

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### CARRERA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: “Eficacia de tres inhibidores de quitina para el control de la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*, Povolny) en semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones controladas en el cantón Bolívar provincia del Carchi”

Trabajo de titulación previa la obtención del  
Título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTOR: Marco Andrés Chulde Bolaños

TUTOR: Ing. Ramiro Mora M.Sc.

TULCÁN - ECUADOR

2019

## **CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR**

Certificamos que el estudiante Marco Andrés Chulde Bolaños con el número de cédula 0401917026 elaborado el trabajo de titulación: “Eficacia de tres inhibidores de quitina para el control de la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*, Povolny) en semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones controladas en el cantón Bolívar provincia del Carchi”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

f.....

Ing. Ramiro Mora M.Sc.

f.....

Ing. David Herrera M.Sc.

Tulcán, 25 de Enero del 2019

## AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Marco Andrés Chulde Bolaños con cédula de identidad número 0401917026 declaro: que la investigación es absolutamente original, autentica, personal. Los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

**f**.....

(Marco Andrés Chulde Bolaños)

Tulcán, 25 de Enero del 2019

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Marco Andrés Chulde Bolaños declaro ser autor de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Eficacia de tres inhibidores de quitina para el control de la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*, Povolny) en semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones controladas en el cantón Bolívar provincia del Carchi” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

f.....

Marco Andrés Chulde Bolaños

Tulcán, 25 de Enero del 2019

## **AGRADECIMIENTO**

*El presente trabajo de titulación, se lo agradezco a Dios, por permitirme culminar con éxito ésta etapa de mi vida.*

*A mis padres: Marco V. Chulde N. y Rocío M. Bolaños Y. por darme el soporte necesario y enseñarme, que con esfuerzo y perseverancia todo es posible.*

*A mi hermana: Josseline por acompañarme y participar en ésta etapa estudiantil.*

*Un agradecimiento muy sincero a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y en especial a la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario, por la acogida y preparación académica brindada, durante todo el transcurso de mi vida universitaria.*

*A mi tutor de investigación Ing. Ramiro Mora M. Sc. Por su apoyo incondicional en el desarrollo de esta investigación y constante motivación para cumplir una de mis metas.*

*Al Ing. M.Sc. Jovanny Suquillo, por su ayuda, paciencia, y por compartir sus valiosos conocimientos científicos en el desarrollo de esta investigación.*

*A mis familiares y amigos que me acompañaron durante el proceso académico, que con sus palabras de aliento y motivación contribuyeron a que este sueño se haga realidad.*

## DEDICATORIA

*A Dios por estar siempre a mi lado y darme la fuerza para superar todas las dificultades que se presentaron durante el camino.*

*A mis padres Marco V. Chulde N. y Rocío M. Bolaños Y. por ser pilares fundamentales en mi vida, ser ejemplos de sacrificio, dedicación, perseverancia y por ser las personas que más amo en el mundo.*

*A mis familiares que siempre se interesaron y preocuparon por mí, me apoyaron en todo momento expresándome palabras de aliento, buenos consejos y me ayudaron a superar cualquier tipo de dificultad.*

*De manera muy especial a mis compañeros y amigos que siempre estuvieron conmigo durante esta etapa de mi vida, los cuales me brindaron su amistad sincera, ayuda, sus palabras de ánimo para culminar con uno de mis objetivos profesionales.*

## ÍNDICE

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR .....	ii
AUTORÍA DE TRABAJO .....	iii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
ABSTRACT .....	xi
INTRODUCCIÓN .....	xii
I. PROBLEMA.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	2
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2.  Objetivos Específicos.....	3
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	3
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	4
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS / Revisión de la literatura .....	4
2.2.1 Los plaguicidas .....	5
2.2.1.1 Insecticidas reguladores de la síntesis de quitina .....	6
2.2.3 Polilla guatemalteca de la papa ( <i>Tecia solanivora</i> Povolny).....	13
2.2.3.1 Origen y distribución geográfica.....	13
2.2.3.3 Ciclo Biológico de <i>Tecia Solanivora</i> .....	14
2.2.3.3.1 Huevo.....	14
2.2.3.3.2 Larva.....	14
2.2.3.3.3 Pupa.....	14
2.2.3.3.4 Adultos.....	15
2.2.3.4 Importancia económica Pérdidas económicas ocasionadas por la plaga. .	15
III. METODOLOGÍA .....	21
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO.....	21

3.1.1. Enfoque .....	21
3.1.2. Tipo de Investigación.....	21
3.1.2.1 Bibliográfica.....	21
3.1.2.2 Aplicada .....	21
Es aplicada porque se ha utilizado los productos en estudio en semilla de papa, para controlar el ataque de las larvas de polilla guatemalteca, con el propósito de determinar la eficacia de cada uno de estos. ....	21
3.2. HIPÓTESIS.....	22
3.2.1. Hipótesis nula: .....	22
3.2.2 Hipótesis afirmativa: .....	22
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	23
3.4.1 Caracterización del área de estudio.....	24
3.4.2 Ubicación Geográfica .....	24
3.4.3 Procedimiento experimental .....	24
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	27
3.5.1 Análisis estadístico de la primera fase.....	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	31
4.1. RESULTADOS.....	31
4.2.1 Mortalidad larval.....	31
4.2.2 Porcentaje de daño.....	32
4.3.1 Mortalidad larval y residualidad.....	34
4.5. DISCUSIÓN.....	40
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
5.1. CONCLUSIONES.....	41
5.2. RECOMENDACIONES .....	42
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	I
VII. ANEXOS .....	V



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Usos Registrados.....	88
Tabla 2: Usos Registrados.....	9
Tabla 3: Usos Registrados.....	10
Tabla 4: Usos Registrados.....	112
Tabla 5: Definición y operacionalización de variables .....	223
Tabla 6: Esquema del Análisis de la Varianza.....	27
Tabla 7: Tratamientos primera fase.....	28
Tabla 8: Diseño experimental. ....	28
Tabla 9: Análisis de la Varianza .....	28
Tabla 10: Tratamientos segunda fase.....	29
Tabla 11: Diseño experimental .....	30
Tabla 12: Análisis de la varianza para la variable mortalidad larval en polilla. ....	31
Tabla 13: Prueba de Tukey al 5% para la variable mortalidad larval en polilla .....	32
Tabla 14: Análisis de la varianza para la variable porcentaje de daño en el tubérculo de papa. ....	33
Tabla 15: Prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de daño en tubérculo de papa. ....	34
Tabla 16: Análisis de la varianza para la variable mortalidad larval y residualidad a los cero, quince y treinta días.....	34
Tabla 17: Prueba de Tukey al 5% para insecticidas.....	35
Tabla 18: Prueba de Tukey al 5% para residualidad.....	36
Tabla 19: Análisis de la varianza para la variable porcentaje de daño y residualidad a los cero, quince y treinta días.....	37
Tabla 20: Prueba de Tukey al 5% para insecticidas.....	37
Tabla 21: Prueba de Tukey al 5% para residualidad.....	38
Tabla 22: Análisis económica de cada uno de los tratamientos.....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo Biológico de <i>Tecia Solanivora</i> .....	15
Figura 2: Fases fenológicas del cultivo de papa.....	18

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar la eficacia de tres inhibidores de quitina, frente a un testigo absoluto y un testigo comercial, esta investigación se la realizó en las instalaciones de la Unidad de Desarrollo Tecnológico-UDT-C del INIAP, localizado en el cantón Bolívar a 1 km de la vía a El Ángel de la provincia del Carchi y tuvo dos fases, de las cuales en la primera se determinó el mejor inhibidor de quitina y en la segunda la residualidad de cada uno. Dentro de la primera fase se utilizó una papa y 10 larvas de primer instar como una unidad experimental y cada tratamiento tuvo 10 repeticiones. Se aplicó un diseño completamente al azar y las variables a medir fueron: porcentaje de daño en el tubérculo y mortalidad larval. Los resultados obtenidos se los analizaron con la prueba de Tukey al 5%. El inhibidor de quitina Triflumuron tuvo los mejores resultados en las variables mortalidad larval y tiempo de infestación con relación a los demás inhibidores de quitina y al testigo comercial con 8,78% y 2,56% respectivamente y compartiendo el mismo rango de significancia con el testigo comercial, cuyos valores fueron 9,71% y 2,19% ; en cuanto a rentabilidad económica también fue, el que mayor costo/beneficio presento con el \$1,66 a comparación con los demás inhibidores de quitina Teflubenzuron y Diflubenzuron y el testigo absoluto con \$1,40; \$1,28 y \$0,30 por cada dólar invertido; siendo similar a el testigo comercial Carbosulfan con \$1,76 por cada dólar invertido

En la segunda fase se aplicó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de A x B en donde A fueron los insecticidas y B el tiempo de infestación de la semilla los resultados obtenidos al realizar la prueba de Tukey al 5% nos dicen que el inhibidor de quitina Triflumuron posee una mayor residualidad con relación a los otros dos inhibidores Teflubenzuron y Diflubenzuron debido a que actuó por aproximadamente 15 días después de la inmersión de las semillas. Por ello se puede concluir que los inhibidores de quitina son iguales de eficaces que los productos químicos tradicionales.

**Palabras claves:** inhibidores de quitina, residualidad, control.

## ABSTRACT

The objective of the present investigation was to determine the efficiency of the three chitin inhibitors with the presence of an absolute witness and a commercial witness, this investigation was carried out in the installations of the Technological Development Unit-UDT- of INIAP, located in Bolivar, 1 km from the road to El Angel of Carchi province and it had two phases: In the first one, we determined the best inhibitor of chitin and in the second one we determined the reciduality of each one. Within the first phase, one potato and 10 first-instar larvae were used as an experimental unit and each treatment had 10 repetitions. We applied a completely randomized design and the variables to be measured were damage percentage in the larva tubercle and larva mortality.

The results obtained were analyzed with the Turkey test at 5%. The chitin inhibitor Triflumuron had the best results in the variables of the larval mortality at the time of the infestation in relation to the other chitin inhibitors and the commercial witness with 8.78% and 2.56% respectively and sharing the same range of significance with the commercial witness, whose values were 9.71% and 2.19%; in terms of economic profitability, it was also the first with the highest cost and its benefit was \$ 1.66 compared to the other chitin inhibitors Teflubenzuron y Diflubenzuron and the absolute witness with \$1.40; \$ 1.28 and \$0.30 for each dollar invested; In the second phase a completely randomized design was applied with a factorial arrangement of A x B, where A were the insecticides and B the time of the seed infestation . The results obtained at the time by performing the Turkey test at 5% show us that the chitin inhibitor Triflumuron has a higher reciduality in relation to the other two inhibitors Teflubenzuron and Diflubenzuron because it acted approximately for 15 days after the immersion of the sedes. Therefore, it can be concluded that the chitin inhibitors are as effective as traditional chemical products.

Keywords: Chitin inhibitors, reciduality, control

## INTRODUCCIÓN

La agricultura en el Ecuador es un recurso muy importante y necesario, ya que constituye la principal fuente de ingresos económicos para la mayoría de las personas del sector rural. En la provincia del Carchi el cultivo de la papa tiene un rendimiento mayor al promedio con un aproximado de 27,30 t ha<sup>-1</sup> (MAGAP, 2015), además ocupa el 25% de la superficie total del país es decir aproximadamente 15.000 ha con un 35% de la cosecha anual (Pumisacho & Sherwood, 2002), es por eso que representa el rubro más importante y sobresaliente en la sierra.

