

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA: INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES DE ZORROYUYO (*Tagetes zypaquirensis*) HIGUERILLA (*Ricinus communis*) PARA EL CONTROL IN VITRO DE PARATRIOZA (*Bactericera cockerelli* Sulc)

Documento Final del Proyecto de Investigación como requisito para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

GUSTAVO VLADIMIR OLOVACHA CHIPANTIZA

TUTOR:

Ing. Mg. Segundo Curay

CEVALLOS – ECUADOR

2020

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El suscrito, GUSTAVO VLADIMIR OLOVACHA CHIPANTIZA, portador de la cédula de identidad número 1804235693, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: EVALUACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES DE ZORROYUYO (*Zypaquirensis bonpl*) E HIGUERILLA (*Ricinus communis*) PARA EL CONTROL IN VITRO DE PARATRIOZA (*Bactericera cockerelli Sulc*)

En tal virtud, declaro que el contenido es de mi responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

GUSTAVO VLADIMIR OLOVACHA CHIPANTIZA

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “EVALUACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES DE ZORROYUYO (*Zypaquirensis bonpl*) E HIGUERILLA (*Ricinus communis*) PARA EL CONTROL IN VITRO DE PARATRIOZA (*Bactericera cockerelli Sulc*)”, como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él”.

GUSTAVO VLADIMIR OLOVACHA CHIPANTIZA

HOJA DE MIEMBROS DEL TRIBUNAL

EVALUACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES DE ZORROYUYO (*Zypaquirensis bonpl*) E HIGUERILLA (*Ricinus communis*) PARA EL CONTROL IN VITRO DE PARATRIOZA (*Bactericera cockerelli Sulc*) **REVISADO POR:**



Ing. Mg. Segundo Curay

TUTOR



Firmado electrónicamente por:
**MARCO OSWALDO
PEREZ SALINAS**

.....
19/10/2020

Ing. Mg. Marco Pérez

Presidente del tribunal de calificación



Firmado electrónicamente por:
**OLGUER ALFREDO
LEON GORDON**

.....
19/10/2020

Ing. Mg. Olger león

Miembro del tribunal de calificación



Firmado electrónicamente por:
**CARLOS LUIS
VASQUEZ
FREYTEZ**

.....
19/10/2020

Doc. Carlos Vásquez

Miembro de tribunal de calificación

AGRADECIMIENTOS

A ti Dios, por bendecirme día a día y permitirme hacer realidad mis sueños.

A los profesores y personal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, que con sus conocimientos y consejos aportaron a mi formación académica.

Al Ing. Mg. Segundo Caray, quien me brindó todo su apoyo y conocimiento para terminar con éxito la presente investigación.

Al Ing. Mg. Carlos Vásquez, que con su amistad, confianza y conocimientos aportó fehacientemente durante la etapa final de mi formación personal y en el desarrollo del presente trabajo de investigación, infinitas gracias.

GUSTAVO VLADIMIR OLOVACHA CHIPANTIZA

DEDICATORIA

A Dios, por bendecirme, cuidarme y fortalecerme día a día.

MI MADRE, por el amor y la devoción que tiene, por el apoyo ilimitado e incondicional que siempre me ha dado, por tener siempre la fuerza de salir adelante sin importar los obstáculos, por haberme formado como un hombre de bien, y por ser la mujer que me dio la vida y me enseñó a vivirla, no hay palabras para agradecerle.

Mis abuelos Valerio y Rosalía, porque han sido y serán siempre un ejemplo incuestionable de fortaleza integridad, sabiduría y responsabilidad, por apoyarme incondicionalmente en todo momento, por cuidarme en todo momento gracias papitos, los amo.

Mis tíos Juan Carlos, Moisés, Héctor, Margarita y Vilma un modelo a seguir en la vida profesional, por cuidarme desde mis primeros días de vida, por inculcaron el respeto la responsabilidad, quienes de manera incondicional me apoyaron para conseguir un objetivo más en mi vida.

A mi hermano Henry por ser la persona quien más amo y mi futuro ingeniero.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD -----	ii
DERECHOS DE AUTOR -----	iii
HOJA DE MIEMBROS DEL TRIBUNAL -----	v
AGRADECIMIENTOS -----	vi
DEDICATORIA -----	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS -----	xii
INDICE DE TABLAS -----	xiv
INDICE DE FIGURAS -----	xv
INDICE DE ANEXOS -----	xvi
RESUMEN EJECUTIVO -----	xiii
SUMARY -----	1
CAPITULO I -----	2
INTRODUCCIÓN -----	2
CAPÍTULO II -----	4
MARCO TEÓRICO -----	4
2.1. Antecedentes investigativos -----	4
2.2. Categorías fundamentales -----	7
2.2.1. Variable Independiente. -----	7
2.2.2. Variable Dependiente. -----	13
CÁPITULO III -----	26
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS -----	26
3.1. Hipótesis -----	26
3.2. Objetivos -----	26
3.2.1. Objetivo General. -----	26
3.2.2. Objetivos Específicos. -----	26
CAPÍTULO IV -----	27
MATERIALES Y MÉTODOS -----	27
4.1. Ubicación del experimento -----	27
4.2. Características del lugar -----	27
4.3. Equipos y materiales -----	27

4.3.1. Equipos.	27
4.3.2. Materiales.	27
4.4. Variables	28
4.5. Factores en estudio	28
4.5.1. Extractos vegetales (X).	28
4.5.2. Dosis de extracto vegetal (D).	28
4.5.3. Tratamientos.	29
4.6. Diseño experimental	29
4.7. Manejo del experimento	30
4.7.1. Recolección de paratrioza.	30
4.7.2. Recolección de especies vegetales (hojas de zorroyuyo de higuera).	31
4.7.3. Obtención de extractos vegetales.	31
4.7.4. Conducción del Experimento.	32
4.8. Datos tomados	33
4.8.1. Número de individuos muertos.	33
4.8.2. Viabilidad de los huevos.	33
4.8.3. Efecto subletal.	33
CAPÍTULO V	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
5.1. Número de individuos muertos	34
5.1.1. Mortalidad en ninfas.	34
5.1.2. Viabilidad en huevos <i>Bactericera cockerelli</i>	38
5.1.3. Efecto subletal en <i>Bactericera cockerelli</i> (longevidad)	40
CAPÍTULO VI	42
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS	42
6.1. Conclusiones	42
6.2. Bibliografía	43
6.3. Anexos	46

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Moléculas presentes en distintas partes de la higuera con actividad biológica sobre los insectos -----	10
Tabla 2 Tamaños de los estados de desarrollo de <i>B. cockerelli</i>	20
Tabla 3 Tramientos -----	29
Tabla 4. Cultivo afectado por paratífo -----	30
Tabla 5. Especie vegetal con potencialidad insecticida. -----	3131
Tabla 7. Porcentaje de mortalidad de ninfas de cuarto instar de <i>Bactericera cockerelli</i> por efecto de extractos de zorro y higuera después de 24 horas de aplicación-----	355
Tabla 8. Porcentaje de mortalidad de ninfas de quinto instar de <i>Bactericera cockerelli</i> por efecto de extractos de zorro y higuera después de h de aplicación -----	366
Tabla 9. Porcentaje de mortalidad de ninfas de quinto instar de <i>Bactericera cockerelli</i> por efecto de Extractos de zorro y higuera después de 72 h de aplicación -----	387
Tabla 10. Análisis de varianza para el porcentaje de viabilidad de <i>Bactericera cockerelli</i> a las 5 días. -----	3939
Tabla 11. Efecto subletal en <i>B. cockerelli</i> -----	411

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tagetes zypaquirensis “hierba de gallinazo, zorroyuyo, zorrotipo”	99
Figura 2. Huevos de Bactericera cockerelli.	15
Figura 3. Primer estadio de B. cockerelli.	16
Figura 4. Segundo estadio de B. cockerelli.	17
Figura 5. Cuarto estadio de B. cockerelli.	177
Figura 6. Quinto estadio de B. cockerelli	18
Figura 7. B. cockerelli adulto.	19
Figura 8. Hembra adulta.	1919
Figura 9. Segmento genital en forma cónica.	19
Figura 10. Macho adulto.	20
Figura 11. Ciclo biológico de B. cockerelli.	21
Figura 12. Punta morada de la papa.	255
Figura 13. Porcentaje de mortalidad a las 24 horas	355
Figura 14. Porcentaje de mortalidad a las 48 horas	377
Figura 15. Mortalidad B cockerelli a las 72 horas	3838
Figura 16. Viabilidad en huevos	400
Figura 17. Efecto subletal	411

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Fotografías del procedimiento	46
Anexo 2. Datos obtenidos en mortalidad en paratiroza a las 72 horas	42
Anexo 3. Datos obtenidos en Viabilidad en paratiroza 120 horas	50
Anexo 4. Datos obtenidos en longevidad en paratiroza a los 10	51

RESUMEN EJECUTIVO

La papa ha sido por siglos de mucha importancia en el Ecuador, está dentro de las principales actividades agrícolas que se realizan en la sierra ecuatoriana, debido a la importancia en la generación de ingresos para el sector agrícola y también está presente en la dieta diaria de los habitantes de todo el mundo. La producción a nivel nacional exhibe un visible rendimiento promedio de 18.9 t/ha, la provincia de Tungurahua tiene un rendimiento superior a la media nacional con 25.7 t/ha. El volumen de producción de papa alcanza a 377,090 t. El uso de químicos para el control de insectos plaga es el método más eficaz, pero se considera impráctico debido al desarrollo de poblaciones resistentes, contaminación ambiental, altos costos, etc. El psílido de la papa, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Psyllidae), se ha transformado actualmente en motivo de gran preocupación debido al impacto económico en el cultivo de la papa ya que reduce su producción en alrededor un 70%. Por esta razón se realizó la presente investigación en la Granja Experimental Docente “Querochaca”, Facultad de Ciencias Agropecuarias (Universidad Técnica de Ambato). Este estudio tiene como objetivo investigar el efecto insecticida de diferentes dosis (1, 5, 10 y 20%) de los extractos etanólicos de vegetales de zorroiyuyo (*Tagetes zypaquirensis* Bonpl) e higuierilla (*Ricinus communis*) sobre *B. cockerelli* en laboratorio. El ensayo fue conducido en un diseño factorial 2*4+2 con tres repeticiones. Se evaluó el porcentaje de mortalidad de ninfas de cuarto y quinto instar de *B. cockerelli* a las 24, 48 y 72 horas después de su aplicación, la viabilidad de huevos hasta los 5 días de su aplicación y la longevidad de los adultos de *B. cockerelli*. Los resultados demuestran que los extractos de higuierilla con dosis al 5 y 20% provocaron 20% mortalidad de ninfas de cuarto instar, comparado con el control químico (40% de mortalidad a las 24 horas). A las 48 h, el extracto de higuierilla al 20% y el tratamiento químico provocaron mortalidad de 53,3 % en ninfas de quinto instar, mientras que a las 72 h después de la aplicación, la mortalidad alcanzó 66,67%, mientras que el control químico alcanzó 80% de mortalidad. La viabilidad de los huevos a los cinco días de edad fue nula con el tratamiento químico al 0,01%, mientras que con zorroiyuyo al 20% la viabilidad fue del 30%. La longevidad de los adultos de *B. cockerelli*, tratados con los extractos de zorroiyuyo e higuierilla al 20% fue de 4 días, mientras que cuando se trató con el producto químico, los adultos lograron sobrevivir durante 3 días.

PALABRAS CLAVES: psílido de la papa, ninfa, huevo, longevidad, instar

SUMMARY

The potato has been for millennia a high priority crop in Ecuador, it is among the main agricultural activities carried out in the Andean highlands, due to its importance in generating income and also its presence in the daily diet of the population . Productivity at the national level exhibits an outstanding average yield of 18.9 t / ha, our province has a yield above the national average with 25.7 t / ha. Potato production volume reaches 377,090 tons. Chemical control for insect pests is thought to be the most efficient method, however it is considered impractical due to development of resistant populations, environmental contamination, high costs, etc. The potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Psyllidae), has now become a matter of great concern due to the economic impact on potatoes as they reduce their production by about 70%. For this reason, this research was carried out at the “Querochaca” Experimental Teaching Farm, Faculty of Agricultural Sciences (Technical University of Ambato). The present study aims to elucidate the insecticidal effect of different doses (1, 5, 10 and 20%) two ethanolic extracts of plants of fox (*Tagetes zypaquirensis* Bonpl) and castor (*Ricinus communis*) on *B. cockerelli* in the laboratory. Experiment was carried out in a 2 * 4 + 2 factorial design with three replications. Percentage of mortality of fourth and fifth instar nymphs of *B. cockerelli* at 24, 48 and 72 hours after application, egg viability up to 5 days after application, and adult longevity of *B. cockerelli*. Results showed that 5 and 20% castor’s extract provoked 20% mortality in fourth instar nymphs, compared to chemical control (40% mortality at 24 h). At 48 h, 20% castor’s extract and chemical product provoked 53,3% mortality in fifth instar nymphs, while at 72 h after application mortality reached up 66.67%, while chemical product caused 80% mortality. Five days-old egg viability was zero when treated with 0.01% chemical product, while with zoro-yuyo and castor 20% extracts viability was 30%. *B. cockerelli* adult longevity was 4 days, while when treated with chemical product, adult survived for 3 days.

