



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**CONTROL DEL ÁFIDO (*Brevicoryne brassicae*) EN EL CULTIVO
DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea*. var. Avenger) BAJO
CONDICIONES SEMICONTROLADAS, USANDO SEIS
EXTRACTOS BOTÁNICOS DE PLANTAS DE LA AMAZONÍA.**

TRABAJO DE TITULACIÓN

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

RAMOS AGUILA LUIS CARLOS

RIOBAMBA- ECUADOR

2016

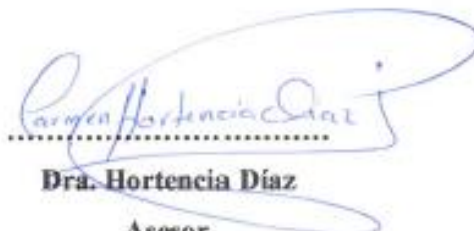
CERTIFICACIÓN

El tribunal de trabajo de titulación certifica, que el trabajo de titulación: **“CONTROL DEL AFIDO (*Brevicoryne brassicae*) EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. Avenger) BAJO CONDICIONES SEMICONTROLADAS, USANDO SEIS EXTRACTOS BOTÁNICOS DE PLANTAS DE LA AMAZONÍA”**, de responsabilidad del Sr. **LUIS CARLOS RAMOS AGUILA**, Código 1965, ha sido revisado y constatado que se han realizado las correcciones pertinentes, quedando autorizado su presentación y la sustentación de la misma.

Tribunal del trabajo de titulación



.....
Ing. Carlos Carpio
Director



.....
Dra. Hortencia Díaz
Asesor

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Luis Carlos Ramos Aguila, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes y el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 09 de octubre 2016.



Luis Carlos Ramos Aguila

Cedula de Ciudadanía: 020215291-4

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, por los triunfos y momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más. A mis padres por ser las personas que me han acompañado durante todo mi trayecto estudiantil a mis tíos, tías y abuelos quienes han velado por mí durante este arduo camino. A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Luis Ramos Aguila

AGRADECIMIENTO

En primer lugar doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida. Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mis padres, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos. También agradezco de manera muy especial al Dr. Hugo Cerda, a su esposa Carolina Ledezma, al Ing. Carlos Carpio, a la Dra. Hortencia Díaz por toda la colaboración brindada durante la elaboración de este trabajo de investigación.

Luis Ramos Aguila

Índice de contenidos

CONTROL DEL ÁFIDO (<i>Brevicoryne brassicae</i>) EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (<i>Brassica oleracea</i>. var. Avenger) BAJO CONDICIONES SEMICONTROLADAS, USANDO SEIS EXTRACTOS BOTÁNICOS DE PLANTAS DE LA AMAZONÍA.	1
DEDICATORIA	4
Índice de contenidos	6
I. CONTROL DEL AFIDO (<i>Brevicoryne brassicae</i>) EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (<i>Brassica oleracea</i>. var. Avenger) BAJO CONDICIONES SEMICONTROLADAS, USANDO SEIS EXTRACTOS BOTÁNICOS DE PLANTAS DE LA AMAZONÍA.	1
II. INTRODUCCIÓN	1
Insecticidas químicos	1
Insecticidas botánicos	2
Temperatura en el desarrollo de los áfidos	4
A. JUSTIFICACIÓN	5
B. OBJETIVOS	7
C. HIPOTESIS	7
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	8
A. ORIGEN E IMPORTANCIA DEL BRÓCOLI	8
B. PULGÓN (<i>Brevicoryne brassicae</i>)	9
1. Origen e importancia	9
2. Taxonomía	9
3. Morfología y hábitos	9
4. Ciclo biológico de <i>Brevicoryne brassicae</i>	12
5. Distribución	13
C. MÉTODOS DE CONTROL DE <i>Brevicoryne brassicae</i> EN ECUADOR	13
1. Insecticida Químico-sintético	13
a. Clasificación de los insecticidas químico-sintéticos más usados.	13
b. Resistencia a los insecticidas químicos-sintéticos	14

D.	INSECTICIDAS BOTÁNICOS	16
1.	Composición química de los insecticidas botánicos	17
a.	Terpenos.....	17
b.	Flavonoides	18
c.	Alcaloides	18
d.	Fenoles.....	19
2.	Metabolitos secundarios	19
3.	Modo de acción de los metabolitos secundarios	20
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	22
A.	CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR	22
1.	Localización	22
2.	Ubicación geográfica.....	23
3.	Condiciones climáticas.....	23
4.	Clasificación ecológica	23
B.	MATERIALES.....	23
1.	Material experimental	23
2.	Material de campo.....	24
3.	Material de oficina	24
C.	MÉTODOLOGÍA	24
1.	Diseño experimental.....	24
2.	Especificaciones del campo experimental	25
3.	Análisis de varianza de los ensayos.....	29
4.	Fase de semillero	30
5.	Crianza de pulgones.....	31
6.	Elaboración de los protectores	32
7.	Colección de la muestra	33
8.	Preparación de los extractos	34
9.	Manejo del experimento	34

10. Prueba piloto	36
11. Ensayo 1	36
12. Ensayo 2	37
V. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	37
A. NORMALIZAR DATOS.....	38
1. Ensayo 1	38
2. Ensayo 2	38
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
A. RESULTADOS.....	39
1. Resultados ensayo 1.....	39
2. Resultados ensayo 2.....	41
B. DISCUSIÓN	43
1. Efecto de los insecticidas botánicos	44
2. Efecto de los insecticidas químicos	46
3. Efecto del jabón sobre el control del áfido <i>B. brassicae</i>	47
VII. CONCLUSIONES	48
VIII. RECOMENDACIONES	48
XI. BIBLIOGRAFÍA	51
XII. ANEXOS.....	61

Índice de cuadros

Cuadro 1. Especies de insectos que han generado resistencia a los insecticidas químicos-sintéticos.....	16
Cuadro 2. Modo de acción de los metabolitos secundarios sobre los insectos	21
Cuadro 3. Nomenclatura de los tratamientos	25
Cuadro 4. Distribución de los tratamientos en estudio del ensayo 1.....	26
Cuadro 5. Distribución de los tratamientos en estudio del ensayo 2.....	28
Cuadro 6. Esquema del análisis de varianza de los ensayos	29
Cuadro 7. Evaluación del promedio de los individuos vivos de <i>Brevicoryne brassicae</i> a los 3, 7 y 15 días después de la aplicación (Tukey; $P < 0,05$).....	39
Cuadro 8. Evaluación de la mediana de los individuos vivos de <i>Brevicoryne brassicae</i> después de la primera, segunda y tercera aplicación de control (Comparaciones de pares; $P < 0,05$).....	41

Índice de figuras

Figura 1. Ciclo partenogénico de los pulgones.	12
Figura 2. Estructura del isopreno [CH ₂ = C (CH ₃)CH=CH ₂].....	18
Figura 3. Estructura de los flavonoides.....	18
Figura 4. Estructura de los alcaloides	19
Figura 5. Estructura de los fenoles.....	19
Figura 6. Fase de semillero de plántulas de brócoli.....	31
Figura 7. Crianza de pulgones (<i>Brevycoryne brassicae</i>).....	32
Figura 8. Elaboración de los protectores.....	32
Figura 9. Colección de la muestra.....	34
Figura 10. Proceso para la preparación de los extractos.	34
Figura 11. Manejo del experimento.	36
Figura 12. Pasos a seguir para determinar si los datos son normales.....	38

Índice de anexos

Anexo 1. Base de datos del primer ensayo.	61
Anexo 2. Base de datos del segundo ensayo.....	63
Anexo 3. Datos normalizados del ensayo 1	64
Anexo 4. Los datos del ensayo 2 no se normalizaron, razón por la cual se utilizaron pruebas no paramétricas, se aplicó (prueba de Kruskal Wallis), resultados de la primera aplicación.	66
Anexo 5. Prueba de Kruskal Wallis, resultados de la segunda aplicación.....	67
Anexo 6. Prueba de Kruskal Wallis, resultados de la tercera aplicación.	67
Anexo 7. Análisis de la varianza para la primera evaluación a los 3 días después de la aplicación (dda).....	68
Anexo 8. Análisis de la varianza para la segunda evaluación a los 7 días después de la aplicación (dda).....	68
Anexo 9. Análisis de la varianza para la tercera evaluación a los 15 días después de la aplicación (dda).....	69
Anexo 10. Datos de temperatura, humedad relativa y precipitación durante la ejecución del primer ensayo, realizado en el mes de octubre del 2015.....	69
Anexo 11. Datos de temperatura, humedad relativa y precipitación durante la ejecución del segundo ensayo, realizado en el mes de noviembre del 2015.	70
Anexo 12. Incremento poblacional del primer ensayo.....	71
Anexo 13. Incremento poblacional del segundo ensayo.	72

I. CONTROL DEL AFIDO (*Brevicoryne brassicae*) EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea*. var. *Avenger*) BAJO CONDICIONES SEMICONTROLADAS, USANDO SEIS EXTRACTOS BOTÁNICOS DE PLANTAS DE LA AMAZONÍA.

II. INTRODUCCIÓN

El uso de plaguicidas de origen botánico hace referencia al menos dos milenios en la antigua Grecia, china, Egipto e India. Incluso en Europa y América del norte se registran el empleo de plaguicidas de origen botánico, más o menos unos ciento cincuenta años antes de la aparición de los plaguicidas sintéticos (organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides) (Pérez López, 2012).

Insecticidas químicos

En la actualidad el uso excesivo de los plaguicidas sintéticos han hecho a un lado a los de origen botánico a pesar de todas las dificultades que traen consigo como envenenamiento de la gente que trabaja en la agricultura, los consumidores de alimentos contaminados, afectación de la biodiversidad, contaminación de las napas freáticas, destrucción de los hábitats naturales y los diferentes riesgos potenciales para la salud humana y ambiental, y además cabe recalcar la aparición de resistencia por parte de las plagas, debido principalmente a la mala utilización de las moléculas activas de los plaguicidas sintéticos (Pérez López, 2012). Los áfidos son plagas que afectan una amplia gama de cultivos. Se caracterizan por producir en corto tiempo niveles poblacionales considerables, por ser uno de los grupos más eficientes como vectores de virus y por haber desarrollado múltiples mecanismos de resistencia a los insecticidas (Blackman, R. L. & Eastop, V. F., 2007).

En los países sub desarrollados se tiene un gran número de víctimas por envenenamiento debido al uso de plaguicidas sintéticos. Este tipo de intoxicación es un problema debido principalmente a que las manipulaciones y aplicaciones de los

productos se realizan sin la debida protección, el problema se agrava aún más por el analfabetismo y la pobreza de las comunidades agrícolas (Nava-Pérez, 2012).

La disminución del rendimiento debido a las plagas alcanza entre un 20 al 30% en la mayoría de los cultivos, a pesar del incremento creciente de plaguicidas se estima cerca de 500 mil toneladas de ingrediente activo usado a nivel mundial, por tal razón y el uso de las nuevas prácticas agrícolas hace que las poblaciones de enemigos naturales de las plagas no encuentren el lugar adecuado para poder reproducirse y realizar un control biológico de las plagas en los cultivos (Nava-Pérez, 2012).

Los insecticidas generalmente interrumpen las relaciones tróficas de los insectos benéficos, provocando incrementos en las poblacionales de plagas a niveles que en algunas situaciones, rebasan los niveles poblacionales previos al implemento del control. Debido a similitudes fisiológicas básicas entre las plagas y los insectos benéficos, los plaguicidas pueden incurrir en severa mortalidad en ambos grupos de organismos. Esto se da principalmente con insecticidas que afectan al sistema nervioso, que comprenden la mayoría de productos químicos actualmente utilizados (Molina Cox, 1999).

Insecticidas botánicos

Los insecticidas botánicos cada vez están siendo estudiados con mayor atención porque ofrecen nuevos modos de acción que pueden proporcionar un control eficaz de las poblaciones de plagas de los cultivos, ya que estos han desarrollado resistencia a los insecticidas convencionales y ofrecen nuevas tecnologías menos contaminantes de control de las plagas agrícolas (Isman, 2008).

Muchos estudios demuestran la eficacia de los extractos botánicos en el control de plagas por ejemplo, en Ghana se usa el chile *Capsicum frutesces* (solanácea) en concentraciones de 15,20 y 30 g/L (Fening, K. O., Owusu-Akyaw, M., Mochiah, M. B., Amoabeng, B., Narveh, E., & Ekyem, S. O., 2011. En Uganda se usan los extractos acuosos crudos de tabaco, *Nicotiana tabacum* (Solanaceae) y *Tephrosia sp.* (Fabaceae). En Nigeria se reporta el uso de ajo *Allium sativum* (Asparagales: Amaryllidaceae) jengibre, *Zingiber officinale* (Zingiberales: Zingiberaceae) neem, *Azadirachta indica* (Sapindales: Meliaceae), el tabaco y la Chirimoya, *Annona squamosa* (Magnoliales: Meliaceae) con éxito en el control de plagas agrícolas (Sola et al., 2014).

Actualmente, los insecticidas botánicos representan el 1% del mercado mundial de insecticidas y con incrementos anuales entre el 10 y el 15%. La primera generación de insecticidas de origen botánico incluye extractos y compuestos derivados de plantas tales como piretrinas, rotenoides y alcaloides. Algunos de estos compuestos fueron la base para la elaboración de insecticidas sintéticos de segunda generación, como es el caso de las piretrinas naturales obtenidas de flores de *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Compositae) que dieron origen a los piretroides sintéticos.(Caballero García, Castañera Domínguez, Ortego Alonso, & e-libro, 2004).

Según Nava-Pérez, (2012) por su naturaleza estos compuestos pueden usarse con seguridad en la agricultura y un ejemplo de esto es los insecticidas botánicos cuyo ingrediente activo son terpenos, alcaloides y compuestos fenólicos con efecto insecticida para diversas plagas agrícolas, además son menos costosos, son

biodegradables y seguros para el ser humano y el medio ambiente, aunque tienen poca residualidad.

Temperatura en el desarrollo de los áfidos.

Mientras la temperatura incrementa, el tiempo de desarrollo de los áfidos disminuye debido a un incremento en la tasa metabólica (Chiu, et al., 2012). La temperatura óptima de desarrollo de *Brevicoryne brassicae* es 25°C (Abdel-Rahman, Awad, Omar, & Mahmoud, 2011). Esta plaga se presenta en climas secos y de baja humedad (Chavez, F., 2001). Por otra parte, las altas temperaturas y las precipitaciones son factores importantes de mortalidad de los áfidos en el campo (Leite, Picanço, Jham, & Moreira, 2005).

A. JUSTIFICACIÓN

El cultivo de brócoli al igual que otras hortalizas tiene un rol importante en la nutrición y salud de la humanidad, constituye el cuarto grupo esencial de alimentos y su valor se debe principalmente al alto contenido de vitaminas y minerales que contiene, a más de los hidratos de carbono, proteínas y grasa (Medina Lescano, 2012).

Debido al incremento en la demanda mundial, la producción del brócoli en Ecuador entre el año 2000 al 2012, registró un crecimiento del 41.88%, pasando de 14,989,000 toneladas producidas en el año 2000 a 21,266,789 toneladas en el 2012; presentando así, una tendencia positiva en este periodo de tiempo, con una tasa de crecimiento anual promedio de 2.99% (MAGAP, 2013).