En los últimos años la papa ha sido afectada por diferentes plagas y enfermedades, esto ha ocasionado grandes pérdidas económicas, de los tubérculos en campo y almacenamiento, una de las principales plagas que mayor pérdida genera es la denominada polilla guatemalteca (*Tecia Solanivora Povolny*) la cual afecta principalmente al tubérculo o a la semilla, generando galerías en su interior, permitiendo la entrada de microorganismos que pueden provocar pudriciones secundarias, haciéndola inservible para el consumo o la comercialización.

La polilla se originó en Guatemala y se diseminó con mayor facilidad en América central gracias al comercio ilegal de papas entre países, en el Ecuador específicamente en la provincia del Carchi, ingreso esta plaga en el año de 1996 debido a la importación de semilla no certificada proveniente de Colombia (Suquillo, J. 2003).

Con la aparición de esta plaga, los agricultores han tomado acciones desesperadas para tratar de controlarla, es por ello que invierten grandes cantidades de dinero en la aplicación de insecticidas de una manera inconsciente, sin tomar en cuenta el daño que causan a la salud de los trabajadores, consumidores y del ambiente; además no se logra el resultado esperado, debido a que esta plaga ha logrado generar una resistencia a los ingredientes activos presentes en los insecticidas, y este evento sucede principalmente cuando no existe una rotación de productos o alternativas de control.

Frente al problema del ataque de polilla guatemalteca a nivel de almacenamiento en papa destinada para semilla, se planteó una alternativa de control efectiva, rentable y amigable con el ambiente por medio de los inhibidores de quitina (IQ), ya que estos productos tienen la característica de que además de actuar específicamente sobre la plaga, estos no afectan de una manera significativa a otros insectos que pueden ser benéficos para el cultivo, cabe resaltar que estos productos no son tóxicos para los seres humanos y el grado de efectividad es similar a la de otros insecticidas tradicionales.

## I. PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La papa (*Solanum Tuberosum*) es el cultivo de mayor importancia en la provincia del Carchi, ya que aporta con el 40 % de la producción anual nacional, que cuenta con alrededor de 49.719 ha ya establecidas, con un rendimiento promedio más alto de 22.52 t ha-1. (Pumisacho & Sherwood, 2002), las mismas que se cultiva a merced del ataque de plagas, muchas de ellas nuevas e introducidas desde el extranjero, tal es el caso de la Polilla Guatemalteca (*Tecia solanivora Povolny*) originaria en Centro América; según SENASA (2016) en nuestro país esta plaga en el Carchi ha afectado hasta el 40% de la producción en campo y hasta el 100% de la semilla de papa en almacenamiento. Por lo cual ha sido catalogada como una plaga de gran importancia, debido a su devastador ataque al cultivo principalmente en épocas secas.

La plaga en la Provincia del Carchi según Iván Reinoso jefe del programa de papa del INIAP (2002), provocó pérdidas aproximadas de cinco a seis millones de kilogramos, por tal motivo el productor tomó medidas desesperadas para contrarrestar el ataque de dicha plaga, haciendo aplicaciones indiscriminadas de insecticidas sin lograr resultados favorables, esto a generando pérdidas económicas de productores y de miles de familias campesinas dedicadas a laborar en el cultivo de papa.

La papa es un producto que se cultiva todo el año en toda la región Sierra del Ecuador, donde la infestación de plagas tiene gran incidencia y por consiguiente un considerable daño en los tubérculos, perjudicando el producto haciéndolo de mala calidad y que no cumpla las características deseadas por los consumidores lo cual provoca la insatisfacción de los productores de no lograr sus objetivos planteados antes de establecer el cultivo.

Las prácticas convencionales de control de plagas, además del desconocimiento de su ciclo biológico y su comportamiento, provocan la desesperación en el agricultor, lo que conlleva a tomar acciones como la aplicación indiscriminada de insecticidas altamente tóxicos como organofosforados, piretroides y carbamatos; estas prácticas pueden generar varios factores negativos de entre ellos resistencia de las plagas, elevados costos de

producción, contaminación ambiental, sin contar las consecuencias para el ser humano especialmente a las personas que manipulan dichos productos.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Se puede controlar el ataque de polilla guatemalteca (*Tecia Solanivora*) en semilla de papa con otras alternativas diferentes a las tradicionales?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

Según el MAGAP (2014), en el Ecuador tenemos alrededor 35.460 ha establecidas de papa en la región sierra, de las cuales la gran mayoría se encuentran en las provincias de Chimborazo y Carchi siendo las más representativas en el país.

En cuanto al ataque de polilla guatemalteca en semilla de papa, es necesario implementar alternativas de control racional, sustentables y eficientes económicamente, una de las opciones es la utilización de inhibidores de quitina (IQ) cuyos productos poseen una alta eficacia en el control debido a que éstos actúan justamente en el estado larval, cuando más daño la plaga causa al tubérculo, impidiendo que el insecto se desarrolle hacia su fase adulta.

Al realizar el control de polilla guatemalteca (*Tecia Solanivora*, Povolny) con los inhibidores de quitina el productor podrá asegurar la calidad de sus semillas y por ende aumentar su producción teniendo la certeza de que su producto final tendrá el resultado esperado, sin incrementar los costos de producción.

La presente investigación pretende dar una solución eficiente, rentable y amigable con el ambiente al problema del ataque de polilla guatemalteca a nivel de almacenamiento de papa destinado para semilla por medio de los IQ, ya que estos productos afectan a la plaga en forma selectiva, y no afectan de una manera significativa a otros insectos que pueden ser benéficos para el cultivo. Cabe resaltar que estos productos no son tóxicos para los seres humanos y el grado de efectividad es similar a la de otros insecticidas tradicionales.

## **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Objetivo General**

“Evaluar la eficacia de tres inhibidores de quitina en el control de la polilla guatemalteca (*Tecia Solanivora*, Povolny), en semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.), bajo condiciones controladas”

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- 1) Determinar el inhibidor de quitina más eficaz en el control de polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*, Povolny).
- 2) Determinar la residualidad del mejor inhibidor de quitina en el control de polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*, Povolny)
- 3) Establecer el tratamiento más rentable para el control de polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*, Povolny).

### **1.4.3. Preguntas de Investigación**

¿Son eficaces los inhibidores de quitina en el control del ataque de polilla guatemalteca en semilla de papa?

¿Qué capacidad residual tienen los inhibidores de quitina?

¿Es rentable utilizar inhibidores de quitina para el control del ataque de polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*, Povolny) en semilla de papa?



## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS / Revisión de la literatura

Cuaspud W. (2015), en la Universidad Técnica De Babahoyo investigo la: “Evaluación de la eficacia de tres insecticidas para el control del gusano blanco (*premnotrypes vorax*) en papa variedad super chola en el sector de Santa Martha de Cuba, provincia del Carchi”

El producto Teflubenzuron, en dosis de 375 cc/ha obtuvo mayor porcentaje de eficacia, siendo muy recomendable, para el control de Gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) en el cultivo de papa, variedad Súper chola, en la parroquia Santa Martha de Cuba, provincia del Carchi.

Chulde A. (2012), en la Universidad Técnica De Babahoyo investigo la “Eficacia de cuatro insecticidas inhibidores de quitina para el control de la polilla del tomate (*Tuta absoluta* Meyrick) en la zona Pimampiro, provincia de Imbabura”

Los insecticidas (Teflubenzuron - 0,26 ml/l), (Novaluron - 0,30 ml/l) y (Lufenuron 0,76 ml/l) aplicados en tomate presentaron el mayor porcentaje de eficacia alcanzando resultados significativos frente al testigo.

Echeverría & Enríquez, (2006), en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra investigo: “Determinación de parámetros técnicos para la crianza masiva de la polilla de la papa (*Tecia solanivora*, Povolny) en la provincia del Carchi con proyección a la producción de Baculovirus”

Las densidades de 10 y 20 larvas del primer instar infestadas por tubérculo semilla, reportaron los porcentajes más altos de larvas que llegaron al 4to instar, debido a una mejor disponibilidad de alimento, dado a una menor competencia entre ellas, tal como lo afirma Barroso, H. (1974)

Castillo G. (2005), en la Universidad Central del Ecuador investigo: “Determinación del ciclo de vida de la polilla de las "polillas de la papa "Symmetrischema tangolias (GYEN) y (*Tecia Solanivora*, Povolny) (LEPIDÓPTEROS: GELECHIDAE), bajo condiciones controladas de laboratorio. Quito, Ecuador.”

Los niveles de temperatura de 10 °C y de 15 °C, influyeron en el ciclo de vida, de *Tecia Solanivora*, Povolny. Los promedios y rangos de duración de cada uno de los estados de desarrollo fueron mayores a 10 °C que a 15 °C de temperatura.

Suquillo J. (2003), en la Escuela Politécnica del Ejercito investigo: “Alternativas culturales y Biológicas en el Control de *Tecia Solanivora* en campo y almacenamiento”

La aplicación foliar de Profenofos en dosis de 2.5 cc por litro de agua y la práctica de aporque cruzado no evitaron el ingreso de las larvas de *Tecia solanivora* a los tubérculos en formación. Además, las labores culturales estudiadas no influyeron significativamente en la producción del cultivo de papa.

Saldamando y Villanuev (2013), en la Universidad Nacional de Colombia investigaron: “*Tecia solanivora*, Povolny (Lepidoptera: Gelechiidae): una revisión sobre su origen, dispersión y estrategias de control biológico.”

Son varios los países que han sufrido el daño causado por el insecto plaga *Tecia solanivora*. Aunque la capacidad de desplazamiento del insecto por medios propios es reducida, el hombre ha contribuido en gran medida a la dispersión internacional favorecida por el movimiento de semilla de papa a través de las fronteras. Su gran capacidad de adaptación es extraordinaria teniendo en cuenta los reportes dados en pérdidas económicas de los cultivos de papa en cada uno de los países que esta plaga ha invadido.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1 Los plaguicidas**

Sanchez M. & Sanchez C. (1986), afirman que los plaguicidas son compuestos químicos que se emplean para controlar el ataque de diversas plagas en diferentes cultivos. Se pueden clasificar según su actividad biológica en insecticidas, fungicidas, herbicidas. También existen los atrayentes, repelentes y esterilizantes de insectos que coadyuvan a su destrucción por medio de estas acciones.

Los mismos autores mencionan que también según su naturaleza química se pueden clasificar en inorgánicos y orgánicos. En cuanto a los primeros no representan un problema

en sí desde el punto de vista de su toxicidad y evolución en el suelo. Por el contrario de los orgánicos, los cuales se han ido desarrollando una amplia diversidad de productos que puede generar un cambio perjudicial en el complicado sistema del suelo.

Sanchez M. & Sanchez C. (1986) también señalan que un plaguicida para ser usado o lanzado al mercado debe reunir determinadas condiciones básicas entre ellas:

- Efectividad: debe ser efectivo en la destrucción de la plaga contra la que actúa.
- Selectividad: debe combatir únicamente los organismos perjudiciales.
- Economía: debe originar beneficios que superen el gasto que supone su utilización.
- Seguridad: no debe ser tóxico para la flora, fauna beneficiosa, ni constituirse en un peligro para la salud del hombre.
- Estabilidad: debe conservar su capacidad de acción durante un tiempo considerable.
- Posibilidad de formulación: debe ser compatible con algunos de los posibles soportes y diluyentes, dando lugar a formulaciones seguras y efectivas.