KEY WORDS: potato psyllid, nymph, egg, longevity, instar.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El cultivo de papa se encuentra entre las principales hortalizas de la región Sierra ecuatoriana, las provincias de mayor producción son Carchi, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo que basan su economía en el cultivo de estas papas (**INEC, 2019**). Actualmente la producción de papa se ve afectada por la enfermedad llamada punta morada transmitida por el vector paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.), la misma que ha reducido la producción de tubérculos en un 70% en el Carchi, un 80% en Pichincha, 90% en Cotopaxi y un 30% en Tungurahua (**INEC, 2019**).

La etiología de la enfermedad de la punta morada de la papa (PMP) se ha relacionado con organismos tipo bacteria y su transmisión con el psílido (*B. cockerelli*) (**Garzón et al, 2009**). El psílido de la papa y tomate *B. cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) es una de las principales plagas de cultivos de solanáceas durante los últimos años. Los psíidos son una familia de insectos hemípteros del suborden Sternorrhyncha. (**Bujanos y Ramos, 2015**). La paratrioza es un vector propio de las solanáceas, tiene la facilidad de transmitir el fitoplasma causante de la punta morada, para el control de la misma es aconsejable la rotación continua de insecticidas con el fin de no desarrollar resistencia en la plaga (**Ramírez et al., 2008**).

Los principales síntomas son: plantas pequeñas, una deficiencia de coloración en las hojas superiores, el hinchazón del tallo en los lugares de inserción de las hojas y una formación de tubérculos aéreos, tiene un color morado en algunas variedades de tubérculos ya infectados. Los tubérculos que proceden de plantas con síntomas de punta morada estas desarrollan un pardeamiento interno y generalmente no brotan, o si lo hacen, sus brotes son muy delgados o ahilados (**Rubio et, al. 2006**).

El empleo de sustancias químicas para el control de insectos es el método más seguro para mantener niveles de población no dañinos, en la actualidad su uso no es muy funcional debido al progreso de poblaciones resistentes, presencia de restos inherentes a su uso y a las fuertes limitaciones comerciales que predominan (**Granados, 2010**). Por estas razones se busca el uso de alternativas en el manejo de esta plaga mediante bioinsecticidas

utilizando extractos de zorroyuyo también llamado hierba de gallinazo, zorrotipo (*Tagetes zypaquirensis* Bonpl) y la higuierilla (*Ricinus communis*).

El zorroyuyo crece en terrenos y jardines de forma natural. En el género *Tagetes* se han reportado alrededor de 55 especies distribuidas por el continente americano como son Perú, Colombia, Bolivia y Ecuador, las cuales presentan compuestos con grupos químicos grupos de alcoholes, éteres, aldehídos, acetonas, ésteres, carotenoides, flavonoides, tiofenos, terpenos y cumarinas (**Tripathi et al., 2012**). En las actividades biológicas como insecticida de extractos acuosos o de metanol, aceites esenciales y polvos se obtiene de diferentes partes de la planta o en su conjunto, pueden funcionar para matar o repeler insectos y áfidos, las piretrinas y tiofenos son las sustancias responsables de los efectos contra insectos y gusanos (**INTAGRI, 2018**).

La higuierilla es una planta de clima templado con una altura de 8-10, arborescente, es una planta herbácea. Las hojas son alternas, grandes, pecioladas con cierto brillo en el haz, tiene forma de palma, mate en el envés (**Leal y Jiménez, 2009**). Existen varios estudios relacionados con la extracción de componentes activos para elaborar insecticidas naturales proveniente de semilla, hojas de la planta de higuierilla, dentro de los componentes por el método de cromatografía se encontró en esta investigación 45 % es aceite compuesto por: Ácido ricinoléico (89 %), Ácido propanoico, 2-oxy (3,34%), Glicerol (3,34 %), Ácido linoleico (3,34 %), Trans-2,8-dimetil-1,1-bis(metiltio)-2-phenil-1,2-diidroazeto(2,1-b) quinazolina (6,68 %), y ácido esteárico (3,34 %). Esta investigación concluye que para eliminar moscas y mosquitos y para explotar el potencial biológico es necesario la utilización del extracto como bioinsecticidas en una concentración del 5% y se considera que este estudio es un referente para la aplicación de la dosificación de los extractos (**Rosen & Kunjappu, 2012, citado por Ramos 2015**).

Los usos de extractos vegetales ayudan al control de plagas y enfermedades en el marco de una agricultura sostenible constituyendo una alternativa favorable, debido a su elevada efectividad, bajo costo y no ser contaminante del ambiente, por lo que se plantea este proyecto (**Carranza, 2017**).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes investigativos

En el cultivo de papa se realizó diferentes investigaciones con productos químicos para el control de plagas y enfermedades, las mismas que generan una serie de enfermedades perjudiciales para el agricultor y la economía del país. Por lo que mediante esta investigación se pretende aplicar especies botánicas que se encuentran en nuestro sector por lo tanto esto nos permitirá el control de paratíofa (**Granados 2010**) realizó una investigación del potencial del uso de alternativas biorracionales para definir los tratamientos más eficientes en el manejo de la plaga *B. cockerelli* en laboratorio, determinando la actividad bioinsecticida de ocho especies vegetales en forma de extracto acuoso de *Ambrosia artemisiifolia* L., *Azadirachta indica* Adr. Juss., *Gymnosperma glutinosum* (Spreng) Less., *Melia azadirachta* L., *Piper auritum* Kunth., *Raphanus raphanistrum* L., *Ricinus communis* L. y *Taraxacum officinale* (L.) Weber y cinco de ellas mediante maceración alcohólica. La variable de respuestas fue el número de huevecillos, ninfas y adultos de *Bactericera cockerelli* muertas 24 horas después de la aplicación de los tratamientos. Los resultados de la presente investigación demuestran el potencial de *A. indica*, *A. artemisiifolia*, *M. azadirachta*, *R. communis* y *R. raphanistrum*, así como, *Spintor 12SC* producto a base *Spinosad* y la formulación *BioDie* para el control de *B. cockerelli*, razón por la cual es importante tomar en cuenta esta alternativa biorracional en los programas de manejo integrado de plagas, ya que se alcanzaron niveles de control con extractos acuosos para ninfas de quinto instar de 75 % de mortalidad con *A. indica*, para ninfas de IV instar a una concentración de 200 mg/mL se encontró que los mejores tratamientos fueron *R. raphanistrum* con 66.67 % seguido de *M. azadirachta* con 58.33 %, sobre ninfas de III instar se encontró que los mejores tratamientos fueron *M. azadirachta* y *R. raphanistrum* con un 75 % y *A. artemisiifolia* con un 63.89 %. El efecto de mortalidad en ninfas de II instar fue de un 83.33 % para *A. indica*, *M. azadirachta* y *R. raphanistrum*, para I instar a una concentración de 200 mg/mL *M. azadirachta* obtuvo un 90 % de control, en segundo lugar se encontró *A. indica* con un 87.50 % y *R. raphanistrum* con un 85 %. Para el caso de huevecillos ningún tratamiento en las tres concentraciones evaluadas 200, 100 y 10 mg/mL sobrepasó el 10 % de efecto ovicida, y para adultos del insecto el

mejor tratamiento evaluado a una concentración de 200 mgmL-1 fue A. indica con un 85 %, seguido por *R. communis* con un 80 %. Con extractos vegetales mediante maceración alcohólica los mejores tratamientos fueron *M. azedarach*.

Luna et al. (2011) esta investigación se determina la Toxicidad de cuatro insecticidas sobre *Tamarixia triozae* (burks) (Hymenoptera: Eulophidae) y su hospedero *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Psillidae: Triozidae). En este trabajo se determina la compatibilidad de cuatro insecticidas azadiractina, spinosad, imidacloprid y abamectina con el parasitoide *T. triozae*, la toxicidad de estos sobre *T. triozae* y *B. cockerelli*. Los cuatro tratamientos utilizando insecticidas resultaron tóxicos tanto para el psílido como para el parasitoide, el grado de toxicidad depende de la especie, insecticida, estado biológico específico, dosis y forma en que los insectos se expusieron a los productos.

Gómez et al. (2008) en la evaluación eficaz de insecticidas alternativos en el control de paratrioza (*B. cockerelli*) (Homoptera: Triozidae) en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.). Se realizaron muestreos, uno previo, a 24 y a 48 horas después de la aplicación de los insecticidas. Los insecticidas se aplicaron 2 veces repitiendo los muestreos posteriores a las horas indicadas. Se evaluó el número de ninfas, adultos y de ninfas + adultos de *B. cockerelli* en cada parcela experimental. Se mostró efecto significativo ($P < 0.05$) de los efectos de insecticidas en el número de ninfas por planta, así como en número total de ninfas y adultos. Al comparar los efectos medidos, los insecticidas sintéticos que provocaron las más bajas infestaciones ($P < 0.05$) fueron Sultron, Tri-sin en solución de 2 lha-1 y Soil-u- Sol con 1.95, 2.05, y 2.10 ninfas por planta respectivamente. El mismo comportamiento ($P < 0.05$) fue mostrado cuando se analizó el número total por planta (ninfas+adultos) donde los insecticidas que provocaron menos infestaciones de paratriozas por planta fueron Tri-sin en solución de 1.5 lha-1, Sultron y Soil-u-Sol con 2.3, 2.3 y 2.4 respectivamente.

(Ramos 2015) menciona que la obtención de un insecticida natural proveniente de componentes activos de la semilla de la planta de higuera (*Ricinus communis*) para el control de varios insectos como son: cucaracha, mosca común y mosquitos (*Aedes aegypti*), los pasos en esta investigación se utiliza la metodología tres formulaciones de insecticida en tres concentraciones diferentes (5, 10 y 15 %). La prueba en insectos indica que la concentración si tiene efecto significativo ($p < 0,05$) en la muerte de cucarachas,

mientras más concentrado mayor número de cucarachas muertas en menor tiempo, el bioinsecticida que difiere de las dos concentraciones menores es del 15 % de extracto de higuera, mientras que para moscas y mosquitos solo es necesario la utilización de bioinsecticida en una concentración del 5 %. Está comprobado que los insecticidas biológicos tienen un alto porcentaje de mortalidad por lo que es posible la eliminación de cucarachas, moscas y mosquitos utilizando bioinsecticida elaborado a partir de las semillas de higuera.

Rodríguez et al. (Sf.) en esta investigación lo principal fue evaluar el efecto de los extractos vegetales a base de higuera (*R. communis*) (acuoso y aceitoso) sobre larvas (L2) de *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) en laboratorio. Se realizaron tres tipos de pruebas: a) Elección adonde el potencial de consumo en los tratamientos se vio disminuido un 50 % b) Mortalidad por inmersión, donde la mayor mortalidad de larvas la presentó el extracto acuoso de *Ricibus communis* con un 13 %, y c) Efecto letal por contacto directo, donde la mayor mortalidad de larvas la presentó el tratamiento aceitoso de higuera tras 24 h 10.86 % y 72 h 25.3 % de exposición con respecto al testigo.

Alvarez et al. (2015) en esta investigación evaluaron la actividad nematocida del aceite esencial de *Tagetes zypaquirensis* sobre *Meloidogyne* spp. Bajo condiciones de invernadero se evaluaron cuatro concentraciones del aceite esencial (100, 200, 400, 800mg/kg de suelo) las cuales fueron aplicadas a un suelo con juveniles de segundo estadio del nematodo +400 J2/100g. Los resultados indicaron, que la concentración 800mg/kg de aceite esencial presentó la misma acción nematocida que el suelo tratado con carbofuran al reducir las poblaciones de *Meloidogyne* spp. y presentar valores similares en las variables fitométricas. Se concluye que el aceite esencial *T. zypaquirensis* puede ser una alternativa para el manejo de la enfermedad del nudo radical.

