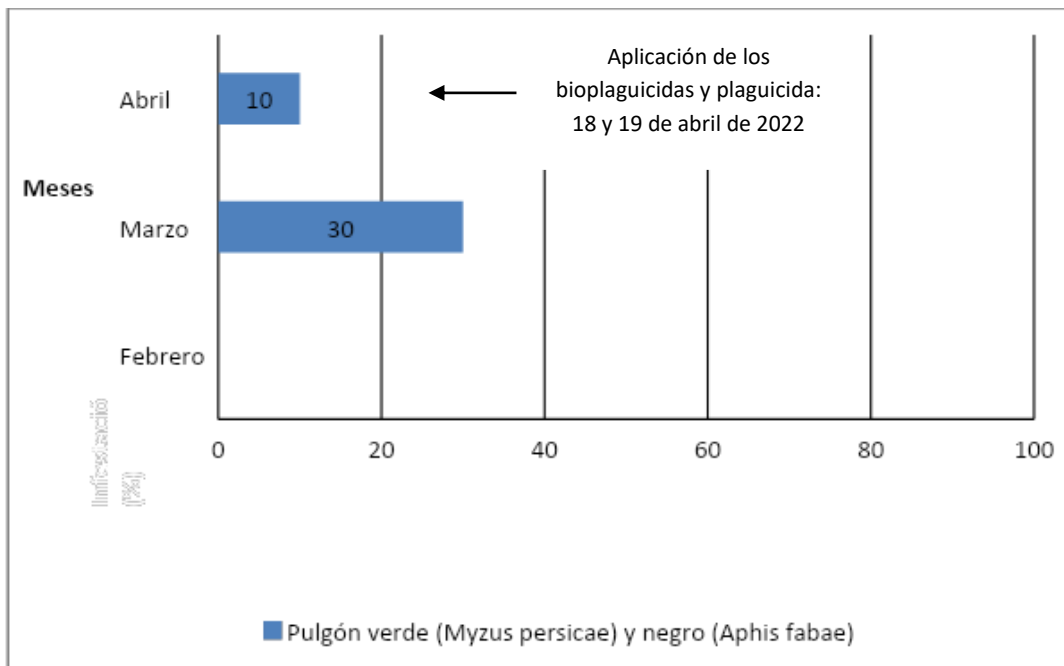


**Figura 13.** Temperatura y humedad relativa media y mensual de los tratamientos durante el estudio.



Por consiguiente, la humedad, en los meses de abril y mayo influyó en el desarrollo y mortalidad de los áfidos, pues según Lomelí *et al.* (2008), el incremento excesivo provoca la aparición de hongos tanto en el haz como el envés de las hojas maduras entre 50 y 60% de humedad.

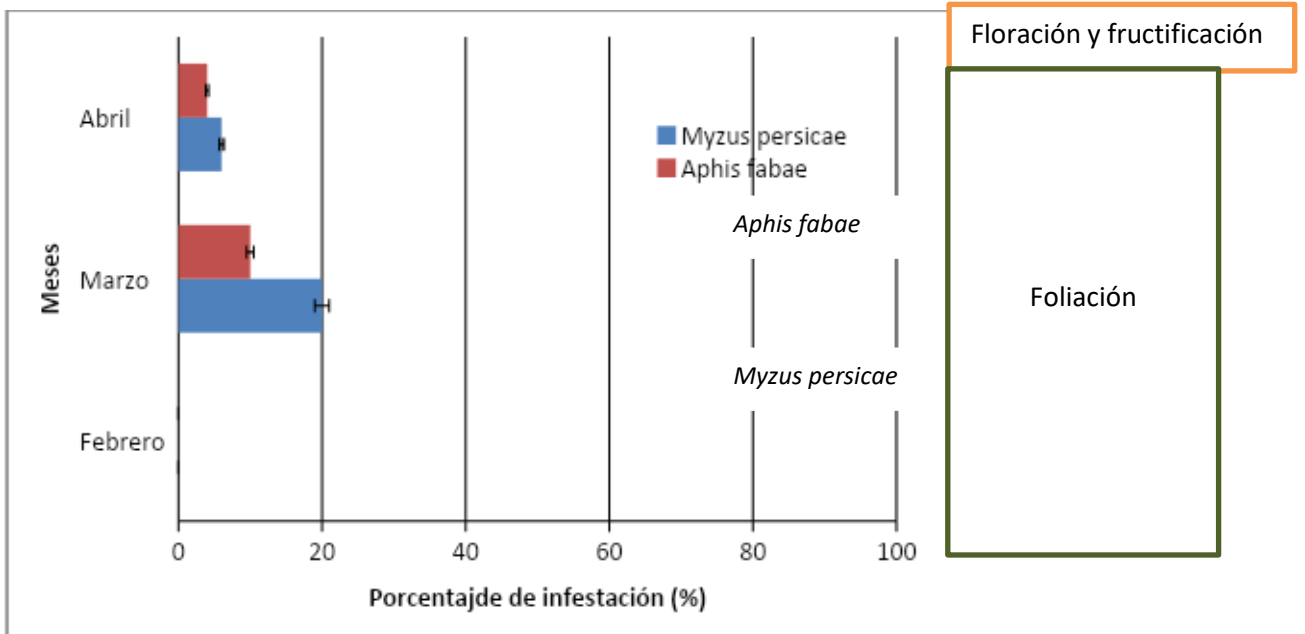
Asimismo, en mayo el porcentaje promedio de la infestación disminuyó pues además de las aplicaciones de los bioplaguicidas y plaguicida comercial, la humedad relativa alcanzó cifras de 60%, y por consecuencia, el desarrollo de los áfidos probablemente se vio comprometido por el ataque hongos por exceso de humedad en las condiciones ambientales (Figura 13).



**Figura 14.** Porcentaje promedio de infestación de la plaga en los tratamientos sobre la superficie de *B. vulgaris*.

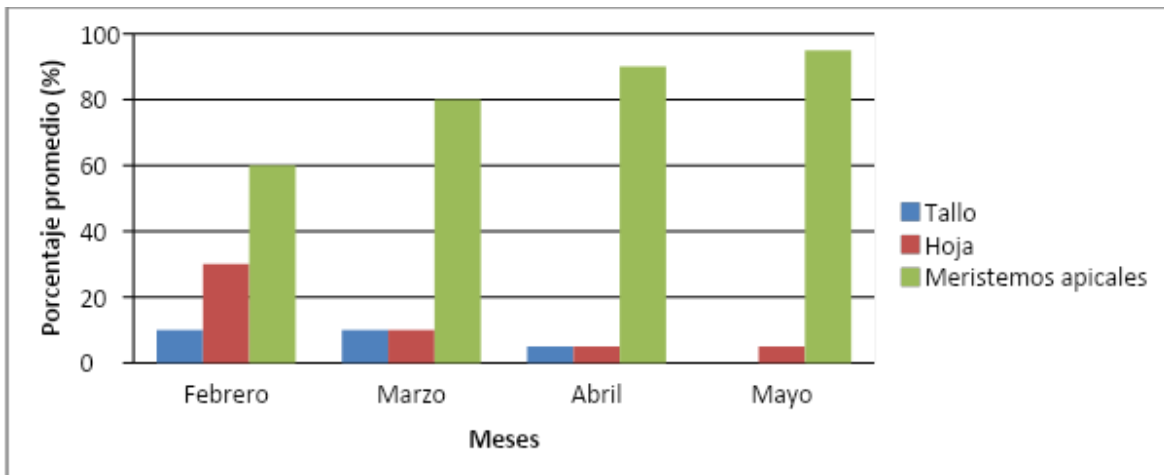
### 11.3 Etapas fenológicas y estructuras vegetales infestadas

Las dos especies de áfidos en el cultivo de betabel se presentaron en la etapa de foliación, cuando las plantas tenían aproximadamente dos meses de vida (Figura 15).