Este aumento en la producción también está relacionado a una tendencia de crecimiento en los precios a nivel internacional. Así lo registró el precio del brócoli (no orgánico crowncut) en el mercado terminal de Los Ángeles, el cual tuvo un aumento de 30.81%, pasando de 1,046 USD/tm en el año 2000 a 1,368 USD/tm para el 2012, con una tasa de crecimiento promedio anual de 5.20%. El precio mínimo se presentó en el 2000, el cual fue 1,046 USD/tm y el máximo en el año 2010, 2,105 USD/tm (MAGAP, 2013).

El uso indiscriminado de los insecticidas sintéticos ha generado resistencia genética en las plagas debido a que la gran mayoría de individuos que conforman una población poseen genes que no permite que los insecticidas sean tóxicos para ellos, por lo que la acción del insecticida desaparece sin causar daño alguno a la plaga (Valero Jhoana, 2011). Pero la problemática asociada con el uso de insecticidas convencionales como el desarrollo de resistencia en insectos, incremento y resurgencia de plagas, eliminación de fauna benéfica y ante la creciente preocupación por el incremento de la contaminación a nivel mundial debido en gran parte al inadecuado manejo de los procesos productivos se vuelve imperativa la búsqueda de soluciones amigables con el medio ambiente,

mediante las cuales se minimice el impacto negativo que se genera al ambiente y se incremente la calidad del producto final (Yumi Jenny, 2011).

La provincia de Chimborazo no está exenta de este grave problema debido a que la mayoría de sus plantaciones de brócoli son atacadas por la plaga *Brevicoryne brassicae* y la falta de investigaciones que ayuden a buscar soluciones agravan la situación actual de propietarios e instituciones que se hallan involucrados en la producción de este producto (Reyes Vargas, E. V., 2010).

Por tal razón el presente trabajo de investigación busca nuevas alternativas de manejo de la plaga (*Brevicoryne brassicae*), que potencialmente ofrezcan un control rentable de la plaga para los pequeños agricultores en los países en desarrollo, ya que los extractos altamente activos pueden prepararse con plantas de fácil disposición (Amoabeng et al., 2013). Por lo cual se ha impulsado la búsqueda de estrategias alternativas de control, como el uso de plantas insecticidas que permiten manejar las plagas, proteger el cultivo y obtener mayor rendimiento y calidad en la producción sin poner en riesgo la salud del humano y su entorno (Yumi Jenny, 2011).

B. OBJETIVOS

1. General

Controlar al afido (*Brevicoryne brassicae*) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*. var. Avenger) bajo condiciones semicontroladas, usando seis extractos botánicos de plantas de la Amazonía.

2. Específicos

- a. Evaluar el efecto residual de una aplicación de los extractos acuosos de *Witheringia solanacea*, *Dieffenbachia costata*, *Lonchocarpus nicou*, *Clibadium sp.*, *Xanthosoma purpuratum* y *Cymbopogon nardus*.
- b. Evaluar el efecto de tres aplicaciones de los extractos acuosos de *Witheringia solanacea*, *Dieffenbachia costata*, *Lonchocarpus nicou*, *Clibadium sp.*, *Xanthosoma purpuratum* y *Cymbopogon nardus*.

C. HIPOTESIS

1. Hipótesis nula

No existe efecto insecticida por parte de los extractos botánicos acuosos de *Witheringia solanacea* (Tsimbio), *Dieffenbachia harlingii* (Lalu), *Lonchocarpus nicou* (Barbasco), *Clibadium sp.* (Kakllambi), *Anthurium sp.* (Shungupanga) y *Cymbopogon nardus* (Hierba Luisa), sobre el insecto plaga (*Brevicoryne brassicae*).

2. Hipótesis alternante

Existe efecto insecticida por parte de los extractos botánicos acuosos de *Witheringia solanacea* (Tsimbio), *Dieffenbachia harlingii* (Lalu), *Lonchocarpus nicou* (Barbasco), *Clibadium sp.* (Kakllambi), *Anthurium sp.* (Shungupanga) y *Cymbopogon nardus* (Hierba Luisa), sobre el insecto plaga (*Brevicoryne brassicae*).

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. ORIGEN E IMPORTANCIA DEL BRÓCOLI

El brócoli es una planta de la familia de las Brassicáceas, originaria del Mediterráneo y Asia Menor, se lo consume fresco: en ensaladas, sopas, entre otras. El consumo de este producto se ha incrementado en los últimos años, principalmente por su gran cantidad de atributos nutritivos y anticancerígenos (MAGAP, 2013).

El brócoli Ecuatoriano es más apetecido por el mercado internacional por su coloración verde intenso y mayor compactación de la pella en comparación con el producto Mexicano y Uruguayo que posee características de coloración amarilla rojizas (Velasteguí Miriam. 2011).

En el año 2012, la producción mundial de brócoli fue 21, 266,789 toneladas. El 77.59% de ésta se concentró en dos países de Asia: China Continental con 9.5 millones de toneladas y la India con 7 millones de toneladas, que destinaron la mayoría de su producción para el consumo interno (MAGAP, 2013).

Países como Italia, México y Francia produjeron en conjunto, alrededor de 1.15 millones de toneladas a nivel mundial. Mientras que, Ecuador produjo 70 mil toneladas y las restantes 3.54 millones de toneladas, fueron producidas por 88 países. Ecuador exportó 56 mil toneladas, siendo el séptimo país exportador a nivel mundial; el 72.96% de estas tuvieron como destino Estados Unidos, Japón y Alemania (MAGAP, 2013).

El área de brócoli cosechada según el III Censo Nacional Agropecuario en el país fue de 3359 Ha, con lo que se obtuvo una producción de 50000 toneladas con un rendimiento

promedio de 14,6 toneladas métricas por hectárea, hoy en día se estima que la superficie sembrada bordea las 5000 Ha (Villalva Felipe. 2011).

B. PULGÓN (*Brevicoryne brassicae*)

1. Origen e importancia

Esta plaga es originaria de Europa, pero ahora se encuentra distribuida en Asia, Australia y América (Ahmad, M. & Akhtar, S., 2013). El Pulgón de las crucíferas, *Brevicoryne brassicae* (Homóptera: Aphididae), es una plaga de importancia económica en Ecuador en el cultivo de las crucíferas por lo que es controlado a menudo con insecticidas químicos (Araya, Lamborot, & Lankin, 1997).

Generalmente estos compuestos no son selectivos y son aplicados por lo general sin evaluar previamente la densidad de la plaga y sus enemigos naturales, el uso de los insecticidas de amplio espectro ha tenido serias consecuencias en los agroecosistemas, tales como la reaparición de plagas antes controladas, el brote de plagas secundarias y el desarrollo de resistencia de los insectos que son objeto de control (Araya et al., 1997).

2. Taxonomía

Orden: Homóptera

Familia: Aphididae

Género: *Brevicoryne*

Especie: *brassicae*

3. Morfología y hábitos

Los pulgones son insectos de cuerpo blando, pequeño, aspecto globoso y con un tamaño medio entre 1-10 mm. Hay pulgones ápteros (sin alas) y alados. Los primeros tienen el

tórax y abdomen unido, y los segundos perfectamente separados. El color puede variar del blanco al negro, pasando por amarillo, verde y pardo. Los pulgones son insectos chupadores, y están provistos de un largo pico articulado que clavan en el vegetal, y por él absorben los jugos de la planta (Medina Lescano, 2012).

Brevicoryne brassicae posee en el abdomen glándulas productoras de cera pulverulenta con la que se recubren, son los pulgones harinosos o laníferos (Medina Lescano, 2012).

Las ninfas y las hembras ápteras son muy parecidas morfológicamente, es un insecto muy gregario que tiende a formar colonias en el envés de las hojas, con una alta densidad poblacional, tienden a aparecer hembras aladas. En las colonias podemos encontrar tanto individuos con alas como otros que carecen de estas estructuras (Reyes Vargas, E. V., 2010).

El pulgón áptero; alcanza aproximadamente 2.2 mm de longitud, de coloración pardo grisáceo y refleja unos ojos rojos, en general su cuerpo es gris verdoso con varias manchas en vista dorsal, todo su cuerpo se viste de una capa serosa blanquecina grisácea a manera de polvo (Reyes Vargas, E. V., 2010).

El pulgón alado; su tamaño y color es similar al del pulgón sin alas, las antenas son negras con una mancha clara en la parte basal, el abdomen adquiere una tonalidad verde mate, se detecta una mancha oscura en forma de barra ubicada en los sifones y en cada uno de los segmentos posteriores (Reyes Vargas, E. V., 2010).

Los pulgones tienen ciclos estacionales que incluyen generaciones sexuadas, ovíparas y partenogenéticas vivíparas, aladas y ápteras, y con frecuencia migraciones entre diferentes plantas huéspedes de verano e invierno. Los miembros de la especie *Brevicoryne brassicae*, pasan el invierno en forma de huevos. Estos huevos hacen

eclosión en la primavera y se desarrollan para formar la forma áptera, partenogenética y vivípara; a estas hembras se les llama fundadoras (Jimmy Cedeño. 2009).

Los áfidos ocasionan daños directos a las plantas al extraer la savia, la cual succionan en grandes cantidades. Esta extracción debilita las plantas, causando muchas veces, con la inyección de saliva, cambios fisiológicos favorables al desarrollo del insecto. Estos cambios se exteriorizan en forma de agallas, amarillamientos o deformaciones. El exceso de savia lo excretan en forma de un líquido azucarado que cubre las plantas afectadas, tornándolas pegajosas al tacto, afeando su aspecto, atrayendo moscas y hormigas, o bien sirviendo de sustrato al hongo conocido como fumagina (*Capnodium sp.*), el cual cubre el área foliar interfiriendo con la función clorofílica, o también quitándole valor comercial a las comestibles. El mayor daño económico lo causan los áfidos al transmitir agentes causantes de enfermedades de plantas, particularmente virus (Reyes Vargas, E. V., 2010).

Uno de los problemas de mayor incidencia en los cultivos de crucíferas es la presencia de *Brevicoryne brassicae*, dicha plaga causa daños de tipo directo e indirecto. Este áfido llamado comúnmente “pulgón ceniciento” se lo considera autoico por la alta especificidad con su huésped alimentándose de un grupo de hospederos taxonómicamente relacionados (olífagos) de la familia Crucíferas (A. E. Kahan & Ricci, 2005).

Una vez que la colonia aumenta, la calidad nutricional de la planta declina, estimulando la producción de formas aladas que colonizan y explotan nuevos hospederos. Muchos áfidos están altamente especializados en la selección de sus plantas huéspedes, utilizando una o pocas especies de plantas relacionadas botánicamente (especialistas), mientras que otros poseen la habilidad de colonizar distintas especies de plantas no emparentadas botánicamente (generalistas) (A. Kahan et al., 2008).

4. Ciclo biológico de Brevicoryne brassicae



Figura 1. Ciclo partenogenético de los pulgones. Web. 11 de enero 2016. <http://es.slideshare.net/MarujaRuiz/tema-4-15068000>.

(Metcalf, C. L., & Flint, W. P. 1984) manifiestan que los huevecillos son pequeños, ovales, negruscos, pegados por sus lados a los tallos de la planta. Cuando la temperatura sube lo suficiente las ninfas nacen de los huevecillos, crecen rápidamente pero nunca llegan a tener alas. Todas son hembras, que tienen la notable capacidad de reproducir prole como ellas mismas, sin aparearse y empiezan a solo una semana o más produciendo desde una docena hasta cincuenta o cien ninfas activas dentro de la primera o segunda semana.

Los áfidos tienen la habilidad de reproducirse por partenogénesis cuando las condiciones les son favorables o sexualmente cuando éstas son desfavorables, alternando las plantas hospederas. Estas características le permiten desarrollar poblaciones muy grandes en corto tiempo y aprovechar al máximo estas condiciones. En los trópicos, sólo se reproducen por partenogénesis, es decir, la hembra para directamente a su descendencia sin la concurrencia del macho, siendo las colonias

formadas exclusivamente por hembras, con o sin alas, es decir, ápteras y aladas (Reyes Vargas, E. V., 2010).

5. Distribución

El pulgón de las crucíferas, *Brevicoryne brassicae*, es un áfido cosmopolita distribuido ampliamente en todas las regiones templadas y cálidas del mundo. Se caracteriza por ser especialista de la familia Brassicaceas y es considerado uno de los más perjudiciales y de presencia permanente en cultivos del género Brassica (A. Kahan et al., 2008).

C. MÉTODOS DE CONTROL DE *Brevicoryne brassicae* EN ECUADOR

El método comúnmente usado para el control del pulgón *Brevicoryne brassicae* es el uso de insecticidas sintéticos.

1. Insecticida Químico-sintético

Valero Johana. (2011) Define los insecticidas como sustancias de diversos orígenes utilizadas con la finalidad de disminuir las numerosas poblaciones de insectos consideradas como plagas a través de un efecto letal. Los insecticidas comprenden la parte más pequeña del mercado mundial de los plaguicidas, ambos son utilizados para combatir y controlar las plagas.

a. Clasificación de los insecticidas químico-sintéticos más usados.

En la actualidad las principales clases de insecticidas utilizados para el control de vectores son: organoclorados, ciclodienos, organofosforados, carbamatos y piretroides, aunque comienzan a utilizarse en gran escala los insecticidas microbianos y los

reguladores del crecimiento, al poder reducir sus costos de producción y mejorar sus formulaciones (Bisset, 2002).

Estos insecticidas pueden penetrar en el cuerpo del insecto por una de las siguientes vías:

1. Envenenamiento por contacto: el insecticida penetra a través de la cutícula del insecto hasta alcanzar el sitio activo, ejemplo: (malation), (DDT), piretroides (permetrina) o carbamatos (propoxur), o análogos de las hormonas juveniles (metopreno) e inhibidores del crecimiento de la quitina (diflubenzurón) (Bisset, 2002).

2. Envenenamiento oral: el insecticida es ingerido y absorbido a través del intestino, ejemplo: insecticidas bacteriológicos, como *Bacillus thuringiensis israelensis*, el cual actúa liberando una endotoxina que destruye las células de la pared del intestino medio (Bisset, 2002).

3. Fumigaciones: el insecticida penetra al cuerpo del insecto a través de los espiráculos del sistema respiratorio. Un grupo de insecticidas además de penetrar por contacto lo realizan también por esta vía, ejemplo: Diclorvos (Bisset, 2002).

b. Resistencia a los insecticidas químicos-sintéticos

Las medidas de control utilizadas se basan en la aplicación de insecticidas químicos-sintéticos, sin embargo los áfidos responden desarrollando niveles sustanciales de resistencia tanto a organofosforados como a carbámicos y piretroides (Ricci, Padín, Ringuelet, & Kahan, 2006).

Una herramienta alternativa dentro del manejo integrado de plagas, que puede disminuir el impacto ambiental de los mismos, es la utilización de productos naturales, como aceites esenciales y extractos vegetales (Ricci et al., 2006).

Una de las especies entomófagas mundialmente más importantes en el control Natural de *B. brassicae* es el parasitoide *Diaeretiella rapae* (Aphidiidae), debido a su ciclo de vida, hábitos reproductivos y alta especificidad. Todos los Aphidiidae son endoparasitoides de áfidos, lo que les confiere gran importancia económica (Araya, Lamborot, & Lankin, 1997).

Cada vez que se usa un insecticida contra *B. brassicae*, se afecta a sus enemigos naturales, entre ellos *D. rapae*, la mortalidad de este enemigo natural puede deberse al contacto directo con el insecticida o a la absorción de residuos desde sustratos tratados con insecticidas sintéticos (Araya et al., 1997).