Enrique Lobos (2010) afirma que entre los plaguicidas se reconocen diferentes grupos de acuerdo a sus mecanismos de acción. Muchos de ellos actúan sobre el sistema nervioso central con una alta o baja selectividad entre los insectos, además estos poseen variable, toxicidad y persistencia. Dentro de los plaguicidas se destaca un grupo que se los conoce como insecticidas reguladores de crecimiento o IGR's, cuya finalidad es actuar en funciones metabólicas determinadas de los insectos por lo tanto tienen una alta selectividad sobre las especies de mosquitos, orugas, moscas blancas y algunos gorgojos.

#### **2.2.1.1 Insecticidas reguladores de la síntesis de quitina.**

Dossier (2011) señala que Diflubenzuron, Novalurone, Lufenuron, Teflubenzuron son insecticidas inhibidores de la síntesis de quitina que interfieren en el proceso de muda, el mayor grado de eficacia se obtiene cuando este se aplica en los primeros estudios larvales.

Teniendo en cuenta esta característica el control sería más complicado con larvas que ya hayan atravesado el tercer instar debido a su baja capacidad de consumo.

El mismo autor afirma que son insecticidas biorracionales eso quiere decir que evita que el exoesqueleto, cutícula o esqueleto externo del insecto compuesto principalmente por quitina se desarrolle hacia su fase adulta, provocando un adulto inmaduro el cual pierde la habilidad para formar quitina que es un polisacárido de la N-acetilglucosamina que conforma en su gran mayoría la cutícula del insecto. Esta polimerización es neutralizada por efecto de las benzoilfenilúreas y poseen algunos sustituyentes halógenos. La forma directa para que ingrese al insecto es la ingestión aunque también ocurre por medio de la inhibición de un paso en el envío en las membranas que involucra la UDP-N-acetilglucosamina. Sin la quitina, el insecto no puede soportar el proceso de la muda debido a que el exoesqueleto se torna frágil y quebradizo.

## **2.2.2 Características de los insecticidas estudiados.**

### **2.2.2.1 Eltra 48 ec (Carbosulfan)**

Farmex (2016) publico que Eltra 48 ec :

Ingrediente activo: Carbosulfan.

Formulación: Concentrado Emulsionable (EC).

Concentración: Carbosulfan 48%

Marca: Eltra

Grupo Químico: Carbamato.

Registro: N° 876-99-AG-SENASA

Fabricante: FMC

Presentaciones: 1 L.

Toxicología: Altamente Peligroso.

**Tabla 1:** Usos Registrados

Cultivo	Plaga		Dosis	P.C.	P.R.
	Polilla Guatemalteca ( <i>Tecia solanivora</i> )		2.5 L/ha*	21 días	1 día
Papa	Gusano blanco ( <i>Premnotirpes vorax</i> )		2,5 -3 L/ha** o 85 – 100 cm <sup>3</sup> /20 L	21 días	1 día
	Pulguilla ( <i>Epitrix sp</i> )		250 cm <sup>3</sup> /200 L o 25 cm <sup>3</sup> /20 L	21 días	1 día
	Minador ( <i>Liriomyza sp</i> )				
	Cucarro ( <i>Eutheola bidentata</i> )		1.5 L/ha	N. D.	1 día
Arroz	Gorgojo de agua ( <i>Lissorhoptus orizophilus</i> )		1.0 L/ha	N. D.	1 día
	Marranita ( <i>Neoccutilla hexadactyla</i> )		1.5 L/ha	N. D.	1 día

**Elaborado por.** Farmex (2016)

P.C.: Periodo de carencia: Intervalo entre la última aplicación y la cosecha.

P.R.: Periodo de reentrada: Intervalo entre la aplicación y el ingreso al área aplicada.

Terralia (2011) afirma que Eltra (Carbosulfan) es un insecticida con actividad sistémica, contacto e ingestión, que se emplea en nematodos, miriápodos e insectos que se desarrollan en la tierra y otros que dañan la parte aérea de los cultivos. Interfiere la transferencia de los impulsos nerviosos por inhibición de la colinesterasa. Posee baja solubilidad en agua lo cual limita los riesgos de contaminación por percolación y lavado, y en el suelo se trasforma en un metabolito que es absorbido por vía radical; Carbofuran es transportado a todos los órganos aéreos y terrestre de la planta.

El mismo autor menciona que su principal producto de descomposición es el Carbofuran en condiciones ácidas. Posee una vida de dos a tres días que se degrada rápidamente en el suelo en condiciones aerobias y anaerobias. Tiene un efecto residual de aproximadamente 7 semanas.

### 2.2.2.2 Nomolt (Teflubenzuron).

La BASF (2015) nos dice que Nomolt:

Ingrediente activo: Teflubenzuron.

Concentración: 150 gramos/litro de Teflubenzuron por litro de producto.

Registro: MAG: 050-I.

Fabricante: BASF

Marca: Nomolt.

Toxicología: IV.

**Tabla 2:** Usos Registrados

Cultivo	Plaga	Dosis	P.C.
Algodón	Oruga de la hoja ( <i>Alabama argillacea</i> )	35 - 70 cm <sup>3</sup> /ha	21 días
Manzano	Gusano de la pera y manzana ( <i>Carpocapsa pomonella</i> )	30 -50 cm <sup>3</sup> /ha	21 días
Tomate	Polilla del tomate ( <i>Scrobipalpula absoluta</i> )	50 cm <sup>3</sup> /ha	7 días
Maíz	Oruga militar ( <i>Spodoptera frugiperda</i> )	100 cm <sup>3</sup> /ha	85 días

**Elaborado por.** La BASF (2015)

Basf (2011), señala que Teflubenzurón es un insecticida a base de Benzoilurea que actúa en los insectos por medio de la inhibición de la síntesis de quitina. Controla los insectos y plagas en una gran diversidad de cultivos sin producir daño a los insectos benéficos. Su excelente eficacia se manifiesta sobre todo en el control de larvas de lepidópteros.

El mismo autor en el 2015 afirmó que el Teflubenzuron es un insecticida que no persiste en el suelo y no perjudica la salud de las personas, su modo de acción no es sistémico es más bien actúa vía digestiva y con cierto efecto de contacto inhibiendo la síntesis de la quitina, interrumpiendo el proceso de muda larval, su característica principal es ser un regulador de crecimiento que tiene un prolongado poder residual pero el efecto inicial es lento; los mejores resultados se obtienen cuando la mayoría de la población de la plaga se encuentra en sus primeros estadios y en pleno proceso de crecimiento.

### 2.2.2.3 Dimilin 48 sc (Diflubenzurón).

Arysta LifeScience (2017) publico que Dimilin 48 sc:

Ingrediente Activo: Diflubenzuron

Concentración: 480 g/litro

Fabricante: Arysta-LifeScience

Nombre químico: 1-(4-clorofenil)-3-(2,6-difluorobenzoil) urea

Tipo de Formulación: Suspensión Concentrada - SC

Grupo químico: Benzoylureas

Clasificación IRAC: 15 – Inhibidores de la bio síntesis de quitina, tipo 0

Número de Identificación UN: 3082

Categoría Toxicológica: III – Medianamente tóxico

Franja Toxicológica: Azul

**Tabla 3:** Usos Registrados

Cultivo	Plaga	Dosis
Algodón	Gusano cogollero ( <i>Spodoptera sp.</i> )	130 cc/ha
	Gusano de la hoja ( <i>Alabama argillacea</i> )	78 cc/ha
	Gusano Bellotero ( <i>Heliothis virescens</i> )	260 cc/ha
	Falso Medidor ( <i>Trichoplusia ni</i> )	130 cc/ha
	Falso medidor ( <i>Anamis sp.</i> )	100 cc/ha
Soya	Gusano de la hoja ( <i>anticarsia gemmatalis</i> )	78 cc/ha
	Gusano cogollero ( <i>Spodoptera sp.</i> )	130 cc/ha
	Plusinidos ( <i>Trichoplusia ni</i> / <i>Pseudoplusia includens</i> )	78 cc/ha
Arroz	Gusano cogollero ( <i>Spodoptera sp.</i> )	130 cc/ha
	Minador del follaje ( <i>Hydrellia sp.</i> )	130 - 156 cc/ha
Sorgo	Gusano cogollero ( <i>Spodoptera sp.</i> )	130 cc/ha
	Gusano cabrito ( <i>Opsiphanes casina</i> )	130 cc/ha
Palma africana	<i>Sibine sp.</i>	130 cc/ha
	Gusano caballito <i>Euprosterina oleasa</i>	
	<i>Euclea sp.</i>	156 cc/ha
	<i>Aciaga sp.</i>	
Tomate	Gusano cogollero ( <i>Tuta absoluta</i> )	208 cc/ha
Yuca	Gusano cachón ( <i>Erinnys ello</i> )	78 cc/ha

Elaborado por. Arysta LifeScience (2017)

Para Arysta LifeScience (2017), el Diflubenzuron es un insecticida que interfiere en la síntesis de quitina que poseen en su cutícula algunos ordenes de insectos como Lepidóptera, Díptera y Coleóptera, impidiendo que se genere la muda, lo cual provoca la muerte de larvas y pupas además puede evitar que los huevos logren eclosionar además de matar las larvas y pupas también actúan en estados inmaduros (larvas) de los órdenes Lepidóptera, Díptera y Coleóptera inhibiendo la formación y depósito de quitina en la cutícula de los insectos.

Según Terralia (2009) dice que es un insecticida que actúa al momento que el insecto ingiere o entra en contacto con el producto, este hace que las larvas continúen desarrollándose de forma normal hasta antes de que inicie el proceso de la muda, el viejo exoesqueleto se desprende y el insecto se hincha tomando aire en su sistema respiratorio y estirando la nueva cutícula elástica antes de que se endurezca. Los insectos mueren intentando mudar ya que la nueva cutícula no se forma adecuadamente.

Su vida media depende del tipo de suelo en donde se lo aplique como por ejemplo en suelos francos es sólo 7 días, en cambio en limo-arenosos y arcillosos puede durar de tres a cinco meses. Por su rápida unión a las partículas del suelo, no es probable que se lixivie.

#### **2.2.2.4 Alsystin 480 sc (Triflumuron)**

BAYER (2016) publico que Alsystin 480 sc:

Ingrediente Activo: Triflumuron

Nombre Químico: 1 - (2 – clorobenzoil) - 3 - (4 – trifluorometoxifenil) urea

Grupo Químico: Benzoil fenil urea

Concentración y Formulación: 480 g/L (48% p/v) Suspensión Concentrada (SC)

Modo de Acción: Insecticida de contacto. Actúa principalmente por ingestión. Inhibe la síntesis de quitina.

Fabricante / Formulador: Bayer CropScience.