**Figura 15.** Etapa fenológica y porcentaje de infestación cualitativa de los tratamientos en el cultivo de betabel durante el estudio.

Durante su colonización en el cultivo de betabel, conforme se desarrollaron las plantas, los áfidos presentaron un comportamiento de desplazamiento hacia las estructuras más jóvenes (meristemos apicales) (Figura 17) donde se llegó a concentrar el 81.2% del promedio cualitativo de infestación en los órganos en crecimiento (Figura 16).



**Figura 16.** Porcentaje de infestación en las estructuras vegetales.

Es importante destacar que el comportamiento de desplazamiento se debe a la disponibilidad de alimento y a la facilidad para obtenerlo. De acuerdo con Hecht (1954), los pulgones se desplazan y se alojan en los brotes tiernos porque ellos eligen, como primera opción, la concentración de savia presente en esta estructura. Cañedo *et al.* (2011) indican que la alimentación depende de la calidad del floema encontrado en los tallos, hojas, tejidos de almacenamiento —frutos y semillas— y de los órganos en crecimiento (meristemas).

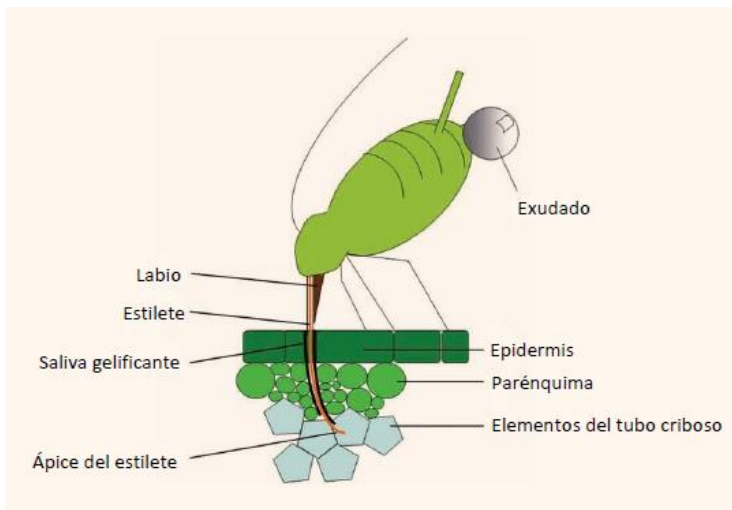
Esta facilidad de desplazamiento se debe a que los áfidos buscan la mejor composición en las células jóvenes (Figura 17) donde pueden insertar el estilete entre dos células epidérmicas y atravesar el tejido vía apoplásica y evaluar la calidad de la planta picando algunas células en su recorrido al floema. A medida que atraviesan el tejido secretan una saliva gelificante, que forma una vaina alrededor del estilete y tiene una doble función: por un lado, actúa como lubricante facilitando el movimiento de entrada y salida del estilete y por otro, sella las funciones realizadas a las células vegetales, evitando la oclusión del floema (Guerrieri y Digilio, 2008) (Figura 18).

Nottingham (2004) menciona que la composición nutrimental de *B. vulgaris* está integrada por carbohidratos, proteínas, vitaminas, minerales y micronutrientes (Cuadro 1), los cuales se distribuirán en la planta en semillas, frutos, meristemas de las hojas, cambium y raíces (Montiel, 2013). Nottingham (2004) también refiere que el betabel contiene nutrimentos altos en comparación con otros vegetales, lo que lo hace más vulnerable al ataque de plagas, tal como se pudo observar en el desarrollo de este estudio.



**Figura 17.** Concentración de los pulgones en los brotes jóvenes del tratamiento 2.

Otro hallazgo que se registró fue que las hojas de betabel presentaron dobleces en los bordes, lugar donde los áfidos se alojaban (Figura 19). Domínguez (1943) y Martínez (2005) mencionan que uno de los daños en las hojas es el abarquillamiento del limbo, que ocasiona plantas débiles y con un aspecto amarillento.



**Figura 18.** Representación esquemática del modo de alimentación de los áfidos sobre las plantas (Modificado de Guerrieri y Digilio, 2008).



**Figura 19.** Enrollamiento de la hoja de betabel provocado por el pulgón en el tratamiento 3.

### 11.4 Superficie infestada de áfidos antes y después de la aplicación de los bioplaguicidas

De acuerdo con los resultados obtenidos (Cuadro 7) a las 24 h de aplicación de los tratamientos el grado de infestación presentó diferencias significativas entre los tratamientos ( $H = 16.26, < p 0.0007$ ) (Figura 20). Asimismo en la segunda aplicación a las 48 h (Figura 20) también hubo diferencias significativas en el grado de infestación ( $H = 14.26, p < 0.0008$ ) (Anexo 1).

**Cuadro 7.**

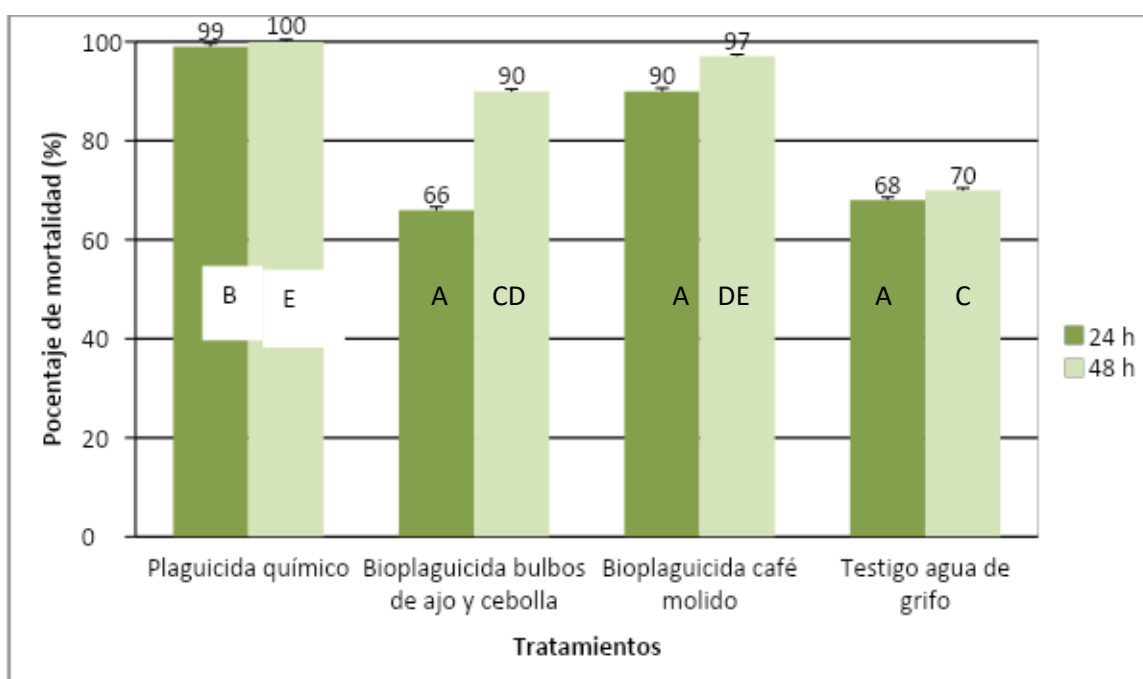
Resultado de los porcentajes promedio por tratamiento de pulgones en la superficie de *Beta vulgaris* L. a las 24 y 48 h.