Según un estudio de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), desde 1988, más de 300 plagas han desarrollado resistencia a un extenso rango de productos químicos.

Badii & Almanza, (2015) enmarca la resistencia como la capacidad desarrollada por una población determinada de insectos, al no ser afectada por la aplicación de insecticidas. La resistencia se puede considerar como un proceso inevitable, debido a la presión de selección continua que se sigue ejerciendo con las aplicaciones de insecticidas.

La resistencia a insecticidas en muchas especies de insectos, está frecuentemente relacionada con variaciones o cambios biológicos de comportamiento como el vigor, tiempo de desarrollo de las fases inmaduras y alteraciones del potencial reproductivo (Morillo & Notz, 2004).

Para Valero Jhoana. (2011), la resistencia es la habilidad que posee un grupo de individuos dentro de una población natural a soportar dosis de compuestos tóxicos por lo consiguiente siguen reproduciéndose y adquiriendo cada vez más resistencia.

Se han detectado un total de 22 casos posibles de artrópodos resistentes, que corresponden a 19 especies de insecta de 5 órdenes, y a 3 especies de *Acarina Tetranychidae*. El orden mejor representado fue el Homoptera con 11 especies.

En este estudio sobre la determinación de la resistencia a insecticidas se determinó que en el orden Homóptera existen 7 especies pertenecen a la familia Aphididae, 3 a la familia Aleyrodidae y 1 a la familia Psyllidae. abamectina, buprofezín, butocarboxim, ciromacina, dicofol+tetradifón, etiofencarb, flufenoxurón, formetanato, metiocarb, pirimicarb y triclorfón (Sandoval, 1998).

Cuadro 1. Especies de insectos que han generado resistencia a los insecticidas químicos-sintéticos.

HOMOPTERA Aphididae	HOMOPTERA Aleyrodidae
<i>Aphis gossypii</i> Glover	<i>Aleurothrixus floccosus</i> (Maskell)
<i>Aphis pomi</i> De Geer	<i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius)
<i>Brevicoryne brassicae</i> L	<i>Trialeurodes vaporariorum</i> (Westwood)
<i>Dysaphis plantaginea</i> (Passerini)	
<i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas)	HOMOPTERA Psyllidae
<i>Myzus persicae</i> Sulzer	<i>Cacopsylla pyri</i> L
<i>Toxoptera aurantii</i> (Boyer de fonscolombe)	

Fuente: (Sandoval, 1998)

D. INSECTICIDAS BOTÁNICOS

En los últimos treinta años se ha intensificado el desarrollo de insecticidas botánicos y antialimentarios a partir de la utilización de productos naturales, con el fin de disminuir el impacto de los insecticidas de síntesis en el origen de resistencia en insectos plaga y sobre la mortalidad de los organismos benéficos en los distintos ecosistemas (A. Kahan et al., 2008).

Las plantas producen metabolitos secundarios, algunos de los cuales son volátiles y juegan un papel importante en la interacción con los insectos tanto de atracción como de repulsión. Estos aleloquímicos presentan más de un mecanismo de acción sobre los insectos, pueden ser tóxicos, inhibidores del crecimiento, de la reproducción o de la oviposición, antialimentarios y/o repelentes (A. Kahan et al., 2008).

Los plaguicidas botánicos son derivados de algunas partes o ingredientes activos de las plantas. En los últimos años, la aplicación de varios productos de plantas medicinales ha llamado mucho la atención como alternativas efectivas a los pesticidas sintéticos. Estos productos vegetales son muy eficaces, menos costosos, biodegradables y más seguros que sus equivalentes sintéticos, los cuales son altamente persistentes en el medio ambiente y tóxico para los organismos no blanco, incluidos los humanos a los cuales le causan muchas de las enfermedades no identificadas después de la bioacumulación (Nava-Pérez, 2012).

1. Composición química de los insecticidas botánicos

a. Terpenos

Se conocen unos 25.000 y todos ellos poseen un precursor de 5 carbonos que es el isopreno. Es el grupo que presenta una mayor diversidad estructural, e incluye aceites esenciales, resinas, fitoesteroides, piretrinas de origen natural y saponinas. Son los principales componentes de los aceites esenciales, provocan repelencia, inapetencia y evitan la oviposición (Pérez López, 2012).

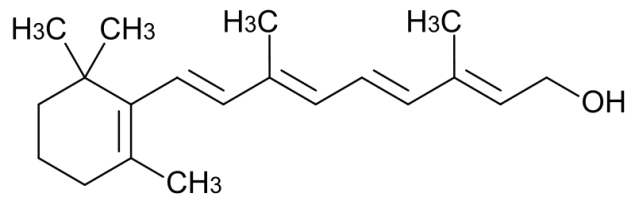


Figura 2. Estructura del isopreno [CH₂= C (CH₃)CH=CH₂]

b. Flavonoides

Son compuestos que proporcionan color a las plantas y flores, por ejemplo, la rotenona. Actúan como inhibidores enzimáticos y tienen actividad repelente (Pérez López, 2012).

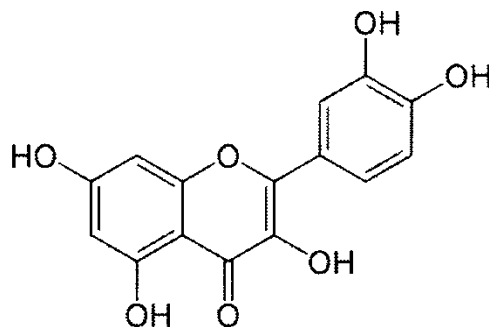


Figura 3. Estructura de los flavonoides

c. Alcaloides

Se han descrito alrededor de 12.000. Todos ellos poseen al menos un átomo de nitrógeno en su estructura. Se sintetizan principalmente a partir de aminoácidos. Son el grupo con mayor diversidad en cuanto a metabolitos secundarios, tiene una gran variedad de efectos tóxicos; un ejemplo de ellos es la nicotina (Pérez López, 2012).

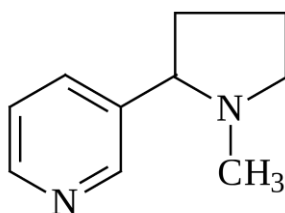


Figura 4. Estructura de los alcaloides

d. Fenoles

Se conocen unos 8000 compuestos fenólicos y todos ellos provienen de la ruta del ácido siquímico. Algunos de los más conocidos son las quinonas, cumarinas, ligninas y taninos. Son compuestos hidroxilados que pueden actuar como antialimentarios; otros como los taninos actúan como barrera por su sabor amargo, y las cumarinas inhiben el crecimiento de hongos y son tóxicas para nemátodos, ácaros e insectos (Pérez López, 2012).

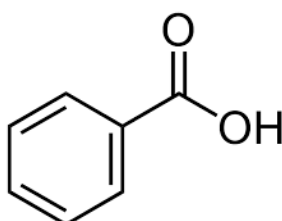


Figura 5. Estructura de los fenoles

2. Metabolitos secundarios

El metabolismo es el conjunto de reacciones químicas que realizan las células de los seres vivos para sintetizar sustancias complejas a partir de otras más simples (anabolismo) o para degradar las complejas y obtener las simples o catabolismo (Avalos García & Pérez-Urria Carril, 2011).

Las plantas, organismos autotrofos, además del metabolismo primario presente en todos los seres vivos, poseen un metabolismo secundario que les permite producir y acumular compuestos de naturaleza química diversa, estos compuestos se denominan metabolitos secundarios, presentan propiedades biológicas, muchos desempeñan funciones ecológicas y se caracterizan por sus diferentes usos y aplicaciones como medicamento, insecticidas, herbicidas, perfumes o colorantes, entre otros (Avalos García & Pérez-Urria Carril, 2011).

3. Modo de acción de los metabolitos secundarios

Los insectos pueden ser repelidos por compuestos volátiles emitidos por las plantas, o una vez que se establecen sobre estas ser disuadidos de continuar alimentándose u ovipositando. Varios constituyentes químicos de las plantas sirven como estímulos olfativos y gustatorios para los insectos. Estos compuestos químicos pueden ser nutrientes (azúcares, aminoácidos, fosfolípidos, etc.) o metabolitos secundarios (terpenoides, glucosinolatos, taninos, ligninas, etc (Caballero García et al., 2004).

Los metabolitos secundarios con actividad tóxica pueden actuar a diferentes niveles sobre la fisiología del insecto (Tabla 1). Los modos de acción más conocidos son aquellos que afectan a:

a) El sistema nervioso, como agonistas de neurotransmisores o interfiriendo con los canales implicados en la transmisión del impulso nervioso (Wink, M. 2003).

b) La producción de energía, inhibiendo enzimas implicadas en la respiración celular (Miyoshi, Y. 1998).

c) El sistema endocrino, actuando como reguladores del crecimiento que inhiben la formación de la muda o alterando la función de las hormonas que regulan estos mecanismos

d) La replicación del DNA

e) el proceso digestivo, actuando como reductores de la digestibilidad o inhibiendo la actividad de enzimas hidrolíticas (Wink, M. 2003).

Cuadro 2. Modo de acción de los metabolitos secundarios sobre los insectos

Compuesto	Modo de acción
Alcaloides	<ul style="list-style-type: none">✓ Interferencia con la replicación del DNA✓ Interferencia con el transporte en membranas.✓ Inhibición de enzimas.✓ Antagonista de la acetil colina.
Flavonoides	<ul style="list-style-type: none">✓ Inhibición de la NADH deshidrogenasa en el transporte respiratorio de electrones.
Terpenoides	<ul style="list-style-type: none">✓ Repelentes y disuasorios✓ Interfieren en la producción de la

	<p>hormona de la muda y de la hormona juvenil</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Inhibidores de la síntesis de quitina ✓ Inhibición de enzimas digestivas.
Taninos y Ligninas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reductores de la digestibilidad
Piretrinas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Actúan sobre los canales de sodio de las neuronas interfiriendo con la transmisión del impulso nervioso.
Saponinas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Repelentes y disuasorios. ✓ Alteran la estructura de membranas.

Fuente: (Caballero García et al., 2004).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

1. Localización

La investigación se realizó en el Departamento de Horticultura, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, perteneciente a la parroquia Licán, Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

2. Ubicación geográfica

Altitud: 2778 m.s.n.m.

Latitud: 1° 41'05" S.

Longitud: 78° 40' 20" W.

3. Condiciones climáticas

Temperatura media anual: 13.4 °C

Humedad relativa: 73%

Precipitación media anual: 500mm anuales

4. Clasificación ecológica

Según (HÖLDRIDGE, 1982) la ESPOCH ecológicamente se clasifica como bosque seco Montano Bajo (bsMb) y estepa espinosa Montano bajo (eeMb).

B. MATERIALES

1. Material experimental

En este trabajo de investigación se utilizó plántulas de brócoli (*Brassica oleracea*. var. Avenger), además se estableció la cría del pulgón harinoso (*Brevicoryne brassicae*). El material vegetal que se utilizó como insecticida botánico fueron extractos de las siguientes plantas: *Lonchocarpus nicou* (barbasco), *Anthurium* sp. (Shungupanga), *Clibadium* sp. (Kakllampi), *Dieffenbachia harlingii* (Lalu), *Witheringia solanácea* (Tsimbio), *Cymbopogon nardus* (Hierba Luisa).

2. Material de campo

- ✓ Baldes de 10 lt.
- ✓ Sustrato (tierra negra, humus)
- ✓ Insecticidas botánicos
- ✓ Insecticida químico
- ✓ Agua
- ✓ Jabón
- ✓ Estructura de malla para protección de las plantas transplantadas
- ✓ Atomizadores
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Cuaderno de campo

3. Material de oficina

- ✓ Computadora
- ✓ Hoja de papel bond
- ✓ Internet
- ✓ Lápiz
- ✓ calculadora

C. MÉTODOLOGÍA

1. Diseño experimental

a) Ensayo 1

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con 10 tratamientos y 5 repeticiones.

b) Ensayo 2

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con 10 tratamientos y 5 repeticiones.

2. Especificaciones del campo experimental

Número de tratamientos: 10

Número de repeticiones: 5

Número de unidades experimentales: 50

Los insecticidas botánicos que son las variables en estudio están representados por números cuya nomenclatura es la siguiente:

Cuadro 3. Nomenclatura de los tratamientos

Número	Descripción
1	Lalu
2	Shungapanga
3	Tsimbio
4	Hierba Luisa
5	Kllampi
6	Barbasco
7	Jabón
8	Imidacloprid
9	Clorpirifos
10	Control agua

Elaborado por: Ramos Luis, 2015

Las macetas se colocaran en hilera como se muestra a continuación

a) **Ensayo 1**

Cuadro 4. Distribución de los tratamientos en estudio del ensayo 1

unidades experimentales	tratamientos	Descripción
1	IR5	Imidacloprid
2	BR1	Barbasco
3	BR4	Barbasco
4	LR1	Lalu
5	SR1	Shungapanga
6	SR3	Shungapanga
7	TSR3	Tsimbio
8	HLR5	Hierba Luisa
9	HLR2	Hierba Luisa
10	LR2	Lalu
11	BR3	Barbasco
12	IR2	Imidacloprid
13	AR2	Agua+jabon
14	CR3	Control
15	LR3	Lalu
16	BR5	Barbasco
17	AR5	Agua+jabon
18	IR4	Imidacloprid
19	TSR2	Tsimbio
20	SR2	Shungapanga
21	AR3	Agua+jabon
22	TSR1	Tsimbio
23	CLOR5	Clorpirifos
24	KR1	Kallambi
25	SR4	Shungapanga
26	CR5	Control

27	KR4	Kallambi
28	TSR4	Tsimbio
29	IR1	Imidacloprid
30	BR2	Barbasco
31	HLR1	Hierba Luisa
32	KR5	Kallambi
33	CLOR3	Clorpirifos
34	LR5	Lalu
35	HLR3	Hierba Luisa
36	IR3	Imidacloprid
37	CR1	Control
38	CLOR1	Clorpirifos
39	AR4	Agua+jabon
40	SR5	Shungapanga
41	AR1	Agua+jabon
42	CR4	Control
43	KR2	Kallambi
44	LR4	Lalu
45	CLOR4	Clorpirifos
46	HLR4	Hierba Luisa
47	CLOR2	Clorpirifos
48	KR3	Kallambi
49	TSR5	Tsimbio
50	CR2	Control

Elaborado por: Ramos Luis, 2015

b) Ensayo 2

Cuadro 5. Distribución de los tratamientos en estudio del ensayo 2

unidades experimentales	tratamientos	Descripción
1	KR2	Kallambi
2	CLOR4	Clorpirifos
3	AR1	Agua + jabon
4	CR3	Control
5	IR3	Imiclopid
6	LR4	Lalu
7	IR2	Imiclopid
8	HLR2	Hierba luisa
9	IR1	Imiclopid
10	KR5	Kallambi
11	IR5	Imiclopid
12	SR4	Shungu panga
13	BR3	Barbasco
14	HLR3	Hierba luisa
15	CLOR1	Clorpirifos
16	AR4	Agua + jabon
17	TSR3	Tsimbio
18	HLR5	Hierba luisa
19	KR3	Kallambi
20	BR5	Barbasco
21	TSR5	Tsimbio
22	BR2	Barbasco
23	LR5	Lalu
24	HLR4	Hierba luisa
25	HLR1	Hierba luisa
26	AR5	Agua + jabon

27	AR2	Agua + jabon
28	BR4	Barbasco
29	LR2	Lalu
30	IR4	Imiclopid
31	CR1	Control
32	TSR1	Tsimbio
33	BR1	Barbasco
34	SR5	Shungu panga
35	TSR2	Tsimbio
36	KR1	Kallambi
37	KR4	Kallambi
38	LR1	Lalu
39	CLOR3	Clorpirifos
40	TSR4	Tsimbio
41	CLOR5	Clorpirifos
42	LR3	Lalu
43	SR3	Shungu panga
44	SR1	Shungu panga
45	CR2	Control
46	CLOR2	Clorpirifos
47	CR4	Control
48	SR2	Shungu panga
49	AR3	Agua + jabon
50	CR5	Control

Elaborado por: Ramos Luis, 2015

3. Análisis de varianza de los ensayos

Cuadro 6. Esquema del análisis de varianza de los ensayos

ADEVA

fFuente de variación	formuLa	Grados de libertad
Total	$(T*m)-1$	49
Tratamientos	T-1	9
Error	T (m-1)	40

Elaborado por: Ramos Luis, 2015.

