



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**“EVALUACIÓN DE PORTADORES SÓLIDOS PARA LA
FORMULACIÓN DE BIOINSECTICIDAS A BASE DEL VIRUS DE LA
GRANULOSIS Y ANCHILIBÍ PARA EL CONTROL DE POLILLA DE
LA PAPA, *Tecia solanivora* (Povolny), EN SAN GABRIEL, PROVINCIA
DEL CARCHI”**

Proyecto de Tesis presentado como requisito para optar por el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

AUTOR:

Ángel Simón Chingal Valdiviezo

Director:

Ing. Galo Varela

Ibarra – Ecuador

2009

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**“EVALUACIÓN DE PORTADORES SÓLIDOS PARA LA
FORMULACIÓN DE BIOINSECTICIDAS A BASE DEL VIRUS DE LA
GRANULOSIS Y ANCHILIBÍ PARA EL CONTROL DE POLILLA DE
LA PAPA, *Tecia solanivora* (Povolny), EN SAN GABRIEL, PROVINCIA
DEL CARCHI”**

Presentada al Comité Asesor como requisito parcial para obtener el título de:

“INGENIERO AGROPECUARIO”

APROBADA:

Ing. Galo Varela

DIRECTOR

Ing. Carlos Cazco M.Sc.

ASESOR

Ing. Jheny Quiroz

ASESOR

Ing. Germán Terán

ASESOR

Ibarra – Ecuador

2009

PRESENTACION

La presente investigación es el resultado de un intenso y minucioso trabajo en equipo, estamos conscientes y somos responsables por los resultados, discusiones, conclusiones y demás partes emitidas en esta investigación científica que aporta datos importantes para el desarrollo de futuras investigaciones relacionadas con el campo agrícola.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado principalmente a mis padres quienes con su apoyo incondicional me ayudaron a cumplir una de mis metas, a mis hermanos y amigos que de una u otra manera se hicieron presentes en los buenos y malos momentos de la vida, a nuestros profesores que supieron guiarnos con sus conocimientos durante la etapa estudiantil.

Ángel

AGRADECIMIENTO

A la “Unidad de Validación y Transferencia y Tecnología del Carchi (UVTT-C)” quien dio apertura para realizar este trabajo, en especial al Ingeniero Jovanny Suquillo quien aportó con sus conocimientos profesionales para el desarrollo de esta investigación.

A la fundación “McKnigh” quien hizo posible esta investigación mediante sus aportes económicos.

Al Ing. Galo Varela (Director de Tesis) por sus valiosas sugerencias que permitieron la culminación de la presente investigación.

Un agradecimiento sincero a los señores asesores Ing. Jheny Quiroz, Carlos Cazco, Germán Terán por la aportación de sus conocimientos profesionales en este trabajo de investigación.

Al Ing. Raúl Barragán quien brindo todas las facilidades para la culminación de este documento.

Así como también a todos quienes conforman la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales y a la Universidad Técnica del Norte quien nos dio la oportunidad de formarnos profesionalmente.

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos.....	4
1.2. Hipótesis	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Origen y distribución geográfica de la plaga	5
2.2. Clasificación taxonómica.....	5
2.3. Ciclo biológico	6
2.4. Daño económico	7
2.5. Cría masiva de teña solanivora (povolny)	8
2.6. Control biológico de teña solanivora (povolny)	9
2.7. Modo de acción de los virus entomopatógenos	10
2.7.1. Modo de acción del virus PhopGVC	10
2.7.2. Modo de acción del virus Anchilibí.....	11
2.8. Métodos de multiplicación de los virus	11
2.8.1. Para virus ocluidos (PhopGVC).....	11
2.8.1.1. Multiplicación del virus por inmersión de tubérculos	11
2.8.2. Multiplicación de virus no incluidos (Anchilibí).....	12
2.8.2.1. Solución viral.....	12
2.8.2.2. Multiplicación del virus por inmersión de tubérculos	12
2.8.2.3. Multiplicación del virus por inmersión de larvas	12
2.8.2.4. Multiplicación del virus Anchilibí por inyección.....	13
2.9. Producción y formulación de agentes de biocontrol.....	13
2.9.1. Tipo de formulaciones	13
2.9.1.1. Formulaciones líquidas.....	14
2.9.1.2. Formulaciones sólidas	14
2.9.2. Características de los portadores sólidos.....	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1. Fase de ambiente controlado.....	17
3.2. Ensayo 1: selección de portadores sólidos para el virus phopgvc.....	19

3.3.	Ensayo 2: Selección de portadores sólidos para el virus Anchilibí.....	26
3.3. 1.	Factores en estudio.....	26
3.3. 2.	Tratamientos	26
3.3. 3.	Unidad experimental	27
3.3. 4.	Diseño experimental.....	27
3.3. 5.	Análisis estadístico	27
3.3. 6.	Análisis funcional	28
3.3. 7.	Variables y métodos de evaluación	28
3.3. 8.	Manejo específico del experimento.....	29
3.4.	Ensayo 3: Determinación de la eficiencia de los formulados con y sin virus PhopGVC.....	30
3.5.	Ensayo 4: Determinación de la eficiencia de los formulados con y sin virus Anchilibí.	34
3.5. 1.	Factores en estudio:	34
3.5. 2.	Tratamientos	35
3.5. 3.	Unidad experimental	35
3.5. 4.	Diseño experimental.....	36
3.5. 5.	Análisis estadístico	36
3.5. 6.	Análisis Funcional	36
3.5. 7.	Variables y métodos de evaluación	37
3.5. 8.	Manejo específico del experimento.....	38
3.6.	Ensayo 5: Prueba de almacenamiento de los bioinsecticidas seleccionados con los virus PhopGVC y Anchilibí	38
3.6. 1.	Factores en estudio:	38
3.6. 2.	Tratamientos	39
3.6. 3.	Unidad experimental	39
3.6. 4.	Diseño experimental.....	40
3.6. 5.	Análisis estadístico	40
3.6. 6.	Análisis Funcional	40
3.6. 7.	Variables y métodos de evaluación	41
3.6. 8.	Manejo específico del experimento.....	41
3.7.	Fase de bodega.....	42
3.7. 1.	Características climáticas.....	42
3.7. 2.	Materiales y Equipos	42
3.7. 3.	Ensayo 6: Prueba de los bioinsecticidas seleccionados en bodega	42
3.7. 4.	Factores en estudio.....	43

3.7. 5.	Tratamientos	43
3.7. 6.	Unidad experimental	44
3.7. 7.	Diseño experimental	44
3.7. 8.	Análisis estadístico	44
3.7. 9.	Análisis Funcional	44
3.7. 10.	Variables y métodos de evaluación	45
3.7. 11.	Manejo específico del experimento	46
3.8.	Análisis económico	47
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	48
4. 1.	Ensayo 1: Selección de portadores sólidos para el virus PhopGVC.	48
4.1.1.	Adherencia	48
4.1.2.	Mortalidad larval.....	50
4. 2.	Ensayo 2: Selección de portadores sólidos para el virus Anchilibí.....	52
4.2.1.	Adherencia	52
4.2.2.	Mortalidad.....	54
4. 3.	Ensayo 3: Determinación de la eficiencia de los formulados con y sin virus PhopGVC	55
4. 4.	Ensayo 4: Determinación de la eficiencia de los formulados con y sin virus Anchilibí.	57
4. 5.	Ensayo 5. Prueba de almacenamiento de los bioinsecticidas	59
4.5.1	Viabilidad	59
4. 6.	Ensayo 6. Prueba de los bioinsecticidas en bodega	62
5.	CONCLUSIONES	66
6.	RECOMENDACIONES	68
7.	RESUMEN	69
8.	SUMARY..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
9.	BIBLIOGRAFIA	76
10.	ANEXOS.....	81

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	20
CUADRO 2.	ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA	21
CUADRO 3.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	26
CUADRO 4.	ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA	27
CUADRO 5.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	31
CUADRO 6.	ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA	32
CUADRO 7.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	35
CUADRO 8.	ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA	36
CUADRO 9.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	39
CUADRO 10.	ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA	40
CUADRO 11.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	43
CUADRO 12.	ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA	44
CUADRO 13.	ESCALA PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE DAÑO DE LARVAS DE POLILLA DE LA PAPA, <i>TECIA SOLANIVORA</i> (POVOLNY),.....	46
CUADRO 14.	ANÁLISIS DE VARIANCA PARA LA VARIABLE ADHERENCIA DE PORTADORES SÓLIDOS FORMULADOS CON Y SIN VIRUS PHOPGVC. .	48
CUADRO 15.	VALORES MEDIOS DE ADHERENCIA POR EFECTO DE LOS PORTADORES SÓLIDOS FORMULADOS CON Y SIN VIRUS, EXPRESADOS EN PORCENTAJE.	49
CUADRO 16.	ANÁLISIS DE VARIANCA PARA LA VARIABLE MORTALIDAD LARVAL DE PORTADORES SÓLIDOS FORMULADOS CON Y SIN VIRUS PHOPGVC.	50
CUADRO 17.	VALORES MEDIOS DE MORTALIDAD LARVAL POR EFECTO DE LOS PORTADORES SÓLIDOS FORMULADOS CON Y SIN VIRUS, EXPRESADOS EN PORCENTAJE.	51
CUADRO 18.	ANÁLISIS DE VARIANCA PARA LA VARIABLE ADHERENCIA DE PORTADORES SÓLIDOS FORMULADOS CON Y SIN VIRUS ANCHILIBÍ.	52
CUADRO 19.	VALORES MEDIOS DE ADHERENCIA POR EFECTO DE LOS PORTADORES SÓLIDOS FORMULADOS CON Y SIN VIRUS, EXPRESADOS EN PORCENTAJE.	53
CUADRO 20.	ANÁLISIS DE VARIANCA PARA LA VARIABLE MORTALIDAD LARVAL PARA PORTADORES SÓLIDOS FORMULADOS CON Y SIN VIRUS ANCHILIBÍ.	54
CUADRO 21.	VALORES MEDIOS DE MORTALIDAD LARVAL POR EFECTO DE LOS PORTADORES SÓLIDOS FORMULADOS CON Y SIN VIRUS, EXPRESADOS EN PORCENTAJE.	54
CUADRO 22.	ANÁLISIS DE VARIANCA PARA LA VARIABLE EFICIENCIA, UTILIZANDO LA MORTALIDAD LARVAL CORREGIDA DE ACUERDO A LA FÓRMULA DE ABBOT PARA PORTADORES SÓLIDOS FORMULADOS CON Y SIN VIRUS PHOPGVC.	55
CUADRO 23.	VALORES MEDIOS DE LA MORTALIDAD LARVAL CORREGIDA POR EFECTO DE LOS PORTADORES SÓLIDOS FORMULADOS CON Y SIN VIRUS Y EFICIENCIA CON RELACIÓN AL TESTIGO.	56

CUADRO 24. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE EFICIENCIA, UTILIZANDO LA MORTALIDAD LARVAL CORREGIDA DE ACUERDO A LA FÓRMULA DE ABBOT PARA PORTADORES SÓLIDOS FORMULADOS CON Y SIN VIRUS ANCHILIBÍ.	57
CUADRO 25. VALORES MEDIOS DE MORTALIDAD LARVAL CORREGIDA POR EFECTO DE LOS PORTADORES SÓLIDOS FORMULADOS CON Y SIN VIRUS Y EFICIENCIA CON RELACIÓN AL TESTIGO.	58
CUADRO 26. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE VIABILIDAD EN TÉRMINOS DE MORTALIDAD LARVAL.	59
CUADRO 27. VALORES MEDIOS DE VIABILIDAD EN TÉRMINOS DE MORTALIDAD LARVAL EN TUBÉRCULOS DE PAPA TRATADOS CON BIOINSECTICIDAS A BASE DEL VIRUS PHOPGVC Y ANCHILIBÍ, EXPRESADOS EN PORCENTAJE.	61
CUADRO 28. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE DAÑO.	62
CUADRO 29. VALORES MEDIOS PARA VARIABLE PORCENTAJE DE DAÑO EN TUBÉRCULOS TRATADOS CON BIOINSECTICIDAS A BASE DEL VIRUS PHOPGVC Y ANCHILIBÍ.	63
CUADRO 30. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE INTENSIDAD DE DAÑO.	64
CUADRO 31. VALORES PARA LA VARIABLE INTENSIDAD DE DAÑO EN TUBÉRCULOS TRATADOS CON BIOINSECTICIDAS A BASE DEL VIRUS PHOPGVCC Y ANCHILIBÍ.	64
CUADRO 32. COSTO DE PRODUCCIÓN Y EFICIENCIA DE BIO INSECTICIDAS A BASE DE LOS VIRUS ANCHILIBÍ Y PHOPGVC.	65

INDICE DE ANEXOS

ANEXOS 1. COSTO DE PRODUCCIÓN DE 1 KILOGRAMO DE BIOINSECTICIDA A BASE DEL VIRUS ANCHILIBI CON MAICENA.	82
ANEXOS 2. COSTO DE PRODUCCIÓN DE 1KILOGRAMO DE BIOINSECTICIDA A BASE DEL VIRUS ANCHILIBÍ CON TALCO.	84
ANEXOS 3. COSTO DE PRODUCCIÓN DE 1 KILOGRAMO DE BIOINSECTICIDA A BASE DE VIRUS PHOPGVC CON TALCO.	86
ANEXOS 4. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE UNA LARVA DE PRIMER INSTAR	88
ANEXOS 5. IMPACTO AMBIENTAL.	90

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Foto 1: Preparación de la solución viral.....	23
Foto 2: Formulación y secado	23
Foto 3: Tamizado.....	23
Foto 4: Aplicación de los formulados.....	24
Foto 5: Infestación.....	25
Foto 6: Evaluación de Mortalidad larval.....	28
Foto7: Almacenamiento de los bioinsecticidas.....	41
Foto 8: Evaluación del porcentaje de daño.....	45
Foto 9: Evaluación de la intensidad de daño.....	45
Foto 10: Trampas de feromonas.....	46
Foto 11: Aplicación del bioinsecticida en bodega.....	

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La polilla de la papa, *Tecia solanivora* (Povolny), se ha convertido en uno de los problemas fitosanitarios más importantes del cultivo de la papa en el Ecuador (Gallegos, *et al.*, 2001); en Colombia esta plaga ha ocasionado elevadas pérdidas económicas, abandono de campos sin cosechar y desabastecimiento de semillas; se estima que las pérdidas llegarían a los 50 millones de dólares por año y en Ecuador a 6 millones de dólares, en Perú aún no se ha reportado el ingreso de la plaga pero esta significaría una pérdida aproximada de 90 millones de dólares al año. (Palacios *et al.*, 2001).

La polilla de la papa, *Tecia solanivora* (Povolny) (Lepidóptera: Gelechiidae) pertenece al complejo de polillas o palomillas que atacan la papa (*Solanum tuberosum* L.). Es originario de Centroamérica y causa daños sólo al tubérculo, tanto a nivel de campo como en almacenamiento. En Carchi, se ha convertido en uno de los problemas fitosanitarios más importantes del cultivo (Gallegos *et al.*, 2000a); para su control, los agricultores utilizan grandes cantidades de plaguicidas químicos, los mismos que ponen en riesgo el equilibrio ecológico, el apareamiento de nuevas plagas, la contaminación del medio ambiente y problemas en la salud humana (Herrera *et al.*, 2000). Bajo estas circunstancias es necesario desarrollar nuevas alternativas de Manejo Integrado de Plagas (MIP).

El uso de virus entomopatógenos, se constituye en una alternativa biológica de control de la polilla de la papa, sin riesgo para la salud humana ni para el ambiente

en general (Alves, 1986; Granados y Federici, 1986), entre los cuales, se destacan los virus: PhopGVC y Anchilibí.

PhopGVC, pertenece al género *Baculovirus* (Burges, 1981; Tanada y Kaya 1993), que presenta el mayor potencial para ser utilizados en programas de control biológico (FAO/OMS, 1974). Anchilibí, se trata de un virus de reciente descubrimiento por lo que aún no tiene clasificación taxonómica (Zeddám, *et al.*, 2003).

Para que los virus entomopatógenos se pongan a disposición de los papicultores, es necesario someterlos a un proceso de producción y formulación sea de tipo artesanal, semi industrial o industrial, para obtener productos comerciales aplicables en el campo (Yáñez, 2003). En formulaciones de bioinsecticidas se han probado portadores sólidos y líquidos; de los cuales el bioinsecticida formulado en polvo resulta más fácil y práctico para la aplicación de tubérculos semilla (Alcázar, Cervantes y Raman, 1992b).

El INIAP, ha realizado estudios con maicena y carbonato de calcio como portadores sólidos de partículas virales de PhopGVC. Se encontró diferencias en mortalidades larvales de *Tecia solanivora* (Povolny), entre formulaciones con maicena (98.7%) y carbonato de calcio (74.1%) (Gallegos *et al.*, 2001a). En esta misma línea de investigación, Niño (2000), reportó un 97% de mortalidad larval de *Tecia solanivora* en formulaciones virales a base de talco. Otros estudios sobre portadores sólidos indican que la turba de Chimborazo se constituye en un portador efectivo para la formulación de bio preparados a base de *Pseudomonas cepacia* y *Bacillus subtilis* (Yáñez, 2003), debido posiblemente a que presentan valores de pH cercanos a neutro.