<b>Tratamiento / Horas</b>	<b>Porcentaje de infestación promedio (antes de las aplicaciones)</b>	<b>Porcentaje de infestación promedio a las 24 h (después de la primera aplicación)</b>	<b>Porcentaje de infestación promedio a las 48 h (después de la segunda aplicación)</b>
Tratamiento 1, Plaguicida comercial.	8.5	0.2	0
Tratamiento 2, Bulbos de ajo y cebolla.	41	33.1	10.1
Tratamiento 3. Café molido.	38	10.7	3.7
Testigo (Agua de grifo).	30	32	27

Se observó que el biopreparado a base de café molido (90%) y el plaguicida comercial (99%) provocaron mayor porcentaje en la eliminación de áfidos a las 24 h. El valor de mortalidad de áfidos más alto, se presentó en el plaguicida comercial (100%) a las 48 h (Figura 20).

De acuerdo con el rango de los tratamientos a las 24 h (Anexo 1) el plaguicida comercial fue el único tratamiento diferente pues mostró diferencias significativas (32.40 B) siendo

el porcentaje más alto en la eliminación de áfidos (99%) (Figura 20). Sin embargo el otro rango de los tratamientos a las 48 h (Anexo 1) mostró que el plaguicida comercial fue semejante del tratamiento bioplaguicida café molido pues este último obtuvo el 97% y casi superó el 100% que obtuvo el plaguicida comercial a las 48 h. Así mismo el tratamiento café molido también fue semejante del tratamiento de bulbos de ajo y cebolla, pues entre ellos sólo hubo una diferencia del 7%. Por tanto, los tratamientos que resultaron ser diferentes y que mostraron diferencias significativas son el plaguicida comercial (30.00, E) y el testigo (11.40, C) pues en efecto, en uno se aplicó químico y tuvo alto porcentaje de mortalidad y el otro no (Anexo 1).



**Figura 20.** Porcentaje promedio en la eliminación de áfidos por tratamiento a las 24 y 48 horas después de las aplicaciones.

El plaguicida industrial y comercial mostró los valores más altos en la eliminación de áfidos a las 24 y 48 h, no obstante, también se identificó que, la supervivencia de las plantas se redujo al 30%. Estas resultaron afectadas por la dosis, ya que, las instrucciones del fabricante sugerían aplicar el producto a una distancia de un metro en una superficie de 20 m cuadrados (2,000 cm), siendo afectada esta última ya que el área de la jaula entomológica era de 4,000 cm, razón por la que, se tuvo que aplicar una dosis doble a las 24 y 48 h, empapando la superficie de las hojas de *B. vulgaris* y probablemente afectando por ende, su supervivencia (Figura 21). La supervivencia de las plantas puede

ser afectada por las sustancias químico sintéticas del producto, tales como la Praletina y Fenotrina; según Koga y Ruíz (2012) estos compuestos se consideran altamente tóxicos para la vegetación y el medio ambiente ya que se adhieren fuertemente al suelo y si se rocía una dosis mayor puede dar como resultado la pérdida gradual o total de la cosecha. Una estrategia para evitar esto, podría ser aplicar una sola dosis y con la cantidad sugerible en la etiqueta del fabricante para no afectar a las estructuras vegetales y, por consiguiente, la cosecha.

En cuanto al biopreparado a base de ajo y cebolla, y su eliminación de áfidos según Bordones *et al.* (2018) se debe a que la Alina cuando es liberada interactúa con una enzima llamada alinasa y produce la alicina, que es la sustancia responsable del olor característico atribuido al ajo y es lo que logra repeler a los insectos de la planta infectada.

Uno de los requisitos de la Alina es que debe aplicarse rápidamente una vez que el ajo ha sido machacado. Travez (2015) menciona que este principio activo se destruye en el transcurso del tiempo y genera otros compuestos con otras propiedades: la adenosina y el ajoeno, que no tienen efectos combativos en organismos plaga. Además de que, según Bordones *et al.* (2018) la Alina ahuyenta a los insectos, pero no los mata. Por lo que, en este estudio, la efectividad del 90 % de mortalidad a las 48 h pudo verse sesgado por esta razón (Figura 20).

Por otra parte, la rápida eliminación de la plaga en el insecticida de café molido está relacionada a la concentración y composición química de metilxantina. Nathanson (1984) menciona que este compuesto tiene efectos que provocan trastornos metabólicos graves en áfidos —coordinación, temblor, pérdida de apetito y muerte—. Se mostraron resultados significativos porque la concentración de metilxantina en los granos de café Robusta es más alta que en los granos de Arábica. Según Puerta (2013), el café contiene varios alcaloides como la cafeína, la trigonelina y otros en menor concentración como paraxantina, teobromina y teofilina, pero en cuanto a su concentración, el café Arábica (1,3 %) contiene menos cantidad que el café Robusta (2,1 %), lo que las hace menos efectivas en la regulación de las plagas. Es posible que esta sea la razón por la que, en el presente estudio, se consiguió un efecto más rápido dentro del rubro de mortalidad.



Con respecto del comparativo de resultados obtenidos entre los insecticidas más efectivos (plaguicida comercial y café molido), el plaguicida comercial fue el más eficaz, ya que eliminó por completo la población plaga de áfidos mientras que el biopreparado a base de café molido mostró un porcentaje relativamente bajo (97%). Por esta razón, el plaguicida comercial se considera un producto viable.



**Figura 21.** Planta afectada por el plaguicida industrial en el tratamiento 1

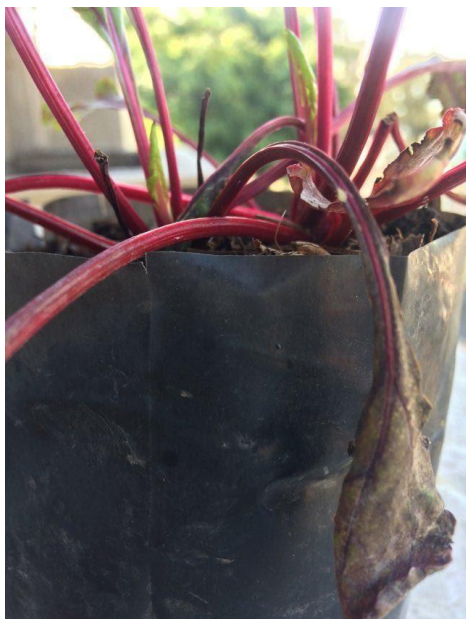
Los resultados obtenidos en el testigo (tratamiento 4) —aspersión con agua— mostraron que el agua es un método diferente a los demás (Anexo 1), puesto que provocó en menor porcentaje, la mortalidad de 68 % a las 24 horas y 73% a las 48 h (Figura 20). Conviene recordar que, además de la muerte de áfidos, el agua provocó un estímulo sobre la movilización temporal de los áfidos, hacia estructuras vegetales donde estos pudieran protegerse, por ejemplo, las hojas abarquilladas, pero una vez que el agua se filtraba o evaporaba, los áfidos volvían a desplazarse hacia la zona de interés para obtener su alimento en las hojas y tallos. En este estudio, las áreas infectadas no se redujeron y, por el contrario, extendieron más humedad, lo cual provocó la aceleración de enfermedades fúngicas por exceso de riego. Es importante añadir que la temporada de lluvia representa un factor extrínseco que afecta el ciclo de los áfidos al no permitir que estos desarrollen la población con alas y, por ende, se dificulta la expansión a otras zonas, por lo cual, también contribuye a disminuir la población (Montiel, 2013).