4. Fase de semillero

Se realizó tres semilleros, el primero se lo realizó el 07 de julio del 2015, este semillero se utilizó para la prueba piloto. El segundo semillero para el primer ensayo se estableció el 03 de agosto del 2015. El tercer semillero para el segundo ensayo se realizó el 31 de agosto del 2015, se realizó los semilleros con estos intervalos de tiempo, para que al momento del trasplante las plántulas tengan 42 días y tengan 6 hojas verdaderas.

Se utilizó turba la cual se remojo hasta capacidad de campo y se colocó en las bandejas, donde posteriormente se procedió a depositar las semillas de brócoli *Brassica oleracea* variedad Avenger.

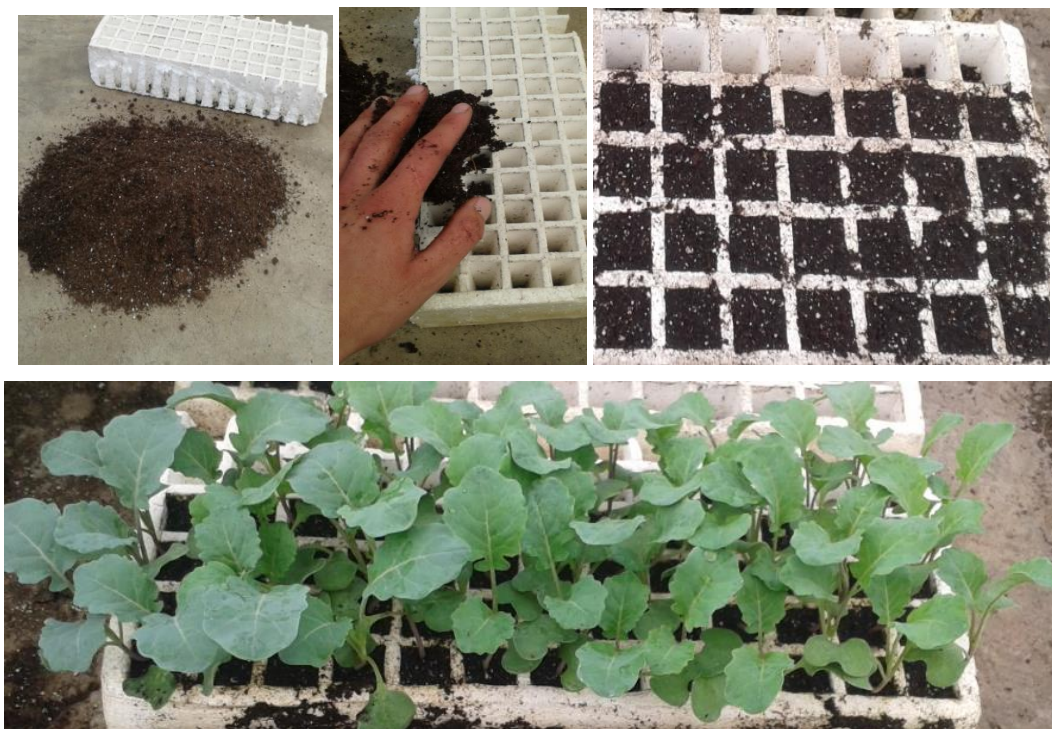


Figura 6. Fase de semillero de plántulas de brócoli. Luis Ramos, 2015.

5. Crianza de pulgones

Los pulgones (*Brevycoryne brassicae*) se obtuvo de plantas de brócoli que se encontraban en los predios del departamento de horticultura y se infesto en plantas de brócoli (*Brassica oleracea*. var. Avenger) que tenían una edad aproximada de 3 meses desde el semillero, para la crianza se trasplantaron 7 plantas en macetas se colocó bajo un toldo y se infesto pulgones para que se multipliquen lo suficiente para tener los necesarios al momento de realizar los ensayos.



Figura 7. Crianza de pulgones (*Brevycoryne brassicae*). Luis Ramos, 2015.

6. Elaboración de los protectores

Fueron construidos con 2 anillos de alambre galvanizado, un anillo va ubicado en la parte superior mientras que el otro estará ubicado a 35 cm más abajo. Se cosió la tela malla con los anillos de alambre de tal manera que se forme una estructura para en su interior colocar las plantas, además esta provista de un cierre para abrir y manipular las plantas, en la parte inferior se colocara un hilo para amarrar en la parte inferior del balde y asegurar que no haya infestación o que se escapen pulgones en el ensayo.



Figura 8. Elaboración de los protectores. Luis Ramos, 2015.

7. Colección de la muestra

Para el presente estudio se utilizó seis especies de plantas como insecticidas botánicos. *Lonchocarpus nicou* (barbasco), *Anthurium* sp.(Shungupanga), *Clibadium* sp. (Kakllampi), *Dieffenbachia harlingii* (Lalu), *Witheringia solanácea* (Tsimbio), *Cymbopogon nardus* (Hierba Luisa). Este material fue recolectado a 2 Km del Centro de Investigación de Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA) de la Universidad Estatal Amazónica (S 1°14'18.85'', W 77°53'4.30''), en Pastaza, Ecuador, en el mes de junio a septiembre.

Previa la obtención del material vegetal de la Amazonía se gestionó el permiso correspondiente el cual fue concedido por el Director del Centro de Investigación de Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA) de la Universidad Estatal Amazónica. Ing. M. Andino.

Cabe destacar que en la presente investigación se utilizó únicamente las hojas de las plantas anteriormente mencionadas para determinar si estas también actúan como insecticidas botánicos.



Figura 9. Colección de la muestra. Luis Ramos, 2015.

8. Preparación de los extractos

Las plantas se secaron al aire libre sobre una estructura de malla que se implementó para posteriormente moler el material, el material se molió usando un molino marca Thomas en el laboratorio de Ciencias de la ESPOCH. Esto se realizó con las seis especies de plantas hasta que se obtenga un polvo fino. Posteriormente se pesó 45,4 g de cada especie de plantas para colocarlos en 1 L de agua.

Una vez molidas y pesadas las muestras se colocará en botellas estas se colocaron en un congelador a 4°C para evitar que exista alguna reacción en los extractos.



Figura 10. Proceso para la preparación de los extractos. Luis Ramos, 2015.

9. Manejo del experimento

Los tratamientos consistieron en cuatro controles y seis tratamientos botánicos y se establecieron en un Diseño Completamente al Azar con cinco repeticiones. Los

tratamientos de control positivo fueron los dos insecticidas sintéticos, Imidacloprid y Clorpirifos, mientras que los tratamientos de control negativo eran agua + jabon y solo agua. Imidacloprid y Clorpirifos se aplicaron a las proporciones recomendadas de 0,0025 ml / L y 0,6 ml / l de agua, respectivamente.

Las aplicaciones se hicieron utilizando un atomizador, para ello un día antes de la aplicación se sacaba del congelador los extractos para que se descongelen y poder cernir con la ayuda de una media nylon, de cada extracto se cernía 200 ml, este volumen se depositaba en los atomizadores respectivos, para lograr que los extractos se adhieran al follaje se adiciono jabón neutro en un volumen de 0,4 ml para los 200 ml de extracto.

Para el control positivo (químicos), se utilizó el mismo volumen 200 ml de agua de la llave se utilizó Imidacloprid (0,0025 ml) y Clorpirifos (0,6 ml), cada uno en su atomizador respectivo.

Para el control negativo se usó agua 200 ml + jabon neuto 0,4 ml, también se realizó un control en el que solo se aplicó agua simple.





Figura 11. Manejo del experimento. Luis Ramos, 2015

10. Prueba piloto

Previo a la realización del ensayo se realizó una prueba piloto, para esto se estableció un semillero de brócoli (*Brassica oleracea*. var. Avenger), a los 55 días cuando las plantas tengan 6 hojas se realizó el trasplante en macetas luego se protegió con una estructura de malla, a los 4 días cuando las plantas ya prendieron se infestó cada una con 20 pulgones. Luego a los 7 días posteriores se aplicaron los insecticidas botánicos con un atomizador. Las evaluaciones se realizó a los 3, 7 y 15 días posteriores a la aplicación. Esto sirvió para determinar el tiempo de acción que ejerce el insecticida botánico sobre las poblaciones de pulgones (*Brevicoryne brassicae*), y así establecer cada cuanto tiempo se deben realizar las aplicaciones.

11. Ensayo 1

Se estableció 2 semilleros de 60 semillas de las cuales se utilizaron 50 plantas para cada ensayo la diferencia de siembra fue de un mes, el primer semillero se estableció el 4 de agosto Mientras que el segundo el 31 de agosto, el trasplante para el primer ensayo se realizó el 13 de septiembre en la que se colocó 1 planta por balde y se las protegió con una estructura de malla previamente fabricada, a los 4 días se infestó 20 pulgones entre adultos y ninfas (*Brevicoryne brassicae*) por planta, a los 7 días de la infestación una vez que los pulgones se establecieron se aplicaron los tratamientos. Posteriormente las

evaluaciones se efectuaron a los 3, 7 y 15 días después de la aplicación (dda). Para medir la eficiencia de los tratamientos se contó el número de individuos vivos. En este ensayo se realizó una sola aplicación de los tratamientos y tres evaluaciones posteriores a la aplicación.

12. Ensayo 2

El trasplante para el segundo ensayo se realizó el 20 de octubre del 2015, se transplantaron 50 plantas por maceta, cuando desarrollaron 6 hojas, la infestación de los 20 pulgones se llevó a cabo el 4 de noviembre del 2015 y luego se cubrió las plantas y las macetas con la malla para proteger a la planta de posibles reinfestaciones o que se escapen pulgones. Se realizaron tres aplicaciones: 11/11/2015, 18/11/2015 y el 25/11/2015. A los tres días después de cada aplicación se realizaron las evaluaciones. Para medir la eficiencia de los tratamientos se contó el número de individuos vivos. En este ensayo se realizaron tres aplicaciones con una evaluación a los tres días posteriores a cada aplicación.

V. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

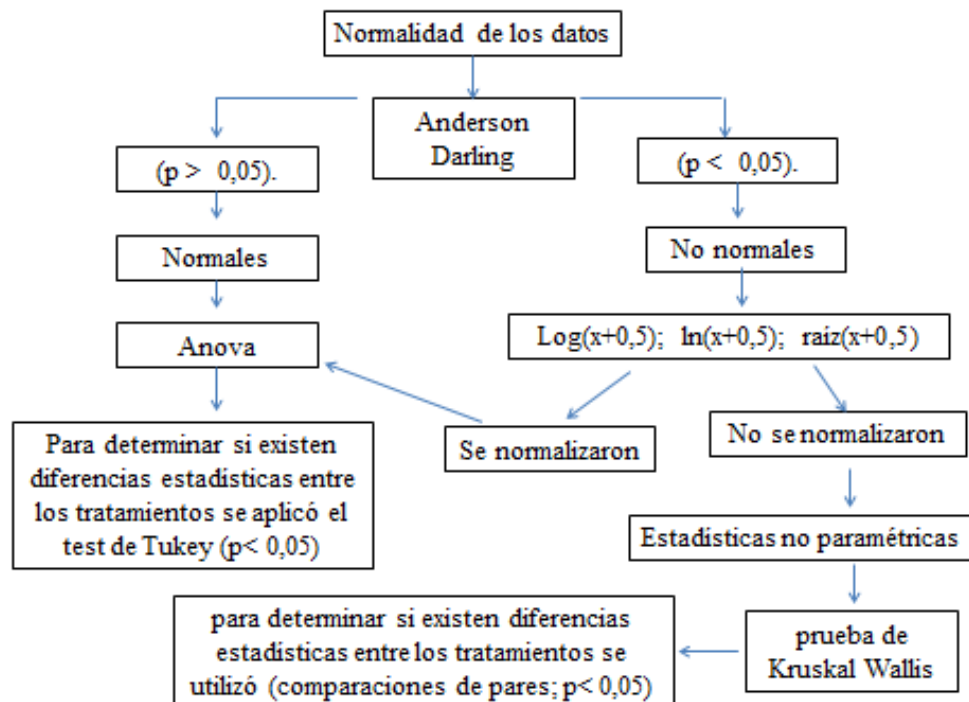


Figura 12. Pasos a seguir para determinar si los datos son normales. Luis Ramos, 2015.

A. NORMALIZAR DATOS

1. Ensayo 1

Al realizar la prueba de Anderson Darling para probar normalidad de los datos se llegó a la conclusión de que los datos de la evaluación a los 3 dda si son normales ($p > 0,05$).

Mientras que en la evaluación de los datos a los 7 y 15 dda, los datos no fueron normales ($p < 0,05$), razón por la cual fue necesario transformar los datos con $\log(x + 0,5)$, en ambos casos. Para probar homocedasticidad se utilizó la prueba de Bartlet cuando datos fueron normales y la prueba de Levene cuando los datos no fueron normales. Para estos análisis se utilizó el software estadístico Minitab 16.

Para determinar si existen diferencias estadísticas entre los tratamientos se aplicó el test de Tukey ($p < 0,05$), para este análisis se utilizó el software estadístico InfoStat.

2. Ensayo 2

Al realizar el análisis de supuestos para determinar normalidad y homocedasticidad se llegó a la conclusión de que los datos no fueron normales; se trató de normalizar utilizando: $\log(x+0,5)$, $\text{raíz}(x+0,5)$, $\ln(x+0,5)$ pero los datos no se normalizaron, razón por la cual en este ensayo se utilizó estadísticas no paramétricas, se aplicó la prueba de Kruskal Wallis, para determinar si existen diferencias estadísticas entre los tratamientos se utilizó (comparaciones de pares; $p < 0,05$). Para este análisis se utilizó el software estadístico InfoStat.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. RESULTADOS

1. Resultados ensayo 1

Cuadro 7. Evaluación del promedio de los individuos vivos de *Brevicoryne brassicae* a los 3, 7 y 15 días después de la aplicación (Tukey; $P < 0,05$).