Por el momento se dispone de información respecto a la utilización de maicena y carbonato de calcio como portadores sólidos de las partículas virales de PhopGVC, pero no para el virus Anchilibí; por lo que fue necesario probar otros elementos como portadores sólidos tanto para PhopGVC como para Anchilibí, que presenten mejores condiciones físicas, químicas, que conserven la viabilidad

de los virus, que sean económicos y de fácil aplicación en el campo. En el aspecto económico es importante determinar el costo que representa la producción y formulación de un bioinsecticida viral.

1.1. OBJETIVOS

General

Evaluar el comportamiento de portadores sólidos para la formulación de bioinsecticidas a base del virus PhopGVC y Anchilibí para el control de la polilla de la papa, *Tecia solanivora* (Povolny).

Específicos

1. Evaluar la capacidad de adherencia de los portadores sólidos conteniendo partículas virales de PhopGVC y Anchilibí para el control de la polilla.
2. Determinar la mortalidad larval que ocasionen los portadores sólidos formulados y no formulados.
3. Evaluar la viabilidad del virus PhopGVC y Anchilibí a diferentes tiempos de almacenamiento de las formulaciones.
4. Determinar el costo de producción del bioinsecticida elaborado con el mejor portador sólido determinado.

1.2. HIPÓTESIS

Los portadores sólidos no presentan diferencia en la adherencia y viabilidad de las partículas virales para la producción y formulación de un bioinsecticida viral.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen y distribución geográfica de la plaga

La polilla de la papa, es originaria de América Central donde fue descrita por primera vez como *Scrobipalposis solanivora* Povolny, 1973 (Murillo, 1981).

En 1983 entró a América del Sur a través de una importación de semilla contaminada, procedente de Costa Rica, a la zona papera de Táchira en Venezuela (Salazar y Escalante, 1984), en 1985 se reportó en Colombia en el departamento del Norte de Santander (Durán, 2001), posteriormente la polilla se propagó por todo el territorio Colombiano, llegando a traspasar la frontera sur y establecerse en el norte del Ecuador, desde 1996 a través de una importación de semilla no certificada proveniente de Colombia, de donde se ha desplazado por las zonas paperas ecuatorianas (Barragán, *et al.*, 2000).

2.2. Clasificación taxonómica

Según Povolny (1973), esta plaga corresponde a la siguiente clasificación taxonómica:

Orden:	Lepidóptera
Sub- Orden:	Dytrisia
Superfamilia:	Tineoidea
Familia:	Gelechiidae
Tribu:	Gnorimoschemini
Género:	<i>Tecia</i>
Especie:	<i>solanivora</i> (Povolny)

2.3. Ciclo biológico

Este lepidóptero pertenece a la familia Gelechiidae, tiene un ciclo de vida completo, pasa por los cuatro estadios de desarrollo: huevo, larva, pupa, y adulto (Herrera *et al.*, 2000). Para la descripción del ciclo de vida se ha tomado como referencia los trabajos experimentales realizados en Venezuela, Colombia y Ecuador y que han sido compilados por Gallegos *et al.*, 2002.

Huevo: Es de forma ovoide y mide 0.5 mm de longitud y 0.4 mm de ancho en la parte media. Recién ovipositado es de color blanco aperlado. A medida que avanza el proceso de incubación, se torna marrón oscuro. La incubación del huevo puede durar de 12 a 15 días. En el campo son puestos en las grietas del suelo cerca de la base del tallo de la planta; y en almacenamiento en superficies que presenten depresiones.

Larva: Es de tipo erusiforme, con tres pares de patas torácicas verdaderas y cinco pares de pseudopatas (cuatro abdominales y una anal). El desarrollo larval pasa por cuatro instares o estadios intermedios, proceso que dura entre 30 y 35 días.

Primer Instar: Las larvas de primer instar miden 1.33 mm de largo y 0.41 mm de ancho y presentan una coloración hialina blancuzca con cabeza marrón.

Segundo Instar: Miden 3.6 mm de longitud y el color es similar al anterior.

Tercer Instar: A medida que va desarrollándose la larva adquiere una coloración amarillenta, cabeza marrón oscuro y es voraz.

Cuarto Instar.-Las larvas miden 16.95 mm de largo y 2.96 mm de ancho. En este último instar las larvas varía su coloración de verdusca-amarillenta con ciertas manchas cremosas en el dorso a verdusca; luego, se va tornando de color rosado en la parte dorsal y manteniendo el color verde en la parte ventral.

Una vez completado su desarrollo la larva deja de alimentarse, abandona el tubérculo, pierde movilidad y empieza a tejer un capullo de seda, al cual se adhieren partículas de tierra, formando así la cámara pupal o cocón.

Pupa: La pupa es fusiforme; al principio, es de color café claro y posteriormente cambia a una coloración café oscura. Normalmente la pupa se encuentra envuelta en el cocón, aunque también se pueden encontrar pupas desnudas. El estado de pupa dura entre 28 y 32 días. La plaga empupa en el suelo, paredes de los almacenes, en talegas o costales, basura o dentro del mismo tubérculo (Barragán, 2000).

Adulto: Existe un marcado dimorfismo sexual relacionado con el tamaño y su coloración. La hembra es más grande que el macho y mide entre 10 a 13 mm de largo por 3.4 mm de ancho. Es de color marrón claro. El primer par de alas presenta tres manchas (estigmas) y líneas longitudinales marrón brillante. El macho mide 9.7 mm de largo por 2.9 mm de ancho, distinguiéndose de la hembra por tener el abdomen menos globoso que éstas. Es de color marrón oscuro y tiene dos manchas (estigmas) en el primer par de alas y líneas longitudinales poco visibles. En ambos sexos, las alas tienen una forma de “capa” con flecos.

Los adultos viven en promedio de 18 a 22 días. La hembra atrae al macho mediante una sustancia llamada feromona. Después de la fecundación, la hembra en cada ocasión deposita de 6 a 15 huevecillos en la base de la planta de papa y/o sobre los tubérculos en papa almacenada. Durante su vida deposita alrededor de 260 huevecillos (Palacios, 2001).

2.4. Daño económico

El daño económico causa la larva al penetrar el tubérculo, realizando galerías primeramente superficiales para luego barrenarlas más profundo (Torres, 1998 citado por Torres 2002 y Sotelo 1997). Las pérdidas se producen en el campo

(34%) y en almacenamiento se han reportado daños de hasta el 100% (Barragán *et al.*, 2000).

2.5. Cría masiva de *Tecia solanivora* (Povolny)

La metodología de cría masiva de *Tecia solanivora* (Povolny), aplicado en Carchi se basan en las experiencias desarrolladas en Colombia con esta plaga y en el Perú con *Phthorimaea operculella*. A continuación se describe el procedimiento (Suquillo, 2003).

Recolección de adultos y pupas en el campo o bodega.

Para la obtención de huevos se colocan 50 parejas de adultos en tubos de PVC de 12 cm de diámetro y 20 cm de altura. Los dos extremos del tubo se cubren con malla tul y se ajustan con bandas elásticas. En la base del tubo, para la recolección de los huevos, se coloca un disco de papel filtro o disco de cartulina negra. Diariamente por un periodo de 5 días se procede a la cosecha de huevos.

La alimentación de los adultos se realiza con miel de abeja diluida en agua caliente en una proporción de 5:1. La miel diluida se le suministra en motas de algodón, las mismas que se suspenden mediante un gancho, de la parte superior del tubo.

Los discos conteniendo los huevos se colocan en tarrinas plásticas con tapa hasta su eclosión. La incubación de los huevos puede durar entre 12 a 15 días.

Para la crianza de larvas se utiliza cajas plásticas de 20 cm x30 cm x13 cm, en cuyo fondo se colocan en secuencia: papel toalla, una capa delgada de arena fina y un kilogramo de papa de reciente cosecha.

La infestación de los tubérculos se puede realizar con larvas de primer instar procedentes de las tarrinas de incubación o con discos que contienen los huevos de la plaga.

Transcurrido 30 a 35 días de infestación con larvas de primer instar, las larvas se transforman en pupas y en aproximadamente 32 días posteriores, emergen los adultos. Si la infestación se realiza con huevos, al tiempo total de obtención de adultos se sumará el tiempo de incubación de los huevos, que es de 12 a 15 días de incubación.

2.6. CONTROL BIOLÓGICO DE *Tecia solanivora* (Povolny)

El control biológico es una disciplina muy amplia del conocimiento, basada en el principio natural de que muchas especies de organismos se alimentan, viven y se reproducen a costa de otros, cuyas poblaciones son reguladas por las primeras en los diferentes ecosistemas (Madrigal, 2001).

Para el control biológico de *Tecia solanivora* (Povolny), se han estudiado algunos organismos entomopatógenos como bacterias, hongos y virus, que atacan a la polilla de la papa. Dentro de los virus, se destacan el virus PhopGVC que pertenece a la familia de los baculovirus, y el virus Anchilibí (Zeddám, *et al* 2003).

Se conoce que los baculovirus son efectivos controlando poblaciones de insectos (O'Reilley *et al.*, 1992). Los baculovirus se caracterizan por la forma de la varilla de la cápside, y ésta usualmente varía entre 40 –50 nm (nanómetros) de diámetro y 200 a 400 nm de longitud. La longitud puede variar dependiendo del largo del ADN viral (O'Reilley *et al.*, 1992), el cual está entre 80 – 200 kb (kilobases) (Burges, 1981).

PhopGVC, llamado también granulovirus, o virus de la granulosis, pertenece a uno de los dos géneros que conforman la familia *Baculoviridae*; fue aislado de larvas enfermas de *Phthorimaea operculella* (Murphy *et al.*, 1995), de ahí su nomenclatura, y también se ha reportado en larvas enfermas de *Tecia solannivora* (Povolny), provenientes de la provincia del Carchi (Ruiz *et al.*, 2004), por lo cual a la nomenclatura reportada por Murphy *et al.*, 1995 se agrega la letra “C”; por lo tanto la nomenclatura que se utilizó en la presente investigación es PhopGVC, se trata de un virus ocluido de naturaleza proteica, cubierto por una membrana llamada granulina, tiene un peso molecular de 107.7kbp+- 1.7kpb (Ruiz, *et al.*, 2004). Este pertenece al género *Baculovirus* (Burges, 1981; Tanada y Kaya 1993), que presentan el mayor potencial para ser utilizados en programas de control biológico (FAO, 1974; Kurstak y Tijssen, 1982).

Anchilibí, se trata de un virus no ocluido, muy virulento, encontrado en larvas enfermas de *Tecia solannivora* (Povolny), cuyas partículas virales son isométricas de aproximadamente 30 nm (nanómetros) de diámetro, contiene 3 segmentos de ARN y proteínas de 98-64 Kda (kilodaltons). Su clasificación taxonómica aún no está definida, ya que se trata de un virus de reciente descubrimiento (Zeddani, *et al.*, 2003).

2.7. MODO DE ACCION DE LOS VIRUS ENTOMOPATOGENOS

2.7.1. Modo de acción del virus PhopGVC

La infección viral en los insectos ocurre en el estado de larva principalmente por vía oral, a través de la ingestión de alimento contaminado con los cuerpos de inclusión que contienen las partículas virales. Una vez dentro del intestino medio, caracterizado por ser alcalino, ocurre la solubilización de las proteína de los cuerpos de inclusión lo que permite la replicación del virus en los tejidos susceptibles de los insectos (Burges, 1981).

Los signos y síntomas de la infección no se aprecian sino después de varios días de haber ingerido el virus. Los primeros síntomas de que la larva está enferma son

el cambio de color (blanco- crema) y la decoloración, que indica que existe un mal funcionamiento metabólico (Granados y Williams, 1986); presentan falta de apetito, crecen más despacio, llegan al tamaño máximo al tiempo que las sanas están empupando (25- 30 días), hay una disminución de la actividad larval y en los estadios más avanzados de la infección se produce la muerte de las mismas (Alves, 1986).

2.7.2. Modo de acción del virus Anchilibí

El modo de acción del virus Anchilibí, es similar al de PhopGVC, sin embargo, los síntomas de infección son diferentes; las larvas infectadas con el virus Anchilibí, se ennegrecen y mueren dentro de 2 a 4 días. A más, de *Tecia solanivora* (Povolny), el virus afecta a larvas de *P. operculella* y *S. tangolias* (Zeddám, *et al.*, 2003), por lo cual se podría considerar como uno de los mejores candidatos para el control biológico de las polillas de la papa.

2.8. METODOS DE MULTIPLICACION DE LOS VIRUS

2.8.1. Para virus ocluidos (PhopGVC)

2.8.1.1. Multiplicación del virus por inmersión de tubérculos

Se prepara una solución viral macerando 30 larvas enfermas con el virus PhopGVC, los mismos que cumplen los requisitos de Equivalentes Larvales (EL); el macerado se vierte en un litro de agua destilada y se agrega 2 ml de dispersante comercial. En esta solución viral homogenizada se sumergen varios kilos de tubérculos durante 3 minutos; luego, los tubérculos se secan bajo sombra y se colocan en recipientes plásticos de 2 kg de capacidad. Por cada kilogramo de papa se infesta 350 larvas de primer instar de *Tecia solanivora* (Povolny). En aproximadamente 30 días se procede a cosechar larvas enfermas de cuarto instar (Experiencia UVTT- Carchi).

2.8.2. Multiplicación de virus no incluidos (Anchilibí)

2.8.2.1. Solución viral

Se inicia con la preparación de una solución viral; para lo cual se homogeniza larvas, enfermas con el virus Anchilibí, en TE de pH 7.6 (10 mM Tris Cl pH 7.6, 1 mM EDTA pH 8.0), TN de pH 6.5 (NaCl 0.16 M, Tris Base 10 mM), PBS de pH 6.5 (NaCl 137 mM, KCl 2.68 mM, Na₂HPO₄ 8.09 mM, KH₂PO₄ 1.47 mM) o RNAlater de pH 6.5 (citrato de sodio 25 mM, 10 mM EDTA, 70 g de sulfato de amonio para 100 ml de agua destilada) en una relación de 10 larvas por litro. Seguidamente, se centrifuga a 10.000 rpm (Savant Refrigerated Microcentrifuge SFR13K, con rotor RSR-20) por cinco minutos y se recupera el sobrenadante (Chevasco, 2006). A partir de esta solución viral se procede a multiplicar el virus.

2.8.2.2. Multiplicación del virus por inmersión de tubérculos

Los tubérculos se desinfectan con una solución de cloro al 2% y se secan a temperatura ambiente. Posteriormente se aplica la solución viral sobre los tubérculos con la ayuda de un pincel o sumergiéndolos por el lapso de 3 minutos, se secan bajo sombra, para luego ser infestadas con larvas de primer instar de *Tecia solanivora* (Povolny)

2.8.2.3. Multiplicación del virus por inmersión de larvas

Se utiliza larvas sanas de tercer instar de *Tecia solanivora* (Povolny); éstas, con la ayuda de una pinza entomológica, se sumergen en la solución viral por unos segundos. Al día siguiente se eliminan las larvas muertas por manipulación y las que se encuentran vivas son las que están infectadas con el virus (Chevasco, 2006). A partir del segundo día del proceso de inmersión de larvas en la solución

viral, se recolecta larvas muertas o vivas, que se encuentran infectadas con el virus Anchilibí.

2.8.2.4. Multiplicación del virus Anchilibí por inyección

Mediante una jeringa Hamilton 702 N de 25 µl, se inyecta a las larvas sanas de *Tecia solanivora* una solución viral (1 ò 2 µl de solución preparada a partir de 1 larva infectada en 20 µl de TE con 10% de sulfato de estreptomicina). Al día siguiente se eliminan las larvas muertas por manipulación y las que se encuentran vivas son las que están infectadas con el virus (Chevasco, 2006). A partir del segundo día del proceso de infección por inyección, se recolecta larvas muertas o vivas, que se encuentran infectadas con el virus Anchilibí.

2.9. Producción y formulación de agentes de biocontrol

Según Yáñez (2003), manifiesta que la producción y formulación de agentes de biocontrol son conceptos ligados a microbiología industrial, cuyo objetivo es usar microorganismos en procesos de propagación para obtener productos comerciales aplicables en el campo.

Rudge (1991), indica que el principal problema en la bioformulación es mantener la viabilidad del producto durante su vida útil; en el mismo sentido Rodees (1993), manifiesta que estos productos deberían almacenarse 2 o 4 años sin perder su viabilidad y sin suponer condiciones estrictas de almacenamiento.

2.9.1. Tipo de formulaciones

La finalidad de una formulación es preparar una combinación de ingredientes de tal forma que el principio activo (biomasa microbiana, esporas, metabolitos, o partículas virales) se conserve estable y efectivo, durante el proceso de producción, almacenamiento y aplicación en el campo. Adicionalmente el

bioformulado debe ser económico, satisfacer requerimientos comerciales y ser compatibles con las tecnologías existentes (Yáñez, 2003). Existen 2 tipos de formulaciones: líquidas y sólidas.