Es necesario destacar que, en este estudio, la efectividad de los bioplaguicidas se debe a la hora de aplicación —20:00 h—, ya que se realizó una vez que los rayos solares dejaron de estar en contacto directo con la planta. Por lo anterior, es recomendable evitar

la evaporación y no afectar las biopropiedades de los bioinsecticidas, y así, poder asegurar una mayor tasa de mortalidad en la población de los organismos plaga.

### **11.5 Crecimiento del betabel después de las aplicaciones en los tratamientos**

El cultivo de betabel presentó una supervivencia promedio alta (67.5 %), 30% de supervivencia promedio en el plaguicida comercial, 80% promedio en el tratamiento de ajo y cebolla, 60% promedio en el tratamiento testigo agua y 100% promedio en el tratamiento a base de café (Figura 23). Sin embargo, las plantas sobrevivientes no presentaron su etapa de floración. Alvarado (2013) menciona que la floración proviene de las hojas fotosintéticamente activas y, en consecuencia, cualquier alteración en la función fotosintética afecta la inducción floral. De esta manera, la inducción floral es dependiente de la presencia de hojas, la temperatura y humedad. Esto puede explicar el retardo fenológico en la etapa de floración, pues en la mayoría de las plantas hubo defoliación por el ataque de los insectos plaga (Figura 22) y la humedad excesiva registrada (Figura 13).



**Figura 22.** Defoliación provocada por el ataque de los áfidos en el tratamiento 1.

Con respecto a la altura los tratamientos T2 y T4 registraron dimensiones promedio en comparación con el T1 y T3 que registraron dimensiones diferentes (T1 muy bajo y T3 muy alto) (Figura 23) de la altura promedio de 19.72 cm de otros trabajos anteriores de

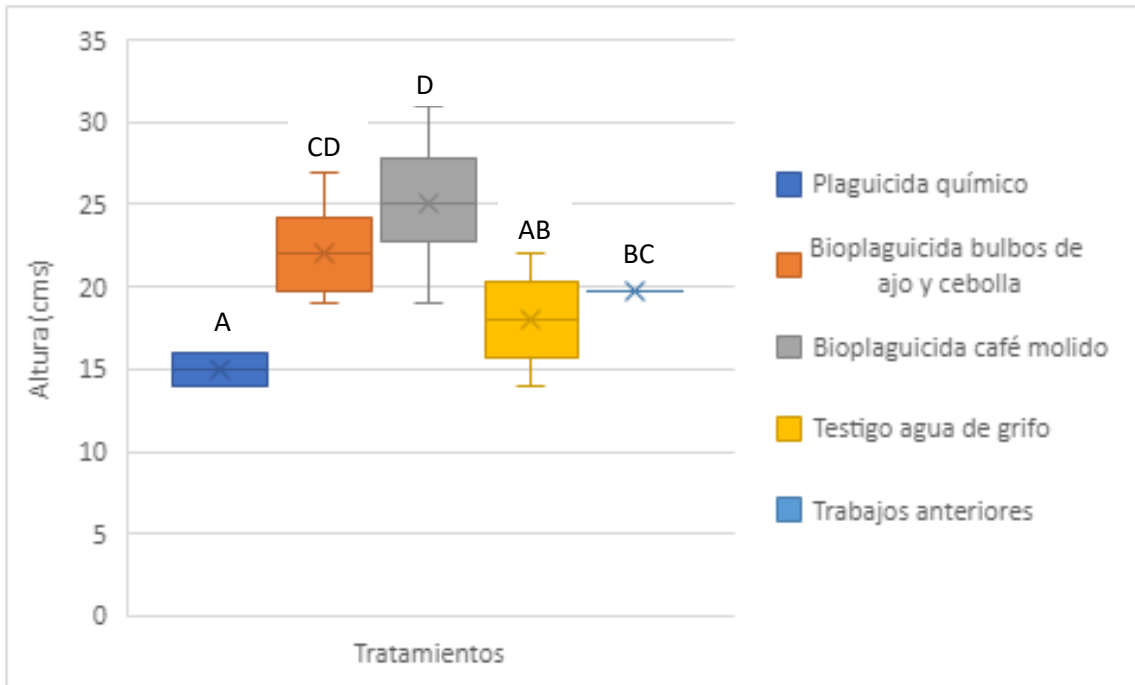
investigación (Toapanta, 2015). Esto demuestra que el crecimiento de las plantas fue afectado por los tratamientos T1 y T3, pues de acuerdo al rango estadístico (Anexo 2) hay diferencias significativas ( $H= 32.48$ ,  $p < 0.0001$ ) en la altura de los tratamientos con respecto a los demás, pues T2 y T4 resultaron según el rango estadístico (Anexo 2) semejantes a la altura promedio.

Koga y Ruíz (2012) mencionan que el tratamiento T1 o plaguicida químico contiene compuestos que se adhieren fuertemente al suelo y no permiten la filtración del agua y esto da como resultado la pérdida gradual o total de la cosecha; por lo que –posiblemente– la altura diferente y disminuida pudo deberse a esto.

Por otra parte, Villegas *et al.* (2009) explican que el ajo y cebolla con el betabel hacen una asociación de cultivos para beneficiarse entre ambos y aumentar su producción, nutrición y rendimiento, por lo tanto, esta asociación podría explicar los resultados positivos promedio en la altura.