Covallino et al. (2006) En este trabajo se evaluaron los efectos de la aplicación de molido de hojas de *R. comunis* sobre larvas de la «polilla de las harinas» *Plodia interpunctella* HBN. (Lepidoptera: Phycitinae). Los molidos vegetales se obtuvieron a partir de hojas de *R. comunis* secadas en estufa a 40 ± 2 °C durante 48 horas y posteriormente molidas hasta lograr un polvo de textura similar a la harina de maíz, material con el que se mezcló a fin de lograr concentraciones de 5, 10 y 15 % y un testigo sin ricino. Los resultados de

mortalidad indicaron que la concentración al 15 % superó significativamente al resto de los tratamientos y al testigo.

Corradine (2014) evaluó el efecto insecticida del extracto de *R. communis* sobre larvas de mosquitos *Culex*. A las 24 h la mortalidad es de 8,33 % con dosis de 1 mL del extracto en una concentración de 500 ppm; 35 % en dosis de 1 mL de una concentración de 1000 ppm; 65 % en dosis de 5 mL de una concentración de 1000 ppm; 98.33 % con 10 mL en concentración de 1000 ppm; testigos 3.3 %. Cuando se evaluó el efecto insecticida del extracto aplicado por aspersión en concentraciones de 500, 750 y 1000 ppm, se consiguieron mortalidades de 18.33, 36.66 y 48.32 %, respectivamente. Ninguna de las concentraciones evaluadas alcanzó el 100% de letalidad. En la prueba de campo, solo se logró una mortalidad de 9 %. Se evidenció que el extracto tiene un mejor efecto insecticida para el control de ejemplares inmaduros que sobre los adultos.

Baldeón (2011) revela, el objetivo es determinar la actividad insecticida de los aceites esenciales de Tzinsu (*Tagetes minuta*), Quichia (*Teaetes terniflora*) y Zorrillo (*Tagetes zipaquirensis*) sobre larva del gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax*). Los aceites fueron extraídos de vegetales fresco por arrastre de vapor de aguay preparó diluciones a concentraciones de 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8% 1 1% en la dieta de la larva de *P. vorax* y evaluar la mortalidad a los 4, 7, 14, 21 días del ensayo. Como resultado, las larvas son eliminadas en un 50% a los 14 días y sobrepasa el 75% a los 21 días del ensayo. Se concluye que los aceites esenciales tienen efecto insecticida por contacto e inhibición de la alimentación, pero a diferente tiempo.

2.2. Categorías fundamentales

2.2.1. Variable Independiente.

Extractos vegetales de Zorroyuyo (*Tagetes zypaquirensis Bonpl*) e Higuierilla (*Ricinus communis*).

- **Zorroyuyo (*Tagetes zypaquirensis Bonpl*).**

INTAGRI (2018) indica que, en los últimos años, la demanda por alimentos más inocuos y que a su vez las tecnologías para lograr sean sustentables, ha consentido revalorizar a las mismas plantas como una fuente de sustancias con propiedades insecticidas,

bactericidas, fungicidas o de repelencia. En este sentido, ha surgido un gran abanico de productos a base de extractos vegetales, como del árbol de neem, y plantas como el ajo, canela y chile. Sin embargo, se incluye varias especies del género *Tagetes*, que son utilizadas para el control de plagas y patógenos, muchas de ellas aún de manera empírica, las plantas de *Tagetes* spp poseen usos potenciales como antioxidante, pigmento, saborizante, perfumería, resina, ornamental, insecticida, bactericida, fungicida, nematocida, larvicida, atrayente o repelente de insectos, abono verde y medicinal. Generalmente las especies de este género crecen de forma silvestre y muy pocas son reportadas como cultivadas.

Baldeón (2011) manifiesta que la composición química de *Tagetes* muestra la presencia de aceites esenciales los cuales son usados como insecticida y nematocida, siendo *Tagetes minuta*, *Teaetes erecta* *Tagetes patula* y *Tagetes terniflora* las especies más conocidas. *Tagetes minuta* es la más estudiada y sus extractos contienen principalmente (Z)-tagetona, (z)- β -ocimeno, dihydrotagetona, (Z)-ocimeno y (E)-ocimeno.

Los aceites esenciales se obtienen por uno de los siguientes métodos:

- Destilación en corriente de vapor
- Extracción con disolventes volátiles
- Expresión a mano o a máquina (aceite de limón)
- Enfleurage, proceso en el cual se utiliza grasa como disolvente.

Díaz et al. (2012) describe que es escasa la información sobre la biología y química de *Tagetes lacera* Brand. (Asteraceae), especie endémica de Baja California Sur (BCS), México, que por su porte alto y presencia de aroma es una fuente de aceites esenciales es muy útil para el control de plagas y enfermedades de cultivos agrícolas específicamente pata solanáceas. A partir de partes aéreas de plantas en floración de *T. lacera* recolectadas en la sierra de la Laguna, BCS se obtuvo aceite esencial mediante hidrodestilación. Por medio del procedimiento de análisis CG-EM, se identificaron 6 compuestos principales: E-tagetona (26.2%), crisantenona (24.8%), verbenona (22.1%), α -thujeno (20.5%), β -pineno (3.1%) y α -pineno (1.9%).

Guerrero (2016) describe la siguiente clasificación Botánica para zorroyuro

Tagetes zypaquirensis Bonpl “hierba de gallinazo, zorroyuyo, zorrotipo”

Familia: Asteraceae

Nombre científico: *Tagetes zypaquirensis* Bonpl.

Sinónimos: *Tagetes pectinata* Turcz

Nombre común: hierba de gallinazo, zorroyuyo, zorrotipo, zorroquigua.

Origen: Nativa.

Lugar de origen: Ecuador, Colombia.

Hábito: hierba.

Usos: Junto con otras plantas se utiliza para hacer “limpias” y sacar malas energías.

Ubicación principal en la parroquia de Pomasqui: Creciendo de forma natural en terrenos y jardines.



Figura 1. *Tagetes zypaquirensis* “hierba de gallinazo, zorroyuyo, zorrotipo”.

Foto: Gustavo Olovacha

Esta especie es un arbusto medicinal, perenne que se encuentra en las zonas templadas de las cordilleras colombianas y ecuatorianas.

La composición del aceite esencial identificados fueron dihidrotagetona, cis-tagetona, ácidos grasos y esteres de etilo, entre otros compuestos.

- **Higuerilla (*Ricinus communis*).**

Peredo (2009) describe los aceites esenciales son sustancias aromáticas que se encuentran en numerosas plantas. Estas pueden ser extraídas de diferentes partes de las plantas como hojas, tallos, flores y raíces. Los métodos convencionales, arrastre de vapor y uso de disolventes, requieren de tiempos de extracción prolongados.

Pacheco (2009) señala en su estudio la actividad biológica en de *Ricinus communis* en insectos. Las partes de la higuerilla más utilizadas para la elaboración de extractos aplicados al control de plagas han sido las semillas y las hojas. Rodríguez (2004) citado por Pacheco (2009), manifiesta, la toxicidad de los extractos a partir de distintas partes de la higuerilla ha sido comprobada en diferentes especies de insectos plaga perteneciente a los órdenes Coleóptera, Díptera, Hemiptera, Hymenoptera y Lepidóptera.

EN la higuerilla, las partes más utilizadas para la elaboración de extractos en el control de plagas han sido las semillas y hojas, los cuales contienen metabolitos secundarios con diversos componentes de acción sobre los insectos, a nivel enzimático neurológico, nutricional, reproductivo y hormonal (**Agnihotri, 1999, citado por Pacheco 2009**). En el siguiente cuadro se describen las moléculas producidas en distintas partes de la higuerilla y el efecto que provocan sobre los insectos.

Tabla 1. Moléculas presentes en distintas partes de la higuerilla con actividad biológica sobre los insectos

Molécula	Actividad biológica	Parte de la planta
	Actúa sobre la hormona juvenil.	
Ácido clorogénico	Estimula la oviposición Larvicida. Repelente	Toda la planta
Ácido elágico	Actúa sobre la hormona juvenil	Hoja
Ácido ferúlico	Repelente	Hoja
Ácido linoleico	Repelente	Semilla
Ácido oleico	Repelente	Semilla

Beta-Amirina	Mosquicida	Hojas
Ácido cianhídrico	Insecticida	Semilla
Isoquercitrina	Atrayente	Hoja
Kaempferol	Insecticida. Ovicida disuasor de la oviposición Actúa sobre la hormona juvenil.	Toda la planta
Quercetina	Ovicida y disuasor de la oviposición Larviestático Insecticida	Toda la planta
Quercetrina	Atrayente	Hoja
Recina	Insecticida	Semilla
Recinina	Insecticida Actúa sobre la hormona juvenil.	Hoja
Rutina	Estimulante de oviposición. Larviestático. Insecticida. Atrayente	Hoja

(Con información de: Herrera, 1997; Olaifa, 1991; Upasani et al., 2003; Duke's Phytochemical and Ethnobotanical Databases, 2008).

Espinosa et al. (2013) en su publicación. Guía para cultivar higuierilla describe de la siguiente manera:

Origen y distribución: la Higuierilla (*Ricinus communis* L.), es una especie procedente de África tropical y de la India, aunque se cree que pudo haber sido nativa del Medio Oriente. Se encuentra distribuida desde el nivel del mar hasta los 3,000 m de altitud. Se encuentra como maleza en los bordes de los caminos, de las hondonadas y de los ríos, en solares, en huertas y también sembrada en cultivos comerciales con todas las técnicas de la agricultura moderna.

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Reino:	Plantae
Subreino:	Traqueobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Euphorbiales

Familia: Euphorbiaceae
Género: *Ricinus*
Especie: *Ricinus communis*

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

- 1) Porte. El porte de la planta es erecto. Por su altura se pueden clasificar en enanas, medianas y altas. Las enanas que llegan los dos metros, las medianas que miden de 2 a 4 metros y las altas alcanzan hasta 10 metros.
- 2) Raíz. Está constituida por una raíz principal pivotante y varias raíces secundarias y terciarias situadas a poca profundidad.
- 3) Tallo. La planta está posee de un tallo principal recto con entrenudos, se va haciendo hueco con la edad y puede variar en: número y longitud de entrenudos, grosor, color, ramificación, presencia o ausencia de capa de cera, entre otras características.
- 4) Hojas. Alternas y caedizas, sus hojas palmeadas con 7 a 11 lóbulos, con un diámetros de 6 a 60 cm, pecioladas, dentadas, con nerviación palmatinervia. De color es generalmente verde, aunque se encuentran coloraciones de rojo y caoba. Peciolos redondos, de 8 a 60 cm de largo; con dos glándulas nectaríferas en la unión con la lámina.
- 5) Inflorescencia. Son monoica y generalmente unisexual, las flores femeninas se localizan en la parte final de la inflorescencia y las masculinas en la parte basal. se localizan en la parte terminal de las ramas.
- 6) Flores. Las flores femeninas se encuentran en cimbras de 1 a 7 flores, pedicelo de 4 a 5 mm de largo de 3 a 5 sépalos de color verde de 3 a 5 mm de largo los cuales se caen rápidamente. Se encuentran en cimbras de 3 a 16 flores de pedicelo de 0.5 a 1.5 cm de largo, de 3 a 5 sépalos verdes de 5 a 7 cm de largo, pétalos ausentes, estambres numerosos de 5 a 10 mm de largo con muchos filamentos ramificados, cada filamento termina en una antera pequeña esférica y de color amarillo claro. ; ovario superior con tres celdas, un óvulo por cada celda, la pared del ovario cubierta con espinas verdes y suaves, cada una termina en un punto transparente, el cual se cae cuando el fruto se

desarrolla, estilo muy corto que se divide en tres estigmas bien definidos de color rojo, suaves papilados y persistentes.

- 7) Polinización. La higuera es una planta halógama y anemófila, o sea que tiene un alto índice de entrecruzamiento y la polinización se lleva principalmente por el viento. Después de la fecundación las flores femeninas desarrollan cápsulas espinosas. El polen tiene una viabilidad aproximada de una semana.
- 8) Infrutescencia. Son las racimos que, de acuerdo con la densidad de los frutos, puede ser ralo, denso o compacto.
- 9) Frutos. Es una cápsula globosa con pedicelo elongado con tres lóculos de 1.5 a 2.5 cm de diámetro, puede tener o no la presencia de espinas. Los frutos inmaduros son generalmente verdes y algunas veces rojos, se vuelven cafés en la maduración, los estigmas permanecen en el fruto en forma leñosa. Los frutos pueden ser de maduración dehiscente o indehiscente.
- 10) Semillas. La semilla además de poder variar en cuanto a color (blanco, gris, negro, rojo y castaño), forma, tamaño, peso y contenido de aceite, puede variar en la proporción de tegumento. Es de forma oval aplastada, redondeadas en un extremo y con una excrecencia en el otro llamada curúncula, de superficie brillante y lisa, de tamaño variable que va de 0.5 a 1.5 cm de largo; la semilla tiene una cubierta dura y quebradiza exterior y otra inferior muy fina de color blanquecino, ambas protegen la semilla, la cual consta de un embrión pequeño con sus dos cotiledones delgado y el albumen que es blando, compacto y es el que contiene el aceite. La semilla contiene toxinas que son ricina (albúmica) y la ricenina (alcaloide) las cuales quedan en el bagazo o torta que sobra en la extracción del aceite. Las semillas son lisas, lustrosas y marmoleadas con estrías más o menos oscuras, su aspecto es parecido al de las garrapatas, de donde se deriva el nombre de ricino.