2.9.1.1. Formulaciones líquidas

Este tipo de formulaciones se utilizan en procesos industriales y semi industriales, en las cuales los volúmenes de producción son a gran escala, entre estas formulaciones se encuentran: Concentrados emulsionables (CE), solución líquida (SL), soluciones de aceite (SA), floable (F), ultrabajo volumen (ULV) (SESA-MAG, MA, MSP, INEN, APCSA, OPS, CEDENMA).

2.9.1.2. Formulaciones sólidas

Consiste en el uso de materiales sólidos, denominados carriers o portadores sólidos, que humedecidos actúan como soporte físico y fuente de nutrientes. Los más utilizados son semillas, harinas, bagazo, paja, turbas, silicatos y las combinaciones entre ellos; entre estas formulaciones tenemos: Polvo humectante (PH-PM), polvo soluble (PS), polvo seco (P), granulado (G), cebo preparado (C), encapsulados (E), granulado soluble en agua (SESA-MAG, MA, MSP, INEN, APCSA, OPS, CEDENMA).

En las formulaciones sólidas el material de soporte, portador, o carrier, es el que ocupa el mayor volumen, por lo tanto estos deberán ser económicos, fácilmente esterilizables, no tóxicos y con características consistentes.

Un ejemplo de formulación sólida es el bioinsecticida denominado Baculovirus, cuyo material inerte es caolín o silicato de aluminio (Niño, 2000). Este un insecticida biológico, elaborado a base de las larvas de la misma plaga, cuyo ingrediente activo es el “virus de la granulosis (GV)”. Este virus actúa como un insecticida estomacal, pues para que se infecten las larvas es necesario que

ingieran las partículas virales, no contamina el medio ambiente y no es nocivo para la salud humana (Suquillo, J. 2003).

2.9.2. Características de los portadores sólidos

Albalux: Es un producto para usarlo como pintura a base de hidróxido de calcio, de color blanco, de alta finura, de baja densidad, con un contenido del 84-87% de $\text{Ca}(\text{HO})_2$. Albalux por ser un derivado de la cal, tiene acción cáustica en la piel, en los ojos, en las vías respiratorias, por lo que se recomienda usar equipo apropiado como guantes, mascarillas y lentes al momento de trabajar con el producto (Disensa Ecuador, 2002).

Carbonato de calcio: Es un polvo blanco microcristalino y fino, es inodoro e insaboro, es estable en el aire, es casi insoluble en el agua. La principal propiedad química es neutralizar ácidos, es una propiedad común de todos los carbonatos. Químicamente está constituido de CaO_3 , el cual se extrae de rocas calizas. Contiene como mínimo un 98.30% de CaO_2 , como mínimo un 55.04% de CaO , como mínimo un 39.32% de Ca^{++} , como máximo un 0.60% Mg^{++} , como máximo un 0.99% MgO y como máximo un 0.20% de SiO_2 (Disensa Ecuador, 2002).

Talco: El talco es un silicato de magnesio hidratado, es un polvo fino, blanco grisáceo, inodoro, con una Densidad Relativa de 2.7-2.8, insoluble en agua, de fórmula química $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Teóricamente contiene 31.7% MgO , 63.5% SiO_2 y 4.8% H_2O . En contacto con la piel y ojos ocasiona irritación y enrojecimiento. La inhalación de grandes cantidades de polvo puede causar edema pulmonar e irritación del tracto respiratorio superior. La ingestión causa irritación en el tracto gastrointestinal. Los síntomas incluyen náuseas y diarreas (PROQUIMSA S.A, 2006 y QuimiNET.com)

Turba: La turba es un material orgánico compacto, de color pardo oscuro, pH neutro y rico en carbono. Está formado por una masa esponjosa y ligera en la que

aún se aprecian los componentes vegetales que la originaron. Tiene propiedades físicas y químicas variables en función de su origen. Se emplea como combustible y en la obtención de abonos orgánicos.

Maicena: Es la harina fina de maíz o almidón de maíz. Una de las características por las cuales la maicena es utilizada en experimentos sobre el comportamiento de los fluidos, es porque ésta tiene la propiedad de comportarse como un fluido no newtoniano.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en dos fases: ambiente controlado y bodega.

- a) En la fase de ambiente controlado se implementaron los siguientes ensayos:

Ensayo 1: Selección de portadores sólidos para el virus PhopGVC.

Ensayo 2: Selección de portadores sólidos para el virus Anchilibí.

Ensayo 3: Determinación de la eficiencia de los formulados con y sin virus PhopGVC.

Ensayo 4: Determinación de la eficiencia de los formulados con y sin virus Anchilibí.

Ensayo 5: Prueba de almacenamiento de los bioinsecticidas seleccionados con los virus PhopGVC y Anchilibí.

- b) En la fase de bodega se realizó:

Ensayo 6: Prueba de los bioinsecticidas seleccionados en bodega.

3.1. FASE DE AMBIENTE CONTROLADO

La fase de ambiente controlado se desarrolló en las instalaciones de la Unidad de Validación y Transferencia de Tecnología del Carchi (UVTT-C) del INIAP, ubicada en la ciudad de San Gabriel, cantón Montúfar, provincia del Carchi, para

lo cual se utilizó una cámara de incubación artesanal de 2 m x 1 m x 0.80 m construida en tabla triplex, como fuente de calor se colocó un calefactor con termostato marca “OMAS”. A través de hidrotérmo grafo marca HOBO se registró diariamente temperatura y humedad relativa.

3.1.1. Características del ambiente controlado

Temperatura: 18 - 20 ° C

Humedad Relativa: 65%

3.1.2. Material experimental

- Larvas sanas de primer instar de *Tecia solanivora* (Povolny)
- Larvas de cuarto instar infectadas con el virus PhopGVC
- Larvas de cuarto instar infectadas con el virus Anchilibí
- Portadores sólidos: albalux, carbonato de calcio, turba, talco y maicena.
- Tubérculo semilla de papa

3.1.3. Material de laboratorio

- Cámara artesanal de incubación
- Tarrinas plásticas de ¼ litro
- Escalímetro
- Cajas petri
- Tubos de ensayo
- Vaso de precipitación
- Bandejas plásticas de 0.49 m x 0.39 m x 0.05 m

3.1.4. Material de oficina

- Computadora
- Calculadora
- Papelería
- Libro de campo

3.1.5. Equipos

- Balanza de precisión
- Medidor de pH
- Calefactor con termostato

3.2. ENSAYO 1: Selección de portadores sólidos para el virus PhopGVC.

3.2.1. Factores en estudio:

Factor A: Portadores sólidos

P1: Albalux

P2: Carbonato de calcio

P3: Turba

P4: Talco

P5: Maicena

Factor B: Virus PhopGVC

CV: Con virus

SV: Sin virus

3.2.2. Tratamientos

Se evaluaron 10 tratamientos resultantes de la combinación de los 5 niveles del factor A y los dos niveles del factor B. En el Cuadro 1, se indican los tratamientos.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos.

Trat.	Código	Descripción
1	P1CV	1kg albalux + 60EL + 1 lt agua destilada
2	P2CV	1kg carbonato de calcio + 60 EL + 1 lt agua destilada
3	P3CV	1kg turba + 60 EL + 1 lt agua destilada
4	P4CV	1kg talco + 60 EL + 1 lt agua destilada
5	P5CV	1kg maicena + 60 EL + 1 lt agua destilada
6	P1SV	1kg albalux + 1 lt agua destilada
7	P2SV	1kg carbonato de calcio + 1 lt agua destilada
8	P3SV	1kg turba + 1 lt agua destilada
9	P4SV	1kg talco + 1 lt agua destilada
10	P5SV	1kg maicena + 1 lt agua destilada

*EL: Equivalente Larval, corresponde a una larva de IV instar de *Tecia solanivora* (Povolny), con síntomas evidentes de la infección viral con un peso de 45 ± 0.5 mg y un tamaño entre 11 y 14 mm, macerada y diluida en un litro de agua (Alves, 1986).

3.2.3. Características de las unidades experimentales

La unidad experimental para evaluar la adherencia se constituyó por 1 kilogramo de papa.

La unidad experimental para evaluar la mortalidad larval, fue 15 larvas primer instar de *Tecia solanivora* (Povolny) infestadas por tubérculo de papa tratadas con o sin virus.

3.2.4. Diseño experimental

Diseño Completamente al Azar (DCA) dispuesto en un arreglo factorial A X B, con 5 observaciones por tratamiento.

Cuadro 2. Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	49
Tratamientos	(9)
Portadores sólidos (A)	4
Virus PhopGVC (B)	1
A x B	2
Error experimental	40

3.2.5. Análisis Funcional

Prueba de Tukey al 5% para portadores sólidos e interacción A x B.

Prueba DMS al 5% para virus.

Coefficiente de variación en porcentaje.

3.2.6. Variables y métodos de evaluación

Adherencia

Se determinó en una muestra de 1kg de semilla papa colocada en una funda plástica con 5 gramos de portador sólido (con o sin virus) dosis recomendada por Alcazar, 2000 y mediante agitaciones se adherieron las partículas de los portadores sólidos en los tubérculos de papa. La cantidad del portador no adherido se pesó y se expresó en porcentaje.

Mortalidad larval.

Transcurrido 30 días después de la infestación, se registró el número de larvas infectadas y/o muertas por tubérculo, para lo cual con la ayuda de un bisturí se realizaron cortes finos en los tubérculos con la finalidad de localizar las larvas y extraerlas cuidadosamente con una pinza entomológica.

3.2.7. Manejo específico del experimento

Preparación de portadores sólidos

La turba se adquirió en la localidad de Santa Lucía, provincia de Chimborazo. Este portador se secó en invernadero por 7 días, con una temperatura promedio de 24°C, posteriormente se tamizó y se obtuvo un 54.44% de material útil, el mismo que se utilizó como portador sólido.

Los portadores sólidos albabux, carbonato de calcio, talco y maicena, no se sometieron al proceso de secado y tamizado ya que son productos procesados.

Preparación de la solución viral

Se seleccionaron 60 (EL) con el virus PhopGVC, se trituraron en un mortero y se diluyeron en un litro de agua destilada (Foto 1).



Foto 1: Preparación de la solución

Formulación, secado y tamizado de los tratamientos

Para los tratamientos con virus (t1, t2, t3, t4 y t5) en un litro de solución viral se colocó 1 kilogramo de uno de los portadores sólidos en estudio y mediante un agitador manual se mezcló el contenido denominado formulado.

Para los tratamientos sin virus (t6, t7, t8, t9 y t10) en un litro de agua destilada se colocó 1 kilogramo de uno de los portadores sólidos y mediante un agitador manual se mezcló el contenido denominado formulado.

Estos formulados se vertieron en bandejas plásticas de 0.49 x 0.34 x 0.05 m (Foto 2) y se colocaron dentro de un invernadero cubierto con zarán al 50% de luminosidad. Una vez secos los formulados se tamizaron a través de una malla fina de 200 mesh (Foto 3). Los portadores tamizados se utilizaron para las evaluaciones de pH, adherencia y mortalidad larval.



Foto 2: Formulación y secado



Foto 3: Tamizado

pH.- No fue analizado estadísticamente, para su determinación se envió una muestra de 50 gramos por tratamiento al Laboratorio de Manejo de Suelos y Aguas, de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP (Anexo 5), la determinación del pH, se efectuó en una relación 1:25 de portador sólido: agua, respectivamente.

Aplicación de los formulados

La dosis y la forma de aplicación de los formulados con o sin virus se realizaron de acuerdo a la recomendación de Alcázar (2000); quién indica que se debe utilizar 5 gramos de bioinsecticida formulado en polvo por kilogramo de semilla de papa. (Foto 4).



Foto 4: Aplicación de los formulados

Infestación

Los tubérculos tratados o impregnados con el formulado con o sin virus e inclusive el testigo, se colocaron de forma individual en una tarrina plástica de ¼ de litro (Foto 5) y se infestó con 15 larvas de primer instar de *Tecia solanivora* (Povolny) se cubrió con su respectiva tapa y se colocaron en la cámara de incubación a una temperatura promedio de 18°C y una humedad relativa del 65%.

La cantidad de larvas por tubérculo se calculó de acuerdo a la capacidad de consumo de las mismas. Según Sotelo, *et al.*, (s/f), indica que cada larva de *Tecia solanivora* (Povolny), consume de 2.5 a 3 gramos de papa. Transcurrido 10 días

de la infestación, se evaluó el número de larvas que no ingresaron al tubérculo de papa y se cambió la tapa plástica de la tarrina por tela tul para permitir aireación y evitar la acumulación de humedad por efecto de la transpiración de los tubérculos semilla.



Foto 5: Infestación

3.3. ENSAYO 2: Selección de portadores sólidos para el virus Anchilibí

3.3.1. Factores en estudio

Factor A: Portadores sólidos

P1: turba

P2: talco

P3: maicena

Factor B: Virus Anchilibí

CV: Con virus

SV: Sin virus

3.3.2. Tratamientos

Se evaluó 6 tratamientos resultantes de la combinación de los 3 niveles del factor A y los 2 niveles del factor B.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos

Trat.	Código	Descripción
1	P1CV	1 kg turba + 20 Equivalente larvales + 1 lt agua destilada
2	P2CV	1 kg talco + 20 Equivalente larvales + 1 lt agua destilada
3	P3CV	1 kg maicena + 20 Equivalente larvales + 1 lt agua destilada
4	P1SV	1 kg turba + 1 lt agua destilada
5	P2SV	1 kg talco + 1 lt agua destilada
6	P3SV	1 kg maicena + 1 lt agua destilada

3.3.3. Unidad experimental

La unidad experimental para evaluar la adherencia se consideró a 1 kilogramo de papa.

La unidad experimental para evaluar la mortalidad larval, comprendió de 15 larvas de primer instar de *Tecia solanivora* (Povolny) infestadas por tubérculo semilla de papa.

3.3.4. Diseño experimental

Diseño Completamente al Azar (DCA) dispuesto en un arreglo factorial A x B, con 5 observaciones por tratamiento.

3.3.5. Análisis estadístico

Cuadro 4. Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	29
Tratamientos	(5)
Portadores sólidos (A)	2
Virus Anchilibí (B)	1
A x B	2
Error experimental	24

3.3. 6. Análisis funcional

Prueba de Tukey al 5% para portadores sólidos e interacción A X B.

Prueba DMS al 5% para virus Anchilibí.

Coefficiente de variación en porcentaje.

3.3. 7. Variables y métodos de evaluación

Adherencia

Se determinó en una muestra de 1kg de semilla papa colocada en una funda plástica con 5 gramos de portador sólido (con o sin virus) dosis recomendada por Alcazar, 2000, y mediante agitaciones se adherieron las partículas de los portadores sólidos en los tubérculos de papa. La cantidad del portador no adherido se pesó y se expresó en porcentaje.

Mortalidad larval

Transcurrido 30 días después de la infestación, se registró el número de larvas infectadas y/o muertas por tubérculo, para lo cual con la ayuda de un bisturí se realizaron cortes finos en los tubérculos con la finalidad de localizar las larvas y extraerlas cuidadosamente con una pinza entomológica. (Foto 6)



Foto 6: Evaluación de Mortalidad larval

3.3. 8. Manejo específico del experimento

Preparación de portadores sólidos

La preparación de los portadores sólidos se realizó siguiendo la misma metodología descrita en el ensayo 1.

Preparación de la solución viral

Se seleccionaron 20 EL con el virus Anchilibí, se trituraron en un mortero y se diluyeron en un litro de agua destilada.

Formulación, secado y tamizado de los tratamientos

Para los tratamientos con virus (t1, t2 y t3), en un litro de solución viral se colocó 1 kilogramo de uno de los portadores sólidos en estudio y mediante un agitador manual se homogenizó el contenido denominado formulado.

Para los tratamientos sin virus (t4, t5 y t6) en un litro de agua destilada se colocó 1 kilogramo de uno de los portadores sólidos en estudio y mediante un agitador manual se homogenizó el contenido.

Estos formulados se vertieron en bandejas plásticas de 0.49 m x 0.34 m x 0.05 m y se colocaron dentro de un invernadero cubierto con zarán al 50% de luminosidad. Una vez secos los formulados se tamizaron a través de una malla fina de 200 mesh. Los portadores tamizados se utilizaron para las evaluaciones de pH, adherencia y mortalidad larval.

pH.- No fue analizado estadísticamente, para su determinación se envió una muestra de 50 gramos por tratamiento al Laboratorio de Manejo de Suelos y Aguas, de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, la determinación del pH, se efectuó en una relación 1:25 de portador sólido: agua, respectivamente.

Aplicación de los formulados

La dosis y la forma de aplicación de los formulados con o sin virus se realizaron de acuerdo a la recomendación de Alcázar (2000); quién indica que se debe utilizar 5 gramos de bioinsecticida formulado en polvo por kilogramo de semilla de papa.

Infestación

Los tubérculos tratados o impregnados con el formulado con o sin virus e inclusive el testigo, se colocaron de forma individual en una tarrina plástica de ¼ de litro, y se infestó con 15 larvas de primer instar de *Tecia solanivora* (Povolny), se cubrió con su respectiva tapa y se colocaron en la cámara de incubación a una temperatura promedio de 18°C, y una humedad relativa del 65%.