Registro SAG: N° 1131

Toxicidad: IV - Normalmente no Ofrece Peligro



**Tabla 4:** Usos Registrados

Cultivo	Plaga	Dosis	P.C.
Algodón	Gusano de la hoja ( <i>Alabama argillacea</i> , <i>Spodoptera</i> , <i>Frugiperda</i> )	150 - 260 ml/ha	21 días
Palma africana	Defoliador ( <i>Euprosterina ealeasa</i> )	80 - 130 ml/ha	21 días
Papa	Gusano blanco ( <i>Premnotypes vorax</i> )	260 - 500 ml/ha	10 días
	Polilla guatemalteca ( <i>Tecia solanivora</i> )	600 - 800 ml/ha	
Tomate	Gusano minador del follaje ( <i>Tuta Absoluta</i> )	180 - 300 ml/ha	10 días
Sorgo	Gusano cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> )	130 - 160 ml/ha	10 días
Maíz	Gusano cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> )	120 -150 ml/ha	7 días
Arroz	Gusano cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> )	120 -150 ml/ha	10 días
	Gusano del follaje ( <i>Anticarsia genmatalis</i> )	100 - 160 ml/ha	
	Cogolleros ( <i>Spodoptera frugiperda</i> )	160 ml/ha	
Soya	Falso Medidor ( <i>Trichoplusia ni</i> )	160 ml/ha	21 días

Elaborado por. BAYER (2016)

Terralía (2011) menciona que la sustancia activa del Triflumuron es el Benzoilurea la cual cumple la función de inhibir la síntesis de quitina con actividad insecticida, su mecanismo de acción no es sistémica, es por ingestión y por contacto durante un tiempo prolongado. Al momento que el insecto no genera quitina, la cutícula se torna débil y como resultado el individuo muere. Los resultados después de la aplicación se verán con mayor rapidez cuando el insecto estando en sus primeros estados larvales entre en contacto con el producto y se alimente de la planta, al generarse esto el proceso de muda, se acelera y forma un adulto inmaduro con una cutícula débil, incluso en la fase de pupa pueden aparecer síntomas parecidos.

El mismo autor afirma que este insecticida no solo actúa en los estados larvales o de pupa sino también en la eclosión de huevos ya sea porque los adultos tratados o porque estos huevos han recibido cantidades altas del producto, en cuanto el embrión ya está completamente formado en el interior del huevo la larva no puede desarrollarse por el efecto inhibidor de la síntesis de quitina. Varios ensayos han demostrado que el producto también influye en la reproducción a través de los adultos, debido a la exposición o a la absorción oral o cutánea, le queda impedida la eclosión y por tanto la muerte de los huevos.

### **2.2.3 Polilla guatemalteca de la papa (*Tecia solanivora* Povolny).**

#### **2.2.3.1 Origen y distribución geográfica.**

El origen de *Tecia Solanivora* se presentó en Guatemala, razón por la que se le denominó palomilla guatemalteca o polilla centroamericana (Gallegos, 1997). En Guatemala los daños causados por este insecto se los registró desde 1956 y debido a la comercialización de tubérculos de papa entre diferentes países centroamericanos, esta plaga se dispersó y adaptó con rapidez y facilidad a las condiciones agroecológicas presentes en cada país al que llegó.

En 1970 se reportó un daño considerable 5 a 41.5 % en la zona de producción de Cartago, Costa Rica (D. Villanueva y C.I. Saldamando, 2013). En 1973 afectó la principal zona productora de papa en Panamá ubicada en Cerro Punta además también se evidenció su presencia en Honduras y San Salvador. En 1983 esta plaga llegó a Sudamérica específicamente a Venezuela debido a la importación de semilla de la variedad Atzimba proveniente de Costa Rica. (Sandoval David y Vilatuña, 2005)

En 1985 llegó a Colombia, principalmente en los departamentos del Norte de Santander, Cundinamarca y Boyacá. En 1996 se reportó en Nariño y en la provincia del Carchi, Ecuador (Gallegos, 1997)

En la provincia del Carchi se produce el 40 por ciento de la producción nacional y esto se ha venido reduciendo por la presencia de la polilla guatemalteca, ya que solo se registraron seis mil hectáreas de papa sembradas, de una capacidad total de 14 mil en el año 2002. (La Hora, 2002).

#### **2.2.3.2 Cosificación Taxonómica.**

**Nombre científico:** *Tecia solanivora* (Povolny 1973)

**Nombres comunes:** Polilla Guatemalteca, Polilla de la papa.

**Reino:** Animalia

**Filo:** Artrópoda

**Clase:** Insecta

**Orden:** Lepidóptera

**Familia:** Gelechiidae

**Género:** *Tecia*

**Especie:** T. solanivora

**Autor:** SENASAG

### **2.2.3.3 Ciclo Biológico de *Tecia Solanivora*.**

*Tecia Solanivora* pertenece a un grupo de especies conocidas como polilla de la papa o palomilla de la papa. El ciclo de vida está dado por cuatro fases bien definidas como: huevo, larva, pupa y adulto. (Gallegos, 1997)

#### **2.2.3.3.1 Huevo.**

Tienen una forma ovoide, de color blanco crema recién ovipositados, a medida que transcurre el tiempo se torna amarillamiento y finalmente antes de eclosionar y se vuelven marrón oscuro; los huevos son depositados en el suelo cerca de los tubérculos puede ser de forma individual o en grupos de seis a 15 en campo, en cambio en tubérculos almacenados son depositados en las yemas, sacos y rara vez en los desperdicios del suelo, por último la incubación del huevo dura de 12 a 15 días dependiendo de la temperatura. (Pumisacho M. y Sherwood Stephen, 2002)

#### **2.2.3.3.2 Larva.**

Esta presenta tres pares de patas torácicas verdaderas y cinco pares de pseudo patas dos pares abdominales y un par anal, éstas últimas son las que le dan soporte y apoyo para ingresar al tubérculo. El estado larval pasa por cuatro fases evolutivas y así mismo el cuerpo se torna de diferentes colores empezando con un color blanquecino y a medida que crece es de color púrpura en el dorso y verde en la región ventral, esta etapa dura entre 30 y 35 días (Pumisacho M. y Sherwood Stephen, 2002).

#### **2.2.3.3.3 Pupa.**

La pupa es fusiforme al inicio de color café claro y posteriormente se torna de color café oscuro. Normalmente tardan de 25 a 35 días antes de llegar hacer adultos, la mayoría de las pupas se forman afuera del tubérculo aunque también se las puede encontrar en el interior del mismo. La polilla empupa en grietas, suelo, paredes, envases, sacos, basura, dentro de los mismos tubérculos, etc. (Barragan, 2005)

#### 2.2.3.3.4 Adultos.

Por lo general las hembras son más grandes con relación a los macho se caracterizan por medir de 10 mm a 13 mm de largo por 3.4 mm de ancho y son de color marrón claro, el par de alas que poseen presentan tres manchas y unas líneas longitudinales marrón brillante, en el caso de los macho miden 9.7 mm de longitud por 2.9 mm de ancho y se diferencia de la hembra por poseer un abdomen más reducido, presentan dos manchas en el primer par de alas y líneas longitudinales poco visibles y por lo general son de color marrón oscuro , estos adultos llegan a vivir entre 18 y 22 días aproximadamente. (Pumisacho M. y Sherwood Stephen, 2002)

**Figura 1: Ciclo Biológico de *Tecia Solanivora*.**



**Figura 1. Huevos**



**Figura 2. Larva**



**Figura 3. Pupa**



**Figura 4. Adulto**

**Fuente:** (Pantoja B. F., 2006)

#### 2.2.3.4 Importancia económica Pérdidas económicas ocasionadas por la plaga.

Las larvas de *T. Solanivora* son las más perjudiciales debido a que penetran el tubérculo de papa y genera múltiples galerías verticales y horizontales, dentro de las cuales se evidencian residuos de alimento, excremento y moho, esto hace que el tubérculo disminuya su calidad además de facilitar la entrada de microorganismos que causan pudriciones secundarias, como consecuencia hace que los agricultores incrementen los costos de producción debido al uso excesivo de agroquímicos como acciones preventivas para evitar daños en su producto.

El mismo autor nos menciona que en 1956 el Servicio Interamericano de Desarrollo Agrícola (SCIDA) de Guatemala registró un daño del 25 % en las siembras. En Venezuela al realizar un estudio sobre el ciclo biológico de la plaga en 1984, se observó casos preocupantes del 50 % o más de pérdidas la producción, a nivel de campo y almacenamiento cuando la época era seca. Llegó a Colombia en 1985 y se convirtió en un verdadero problema para los departamentos de Santander y Norte de Santander, donde las pérdidas fueron iguales que en Venezuela. Por su alta adaptabilidad en 1993 alcanza a infestar la zona papera del Altiplano Cundiboyacense, para llegar finalmente a las zonas productoras del departamento de Antioquia]. En este último departamento esta plaga fue más destructiva porque generó una pérdida que va del 50 hasta el 100 % de la producción del cultivo.

Por lo mencionado anterior esta plaga se considera como una de mayor impacto económico, debido a que ataca solo a tubérculos de papa. En algunos países donde se evidencia su presencia, se le considera más perjudicial que el gusano blanco (*Premnotrypes vorax*).

#### **2.2.4 El cultivo de papa.**

##### **2.2.4.1 Origen e importancia.**

Pumisacho M. y Sherwood Stephen, (2002) en su libro nos dicen que en la parte alta de los Andes de América del Sur existe la mayor diversidad genética de papa (*Solanum tuberosum* L.) cultivada. Su domesticación se originó en los contornos del Lago Titicaca, cerca de la frontera entre Perú y Bolivia.

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en 1994 realizó una colección de diferentes tipos de papas cultivadas en nuestro país, en ese entonces se logró recolectar más de 400 ejemplares y a pesar de ello en el Ecuador comúnmente se siembran cerca de las 30 variedades, de las cuales las variedades INIAP Gabriela y Superchola abarcan más de la mitad del área sembrada.

En la zona norte de Imbabura y Carchi se genera la mayor producción de papa, por área a nivel nacional. Carchi tiene el 25 % de la superficie nacional con aproximadamente 15.000 ha y produce el 40 % de la cosecha total, con un rendimiento de 21.7 t ha<sup>-1</sup>. Además esta

Provincia, por disponer de una variedad de climas, le es fácil generar productos de papa en la parte alta, hasta frutales en la parte del valle. El área papera de la provincia se la encuentra entre los 2.800 hasta los 3.200 m.s.n.m. A lo largo de las cordilleras oriental y occidental, por lo general con climas fríos de alta montaña (Pumisacho M. y Sherwood Stephen, 2002).

#### **2.2.4.2 Taxonomía.**

<b>Reino</b>	Vegetal
<b>División</b>	Dicotiledóneas
<b>Familia</b>	Solanácea
<b>Genero</b>	Solanum
<b>Subgénero</b>	Patatoe
<b>Sección</b>	Petota
<b>Serie</b>	Tuberosa

**Nombre Científico** Solanum tuberosum

**Fuente:** (Noroña & Tipanquiza, 2010)

#### **2.2.4.3 Fisiología.**

El investigador Bouzo C. (2009), menciona que para analizar la fisiología del cultivo de papa (Figura 2), es conveniente dividir el crecimiento y desarrollo de la planta de en cinco estados diferentes; como se describe a continuación:

**Desarrollo de los brotes:** las raíces y los brotes de los ojos del tubérculo comienza a emerger en todo el tubérculo o semilla.