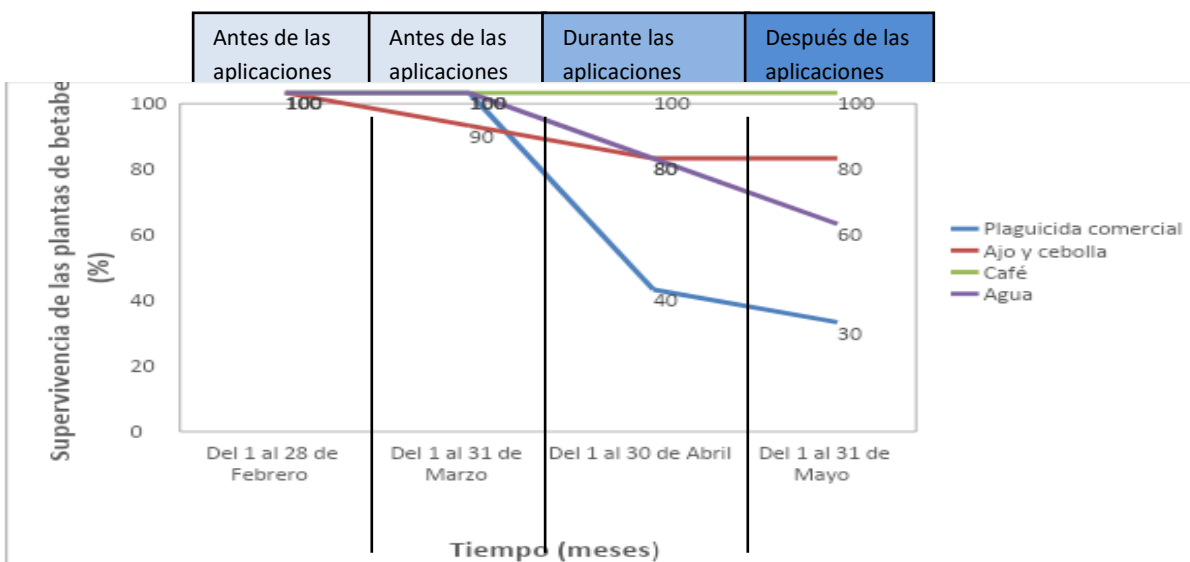
En cuanto al T3 a base de café molido, López (2015) menciona que la materia orgánica de café aporta al suelo cantidades que mejoran la fertilidad del suelo, lo que en conjunto con la aplicación de compostas o humus constituyen una fuente importante de equilibrio nutrimental que ha sido recientemente demostrada por estudios donde las plantas incrementan su crecimiento y supervivencia. Por lo que en este estudio los resultados positivos en la altura y supervivencia posiblemente podrían explicar esto.

Con respecto a la altura en el testigo, la lluvia (en este caso el agua de grifo) no presentó diferencias significativas con respecto a las alturas promedio, pues la altura es considerablemente más baja que el promedio (Figura 23) debido a la humedad excesiva registrada (Figura 13) consecuente de la enfermedad fúngica que se presentó, sin embargo esto no generó cambios significativos dentro de los tratamientos promedio, pues este tratamiento es blanco y el agua no afectó el crecimiento.



**Figura 23.** Altura promedio de las plantas de betabel después de la aplicación de los tratamientos comparada con trabajos anteriores.

En cuanto a la supervivencia de *B. vulgaris* después de las aplicaciones, el valor promedio más alto fue el tratamiento café molido (100 %), seguido del 80% en el tratamiento ajo y cebolla, 60% del agua de grifo y 30% del plaguicida comercial. Es decir, el porcentaje de supervivencia se evaluó con 10, 8, 6 y 3 plantas de betabel (Figura 24) (Análisis de las causas de mortandad en el Apartado 11.4).



**Figura 24.** Porcentaje promedio de supervivencia de las plantas de betabel.

La mortandad de las plantas pudo deberse al ambiente biótico y abiótico, pues se observó que el índice de mortandad comenzó entre abril y mayo, donde las plantas presentaron exceso de humedad posiblemente consecuente de la enfermedad fúngica que se presentó.

La enfermedad fúngica o masa algodonosa (oidio) según Gutiérrez (2006).es provocada por el hongo *Erysiphe betae*. Este hongo se desarrolla en el haz y en el envés de las hojas pues presenta un micelio blanquecino que puede extenderse por toda la parcela de manera muy rápida. Los cultivos donde se llega a presentar reportan hasta un 30 % de pérdidas en rendimiento.

Dicha enfermedad tolera un amplio intervalo de condiciones ambientales, pero está directamente relacionada con la temperatura; y la humedad relativa. La germinación óptima de este hongo ocurre cuando la humedad relativa es de entre 30 y 40 % y 25° de temperatura (Gutiérrez, 2006), lo que coincide con los registros de las condiciones ambientales en este estudio. De manera que, el riego abundante cuando existen áfidos en el cultivo promueve el riesgo de propiciar enfermedades fúngicas. Cañedo *et al.* (2011) mencionan que las plantas atacadas por los áfidos facilitan el ingreso de patógenos como los hongos debido a la secreción azucarada producida por los pulgones (Figura 18).

Además del patógeno, la mortandad en las plantas también pudo estar directamente relacionada con el grado de infestación de áfidos, pues se observó que de acuerdo con los porcentajes de infestación registrados (Ver Cuadro 7), el plaguicida comercial presentó 3 plantas sobrevivientes con un porcentaje de infestación promedio bajo (0%) (además de que la mortandad pudo potencializarse también debido a los químicos infiltrantes antes mencionados), seguido del tratamiento testigo con agua de grifo con 6 plantas sobrevivientes pero con alto nivel de infestación (2.7%) (la mortandad pudo deberse al exceso de riego antes mencionado y la necesidad de un insecticida), seguido del tratamiento de bulbos de ajo y cebolla con 8 plantas sobrevivientes pero con porcentaje de infestación de 10.1 % (la mortandad pudo explicar el nivel de infestación más alto), y por último el tratamiento a base de café con 10 plantas sobrevivientes pero con porcentaje de infestación de 3.7 % (la sobrevivencia de todas las plantas pudo deberse al nivel “bajo” de infestación).

### 11.6 Costos de producción en la elaboración de los bioplaguicidas e índice beneficio-costo

Para elaborar los tratamientos de acuerdo a los insumos requeridos (Cuadro 8). El biopreparado más económico fue el de ajo y cebolla (\$29 m. n.), con 2 L para 40 plantas y dos aplicaciones, es decir \$0.7 el costo de producción por planta. El de mayor costo fue el preparado de café molido con 1 L para 20 plantas y dos aplicaciones (\$48 m. n.), es decir, \$2.4 el costo de producción por planta.

Respecto del plaguicida comercial, este tiene un costo de \$60 m. n. —botella de 500 mL— en el mercado, por lo que se invirtió más en este producto debido a la baja cantidad requerida (100 mL), es decir, \$12 para 100 mL utilizados y 10 plantas en dos aplicaciones, \$1.2 del costo de producción por planta sin embargo, no se vertió todo el contenido, sobrando 400 mL.

**Cuadro 8.** Insumos requeridos para cada tratamiento.

Insumos	Tratamiento Plaguicida comercial	Tratamiento ajo y cebolla	Tratamiento café molido	Testigo
Costo de 40 semillas	\$6	\$6	\$6	\$6
Costo de un aspersor de 100 ml	\$0	\$14	\$14	\$14
Costo elaboración tratamiento	\$60 (precio de la botella 500 mL), sin embargo sólo se utilizaron 100 mL, que equivalen a \$12)	\$14.50 (precio del ajo \$5.50 y la cebolla mediana \$9)	\$28 (precio de 100 g de café molido)	\$0
<b>Total Costo MXP (\$)</b>	18	29	48	20

La evaluación del índice beneficio-costo (I B/C) se realizó por cada planta de cada tratamiento en el cultivo de betabel. Las variables consideradas para el cálculo de los costos totales o costos de inversión fueron: costo de las semillas y de los tratamientos; mientras que, los ingresos o beneficios totales netos fueron establecidos por el número de cosecha y su precio en el mercado (\$20 por cada planta de betabel, es decir \$200 por cada tratamiento). Ver Cuadro 9.