La cantidad de larvas por tubérculo se calculó de acuerdo a la capacidad de consumo de las mismas. Según Sotelo, *et al.*, (s/f), indica que cada larva de *Tecia solanivora* (Povolny), consume de 2.5 a 3 gramos de papa. Transcurrido 10 días de la infestación, se evaluó el número de larvas que no ingresaron al tubérculo de papa y se cambió la tapa plástica de la tarrina por tela tul para permitir aireación y evitar la acumulación de humedad por efecto de la transpiración de los tubérculos semilla.

3.4. ENSAYO 3: Determinación de la eficiencia de los formulados con y sin virus PhopGVC

Para esta prueba se seleccionaron carbonato de calcio y talco, por presentar valores estadísticamente significativos en las variables adherencia y mortalidad larval.

3.4. 1. Factores en estudio:

Factor A: Portadores sólidos:

P0: Agua destilada

P1: Carbonato de calcio

P2: Talco

Factor B: Virus PhopGVC

V0: 0 Equivalentes larvales (EL)

V1: 30 Equivalentes larvales (EL)

V2: 60 Equivalentes larvales (EL)

3.4. 2. Tratamientos

Se evaluaron 9 tratamientos resultantes de la combinación de los 3 niveles del factor A y los 3 niveles del factor B. En el Cuadro 5, se indican los tratamientos.

Cuadro 5. Descripción de los tratamientos

Trat.	Código	Descripción
1	P0V0	1 lt agua destilada + 0 Equivalentes larvales
2	P0V1	1 lt agua destilada + 30 Equivalentes larvales
3	P0V2	1 lt agua destilada + 60 Equivalentes larvales
4	P1V0	1 kg carbonato de calcio + 0 Equivalentes larvales + 1 lt agua destilada
5	P1V1	1 kg carbonato de calcio + 30 Equivalentes larvales + 1 lt agua destilada
6	P1V2	1 kg carbonato de calcio + 60 Equivalentes larvales + 1 lt agua destilada
7	P2V0	1 kg talco + 0 Equivalentes larvales + 1 lt agua destilada
8	P2V1	1 kg talco + 30 Equivalentes larvales + 1 lt agua destilada
9	P2V2	kg talco + 60 Equivalentes larvales + 1 lt agua destilada

3.4. 3. Características de la unidad experimental

La unidad experimental para evaluar mortalidad larval, comprendió un tubérculo de papa de 50 g e infestado con 15 larvas de primer instar de *Tecia solanivora* (Povony).

3.4. 4. Diseño experimental

Diseño Completamente al Azar (DCA) dispuesto en arreglo factorial A x B con 5 observaciones por tratamiento.

3.4. 5. Análisis estadístico

Cuadro 6. Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	44
Tratamientos	(8)
Portadores sólidos (A)	2
Virus PhopGVC (B)	2
Efecto Lineal	1
Efecto Cuadrático	1
A x B	4
Error experimental	36

3.4. 6. Análisis Funcional

Prueba de Tukey al 5% para portadores sólidos, virus PhopGVC e interacción AxB.

Polinomios ortogonales para dosis de virus.

Coefficiente de variación en porcentaje.

3.4. 7. Variables y métodos de evaluación

Eficiencia del portador

Para determinar la eficiencia del portador se aplicó la fórmula propuesta por Abbot:

$$\%EP = \frac{Mo - Mt}{100 - Mt} \times 100$$

Donde:

%EP = Porcentaje de eficiencia del portador.

%Mo = Porcentaje de mortalidad observada

%Mt = Porcentaje de mortalidad testigo

Eficiencia del bioinsecticida formulado

La eficiencia del bioinsecticida formulado se determinó con la siguiente fórmula adaptada de Loza, Bravo, y Delgado (1995):

$$\%EBF = \frac{(\%LMBF - \%LMP) \times 100}{\%LMBF}$$

Donde :

%EBF = Porcentaje de eficiencia del bioinsecticida formulado.

LMBF= Porcentaje de larvas muertas y/o enfermas en el bioinsecticida formulado.

%LMP = Porcentaje de larvas muertas en el portador.

3.4. 8. Manejo específico del experimento

Se realizaron formulaciones líquidas y sólidas con 0, 30, y 60 (EL), de concentración. El secado y tamizado de los formulados, forma de aplicación e infestación en los tubérculos, se realizó, siguiendo la metodología descrita en el ensayo 1.

El testigo absoluto (t1) consistió en sumergir los tubérculos semilla en 1 litro de agua destilada, se secó bajo sombra y se colocaron de forma individual en una tarrina de ¼ de litro infestado con 15 larvas de primer instar de la plaga.

3.5. Ensayo 4: Determinación de la eficiencia de los formulados con y sin virus Anchilibí.

Para esta prueba se seleccionaron los portadores sólidos talco y maicena, por presentar valores estadísticamente significativos en las variables adherencia y mortalidad larval.

3.5. 1. Factores en estudio:

Factor A: Portadores sólidos

P0: Agua destilada

P1: Talco

P2: Maicena

Factor B: Virus Anchilibí

V0: 0 Equivalentes larvales (EL)

V1: 10 Equivalentes larvales (EL)

V2: 20 Equivalentes larvales (EL)

3.5.2. Tratamientos

Se evaluaron 9 tratamientos resultantes de la combinación de los tres niveles del factor A y los tres niveles del factor B. En el Cuadro 7, se indican los tratamientos.

Cuadro 7. Descripción de los tratamientos

Trat.	Código	Descripción
1	P0V0	1 lt agua destilada + 0 Equivalentes larvales
2	P0V1	1 lt agua destilada + 10 Equivalentes larvales
3	P0V2	1 lt agua destilada + 20 Equivalentes larvales
4	P1V0	1 kg talco + 0 Equivalentes larvales + 1 lt agua destilada
5	P1V1	1 kg talco + 10 Equivalentes larvales + 1 lt agua destilada
6	P1V2	1 kg talco + 20 Equivalentes larvales + 1 lt agua destilada
7	P2V0	1 kg maicena + 0 Equivalentes larvales + 1 lt agua destilada
8	P2V1	1 kg maicena + 10 Equivalentes larvales + 1 lt agua destilada
9	P2V2	kg maicena + 20 Equivalentes larvales + 1 lt agua destilada

3.5.3. Unidad experimental

La unidad experimental para evaluar la mortalidad larval, comprendió un tubérculo de papa de 50 gramos e infestado con 15 larvas de primer instar de *Tecia solanivora* (Povony).

3.5. 4. Diseño experimental

Diseño Completamente al Azar (DCA), dispuesto en un arreglo factorial A x B con 5 observaciones por tratamiento.

3.5. 5. Análisis estadístico

Cuadro 8. Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	44
Tratamientos	(8)
Portadores sólidos (A)	2
Virus Anchilibí (B)	2
Efecto Lineal (EL)	1
Efecto Cuadrático (EQ)	1
A x B	4
Error Experimental	36

3.5. 6. Análisis Funcional

Prueba de Tukey al 5% para portadores sólidos, virus Anchilibí e interacción AxB.

Polinomios ortogonales para virus Anchilibí.

Coefficiente de variación en porcentaje.

3.5.7. Variables y métodos de evaluación

Eficiencia del portador

Para determinar la eficiencia del portador se aplicó la fórmula propuesta por Abbot:

$$\%EP = \frac{Mo - Mt}{100 - Mt} \times 100$$

Donde:

%EP = Porcentaje de eficiencia del portador.

%Mo = Porcentaje de mortalidad observada

%Mt = Porcentaje de mortalidad testigo

Eficiencia del bioinsecticida formulado

La eficiencia del bioinsecticida formulado se determinó con la siguiente fórmula adaptada de Loza, Bravo, y Delgado (1995):

$$\%EBF = \frac{(\%LMBF - \%LMP) \times 100}{\%LMBF}$$

Donde :

%EBF = Porcentaje de eficiencia del bioinsecticida formulado.

%LMBF = Porcentaje de larvas muertas y/o enfermas en el bioinsecticida formulado.

%LMP = Porcentaje de larvas muertas en el portador.

3.5. 8. Manejo específico del experimento

Se realizaron formulaciones líquidas y sólidas con 0, 10, y 20 (EL), Anchilibí. El secado y tamizado de los formulados, forma de aplicación e infestación en los tubérculos, se realizó, siguiendo la metodología descrita en el ensayo 2.

El testigo absoluto (t1) consistió en sumergir los tubérculos semilla en 1 litro de agua destilada, se secó bajo sombra y se colocaron de forma individual en una tarrina de ¼ de litro infestado con 15 larvas de primer instar de la plaga.

3.6. ENSAYO 5: Prueba de almacenamiento de los bioinsecticidas seleccionados con los virus PhopGVC y Anchilibí

Luego de un proceso minucioso y sistemático de selección de portadores sólidos, pruebas de eficiencia de los formulados y pruebas de viabilidad de los virus PhopGVC y Anchilibí se seleccionaron las formulaciones a base de talco y carbonato de calcio con 30 (EL) para el virus PhopGVC y las formulaciones a base de talco y maicena con 20 (EL) para el virus Anchilibí, por presentar niveles significativos en la variable mortalidad larval.

3.6. 1. Factores en estudio:

Factor A: Bioinsecticidas

B1: Carbonato de calcio + 30 EL PhopGVC

B2: Talco + 30 EL PhopGVC

B3: Talco + 20 EL Anchilibí

B4: Maicena +20 EL Anchilibí

Factor B: Período de almacenamiento

P1: 2 meses

P2: 4 meses

3.6. 2. Tratamientos

Se evaluaron 8 tratamientos resultantes de la combinación de los 4 niveles del factor A y los 2 niveles del factor B. En el Cuadro 9, se indican los tratamientos.

Cuadro 9. Descripción de los tratamientos

Trat.	Código	Descripción
1	B1P1	Carbonato de calcio+30EL(PhopGVC), almacenado por 2 meses
2	B2P1	Talco + 30 EL (PhopGVC), almacenado por 2 meses
3	B3P1	Talco + 20 EL (Anchilibí), almacenado por 2 meses
4	B4P1	Maicena +20 EL (Anchilibí), almacenado por 2 meses
5	B1P2	Carbonato de calcio+30EL(PhopGVC), almacenado por 4 meses
6	B2P2	Talco + 30 EL (PhopGVC), almacenado por 4 meses
7	B3P2	Talco + 20 EL (Anchilibí), almacenado por 4 meses
8	B4P2	Maicena +20 EL (Anchilibí), almacenado por 4 meses

3.6. 3. Unidad experimental

La unidad experimental para almacenamiento se constituyó por 1 kilogramo de bioinsecticida.

La unidad experimental para evaluar la viabilidad del bioinsecticida, comprendió un tubérculo de papa de 50 gramos infestado con 10 larvas de *Tecia solanivora* (Povolny) de primer instar.

3.6. 4. Diseño experimental

Diseño Completamente al Azar (DCA) en un arreglo factorial A x B, con 10 repeticiones por tratamiento para la variable viabilidad.

3.6. 5. Análisis estadístico

Cuadro 10. Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	79
Tratamientos	(7)
Bionsecticidas(A)	3
B1 VS B2,B3,B4	1
B2 VS B3, B4	1
B3 VS B4	1
Períodos de almacenamiento	1
A x B	3
Error Experimental	72

3.6. 6. Análisis Funcional

Prueba de Tukey 5% para bioinsecticida e interacción A x B.

Prueba DMS al 5% para periodos de almacenamiento.

Comparaciones Ortogonales para bioinsecticidas.

Coefficiente de variación en porcentaje.

3.6. 7. Variables y métodos de evaluación

Viabilidad

La viabilidad se evaluó mediante el porcentaje de mortalidad larval que presentaron estos bioinsecticidas al ser aplicados en tubérculos semilla.

3.6. 8. Manejo específico del experimento

a.- Se almacenaron a temperatura ambiente los bioinsecticidas seleccionados a base del virus PhopGVC y Anchilibí durante los periodos de 2 y 4 meses (Foto 7).



Foto7: Almacenamiento de los bioinsecticidas

b.- Al finalizar cada período de almacenamiento es decir a los 2 y 4 meses se realizaron bioensayos para evaluar la viabilidad de estos bioinsecticidas, para lo cual se aplicó el bioinsecticida sobre los tubérculos en la dosis recomendada (5g/kg de semilla), cada tubérculo tratado con el bioinsecticida en polvo se colocó en tarrinas plásticas de $\frac{1}{4}$ litro, se infestó con 10 larvas de primer instar de *Tecia solanivora* (Povolny) y se colocó en la cámara de incubación a 18°C de temperatura y una humedad relativa del 65%, transcurrido los 10 días se evaluó el número de larvas que no ingresaron y se cambió la tapa plástica por tela tul, para permitir aireación y evitar la acumulación de humedad por efecto de la transpiración de los tubérculos semilla.

c. Transcurrido 30 días después de la infestación, se evaluó la mortalidad larval, para lo cual con la ayuda de un bisturí se realizaron cortes finos en los tubérculos con la finalidad de localizar larvas enfermas y/o muertas por el efecto del bioinsecticida.

3.7. FASE DE BODEGA

Se desarrolló en la localidad Chitán de Navarrete, perteneciente al cantón Montúfar, provincia del Carchi, está ubicada a 2850msnm, esta fase consistió en comparar los bioinsecticidas seleccionados frente a la práctica del agricultor.

3.7.1. Características climáticas

Temperatura máxima: 18.0° C

Temperatura mínima: 6.8° C

Precipitación mensual: 62.1mm

Humedad Relativa: 76%

Fuente: Estación Meteorológica San Gabriel, 2007.

3.7.2. Materiales y Equipos

- Bioinsecticidas formulados a base del virus
- Bioinsecticidas formulados a base del virus Anchilibí
- Semillas de papa
- Costales ralos
- Feromonas

3.7.3. ENSAYO 6: Prueba de los bioinsecticidas seleccionados en bodega

Este ensayo consistió en evaluar la protección que brindan a las semillas de papa tratadas con los bioinsecticidas al ataque de la polilla en bodega. La evaluación se

realizó en base a dos variables: porcentaje de daño e intensidad de daño. El porcentaje de daño es el número de papas afectadas por la polilla, mientras tanto la intensidad de daño es el nivel de daño de cada tubérculo afectado por la polilla.

3.7. 4. Factores en estudio

B1: Carbonato de calcio + 30EL (PhopGVC)

B2: Talco + 30 EL (PhopGVC)

B3: Talco + 20 EL (Anchilibí)

B4: Maicena +20 EL (Anchilibí)

PA: Práctica agricultor (Testigo)*

*PA. Práctica del agricultor, consistió en sumergir las semillas de papa en una solución química formada de 250cc de furadán 4F (carbofuran) y 250cc de curacrón (profenofos) por 200litros de agua.

3.7. 5. Tratamientos

Cuadro 11. Descripción de los tratamientos

Trat.	Código	Descripción
1	B1	Carbonato de calcio + 30EL (PhopGVC)
2	B2	Talco + 30 EL (PhopGVC)
3	B3	Talco + 20 EL (Anchilibí)
4	B4	Maicena +20 EL (Anchilibí)
5	PA	Práctica del Agricultor

3.7. 6. Unidad experimental

La unidad experimental se constituyó por 20 kilogramos de semilla de papa de la variedad Súper Chola.

3.7. 7. Diseño experimental

Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 5 repeticiones por tratamiento

3.7. 8. Análisis estadístico

Cuadro 12. Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	24
Bloques	4
Repeticiones	4
Error experimental	16

3.7. 9. Análisis Funcional

Prueba de Tukey 5% para tratamientos

Coefficiente de variación en porcentaje.

3.7. 10. Variables y métodos de evaluación

Porcentaje de daño

A los 90 días de almacenamiento de la semilla tratada se evaluó el porcentaje de tubérculos con daño. Este se determinó en una muestra de 100 tubérculos tomadas al azar de cada unidad experimental; se consideró papas dañadas, las que presentaron galerías de daño y orificios de salida de polilla (Foto 8)



Foto 8: Evaluación del porcentaje de daño

Intensidad de daño

Se determinó en las papas que presentaron daño por polilla, para el efecto se partió los tubérculos afectados en cuatro partes iguales, cada parte representó el 25% y dentro de esta fracción se estimó la intensidad de daño (Foto9). La sumatoria de daños de cada parte representó la intensidad total de daño. La intensidad de daño se evaluó de acuerdo a la escala propuesta por el Departamento Nacional de Protección Vegetal del INIAP. Cuadro 13.