Controles	3 dda		Controles	7 dda		Controles	15 dda	
Clorpirifos	0,00	A	Imidacloprid	0,00	A	Imidacloprid	0,00	A
Imidacloprid	2,20	A	Clorpirifos	0,00	A	Clorpirifos	0,00	A
<i>Lonchocarpus nicou</i>	30,20	A B	<i>Lonchocarpus nicou</i>	21,20	B	<i>Lonchocarpus nicou</i>	16,40	B
<i>Clibadium sp.</i>	37,80	B C	<i>Clibadium sp.</i>	37,80	B C	<i>Clibadium sp.</i>	22,80	B C
<i>Dieffenbachia harlingii</i>	38,20	B C	<i>Cymbopogon nardus</i>	39,60	B C	<i>Witheringia solanacea</i>	27,80	B C
<i>Anthurium sp.</i>	46,00	B C D	<i>Dieffenbachia harlingii</i>	47,20	B C	<i>Dieffenbachia harlingii</i>	24,00	B C
<i>Witheringia solanácea</i>	55,40	B C D	<i>Anthurium sp.</i>	44,40	B C	<i>Cymbopogon nardus</i>	28,20	B C
<i>Cymbopogon nardus</i>	62,00	C D	<i>Witheringia solanácea</i>	58,00	B C	<i>Anthurium sp.</i>	32,60	B C
Jabón	63,00	C D	Jabón	53,80	B C	Jabón	38,60	B C
Agua	76,60	D	Agua	78,00	C	Agua	57,40	C

Elaborado por: Ramos Luis, 2015.

La prueba de significación de Tukey al 5% para el número de individuos vivos de *Brevicoryne brassicae* a los 3, 7 y 15 dda se muestran en la (tabla 6).

En la primera evaluación a los 3 dda se detectó cuatro rangos de agrupación estadística en el primer rango se ubica Clorpirifos, Imidacloprid y *Lonchocarpus nicou* que tienen un promedio de individuos vivos de: 0,00; 2,20 y 30,20 respectivamente. En el segundo

rango se encuentra *Lonchocarpus nicou*, *Clibadium* sp., *Dieffenbachia harlingii*, *Anthurium* sp. y *Witheringia solanacea*, con un promedio de individuos vivos de: 30,20; 37,80, 38,20; 46,00 y 55,40 respectivamente. Se destaca que los dos rangos de agrupación comparten el *Lonchocarpus nicou*. En el tercer rango se ubica *Clibadium* sp., *Dieffenbachia harlingii*, *Anthurium* sp., *Witheringia solanacea*, *Cymbopogon nardus* y Agua+jabón con un promedio de individuos vivos de: 37,80; 38,20; 46,00; 55,40; 62,00 y 63,00 respectivamente. En el cuarto rango se ubica *Anthurium* sp., *Witheringia solanacea*, *Cymbopogon nardus*, Jabón y Agua, con un promedio de individuos vivos de: 46,00; 55,40; 62,00; 63,00 y 76,60 respectivamente. Son comunes entre el tercer y cuarto rango *Anthurium* sp., *Witheringia solanacea*, *Cymbopogon nardus* y Jabón. Se destaca el Agua con un número de individuos vivos de 76,6.

En la segunda evaluación a los 7 dda se detectó tres rangos de agrupación estadística, en el primer rango se encuentran los insecticidas químicos; Imidacloprid y Corpiryfos que tienen un promedio de 0,00 individuos vivos. En el segundo rango se encuentra: *Lonchocarpus nicou*, *Clibadium* sp., *Cymbopogon nardus*, *Dieffenbachia harlingii*, *Anthurium* sp., *Witheringia solanacea* y Agua+jabón, con un promedio de individuos vivos de: 21,20; 37,80; 39,60; 47,20; 44,40; 58,00; y 53,80 respectivamente. En el tercer rango se encuentra: *Clibadium* sp., *Cymbopogon nardus*, *Dieffenbachia harlingii*, *Anthurium* sp., *Witheringia solanacea*, Jabón y Agua, con un promedio de individuos vivos de: 21,20; 37,80; 39,60; 47,20; 44,40; 58,00; 53,80 y 78,00 respectivamente. Se destaca que a los 7 dda el primer y tercer rango de agrupación no comparten *Lonchocarpus nicou*.

En la tercera evaluación a los 15 dda se detectó tres rangos de agrupación estadística, en el primer rango se encuentran los insecticidas químicos; Imidacloprid y Corpiryfos que tienen un promedio de 0,00 individuos vivos. En el segundo rango se encuentran los tratamientos; *Lonchocarpus nicou*, *Clibadium* sp., *Witheringia solanacea*, *Dieffenbachia harlingii*, *Cymbopogon nardus*, *Anthurium* sp., y Agua+jabón, con un promedio de individuos vivos de: 16,40; 22,80; 27,80; 24,00; 28,20; 32,60 y 38,60 respectivamente. En el tercer rango se encuentran los tratamientos; *Clibadium* sp.,

Witheringia solanacea, *Dieffenbachia harlingii*, *Cymbopogon nardus*, *Anthurium* sp., Jabón y Agua, con un promedio de individuos vivos de: 22,80; 27,80; 24,00; 28,20; 32,60; 38,60 y 57,60 respectivamente. Se destaca a los 15 dda el primer y tercer rango de agrupación no comparten *Lonchocarpus nicou*.

2. Resultados ensayo 2

Cuadro 8. Evaluación de la mediana de los individuos vivos de *Brevicoryne brassicae* después de la primera, segunda y tercera aplicación de control (Comparaciones de pares; $P < 0,05$).

Tratamiento	1ra aplicación	Tratamiento	2da aplicación	tratamiento	3ra aplicación
Imidacloprid	0,00	A	Imidacloprid	0,00	A
Clorpirifos	0,00	A	Clorpirifos	0,00	A
<i>Witheringia solanácea</i>	36,80	A B	<i>Clibadium</i> sp.	75,00	A B
<i>Clibadium</i> sp.	48,40	A B	<i>Witheringia solanacea</i>	89,00	A B
<i>Cymbopogon nardus</i>	53,80	B C	<i>Cymbopogon nardus</i>	100,00	B
<i>Dieffenbachia harlingii</i>	65,60	B C	<i>Dieffenbachia harlingii</i>	131,00	B
<i>Anthurium</i> sp.	73,40	B C D	<i>Anthurium</i> sp.	145,00	B
<i>Lonchocarpus nicou</i>	73,80	B C D	<i>Lonchocarpus nicou</i>	153,00	B C
Jabón	107,60	C D	Jabón	241,00	B C
Agua	220,00	D	Agua	500,00	C
Imidacloprid	0,00	A	Imidacloprid	0,00	A
Clorpirifos	0,00	A	Clorpirifos	0,00	A
<i>Witheringia solanacea</i>	176,00	A B	<i>Witheringia solanacea</i>	176,00	A B
<i>Clibadium</i> sp.	210,00	B	<i>Clibadium</i> sp.	210,00	B
<i>Dieffenbachia harlingii</i>	230,00	B	<i>Dieffenbachia harlingii</i>	230,00	B
<i>Cymbopogon nardus</i>	304,00	B	<i>Cymbopogon nardus</i>	304,00	B
<i>Anthurium</i> sp.	380,00	B	<i>Anthurium</i> sp.	380,00	B
<i>Lonchocarpus nicou</i>	418,00	B C	<i>Lonchocarpus nicou</i>	418,00	B C
Jabón	490,00	B C	Jabón	490,00	B C
Agua	890,00	C	Agua	890,00	C

Elaborado por: Luis Ramos, 2015.

La prueba de significación de Tukey al 5% para el número de individuos vivos de *Brevicoryne brassicae* después de la primera, segunda y tercera aplicación de control se muestran en la (tabla 7).

En la primera aplicación a los 3 dda se detectó cuatro rangos de agrupación estadística en el primer rango se ubica Imidacloprid, Clorpirifos, *Witheringia solanacea* y *Clibadium* sp. que tienen un promedio de individuos vivos de: 0,00; 0,00; 36,80 y 48,40 respectivamente. En el segundo rango se encuentra *Witheringia solanacea*, *Clibadium* sp., *Cymbopogon nardus*, *Dieffenbachia harlingii*, *Anthurium* sp. y

Lonchocarpus nicou, con un promedio de individuos vivos de: 36,80; 48,40; 53,80; 65,60; 73,40 y 73,80 respectivamente. En el tercer rango se ubica *Cymbopogon nardus*, *Dieffenbachia harlingii*, *Anthurium* sp., *Lonchocarpus nicou* y Jabón con un promedio de individuos vivos de: 53,80; 65,60; 73,40; 73,80 y 107,60 respectivamente. En el cuarto rango se ubica *Anthurium* sp., *Lonchocarpus nicou*, Jabón y Agua, con un promedio de individuos vivos de: 73,40; 73,80; 107,60 y 220,00 respectivamente. Son comunes entre el tercer y cuarto rango *Anthurium* sp., *Lonchocarpus nicou* y jabón; se destaca el control de solo agua con un número de individuos vivos de 220,00.

En la segunda aplicación a los 3dda se detectó tres rangos de agrupación estadística, en el primer rango se encuentran los insecticidas químicos; Imidacloprid, Corpiryfos, *Clibadium* sp. y *Witheringia solanacea* con un promedio de individuos vivos de: 0,00; 0,00; 75,00 y 89,00 respectivamente. En el segundo rango se encuentra: *Clibadium* sp., *Witheringia solanacea*, *Cymbopogon nardus*, *Dieffenbachia harlingii*, *Anthurium* sp., *Lonchocarpus nicou* y jabón, con un promedio de individuos vivos de: 75,00; 89,00, 100,00; 131,00; 145,00; 153,00 y 241,00 respectivamente. En el tercer rango se encuentra: *Lonchocarpus nicou*, jabón y agua, con un promedio de individuos vivos de: 153,00; 241,00 y 500,00 respectivamente; el jabón tiene un comportamiento estadísticamente similar a *Lonchocarpus nicou* y es diferente al agua.

En la tercera aplicación a los 3 dda se detectó tres rangos de agrupación estadística, en el primer rango se ubica Imidacloprid, Corpiryfos y *Witheringia solanacea* con un promedio de individuos vivos de: 0,00; 0,00 y 176,00 respectivamente. En el segundo rango se encuentran los tratamientos: *Witheringia solanacea*, *Clibadium* sp., *Dieffenbachia harlingii*, *Cymbopogon nardus*, *Anthurium* sp., *Lonchocarpus nicou* y jabón, con un promedio de individuos vivos de: 176,00; 210,00; 230,00; 304,00; 380,00; 418,00 y 490 respectivamente. En el tercer rango se encuentra *Lonchocarpus nicou*, jabón y agua, con un promedio de individuos vivos de: 418,00; 490,00 y 890,00 respectivamente; el jabón tiene un comportamiento estadísticamente similar a *Lonchocarpus nicou* y es diferente al agua.

B. DISCUSIÓN

Los controles negativos (en donde solo se usó agua), en los dos ensayos, miden el incremento poblacional de los pulgones *Brevicoryne brassicae*. Se observa que en el primer ensayo no hubo incremento de la población, por el contrario si lo hubo en el segundo ensayo (anexo 12, 13). Esto posiblemente se debió a la temperatura, ya que esta influye directamente en el desarrollo de *Brevicoryne brassicae* (Antonio, Darío, & Oscar, 2015). Claramente se observó que el control negativo en el primer ensayo, la población no incremento en número, lo que debió haber ocurrido porque la población control tenia condiciones óptimas para incrementarse, como ausencia de enemigos naturales como parasitoides, depredadores, comida ad libitum con plantas sanas y en abundancia. Como este era un ensayo en condiciones de semi campo no se contralaron los factores ambientales como humedad, temperatura y corrientes de aire. Así tenemos que durante el desarrollo del primer ensayo las temperaturas ambientales: media más alta y más baja registradas por la estación meteorológica de la ESPOCH, fue más baja (temperatura media más alta: 15,2°C; temperatura media más baja: 12,2°C; precipitación: 45,3mm; HR: 81,5%) (Anexo 10) que en el segundo ensayo la temperatura media fue más alta (temperatura media más alta: 18°C; temperatura media más baja: 13,7°C; precipitación: 26,1mm; HR: 77,8%) (Anexo 11), lo que puede explicar que la población control no incrementara y todos los tratamientos son estadísticamente menores en cuanto a incremento poblacional.

La tasa de desarrollo de un insecto depende de la temperatura a la cual éste está expuesto (Campbell et al., 1974). Mientras la temperatura incrementa, el tiempo de desarrollo de los áfidos disminuye debido a un incremento en la tasa metabólica (Chiu, et al., 2012). La temperatura óptima de desarrollo de *Brevicoryne brassicae* es 25°C (Abdel-Rahman et al., 2011). Según Satar S., Kersting, & M.R. Ulusoy., (2005) reportaron que el periodo ninfal de este áfido es de 12.5 días a 15°C y de 6 días a 25 °C, lo que demuestra que las altas temperaturas favorecen que el ciclo sea más corto. Según Ocampo, R. A, (1995) en su experimento en el primer ensayo con una temperatura media de 10°C la población de afidos del tratamiento testigo aumento solo en un 19% hasta las 72 horas, mientras que en el segundo ensayo con una temperatura media de 25°C, aumento 86% en el mismo lapso de tiempo.

1. Efecto de los insecticidas botánicos

Nuestros resultados muestran efectividad en términos de número de individuos vivos por parte de los extractos botánicos sobre *Brevicoryne brassicae* comparado con sus controles negativos (cuadros 7 y 8). No se tiene literatura publicada sobre los efectos insecticidas de *Anthurium* sp. (Shungupanga), y *Cymbopogon nardus* (Hirba luisa) sobre el afido *Brevicoryne brassicae*. En el presente estudio algunos de los extractos botánicos mostraron un alto potencial para ser utilizados en agricultura orgánica, así por ejemplo *Witheringia solanácea* (Tsimbio) y *Clibadium* sp. (kakllampi), mostraron ser estadísticamente similares a los insecticidas químicos en el segundo ensayo con aplicaciones repetidas durante la primera y segunda aplicación, pero en la tercera aplicación solo *Witheringia solanácea* (Tsimbio) mostro ser estadísticamente similar a los insecticidas químicos. De igual manera *Clibadium* sp. (kakllampi), durante el primer ensayo mostro ser uno de los extractos que mayor control mostró sobre el áfido. La eficacia de los tratamientos botánicos sobre *Brevicoryne brassicae* reportado en el presente trabajo, apoya los hallazgos de otros estudios previos en esta y otras plagas, por ejemplo los extractos de *Azadirachta* y *Melia azedarach* se han utilizado con éxito para controlar *B. brassicae* (Kibrom, G., et al., 2012). Filgueiras et al., (2011) reportaron que los extractos acuosos a concentración del 8% de *Clibadium sylvestre* de los frutos tenían propiedades de alta mortalidad en el áfido *Myzus persica*. Nottingham, S. F. & Hardie, J. (1993) observaron que varias especies de pulgones, incluyendo *M. persicae*, están influenciadas por los compuestos volátiles presentes en las plantas; también reportaron la presencia de compuestos secundarios en *Clibadium sylvestre* tales como taninos, glucósidos, sesquiterpenos, carotenoides, terpenoides y alcaloides, y los mencionan como evidencias de la eficacia de la planta en el control de insectos.