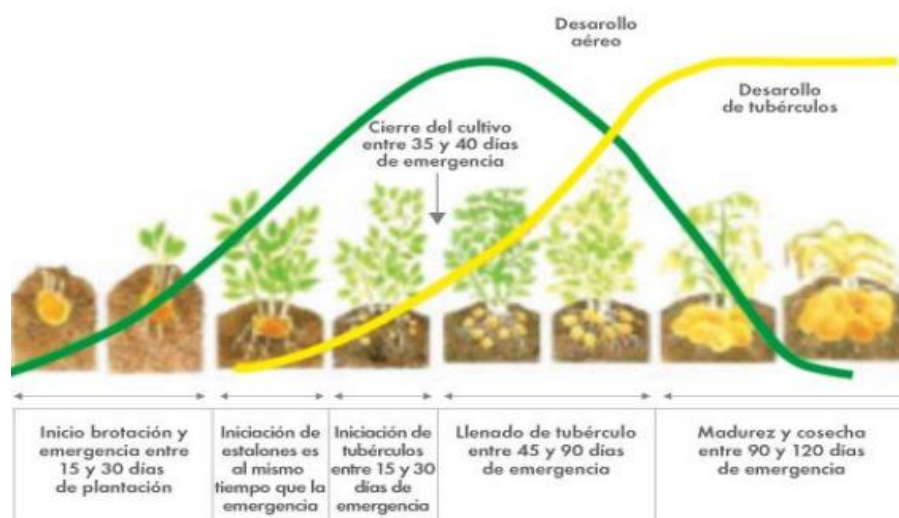
**Crecimiento vegetativo:** comienza la fotosíntesis, se desarrollan los tallos, ramas y hojas en la parte aérea y en la superficie del suelo se desarrollan las raíces y estolones.

**Inicio de la tuberización:** los tubérculos se forman en la punta de los estolones en la parte subterránea, este estado es controlado por los reguladores hormonales de crecimiento de la misma planta, en la mayoría de los cultivares el fin de esta etapa coincide con el inicio de la floración.

**Llenado de tubérculos:** los tubérculos se convierten en la parte dominante de la acumulación de carbohidratos y nutrientes inorgánicos, además las células de estos se expanden con la acumulación de agua, nutrientes y carbohidratos.

**Maduración:** la fotosíntesis disminuye, el crecimiento del tubérculo también disminuye, la planta entra en un proceso de senescencia toma un color amarillento y eventualmente muere, en este punto el tubérculo alcanza su máximo contenido de materia seca y tiene la piel bien formada.

**Figura 2:** Fases fenológicas del cultivo de papa.



Fuente: (Bolaños, 2015)

#### 2.2.4.4 Plagas y enfermedades

Existen numerosas especies de insectos que causan daño por sus hábitos de alimentación al ser comedores, barrenadores, minadores o picadores-chupadores de hojas o tallos de la planta o por ser comedores, minadores y barrenadores de tubérculos. De ellos, los más frecuentes y, por lo tanto, más importantes son trips (*Frankliniella spp.*) el gusano blanco (*Premnotrypes spp.*), las polillas (*Phthorimaea operculella*, *Symmetrichema tangolias*, *Tecia Solanivora*) y la pulgilla (*Epitrix spp.*).

El cultivo de papa es afectado por numerosas especies de hongos que causan enfermedades en las plantas o en los tubérculos afectando, de esta manera, la producción y la calidad de las cosechas. La lanchara (*Phytophthora infestans*), pudrición seca (*Fusarium spp*), alternariosis (*Alternaria solani*, *Alternaria spp.*), Rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*) y verruga (*Synchytrium endobioticum*) son las enfermedades causadas por hongos más frecuentes en Ayacucho.

Los virus comprenden un grupo muy numeroso de patógenos que causan enfermedades en la planta de papa, las cuales son hasta cierto punto difíciles de reconocer y de controlar. Las enfermedades causadas por virus producen diferentes síntomas en la planta (amarillamiento, mosaicos, enanismo, encrespamiento) y en los tubérculos producen deformación, muerte de células tanto en la piel como en los tejidos internos.

#### **2.2.4.5 Factores que afectan la calidad del tubérculo-semilla almacenado.**

El tubérculo semilla almacenado puede sufrir alteraciones en su estructura física y química que provocan cambios de apariencia, color, vigor y poder germinativo. Estos cambios pueden ser por muchos factores, incluyendo labores, madurez al momento de la cosecha, temperatura ambiental, luz y daños mecánicos.

Desde el punto de vista de la poscosecha, las labores culturales tienen excepcional importancia en el manejo fitosanitario del cultivo para reducir la incidencia de plagas y enfermedades. De igual forma, el saneamiento permite eliminar plantas portadoras de virus y propender a la pureza varietal. Las condiciones de humedad en el suelo al momento de la recolección, pueden afectar a la calidad inicial, ya que suelos demasiado húmedos o demasiado secos, favorecen daños mecánicos (Pumisacho M. y Sherwood Stephen, 2002).



#### **2.2.4.6 PERIODOS DE ALMACENAMIENTO**

Las papas almacenadas pasan por tres períodos fisiológicos bien definidos: curación, dormición y brotación.

##### **2.2.4.6.1 Curado.**

También se lo conoce como cicatrización o suberificación, se genera un fortalecimiento de la piel y la formación de tejido cicatrizal sobre las heridas producidas en la cosecha, manipuleo y transporte, esto impide la entrada de microorganismos causantes de putrefacciones. Es un período de mucha actividad fisiológica, en donde se genera pérdida de agua debido a la respiración y transpiración, por lo que, el lugar de almacenamiento debe tener alta humedad relativa. El tiempo de cicatrización depende fundamentalmente de la temperatura y la humedad y por lo general puede durar hasta 14 días.

##### **2.2.4.6.2 Dormición.**

El período de dormición o reposo transcurre entre la cosecha y la brotación. Para los tubérculos semilla tienen una duración de dos a tres meses y para la semilla sexual de cuatro a seis meses. Durante la dormición, las intensidades de la respiración y la transpiración son mínimas. La dormancia puede ser rota o inducida por heridas o alguna enfermedad en el tubérculo; en estos casos la brotación ocurre en menor tiempo. También puede inducirse por tratamiento químico, utilizando el ácido giberélico, en dosis de 1 a 5 ppm. (Cortez, 2002)

##### **2.2.4.6.3 Brotación.**

En este periodo el tubérculo inician el crecimiento y desarrollo de los brotes. En esta etapa la tasa de crecimiento a temperaturas de 4°C es baja y es acelerada a altas temperaturas. El crecimiento de los brotes contribuye a la pérdida de peso y de consistencia de las papas, principalmente a través del incremento de la pérdida de agua por un aumento de la intensidad de la respiración. (Crisci, 1992)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO**

##### **3.1.1. Enfoque**

El enfoque de la investigación fue cuantitativa, debido a que se recolectó datos con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para probar o rechazar la hipótesis planteada y además se determinó la calidad sanitaria de los tubérculos.

##### **3.1.2. Tipo de Investigación**

###### **3.1.2.1 Bibliográfica**

Se ha utilizado la investigación Bibliográfica, en este caso, revisando la información de documentos, libros, artículos científicos y conocimientos ya existentes, referentes al control del ataque de larvas de polilla guatemalteca en las plantas, como base para tener nuevas alternativas de control acerca de la utilización de inhibidores de quitina para el control de larvas de polilla en semilla de papa.

###### **3.1.2.2 Aplicada**

Es aplicada porque se ha utilizado los productos en estudio en semilla de papa, para controlar el ataque de las larvas de polilla guatemalteca, con el propósito de determinar la eficacia de cada uno de estos.

###### **3.1.2.3 Investigación de laboratorio**

Debido a que se realizó en condiciones controladas, para determinar con mayor exactitud las variables: porcentaje de daño, severidad del ataque de larvas y el porcentaje de mortalidad de las mismas.

## **3.2. HIPÓTESIS**

### **3.2.1. Hipótesis nula:**

La aplicación de inhibidores de quitina, no son eficaces para el control del ataque de larvas de polilla guatemalteca (*Tecia Solanivora*, Povolny) en semilla de papa.

### **3.2.2 Hipótesis afirmativa:**

La aplicación de inhibidores de quitina, son eficaces para el control del ataque de larvas de polilla guatemalteca (*Tecia Solanivora*, Povolny) en semilla de papa.

### 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 5:** Definición y operacionalización de variables

Hipótesis	Variable	Definición conceptual de la variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento		
Los inhibidores de quitina son eficaces contra el ataque de polilla guatemalteca ( <i>Tecia Solanivora</i> , <i>Povolny</i> ) en semilla de papa.	VI: Los inhibidores de quitina	Los inhibidores de quitina son insecticidas no sistémicos que interfieren en el proceso de muda de los insectos pero que su eficacia es mayor cuando se aplica en los primeros estados larvales	Inhibidor 1: Nomolt (Teflubenzuron)	Fase 1: Se sumerge durante un minuto la semilla de papa en una solución de Nomolt Teflubenzuron a 0,5cc/lit y se evalúa la semilla a los 42 días después de la infestación	Observación y ejecución	Recipiente de 2 l.		
				Fase 2: Se sumerge durante un minuto la semilla de papa en una solución de Nomolt Teflubenzuron a 0,5cc/l y se infesta a los 0 - 15 - 30 días después del tratamiento para posteriormente evaluar a los 42 días				
			Inhibidor 2: Alsystin (Triflumuron)	Fase 1: Se sumerge durante un minuto la semilla de papa en una solución de Alsystin Triflumuron a 1,25 cc/l. y se evalúa la semilla a los 42 días después de la infestación			Observación y ejecución	Recipiente de 2 l.
				Fase 2: Se sumerge durante un minuto la semilla de papa en una solución de Alsystin Triflumuron a 1,25 cc/l. y se infesta a los 0 - 15 - 30 días después del tratamiento para posteriormente evaluar a los 42 días				
			Inhibidor 3: Dimilin (Diflubenzurón)	Fase 1: Se sumerge durante un minuto la semilla de papa en una solución de Dimilin Diflubenzurón. 2,25 gr/l y se evalúa la semilla a los 42 días después de la infestación			Observación y ejecución	Recipiente de 2 l.
				Fase 2: Se sumerge durante un minuto la semilla de papa en una solución de Dimilin Diflubenzurón. 2,25 gr/l. y se infesta a los 0 - 15 - 30 días después del tratamiento para posteriormente evaluar a los 42 días				
	Testigo comercial: Eltra (Carbosulfan)	Fase 1: Se sumerge durante un minuto la semilla de papa en una solución de Eltra Carbosulfan 1,25 cc/l y se evalúa la semilla a los 42 días después de la infestación	Observación y ejecución	Recipiente de 2 l.				
		Fase 2: Se sumerge durante un minuto la semilla de papa en una solución de Eltra Carbosulfan 1,25 cc/l. y se infesta a los 0 - 15 - 30 días después del tratamiento para posteriormente evaluar a los 42 días						
	Testigo absoluto: Agua	Fase 1: Se sumerge durante un minuto la semilla de papa en agua y se evalúa la semilla a los 42 días después de la infestación	Inmersión de la semilla en agua	Recipiente de 2 l.				
	VD: El ataque de polilla guatemalteca ( <i>Tecia Solanivora</i> , <i>Povolny</i> ) en semilla de papa.	La polilla guatemalteca ( <i>Tecia Solanivora Povolny</i> ), es una plaga de las de mayor importancia económica en el cultivo de la papa en América Central, debido a que afecta al producto en su estado larvario provocando galerías en el interior lo cual lo vuelve inservible para su comercialización y consumo.	Incidencia de la plaga en la semilla	Se realizó el conteo del número de larvas, pupas y adultos de polillas por tubérculo a los 42 días después de la infestación.	Búsqueda y conteo en cada unidad experimental	Libro de campo		
Severidad del ataque de polilla en la semilla.			Dividir a la semilla de papa en cuatro partes iguales cada una representando el 25 %, evaluar y determinar el porcentaje total de daño de la plaga.	División de la semilla en cuatro partes con bisturí	Bisturí			
Daño económico			Se considerará el promedio de porcentaje de daño de cada uno de los tratamientos y se relaciona con la producción estimada, se le añade el costo de cada uno de los inhibidores de quitina y por último se toma en cuenta el valor del producto en el mercado	Relación costo / beneficio	Libro de campo			

### **3.4. Métodos utilizados**

#### **3.4.1 Caracterización del área de estudio**

La investigación se desarrolló en dos fases:

**Fase 1:** Determinación del mejor inhibidor de quitina y

**Fase 2:** Determinación de la residualidad de control del mejor inhibidor de quitina.

#### **3.4.2 Ubicación Geográfica**

La investigación se realizó en las instalaciones de la Unidad de Desarrollo Tecnológico-UDT-C del INIAP, localizado en el cantón Bolívar a 1 km de la vía a El Ángel de la provincia del Carchi, a una altitud de 2664 m.s.n.m. y 18N0176769 y UTM 002664.