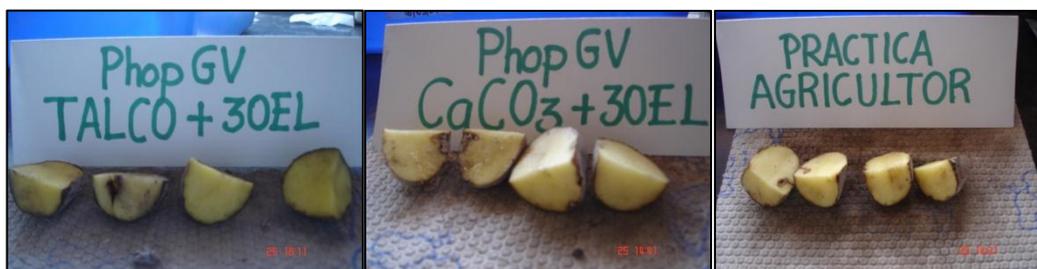


Foto 9: Evaluación de la intensidad de daño

Cuadro 13. Escala para determinar la intensidad de daño producida por larvas de polilla de la papa, *Tecia solanivora* (Povolny)

Grados	Área del tubérculo Afectado	Intensidad	Utilización
1	< del 20%	Daño ligero	Utilizable
3	de 20 A 40 %	Daño regular	Utilizable
5	de 41 A 60 %	Daño mediano	Limitada
7	de 61 A 80 %	Daño severo	Difícilmente Utilizable
9	> del 81 %	Daño total	No utilizable

Fuente: Departamento Nacional de Protección Vegetal, INIAP

3.7. 11. Manejo específico del experimento

a. Se realizó un monitoreo con trampas de feromonas (foto 10) durante los meses de enero a mayo en las localidades: El Chamizo, Chitán de Navarrete, Santa Martha de Cuba, El Moral, y Casa Fría. De la cual la localidad que presentó mayor incidencia de la plaga fue Chitán de Navarrete con un promedio de 66 adultos de *Tecia solanivora* (Povolny) 10 adultos de *Symmetrischema tangolias*, y 13 adultos de *Phothorimaea operculella* por semana; razón suficiente para ser considerada una localidad apta para el propósito de esta investigación.



Foto 10: Trampas de feromonas

b.-Para el ensayo se adquirió semilla sana de papa recién cosechada, se aplicó los bioinsecticidas virales por el sistema de espolvoreo en dosis de 5 gramos por kilogramo de semilla y se almacenaron en costales ralos hasta la fecha de durante 90 días (Foto 11).



Foto 11: Aplicación del bioinsecticida en bodega

c.- La práctica del agricultor (PA), consistió en sumergir las papas en una mezcla de insecticidas químicos. Se utilizó 250cc de furadán 4F + 250cc curacrón / 200 litros de agua.

d.- Transcurrido los 90 días de almacenamiento días a partir de la instalación del ensayo se procedió a evaluar las variables en estudio.

3.8. Análisis económico

Se determinó el costo de producción, que representa formular un kilogramo de bioinsecticida, con cada uno de los portadores sólidos seleccionados, basándonos en los parámetros técnicos determinados para crianza masiva de polilla de la papa, en la UVTT-C.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. ENSAYO 1: Selección de portadores sólidos para el virus PhopGVC.

4.1.1. ADHERENCIA

Cuadro 14. Análisis de variancia para la variable adherencia de portadores sólidos formulados con y sin virus PhopGVC.

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC
Total	49			
Tratamientos	(9)	17788.17	1976.463	181.29**
Portadores sólidos (A)	(4)	17679.239	4419.81	405.41**
Virus PhopGVC (B)	(1)	1.264	1.264	0.12ns
A x B	4	107.666	26.917	2.47ns
Error Experimental	40	436.09	10.902	
X	83.71			
C.V.(%)	3.94			

** : Significativo al 1%

ns : No Significativo

El análisis de variancia para la variable adherencia (Cuadro 14), detectó diferencias significativas al 1% para portadores sólidos; en tanto que para virus y la interacción no presentaron diferencias significativas. Se registró un coeficiente de variación del 3.94% y una media de 83,71%.

Cuadro 15. Valores medios de adherencia por efecto de los portadores sólidos formulados con y sin virus, expresados en porcentaje.

Adherencia (%)						
Portadores sólidos					Virus PhopGVC	
Carbonato de calcio	Albalux	Talco	Maicena	Turba	Con	Sin
94.83 A	94.41 A	94.26 A	91.98 A	51.29 B	85.32	85.39

Prueba de Tukey al 5% para portadores sólidos

La prueba de Tukey al 5% (Cuadro 15), determinó 2 rangos ubicando al carbonato de calcio, albalux, talco, maicena, en el rango A y al portador turba con 51,29% en el rango B.

Las diferencias estadísticas registradas en los valores de adherencia se pueden atribuir al tamaño fino y uniforme de las partículas de que están constituidos los portadores sólidos como carbonato de calcio, albalux, talco y maicena; en tanto el bajo valor de adherencia del portador turba se debió a las propiedades físicas ya que no presenta una granulometría uniforme.

Al respecto, Yáñez (2003), manifiesta que los mejores portadores sólidos son aquellos cuyas partículas pueden atravesar un tamiz de 200 mesh.

De acuerdo a los datos obtenidos del análisis físico-químico realizados por la empresa Perfluídos (2001) las partículas de la turba poseen un diámetro de 115 mesh, equivalente a una malla número 120.

La no diferencia estadística registrada para el factor “B” con y sin virus, indica que la adición de virus no influye en la adherencia de los portadores ya que esta propiedad está relacionada por las características físicas de los portadores y la forma de la epidermis (lisa o rugosa) que presenten las semillas a un siendo de la misma variedad.

4.1.2. MORTALIDAD LARVAL

Cuadro 16. Análisis de variancia para la variable mortalidad larval de portadores sólidos formulados con y sin virus PhopGVC.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculado
Total	49	6618.645		
Tratamientos	(9)	5371.24	596.805	19.138**
Portadores sólidos (A)	4	1321.314	330.328	10.593**
Virus PhopGVC (B)	1	3090.552	3090.552	99.104**
A x B	4	959.383	239.846	7.697**
Error Experimental	40	1247.396	31.185	
X	87.610			
C.V.(%)	6.37			

** : Significativo al 1%

Según el análisis de variancia (Cuadro 16) se observaron diferencias significativas al 1% para portadores sólidos, virus PhopGVC, e interacción. El coeficiente de variación fue del 6.37% y una media de 87,61.

Cuadro 17. Valores medios de mortalidad larval por efecto de los portadores sólidos formulados con y sin virus, expresados en porcentaje.

Tratamientos	Mortalidad Larval	
	(%)	
T2: Carbonato de calcio + 60 EL + agua	99.34	A
T4: Talco + 60 EL + agua	99.34	A
T3: Turba + 60 EL + agua	98.68	AB
T5. Maicena + 60 EL + agua	91.34	ABC
T9: Talco + agua	89.36	ABC
T1: Albalux + 60 EL + agua	88.66	ABC
T7: Carbonato + agua	87.34	BCD
T6: Albalux + agua	80.00	CD
T10: Maicena + agua	76.02	DE
T8: Turba + agua	66.02	E

En el Cuadro17, se destacan cuatro rangos, ubicándose en el rango A, T2 y T4, con un valor de 99,34% para ambos casos y en el último rango T8, correspondiente al portador turba con un valor de 66,02%.

La diferencia estadística encontrada en la interacción de portadores sólidos por virus para la variable mortalidad larval indica, que los portadores sólidos evaluados no atenuaron la viabilidad del virus aunque si se registraron diferentes niveles de mortalidad larval. Del grupo de portadores sólidos formulados con virus, carbonato de calcio y talco mostraron mayores mortalidades larvales, cuyos valores fueron del 99.34% respectivamente; en tanto que maicena y turba sin virus presentaron los valores más bajos de mortalidad larval, cuyos valores fueron del 76.02% y 66.02%, respectivamente.

En el mismo cuadro se observa que los portadores sólidos sin virus ocasionaron mortalidades larvales mayores al 60%, lo cual indica que los portadores sólidos por si mismos se constituyen en agentes físicos de control de la plaga. La muerte

de las larvas puede deberse por irritación del tracto digestivo o taponamiento de los espiráculos (Comunicación personal del Dr. Zeddám, 2007).

Las empresas PROQUIMSA S.A. y QuimiNET.com (2006) indican que los portadores sólidos como los carbonatos de calcio, albalux y talco en contacto con la piel y ojos ocasionan irritación y enrojecimiento. La inhalación de grandes cantidades de polvo puede causar edema pulmonar e irritación del tracto respiratorio superior. La ingestión causa irritación en el tracto gastrointestinal. Los síntomas incluyen náuseas y diarreas.

4.2. ENSAYO 2: Selección de portadores sólidos para el virus Anchilibí

4.2.1. ADHERENCIA

Cuadro 18. Análisis de variancia para la variable adherencia de portadores sólidos formulados con y sin virus Anchilibí.

Fuente de variación	G.L.	SC	CM	F calculado
Total	29	14657.617		
Tratamientos	(5)	14201.555	2840.311	149.470**
Portadores sólidos (A)	(2)	14180.514	7090.257	373.113**
Virus Anchilibí (B)	(1)	20.221	20.221	1.064ns
A x B	2	0.820	0.410	0.022ns
Error Experimental	24	456.062	19.0003	
X		75.54		
C.V.(%)		5.77		

** : Significativo al 1%

ns : No significativo

De acuerdo al análisis de variancia (Cuadro 18) únicamente se detectó diferencias significativas al 1% para portadores sólidos, en tanto que virus y la interacción, no

se detectaron diferencias estadísticas. El coeficiente de variación fue del 5.77% y una media de 75,54%.

Cuadro 19. Valores medios de adherencia por efecto de los portadores sólidos formulados con y sin virus, expresados en porcentaje.

Adherencia en porcentaje (%)				
Portadores sólidos			Virus Anchilibí	
Talco	Maicena	Turba	Con	Sin virus
92.28 ^a	89.50 A	44.83 B	74.72	76.36

Prueba de Tukey al 5%, para portadores sólidos

La prueba de Tukey al 5% (Cuadro 19) presentó dos rangos, ubicando a los portadores talco y maicena 92,28% y 89,50% respectivamente en el primer rango y en el segundo rango al portador turba 44,83%.

Como era de esperarse, la inclusión o no del virus Anchilibí no influyó significativamente en la capacidad de mejorar la adherencia de los formulados, debido a que la adherencia depende del tipo de las propiedades físicas de los portadores.

4.2.2. MORTALIDAD

Cuadro 20. Análisis de variancia para la variable mortalidad larval para portadores sólidos formulados con y sin virus Anchilibí.

Fuente de variación	GL	SC	CM	FC
Total	29	11067.994		
Tratamientos	(5)	9682.997	1936.599	33.559**
Portadores sólidos(A)	2	802.149	401.074	6.950**
Virus Anchilibí (B)	1	8789.408	8789.408	152.307**
A x B	2	91.441	45.720	0.7924n.s.
Error Experimental	24	1384.996	57.708	
X	71.55			
C.V.(%)	10.62			

** : Significativo al 1%;

ns : No significativo

Según el análisis de variancia (Cuadro 20) se observaron diferencias significativas al 1% para portadores sólidos y virus Anchilibí; en tanto que la interacción de los factores no presentó diferencias significativas. El coeficiente de variación fue del 10.62% y una media de 71,55%.

Cuadro 21. Valores medios de mortalidad larval por efecto de los portadores sólidos formulados con y sin virus, expresados en porcentaje.

Mortalidad larval (%)				
Portadores sólidos			Virus Anchilibí	
Turba	Talco	Maicena	Con virus	Sin virus
71.33 A	78.00 A	65.34 B	88.67 A	54.44 B

Prueba de Tukey al 5%, para portadores sólidos;

Prueba DMS al 5%, para factor virus Anchilibí.

La prueba de Tukey al 5% (Cuadro 21) para portadores sólidos determinó 2 rangos, ubicando en el rango A, los portadores talco y turba, y en el rango B, al portador maicena con un valor de 65,34%. En el mismo cuadro se observa que la prueba de DMS al 5% para el factor virus Anchilibí ubicó en el rango A los tratamientos con virus (88,67%) y en el rango B a los tratamientos sin virus (54,44%)

La falta de diferencia estadística para la interacción de los portadores sólidos y virus Anchilibí se puede atribuir a la inestabilidad de este virus al ser sometido al proceso de formulación con los portadores sólidos como turba, talco y maicena. Este comportamiento se puede apreciar en el Cuadro 21, en donde los valores de mortalidad larval para el factor virus tan solo alcanzó el 88.67%, más cuando en otros estudios se han reportado mortalidades larvales del 100% por efecto del virus Anchilibí. (Zeddám, 2003)

4. 3. ENSAYO 3: Determinación de la eficiencia de los formulados con y sin virus PhopGVC

EFICIENCIA

Cuadro 22. Análisis de variancia para la variable eficiencia, utilizando la mortalidad larval corregida de acuerdo a la fórmula de Abbot para portadores sólidos formulados con y sin virus PhopGVC.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculado
Total	44	25450.431		
Tratamientos	(8)			
Portadores sólidos(A)	2	3874.690	1937.345	146.24**
Virus PhopGVC (B)	2	12885.763	6442.881	486.32**
Efecto Lineal (EL)	1	9687.627	9687.627	731.25**
Efecto Cuadrático (EQ)	1	3198.136	3198.136	241.41**
A x B	2	8213.046	2053.262	154.96**
Error Experimental	36	476.932	13.248	

X	87.86
C.V.(%)	4.15

** : Significativo al 1%

El análisis de variancia para la variable eficiencia (Cuadro 22), determinó significación estadística al 1% para el factor portadores sólidos, factor virus PhopGVC, para la interacción, así como también para los efectos lineales y cuadráticos. Presentó un coeficiente de variación de 4.15% y una media de 87,86.

Cuadro 23. Valores medios de la mortalidad larval corregida por efecto de los portadores sólidos formulados con y sin virus y eficiencia con relación al testigo.

Tratamientos	Mortalidad larval corregida (%)		Eficiencia con relación a T1 (%)
T3: Agua + 60 EL	100.00	A	76.40
T2: Agua + 30 EL	100.00	A	76.40
T5: Talco + 30 EL	99.48	A	75.88
T6: Talco + 60 EL	99.48	A	75.88
T9: Carbonato de calcio + 60 EL	99.48	A	75.88
T8: Carbonato de calcio + 30 EL	99.22	A	75.62
T4: Talco + 0 EL	85.08	B	61.48
T7: Carbonato + 0EL	82.46	B	58.86
T1: Agua + 0 EL	23.60	C	---

Como se puede apreciar (Cuadro 23), independientemente del tipo de portador utilizado, la inclusión del virus fue determinante en la mortalidad larval. El virus en dosis de 60 y 30 (EL) disueltos en agua destilada o incluidos en los formulados con talco y carbonato de calcio registraron valores superiores de mortalidad larval respecto a la no inclusión del virus. En este ensayo se ratifica que los portadores

sólidos talco y carbonato de calcio contribuyeron en la mortalidad larval en el orden del 85.08% y 82.46%, respectivamente.

En base a los resultados de mortalidad larval corregida se determinó la eficiencia de los formulados con y sin virus. Se encontró que la inclusión del virus en dosis de 60 (EL) inclusive de 30 (EL) mejoran significativamente el nivel de control de larvas de *Tecia solanivora* (Povolny). Vera (s/f) indica, para que un bio-preparado de tipo viral sea considerado de calidad, el valor de la eficiencia debe ser superior al 75%; por lo tanto los tratamientos t2, t3, t5, t6, t8 y t9 son de calidad.

La reducción de Equivalentes Larvales de 60 a 30 demuestra que los portadores sólidos siguen siendo adecuados para la formulación de bio-preparados de tipo viral.

4. 4. ENSAYO 4: Determinación de la eficiencia de los formulados con y sin virus Anchilibí.

EFICIENCIA

Cuadro 24. Análisis de variancia para la variable eficiencia, utilizando la mortalidad larval corregida de acuerdo a la fórmula de Abbot para portadores sólidos formulados con y sin virus Anchilibí.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculado
Total	44	21757.903		
Tratamientos	(8)			
Portadores sólidos (A)	2	4858.811	2429.405	48.01**
Virus Anchilibí (B)	2	10027.453	5013.727	99.09**
Efecto Lineal (EL)	1			
Efecto Cuadrático (EQ)	1			
A x B	2	5050.11	1262.527	24.95**
Error Experimental	36	1821.53	50.598	
X	79.73			
C.V (%)	8.92			

** : Significativo al 1%

De acuerdo al análisis de variancia para la variable eficiencia (Cuadro 24) determinó significación estadística para el factor portadores sólidos, factor virus Anchilibí, para la interacción de los factores AxB, para los efectos lineales y cuadráticos. Presentó un coeficiente de variación de 8.92% y una media de 79,73.

Cuadro 25. Valores medios de mortalidad larval corregida por efecto de los portadores sólidos formulados con y sin virus y eficiencia con relación al testigo.

Tratamientos	Mortalidad larval corregida (%)	Letalidad	Eficiencia con relación aT1 (%)
T6: Talco + 20 EL	96.47	A	71.81
T5: Talco + 10 EL	95.57	A	70.91
T3: Agua + 20 EL	90.26	A	65.60
T9: Maicena + 20 EL	87.63	A	62.97
T8: Maicena + 10 EL	86.73	A	62.07
T2: Agua + 10 EL	84.95	A	60.29
T4: Talco + 0 EL	84.07	A	59.41
T7: Maicena + 0 EL	67.22	B	42.56
T1: Agua + 0 EL	24.66	C	---

Como se puede apreciar (Cuadro 25), al igual que, con el virus PhopGVC, la inclusión del virus Anchilibí en los formulados a base de talco y maicena influyó significativamente en los niveles de mortalidad de larvas de primer instar de *Tecia solanivora* (Povolny), en tanto que las mortalidades registradas con micena y el agua sin el virus fueron estadísticamente inferiores 67.22 y 24,66% respectivamente.