2.2.2. Variable Dependiente.

- *Paratrioza (Bactericera cockerelli Sulc),*

Bujarnos y Ramos (2015) describen lo siguiente:

1) Taxonomía *Bactericera cockerelli*. Hemiptera: Triozidae (CAB International, 2015)

Orden: Hemiptera

Suborden: Sternorrhyncha

Familia: Triozidae

Especie: *Bactericera cockerelli*

Nombre de la plaga: *Bactericera cockerelli* (Sulc) 1909

Sinónimo: *Paratrioza cockerelli* (Sulc)

Nombres comunes (EPPO, 2002)

Pulgón saltador de papa

Pulgón saltador de tomate

Salerrillo

Paratrioza

Psílido de la papa

Psílido del tomate

2) Ciclo biológico

2.1) Descripción. **Marín et al., (1995 citado por Bujarnos y Ramos, 2015)**

describe lo siguiente:

Huevos

la forma ovoide, color anaranjado-amarillento, corion brillante, tiene en uno de sus extremos un pequeño filamento, con el cual se sujetan a la superficie de las hojas, depositados por separado, principalmente en el envés de la hoja y por lo general cerca del borde de la misma.



Figura 2. Huevos de *Bactericera cockerelli*.

Fotografía: Gustavo Olovacha

Estadíos ninfales.

Tiene cinco Estadios con forma oval, aplanados dorso-ventralmente, los ojos bien definidos. Las antenas tienen sensilias placoides (estructuras circulares con función olfatoria), las cuales incrementa en número y son más notorias conforme el estadios. El perímetro del cuerpo presenta estructuras cilíndricas que contienen filamentos cerosos, los cuales forman un halo alrededor del cuerpo.

Primer estadio.

Las ninfas presentan una coloración anaranjada. Las antenas presentan los segmentos basales cortos y gruesos y se van adelgazando hasta finalizar en un pequeño segmento con dos setas sensoriales; ojos notorios tanto en vista dorsal como ventral con una tonalidad anaranjada. Tórax, con paquetes alares poco notables. La segmentación en las patas es poco visible. La división del cuerpo no está bien definida.



Figura 3. Primer estadio de *B. cockerelli*.

Fotografía: Gustavo Olovacha

Segundo estadio.

A partir de este estadio, La cabeza presenta un matiz amarillento, se aprecian claramente las divisiones entre cabeza, tórax y abdomen, las antenas son gruesas en su base y se estrechan hacia su parte apical presentando en estas dos setas sensoriales. Los ojos presentan un color anaranjado oscuro. El tórax tiene un color verde-amarillento y los paquetes alares se hacen visibles; las patas se hacen notoria. Mientras el tórax como el abdomen incrementan su tamaño y con esto las diferentes estructuras contenidas en ellos. El abdomen presenta una coloración amarilla, y se aprecia un par de espiráculos en cada uno de los cuatro primeros segmentos.

Tercer estadio.

Se manifiesta la cabeza, tórax y abdomen es notoria. La cabeza es de color amarillo, las antenas presentan las mismas características que el estadio anterior. Los ojos presentan una coloración rojiza. El tórax, tiene un color verde-amarillento y se observa con mucha facilidad los paquetes alares en mesotórax y metatórax. El abdomen es de color amarillo.



Figura 4. Segundo estadio de *B. cockerelli*.

Fotografía: Gustavo Olovacha

Cuarto estadio.

La cabeza y antenas se mantienen iguales. El tórax tiene el color verde-amarillento, la segmentación de las patas está bien definida y se aprecia en la parte terminal de las tibiae posteriores, los segmentos tarsales y un par de uñas; estas características se aprecian fácilmente en ninfas aclaradas y montadas. Los alares están bien definidos. el abdomen es amarillo y cada uno de los cuatro primeros segmentos abdominales presenta un par de espiráculos. La separación entre el tórax y el abdomen es notoria.



Figura 5. Cuarto estadio de *B. cockerelli*.

Fotografía: Gustavo Olovacha

Quinto estadio.

La segmentación entre cabeza, tórax y abdomen está definida. La cabeza como el abdomen presenta un color verde claro y el tórax un color un poco más oscuro. En la cabeza, las antenas están seccionadas en dos partes por una hendidura marcada cerca de la parte media; la parte basal es gruesa y la parte apical filiforme presentando seis sensilias placoides visibles en ninfas aclaradas y montadas. Los ojos tienen un color rojo. El tórax tiene los tres pares de patas con la segmentación bien definida y la parte terminal de las tibias posteriores presentan las características anteriormente señaladas. Los paquetes alares están diferenciados, sobresaliendo del resto del cuerpo. El abdomen es semicircular y presenta un par de espiráculos en cada uno de los cuatro primeros segmentos.



Figura 6. Quinto estadio de B. cockerelli

Fotografía: Gustavo Olovacha

Adulto.

El adulto tiene una coloración verde-amarillento; es inactivo y de alas blancas entre 3 o 4 horas se tornan transparentes (se conoce como adulto teneral es aquel que ha mudado recientemente y su exoesqueleto aún no se ha endurecido ni ha obtenido su coloración definitiva). La coloración del cuerpo pasa de ligeramente ámbar a café oscuro o negro; este cambio se presenta en los primeros 7 a 10 días de alcanzar este estadio (se tienen datos que la coloración cambia cuando el adulto se aparea. Cabeza: 1/10 del largo del cuerpo, con una mancha de color café que marca la división con el tórax, ojos grandes de color café y antenas filiformes. Tórax: blanco amarillento con manchas café bien definidas, la longitud de las alas es aproximadamente 1.5 veces el largo del cuerpo, venación propia de la familia.



Figura 7. *B. cockerelli* adulto.

Fotografía: Gustavo Olovacha

Adulto hembra.

Con cinco segmentos visibles más el segmento genital, este es de forma cónica en vista lateral, en la parte media dorsal se presenta una mancha en forma de “Y” con los brazos hacia la parte terminal del abdomen. Se muestran fotografías de ejemplares capturados en Ecuador.



Figura 8. Hembra adulta.

Fotografía: Gustavo Olovacha



Figura 9. Segmento genital en forma cónica.

Fotografía: Gustavo Olovacha

Adulto macho.

Con seis segmentos visibles más el genital, este último segmento se encuentra plegado sobre la parte media dorsal del abdomen; al ver este insecto dorsalmente se distinguen los genitales con estructuras en forma de pinza que caracteriza a este sexo. Se muestran fotografías de ejemplares capturados en Ecuador.



Figura 10. Macho adulto.

Fotografía: Gustavo Olovacha

2.2) Tamaño del insecto.

El tamaño de los estados de desarrollo del insecto (huevo, ninfa y adulto) se presentan en la siguiente tabla

Tabla 2

Tamaños de los estados de desarrollo de B. cockerelli.

Estados de desarrollo	Largo mm	Ancho mm
Huevo	0,32-0,34	0.18
Ninfa:		
1	0,40	0.21
2	0,52	0.33
3	0,80	0.48
4	1,18	0.75
5	1,65	1.23
Adulto (incluyendo alas):	2,8-2,9 (machos)	2,8-3,2 (hembras)

Fuente: Department of Agriculture Australian Government, 2012.

2.3) Temperatura y desarrollo.

La temperatura óptima es de 21-27°C (Capinera, 2001; Munyaneza, 2010), temperatura arriba de 32°C es perjudicial para *B. cockerelli* disminuye la puesta de huevos y la eclosión, 27 °C es la temperatura óptima para el psílido (Cranshaw, 2001).

2.4) Biología.

El promedio en una hembra para depositar huevos es de 500 huevos en un período de 21 días, aunque se tienen datos de que llegan a ovipositar hasta 1,500 en su ciclo de vida (Garzón, 2010 citado por Bujarnos y Ramos, 2015).

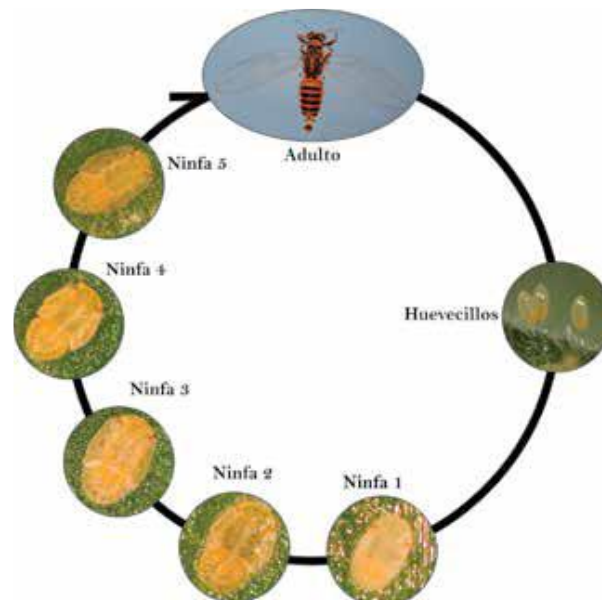
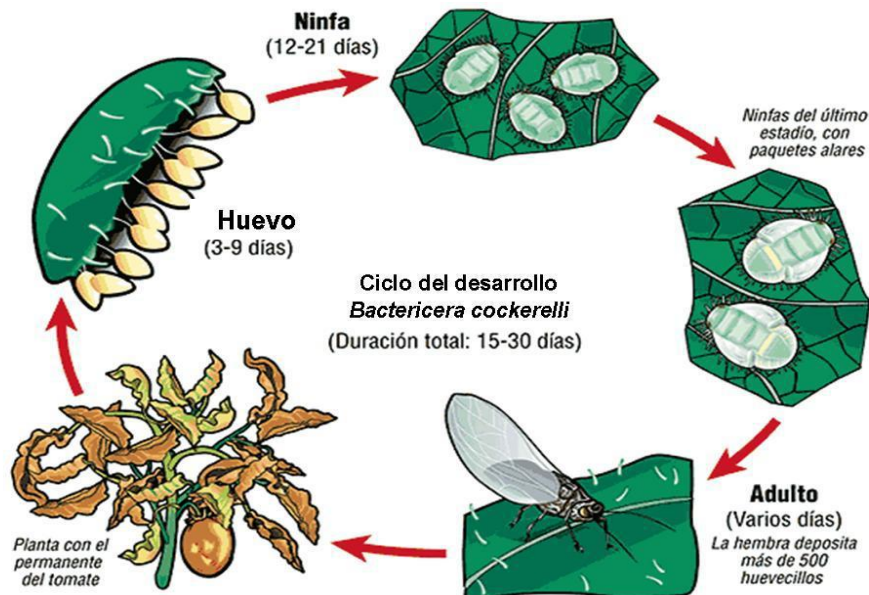


Figura 11. Ciclo biológico de *B. cockerelli*.

Imagen: César Ramos.

La biología y el ciclo de desarrollo del insecto hemimetábolo *B. cockerelli* (Figura 2) ha sido documentada desde 1930, sin embargo, hay una considerable variación en la biología del psílido reportada en la literatura.

Villanueva Segura (2015) Caracterización molecular del receptor de la vitelogenina en *Bactericera cockerelli* (Sulc, 1909) (Hemiptera: Triozidae)



2.5) Hospedantes.

Los hospedantes principales de *B. cockerelli* son de la familia de las solanáceas tanto cultivadas como silvestres (EPPO, 2012; Bujarnos y Ramos, 2015), entre ellas están las especies cultivadas más importante como papa (*Solanum tuberosum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), pimiento (*Capsicum annum* L.), tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), berenjena (*Solanum melongena* L.), en las silvestres se encuentra el toloache común (*Datura stramonium* L.), hierba mora (*Solanum nigrum* L.) (Martin, 2008; Bujarnos y Ramos, 2015).