**Cuadro 9.** Relación del índice beneficio-costo (I B/C) en pesos mexicanos (MXP) del cultivo de betabel.

<b>Tratamiento</b>	<b>Beneficio MXP (\$)</b>	<b>Costo MXP (\$)</b>	<b>I B/C MXP (\$)</b>
Plaguicida comercial	200	18	11.1
Ajo y cebolla	200	29	6.89
Café	200	48	4.16
Testigo	200	20	10

Todos los tratamientos resultaron rentables, pues son  $>1$ , sin embargo el plaguicida comercial presentó el índice beneficio-costo más alto (11.1) (Cuadro 9). Lo cual indica que la preparación y aplicación de este tratamiento es rentable pues es el más económico debido a la baja cantidad requerida (100 mL). En cuanto a los demás tratamientos, presentaron una tendencia con valores muy altos. El tratamiento a base de café molido, seguido por el tratamiento de ajo y cebolla (4.1 y 6.8 respectivamente) (Cuadro 9) se consideran también rentables pues son  $>1$  en el índice beneficio costo. El tratamiento a base de ajo y cebolla resultó ser más rentable pues su índice beneficio costo fue mayor (6.8) (Cuadro 9), como también su costo de producción por planta (\$0.7) comparado con el de café molido (\$2.4). Aunque es importante añadir que ambos tratamientos bioplaguicidas presentan más beneficios considerados como externalidades, como el cuidado del medio ambiente, la biodiversidad y la salud humana que compensan los valores finales.

Finalmente, el tratamiento testigo presentó el segundo valor más alto  $>1$  en el índice beneficio-costo (10) (Cuadro 9) por necesitar menor número de insumos, aunque también es importante mencionar que el agua al no ser un tratamiento para eliminar áfidos provoca un ambiente abiótico de mortandad en las plantas, pues con el tiempo la supervivencia

disminuye posiblemente por el exceso de humedad y la infestación fúngica que se presentó en este estudio en algunas plantas (Ver cap. 11.5).



## CONCLUSIONES

El efecto de los dos bioplaguicidas, uno a base de café molido y el otro de bulbos de ajo y cebolla en *Beta vulgaris* L. son viables en condiciones de invernadero.

Comparando los efectos de mortalidad de áfidos de los bioplaguicidas, el tratamiento a base de café molido es semejante del tratamiento de bulbos de ajo y cebolla, pues entre ellos sólo hubo una diferencia del 7%.

Sin embargo, el biopreparado a base de café también fue semejante del plaguicida comercial a las 48 h, pues estadísticamente el plaguicida químico eliminó el 100% y el biopreparado a base de café molido el 97 %, por tanto, el bioplaguicida a base de café es el más viable entre los tratamientos pero no el más eficaz.

Todos los tratamientos resultaron rentables, pues son  $>1$ , sin embargo el plaguicida comercial presentó el índice beneficio costo más alto (11.1) en la preparación y aplicación pues es el más económico debido a la baja cantidad requerida (100 mL).

De los bioplaguicidas, el tratamiento a base de ajo y cebolla resultó ser más rentable pues su índice beneficio costo fue mayor (6.8) como también su costo de producción por planta (\$0.7) comparado con el de café molido (\$2.4).

Los tratamientos con bioplaguicidas presentan más beneficios considerados como externalidades, como el cuidado del medio ambiente, la biodiversidad y la salud humana que compensan los valores monetarios finales.

## REFERENCIAS

- Abad, G. y Piedra, A. (2011). Obtención de extractos vegetales por arrastre de vapor como agentes para el control de plagas en cultivos hortícolas (Tesis de Licenciatura en Biología). Facultad de Ciencias Químicas. Ecuador. 96 pp.
- Alvarado, M. (2013). Evaluación de la inducción floral en manzano (*Malus domestica* L.) (Tesis de Licenciatura en Agronomía). Facultad de Ciencias Agropecuarias. Perú. 152 pp.
- Álvarez, J., Díaz A. y López, I. (2005). Agricultura orgánica vs. agricultura moderna como factores en la salud pública. ¿Sustentabilidad?. *Horizonte Sanitario* 4(1), 28-40.
- Andorno, A., Hernandez, C., Botto, E., Schultz, S. y La Rossa, F. (2007). Estudios biológicos de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) sobre Rúcula (*Eruca sativa* Mill.) en condiciones de laboratorio. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 36(2), 85-95.
- Ávila, F. D., León, L. M., Pinzón, M. I., Londoño, A. y Gutiérrez, J. A. (2017). Residualidad de fitosanitarios en tomate y uchuva cultivados en Quindío. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(3), 571-582.
- Ayala, J., Pérez de San Román, C., Ortiz, A. y Juanche, J. (1996). Control químico de *Myzus persicae* (Sulz) y *Aphis fabae* (Scop) (Homóptera: Aphididae) en remolacha azucarera mediante aplicación de aficidas en siembra y foliares. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas*, 22, 731-740.
- Badii, M. H. y Abreu, J. L. (2006). Control biológico una forma sustentable de control de plagas (Biológica control a sustainable way of pest control). *Daena: International Journal of Good Conscience*, 1(1), 82-89.
- Barón, C. N., Mosquera M. A. y Ballester, A. R. (2016). Campañas sanitarias en España frente al paludismo a partir de los trabajos publicados en dos revistas científicas: Medicina de los Países Cálidos y La Medicina Colonial (1929-1954). *Revista Española de Salud Pública*, 90(2), 1-13.
- Bartual, J., Lozoya, A., García, J. F. y Valdés, G. (2012). Evaluación de la eficacia de plaguicidas químicos y alternativos en el control de pulgones en granado. *Fruticultura*, 60(2), 410-413.
- Bordones, A., De Gracia, N., Domiciano, D., Rodríguez, R. y Chen, A. (2018). Comparación de la efectividad en la protección de cultivos de tomates con

- insecticidas orgánicos a base de: ajo (*Allium sativum*) y Nim (*Azadirachta indica*). *Revista de Iniciación Científica*, 4, 39-42.
- Cano, A. G. (2016). Evaluación de tres extractos vegetales para el control de plagas en el cultivo de frijol arbustivo *Phaseolus vulgaris* L. (Tesis de maestría). Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas. Colombia. Bogotá. 112 pp.
- Cañedo, V., Alfaro, A. y 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), Lima, Perú. 48 pp.
- Casierra, F. y Pinto, J. R. (2011). Crecimiento de Plantas de Remolacha (*Beta vulgaris* L. var. Crosby Egipcia) Bajo Coberturas de Color. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 64 (2), 6081-6091.
- Castresana, J. y Paz, R. (2018). Manejo agroecológico del pulgón en cultivo de pimiento. Colección divulgación. Ediciones INTA. Argentina.
- Catalano, P., Sceglia, P. O., Ré, M. S., Cerimele, E., Padín, S. B., Kahan, A. E. y Ricci, M. (2005). Utilización de productos naturales bioactivos como insecticidas de *Myzus persicae* (Hemiptera: aphididae) en cultivo de repollo. *Revista Universidades Montevideo*, 30 (4), 20-25.
- Celis, A., Mendoza, C. y Pachón, M. (2009). Uso de extractos vegetales en el manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses. *Revista Temas Agrarios* 14 (1), 5-16.
- Conway, G. R. y Pretty, J. N. (1991). Unwelcome Harvest: agriculture and pollution. *Elsevier*, 42 (2), 176-177.
- Creus, E. G. (2004). Compuestos fenólicos. *Offarm*, 23 (6), 80-84.
- D'Amato, C. T., João P. M. y Malm, O. (2002). DDT (dicloro difenil tricloroetano): toxicidade e contaminação ambiental-uma revisão. *Química Nova*, 25 (6), 992-1002.
- Del Puerto, R., Asela, M., Suárez, T. S. y Palacio, D. E. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52 (3), 372-387.
- Domínguez T. (1943). Plagas de la remolacha. Ministerio de agricultura. España. Madrid.
- Duarte, L., Ceballos, M., Baños, H., Sánchez, I. y Martínez, M. (2011). Biology and life table of *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) under laboratory conditions. *Revista de Protección Vegetal*, 26 (1), 1-4.