Aunque no fueron estadísticamente diferentes entre formular con 20 y 10 (EL) utilizando como portador sólido talco o maicena sin embargo sí se observó una reducción conforme se utilizó un menor número de Equivalentes Larvales.

En base al nivel de mortalidad larval del testigo (24.66%) se calculó la eficiencia de los formulados con y sin virus Anchilibí. Se encontró que el tratamiento 6

formulado a base de talco más 20 (EL) y tratamiento 5 formulado a base de talco más 10 (EL) alcanzaron los niveles más altos de eficiencia, cuyos valores fueron de 71.81% y 70.91% respectivamente y de acuerdo a los niveles críticos de Vera (s/f), se pueden considerar a los biopreparados de moderada calidad.

La reducción de Equivalentes Larvales de 20 a 10 demuestra que el talco es un portador sólido adecuados para la formulación de bio-preparados de tipo viral.

4. 5. ENSAYO 5. Prueba de almacenamiento de los bioinsecticidas

4.5.1 VIABILIDAD

Cuadro 26. Análisis de variancia para la variable viabilidad en términos de mortalidad larval.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculado
Total	79			
Tratamientos	(7)	3454.988	493.570	7.659**
Bioinsecticidas (A)	(3)	2552.738	850.913	13.205**
B1 vs B2,B3,B4	1	604.838	604.838	9.386**
B2 vs B3,B4	1	1407.675	1407.675	21.845**
B3 vs B4	1	540.225	540.225	8.383**
Periodos de almacenamiento (B)	(1)	495.013	495.013	7.682**
A x B	3	407.237	135.746	2.106ns
Error Experimental	72	4639.5	64.438	
X	94.24			
C.V (%)	8.52			

** : Significativo al 1%

ns : No significativo

De acuerdo al análisis de variancia (Cuadro 26) se detectó diferencias significativas al 1% para el factor bioinsecticidas, comparaciones ortogonales, factor periodos de almacenamiento. En tanto que para la interacción AxB no

presentó diferencias estadísticas. El coeficiente de variación fue de 8.52% y una media de 94,24

Cuadro 27. Valores medios de viabilidad en términos de mortalidad larval en tubérculos de papa tratados con bioinsecticidas a base del virus PhopGVC y Anchilibí, expresados en porcentaje.

Viabilidad en porcentaje					
Bioinsecticidas				Periodos de almacenamiento	
PhopGVC + 30EL		Anchilibí + 20 EL		2 Meses	4 Meses
Talco	Carbonato	Talco	Maicena		
99.50 ^a	99.00 ^A	92.90 ^A	85.55 ^B	96.75 ^a	91.75 ^B

Prueba de Tukey al 5% para Bioinsecticidas.

Prueba DMS al 5% para Periodos de almacenamiento.

La prueba de Tukey al 5% para el factor Bioinsecticidas (Cuadro 27) determinó 2 rangos, ubicando en el rango A, los bioinsecticidas formulados a base de talco, carbonato de calcio con 30(EL) de PhopGVC y la formulación con talco más 20 (EL) de Anchilibí y en el rango B, el bioinsecticida a base de maicena con 20(EL) de Anchilibí. En el mismo cuadro se observa que la prueba DMS al 5% para el factor periodos de almacenamiento ubicó en el rango A, con n valor de 96,75 al periodo de almacenamiento de 2 meses y en el rango B, al periodo de 4meses con un valor de 91,75.

La no diferencia significativa registrada para la interacción bioinsecticidas por periodos de almacenamiento demuestra que el tiempo considerado para esta prueba fue corto. Sin embargo analizando la viabilidad de los bioinsecticidas de acuerdo a los tipos de portadores sólidos empleados en su formulación, se encontró que talco, carbonato de calcio y maicena mantienen la viabilidad de los virus PhopGVC y Anchilibí aunque con ciertas diferencias estadísticas entre maicena y los otros dos portadores sólidos.

Respecto a las características que deben tener los portadores sólidos, Rudge, (1991), indica es necesario identificar portadores idóneos que conserven la viabilidad de los microorganismos de biocontrol. En el mismo sentido, Alcira

Vera (s/f) manifiesta que un bioinsecticida para que tenga valor comercial debería presentar una eficiencia mayor al 75%.

Dentro de los periodos de almacenamiento al cual fueron expuestos los biopreparados o bioinsecticidas a base de los virus PhopGVC y Anchilibí, se encontraron que a medida que el tiempo va pasando se reduce en alguna medida la viabilidad de los virus, indudablemente no por debajo del nivel crítico (75%) para ser considerado de mala calidad y no comercializable (Vera, s/f).

Rodees, (1993) manifiesta que para ser considerado efectivo un biopreparado a base de microorganismos debería mantener su viabilidad entre 1 a 2 años.

4. 6. ENSAYO 6. Prueba de los bioinsecticidas en bodega

4.6.1 PORCENTAJE DE DAÑO

Cuadro 28. Análisis de variancia para la variable porcentaje de daño.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculado
Total	24	333.04		
Tratamientos	4	191.04	47.760	7.336**
Bloques	4	37.84	9.46	1.453ns
Error Experimental	16	104.16	6.51	
X	6.72			
C.V.(%)	37.97			

** : Significativo al 1%

ns : No significativo

De acuerdo al análisis de variancia (Cuadro 28) se detectó diferencias altamente significativas para tratamientos, en tanto que para bloques no se detectó diferencias estadísticas. El coeficiente de variación fue de 37.97%. Este valor alto se debe a que en ciertas repeticiones no se reportaron tubérculos con daño de polilla y una media de 6.72

Cuadro 29. Valores medios para variable porcentaje de daño en tubérculos tratados con bioinsecticidas a base del virus PhopGVC y Anchilibí.

Tratamientos	Daño (%)	
T3 (maicena + 20EL Anchilibi)	12.2	A
T4 (Talco + 20EL Anchilibí)	6.0	B
T1(Carbonato + 30 EL PhopGVC)	5.4	B
T2 (Talco + 30 EL PhopGVC)	5.0	B
T5 (Furadán + Curacrón)	5.0	B

Prueba de Tukey al 5% para tratamientos

La prueba de Tukey al 5% (Cuadro 29), detectó dos rangos de significación, ubicando en el primer rango al T3 con 12.2% de daño y en el segundo rango los tratamientos T4, T1, T2, T5.

De los tratamientos evaluados bajo condiciones de bodega de los agricultores se determinó que el bioinsecticida formulado con maicena y 20 (EL) del virus Anchilibí no ofreció una adecuada protección. Se registró un 12.2% de daño estadísticamente superior a las semillas de papa tratadas con bioinsecticidas a base de talco + Anchilibí (6.0%), carbonato de calcio más el virus PhopGVC (5.40%) y talco más el virus PhopGVC (5.0%). Indudablemente las semillas de papa tratadas con Furadán + Curacrón evidenciaron bajos porcentaje de daño (5.0%).

La diferencia de daño que se registró entre bioinsecticidas a base del virus Anchilibí aunque con diferente portador demuestra una vez la inestabilidad de la partícula viral Anchilibí (Comunicación personal Dr. Zeddám, 2007).

4.6.2 INTENSIDAD DE DAÑO

Cuadro 30. Análisis de variancia para la variable intensidad de daño.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculado
Total	24	172.86		
Tratamientos	4	74.29	18.571	3.546 n.s.
Bloques	4	14.79	3.696	0.705ns
Error Experimental	16	83.79	5.237	
X	11.91			
C.V.(%)	19.22			

ns: No significativo

El análisis de variancia (Cuadro 30) no detectó diferencias significativas para tratamientos y bloques. Presentó un coeficiente de variación de 19.22% y una media de 11,91.

Cuadro 31. Valores para la variable intensidad de daño en tubérculos tratados con bioinsecticidas a base del virus PhopGVCC y Anchilibí.

Tratamientos	Intensidad de daño (%)
T3 (maicena + 20 EL Anchilibi)	14.52
T4 (Talco + 20 EL Anchilibí)	13.30
T5 (Furadán + Curacrón)	11.23
T1(Carbonato + 30 EL PhopGVC)	10.34
T2 (Talco + 30 EL PhopGVC)	10.13

Como se puede apreciar en el Cuadro 31, tanto en las semillas de papa tratadas con el bioinsecticida a base del virus PhopGVC como en las semillas tratadas con el bioinsecticida a base del virus Anchilibí se registraron bajos niveles de intensidad de daño que de acuerdo a la Escala de Calificación del Departamento

de Protección Vegetal del INIAP corresponde a una intensidad de daño ligero y sus tubérculos son considerados como útiles para la siembra.

4.7. ANALISIS ECONOMICO

Cuadro 32. Costo de Producción y eficiencia de bio insecticidas a base de los virus Anchilibí y PhopGVC

Bio insecticidas	Mortalidad corregida (Abbot)	Eficiencia	Costo de producción USD
Talco + 20 EL Anchilibí	96,47	71,81	1,37
Maicena + 20 EL Anchilibí	87,63	62,97	1,63
Talco + 30 EL PhopGVC	99,84	75,88	2,24
Carbonato + 30 EL PhopGVC	99,22	75,62	1,64

Como se puede observar (Cuadro 32) las formulaciones a base de carbonato de calcio con 30 EL de PhopGVC presentan una eficiencia de 75,62 % y un costo de producción de 1,64 USD, mientras que el talco con 20 EL del virus Anchilibí presentan una eficiencia de 71,81 % y un costo de 1,37 USD.

Corroborando lo que manifiesta Alcira Vera s/f, las formulaciones con PhopGVC a base de talco y carbonato de calcio cumplen con los requerimientos de ser considerados bioinsecticidas de calidad ya que presentan una eficiencia superior al 75 %.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES

En las formulaciones con el virus PhopGVC, los portadores carbonato de calcio (94,83%) y albalux (94,41) presentan mayor capacidad de adherencia; esto se atribuye a que el tamaño de sus partículas son más finas que los demás portadores sólidos en estudio.

En las formulaciones con el virus Anchilibí, los portadores Talco (92,28%) y Maicena (89,50), fueron los mejores en tanto que la turba, presentó un nivel inferior (44.83%).

La inclusión o no de los virus, no influye en la capacidad de adherencia, ya que esta característica se determina por las propiedades físicas que poseen los portadores sólidos.

Los portadores sólidos carbonato de calcio y talco formulados con 60 EL, del virus PhopGVC, presentaron una mortalidad del 99,34%, mientras que los portadores sin virus presentaron mortalidades superiores al 60%, constituyéndose en agentes físicos de control de las larvas de polilla de la papa, debido a que ocasionan irritación del tracto digestivo de la larva o taponamiento de los espiráculos

En cuanto a las formulaciones con el virus Anchilibí los portadores talco y turba presentaron mortalidades larvales del 78% y 71,33% respectivamente; valores no muy favorables para el control de la plaga, estos se atribuyen a la inestabilidad

que presenta este virus al ser sometido al proceso de formulación realizado en esta investigación.

A los 2 y 4 meses de almacenamiento, los portadores sólidos carbonato de calcio talco y maicena, mantienen la viabilidad del virus, PhopGV y Anchibí, aunque con ciertas diferencias estadísticas entre maicena y los otros 2 portadores sólidos.

El mejor bioinsecticida fue a base de carbonato de calcio, formulado con 30 (EL) de PhopGVC, produciendo una mortalidad corregida del 75,62% y un costo de 1,64 dólares por kilogramo formulado, es decir, para la desinfección de 1 tonelada de papas utilizaremos 5kg de bioinsecticida ocasionando un costo de 8,25 dólares.

CAPITULO VI

6. RECOMENDACIONES

Realizar un estudio específico con otra metodología para la formulación de bioinsecticidas a base del virus Anchilibí, debido a su estabilidad variable.

Para el portador turba que no presentan una buena adherencia, se recomienda realizar pruebas de adherencia, debido a que es un excelente portador en mantener viables las partículas virales de Anchilibí.

Realizar pruebas de viabilidad a mayores tiempos de almacenamiento para definir la caducidad del producto formulado.

Realizar un estudio sobre una formulación de bioinsecticidas a base de premezclas con el objetivo de reducir el costo de producción.

7. RESUMEN

La presente investigación determinó la “**Evaluación de portadores sólidos para la formulación de bioinsecticidas a base del virus de la Granulosis y Anchilibí para el control de polilla de la papa, *Tecia solanivora* (Povolny), en San Gabriel, Provincia del Carchi.**”

Los objetivos establecidos para esta investigación fueron:

- Evaluar la capacidad de adherencia de los portadores sólidos conteniendo partículas virales de PhopGVC y Anchilibí para el control de la polilla.
- Determinar la mortalidad larval que ocasionen los portadores sólidos formulados y no formulados.
- Evaluar la viabilidad del virus PhopGVC y Anchilibí a diferentes tiempos de almacenamiento de las formulaciones.
- Determinar el costo de producción del bioinsecticida elaborado con el mejor portador sólido determinado.

Esta investigación se realizó en la Unidad de Validación y Transferencia de Tecnología del Carchi, (UVTT-C) del INIAP, ubicada en la ciudad de San Gabriel, cantón Montúfar, provincia del Carchi. La presente investigación se desarrolló en 2 fases: ambiente controlado y bodega.

AMBIENTE CONTROLADO

Para la realización de los ensayos se utilizó una cámara de incubación artesanal de 2 m x 1 m x 0.80 m, construida en tabla triplex, como fuente de calor se colocó un calefactor con termostato marca “OMAS”. A través de hidrotérmo grafo marca HOB0 se registró diariamente temperatura y humedad relativa, manejando un promedio de 18 a 20 °C y una humedad relativa del 65%.

El material experimental comprendió: Larvas sanas de primer instar de *Tecia solanivora* (Povolny), larvas de cuarto instar infectadas con el virus PhopGVC, larvas de cuarto instar infectadas con el virus Anchilibí, portadores sólidos: albalux, carbonato de calcio, turba, talco, maicena y tubérculo semilla de papa.

Como material de laboratorio se utilizó: tarrinas plásticas de ¼ litro, escalímetro, cajas petri, tubos de ensayo, vaso de precipitación, bandejas plásticas de 0.49 m x 0.39 m x 0.05 m, balanza de precisión, medidor de pH y calefactor con termostato.

Los factores en estudio comprendieron:

Ensayo 1: Selección de portadores sólidos para el virus PhopGVC; en el cual se evaluaron 10 tratamientos resultantes de la combinación de los 5 niveles del factor portadores sólidos y 2 niveles del factor virus.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar dispuesto en un arreglo factorial A X B, con 5 observaciones por tratamiento, las variables evaluadas fueron adherencia y mortalidad larval; la unidad experimental para evaluar la variable adherencia

consistió en un kilogramo de papa y para la evaluación de mortalidad se utilizó 15 larvas de primer instar de *Tecia solanivora* (Povolny) infestadas en un tubérculo de papa tratadas con y sin virus.

Ensayo 2: Selección de portadores sólidos para el virus Anchilibí, en el cual se evaluó 6 tratamientos resultantes de la combinación de los 3 niveles del factor portadores sólidos y los 2 niveles del factor virus.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) dispuesto en un arreglo factorial A x B, con 5 observaciones por tratamiento las variables y metodología de evaluación se realizó de la misma forma que en el Ensayo 1.

Ensayo 3: Determinación de la eficiencia de los formulados con y sin virus PhopGVC, se evaluaron 9 tratamientos resultantes de la combinación de los 3 niveles del factor portadores sólidos y 3 niveles del factor virus.

La unidad experimental comprendió un tubérculo de papa de 50 g e infestado con 15 larvas de primer instar de *Tecia solanivora* (Povony). Se analizó mediante un Diseño Completamente al Azar dispuesto en arreglo factorial A x B con 5 observaciones por tratamiento.

Ensayo 4: Determinación de la eficiencia de los formulados con y sin virus Anchilibí, la evaluación comprendió igual al ensayo 3

ENSAYO 5: Prueba de almacenamiento de los bioinsecticidas seleccionados con los virus PhopGVC y Anchilibí, para esta prueba se seleccionó las mejores formulaciones, 2 formulaciones a base de talco y carbonato de calcio para el virus PhopGVC y 2 formulaciones a base de talco y maicena para el virus Anchilibí, que presentaron niveles significativos en la variable mortalidad larval.

Se evaluaron 8 tratamientos resultantes de la combinación de los 4 niveles del factor bioinsecticidas formulados y los 2 niveles del factor periodos de almacenamiento. La unidad experimental comprendió de un tubérculo de papa de 50g infestada con 10 larvas de *Tecia solanivora* (Povony).

El diseño utilizado fue un Diseño Completamente al Azar, dispuesto en un arreglo factorial A x B, con 10 repeticiones por tratamiento para la variable viabilidad.

BODEGA.

La fase de bodega, se desarrolló en la localidad Chitán de Navarrete, perteneciente al cantón Montúfar, provincia del Carchi, está ubicada a 2850msnm, presentó una temperatura máxima de 18°C y una mínima de 6,8°C, una precipitación mensual de 62,1 mm y una humedad relativa de 76%, según la estación meteorológica, San Gabriel 2007, en esta fase se desarrolló el ensayo 6.