#### **3.4.3 Procedimiento experimental**

##### **Fase 1: Determinación del mejor inhibidor de quitina.**

Posterior a la inmersión de las semillas en cada tratamiento con el respectivo inhibidor de quitina, se inocularon las semillas tratadas, a los 0 (cero) días de realizada la inmersión y se evaluó a los 45 días después de realizada la inmersión, frente a un testigo comercial y un testigo absoluto.

##### **Fase 2: Determinación de la residualidad de control del mejor inhibidor de quitina.**

Posterior a la inmersión de las semillas en cada tratamiento con el respectivo inhibidor de quitina, se inocularon las semillas tratadas a los 0 (cero); 15 (quince) y 30 (treinta) días de realizada la inmersión y se evaluaron las semillas de papa tratadas con el inhibidor de quitina a los 45 días después de cada inoculación.

#### **3.4.4 Características de la unidad experimental en la primera y segunda fase.**

La unidad experimental estuvo representada por un tubérculo tamaño semilla de la variedad Superchola (70 - 80 g) y 10 larvas de primer instar de *Tecia Solanivora*.

### **3.4.4.1 Mediciones experimentales en la primera y segunda fase.**

#### **Porcentaje de daño.-**

**Fase 1:** Una vez transcurridos 30 o 45 días de la fecha de infestación de las larvas sanas de primer instar se inició la evaluación de las variables. Mediante el uso de un bisturí se partió en cuatro partes la semilla de papa. Cada parte representó un 25% y dentro de cada parte de la semilla, se estimó el daño causado por las larvas de polilla. La sumatoria de las cuatro partes determinó la severidad de daño que se expresó en porcentaje.

**Fase 2:** Trascurridos 0; 15; y 30 días después de la fecha de inmersión, se procedió a infestar con larvas sanas de primer instar y una vez transcurridos 45 días se hizo la evaluación mediante el uso de un bisturí, se partió en cuatro partes la semilla de papa. Cada parte representó un 25% y dentro de cada parte de la papa se estimó el daño causado por las larvas de polilla. La sumatoria de las cuatro partes determinó la severidad de daño que se expresó en porcentaje.

#### **Mortalidad larval.-**

**Fase 1 y fase 2:** Al mismo tiempo que se evaluó la severidad de daño se contó el número de larvas vivas, larvas muertas, pupas y adultos. Se expresó en porcentaje.

### **3.4.5 Manejo específico del experimento en las dos fases.**

#### **3.4.5.1. Cría de polilla de *Tecia Solanivora*.**

##### **Recolección de adultos.**

En el campo o bodega se recolectaron papas infestadas de polillas. Estas se colocaron en costales arroberos y se colocaron bajo una manga de tela en forma de un macro embudo. Al final del macro embudo se insertó la cámara de oviposición que en este caso es un tubo de pvc de tres pulgadas y de 20 cm de longitud tapadas por los extremos con tela tul. Las paredes del macro embudo se cubrieron con plástico negro para crear un ambiente de oscuridad con lo cual se estimuló la migración de los adultos de *Tecia Solanivora* hacia la cámara de oviposición. Trascurrido dos días se retiró la cámara de oviposición.

### **Recolección de huevos.**

La cámara de oviposición conteniendo adultos de *Tecia Solanivora* se asentó sobre cartulina negra de forma circular y en el interior de la cámara artesanal a 18 °C y 70% HR. Durante el periodo de oviposición por el orificio de la cámara se introdujo una mota de algodón impregnado de miel de abeja para la alimentación de los adultos de las polillas. Después de 3 días se retiró la cartulina conteniendo los huevos y se colocaron en tarrinas plásticas transparentes debidamente etiquetadas y se guardaron en la cámara artesanal.

### **Periodo de incubación.**

Las tarrinas conteniendo los huevos se guardaron en un extremo de la cámara artesanal y en un periodo de 10 a 12 días terminaron el periodo de incubación y emergieron las larvas de primer instar. Estas larvas sirvieron para la aplicación de los tratamientos en estudio.

### **Infestación.**

Con las larvas de primer instar de *Tecia Solanivora* obtenidas anteriormente se procedió a infestar a las semillas de papa, una por una.

#### **3.4.6 Determinación de tratamientos en las dos fases.**

De cultivos de papa localizados sobre los 3000 ms.n.m. se adquirieron tubérculos, tamaño semilla de reciente cosecha de la variedad súper chola. Se eliminó la tierra con abundante agua y se secó bajo sombra.

Se utilizaron diez tubérculos semilla por tratamiento; éstos se los introdujo en malla plástica y se sumergieron en la solución de agua destilada más el inhibidor de quitina respectivo.

Los inhibidores de quitina de acuerdo a la dosis comercial de aplicación, se disolvieron en un litro de agua destilada.

Los tubérculos semilla se mantuvieron sumergidas entre 1 a 2 minutos. Luego se secaron bajo sombra durante 30 minutos. Una vez secos se colocó un tubérculo por tarrina plástica de ¼ de litro. Los tubérculos se inmovilizaron con palillos molda dientes para evitar mortalidad de larvas por aplastamiento.

Sobre el tubérculo contenido en la tarrina plástica se colocaron 10 larvas de *Tecia Solanivora*, de primer instar mediante el uso de un pincel. Inmediatamente se procedió a cubrir con tela tul y se colocó en la cámara artesanal por un periodo aproximado de 35 a 42 días.

Cuando en el tratamiento testigo se evidencie pupas será el momento de evaluar las variables en estudio.

**3.4.7 Análisis económico.-** Se utilizaron los datos de porcentaje de daño de la primera fase, el costo de producción parcial por tratamiento; el precio de venta, y el rendimiento, al obtener estos parámetros se trasladó a porcentajes en campo abierto teniendo los siguientes resultados:

### **3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.**

#### **3.5.1 Análisis estadístico de la primera fase.**

##### **3.5.1.1 Diseño experimental.**

Se utilizó un diseño completamente al Azar (D.C.A) con 5 tratamientos y 10 repeticiones por tratamiento.

##### **3.5.1.2 Esquema del Análisis de la Varianza.**

**Tabla 6:** Esquema del Análisis de la Varianza

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>FÓRMULA</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
Tratamientos	(t-1)	4
Error Experimental	(t-tr)	45
Total	(txr) - 1	49

**Elaborado por:** Autor

Se determinó el coeficiente de variación y se realizó la prueba de Tukey al 5% a los tratamientos en estudio.



### 3.5.1.3 Tratamientos.

**Tabla 7:** Tratamientos primera fase

Nº	Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis
1	Nomolt	Teflubenzuron	0,50 cc/l
2	Alsystin	Triflumuron	1,25 cc/l
3	Dimilin	Diflubenzurón	2,50 gr/l
4	Testigo comercial Eltra	Carbosulfan	1,25cc/l
5	Testigo absoluto	Agua	0,00

**Elaborado por:** Autor

Disposición del experimento bajo condiciones controladas

**Tabla 8:** Diseño experimental.

T2	T1	T3	T1	T4	T5	T2	T5	T2	T4
T3	T2	T3	T4	T1	T1	T5	T4	T1	T5
T1	T5	T1	T5	T2	T3	T4	T2	T3	T5
T4	T1	T2	T4	T3	T4	T5	T1	T2	T2
T5	T1	T3	T3	T2	T5	T3	T4	T4	T3

**Elaborado por:** Autor

## 3.5.2 Análisis estadístico de la segunda fase:

### 3.5.2.1 Diseño experimental.

Se utilizó un diseño completamente al azar (D.C.A) con 12 tratamientos y 5 repeticiones, con un arreglo factorial (A x B), donde el Factor A correspondió a tipos de insecticida y el Factor B correspondió al tiempo de residualidad de los insecticidas. (Tabla 7).

### 3.5.2.2 Esquema del Análisis de la Varianza.

**Tabla 9:** Análisis de la Varianza

FUENTE DE VARIACIÓN	FÓRMULA	GRADOS DE LIBERTAD
Tratamientos	(t-1)	11
Factor A: tipos de insecticida	(Fa-1)	3
Factor B: tiempos de residualidad	(Fb-1)	2
Interacción factor (A x B)	(AxB)	6
Error Experimental	t (r-1)	48
Total		59

**Elaborado por:** Autor

Se determinó el coeficiente de variación y se realizó la prueba de Tukey al 5% a todos los tratamientos en estudio.

### 3.5.2.3 Tratamientos.

**Tabla 10:** Tratamientos segunda fase

Nº	Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis
<b>T1</b>	AT1: Nomolt infestación 0 días	Teflubenzuron	0,50 cc/l
<b>T2</b>	AT2: Nomolt infestación 15 días		
<b>T3</b>	AT3: Nomolt infestación 30 días		
<b>T4</b>	BT1: Alsystin infestación 0 días	Triflumuron	1,25 cc/l
<b>T5</b>	BT2: Alsystin infestación 15 días		
<b>T6</b>	BT3: Alsystin infestación 30 días		
<b>T7</b>	CT1: Dimilin infestación 0 días	Diflubenzurón	2,50 gr/l
<b>T8</b>	CT2: Dimilin infestación 15 días		
<b>T9</b>	CT3: Dimilin infestación 30 días		
<b>T10</b>	DT1: Testigo comercial Eltra infestación 0 días	Carbosulfan	1,25 cc/l
<b>T11</b>	DT2: Testigo comercial Eltra infestación 15 días		
<b>T12</b>	DT3: Testigo comercial Eltra infestación 30 días		

Elaborado por: Autor

### 3.5.2.4 Disposición del experimento, bajo condiciones controladas.

Los factores en estudio fueron:

#### **Factor A: Insecticidas.**

- A:** Nomolt (Teflubenzuron)
- B:** Alsystin (Triflumuron)
- C:** Dimilin (Diflubenzurón)
- D:** Testigo comercial Eltra (Carbosulfan)

#### **Factor B: Tiempo de Residualidad.**

- T1:** infestación a los 0 días después de la inmersión.
- T2:** infestación a los 15 días después de la inmersión.
- T3:** infestación a los 30 días después de la inmersión.

**Tabla 11:** Diseño experimental

DT1	AT2	CT2	DT2	AT3
CT1	AT3	BT3	CT3	DT3
AT1	DT3	DT1	AT1	CT1
DT2	BT1	BT2	AT3	DT2
BT2	DT1	BT1	BT2	AT2
AT2	CT3	AT3	CT2	BT3
BT3	CT2	DT3	DT1	CT3
DT1	DT2	BT1	AT3	CT2
CT1	BT3	AT1	BT1	CT1
AT2	DT3	AT2	BT2	DT2
AT1	CT2	CT3	CT3	BT2
BT1	CT1	DT3	AT1	BT3

**Elaborado por:** Autor

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS.