En relación con los insecticidas botánicos se observa en el primer ensayo que *Lonchocarpus nicou* (Barbasco) a los 3 dda, es tan efectivo estadísticamente como los insecticidas químicos siendo el que más controló de los insecticidas botánicos, pero a los 7dda y 15 dda pierde su acción sobre la plaga, esto indicaría que ninguno de los

extractos botánicos estudiados tienen efecto residual, según Víctor, Chung, & Vargas Mesina, (2014) la mortalidad aumenta a medida que se eleva la dosis así como también el transcurso del tiempo (días), esto se debe a que los plaguicidas botánicos presentan una velocidad de acción más lenta en comparación con los insecticidas sintéticos. La toxicidad directa es siempre más alta que la toxicidad residual para los extractos botánicos (Vargas, R., Chapman, B., & D. Penman, 2001). Este resultado sin embargo no se repite en el segundo ensayo en el cual *Lonchocarpus nicou* (Barbasco) en la segunda y tercera aplicación se comporta como el control negativo jabón aunque se diferencia estadísticamente del control agua, este cambio en el comportamiento del extracto posiblemente se debió a que los compuestos bioactivos varían intraespecíficamente y temporalmente dentro de una especie. Por ejemplo (Mendoza, C., M. Moreno, M. Weil, & f. Elango, 2007) mencionan que las plantas tienen la capacidad de producir y almacenar diferentes cantidades de metabolitos secundarios, las propiedades de estos compuestos pueden variar de acuerdo al entorno ambiental del organismo productor. Torres Morocho, Orea Igarza, Brito Vallina, & Cordero Machado, (2013) determinan que los factores: temperatura, tiempo, velocidad de agitación y método de secado influyen significativamente en la obtención de metabolitos secundarios de las plantas.

La posición ocupada por *Lonchocarpus nicou* (Barbasco) como el mejor insecticida botánico en el primer ensayo es ocupado en el segundo ensayo por *Witheringia solanácea* (Tsimbio) y *Clibadium sp.* (kaklampi) como el segundo en eficacia; la literatura menciona que todas estas plantas tienen metabolitos secundarios por ejm. *Lonchocarpus nicou* (Barbasco) contiene los carotenoides (rotenona) con actividad insecticida, Silbenes se utiliza en la industria química (reactivo) Bencenos prenylated son parte de los productos químicos y compuestos naturales, Selinone se usa como agente antimicrobiano, antimicótico (Fuchino, H. et al., 2013). Hegazy G, Antonious AG, El-Shaarawy MF, & Youssef LA., (1992) mencionan que *Dieffenbachia sp* tiene efectos disuasorios sobre larvas de segundo y cuarto instar de *Spodoptera littoralis* ocasionando mortalidad, mencionan tiocianatos, taninos y alcaloides como biocompuestos activos que actúan como insecticidas. *Witheringia solanácea* (Tsimbio) se utiliza en países de América Latina como antiinflamatorio, agente antimicrobiano,

anti-hipertensivos y para tratamiento del dolor general y trastornos gastrointestinales (Herrera, C. et al., 2011). En estudios realizados por Chinchilla-Carmona, M. et al., (2014) encontraron actividad anti-Leishmania en *Witheringia solanácea* (Tsimbio).

Sin embargo las concentraciones bioactivas de estos compuestos, en la naturaleza no están estandarizadas, no son fijas lo que probablemente explica la variabilidad observada.

En la ejecución del segundo ensayo *Lonchocarpus nicou* (Barbasco) fue el extracto que estadísticamente fue similar a los controles de agua, siendo uno de los extractos de menor eficacia para controlar *Brevicoryne brassicae*. resultado parecido encontró Vargas Guevara, (2013) quien evaluó la eficiencia de once extractos vegetales en el control de mosca blanca, los porcentajes de mortalidad en las especies vegetales analizadas fluctuaron entre 10 y 45%, registrando el barbasco como el menos eficiente.

2. Efecto de los insecticidas químicos

Si bien los insecticidas químicos mostraron un 100% de control del áfido harinoso, algunos de los extractos botánicos mostraron potencial para ser utilizados en agricultura orgánica, además de una alternativa al problema de la resistencia. Según Sandoval, (1998) en un estudio realizado para determinar la resistencia a insecticidas sintéticos en España determinó fallos de control en campo por parte de algunos plaguicidas; los plaguicidas implicados en estos fallos de control fueron: abamectina, buprofezín, butocarboxim, ciromacina, dicofol+tetradifón, etiofencarb, etofenprox, fenbutestán, flufenoxurón, formetanato, hexitiazox, imidacloprid, metiocarb, pirimicarb y triclorfón. El pulgón de las coles *Brevicoryne brassicae* no se controlaba con etofenprox. En un estudio realizado por Ahmad, M. & Akhtar, S. (2013) determinó que *Brevicoryne brassicae* ha desarrollado alto nivel de resistencia a los neonicotinoides: imidacloprid, acetamiprid y thiamethoxan, mientras que para los carbamatos, piretroides e insecticidas de avermectina presenta entre moderada y alta resistencia a pesar de que los mencionados insecticidas tienen diferentes modos de acción. Esta resistencia múltiple

puede ser debido al desarrollo de más de una mecanismo resistencia como consecuencia de utilizar una multitud de insecticidas. (Ahmad, M. & Akhtar, S. 2013). Irónicamente, la mayoría de aplicaciones en nuestros sistemas agrícolas consisten en mezclas de a menudo dos o a veces tres insecticidas que agrava y acelera el proceso de desarrollo de resistencia múltiple (Zhao, J. Z., H. L. Collins, & A. M. Shelton., 2010). En un estudio realizado por (Fening, K. O., Owusu-Akyaw, M., Mochiah, M. B., Amoabeng, B., Narveh, E., & Ekyem, S. O., 2011) determinaron que lambdacialotrina, no pudo controlar *B. brassicae* en un experimento de campo en Ghana. InfoAgro (s. f.) menciona que la capa cerosa por la que son recubiertos se constituye en un impedimento para su erradicación. Según Dhooria, (2009) la capa cerosa sirve como un exoesqueleto en la protección de los insectos contra el daño físico y la entrada de patógenos. La capa de cera es importante para reducir la pérdida y entrada de agua en los insectos, es una barrera a los insecticidas Dhooria, (2009). Francis F, Gerkens P, Harmel N, Mazzucchelli G, & De Pauw E, (2006) determinaron que *M. persicae* exhibe una capacidad sorprendente para una rápida adaptación a los insecticidas, desarrolla resistencia a los compuestos más activos que cualquier otro insecto conocido.

3. Efecto del jabón sobre el control del áfido *B. brassicae*

La solución de jabón se ha encontrado como un método eficaz para controlar áfidos, esto también se observó en una serie de cultivos en Nigeria, donde los áfidos son un problema, la solución probablemente funciona sofocando los áfidos, así como por la restricción de su movimiento entre las hojas y los cultivos (Poswal, M. A. T. & Akpa, A. D., 1991). Según Pinnock, D. E., Brand, R. J., Milstead, J. E., & Coe, N. F., (1974) los aerosoles de jabón han sido un medio tradicional de supresión de áfidos durante más de un siglo y son considerablemente menos tóxico que los insecticidas organofosforados, además el spray de jabón diluido proporciona la supresión requerida de los áfidos y probablemente causar menos mortalidad entre los parasitoides y depredadores. Al añadir jabón se aumenta la potencia de los insecticidas de dos formas: primero contribuye a deshacer la piel de los insectos con cuerpos blandos (áfidos, moscas blancas y algunos gusanos) y a su vez obstruye los espiráculos de los insectos y

no los deja respirar; y segundo porque sirve como adherente haciendo que el insecticida se adhiera mejor a las hojas del cultivo (Alonso, O., 2012).

VII. CONCLUSIONES

1. Se determinó que ninguno de los extractos botánicos tiene efecto residual.
2. *Witheringia solanácea* (Tsimbio) y *Clibadium sp.* (Kakllampi) podrían ser utilizados en agricultura orgánica y en la agricultura convencional como un productos alternativos para controlar de *B. brassicae*.
3. Los resultados obtenidos muestran que la temperatura tiene un efecto directo en la dinámica poblacional de *B. brassicae*.
4. Los insecticidas químicos Imidacloprid y clorpirifos controlan con una altísima eficiencia a *B. brassicae*.
5. El agua + jabon controlan mejor la poblacion de pulgones que el agua sola.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios para determinar los metabolitos secundarios presentes en las plantas en estudio para evitar la variabilidad observada entre las muestras. Es necesario conocer la estructura química de los metabolitos secundarios y el rango de variación de su concentración con el objetivo de tener insecticidas botánicos con una concentración conocida.
2. *Witheringia solanácea* y *Clibadium sp.* deben ser estudiados con otros insectos plaga que atacan a los cultivos convencionales.

IX. RESUMEN

La presente investigación propone: controlar al áfido (*Brevicoryne brassicae*) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. avenger) bajo condiciones semicontroladas, usando seis extractos botánicos de plantas de la Amazonía, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo; se utilizó un diseño completamente al azar con diez tratamientos y cinco repeticiones, con dos controles positivos (Imidacloprid y Clorpirifos), dos controles negativos (agua y solución de jabón) y seis insecticidas botánicos. Se trasplantó una planta por maceta, a los cuatro días se las infestó con veinte pulgones y a los siete días posteriores se realizó la aplicación de los tratamientos. Se realizaron dos ensayos, en el primero, se realizó una sola aplicación de los tratamientos y tres evaluaciones, efectuadas a los tres, siete y quince días después de la aplicación (dda); en el segundo se realizaron tres aplicaciones de los tratamientos cada siete días y la evaluación se realizó a los tres días después de cada aplicación. Para medir la eficiencia de los tratamientos se contó el número de individuos vivos. En los dos ensayos los controles positivos mantuvieron a la población en cero individuos vivos, por el contrario en el control negativo (agua) la población aumento a ochenta individuos para el primer ensayo y hasta novecientos individuos en el segundo ensayo. En el primero a los tres (dda) *Lonchocarpus nicou* se comportó estadísticamente similar al control positivo pero a los siete y quince (dda) no. En el segundo ensayo la solución de jabón reduce la población al 50% y el mejor extractos reduce a ciento noventa áfidos; durante la primera y segunda aplicación *Witheringia solanácea* y *Clibadium* sp. son estadísticamente similares al control positivo. Se determinó que ningún mextracto botánico tiene efecto residual, *W. solanácea* y *Clibadium* sp. podrían utilizarse en agricultura orgánica y convencional como producto alternativo para controlar de *B. brassicae*.

Palabras Claves: áfido harinoso, extractos botánicos, cultivo de brócoli, Control biológico.



X. SUMMARY

The main of this study is to control the aphids (*Brevicoryne brassicae*) for planting broccoli (*Brassica oleracea* var. avenger) under semi controlled conditions by using 6 botanical extracts from plants coming from the Amazon Region, to be analysed in Riobamba, province of Chimborazo. The desing was completely randomized with ten treatments and five repetitions, with two positive controls (Imidacloprid y Clorpyrifos), two negative controls (water and soap solution) and six botanical insecticides. In the process, one plant per pot was transplanted, then, after four days these plants were infested with twenty aphids and letely, after seven days the application of the treatments was carried out. Two trials were conducted, in the first one; the treatments were applied once and three evaluations conducted at three, seven and fifteen days after the application (DAA) whereas, in the second treatment; three applications of the treatments were conducted after seven days and the evaluation was conducted after three days of each application. In order to measure the efficiency of treatments, the number of living individuals was counted. In both tests, the positive controls remained at zero for the population of living individuos, in contrast to the negative control (water) where the population increased to eighty individuals for the first trial and reaching nine hundred individuals in the second trial. In the first trial at three (DAA) *Lonchocarpus nicou* behaved statistically similar to the positive control but at seven and fifteen (DAA) it did not. In the second trial the soap solution reduced the population to 50% and the best extract reduces to one hundred ninety aphids; during the first and second application; *Whiteringia solanácea* and *Clibadium sp* are statistically similar to the positive control. It was determined that any botanical extract has residual effect, *W solanácea* and *Clibadium sp* could be used in conventional and organic farming as an alternative product for controlling *B. brassicae*.

Keywords: aphid mealy, botanical extracts, planting broccoli, Biological control.



XI. BIBLIOGRAFÍA

- Abdel-Rahman, M. A. A., Awad, A. M. A., Omar, Y. M., & Mahmoud, A. H. (2011). Development and life table parameters of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.) (Homoptera, Aphididae) in relation to constant temperatures. *development*, 40 (1), 1–12. Consultado el 2 de septiembre 2015: Disponible en <http://assu-fac-sci-journals.org/?nr=0>
- Ahmad, M., & Akhtar, S. (2013). Development of insecticide resistance in field populations of *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae) in Pakistan. *Journal of economic entomology*, 106 (2), 954-958. Consultado el 20 de enero 2016: Disponible en <https://jee.oxfordjournals.org/content/106/2/954>
- Alonso, O. (2012). Los insecticidas botánicos: una opción ecológica para el control de plagas. *Pastos y Forrajes*, 22 (1). Consultado el 5 de septiembre 2015: Disponible en <http://payfo.ihatuey.cu/index.php/pasto/article/view/993>
- Amoabeng, B. W., Gurr, G. M., Gitau, C. W., Nicol, H. I., Munyakazi, L., & Stevenson, P. C. (2013). Tri-Trophic insecticidal effects of African plants against Cabbage Pests. *PLoS ONE*, 8(10), e78651. Consultado el 8 de octubre 2015: Disponible en <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0078651>
- Araya, J. E., Lambrot, L., & Lankin, G. (1997). Efectos de fenvalerato y metamidofos sobre *Diaeretiella rapae* (McIntosh), parasitoide de *Brevicoryne brassicae* (L.). *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, 23 (3), 457–471.
- Araya, J. E., Lambrot, L., & Lankin, G. (1997). Método de crianza de *Diaeretiella rapae* (McIntosh), parasitoide de *Brevicoryne brassicae* (L.). *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, 23 (1), 57–61.

- Avalos García, A., & Pérez-Urria Carril, E. (2011). Metabolismo secundario de plantas. *Reduca (Biología)*, 2 (3). Consultado el 12 de septiembre 2015: Disponible en <http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/798>
- Badii, M. H., & Almanza, V. G. (2015). Resistencia en insectos, plantas y microorganismos. *CULCyT*, (18). Consultado el 15 de octubre 2015: Disponible en <http://openjournal.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/460>
- Bisset, J. A. (2002). Uso correcto de insecticidas: control de la resistencia. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 54 (3), 202–219.
- Blackman, R. L., & Eastop, V. F. (2007). Taxonomic Issues. In: Aphids as crop pests. Van Emden & R. Harrington Eds. London. UK. 745 pp.
- Caballero García, C., Castañera Domínguez, P., Ortego Alonso, F., & e-libro, C. (2004). *Efectos de terpenoides naturales y hemisintéticos sobre «Leptinotarsa decemlineata (say)(Coleoptera:Chrysomelidae) y »Spodoptera exigua (Hübner)(Lepidoptera:Nocturnae)*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. consultado el 20 de octubre 2015: Disponible en <http://site.ebrary.com/id/10117204>
- Campbell, A., Frazer, B. D., Gilbert, N. G. A. P., Gutierrez, A. P., & Mackauer, M. (1974). *Temperature Requirements of Some Aphids and Their Parasites*. Journal of applied ecology. 431-438. consultado el 23 de septiembre 2015: Disponible en <http://www.jstor.org/stable/2402197>
- Chavez, F. (2001). *El cultivo de brócoli. Curso internacional de producción de hortalizas para la exportación (Corporación PROEXANT)*. Quito-Ecuador. Consultado el 2 de octubre 2015: Disponible en [https://books.google.com.ec/books?id=4rQzAQAAMAAJ&pg=PA79&lpg=PA79&dq=CHAVEZ,+F.+2001.+El+cultivo+del+br%C3%B3coli.+Quito+Ecuador.+Curso+Internacional+de+producci%C3%B3n+de+hortalizas+para+la+exportaci%C3%B3n+\(Corporaci%C3%B3n+PROEXA](https://books.google.com.ec/books?id=4rQzAQAAMAAJ&pg=PA79&lpg=PA79&dq=CHAVEZ,+F.+2001.+El+cultivo+del+br%C3%B3coli.+Quito+Ecuador.+Curso+Internacional+de+producci%C3%B3n+de+hortalizas+para+la+exportaci%C3%B3n+(Corporaci%C3%B3n+PROEXA)

NT).+7p.&source=bl&ots=BCg6EgTkbT&sig=mBGEbTrruvLQHcH8jfTdXF4948Y&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjhw43I2MzJAhWKqh4KHRUPAgQQ6AEIGjAA#v=onepage&q=CHAVEZ%2C%20%20F.%20%202001.%20%20E1%20%20cultivo%20%20del%20%20br%C3%B3coli.%20%20Quito%20%20%20E2%80%93%20Ecuador.%20%20Curso%20%20Internacional%20%20de%20%20producci%C3%B3n%20de%20hortalizas%20para%20la%20exportaci%C3%B3n%20(Corporaci%C3%B3n%20PROEXANT).%207p.&f=false

Chinchilla-Carmona, M., Valerio-Campos, I., Sánchez-Porras, R., Bagnarello-Madrigal, V., Martínez-Esquivel, L., González-Paniagua, A., & Rodríguez-Chaves, D. (2014). Anti-leishmanial activity in plants from a Biological Reserve of Costa Rica. *International Journal of Tropical Biology and Conservation*, 62(3), 1229-1240. Consultado el 14 de octubre 2015: Disponible en <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/12377>

Chiu, M. C., Chen, Y. H., & Kuo, M. H. (2012). *The effect of experimental warming on a low-latitude aphid, Myzus varians*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 142 (3), 216-222.