Ensayo 6: Prueba de los bioinsecticidas seleccionados en bodega, este ensayo consistió en evaluar la protección que brindan a las semillas de papa tratadas con los bioinsecticidas al ataque de la polilla en bodega. Los factores en estudio fueron los bioinsecticidas seleccionados versus la práctica del agricultor, que

consistió en sumergir las semillas de papa en una solución química formada de 250cc de furadán 4F (carbofuran) y 250cc de curacrón (profenofos) por 200 litros de agua.

La unidad experimental se constituyó por 20 kilogramos de semilla de papa de la variedad Súper Chola, se utilizó un diseño de Bloques Completamente al Azar con 5 repeticiones por tratamiento.

Las variables evaluadas fueron porcentaje de daño e intensidad de daño.

Se realizó un análisis económico, en el cual se determinó el costo de producción que representa formular un kilogramo de bioinsecticida con cada uno de los portadores sólidos seleccionados, basándonos en los parámetros técnicos determinados en la UVTT-C.

De los resultados obtenidos durante la experimentación, concluimos que los mejores portadores para el virus PhopGVC fueron talco y carbonato de calcio, siendo este último portador el más idóneo para ser utilizado en formulaciones comerciales, debido a que representa un costo de producción bajo (1,64 USD) y una eficiencia de 99,22% de mortalidad larval de *Tecia solanivora* (Povony).

En tanto que para virus Anchilibi, es necesario realizar otro tipo de formulación ya que es un virus que presenta inestabilidad. En cuanto al tiempo de almacenamiento 2 y 4 meses, las pruebas de viabilidad no presentaron diferencias estadísticas por lo que se sugiere realizar pruebas a tiempos más prolongados, para así determinar el tiempo de caducidad de los bioinsecticidas.

8. SUMMARY

The present investigation determined the “Evaluation of solid carriers for the formulation of bio-insecticides with the help of the virus of the Granulosis and Anchilibí for the control of the moth in the potato, *Tecia solanivora* (Povolny), in San Gabriel, Carchi Province.”

The established objectives for this investigation were:

- To evaluate the capacity of adherence of the solid carriers containing viral particles of PhopGVC and Anchilibí for the control of the moth.
- To determine the larval mortality which is caused by the formulated and not formulated solid carriers.
- To evaluate the viability of the virus PhopGVC and Anchilibí at different times of storage of the formulations.
- To determine the cost of production of the bio-insecticide elaborated with the best carrier solid determined.

This investigation was carried out in the Unit of Validation and Transference of Technology from Carchi, (UVTT-C) of the INIAP, located in San Gabriel city, Montúfar canton, Carchi province. The present investigation was developed in 2 phases: controlled environment and cellar.

CONTROLLED ENVIRONMENT

For the realization of the rehearsals a camera of handmade incubation of 2 m x 1 m x 0.80 m was used, it was built in triplex board, as a heat source a heater was placed with thermostat “OMAS” brand.

Through hydro thermographo HOB0 brand which registered temperature and relative humidity every day, it managed an average from 18 to 20°C and a relative humidity of 65%.

The experimental material: Healthy larvae of first instance of *Tecia solanivora* (Povolny), larvae of fourth instance infected with the virus PhopGVC and with the virus Anchilibí, solid carriers: albalux, carbonate of calcium, upsets, talc, cornstarch and tuber potato seed.

As laboratory material: plastic containers of ¼ liter, escalímetro, petri boxes, rehearsal tubes, precipitation glass, plastic trays of 0.49 m x 0.39 m x 0.05 m, scale of precision, pH meter and heater with thermostat.

The factors in study were understood:

Rehearsal 1: Selection of solid carriers for the virus PhopGVC; in which 10 resulting treatments of the combination of the 5 levels of the factor solid carriers and 2 levels of the factor virus were evaluated.

A Design completely at random was used prepared in a factorial arrangement A x B, with 5 observations per treatment, the valued variables were adherence and larval mortality; the experimental unit to evaluate the adherence variable consisted on one potato's kilogram and for the evaluation of mortality it was used 15 larvas of first instance of *Tecia solanivora* (Povolny) infested in potato's tuber tried with and without virus.

Rehearsal 2: Selection of solid carriers for the virus Anchilibí, in which was evaluated 6 resulting treatments of the combination of the 3 levels of the solid carrier factor and the 2 levels of the factor virus.

A Design was used Totally at random (DCA) prepared in a factorial arrangement AxB, with 5 observations for treatment the variables and evaluation methodology was carried out in the same way that in the Rehearsal 1.

Rehearsal 3: Determination of the efficiency of those formulated with and without virus PhopGVC, 9 resulting treatments of the combination of the 3 levels of the solid carrier factor and 3 levels of the factor virus were evaluated.

The experimental unit understood a tuber of potato of 50 g and infested with 15 larvae of first instance of *Tecia solanivora* (Povony). It was analyzed by a design totally at random prepared in factorial arrangement AxB with 5 observations for treatment.

Rehearsal 4: Determination of the efficiency of those formulated with and without virus Anchilibí, the evaluation understood similar to the rehearsal 3

Rehearsal 5: Test of storage of the selected bio-insecticides with the virus PhopGVC and Anchilibí, for this test were selected the best formulations, 2 formulations with the help of talc and carbonate of calcium for the virus PhopGVC and 2 formulations with the help of talc and cornstarch for the virus Anchilibí that presented significant levels in the variable larval mortality.

8 resulting treatments of the combination of the 4 levels of the bio-insecticides factor formulated and the 2 levels of the factor periods of storage were evaluated. The experimental unit understood of potato's of 50g tuber infested with 10 larvae of *Tecia solanivora* (Povony).

It was used a Design Totally at random, prepared in a factorial arrangement AxB, with 10 repetitions for treatment for the variable viability.

CELLAR.

The cellar phase, was developed in Chitán de Navarrete community, that belongs to the Montúfar canton, Carchi province, it is located at 2850 above sea level, it presented a maximum temperature of 18°C and a minimum of 6,8°C, a monthly precipitation of 62,1 mm and a relative humidity of 76%, according to the meteorological station, San Gabriel 2007, in this phase the rehearsal 6 was developed.

Rehearsal 6: Test of the bio-insecticides selected in the cellar, this rehearsal consisted on evaluating the protection that they offer to potato's seeds tried with the bio-insecticides to the attack of the moth in cellar. The factors in study were the selected bio-insecticides versus the farmer's practice that consisted on submerging potato's seeds in a formed chemical solution of 250cc of furadán 4F (carbofuran) and 250cc of curacrón (profenofos) for 200 liters of water.

The experimental unit was constituted by 20 kilograms of seed of potato of the variety Súper Chola, a design of Blocks was used Totally at Random with 5 repetitions by treatment.

The valued variables were percentage of damage and intensity of damage.

An economic analysis was carried out, in which the cost of production was determined it represents to formulate a kilogram of bio-insecticide with each selected solid carrier, based on the technical parameters determined in the UVTT-C.

From the obtained results during the experimentation, it concluded that the best carriers for the virus PhopGVC was talc and carbonate of calcium, being this last carrier the most suitable to be used in commercial formulations, because it represents a low cost of production (1,64 USD) and an efficiency of 99,22% of larval mortality of *Tecia solanivora* (Povony).

Therefore for the virus Anchilibi, it is necessary to carry out another formulation type so that it is a virus that presents instability. As for the time of storage 2 and 4 months, the tests of viability didn't present statistical differences so it suggested to carry out tests at more lingering times, from this way to determine the time of expiration of the bio-insecticides.

9. BIBLIOGRAFIA

1. ALCÁZAR, (2000). Control biológico de la polilla de la papa con Baculovirus Phthorimaea. Bolotein de capacitación CIP-2 Lima, 43 p.
2. ALCÁZAR, J.; CERVANTES, M., RAMAN, K. (1992) b. Efectividad de un virus granulosis formulado en polvo para controlar Phthorimaea operculella en papa almacenada. Rev. Per. Entomol 35:113-116.
3. ALVES, S. (1986). Control microbiano de insectos. Brasil, Monole. 406 p.
4. BARRAGÁN, A. R., A. POLLET, G., ONORE., I. AVEIGA, J., M. PRADO., P. D. GALLEGOS , Y C. RUIZ. (2000). Distribución de la polilla guatemalteca en Ecuador.
5. BURGESS, H. (1981). Microbial control of pest and plant diseases 1970-1980. London: Academic Press. 949 p.
6. CHEVASCO, D. (2006). Caracterización del virus Anchilíbí. Quito-Ecuador. Tesis de licenciatura. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
7. DURAN, O. (2001). La polilla guatemalteca de la papa y su manejo. Plagas y enfermedades de la papa. ICA, Caldas, Colombia.
8. FAO/OMS (1974). El empleo de virus para combatir plagas de insectos y vectores de enfermedades. Roma . FAO / OMS . Serie de informes técnicos N° 91, 59p
9. GALLEGOS, *et al.* (2002). Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades. En cultivo de papa en Ecuador. Editores Manuel Pumisacho y Stephen Sherwood. Primera edición. INIAP-CIP. 136 p.
10. GALLEGOS, P., SUQUILLO, J. y RODRÍGUEZ, P. (2001a). Control de polilla Guatemalteca mediante Baculovirus en papa bajo condiciones controladas. En Informe Anual IPMCRSP.
11. GALLEGOS, P., SUQUILLO, J., CHAMORRO, F., y ASAQUIBAY, C. (2001b). Alternativas de manejo de *Tecia solanivora* (Povolny) Lepidoptera Gelichiidae) en Ecuador.

12. GALLEGOS, P., SUQUILLO, J., PRADO, M., y RODRÍGUEZ, P. (2001). Control de *Tecia solanivora* en almacenamiento mediante asolación de papa para semilla.
13. GRANADOS, R., y K. Williams. (1986). *In vivo* Infection and replication of Baculoviruses. Pp. 89-108. En R. Granados y B. Federici (Eds.), *The Biology of Baculoviruses*. CRC Press, Boca Raton, Florida, U.S.A.
14. GRANADOS, R.; FEDERICI, B. (1986). *The biology of baculoviruses*. Florida. CRC Press v. 1.275 p.
15. HERRERA, A.; FIERRO, L.; MORENO, J. (2000). Manejo integrado del cultivo de la papa. Manual Técnico. CORPOICA, Tibaitatá, Colombia.
16. KURSTAK, E. y TIJSSEN, P. (1982). Microbial and viral pesticides :modes of action, safety, and future prospects. In KURSTAK, E. ed. *Microbial and viral pesticides* . New York, Marcel Dekker. Pp. 3-32.
17. LOZA, A., BRAVO, R., y DELGADO, P. (1995). Control biológico de la polilla de la papa con el baculovirus de la granulosis en almacenes. En Red de Acción de Alternativas al Uso de Agroquímicos (RAAA). Aportes al Manejo Ecológico de Cultivos. I Curso Nacional de Innovación en Tecnologías para el Agro 1995. Editores Luis Valencia y Edévaly de la Peña. Lima-Perú. 184 p.
18. MADRIGAL, A. (2001). *Fundamentos de control biológico de plagas*. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Facultad de Ciencias. Primera edición. P: 2.
19. MURILLO, R. (1981). La Polilla de la papa (*scrobipalopsis solanivora* Povolny). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Boletín Técnico 69: 12.
20. MURPHY, F. A., C. M. FAUQUET, D. H. L. BISHOP. S. A. GHABRIAL, A. W. JARVIS, G. P. MARTELLI, M. A. MAYO, y M. D. SUMMERS. (1995). *Virus Taxonomy. Sixth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses (ITCV)*. Springer-Verlag Wien, New York, USA.
21. NIÑO DE GUALDRON, L., y NOTZ, A. (2000). Patogenicidad de un virus granulosis de la polilla de la papa *Tecia solanivora* (Povolny)

- 1973(Lepidóptera Gelechiidae) en el estado de Mérida, Venezuela. Bol. Entomol. Venez 15(1):39-48.
22. O'REILLEY, D. R., L. K. MILLER, y V. A. LUCKOW. (1992). Baculovirus Expresión Vectors: A Laboratory Manual. W. H. Freedman and Company, New York, U.S.A.
23. PALACIOS, M., E. SÁENZ, G. SOTELO, F. CISNEROS y A. LAGNAQUI. (2001). Desarrollo e implementación del MIP en la unidad piloto de Ventaquemada (Boyacá, Colombia). Pp93-97. En T. Ames, y M Palacios (Eds.), Memorias del I Taller Internacional "Prevención y control de la polilla guatemalteca de la papa", Septiembre 11 –14 . SENASA-CIP, Lima, Perú.
24. RODEES, D.J. (1993). Formulation of biological control agents. En *Exploitation of microorganisms*. Jhones. D. G (Ed.). Chapman & Hall, London, pp411-439.
25. RUDGE, R. H. (1991). Formulation of biocontrol agents. En: *Maintenance of microorganisms and cultured cells; a manual of laboratory methods*. Kirsop, B.E., Doyle, A.(Eds.). Academic Press, London, pp.441-439.
26. RUIZ.C., POLLET, A., AVEIGA, I., BARRAGAN, A. (2004). Aislamiento y caracterización de un granulovirus encontrado en *Tecia solanivora* (Povolny) (Lepidóptera: Gelechiidae) para su uso como pesticida biológico.
27. SALAZAR, J., y W. ESCALANTE. (1984). La polilla guatemalteca de la papa *scrobipalopsis solanivora*, nueva plaga del cultivo de la papa en Venezuela. Compendio de los trabajos presentados en las XI jornadas agronómicas. Sociedad Venezolana de Ingenieros Agónomos.
28. SOTELO, G., (1997). La polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora* (Povolny) y su control con Baculovirus. En II curso-taller. Manejo Integrado de Plagas de la papa. Memorias. Chiquinquirá (Guayaca). Regional Uno Cundinamarca-Boyacá. Creced Valles de Ubaté y Chiquinquirá. CORPOICA-CIP. p : 32-34.
29. SOTELO, G., PALACIOS M., LAGNAOUI, A. (S/F). Producción y utilización del granulovirus de *Phthorimaea operculella* para el control de

- Tecia solanivora* (Povolny) (Lepidóptera: Gelechiidae). En el departamento de Boyacá, Colombia.
30. STEINHAUS, E. y MARSH, F. (1967). Previously unreported accessions for dianosis and newrecords. J Invert Path (:436-438).
 31. SUQUILLO, J., (2003). Systematization de tecnologias desarrolladas para el control de *Tecia solanivora*, dentro de un programa de manejo de plagas. Boletin técnico No. 4. INIAP. 52 p.
 32. TANADA, Y KAYA, H. (1993). Insect pathology. New York. Academic Press. 623 p.
 33. TORRES, F. (1998). Biología y manejo integrado de la polilla centroamericana de la papa *Tecia solanivora* (Povolny) en Venezuela. Fondo Nacional de investigaciones Agropecuarias. Venezuela. p 57.
 34. TORRES, F. (2002). Manejo integrado de la polilla de la papa en Venezuela. Versión resumida del boletín " Biología y Manejo de la Polilla Guatemalteca de la papa en Venezuela ". 6 p.
 35. VILLAMIZAR, L., ZEDDAM, J-L., ESPINEL, C. y COTES, A. (2005). Implementación de técnicas de control de calidad para la producción de un bioplaguicida a base del granulovirus de *Phothorimaea operculella* PhopGV. En Revista Colombiana de Entomología 31 (2): 127- 132 (2005).
 36. YÁNEZ, V. 2003. Producción y formulación de biopreparados a base de *Pseudomonas cepacia*, *Bacillus subtilis* y *Trichoderma sp.* Para el control biológico de moniliasis en cacao. Boletín Técnico No. 2.
 37. ZEDDAM, J-L., VASQUEZ, M., VARGAS, Z., LAGNAOUI, A., (2003). Producción viral y tasas de aplicación del granulovirus usado para el control biológico de las polillas de la papa *Phothrimaea operculella* y *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae). Plagas, 29 (4), pp.659-667.