Se aplicó ANOVA para evaluar los tratamientos independientes tomadas en el área de estudio y la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5 % para comparar los promedios y determinar si se acepta o rechaza la hipótesis planteada.

### 4.2 Primera fase:

#### 4.2.1 Mortalidad larval.

Para la variable, porcentaje de muerte larval en polilla, se hizo una regresión raíz cuadrada y el valor de  $p < 0.0001$  del ANOVA sugiere el rechazo de la hipótesis de igualdad de medias de tratamientos, si existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de esta variable. (Tabla 12)

En el análisis de varianza (Tabla 12), se observa que existen diferencias significativas entre tratamientos, es decir, tienen una respuesta diferente en mortalidad.

El coeficiente de variación y la media fueron: 16,82 % y 7,30 larvas muertas, respectivamente.

**Tabla 12:** Análisis de la varianza para la variable mortalidad larval en polilla.

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>	<b>%</b>
Total	49	341,64				
Trat	4	273,86	68,47	45,46	<0,0001	
Error	45	67,78	1,51			
CV						16,82
Promedio						7,30

**Fuente:** Datos de campo del experimento

**Elaborado por:** Autor

En la prueba de Tukey al 5 % para tratamientos (Tabla 13), se detectó la presencia de tres rangos de significación, en el primer rango (A) se encuentran los tratamientos T4 Testigo Comercial (Eltra/ Carbosulfan) y T2 (Alsystin/Triflumuron) que son los que tienen el mejor comportamiento en mortalidad larval de la *Tecia Solanivora*, de los demás. En el segundo rango (B) se encuentran los tratamientos T1 (Nomolt/Teflubenzuron) y T3: (Dimilin/Diflubenzurón); finalmente en el tercer rango (C) se encuentra el tratamiento T5 Testigo absoluto.

En la variable mortalidad larval el tratamiento T4 Testigo Comercial (Eltra/Carbosulfan) y T2 (Alsystin/Triflumuron) presenta diferencias estadísticamente significativas con respecto a los tratamientos T1 (Nomolt/Teflubenzuron); T3 (Dimilin/Diflubenzurón) y T5 (Testigo absoluto).

En la prueba de Tukey al comparar el tratamiento 4 Testigo Comercial (Eltra/Carbosulfan) con el tratamiento T2 (Alsystin/Triflumuron), se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre estos dos tratamientos, ya que se encuentran en el mismo rango (A) lo cual demuestra que tienen similar porcentaje de mortalidad larval. (Tabla 13)

En lo relacionado a T5 (testigo absoluto), tiene un 2,92 % de mortalidad lo cual es inferior al resto de los inhibidores.

**Tabla 13:** Prueba de Tukey al 5% para la variable mortalidad larval en polilla

Trat.	Medias	Rangos
T4: Testigo Comercial (Eltra/Carbosulfan)	9,71	A
T2: Alsystin (Triflumuron)	8,78	A B
T1: Nomolt (Teflubenzuron)	7,77	B
T3: Dimilin (Diflubenzurón)	7,31	B
T5: Testigo absoluto	2,92	C

Medias con letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Elaborado por:** Autor

#### 4.2.2 Porcentaje de daño.

Para la variable porcentaje de daño en el tubérculo, se hizo una regresión raíz cuadrada y el valor  $p < 0.0001$  del ANOVA sugiere que, si existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de la variable porcentaje de daño en el tubérculo.

En el análisis de varianza tabla 3, se observa que existen diferencias significativas entre tratamientos, es decir; tienen una respuesta diferente en porcentaje de daño en el tubérculo de papa.

El coeficiente de variación y la media fueron: 17,49 % y 4,80 de daño en el tubérculo de papa, respectivamente. (Tabla 14)

**Tabla 14:** Análisis de la varianza para la variable porcentaje de daño en el tubérculo de papa.

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>	<b>%</b>
Total	49	342,21				
Trat	4	310,43	77,61	109,91	<0,0001	
Error	45	31,78	0,71			
CV						17,49
Promedio						4,80

**Fuente:** Datos de campo del experimento

**Elaborado por.** Autor

En la prueba de Tukey al 5 % para tratamientos (tabla 15), se detectó la presencia de tres rangos de significación, en el primer rango (A) se encuentran los tratamientos T4 Testigo Comercial (Eltra/Carbosulfan) y T2 (Alsystin/Triflumuron) que son los que tienen el mejor comportamiento con un menor porcentaje de daño en tubérculo de papa, de los demás. En el segundo rango (B) se encuentran los tratamientos T1 (Nomolt/Teflubenzuron) y T3: (Dimilin/Diflubenzurón); finalmente en el tercer rango (C) se encuentra el tratamiento T5 Testigo absoluto.

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5% en la variable porcentaje de daño en el tubérculo de papa el tratamiento T4 Testigo Comercial (Eltra/Carbosulfan) y T2 (Alsystin/Triflumuron), presenta diferencias estadísticamente significativas con respecto a los tratamientos T1 (Nomolt/Teflubenzuron); T3 (Dimilin/Diflubenzurón) y T5 (Testigo absoluto).

En la prueba de Tukey al 5% al comparar el tratamiento 4 Testigo Comercial (Eltra/Carbosulfan) con el tratamiento T2 (Alsystin/Triflumuron), se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre estos dos tratamientos, ya que se encuentran en el mismo rango (A), lo cual demuestra que tienen similar porcentaje de daño en el tubérculo de papa. (Tabla 15)

En lo relacionado a T5 (testigo absoluto), tiene un % de daño de 9,16 en el tubérculo de papa, siendo el mayor porcentaje de daño.

**Tabla 15:** Prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de daño en tubérculo de papa.

Trat.	Medias	Rangos
T4: (Eltra /Carbosulfan)	2,19	A
T2: (Alsystin/Triflumuron)	2,56	A
T1: (Nomolt/Teflubenzuron)	4,83	B
T3: (Dimilin/Diflubenzurón)	5,29	B
T5: Testigo absoluto	9,16	C

Medias con letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
**Elaborado por:** Autor

### 4.3 Segunda fase.

#### 4.3.1 Mortalidad larval y residualidad.

Para la variable mortalidad larval y residualidad se hizo una regresión raíz cuadrada (transformación), para cero, quince y treinta días; el valor  $p < 0,0001$  del ANOVA sugiere que, si existen diferencias estadísticamente significativas entre los factores, insecticidas y residualidad; es decir, existió una respuesta diferente en porcentaje de mortalidad y residualidad.

El coeficiente de variación y la media fueron: 15,61 % y 7,13 de larvas muertas, respectivamente. (Tabla 16)

**Tabla 16:** Análisis de la varianza para la variable mortalidad larval y residualidad a los cero, quince y treinta días.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	Valor p	%
Total	59	189,41				
Trat	11	129,96	11,81	9,54	<0,0001	
Fact A (Insecticida)	3	95,09	31,70	25,59	<0,0001	
Fact B (Tiempo)	2	29,71	14,86	12,00	0,0001	
Inter A x B	6	5,16	0,86	0,69	0,6550	
Error	48	59,44	1,24			
CV						15,61
Promedio						7,13

**Fuente:** Datos de campo del experimento

**Elaborado por.** Autor

En la prueba de Tukey al 5 % para insecticidas (tabla 17), se puede observar tres rangos de significación, el primer rango (A) lo ocupa el insecticida Eltra (Carbosulfan), lo que indica

que el insecticida Eltra (Carbosulfan) tiene una mortalidad larval de la *Tecia Solanivora* mayor que el resto de insecticidas; seguido del rango (B) con los insecticidas Alsystin (Triflumuron) y Nomolt (Teflubenzuron). Finalmente con una mortalidad larval de la *Tecia Solanivora* menor en el rango (C) el insecticida Dimilin (Diflubenzurón).

Sin embargo al comparar el insecticida Alsystin (Triflumuron) con el insecticida Nomolt (Teflubenzuron) se concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas entre estos dos insecticidas. (Tabla 17)

**Tabla 17:** Prueba de Tukey al 5% para insecticidas.

Insecticidas	Medias	Rangos
D: Eltra (Carbosulfan)	8,91	A
B: Alsystin (Triflumuron)	7,58	B
A: (Nomolt/Teflubenzuron)	6,51	B C
C: (Dimilin/Diflubenzurón)	5,52	C

Medias con letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Elaborado por:** Autor

En la prueba de Tukey al 5 % para residualidad (Tabla 18), se puede observar dos rangos de significación, el primer rango (A) lo ocupa la residualidad R1 inoculación a los 0 días después de la inmersión de la semilla de papa en la solución, lo que indica que la inoculación a los 0 días tiene una mortalidad larval de la *Tecia Solanivora* mayor que la residualidad R2 inoculación a los 15 días y R3 inoculación a los 30 días después de la inmersión de la semilla de papa en la solución; seguido del rango (B) con la residualidad R2 inoculación a los 15 días y R3 inoculación a los 30 días.

En la prueba de Tukey al 5% al comparar la residualidad R2 inoculación a los 15 días después de la inmersión de la semilla de papa en la solución con la residualidad R3 inoculación a los 30 días después de la inmersión de la semilla de papa en la solución, se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre estos dos tiempos, ya que se encuentran en el mismo rango (B) lo cual demuestra que tienen similar porcentaje de mortalidad larval. (Tabla 18)

En el caso de (0) cero días, los tratamientos: T10: DR1 que corresponde al Testigo Comercial (Eltra/Carbosulfan), T4: BR1 que corresponde a (Alsystin/Triflumuron) y



T1:AR1 que corresponde a (Nomolt/Teflubenzuron) presenta diferencias estadísticamente significativas con respecto al tratamiento T7: CR1 (Dimilin/Diflubenzurón).

En el caso de (15) quince días, el tratamiento T11: DR2 que corresponde al Testigo Comercial (Eltra/Carbosulfan) y T5: BR2 (Alsystin/Triflumuron), presenta diferencias estadísticamente significativas con respecto a los tratamientos: T2: AR2 (Nomolt/Teflubenzuron) y T8: CR2 (Dimilin/Diflubenzurón).

Sin embargo al comparar el tratamiento T11: DR2 que es el Testigo Comercial (Eltra/Carbosulfan) con el tratamiento T5: BR2 (Alsystin/Triflumuron) se concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas entre estos dos tratamientos.

En el caso de (30) treinta días, el tratamiento T12: DR3 que corresponde al Testigo Comercial (Eltra/Carbosulfan) presenta diferencias estadísticamente significativas con respecto a los tratamientos: T6: BR3 (Alsystin/Triflumuron); T3: AR3 (Nomolt/Teflubenzuron) y T9: CR3 (Dimilin/Diflubenzurón).

La mortalidad larval y residualidad a los 0, 15 y 30 días presentó medias finales de 8,07; 6,95 y 6,37 respectivamente. (Tabla 18)

**Tabla 18:** Prueba de Tukey al 5% para residualidad.

Residualidad	Medias	Rangos
T1: Infestación a los 0 días después de la inmersión.	8,07	A
T2: Infestación a los 15 días después de la inmersión	6,95	B
T3: Infestación a los 30 días después de la inmersión	6,37	B

Medias con letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Elaborado por:** Autor

#### 4.3.2 Porcentaje de daño y residualidad.

Para la variable porcentaje de daño y residualidad, se hizo una regresión raíz cuadrada (transformación), para cero, quince y treinta días; el valor de  $p < 0,0001$  del ANOVA sugiere que, si existen diferencias estadísticamente significativas entre los factores, insecticidas, residualidad; es decir, existió una respuesta diferente en porcentaje de daño y residualidad.