Dhooria, M. S. (2009). *Ane's Encyclopedic Dictionary of General & Applied Entomology*. Springer Science & Business Media.

Fening, K. O., Owusu-Akyaw, M., Mochiah, M. B., Amoabeng, B., Narveh, E., & Ekyem, S. O. (2011). Sustainable management of insect pests of green cabbage, *Brassica oleracea* var. *capitata* L. (Brassicaceae), using homemade extracts from garlic and hot pepper. In Third Scientific Conference of the International Society of Organic Agriculture Research (ISO FAR), 17th IFOAM Organic World Congress: Namyangju, Korea: Organic crop production. 567-570.

Filgueiras, C. C., Farias, P. R. S., Cardoso, M. das G., Vendramim, J. D., Ramos, E. M. L. S., & Cantão, F. R. de O. (2011). Bioactivity of aqueous extracts of *Clibadium sylvestre* (Aubl.) Baill. and *Derris amazonica* Killip on the aphid

Myzus persicae (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae). *Ciência e Agrotecnologia*, 35 (6), 1059–1066.

Francis F, Gerkens P, Harmel N, Mazzucchelli G, & De Pauw E. (2006). Proteomics in *Myzus persicae*: Effect of aphid host plant switch. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 36: 219–227. Consultado el 22 de diciembre de 2015: Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965174806000294>

Fuchino, H., Kiuchi, F., Yamanaka, A., Obu, A., Wada, H., Mori-Yasumoto, K., & Satake, M. (2013). New Leishmanicidal Stilbenes from a Peruvian Folk Medicine, *Lonchocarpus nicou*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 61 (9), 979-982.

Hegazy G, Antonious AG, El-Shaarawy MF, & Youssef LA. (1992). Reaction of feeding the cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisd.) on certain plant leaves. 2: Effect of plant extracts. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent*, 57 (3A): 697-705.

Herrera, C., García-Barrantes, P. M., Binns, F., Vargas, M., Poveda, L., & Badilla, S. (2011). Hypoglycemic and antihyperglycemic effect of *Witheringia solanacea* in normal and alloxan-induced hyperglycemic rats. *Journal of ethnopharmacology*, 133 (2), 907-910. Consultado el 15 de diciembre 2015: Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037887411000694X>

InfoAgro. (s. f.). Agricultura. El cultivo del brócoli. Consultado el 21 de diciembre de 2015: Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/brocoli.htm>

Isman, M. B. (2008). Botanical insecticides: for richer, for poorer. *Pest Management Science*, 64 (1), 8-11. Consultado el 16 de diciembre 2015: Disponible en <http://doi.org/10.1002/ps.1470>

- Miyoshi, Y. (1998). Activation of the β -catenin gene by interstitial deletions involving exon 3 in primary colorectal carcinomas without adenomatous polyposis coli mutations. *Cancer research*, 58 (5), 1021-1026.
- Kahan, A. E., & Ricci, M. (2005). Estudios biológicos y poblacionales de *Brevicoryne brassicae* L. y *Myszus persicae* Sulz. (Hemiptera: Aphididae) sobre Crucíferas cultivadas. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, 31 (1), 3–10.
- Kahan, A., Padín, S. B., Ricci, M., Ringuelet, J. A., Cerimele, E., Re, M. S., Basso, I. (2008). Actividad tóxica del aceite esencial de laurel y del cineol sobre *Brevicoryne brassicae* L. en repollo. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNCUYO)*, 40. Consultado el 19 de diciembre 2015: Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/29320>
- Kibrom, G., Kebede, K., Weldehaweria, G., Dejen, G., Mekonen, S., Gebreegziabher, E., & Nagappan, R. (2012). Field evaluation of aqueous extract of *Melia azedarach* Linn. seeds against cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* Linn.(Homoptera: Aphididae), and its predator *Coccinella septempunctata* Linn.(Coleoptera: Coccinellidae). *Archives Of Phytopathology And Plant Protection*, 45 (11), 1273-1279.
- Leite, G. L. D., Picanço, M., Jham, G. N., & Moreira, M. D. (2005). *Bemisia tabaci*, *Brevicoryne brassicae* and *Thrips tabaci* abundance on *Brassica oleracea* var. acephala. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40 (3), 197–202.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. MAGAP. (2013). Coordinación General del Sistema de Información General. Boletín Situacional. Consultado el 29 de noviembre 2015: Disponible en <http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/BoletinsCultivos/Brocoli.pdf>
- Medina Lescano, S. R. (2012). Control alternativo de áfidos (*Brevicoryne brassicae*) en brócoli (*Brassica oleracea* Var. Itálica) híbrido avenger. (Tesis de grado.

Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. Consultado el 15 de octubre 2015: Disponible en <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2218>

Mendoza, C., Moreno, M. Weil, M. & Elango, F. (2007). Evaluación del efecto de extractos vegetales sobre el crecimiento in vitro de *phytophthora palmivora* Butl. y *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz). *Tierra Tropical* (2007) 3 (1): 81-89 ISSN: 1659-2751. Consultado el 26 de octubre 2015: Disponible en http://usi.earth.ac.cr/tierratropical/archivos-de-usuario/Edicion/44_v3.108_mendoza_Moreno.pdf.

Metcalf, C. L., & Flint, W. P. (1984). *Insectos destructivos y útiles sus costumbres y su control. México: Continental.*

Valero Jhoana. (2011). Estrategias para el conocimiento, uso y consecuencias de los insecticidas en la salud y el ambiente. Parroquia La Quebrada, (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. Consultado el 18 de octubre 2015: Disponible en http://tesis.ula.ve/pregrado/tde_arquivos/35/TDE-2012-09-29T22:19:25Z-1849/Publico/valerojhoana.pdf

Molina Cox, M. A. (1999). Evaluación de insecticidas botánicos, biológicos y sintéticos sobre *Trichogramma pretiosum*, *Diadegma insulare*, *Chrysoperla carnea* E *Hippodamia convergens*. Consultado el 12 de octubre 2015: Disponible en <http://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/2818>

Morillo, F., & Notz, A. (2004). Effect of lambda-cyhalotrin and methomyl on the biology of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae).

Nava-Pérez, E. (2012). Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas. *Ra Ximhai*, 8 (3).

- Nottingham, S. F., & Hardie, J. (1993). Flight behaviour of the black bean aphid, *Aphis fabae*, and the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae*, in host and non-host plant odour. *Physiological Entomology*, 18 (4), 389-394.
- Ocampo, R. A. (1995). *Potencial de Quassia amara como insecticida natural : actas de la reunión centroamericana celebrada en CATIE. Turrialb - Costa Rica. 1994 .* Vol. 267.
- Pérez López, E. (2012). Plaguicidas botánicos: una alternativa a tener en cuenta. *Fitosanidad*, 16 (1), 51–59.
- Pinnock, D. E., Brand, R. J., Milstead, J. E., & Coe, N. F. (1974). Suppression of populations of *Aphis gossypii* and *A. spiraecola* by soap sprays. *Journal of Economic Entomology*, 67 (6), 783-784.
- Poswal, M. A. T., & Akpa, A. D. (1991). Current trends in the use of traditional and organic methods for the control of crop pests and diseases in Nigeria. *International Journal of Pest Management*, 37 (4), 329-333.
- Reyes Vargas, E. V. (2010). *Ciclo biológico y cría de (Aphidius colemani) parasitoide de adultos del Pulgón Harinoso (Brevicoryne brassicae), plaga del brócoli.* Consultado el 20 de octubre 2015: Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/354/1/13T0648%20REYES%20VIVIANA.pdf>
- Ricci, M., Padín, S., Ringuelet, J., & Kahan, A. (2006). Utilización de aceite esencial de lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf) como repelente de *Diuraphis noxia* Kurdj. (Hemiptera: Aphididae) en trigo. *Agricultura Técnica*, 66 (3), 256–263.
- Sandoval, E. V. (1998). La resistencia a insecticidas en España. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, 24 (2), 487–496.

- Satar S., Kersting, & M.R. Ulusoy. (2005). Temperature dependent life history traits of *Brevicoryne brassicae* (L.) (Homoptera: aphididae) on white cabbage. *Turkish Journal of Agriculture & Forestry*, 2, 29: 341-346.
- Sola, P., Mvumi, B. M., Ogendo, J. O., Mponda, O., Kamanula, J. F., Nyirenda, S. P., ... Stevenson, P. C. (2014). Botanical pesticide production, trade and regulatory mechanisms in sub-Saharan Africa: making a case for plant-based pesticidal products. *Food Security*, 6 (3), 369-384.
- Torres Morocho, D. M., Orea Igarza, U., Brito Vallina, M. L., & Cordero Machado, E. (2013). Estudio de la extracción del follaje de Barbasco (*Lonchocarpus nicou*) como fuente biocida (en condiciones de la Amazonía en Ecuador). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22 (4), 41-49.
- Jimmy Cedeño. (2009). Estudio de bio-insecticidas comerciales y frecuencias de aplicación para combatir “pulgonés” *Myzus persicae* y “mosca blanca” *Bemisia tabaci* en el cultivo de pimiento”. (Tesis de grado. Ingeniero Agropecuario). Universidad Laica “ELOY ALFARO” de Manabí. Manabí - Ecuador. Consultado el 12 de octubre 2015: Disponible en <http://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/26000/118/1/T-ULEAM-03-0002.pdf>
- Vargas Guevara, S. V. (2013). Formulación, caracterización fitoquímica y fisicoquímica, y dosificación de insecticidas orgánicos para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris*, L.). Consultado el 24 de noviembre 2015: Disponible en <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/6634>
- Vargas, R., Chapman, B., & D. Penman. (2001). Toxicity of thuringiensin on immature and adult stages of *Tetranychus urticae* Koch. and *Panonychus ulmi* (Koch) (Acarina: Tetranychidae). *Agricultura Técnica*, 61 (1): 3-14.

- Velasteguí, M. (2011). Evaluación de la eficacia de biorregin r-8 y cistefol endiferentes dosis de aplicación para el control de la fisiopatía (ojo de gato) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* Var. Italica) en Macají, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. Consultado el 23 de noviembre 2015: Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1366/1/13T0727%20VELASTEGUI%20MIRIAM.pdf>
- Víctor, T. M., Chung, S. J., & Vargas Mesina, R. (2014). Estudio preliminar del efecto acaricida de seis extractos metanólicos sobre la arañita bimaclada, *Tetranychus urticae* Koch. *Idesia (Arica)*, 32 (2), 37–45.
- Villalva Felipe. 2011. Evaluación de la eficacia del cistefol en diferentes dosis y épocas de aplicación en manchas genéticas del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* Var. Italica). (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. Consultado el 16 de diciembre 2015: Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/794//13T0716%20VILLALVA%20FELIPE.pdf>
- Wink, M. (2003). Evolution of secondary metabolites from an ecological and molecular phylogenetic perspective. *Phytochemistry*, 64 (1), 3-19.
- Yumi, J. (2011). *Determinación de la actividad insecticida de los aceites esenciales de Tagetes minuta, Tagetes terniflora y Tagetes zipaquirensis en Brevicoryne brassicae*. (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. Consultado el 23 de diciembre 2015: Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/handle/123456789/1590/56T00278.pdf;jsessionid=A657286C6A41E23C53BCB08537162D47?sequence=1>

Zhao, J. Z., H. L. Collins, & A. M. Shelton. (2010). Testing insecticide resistance management strategies: mosaic versus rotations. *Pest Manag. Sci.* 66: 1101-1105.

XII. ANEXOS

Anexo 1. Base de datos del primer ensayo.

Tratamientos		primera aplicación			
		población inicial	Población a los 3 dda	Población a los 7 dda	población a los 15 dda
Lalu	LR1	20	39	48	12
	LR2	20	57	67	30
	LR3	20	36	28	10
	LR4	20	21	15	17
	LR5	20	38	78	51
Sungapanga	SR1	20	68	79	53
	SR2	20	30	24	9
	SR3	20	29	26	15
	SR4	20	54	48	54
	SR5	20	49	45	32
Tsimbio	TSR1	20	84	125	75
	TSR2	20	53	48	19
	TSR3	20	25	16	4
	TSR4	20	67	47	14
	TSR5	20	48	54	27
Hierba luisa	HLR1	20	52	36	37
	HLR2	20	67	52	28
	HLR3	20	65	55	48
	HLR4	20	53	25	11
	HLR5	20	73	30	17
Kllambi	KR1	20	60	50	28
	KR2	20	23	40	28
	KR3	20	28	17	3
	KR4	20	31	27	7

	KR5	20	47	55	48
Barbasco	BR1	20	26	11	38
	BR2	20	40	42	38
	BR3	20	48	26	4
	BR4	20	18	12	0
	BR5	20	19	15	2
Agua	AR1	20	56	42	20
	AR2	20	88	77	59
	AR3	20	63	68	58
	AR4	20	60	62	39
	AR5	20	48	20	17
Imidacloprid	IR1	20	1	0	0
	IR2	20	2	0	0
	IR3	20	2	0	0
	IR4	20	1	0	0
	IR5	20	5	0	0
Clorpirifos	Clorp. R1	20	0	0	0
	Clorp. R2	20	0	0	0
	Clorp. R3	20	0	0	0
	Clorp. R4	20	0	0	0
	Clorp. R5	20	0	0	0
Control H2O	CR1	20	88	113	123
	CR2	20	40	32	23
	CR3	20	95	90	41
	CR4	20	77	68	50
	CR5	20	83	87	50

Elaborado por: Luis Ramos, 2015.

Anexo 2. Base de datos del segundo ensayo.

Tratamientos		primera aplicación		segunda aplicación	tercera aplicación
		población inicial	población a los 3 días	población a los 3 días	población a los 3 días
Lalu	LR1	20	60	70	130
	LR2	20	35	45	80
	LR3	20	85	220	510
	LR4	20	38	60	110
	LR5	20	110	260	690
Sungapanga	SR1	20	53	60	110
	SR2	20	108	260	650
	SR3	20	38	45	60
	SR4	20	78	130	320
	SR5	20	90	230	780
Tsimbio	TSR1	20	53	120	230
	TSR2	20	15	70	110
	TSR3	20	65	90	185
	TSR4	20	38	70	270
	TSR5	20	13	25	85
Hierba luisa	HLR1	20	64	75	110
	HLR2	20	34	75	280
	HLR3	20	46	55	150
	HLR4	20	67	210	380
	HLR5	20	58	85	230
Kllambi	KR1	20	77	190	470
	KR2	20	35	45	130
	KR3	20	49	55	150
	KR4	20	44	60	90

	KR5	20	37	95	210
Barbasco	BR1	20	78	190	370
	BR2	20	73	130	200
	BR3	20	120	190	600
	BR4	20	80	200	800
	BR5	20	18	55	120
Agua	AR1	20	90	220	550
	AR2	20	105	200	400
	AR3	20	170	400	780
	AR4	20	86	190	540
	AR5	20	87	195	180
Imidacloprid	IR1	20	0	0	0
	IR2	20	0	0	0
	IR3	20	0	0	0
	IR4	20	0	0	0
	IR5	20	0	0	0
Clorpirifos	ClorpR1	20	0	0	0
	ClorpR2	20	0	0	0
	ClorpR3	20	0	0	0
	ClorpR4	20	0	0	0
	ClorpR5	20	0	0	0
Control H2O	CR1	20	195	460	800
	CR2	20	260	550	1030
	CR3	20	220	480	900
	CR4	20	215	520	920
	CR5	20	210	490	800

Elaborado por: Luis Ramos, 2015.

Anexo 3. Datos normalizados del ensayo 1

tratamientos	primera aplicación					
	población inicial	población a los 2	población a los 7	$\log(x+0,5)$	población a los 15	$\log(x+0,5)$

			días	días			días		
Lalu	LR1	20	39	48	48,5	1,69	12	12,5	1,10
	LR2	20	57	67	67,5	1,83	30	30,5	1,48
	LR3	20	36	28	28,5	1,45	10	10,5	1,02
	LR4	20	21	15	15,5	1,19	17	17,5	1,24
	LR5	20	38	78	78,5	1,89	51	51,5	1,71
Sungapanga	SR1	20	68	79	79,5	1,90	53	53,5	1,73
	SR2	20	30	24	24,5	1,39	9	9,5	0,98
	SR3	20	29	26	26,5	1,42	15	15,5	1,19
	SR4	20	54	48	48,5	1,69	54	54,5	1,74
	SR5	20	49	45	45,5	1,66	32	32,5	1,51
Tsimbio	TSR1	20	84	125	125,5	2,10	75	75,5	1,88
	TSR2	20	53	48	48,5	1,69	19	19,5	1,29
	TSR3	20	25	16	16,5	1,22	4	4,5	0,65
	TSR4	20	67	47	47,5	1,68	14	14,5	1,16
	TSR5	20	48	54	54,5	1,74	27	27,5	1,44
Hierba luisa	HLR1	20	52	36	36,5	1,56	37	37,5	1,57
	HLR2	20	67	52	52,5	1,72	28	28,5	1,45
	HLR3	20	65	55	55,5	1,74	48	48,5	1,69
	HLR4	20	53	25	25,5	1,41	11	11,5	1,06
	HLR5	20	73	30	30,5	1,48	17	17,5	1,24
Killambi	KR1	20	60	50	50,5	1,70	28	28,5	1,45
	KR2	20	23	40	40,5	1,61	28	28,5	1,45
	KR3	20	28	17	17,5	1,24	3	3,5	0,54
	KR4	20	31	27	27,5	1,44	7	7,5	0,88
	KR5	20	47	55	55,5	1,74	48	48,5	1,69
Barbasco	BR1	20	26	11	11,5	1,06	38	38,5	1,59
	BR2	20	40	42	42,5	1,63	38	38,5	1,59
	BR3	20	48	26	26,5	1,42	4	4,5	0,65
	BR4	20	18	12	12,5	1,10	0	0,5	-0,30
	BR5	20	19	15	15,5	1,19	2	2,5	0,40

Agua	AR1	20	56	42	42,5	1,63	20	20,5	1,31
	AR2	20	88	77	77,5	1,89	59	59,5	1,77
	AR3	20	63	68	68,5	1,84	58	58,5	1,77
	AR4	20	60	62	62,5	1,80	39	39,5	1,60
	AR5	20	48	20	20,5	1,31	17	17,5	1,24
Imidacloprid	IR1	20	1	0	0,5	-0,30	0	0,5	-0,30
	IR2	20	2	0	0,5	-0,30	0	0,5	-0,30
	IR3	20	2	0	0,5	-0,30	0	0,5	-0,30
	IR4	20	1	0	0,5	-0,30	0	0,5	-0,30
	IR5	20	5	0	0,5	-0,30	0	0,5	-0,30
Clorpirifos	Clo R1	20	0	0	0,5	-0,30	0	0,5	-0,30
	Clo R2	20	0	0	0,5	-0,30	0	0,5	-0,30
	Clo R3	20	0	0	0,5	-0,30	0	0,5	-0,30
	Clo R4	20	0	0	0,5	-0,30	0	0,5	-0,30
	Clo R5	20	0	0	0,5	-0,30	0	0,5	-0,30
Control H2O	CR1	20	88	113	113,5	2,05	123	123,5	2,09
	CR2	20	40	32	32,5	1,51	23	23,5	1,37
	CR3	20	95	90	90,5	1,96	41	41,5	1,62
	CR4	20	77	68	68,5	1,84	50	50,5	1,70
	CR5	20	83	87	87,5	1,94	50	50,5	1,70

Elaborado por: Luis Ramos, 2015.

Anexo 4. Los datos del ensayo 2 no se normalizaron, razón por la cual se utilizaron pruebas no paramétricas, se aplicó (prueba de Kruskal Wallis), resultados de la primera aplicación.

tratamientos	repeticiones	Medias	D.E.	Medianas	H	p
1	5	65,6	31,93	60	38,96	<0,0001
2	5	73,4	28,12	78		
3	5	36,8	22,92	38		

4	5	53,8	13,68	58		
5	5	48,4	16,94	44		
6	5	73,8	36,42	78		
7	5	107,6	35,71	90		
8	5	0	0	0		
9	5	0	0	0		
10	5	220	24,24	215		

Elaborado por: Luis Ramos, 2015.

Anexo 5. Prueba de Kruskal Wallis, resultados de la segunda aplicación.

Tratamientos	Repeticiones	Medias	D.E.	Medianas	H	p
1	5	131	100,9	70	36,3	<0,0001
2	5	145	97,34	130		
3	5	75	34,64	70		
4	5	100	62,45	75		
5	5	89	59,52	60		
6	5	153	61,4	190		
7	5	241	89,61	200		
8	5	0	0	0		
9	5	0	0	0		
10	5	500	35,36	490		

Elaborado por: Luis Ramos, 2015.

Anexo 6. Prueba de Kruskal Wallis, resultados de la tercera aplicación.

Tratamientos	Repeticiones	Medias	D.E.	Medianas	H	p
1	5	304	278,17	130	34,85	0,0001
2	5	384	320,83	320		
3	5	176	78,21	185		

4	5	230	107	230		
5	5	210	151,66	150		
6	5	418	281,82	370		
7	5	490	220,45	540		
8	5	0	0	0		
9	5	0	0	0		
10	5	890	95,92	900		

Elaborado por: Luis Ramos, 2015.

Anexo 7. Análisis de la varianza para la primera evaluación a los 3 días después de la aplicación (dda).

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	28728,42	9	3192,05	15,13	<0,0001
Tratamientos	28728,42	9	3192,05	15,13	<0,0001
Error	8441,6	40	211,04		
Total	37170,02	49			

Elaborado por: Luis Ramos, 2015.

Anexo 8. Análisis de la varianza para la segunda evaluación a los 7 días después de la aplicación (dda).

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	30,09	9	3,34	74,8	<0,0001
Tratamientos	30,09	9	3,34	74,8	<0,0001
Error	1,79	40	0,04		
Total	31,88	49			

Elaborado por: Luis Ramos, 2015.

Anexo 9. Análisis de la varianza para la tercera evaluación a los 15 días después de la aplicación (dda).

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	23,82	9	2,65	17,97	<0,0001
Tratamientos	23,82	9	2,65	17,97	<0,0001
Error	5,89	40	0,15		
Total	29,71	49			

Elaborado por: Luis Ramos, 2015.

Anexo 10. Datos de temperatura, humedad relativa y precipitación durante la ejecución del primer ensayo, realizado en el mes de octubre del 2015.

Fecha	temperatura			humedad relativa			precipitacion	
	x~	max	min	x~	max	min	mm	
1	14,2	24,8	11,0	75,2	94,0	33,0	4,1	
2	14,9	24,2	10,8	69,2	94,0	30,0	0,0	aplicación
3	14,2	19,2	10,6	69,3	92,0	43,0	0,0	
4	13,8	21,0	10,2	71,9	92,0	45,0	0,0	
5	14,1	21,4	9,4	61,5	82,0	39,0	0,0	evaluación 3 dda
6	13,5	20,7	10,2	68,1	94,0	37,0	1,3	

7	12,2	18,4	9,0	67,7	92,0	42,0	0,0	
8	12,6	23,9	3,4	60,6	86,0	34,0	0,0	
9	14,9	23,9	8,6	64,3	92,0	35,0	0,0	evaluación 7 dda
10	14,3	21,7	10,8	73,9	93,0	39,0	1,9	
11	14,8	22,0	10,7	70,9	93,0	43,0	0,0	
12	15,2	23,5	10,2	70,5	92,0	34,0	0,0	
13	13,8	21,2	11,2	81,5	95,0	55,0	2,3	
14	14,3	21,5	10,4	77,1	94,0	48,0	21,0	
15	13,3	22,0	10,2	79,3	93,0	43,0	12,1	
16	13,4	20,6	10,0	77,0	93,0	47,0	2,6	
17	13,6	20,8	10,4	74,1	92,0	41,0	0,0	evaluación 15 dda

45,3

Elaborado por: Luis Ramos, 2015. Datos tomados de la estación meteorológica de la ESPOCH.

Anexo 11. Datos de temperatura, humedad relativa y precipitación durante la ejecución del segundo ensayo, realizado en el mes de noviembre del 2015.

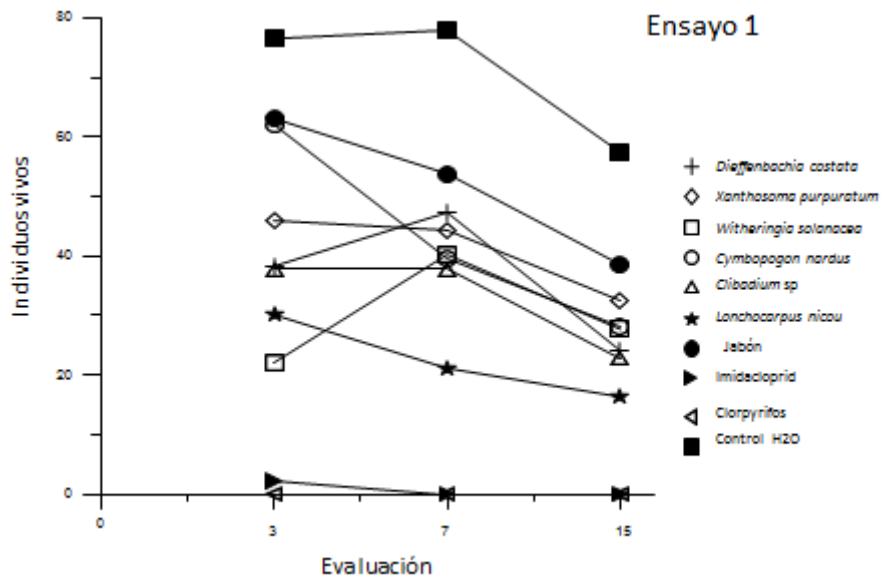
fecha	temperatura			humedad relativa			precipitacion	
	x~	max	min	x~	max	min	mm	
11	13,7	19,2	8,2	68,4	92,0	54,0	0,0	primera aplicación
12	15,2	20,6	9,8	73,2	91,0	53,0	0,0	
13	16,1	22,0	10,2	69,0	92,0	52,0	0,0	
14	16,0	21,4	10,6	67,6	84,0	49,0	0,0	Evaluación
15	16,3	21,8	10,8	67,4	92,0	50,0	0,0	
16	16,1	22,3	9,8	65,4	92,0	45,0	0,0	
17	13,7	16,4	11,0	77,8	94,0	64,0	6,1	

18	16,4	22,7	10,0	68,8	95,0	50,0	0,0	segunda aplicación
19	16,9	23,8	10,0	58,8	82,0	43,0	0,0	
20	17,1	23,6	10,6	57,2	86,0	38,0	0,0	
21	15,8	23,6	8,0	63,2	91,0	50,0	0,0	evaluacion
22	16,3	21,5	11,0	71,2	94,0	55,0	2,2	
23	15,7	20,4	11,0	76,8	93,0	58,0	1,9	
24	16,6	22,4	10,8	74,0	93,0	50,0	7,7	
25	16,3	21,7	10,8	69,0	94,0	56,0	0,0	tercera aplicación
26	15,5	21,0	10,0	70,2	94,0	53,0	1,4	
27	17,2	23,8	10,6	59,8	94,0	41,0	0,0	
28	18,0	24,2	11,8	71,6	87,0	43,0	6,8	evaluacion

26,1

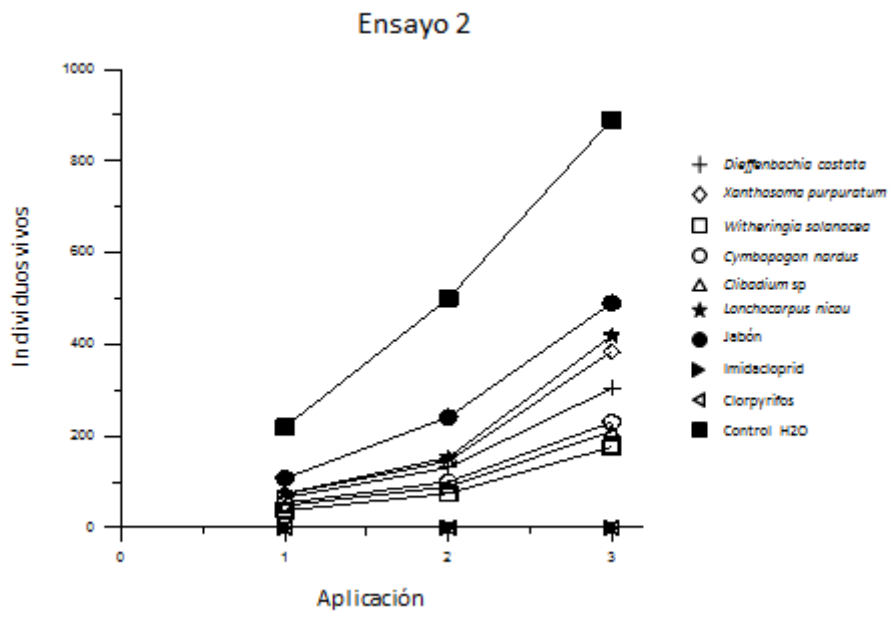
Elaborado por: Luis Ramos, 2015. Datos tomados de la estación meteorológica de la ESPOCH.

Anexo 12. Incremento poblacional del primer ensayo.



Elaborado por: Luis Ramos, 2015.

Anexo 13. Incremento poblacional del segundo ensayo.



Elaborado por: Luis Ramos, 2015.