BIBLIOGRAFÍA INTERNET

38. DISENSA
<http://www.disensaecuador 2002>
39. PROQUIMSA
<http://www.proquimsa.s.a 2006>
40. SANINET

<http://www.iicasaninet.net>

41.QUIMINET

<http://www.quiminet.com>

10. ANEXOS

Anexos.1. Costo de producción de 1 kilogramo de bioinsecticida a base del virus Anchilibi con maicena

INDICES TECNICOS DE MULTIPLICACIÓN VIRUS Anchilibí

Valor de larva primer instar:0.0039
 1 larva contagiada hasta el 4to. Instar consume 4g de papa
 larvas recuperada con ANCHILIBÍ:85%
 Virus purificado: 0.5ml/3litros(1.66ml/l)
 lI de solución viral:48 kilos papas
 Recolección larvas enfermas: A partir de los 3 días
 Porcentaje de larvas recuperadas 85%
 % obtención carbonato de calcio: 98.2%
 % obtención de talco:99.67%
 Envases plásticos: capacidad 2kg
 Bandejas de madera para secado:Capacidad 110kg

				PORTADOR	EFICIENCIA	PRECIO
larvas 1er Instar	(%)larvas recuperadas	Total larvas recuperadas	kilos de Baculovirus	maicena	0,87	0,90
120000	0,85	102000	3400,0	cantidad bioinsecticida	2958	3060

Rubro	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1. MULTIPLICACION VIRUS ANCHILIBÍ				
Asistente laboratorio	mes	1,5	150	225,00
Larvas de primer instar	Un.	120000,0	0,0039	468,00
Papas(Una larva hasta 4to. Instar consume 4g)	kg	480,00	0,11	52,80
Agua destilada	l	10	0,80	8,00
Virus purificado anchilibí	ml	16,6	10,00	166,00
Malla	m	1	1,00	1,00
Guantes	unidad	8	0,12	0,96
SUBTOTAL				753,8
Materiales (2 años depreciación)				
Envases plásticos de 2 kg	unidad	240,0	2,5	600,00
SUBTOTAL				600,00
Depreciación mensual				25,00
Materiales (5 años depreciación)				
Cámara de Incubación	unidad	1	100,00	100,00
Calefactor "omas"	unidad	1	60,00	60,00
Contador	unidad	1	5,00	5,00
Instrumento de laboratorio	unidad	1	30,00	30,00

Balanza	unidad	1	12,00	12,00
SUBTOTAL				207,00
Depreciación mensual				3,45
TOTAL				782,25
Prod larvas enfermas Anchilibí (85%Recuperación)	unidad	120000,0	0,85	102000
Costo larva con Anchilibí(USD)				0,008
2. FORMULACIÓN				
Mano de obra para mezclado, secado, molido, empaçado	mes	1,5	150	225,0
Larvas infectadas Anchilibí maicena	unidad	102000	0,008	782,25
	kg	3400,0	0,9	3060,0
Agua pura (Botellón Tesalia)	l	3400,0	0,13	425,0
Dispersante al 2%(surfare)	l	6,8	4,80	32,6
Fundas plásticas(6x8)	unidad	3400,0	0,006	20,4
Fundas de papel(7x11)	unidad	3400,0	0,015	51,0
SUBTOTAL				4596,3
Materiales (5años depreciación)				
Badeiras de madera para secado baculovirus 2,2 mx1,0mx0,15m (Capac.110kg)	unidad	31	18,00	556,4
Mortero	unidad	1	5,00	5,00
Balanza electrónica	unidad	1	160,00	160,00
Selladora de fundas	unidad	1	50,00	50,00
Invernadero(7x2.4)m	m2	16,8	5,00	84,00
SUBTOTAL				855,36
Depreciación mensual				14,26
Servicios Básicos				
Arriendo Oficina	mes	1,5	90,00	135,00
Agua	mes	1,5	3,00	4,50
Luz	mes	1,5	35,00	52,50
Teléfono	mes	1,5	15,00	22,50
SUBTOTAL				214,50
TOTAL				4825,05
Producción de baculovirus	kg			2958,0
Costo de baculovirus (USD/kg)				1,631

COSTOS TOTALES PARA PRODUCIR BACULOVIRUS

	COSTO	% COSTO
CRIA MASIVA	260,15	4,68
MULTIPLICACION DEL VIRUS	753,8	13,55
FORMULACION	4596,3	82,60
SERVICIOS BASICOS	214,5	3,85
	5564,6	100,00

Anexos.2. Costo de producción de 1kilogramo de bioinsecticida a base del virus Anchilibí con talco.

INDICES TECNICOS DE MULTIPLICACIÓN VIRUS Anchilibí

Valor de larva primer instar:0.0039
 1 larva contagiada hasta el 4to. Instar consume 4g de papa
 larvas recuperada con ANCHILIBÍ:85%
 Virus purificado: 0.5ml/3litros(1.66ml/l)
 l de solución viral:48 kilos papas
 Recolección larvas enfermas: A partir de los 3 días
 Porcentaje de larvas recuperadas 85%
 % obtención carbonato de calcio: 98.2%
 % obtención de talco:99.67%
 Envases plásticos: capacidad 2kg
 Bandejas de madera para secado: Capacidad 110kg

				PORTADOR	EFICIENCIA	PRECIO
larvas 1er Instar	(%)larvas recuperadas	Total larvas recuperadas	kilos de Baculovirus	Talco	0,9967	0,85
120000	0,85	102000	3400,0	cantidad bioinsecticida	3388,78	2890

Rubro	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1. MULTIPLICACION VIRUS ANCHILIBÍ				
Asistente laboratorio	Mes	1,5	150	225,00
Larvas de primer instar	Un.	120000,0	0,0039	468,00
Papas (Una larva hasta 4to. Instar consume 4g)	kg	480,00	0,11	52,80
Agua destilada	l	10	0,80	8,00
Virus purificado Anchilibí	ml	16,6	10,00	166,00
Malla	m	1	1,00	1,00
Guantes	unidad	8	0,12	0,96
SUBTOTAL				753,8
Materiales (2 años depreciación)				
Envases plásticos de 2 kg	unidad	240,0	2,5	600,00
SUBTOTAL				600,00
Depreciación mensual				25,00
Materiales (5 años depreciación)				
Cámara de Incubación	unidad	1	100,00	100,00
Calefactor "omas"	unidad	1	60,00	60,00
Contador	unidad	1	5,00	5,00
Instrumento de laboratorio	unidad	1	30,00	30,00
Balanza	unidad	1	12,00	12,00
SUBTOTAL				207,00
Depreciación mensual				3,45
TOTAL				782,25

Prod larvas enfermas Anchilibí (85%Recuperación)	unidad	120000,0	0,85	102000
Costo larva con Anchilibí(USD)				0,008
2. FORMULACIÓN				
Mano de obra para mezclado, secado, molido, empackado	mes	1,5	150	225,0
Larvas infectadas Anchilibí	unidad	102000	0,008	782,25
Talco	kg	3400,0	0,85	2890,0
Agua pura (Botellón Tesalia)	l	3400,0	0,13	425,0
Dispersante al 2%(surfare)	l	6,8	4,80	32,6
Fundas plásticas(6x8)	unidad	3400,0	0,006	20,4
Fundas de papel(7x11)	unidad	3400,0	0,015	51,0
SUBTOTAL				4426,3
Materiales (5años depreciación)				
Badeiras de madera para secado Baculovirus 2,2 mx1,0mx0,15m (Capac.110kg)	unidad	31	18,00	556,4
Mortero	unidad	1	5,00	5,00
Balanza electrónica	unidad	1	160,00	160,00
Selladora de fundas	unidad	1	50,00	50,00
Invernadero(7x2.4)m	m2	16,8	5,00	84,00
SUBTOTAL				855,36
Depreciación mensual				14,26
Servicios Básicos				
Arriendo Oficina	mes	1,5	90,00	135,00
Agua	mes	1,5	3,00	4,50
Luz	mes	1,5	35,00	52,50
Teléfono	mes	1,5	15,00	22,50
SUBTOTAL				214,50
TOTAL				4655,05
Producción de Baculovirus	kg			3388,8
Costo de Baculovirus (USD/kg)				1,374

COSTOS TOTALES PARA PRODUCIR BACULOVIRUS

	COSTO	% COSTO
CRIA MASIVA	260,15	4,82
MULTIPLICACION DEL VIRUS	753,80	13,97
FORMULACION	4426,30	82,05
SERVICIOS BASICOS	214,50	3,98
	5394,60	100,00

Anexos.3. Costo de producción de 1 kilogramo de bioinsecticida a base de virus Phopgv con talco

INDICES TECNICOS DE MULTIPLICACIÓN VIRUS PhopGVC

Valor de larva primer instar:0.0039
 1 larva contagiada hasta el 4to. Instar consume 4g de papa
 larvas recuperada con PhopGV:25%
 Virus purificado: 0.5ml/3litros(1.66ml/l)
 l1 de solución viral:48 kilos papas
 Recolección larvas enfermas:durante15 días a partir de los 25 días
 % obtención carbonato de calcio: 98.2%
 % obtención de talco:99.67%
 Envases plásticos: capacidad 2kg
 Bandejas de madera para secado: Capacidad
 110kg

				PORTADOR	EFICIENCIA	PRECIO
larvas 1er Instar	(%)larvas recuperadas	Total larvas recuperadas	kilos de Baculovirus	Talco	0,996	0,85
120000	0,25	30000	1000,0	cantidad bioinsecticida	996	850

Rubro	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1. MULTIPLICACION VIRUS PhopGV				
Asistente laboratorio	mes	1,5	150	225,00
Larvas de primer instar	Un.	120000,0	0,0039	468,00
Papas (Una larva hasta 4to. Instar consume 4g)	kg	480,00	0,11	52,80
Agua destilada	l	10	0,80	8,00
Virus purificado PhopGV	ml	16,6	10,00	166,00
Malla	m	1	1,00	1,00
Guantes	unidad	8	0,12	0,96
SUBTOTAL				753,8
Materiales (2 años depreciación)				
Envases plásticos de 2 kg	unidad	240,0	2,5	600,00
SUBTOTAL				600,00
Depreciación mensual				25,00
Materiales (5 años depreciación)				
Cámara de Incubación	unidad	1	100,00	100,00
Calefactor "omas"	unidad	1	60,00	60,00
Contador	unidad	1	5,00	5,00
Instrumento de laboratorio	unidad	1	30,00	30,00
Balanza	unidad	1	12,00	12,00
SUBTOTAL				207,00
Depreciación mensual				3,45
TOTAL				782,25
Prod larvas enfermas PhopGV (25% Recuperación)	unidad	120000,0	0,25	30000

Costo larva con PhopGV(USD)				0,026
2. FORMULACIÓN				
Mano de obra para mezclado, secado, molido, empaçado	mes	1,5	150	225,0
Larvas de 4to. Instar infectadas PhopGV	unidad	30000	0,026	782,25
Talco	kg	1000,0	0,85	850,0
Agua pura (Botellón Tesalia)	l	1000,0	0,13	125,0
Dispersante al 2%(surfare)	l	2	4,80	9,6
Fundas plásticas(6x8)	unidad	1000,0	0,006	6,0
Fundas de papel(7x11)	unidad	1000,0	0,015	15,0
SUBTOTAL				2012,9
Materiales (5años depreciación)				
Badejas de madera para secado baculovirus 2,2 mx1,0mx0,15m (Capac.110kg)	unidad	9	18,00	163,6
Mortero	unidad	1	5,00	5,00
Balanza electrónica	unidad	1	160,00	160,00
Selladora de fundas	unidad	1	50,00	50,00
Invernadero(7x2.4)m	m2	16,8	5,00	84,00
SUBTOTAL				462,64
Depreciación mensual				7,71
Servicios Básicos				
Arriendo Oficina	mes	1,5	90,00	135,00
Agua	mes	1,5	3,00	4,50
Luz	mes	1,5	35,00	52,50
Teléfono	mes	1,5	15,00	22,50
SUBTOTAL				214,50
TOTAL				2235,06
Producción de baculovirus	kg			996,0
Costo de baculovirus (USD/kg)				2,244

COSTOS TOTALES PARA PRODUCIR BACULOVIRUS

	COSTO	% COSTO
CRIA MASIVA	260,15	8,73
MULTIPLICACION DEL VIRUS	753,80	25,29
FORMULACION	2012,9	67,52
SERVICIOS BASICOS	214,50	7,20
	2981,15	100,00

Anexos.4. Costos de producción de una larva de primer instar

INDICES TECNICOS DE CRIA MASIVA

recolección de adultos en campo y bodega

Recolección de adultos: 2 cámaras al día(44mensual)

80 parejas de adultos/ cámara oviposición (10 cm altura): 312 huevos/día

Máxima producción de huevos: 3 días

Viabilidad de huevos: 96%

Viabilidad de larvas: 85%

Una larva hasta el 4to Instar consume 4 gramos de papa

Ciclo biológico de la polilla en cría 110 días

Cámaras de 80 parejas adultos (No.)	Produc./ cámara/ día	Periodo produc. (días)	Viabil. huevos	Produc. Total larvas	Distribución		Comprobación
					Multiplic viral	Cría Masiva	
44	312	5	0,97	66580,8	59922,7	6658,1	66580,8

Rubro	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1. Cría masiva				
Asistente	mes	1,5	150	225,0
Papa sana para infestar	kg	27	0,11	2,93
Papa infestada	kg	150	0,011	1,65
Costales arroberos	unidad	50	0,05	2,50
Miel	litro	0,5	4	2,00
Tela malla	m.	1,25	1,7	2,13
Bandas elásticas	funda	1	0,5	0,50
Cartulina negra	pliego	3	1,5	4,50
Tarrinas de 1 litro	unidad	110	0,1	11,00
Papel absorbente	unidad	1	1,5	1,50
Tarjetas de identificación	pliego	0,5	1,5	0,75
Maskin (18m)	rollo	1	0,7	0,70
Alcohol	l	0,5	2	1,00
Guantes	unidad	4	0,12	0,48
SUBTOTAL				256,63
MATERIALES				
Cámaras PVC (10cm)	unid	44	0,27	11,88
Tubos de ensayo	unidad	10	0,5	5,00
Reposteros plásticos	unidad	27	2,5	67,50
SUBTOTAL				84,38
Vida útil materiales 2 años				
Depreciación mensual	mes	1	3,5158	3,52
TOTAL				260,15
Producción larvas primer instar	mes	66580,8	1	66580,80
Costo (USD/larva)				0,00391

Anexos.5. Análisis de pH realizado en el Departamento de Suelos del INIAP-
Santa Catalina.

Anexos.6. IMPACTO AMBIENTAL

TEMA:

Estudio del impacto ambiental que provoca la **EVALUACIÓN DE PORTADORES SÓLIDOS PARA LA FORMULACIÓN DE BIOINSECTICIDAS A BASE DEL VIRUS DE LA GRANULOSIS Y ANCHILIBÍ PARA EL CONTROL DE POLILLA DE LA PAPA, *Tecia solanivora* (Povolny), EN SAN GABRIEL, PROVINCIA DEL CARCHI**

OBJETIVOS:

Objetivo General:

Determinar los impactos positivos y negativos que se provoquen como resultado de la implementación del Proyecto de Investigación Evaluación de portadores sólidos para la formulación de bioinsecticidas a base del virus de la granulosis y anchilibí para el control de polilla de la papa, *Tecia solanivora* (povolny), en San Gabriel, provincia del Carchi.

Objetivos específicos:

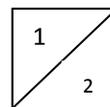
Determinar qué acción realizada fue nociva para el medio ambiente y la salud humana.

Formular un plan de manejo apropiado para la manipulación de los virus en estudio para evitar la contaminación del medio ambiente.

CALIFICACION:

Baja	1
Media	2

LEYENDA:



1.	Magnitud del impacto
2.	Importancia del impacto

MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES POR EL METODO DE LEOPOLD									
Factores Ambientales	Acciones	Evaluar la capacidad de adherencia de los portadores solidos con particulas virales	Determinar la mortalidad larval ocasionados por los portadores	Evaluar la viabilidad de los virus					
					AFECTACIONES POSITIVAS	AFECTACIONES NEGATIVAS	AGREGACION DE IMPACTOS		
ABIOTICO	Suelo	2	3		1		6		
	Agua								
	Aire								
BIOTICO	Flora	2	3		1		6		
	Fauna								
	Micro-flora								
	Micro-fauna		-1	-1		2	-2		
SOCIO-ECONÓMICO	salud	2	3	1	3	3	3	3	12
	educación	3	3	3	3	3	3	3	27
	agricultura	3	3	3	3	3	3	3	27
	calidad de vida	3	3	2	3	2	3	3	21
	empleo	3	3	3	3	3	3	3	21
A FECTACIONES POSITIVAS		7	5	5	COMPROBACION				
A FECTACIONES NEGATIVAS			1	1					
AGREGACION DE IMPACTOS		54	32	32	118				

Ambientalmente la presente investigación es positiva con un valor + 118

Luego de un análisis del impacto ambiental que provocó el estudio sobre la “Investigación evaluación de portadores sólidos para la formulación de Bioinsecticidas a base del virus de la Granulosis y Anchilibi para el control de la polilla de la papa *Tecia solanivora* (Povolny)”, sobre los recursos naturales en el San Gabriel provincia del Carchi, se elaboró una matriz que engloba los impactos positivos y negativos encontrados.

CONCLUSIONES:

Para la evaluación de los impactos ambientales se incluyó en la matriz de Leopold 3 acciones con mayor riesgo de provocar impactos sobre el ambiente y 12 factores del medio ambiente que podrían ser afectados, agrupados en 3 componentes (Abiótico, Biótico y Socio-Económico) y 19 interacciones.

El resultado de la agregación de impactos en la matriz de Leopold, presentó un valor + 118, siendo la investigación ambientalmente positiva, cuyo factor ambiental afectado fue la micro fauna con un valor -2.

MEDIDAS CORRECTIVAS

Para determinar la actividad correctiva, primero se señaló el factor ambiental afectado, el impacto producido (en cursivas) y luego la medida correctiva.

MICRO-FAUNA (-9)

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En el proceso de los ensayos se puso énfasis en la manipulación de los virus los mismos que fueros aislados de manera particular ya sea en tubos de ensayo y en cámaras de incubación independientes para cada virus, al momento de la infestación se consideró las medidas de bio seguridad tales como: desinfección con alcohol y flameado de los materiales para evitar su diseminación.

Esta medida de mitigación se llevó a cabo desde el primer momento en el que se realizó el estudio.