- Fajardo, A., Arroyo, A. y Ramírez, J. (2016) Extracción de flavonoides totales de la envoltura externa de cebolla roja (*Allium cepa*). *UGCiencia* 22 (2). 119-126.
- Fuentes, H., Muñoz, P., Denisse, A., Eguía, R. y González, W., (2018). Influencia de los compuestos bioactivos de betarraga (*Beta vulgaris* L.) sobre el efecto cardioprotector: Una revisión narrativa. *Revista Chilena de Nutrición*, 45 (2), 178-182.
- García, Á., Carril, E. P. (2011). Metabolismo secundario de plantas. *Reduca (Biología)*, 2 (3), 119- 145.
- García, F., Gutiérrez, G., Iturriaga, G., Raya, J., Blanco, A., Ramírez, J., García, T. y Aguirre, C. L. (2017). Biocontrol de insectos plaga: origen de las estrategias y tendencias actuales. *Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 5 (2), 1-10.
- Gómez, L. y Gómez, A. (2004). La agricultura orgánica en México y en el mundo. CONABIO. *Biodiversitas* 55 (2), 13-15.
- González, M., Aguilar, C. N. y Rodríguez, R. (2012). Control de insectos-plaga en la agricultura utilizando hongos entomopatógenos: retos y perspectivas. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 4 (8), 42-55.
- Guerrieri E. y Digilio M. (2008). Aphid-plant interactions: a review. *Journal of Plant Interactions*, (3), 223-232.
- Gutiérrez M. (2006). Efecto de las plagas y enfermedades sobre el rendimiento y la calidad industrial de la remolacha azucarera de siembra otoñal: Bases para el establecimiento de una Protección Integrada. (Tesis doctoral). Universidad de Sevilla. España. 355 pp.
- Gutiérrez, C. G. y Maldonado, M. G. (2010). Uso de bioinsecticidas para el control de plagas de hortalizas en comunidades rurales. *Ra Ximhai: Revista Científica de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sostenible*, 6(1), 17-22.
- Hecht, O. (1954). Plagas agrícolas: introducción a la biología de las plagas causadas por los insectos y los métodos de combatirlas. Editorial Porrúa. D.F. México
- Koga, Y. y Ruiz, N. (2012). Uso de piretroides, ¿La solución adecuada?. *Actualización avípecuaria*, 42(5), 29-34.
- Loaiza, F. (2013). Estandarización de una metodología para la determinación multiresiduo de plaguicidas en café verde (Tesis de Químico Industrial). Universidad tecnológica de Pereira. Colombia. 103 pp.

- Lomeli, J., Arredondo, C. y Rodríguez, A. (2008). Análisis del efecto de hongos entomopatógenos como control biológico sobre la plaga de pulgón, 68 casos de control biológico en México. Mundiprensa, México, España. 423 pp.
- López, H. M. (2015). Desarrollo sustentable de gran impacto, región los altos de Chiapas: cooperativas productoras de café (orgánico) (Tesis de doctorado). Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Tuxtla Gutiérrez. 66 pp.
- López, M. (2002). Residuos de plaguicidas. Aplicación de plaguicidas, nivel clasificado, manual y ejercicios. 2da Edición. Consejería de Agricultura y Pesca. España. 237 pp.
- López, M. C., Kahan, A., Vasicek, A. y Lossa, F. (2011). Parámetros Biológicos y Poblacionales de los Áfidos *Myzus Persicae* (Sulz Er) y *Aphis Fabae Scopoli* (Hemiptera: Aphididae) sobre Cultivares de Remolacha (*Beta Vulgaris* L.) (Caryophyllales: Amaranthaceae) y poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) (Rabales: Fabaceae) en Condiciones Controladas. Fave. *Sección Ciencias Agrarias*, 10(2), 61-68.
- Márquez, J. M. (2011). Introducción. El manejo integrado de plagas. El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Cengicaña. Guatemala. 512 pp.
- Martínez, M. (2005). Evaluación del efecto de la fertilización orgánica (composta) y Química (20-20-0) sobre cuatro líneas de haba *Vicia faba* L. para la producción en Verde. (Tesis de Licenciatura). Centro Universitario de Occidente. Guadalajara. 40 pp.
- Mata, H., Patishtán, J., Vázquez, E. y Ramírez M. (2011). Fertirrigación del cultivo de cebolla con riego por goteo en el sur de Tamaulipas. SAGARPA. Tamaulipas. 185 pp.
- Michelena, J. M., Sanchis, A. y González, P. (1994). Afidios sobre pulgones de frutales en la Comunidad Valenciana. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas Plagas*, 20 (2), 465-470.
- Mirabal, I. (2001). Control de Áfidos con Extractos de Huacataya (*Tagetes minuta* L.), en el Cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* L) Bajo Condiciones Controladas (Tesis de Licenciatura). Facultad de agronomía. La Paz. 86 pp.
- Monroy, A. (2013). Práctica 14 BIOPLAGUICIDA. Manual de prácticas de educación ambiental /2 ED. Trillas. CDMX. 86 pp.
- Montiel, K. (2013). Regulación de plagas presentes en cultivos de jitomate Cherry (*Lycopersicon pimpinellifolium* L. Mill) y haba (*Vicia faba* L.) bajo la aplicación de