El coeficiente de variación y la media fueron: 19,58 % y 5,05 de daño en el tubérculo de papa, respectivamente. (Tabla 19)

**Tabla 19:** Análisis de la varianza para la variable porcentaje de daño y residualidad a los cero, quince y treinta días.

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>	<b>%</b>
Total	59	209,24				
Trat	11	162,35	14,76	15,11	<0,0001	
Fact A (Insecticida)	3	71,40	23,80	24,36	<0,0001	
Fact B (Tiempo)	2	82,54	41,27	42,25	<0,0001	
Inter A x B	6	8,41	1,40	1,43	0,2212	
Error	48	46,89	0,98			
CV						19,58
Promedio						5,05

**Fuente:** Datos de campo del experimento

**Elaborado por:** Autor

En la prueba de Tukey al 5 % para insecticidas (Tabla 20), se puede observar tres rangos de significación, el primer rango (A) lo ocupa el insecticida Eltra (Carbosulfan), lo que indica que el insecticida Eltra (Carbosulfan) tiene el mejor comportamiento con un menor porcentaje de daño en tubérculo de papa que el resto de insecticidas; seguido del rango (B) con el insecticida Alsystin (Triflumuron); finalmente con un mayor porcentaje de daño en tubérculo de papa en el rango (C) los insecticidas Nomolt (Teflubenzuron) y Dimilin (Diflubenzurón).

**Tabla 20:** Prueba de Tukey al 5% para insecticidas.

Insecticidas	Medias	Rangos
D: Eltra (Carbosulfan)	3,53	A
B: Alsystin (Triflumuron)	4,56	B
A: (Nomolt/Teflubenzuron)	5,76	C
C: (Dimilin/Diflubenzurón)	6,35	C

Medias con letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Elaborado por:** Autor

En la prueba de Tukey al 5 % para residualidad (Tabla 21), se puede observar tres rangos de significación, el primer rango (A) lo ocupa la residualidad R1 inoculación a los 0 días después de la inmersión de la semilla de papa en la solución, lo que indica que la inoculación a los 0 días tiene el mejor comportamiento con un menor porcentaje de daño

en tubérculo de papa, que la que la residualidad R2 inoculación a los 15 días y R3 inoculación a los 30 días después de la inmersión de la semilla de papa en la solución; seguido del rango (B) con la residualidad R2 inoculación a los 15 días; y finalmente el tercer rango (C) lo ocupa R3 inoculación a los 30 días.

En el caso de (0) cero días, los tratamientos: T10: DR1 que corresponde al Testigo Comercial (Eltra/Carbosulfan) y T4: BR1 que corresponde a (Alsystin/Triflumuron), presenta diferencias estadísticas significativas, con respecto a los tratamiento T1:AR1 que corresponde a (Nomolt/Teflubenzuron) y T7: CR1 (Dimilin/Diflubenzurón).

En el caso de (15) quince días, el tratamiento T11: DR2 que corresponde al Testigo Comercial (Eltra/Carbosulfan), presenta diferencias estadísticamente significativas con respecto a los tratamientos: T2: AR2 (Nomolt/Teflubenzuron), T5: BR2 (Alsystin/Triflumuron) y CR2 (Dimilin/Diflubenzurón).

En el caso de (30) treinta días, el tratamiento T12: DR3 que corresponde al Testigo Comercial (Eltra/Carbosulfan) presenta diferencias estadísticamente significativas con respecto a los tratamientos: T6: BR3 (Alsystin/Triflumuron); T3 AR3 (Nomolt/Teflubenzuron) y T9: CR3 (Dimilin/Diflubenzurón).

El porcentaje de daño y residualidad a los 0, 15 y 30 días presentó medias finales de 3,59; 5,09 y 6,46 respectivamente. (Tabla 21)

**Tabla 21:** Prueba de Tukey al 5% para residualidad.

Residualidad	Medias	Rangos
R1: Infestación a los 0 días después de la inmersión.	3,59	A
R2: Infestación a los 15 días después de la inmersión	5,09	B
R3: Infestación a los 30 días después de la inmersión	6,46	C

Medias con letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Elaborado por:** Autor

#### 4.4 Análisis económico:

Para el análisis económico se tomó en cuenta el rendimiento de producción de papa promedio de la provincia del Carchi en el 2017, el porcentaje de perdida causado por la plaga, el rendimiento que se tiene con cada uno de los tratamientos, los sacos del

producto obtenidos en la cosecha, el precio en el mercado y la venta de la producción; posteriormente se realizó un análisis de costo beneficio.

**Tabla 22: Análisis económica de cada uno de los tratamientos**

Tratamientos	Rendimiento Carchi t ha-1	% pérdida	Pérdida en toneladas	Rendimiento por tratamiento t ha-1	Sacos de papa	Precio del mercado USD/saco	Venta de papa	Valor de producción + insecticida total USD	Utilidad USD	Relación B/C
T1: Nomolt/Teflubenzuron	27,3	22,9	6,25	21,05	421	15	6315	4517	1798	1,40
T2: Alsystin/Triflumuron	27,3	8,45	2,3	25	500	15	7500	4526	2974	1,66
T3: Dimilin/Diflubenzuron	27,3	29,7	8,1	19,2	384	15	5760	4514	1246	1,28
T4: Eltra/Carbosulfan	27,3	2,85	0,78	26,52	530,4	15	7956	4512	3444	1,76
T5: T. absoluto	27,3	83,4	22,77	4,53	90,6	15	1359	4500	-3141	0,30

**Elaborado por:** Autor

En la tabla 22 podemos apreciar que el tratamiento T4 (Eltra/Carbosulfan) y el tratamiento T2 (Alsystin/Triflumuron) son los que obtuvieron el más bajo porcentaje de daño con 2,85% y 8,45% respectivamente, con respecto a los tratamientos T1: (Nomolt/Teflubenzuron) que registro un 22,9%; el tratamiento T3: (Dimilin/Diflubenzuron) con 29,7% y el testigo absoluto con un 83,4% en tales casos haciendo la relación costo/beneficio los tratamientos T4 (Eltra/Carbosulfan) y T2 (Alsystin/Triflumuron) son los que mayor rentabilidad económica representan; ya que se genera una ganancia de 1,76 y 1,66 dólares respectivamente, por cada 1 dólar invertido.

#### 4.5. DISCUSIÓN

En la investigación, los resultados en cuanto a lo que es el porcentaje de daño, se evidencio que el inhibidor de quitina con el ingrediente activo Triflumuron y el producto químico con el ingrediente activo Carbosulfan presentaron un porcentaje de 2,56 y 2,19 respectivamente, se pudo comprobar la similitud con lo expuesto por Soria (2009), quien obtuvo como resultados en su investigación con el uso del bioplaguicida (Baculo virus) y el producto químico (Malathion 5%), con un porcentaje de daño muy bajo de 2% cada uno.

La rotación de insecticidas de diferentes grupos químicos, permitirá evitar que el insecto adquiera resistencia a estos productos, manteniendo mayor estabilidad de este tipo de control a través del tiempo afirmó Sanhueza (2001); lo que no ocurre con los productos de carácter biológico o con los inhibidores de quitina, que a pesar de que su acción es lenta, tienen la misma eficacia y se lo puede utilizar cuantas veces sea necesario.

El complejo de la polilla de la papa, constituyen un grave problema para los papicultores; ya que causan una indiscriminada aplicación de plaguicidas que afectan la salud de los productores, perdidas económicas directas al agricultor de un 20 % y la consecuente reducción de su calidad de vida. Las pérdidas reales y potenciales causadas por la plaga en Colombia, Ecuador y Perú bordean los 150 millones de dólares anuales. (Carpio, 2008). Pero con la investigación realizada se puede demostrar que al aplicar productos no tóxicos como los inhibidores de quitina se puede, controlar el ataque de la plaga, además de evitar daños a la salud, afectación al medio ambiente, y reducir las pérdidas económicas al 8 %.

En la variable mortalidad larval el tratamiento T4 Testigo Comercial (Eltra/Carbosulfan) y el tratamiento T2 (Alsystin/Triflumuron) presentaron mayor efectividad con un 9,71 % y un 8,78 % (Tabla 13). En la variable porcentaje de daño los mismos tratamientos tuvieron el menor porcentaje de daño con 2,19 y 2,56 (Tabla 15), estos resultados son similares a lo expuesto por Pérez et al. (2012) quien en su investigación al evaluar la eficiencia de diferentes formulaciones de bioplaguicidas virales y de un insecticida químico determino que en la variable mortalidad larval el bioplaguicida y el insecticida químico presentaron un mayor control con 7,83% y 8,14 % y en cuanto a la variable porcentaje de daño de 1,14% y 1,37% respectivamente.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Los inhibidores de quitina controlan unos en mayor grado que otros el ataque de larvas de polilla guatemalteca (*Tecia Solanivora, Povolny*), disminuyendo la severidad del ataque y aumentando la mortalidad; tomando como base a un testigo absoluto.
- Los tratamientos T4 testigo comercial (Eltra/Carbosulfan) y T2 (Alsystin/Triflumuron) fueron los que presentaron mayor control con relación a los demás productos, siendo eficaces hasta los 15 días después de la aplicación del tratamiento.
- En cuanto al análisis económico se pudo concluir que los tratamientos T4 testigo comercial (Eltra/Carbosulfan) y T2 (Alsystin/Triflumuron) son los mejores con relación a los otros tratamientos, presentando una mayor C/B de 0,76 y 0,66 dólares respectivamente, por cada dólar invertido.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a los agricultores la utilización de los inhibidores de quitina, como alternativa para combatir el ataque de larvas de polilla en semilla de papa, debido a que disminuye la severidad de daño y aumenta la mortalidad larval.
- Se recomienda el tratamiento T2 (Alsystin/Triflumuron), como la mejor alternativa, ya que no es toxico para el ser humano ni el ambiente, se puede utilizar varias veces y la plaga no presenta ningún tipo de resistencia.
- Debido a que los inhibidores de quitina, pueden controlar el ataque de larvas de polilla en semilla, se recomienda trasladar la investigación a distintos lugares de almacenamiento con diferentes condiciones climáticas y con distintas dosificaciones.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Anexo 1.

Recolección y de adultos y huevos de *Tecia Solanivora*, Povolny



### Anexo 2.

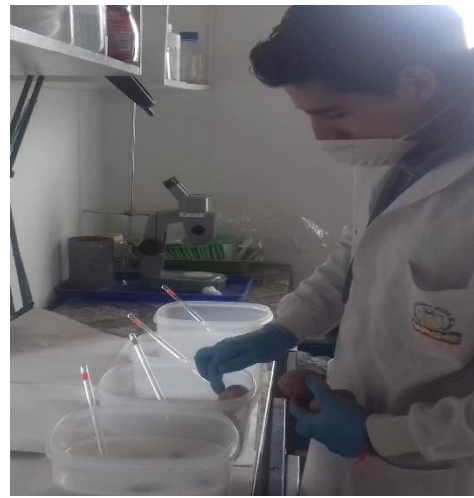
Lavado y secado de la semilla de papa.





### Anexo 3.

Mezcla de productos he inmersión de la semilla en cada uno de los tratamientos



### Anexo 4.

Infestación a las semillas de papa con larvas de *Tecia Solanivora*, Povolny



## Anexo 5.

Evaluación de las variables en estudio y recolección de datos