3. DAÑOS CAUSADOS POR *Bactericera cockerelli*

Existe una gran cantidad de referencias bibliográficas sobre los efectos ocasionados por *B. cockerelli* durante la alimentación en las plantas hospedantes y su posible transmisión de enfermedades; no está claro aún, qué enfermedades transmite el vector, sin embargo, se asocia a la punta morada de la papa, permanente del tomate, amarillamiento por psílidos, *Zebra chip* y por último fitoplasmas, por lo tanto se menciona que *B. cockerelli* causa daños directos sobre las plantas hospedantes como extracción de savia, inyección de toxinas por la alimentación de las ninfas (Bujarnos y Ramos, 2015), y la secreción de mielecilla y en consecuencia el crecimiento de hongos (fumaginas) los cuales obstruyen el proceso de fotosíntesis (Bujarnos y Ramos, 2015), sin embargo, la importancia de los daños indirectos se debe a la transmisión de procariones y fitoplasmas (Garzón et al., 2005; Bujarnos y Ramos, 2015).

3.1. Directos.

Este daño lo causan solo las ninfas, debido a la inyección de toxinas, inducen síntomas en las hojas de las plantas de papa que se conoce como amarillamiento de la papa y que llega a causarle el manchado del tubérculo. En tomate, papa y chile los daños ocasionados por las ninfas pueden matar a las plantas si se establecen en sus hojas antes de su floración. En las hojas colonizadas por las ninfas se ha encontrado una actividad anormal tipo hormonas. Las plantas se ven amarillentas y raquíticas, con merma de rendimiento y tubérculos pequeños, de poca calidad comercial. Si las ninfas permanecen en la planta, también llegan a causar el manchado del tubérculo; no obstante, éste, como semilla, puede producir plantas normales si no fue infectado por el patógeno (**Garzón, 2002; Bujarnos y Ramos, 2015**).

3.1.1. Daños por amarillamiento causado por psílicos.

El amarillamiento causado por psílicos es una enfermedad sistémica infecta toda la planta de papa y otras solanáceas (**Bujarnos y Ramos, 2015**). Las plantas con síntomas de amarillamiento incluyen una reducción en el crecimiento, falta de vigor en el nuevo follaje, clorosis o enrojecimiento / color púrpura de las hojas, deformación basal de hojas, entrenudos acortados y engrosadas, linfáticos agrandados, tubérculos aéreos, senescencia prematura y muerte de la planta. El amarillamiento marginal y el doblamiento hacia arriba o el enrollamiento de las hojas más jóvenes son de diagnóstico típico de los amarillamientos causados por psílicos. Los estudios histológicos de las plantas enfermas encontraron grandes depósitos de gránulos de almidón en la corteza y la médula de los tallos y pecíolos, así como en la necrosis del floema en los tallos, estolones y raíces. Otros estudios concluyen que se disminuyeron los contenidos de nitratos, clorofila y caroteno, y la disminución de los contenidos en almidón en los tubérculos de plantas enfermas por el amarillamiento de los psílicos (**Bujarnos y Ramos, 2015**).

El amarillamiento causado por psílicos en plantas enfermas de papas y tomates demuestra disminuciones significativas en los rendimientos. Los tubérculos a partir de plantas de papa infectadas con amarillamientos son pequeños, deformes, flácidos, y tienen una piel áspera. Estos tubérculos a menudo han asociado con ellos varios efectos tales como germinación temprana, brotes débiles y las plantas significativamente menores. En los tomates, los síntomas foliares son similares a los de las papas además del efecto sobre el

tamaño y calidad de los frutos y el rendimiento puede reducirse significativamente debido al amarillamiento causado por los psílidos (**Cranshaw, 1994; Bujarnos y Ramos, 2015**), con pérdidas que alcanzan el 80% (**Liu y Trumble, 2006; Bujarnos y Ramos, 2015**).

En general, los estadios ninfales de *B. cockerelli* son la etapa del ciclo biológico que producen la enfermedad causada por el amarillamiento, y parece que son inherentemente toxigénica (**Cranshaw, 1994 citado por Bujarnos y Ramos, 2015**). Mediante pruebas repetidas (**Richards et al., 1933 citado por Bujarnos y Ramos, 2015**), encontraron que las densidades tan altas de adultos de *B. cockerelli* por planta de papa, no lograron producir síntomas de amarillamiento. Aunque **Daniels (1934) citado por Bujarnos y Ramos, 2015** encontró que los adultos fueron capaces de producir síntomas de la enfermedad en plantas de tomate para trasplante. **Richards (1931)** encontró que menos de 15 ninfas no indujeron síntomas uniformes de la enfermedad en las papas, pero con infestaciones mayores, los síntomas aparecen entre 4-6 días.

Las plantas de papa pueden reanudar una apariencia normal y saludable si las ninfas son eliminadas 5-10 días después de la aparición de los primeros síntomas (**Arslan et al., 1985 citado por Bujarnos y Ramos, 2015**). Para los tomates, las relaciones con respecto al número de ninfas por planta y el umbral de daño resultante puede variar entre los cultivares; sin embargo, van a aparecer síntomas de amarillamiento cuando al menos ocho ninfas se alimenten en plantas de tomate de dos semanas de edad. Estudios adicionales encontraron que los cultivares de tomate también exhiben diferentes potenciales de recuperación, y como una medida conservadora recomiendan tratar cultivares de tomate cuando el número de *B. cockerelli* sea de 10 ninfas por planta por un período de cinco días. (**Liu y Trumble, 2006 citado por Bujarnos y Ramos, 2015**)

A través de injertos con papas, los amarillamientos pueden causar efectos similares en plantas de papas sanas; sin embargo, los injertos sucesivos dan lugar a una recuperación gradual de la plantas (**Cranshaw, 1994; Bujarnos y Ramos, 2015**), lo que sugiere que un microorganismo patógeno no está involucrado con tales amarillamientos y apoya la hipótesis de la toxina. Quizás la demostración práctica más contundente ocurre cuando en un cultivo de papa se controlan las poblaciones de *B. cockerelli* que son la fuente primaria de la toxina, existe una remisión de los efectos causados por la saliva toxica.

3.2. Indirectos.

Se ha relacionado a *B. cockerelli* con las enfermedades:

3.2.1. Punta morada de la papa.

Los síntomas de la PMP se caracterizan por un achaparramiento de la planta, abultamiento del tallo en los lugares de inserción de las hojas, formación de tubérculos aéreos y las hojas superiores tienden a adquirir una coloración morada en algunas variedades. Los tubérculos provenientes de plantas con síntomas de PMP desarrollan un pardeamiento interno y generalmente no brotan, o si lo hacen, sus brotes son muy delgados o ahilados **(Rubio et al., 2011 citado por Bujarnos y Ramos, 2015)**.



Figura 12. Punta morada de la papa.

Fotografía: Dr. Alberto Flores Olivas.

2.2.2. Unidad de Análisis

Temperatura y desarrollo para Paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc)

(Villanueva, 2015) indica, el tiempo promedio requerido del desarrollo de huevo a adulto es de 15 a 30 días a una temperatura de 27°C la cual favorece el desarrollo y supervivencia; temperaturas bajo 15°C o sobre 32°C afecta adversamente. También **(Bujarnos y Ramos, 2015)** manifiesta, el rango óptimo de temperatura es de 21-27°C, temperatura arriba de 32°C es perjudicial para *B. cockerelli* porque reduce la puesta de huevos y la eclosión, 27 °C es la temperatura óptima para el psílido.

CÁPITULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1. Hipótesis

Uno de los dos extractos tiene mayor control para punta morada o paratrioza, *Bactericera cockerelli* (Sulc) en la papa en condiciones de laboratorio

3.2. Objetivos

3.2.1. Objetivo General.

Determina el efecto en Paratrioza, *Bactericera cockerelli* (Sulc) de dos extractos vegetales de zorroyuyo (*Tagetes zypaquirensis* Bonpl) e higuierilla (*Ricinus communis*) en laboratorio

3.2.2. Objetivos Específicos.

- Determinar la dosis más eficiente de los extractos con mayor efecto en la mortalidad de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc) en condiciones controladas de laboratorio.
- Identificar cuál de los dos extractos tiene mayor control en la patarioza (*Bactericera cockerelli* Sulc)
- Determinar el estado en el que se produce un mejor control (huevos, adulto) mediante la utilización de los extractos estudiados.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del experimento

El trabajo de investigación se realizó en la Granja Experimental Docente “Querochaca”, Facultad de Ciencias Agropecuarias (Universidad Técnica de Ambato), ubicada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua (01° 21’S; 78° 36’O), con una altitud de 2865 m.s.n.m.; datos tomados con GPS.

4.2. Características del lugar

Según los datos registrados en la estación meteorológica de primer orden de la Granja Experimental Docente Querochaca, el clima está clasificado como templado frío semiseco, con una temperatura media de 14,5°C y la humedad relativa media de 77,25%.

4.3. Equipos y materiales

4.3.1. Equipos.

- Microscopio
- Estereoscopio

4.3.2. Materiales.

- Vasos de precipitación
- Probetas
- Pipetas graduadas
- Goteros
- Tarrias plásticas
- Mallas
- Esponja

4.4. Variables

- Variable dependiente tasa de mortalidad de ParatRIOZA (*Bactericera cockerelli* Sulc)
- Variable independiente extractos vegetales de Zorroyuyo (*Tagetes zypaquirensis* Bonpl) e Higuierilla (*Ricinus communis*).

4.5. Factores en estudio

Extractos vegetales

1. Zorroyuyo (*Tagetes zypaquirensis* Bonpl)
2. Higuierilla (*Ricinus communis*)

4.5.1. Extractos vegetales (X).

1. X1 Zorroyuyo (*Tagetes zypaquirensis* Bonpl)
2. X2 Higuierilla (*Ricinus communis*)
- 3.1. X3 Testigo (Sin extractos solo agua destilado paratRIOZA)
- 3.2. X4 Testigo (Control químico (engeo) para paratRIOZA)

4.5.2. Dosis de extracto vegetal (D).

Como referencia para este estudio se tomaron las dosis de **Granado et al sf** ya que el hizo un estudio con el tema: Susceptibilidad de *Bactericera cockerelli*.

D1 = 1%

D2= 5 %

D3 = 10%

D4 = 20%

4.5.3. Tratamientos.

Los tratamientos son la combinación de los factores de estudio los que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3

Tratamientos

Nº	Tratamiento	Descripción
1	X1D1	Extracto de zorroyuyo 1%
2	X1D2	Extracto de zorroyuyo 5%
3	X1D3	Extracto de zorroyuyo 10%
4	X1 D4	Extracto de zorroyuyo 20%
5	X2 D1	Extracto de higuierilla 1%
6	X2 D2	Extracto de higuierilla 5%
7	X2 D3	Extracto de higuierilla 10%
8	X2 D4	Extracto de higuierilla 20%
9	Testigo	Sin extractos solo agua destilado paratrioza
10	Testigo	Control químico (engeo) para paratrioza

4.6. Diseño experimental

En esta investigación se realizó un diseño de parcelas usando el arreglo factorial $2 \times 4 \times 2$ con tres repeticiones y la prueba de comprobación se realizó con la media de Tukey al 5% aplicando el Software Estadístico STATISTIX versión 10.

4.6.1. Esquema del ensayo

Bloques	o									
Repeticiones	Tratamientos (T)									
s B										
B1	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
B2	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
B3	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10

4.7. Manejo del experimento

4.7.1. Recolección de paratrioza.

- Se visitaron cultivos de solanáceas afectados con paratrioza
- Se identificaron los estados de paratrioza en huevos y adultos que son los más visibles.
- Las muestras de paratrioza capturada junto con el material vegetal de la papa (hojas), para identificar el lugar donde.
- Se tomaba la muestra utilizando GPS.

Tabla 4. Cultivo afectado por paratrioza

Edad del cultivo	Lugar	Coordenadas
3 meses	Cevallos	M0766342,9848713

- Se recolectó hojas con síntomas de infestación de paratrioza en su estado de huevos y adultos en fundas plásticas estériles.
- Una vez recolectadas las muestras se trasladaron inmediatamente al Laboratorio de Entomología de la facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato.
- Se colocaron las hojas en cajas plásticas cubiertas con malla para evitar su diseminación.
- La muestra de paratrioza se clasifico de acuerdo a los tratamientos.
- Establecer el ciclo de paratrioza y seleccionar el estadio en el cual se aplicaron los extractos.

4.7.2. Recolección de especies vegetales (hojas de zorroyuyo de higuera).

- Se realizó un recorrido por el cantón Cevallos para la recolección de zorroyuyo e higuera se visualizar su estado fisiológico desarrollado y determine el lugar de la recolección de la especie, utilizando un GPS.

Tabla 5. Especie vegetal con potencialidad insecticida.

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Lugar de recolección	Coordenadas
Zorroyuyo	<i>(Tagetes zypaquirensis Bonpl)</i>	Cevallos	M0766454, 9848526
Higuera	<i>Ricinus communis</i>	Cevallos	M0766477, 9848486

- Se recolectó la especie en fundas de papel aproximadamente 2 kg de cada especie a ser evaluada.
- La recolección se realizó en las primeras horas de la mañana y de hojas que han completado su crecimiento.
- Las muestras son identificadas, para ingresar al laboratorio de Sanidad Vegetal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato para su extracción.

4.7.3. Obtención de extractos vegetales.

Se recolectó aproximadamente 2 kg de materia fresca siguiendo los lineamientos de **(Govindarajan et al. 2011 citado por Granados (sf)**, este método establece que una vez colocado la plantas de zorroyuyo e higuera se lavó con agua de grifo y se colocan sobre papel periódico en la sombra para su secado, luego se pulveriza el material en un molino mecánico para obtener el polvo que utilizó posteriormente hidratado. Los extractos acuosos se prepararon colocando 30 g de planta seca pulverizado en un matraz con 150 ml de agua destilada, tapándole herméticamente, agitando la mezcla y dejándole reposar por 24 horas posteriormente se filtra utilizando papel filtro Whatman N1 para obtener el

extracto crudo para cada tratamiento y de esta solución se preparan las dosificaciones de 20, 10, 5, 1 %.

Los extractos metanólicos (1:1) se elaboraron agregando 15 g de planta molida seca en 70 mL de disolvente metanol contenidos en un matraz, se maceraron las especies vegetales por tres días y posteriormente se secó el disolvente con aireación mecánica. Del extracto crudo se tomó 2 g y se diluyó en 10 mL de agua destilada con polisorbato 20 al 0.01 % que se utilizó como emulsificante, se centrifugó por 5 min para homogenizar la muestra y se filtró en papel filtro Whatman N°1 para evitar grumos, obteniendo la dosis del 20 %; a través de dilución volumétrica en serie se elaboraron las dosis subsecuentes.

4.7.4. Conducción del Experimento.

Para establecer la reproducción masiva de paratrioza se recolectaron aproximadamente 300 adultos de un cultivo de papa establecido de la parroquia Izamba. La paratrioza se trasladó en una jaula entomológica rectangular de 1x1x1 m que en su interior contendrá follaje de un cultivo de 3 meses para que las hembras se mantengan y opositen, una vez que la planta este infectada a los 7 días se retirara de la jaula el follaje sacudiendo fuertemente para que los adultos voladores y ninfas se caigan en un bio espacio de 3x3x3 m este proceso se realizó en forma periódica para disponer de paratrioza, en sus instar 2, que nos sirvió para la investigación. los mismos que posteriormente se llevaron a un microclima con temperatura y humedad controlada para su adaptación hasta que la paratrioza llegue al instar 4 y 5 que será donde se aplicaran los extractos de zorro yuyo e higuierilla.

Para la identificación de sus estadios se recolecto adultos los mismos que se colocó sobre hojas de solanáceas en los que se registraran los estadios de paratrioza

Los bioensayos se desarrollaron con los métodos experimentales de atomización de la hoja utilizado por (Akhtara et al.2012 citado por Granados sf) Para esto se utilizaron tarrinas plásticas con malla con una esponja mojada, posteriormente se ubicaron grupos de 10 ninfas de 4to y 5to instar de *B. cockerelli* sobre las hojas con la ayuda de pinceles entomológicos. Se aplicó por medio de un atomizador casero en cada uno de los tratamientos con las diferentes dosis y se dejó secar a temperatura ambiente. La mortalidad se determinó 24, 48 y 72 h post aplicación, se extrae la hoja de la planta de

papa y se contabilizaron los insectos muertos con ayuda de un microscopio estereoscópico, las 60 hojas se ubicaron sobre cajas Petri con papel filtro humedecido para realizar el conteo a las 24, 48 y 72 h

4.8. Datos tomados

4.8.1. Número de individuos muertos.

Para este valor se colocó 10 individuos sobre una unidad de cría en los cuales se aplicó por aspersión las diferentes dosis de los extractos establecidos. Y se registró datos de individuos muertos cada 24, 48 y 72 horas.

4.8.2. Viabilidad de los huevos.

Se colocaron 10 huevos de 2 días sobre una unidad de cría, para lo cual se registró el tiempo de eclosión y se comparó con el testigo, con lo que se determinó el efecto de los extractos sobre la viabilidad, estos valores se registraron cada 24 horas, durante los 6 días.

4.8.3. Efecto subletal.

Para este valor se colocaron 10 individuos en instar 4 y 5 por unidad de cría, a los que se evaluó la longevidad, el tiempo de duración de cada fase de desarrollo. Los mismos que se registró cada 24 horas hasta la emergencia del adulto.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Número de individuos muertos

5.1.1. Mortalidad en ninfas.

Mediante la prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de mortalidad a las 24 horas (tabla 6, figura 1) se determina que existen 3 rangos: en el rango “B” se observó el mayor porcentaje de mortalidad con el uso de extracto de higuierilla al 20% y 5% los cuales provocaron 20% de mortalidad en ambos casos. Este valor comparado con Granados (2010) que obtuvo en el V instar con concentración de 20% una mortalidad de entre 13 y 22% de ninfas, son valores coincidentes considerándose que esta dosis no tiene resultado favorable.

Contrariamente, los extractos de higuierilla al 1% y de zorroyuyo al 1% y 5% provocaron la menor tasa de mortalidad 3,3%, los cuales produjeron un efecto similar al agua. Este porcentaje comparado con Granados (2010) quien obtuvo en el V instar entre 2,50 y 16,67% de mortalidad son valores similares igualmente esta dosis no es favorable

Finalmente, el grupo “C” correspondió al efecto químico (Engeo) que produjo 40 % de mortalidad, que resultó ser superior a todos los tratamientos.

Luna et al (2011) determinaron la mortalidad de ninfas en el IV instar de *Bactericera cockerelli* 24 h después de su exposición a hojas de jitomate tratados con 4 insecticidas diferentes obteniendo porcentajes superiores:

Abamectina con dosis de 1,2 L/ha (180 mg/L ingrediente activo) 100% de mortalidad

Spinosad 0.5 L/ha (600 mg/L ingrediente activo)) 30 % de mortalidad

Imidacloprid 1.0 L/ha (3500 mg/L ingrediente activo) 8% de mortalidad no significativa

Determinándose que Abamectina es el insecticida más eficaz

Tabla 6. Porcentaje de mortalidad de ninfas de cuarto instar de *Bactericera cockerelli* por efecto de extractos de zorroyuyo e higuierilla después de 24 horas de aplicación

Extracto	Dosis (%)	Porcentaje	Rango
Agua	0	0	A
Zorroyuyo	5	0	A
Zorroyuyo	1	3,3	A
Higuerilla	1	3,3	A
Zorroyuyo	10	6,7	AB
Higuerilla	10	10	AB
Zorroyuyo	20	13,3	AB
Higuerilla	20	20	B
Higuerilla	5	20	B
Químico	0,01	40	C

Valores promedio en una columna seguidos de la misma letra no mostraron diferencias significativas según Tukey ($p < 0.05$).

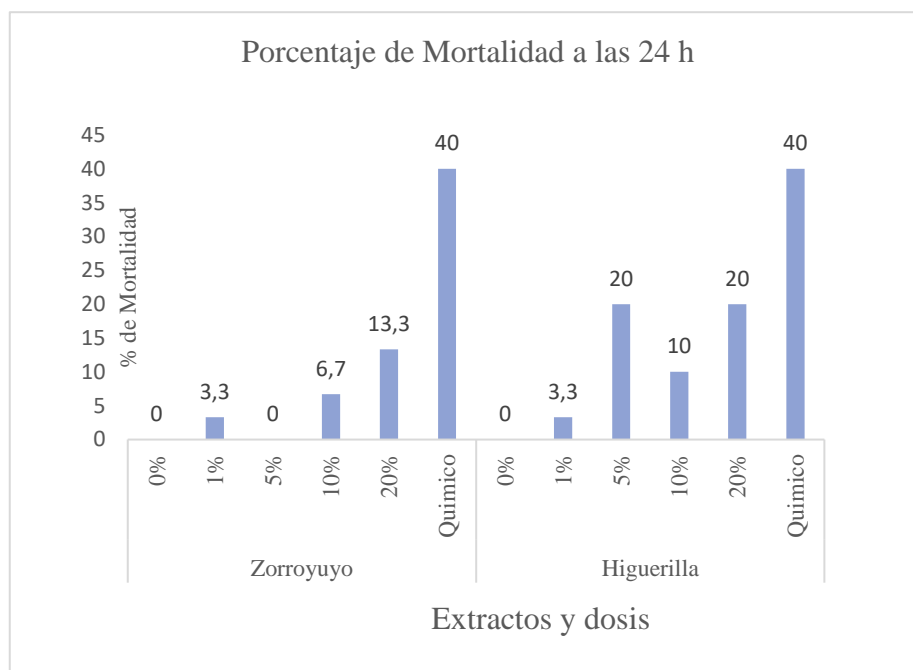


Figura 13. Porcentaje de mortalidad a las 24 horas

Mediante la prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de mortalidad a las 48 horas (tabla 7, figura 2) se determina que existen 4 rangos, siendo el grupo “D” el que mostró la mayor tasa de mortalidad (53,3 %) y estuvo conformado por el extracto de higuierilla al 20 %, el cual produjo un efecto similar al uso del producto químico, seguido del rango “CD” en el cual se evidenció 43,3 % de mortalidad por la aplicación de extracto de zorroyuyo al 20 %. Por otra parte, el extracto de higuierilla al 5 % y de zorroyuyo al 1 %, provocaron las menores tasas de mortalidad, tiene un porcentaje de mortalidad del 16.7% provoco la menor tasa de mortalidad, 16,7 y 23,3 %, respectivamente.

Tabla 7. Porcentaje de mortalidad de ninfas de quinto instar de *Bactericera cockerelli* por efecto de extractos de zorroyuyo e higuierilla después de h de aplicación

Extracto	Dosis	Porcentaje	Rango
Agua	0%	0	A
Higuierilla	5%	16,7	AB
Zorroyuyo	1%	23,3	B
Zorroyuyo	5%	23,3	B
Higuierilla	5%	33,3	BC
Higuierilla	10%	33,3	BC
Zorroyuyo	10%	33,3	BC
Zorroyuyo	20%	43,3	CD
Higuierilla	20%	53,3	D
Químico	0.01%	53,3	D

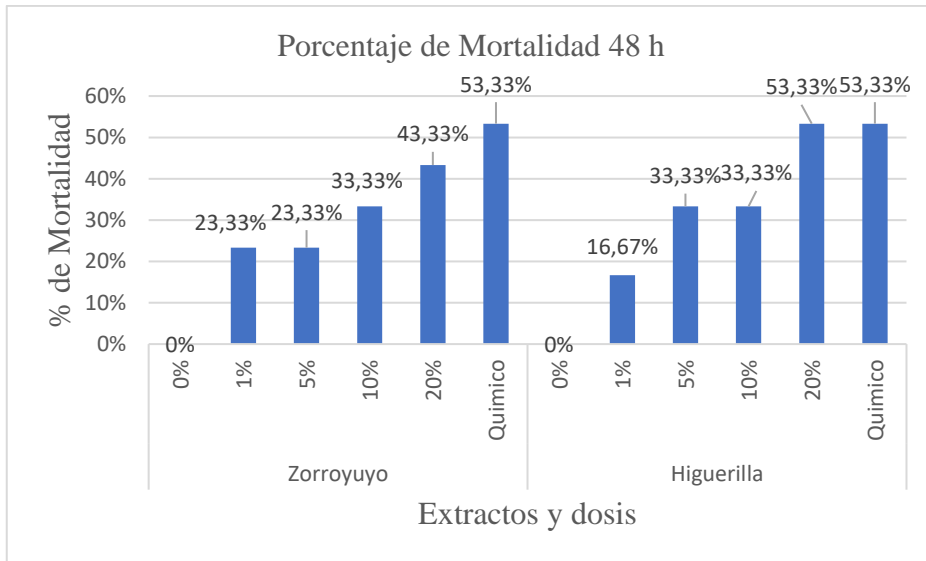


Figura 14. Porcentaje de mortalidad a las 48 horas

La prueba de medias para el porcentaje de mortalidad a las 72 horas (tabla 8, figura 3) se determina que existe 6 rangos: “EF” que evidenció el mayor porcentaje de mortalidad producido por los extractos de higuierilla y zorroyuyo al 20% con 66,67% y 63,3%, respectivamente, los cuales resultaron similares al efecto producido por el uso del producto químico con un 80% de mortalidad. Con el rango” DEF” que corresponde al extracto de higuierilla al 10% de concentración con un porcentaje de mortalidad de 60% mientras que en el rango “CDE” que corresponde al extracto de zorroyuyo al 10% con un porcentaje de mortalidad de 46.67% estos son los rangos más representativos eficientes para el control de paratirozoa, contrariamente los rangos “BC” y “C” tienen un porcentaje menor al 40 % esto provoca una menor tasa de mortalidad.

Tabla 8. Porcentaje de mortalidad de ninfas de quinto instar de *Bactericera cockerelli* por efecto de Extractos de zorroyuyo e higuierilla después de 72 h de aplicación

Extracto	Dosis	Porcentaje	Rango
Agua	0%	10	AB
Higuierilla	1%	30	BC
Zorroyuyo	1%	33,3	C
Zorroyuyo	5%	36,37	C
Higuierilla	5%	40	CD
Zorroyuyo	10%	46,67	CDE
Higuierilla	10%	60	DEF
Zorroyuyo	20%	63,3	EF
Higuierilla	20%	66,67	EF
Químico	0.01%	80	F

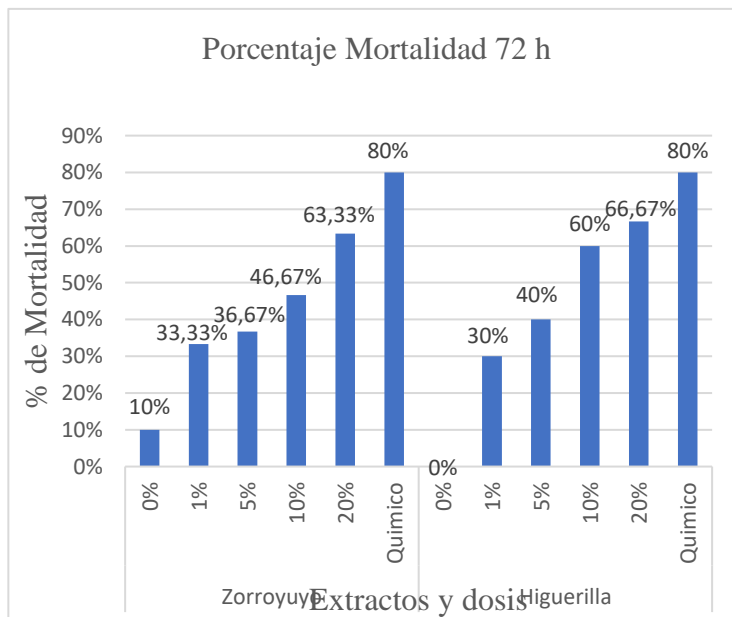


Figura 15. Mortalidad *B. cockerelli* a las 72 horas

5.1.2. Viabilidad en huevos *Bactericera cockerelli*

La viabilidad de los huevos de *B. cockerelli* Sulc de cinco días de edad varió con el tipo de extracto y la dosis aplicada (tabla 9, figura 4).

Mediante la prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de viabilidad de los huevos a los 5 días (tabla 9, figura 4) se determina que existen 7 rangos: en el rango “A” con el mayor porcentaje de viabilidad observado en las hembras tratadas con agua (100%), seguido de aquellas hembras tratadas con extracto de higuierilla al 5 % y Zorroyuyo 1 %, los cuales mostraron viabilidad de 83,3 y 86,6 %, respectivamente. Por otra parte, la mayor reducción de la viabilidad de huevos se observó con la aplicación de Engeo que redujo totalmente la viabilidad, seguido de las hembras a las que se aplicó extracto de zorroyuyo e higuierilla al 20 %, con los cuales la viabilidad se redujo 30 y 40 %, respectivamente. El resto de los tratamientos mostró valores intermedios.

Tabla 9. Análisis de varianza para el porcentaje de viabilidad de *Bactericera cockerelli* a las 5 días.

Extracto	Dosis	Porcentaje	Rango
Agua	0	100,0	A
Higuierilla	5	86,7	AB
Zorroyuyo	1	83,3	ABC
Higuierilla	1	80,0	ABC
Zorroyuyo	5	70,0	BCD
Zorroyuyo	10	63,3	CD
Higuierilla	10	56,7	DE
Higuierilla	20	40,0	EF
Zorroyuyo	20	30,0	F
Químico	0.01	0,0	G

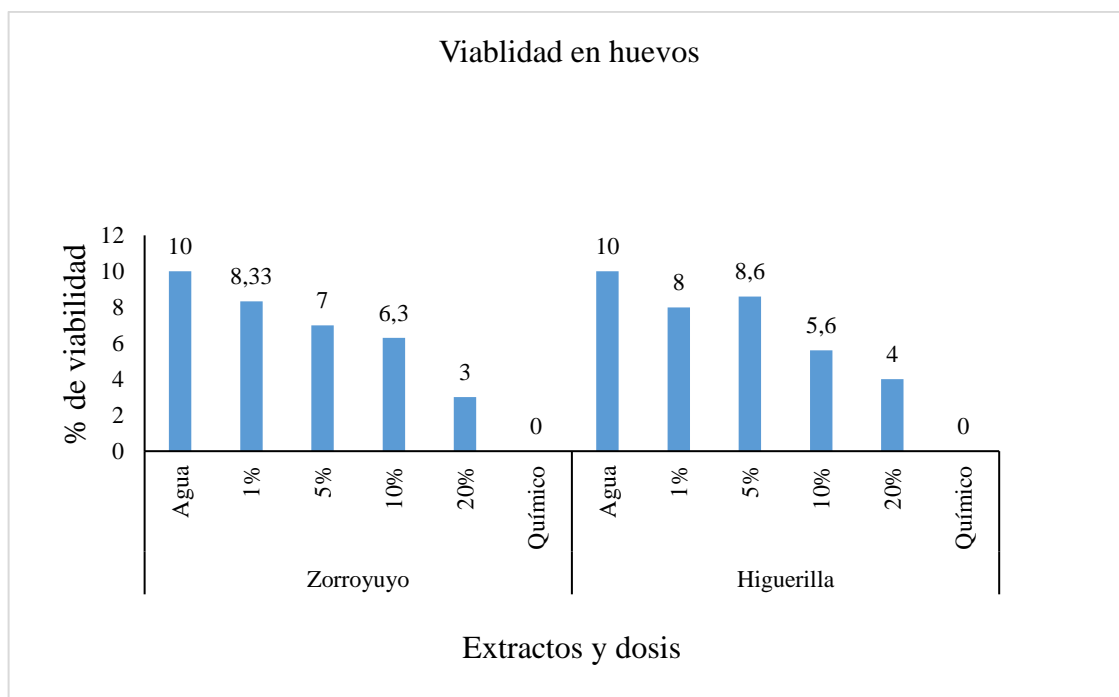


Figura 16. Viabilidad en huevos

5.1.3. Efecto subletal en *Bactericera cockerelli* (longevidad)

El tiempo de vida de los adultos sobrevivientes, denominado como longevidad, a la aplicación de los extractos también fue afectado tanto por el extracto como las dosis usadas (tabla 10, figura 5). Similar a lo observado en la viabilidad de huevos, la mayor reducción del tiempo de vida fue alcanzada con el uso del producto químico y de los extractos de zorroyuyo e higuierilla al 20 %, con los que los adultos solo lograron vivir entre 3 y 4 días, mientras que los adultos que fueron tratados con agua zorroyuyo al 1 y 5 % e higuierilla al 1% los adultos vivieron entre 8 y 10 días, lo que representa más del doble de la longevidad de los adultos tratados con las mayores concentraciones. De manera similar, el resto de los tratamientos mostró valores intermedios.

Luna et al. (2011) evaluaron la toxicidad de insecticidas en pupas del parasitoide. Los cuatro productos evaluados redujeron la emergencia de adultos del parasitoide y la respuesta fue diferencial entre los tratamientos. El imidacloprid a dosis de 1.0 L ha^{-1} nulificó por completo la emergencia de los parasitoides, mientras que la abamectina, spinosad y azadiractina causaron reducciones del 42, 26 y 12% de emergencia, respectivamente

Tabla 10. Efecto subletal en *B. cockerelli*

Extracto	Dosis %	Días	Rango
Químico	0.01	3	A
Zorroyuyo	20	4	AB
Higuerilla	20	4	AB
Higuerilla	10	5	B
Zorroyuyo	10	5	B
Higuerilla	5	8	C
Zorroyuyo	5	8	C
Higuerilla	1	9	C
Zorroyuyo	1	9	C
Agua	0	10	C

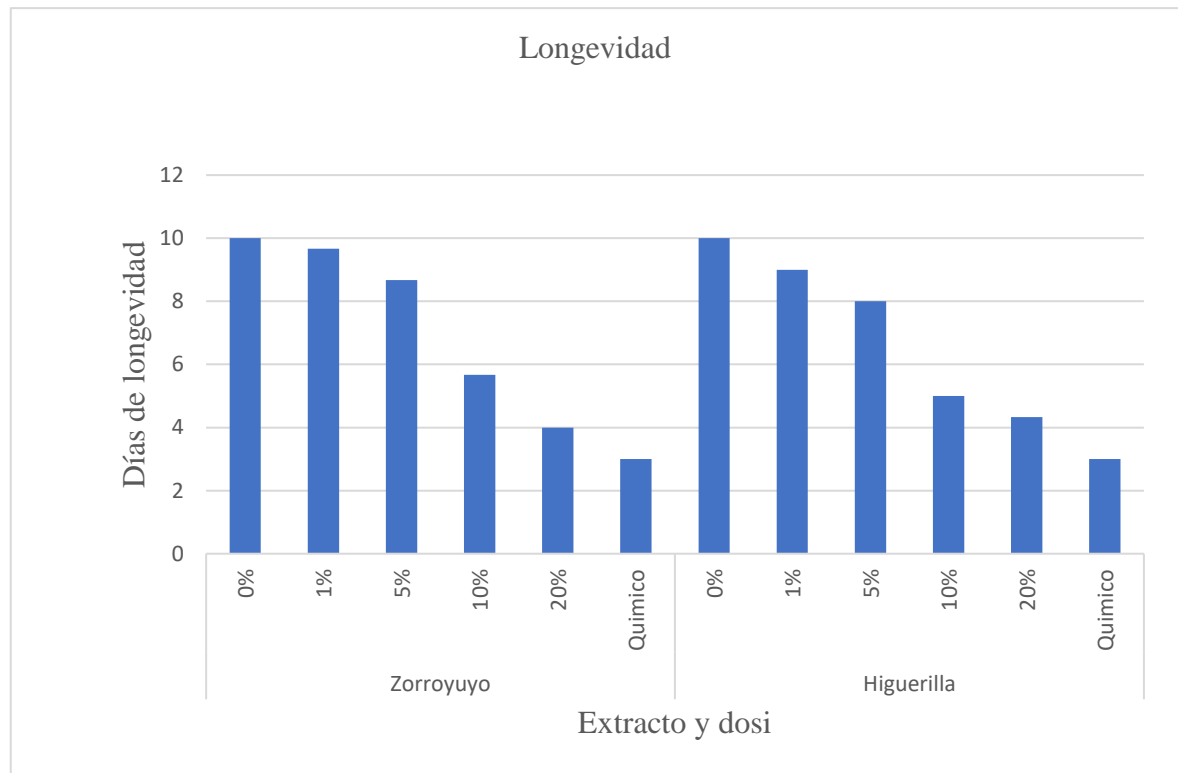


Figura 17. Efecto subletal

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1. Conclusiones

Los resultados de la presente investigación demuestran que los extractos de higuierilla con dosis de 20 y 5% alcanzaron a una mortalidad de 20% de ninfas de cuarto instar de *Bactericera cockerelli* (Sulc) después de 24 h de aplicación, debiendo anotar que con el tratamiento químico con engeo alcanza el mayor porcentaje de mortalidad con el 40%, mostrando diferencia significativo con los tratamientos de extractos de zorroyuyo e higuierilla.

El porcentaje de mortalidad de ninfas de quinto instar de *Bactericera cockerelli* (Sulc) a las 48 horas de aplicación, el efecto del extracto de higuierilla con dosis de 20% alcanza a 53,3% de mortalidad, con este mismo valor se ubica el tratamiento químico con engeo, seguidamente tenemos el extracto de zorroyuyo a la dosis del 20% con 43,3% de mortalidad.

El porcentaje de mortalidad de ninfas de quinto instar de *Bactericera cockerelli* (Sulc) a las 72 horas de aplicación, el efecto del extracto de higuierilla con dosis de 20% alcanza 66,67%, pero supera el tratamiento químico con 80% de mortalidad, luego le sigue el extracto de zorroyuyo con dosis de 20% y con 63,3% de mortalidad.

La viabilidad de los huevos de *Bactericera cockerelli* (Sulc) de cinco días de edad demuestra al tratamiento con agua es del 100%, en tanto el tratamiento químico con engeo dosis de 0,01% presenta 0% de viabilidad, seguido de zorrouyu con dosis de 20% y una viabilidad del 30%.

Efecto subletal en *B cockerelli*, es decir el tiempo de vida de los adultos refleja que el tratamiento químico (engeo) a la dosis de 0,01% es el más eficaz que vivieron 3 días, seguido por los extractos de zorroyuyo e higuierilla con dosis de 20% tuvieron una vida de 4 días.

Del análisis de los porcentajes de mortalidad obtenidos se ve claramente que el tratamiento químico fue el más efectivo, seguido de los extractos de zorroyuyo e higuerilla con dosis del 20%.

6.2. Bibliografía

- Alvarez, D., Botina, J., Ortiz, A. y Botina; L. (2016). Evaluación nematocida del aceite esencial de *Tagetes zypaquirensis* en el manejo del nematodo *Meloidogyne* spp. Revista de Ciencias Agrícolas, 33(1), 22-33.
- Baldeón, B., & Del Rocío, X. (2012). Actividad Insecticida de los Aceites Esenciales de *Tagetes minuta*, *Tagetes terniflora* y *Tagetes zipaquirensis* sobre *Premnotrypes vorax* (Bachelor's thesis).
- Baldeón, X. (2011). Actividad insecticida de los aceites esenciales de *Tagetes minuta*, *Tagetes terniflora* y *Tagetes zipaquirensis* sobre *Premnotrypes vorax*. (Tesis pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Bujanos, M., y Ramos, R. (2015). El psílido de la papa y tomate *Bactericera* (= *Paratrioza*) *cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): ciclo biológico; la relación con las enfermedades de las plantas y la estrategia del manejo integrado de plagas en la región del OIRSA. México: Corporativo Editorial Tauro SA de CV.
- Carranza, G. E. (2017). Evaluación de la actividad antifúngica in vitro de cinco extractos vegetales (EV) contra *Colletotrichum* spp. Aislado de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) (Tesis pregrado). Universidad Técnica de Ambato. Ambato. Ambato, Ecuador.
- Collavino, M., Pelicano, A., y Giménez, R. (2006). Actividad insecticida de *Ricinus Communis* L. sobre *Plodia interpunctella* Hbn. (Lepidoptera: Phycitinae). Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, 38(1), 13-18
- Corradine, D., Beltrán, I., Corredor, Y. y Moreno, D. (2014). Eficiencia del extracto de *Ricinus communis* para el control del mosquito *Culex*. Revista científica, 2(19), 86-92.

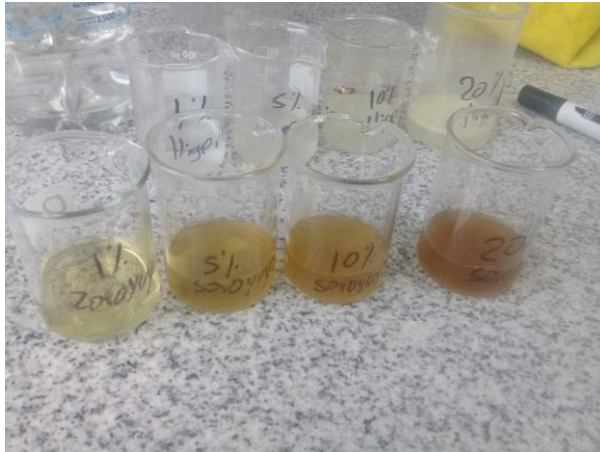
- Díaz, F., Serrato, M., M. y León, J. (2012). Composición del aceite esencial de *Tagetes lacerata*, planta endémica de Baja California Sur, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 83(2), 543-547.
- Espinosa, H., Rodríguez, R., y Bravo, E. (2013). Guía para cultivar higuierilla en condiciones de temporal, en los Valles Centrales de Oaxaca. *Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Folleto para productores N° 13*. 44p.
- Garzón, J., Cárdenas, O., Bujanos, R., Marín, A., Becerra, A., Velarde, S., Reyes, C., González, M, y Martínez, J. (2009). Asociación de Hemiptera: Triozidae con la enfermedad 'permanente del tomate' en México. *Agricultura técnica en México*, 35(1), 61-72.
- Gómez, M. R., Cesar, E. S., Rivera, J. M., Flores, J. R., Salgado, J. H., & Méndez, J. P. (2008). Evaluación de insecticidas alternativos para el control de paratrioza (*Bactericera cockerelli* By L.)(Homoptera: Triozidae) en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.). *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 7(1), 47-56.
- Granados, C. (2010). Alternativas biorracionales para el control de paratrioza *Bacteriza cockerclli* Sulzer (Hemiptera: Psyllidae) en laboratorio (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional. Santa Cruz, Xoxocotlán, Oaxaca, México.
- Guerrero, A. (2016). Ecuador: personajes y especies (Galápagos y Continente). Recuperado de <http://pinzonesygorriones.blogspot.com/2016/03/flora-de-quito-si-te-flora-de-la.html>
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, EC.) (2015). Censo Nacional Agropecuario-Ecuador 2010. Quito, Ec. Recuperado de http://inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=111&Itemid=126
- INTAGRI. (2018). Género *Tagetes* en el Control de Plagas. Serie Agricultura Orgánica, Núm. 17. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.
- Leal, D., y Jiménez, H. (2009). Caracterización morfológica de cinco ecotipos de higuierilla (*Ricinus communis*) en la ESPOL "Campus Gustavo Galindo". 1-9

- Luna, A., Lomeli, J., Rodríguez, E., Ortega, L. y Huerta, A. (2011). Toxicidad de cuatro insecticidas sobre *Tamarixia triozae* (Burks) (Hymenoptera: Eulophidae) y su hospedero *Bactericera cockerelli* (Sulc)(Hemiptera: Triozidae). *Acta zoológica mexicana*, 27(3), 509-526.
- Pacheco, C. (2009). *Efectos del extracto hidroetanólico de higuera Ricinus comunis L. sobre el adulto del picudo del agave Scyphophorus acupunctatus Gyllenhal* (Tesis de posgrado). Instituto Politécnico Nacional. Morelos, México.
- Peredo, H., Palou, E., y López A. (2009). Aceites esenciales: métodos de extracción. *Temas seleccionados de Ingeniería de alimentos*, 3(1), 24-32.
- Ramírez, M., Cesar, Santamaría, C., Méndez, J., Ríos, J., Hernández, J. y Pedro, J. (2008). Evaluación de insecticidas alternativos para el control de paratrioza (*Bactericera cockerelli* By L.) (Homoptera: Triozidae) en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.). *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 7(1), 47-56.
- Ramos, E. G. (2015). *Obtención de u insecticida biológico a partir de la Higuera (Ricinus communis)*. (Tesis tercer nivel), Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.
- Rodríguez, E., Aragón, A., Aragón, M., Cecilia, B., Pérez, B., y López, (sf). Efectos del extracto vegetal de higuera (*Ricinus communis* L., 1753) sobre larvas del depredador natural *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae).
- Rubio, O. A., Almeida, I. H., Ireta, J., Sánchez, J. A., Fernández, R., Borbón, J. T. ... y Cadena, M. A. (2006). Distribución de la punta morada y *Bactericera cockerelli* Sulc. en las principales zonas productoras de papa en México. *Agricultura técnica en México*, 32(2), 201-211.
- Silva, J. (2014). Evaluación de la actividad insecticida y/o repelente" in vivo" del extracto acuoso de *Artemisia absinthium* y aceites esenciales de *Tagetes minuta* y *Tagetes zipaquirensis* sobre *Lasius niger* (Tesis Pregrado). Universidad Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Tripathi, B., Bhatia, R., Walia, S y Kumar B. (2012). Chemical composition and evaluation of *Tagetes erecta* (var. Pusa Narangi Genda) essential oil for its antioxidant and antimicrobial activity. *Biopestic. Int.* 8(2): 1-9.

Villanueva, O. (2015). Caracterización molecular del receptor de la vitelogenina en *Bactericera cockerelli* [Sulc, 1909] (Hemiptera: Triozidae) (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Nuevo León.

6.3. Anexos

Anexo 1. Fotografías del procedimiento



Preparación del estrato vegetales zorro yuyo (*Tagetes zypaquirensis*) con las diferentes dosis.



Preparación del estrato vegetales higuera (*Ricinus communis*) con las diferentes dosis.



Captura de paratrioza en en
estadio de ninfa en el instar 4 y 5



Aplicación de los extractos de
zorro yuyo e higuera en huevos
de paratrioza



Aplicación de los extractos de zorro yuyo e higerilla en ninfas de paratrioza



Toma de datos a las 24, 48, 72horas

Anexo 2. Datos obtenidos en mortalidad en paratiroidea a las 72 horas

Extracto	Dosis	Repetición	Mortalidad	Mortalidad	Mortalidad	Promedio	Promedio	Promedio
			24	48	72	24	48	72
1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	2	0	0	2	0	0	20
1	0	3	0	0	1	0	0	10
1	1	1	0	3	3	0	30	30
1	1	2	0	2	3	0	20	30
1	1	3	1	2	4	10	20	40
1	2	1	0	2	3	0	20	30
1	2	2	0	3	4	0	30	40
1	2	3	0	2	4	0	20	40
1	3	1	1	3	4	10	30	40
1	3	2	1	4	5	10	40	50
1	3	3	0	3	5	0	30	50
1	4	1	1	4	5	10	40	50
1	4	2	2	6	7	20	60	70
1	4	3	1	3	7	10	30	70
1	5	1	4	5	7	40	50	70
1	5	2	4	6	8	40	60	80
1	5	3	4	5	9	40	50	90
2	0	1	0	0	0	0	0	0
2	0	2	0	0	0	0	0	0
2	0	3	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0	2	3	0	20	1
2	1	2	1	1	3	10	10	30
2	1	3	0	2	3	0	20	30
2	2	1	1	3	4	10	30	40
2	2	2	3	4	4	30	40	40
2	2	3	2	3	4	20	30	40
2	3	1	1	3	6	10	30	60
2	3	2	1	3	6	10	30	60
2	3	3	1	4	6	10	40	60
2	4	1	2	5	7	20	50	70
2	4	2	3	6	7	30	60	70
2	4	3	1	5	6	10	50	60
2	5	1	4	5	7	40	50	70
2	5	2	4	6	8	40	60	80
2	5	3	4	5	9	40	50	90

Anexo 3. Datos obtenidos en Viabilidad en paratrioza 120 horas

Extracto	Dosis	Repetición	Horas 96	Porcentaje		SUMA	
				Horas 120	96h 120h		
1	0	1	10	0	100	0	100
1	0	2	10	0	100	0	100
1	0	3	10	0	100	0	100
1	1	1	7	1	70	10	80
1	1	2	8	1	80	10	90
1	1	3	7	1	70	10	80
1	2	1	5	3	50	30	80
1	2	2	6	1	60	10	70
1	2	3	4	2	40	20	60
1	3	1	4	2	40	20	60
1	3	2	5	2	50	20	70
1	3	3	2	4	20	40	60
1	4	1	3	1	30	10	40
1	4	2	1	1	10	10	20
1	4	3	2	1	20	10	30
1	5	1	0	0	0	0	0
1	5	2	0	0	0	0	0
1	5	3	0	0	0	0	0
2	0	1	10	10	0	100	100
2	0	2	10	10	0	100	100
2	0	3	10	10	0	100	100
2	1	1	6	1	60	10	70
2	1	2	7	2	70	20	90
2	1	3	7	1	70	10	80
2	2	1	8	2	80	20	100
2	2	2	6	3	60	30	90
2	2	3	2	5	20	50	70
2	3	1	4	2	40	20	60
2	3	2	3	2	30	20	50
2	3	3	1	5	10	50	60
2	4	1	1	3	10	30	40
2	4	2	2	2	20	20	40
2	4	3	1	3	10	30	40
2	5	1	0	0	0	0	0
2	5	2	0	0	0	0	0
2	5	3	0	0	0	0	0

Anexo 4. Datos obtenidos en longevidad en paratrioza a los 10 días

Extracto	Dosis	Repetición	Días vivos
1	0	1	10
1	0	2	10
1	0	3	10
1	1	1	9
1	1	2	10
1	1	3	10
1	2	1	8
1	2	2	9
1	2	3	9
1	3	1	6
1	3	2	6
1	3	3	5
1	4	1	4
1	4	2	4
1	4	3	4
1	5	1	3
1	5	2	3
1	5	3	3
2	0	1	10
2	0	2	10
2	0	3	10
2	1	1	9
2	1	2	9
2	1	3	9
2	2	1	7
2	2	2	9
2	2	3	8
2	3	1	4
2	3	2	6
2	3	3	6
2	4	1	3
2	4	2	5
2	4	3	5
2	5	1	3
2	5	2	3
2	5	3	3