- tres bioplaguicidas (Tesis de Licenciatura en Biología). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Ciudad de México. 79 pp.
- Nathanson, J. A. (1984). Caffeine and Related Methylxanthines: Possible Naturally Occuring Pesticides. American Association for the Advancement of Science. 4671 (226), 183-187.
- Nava, E., García, C., Camacho, J. R. y Vázquez, E. L. (2012). Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas. *Ra Ximhai*, 8 (3b), 17-29.
- Nieto, J. M. y Durante, M. P. (1998). Hemiptera, Aphididae. Fauna Ibérica. Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. España, Madrid. 424 pp.
- Nottingham S. (2004). Remolacha. 2ED. Quaterman E-book. Londres.156 pp.
- Ortega, J. (2006). Actualización de la lista de pulgones (hemiptera: aphididae) de jujuy y salta. registro de cinara cupressi (buckton). *RÍA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 35 (1),107-120.
- Pino, O., Sánchez, Y. y Rojas, M. (2013). Plant secondary metabolites as alternatives in pest management. II: An overview of their potential in Cuba. *Revista de Protección Vegetal*, 28 (2), 95-108.
- Potti, A., Panwalkar A. y Langness E. (2003). Prevalence of pesticides exposure in young males with adenocarcinoma of the prostate. *Carcinogenesis*, 2 (3), 4-5.
- Puerta, G. I. (2013). Composición química de una taza de café. *Reporte Técnico Cenicafé*, 4 (14), 2-10.
- Rafael, M. M., Terrones, L. B., Bacilio, J. G. y Dávila, F. S. (2019). Determinación de la dosis letal media de los extractos de *Paullinia clavigera var bullata* Simpson y *Solanum mammosum* L. para controlar áfidos en condiciones de laboratorio. *Revista de Investigación Científica REBIOL*, 39 (2), 19-29.
- Ramírez, R. S., Salazar, P. y Nakagome, T. (2001) Manual de plagas y enfermedades. SAGAR-INIFAP, Morelos, México.
- Rosales, A., Flores, M., Aguirre, L. A., González, R., Villegas, N. y Vega, H. E. (2013). Diversidad de áfidos (Hemiptera: Aphididae) en el sureste de Coahuila. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4 (7), 987-997.
- Salas A., González, M. y Martínez, O. (2016). Relación del número de individuos de *Brevicoryne brassicae* con la temperatura y con su parasitoide *Diaretiella rapae* en brócoli en el Bajío, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7 (2), 463-469.

- Schwentenius R. y Gómez, A. M. (1994). México en el mercado hortícola mundial. Algunos datos. *Comercio Exterior*, 44(4), 341-348.
- Sepúlveda J. G., Porta D. H. y Rocha S. M. (2003). La Participación de los Metabolitos Secundarios en la Defensa de las Plantas.-*Revista Mexicana de Fitopatología*, 21(3), 355-363.
- Simbaqueba R., Serna F. y Posada F. (2014). Curaduría, morfología e identificación de áfidos (Hemiptera: Aphididae) del museo entomológico UNAB. *Boletín Científico Centro de Museos, Museo de Historia Natural*. 18 (1), 222-246.
- Sosa A. y Ruíz G. (2017). La disponibilidad de alimentos en México: un análisis de la producción agrícola de 35 años y su proyección para 2050. *Papeles de población*, 23 (93), 207-230.
- Tizado, J. y Núñez, E. (1994). Bases para el control integrado de pulgones que atacan a los árboles frutales en el bierzo. *Revista Oficial de Estudios Bercianos*, 1 (19), 49-66.
- Toapanta, C. (2015). Determinación del efecto de extractos botánicos en los cultivos de hortalizas en el barrio centro, parroquia la Libertad, cantón Espejo, provincia del Carchi. (Tesis de Licenciatura en Ingeniero Agrónomo). Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias. Ecuador. 134 pp.
- Travez, E. S. (2015). Estudio del ajo de monte (*Mansoa aliácea*) y sus propiedades: su uso gastronómico y medicinal en la comuna Chiguilpe de Santo Domingo de los Tsáchilas. *Uniandes Episteme*, 2 (2), 185-193.
- Uribe, D. C. (2018). Condiciones ambientales y sociodemográficas de campesinos expuestos a plaguicidas en el municipio de Marinilla Antioquia (Tesis de Maestría). Universidad Bolivariana, Medellín. 88 pp.
- Vega, D. y Salamanca, Á. (2016). Contenidos de plomo en acelga común *Beta vulgaris* L., producida en el contexto de la agricultura urbana. *Revista Luna Azul*, (42), 44-53.
- Villacide, J. y Masciocchi, M. (2014). Grupo de ecología de poblaciones de insectos. *Serie de Divulgación de Insectos de Importancia Ecológica, Económica y Sanitaria*, 1(11), 1-7.
- Villegas, A., Rodríguez, J. C., Jerez, M. P. y Jarquín, B. (2009). Evaluación de una huerta orgánica como un modelo de producción intensiva de cultivos asociados. *Revista Brasileira De Agroecología*, 4 (2), 3534.

Zamilpa, J., Schwentesius R. y Ayala, D., (2016). Estado de la cuestión sobre las críticas a la agricultura orgánica. *Acta Universitaria*, 26(2), 20-29.



## ANEXO 1

Análisis de datos de la mortalidad de áfidos:

### 1. Prueba de normalidad de datos (Shapiro Wilks modificado) a las 24 h

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
T1 24h	10	99.80	0.42	0.50	<0.0001
T3 24 h	10	89.30	12.62	0.81	0.0224
T2 24 h	10	66.90	30.18	0.85	0.1055
T4 24 h	10	68.00	27.00	0.88	0.2280

### 2. Prueba de normalidad de datos (Shapiro Wilks modificado) a las 48 h

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
T1 48h	10	100.00	0.00	sd	>0.9999
T2 48 h	10	89.90	11.21	0.79	0.0136
T3 48 h	10	96.30	6.60	0.67	0.0003
T4 48 h	10	73.00	27.10	0.80	0.0183

### 3. Prueba no paramétrica de mortalidad Kruskal Wallis a las 24 h

Variable	criterio	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
4T 24H	1.00	10	99.80	0.42	100.00	3	16.26	0.0007
4T 24H	2.00	10	66.90	30.18	70.00			
4T 24H	3.00	10	89.30	12.62	95.00			
4T 24H	4.00	10	68.00	27.00	75.00			

#### Trat. Ranks

2.00	13.95	A
4.00	14.40	A
3.00	21.25	A
1.00	32.40	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### 4. Prueba no paramétrica de mortalidad Kruskal Wallis a las 48 h

Variable	criterio	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	H	p
4T 48h	1.00	10	100.00	0.00	100.00	3	14.26	0.0008
4T 48h	2.00	10	89.90	11.21	95.00			
4T 48h	3.00	10	96.30	6.60	100.00			
4T 48h	4.00	10	73.00	27.10	80.00			

#### Trat. Ranks

4.00	11.40	C
2.00	17.00	C D
3.00	23.60	D E
1.00	30.00	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Nota: T1, T2, T3 y T4 que corresponden a:

T1 = Tratamiento de aplicación de plaguicida comercial

T2 = Tratamiento de aplicación de bioplaguicida con bulbos de ajo y cebolla

T3 = Tratamiento de aplicación de bioplaguicida con café molido

T4 = Tratamiento Testigo (agua del grifo)

## ANEXO 2

### Resultados de Altura:

#### 1. Prueba de normalidad de datos (Shapiro Wilks modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Altura (cm) T1	10	15.00	0.82	0.79	0.0139
Altura (cm) T2	10	22.00	2.67	0.90	0.3186
Altura (cm) T3	10	25.00	3.62	0.95	0.7600
Altura (cm) T4	10	18.00	2.58	0.96	0.8355
Altura promedio	10	19.72	0.00	sd	>0.9999

#### 2. Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis Altura

Variable	Clasificación	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Altura (cm) T1	1	10	15.00	0.82	15.00	32.48	<0.0001
Altura (cm) T1	2	10	21.60	3.37	22.00		
Altura (cm) T1	3	10	25.00	3.62	25.00		
Altura (cm) T1	4	10	18.00	2.58	18.00		
Altura (cm) T1	5	10	19.72	0.00	19.72		

#### Trat. Ranks

1	7.50	A		
4	19.25	A	B	
5	25.50	B	C	
2	33.55		C	D
3	41.70			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )