

UNIVERSIDAD DE CUENCA



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

“Evaluación de la eficiencia de protección del bioinsecticida Bacu-Turin al ataque del complejo de polillas, en sistemas de manejo de semilla de papa de los agricultores del cantón Paute”

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de Magister en Agroecología y Ambiente

AUTOR:

Ing. Agr. Hernán Mauricio Lucero Pintado
C.I.: 0101890127

DIRECTOR:

MSc. Jovanny Patricio Suquillo Simbaña
CI: 1707491666

CUENCA, ECUADOR

2017



RESUMEN

La presente investigación se realizó en las parroquias Bulán, Dug Dug y Tomebamba del cantón Paute-Azuay-Ecuador, teniendo como objetivos: 1) Identificar sistemas de almacenamiento de semilla de papa, 2) Determinar la densidad de especies de polillas, en campo y bodega, y 3) Evaluar la eficiencia de protección del bioinsecticida Bacu-Turin, al ataque de polillas en sistemas de almacenamiento de papas.

En el primer objetivo se estableció que el 36,22% de agricultores almacenan la semilla en bodega, el 20,46% en corredor y el 43,32% en otros lugares (choza, garaje, pampa).

Para el segundo objetivo; del monitoreo de polillas en campo, se determinó la presencia de *Tecia solanivora* (8,09%), *Symmetrischema tangolias* (53,40%) y *Phthorimaea operculella* (38,51%). La parroquia con más polillas fue Dug Dug (46,18%), siendo la zona baja (2500-2800m s.n.m) con mayor incidencia (82,55%), predominando *Symmetrischema* (51,10%). Del monitoreo de polillas en bodega, prevaleció también *Symmetrischema*.

En el tercer objetivo (experimento con Bacu-Turin) para la variable incidencia de ataque de polillas, 39,29% correspondió al sistema bodega y 25,58% al sistema corredor; para concentraciones de Bacu-Turin se obtuvo: C1=26,44%; C2=21,44%; C3=12,78% y T=59,06% de incidencia, resultando estadísticamente diferentes entre sí. En la variable severidad de ataque de polillas no hubo diferencias estadísticas para sistemas de almacenamiento tampoco para concentraciones, pero si hubo diferencias entre grupo de papas tratadas y el testigo. El menor porcentaje para incidencia de polillas (7,44%) conseguido en el sistema de almacenamiento corredor con la mayor concentración del Bacu-Turin (S1C3) resultó como mejor opción económica.

Palabras claves: Almacenamiento, semilla, corredor, bodega, polillas, *Tecia*, *Symmetrischema*, *Phthorimaea*, concentración, Bacu-Turin.



ABSTRACT

The present research was carried out in the Bulán, Dug Dug and Tomebamba parishes of the Paute-Azuay-Ecuador canton, with the following objectives: 1) To identify potato seed storage systems; 2) To determine the density of moth species in the field and 3) To evaluate the protection efficiency of the Bacu-Turin bioinsecticide, to the attack of moths in potato storage systems.

In the first objective, it was established that 36.22% of farmers store the seed in the hold, 20.46% in corridor and 43.32% in other places (hut, garage, and pampa).

For the second objective; of moth monitoring in the field, the presence of *Tecia solanivora* (8.09%), *Symmetrischema tangolias* (53.40%) and *Phthorimaea operculella* (38.51%) were determined. The highest number of moths was Dug Dug (46.18%), the lowest area (2500-2800m s.n.m) with the highest incidence (82.55%), with *Symmetrischema* predominating (51.10%). Of the monitoring of moths in warehouse, *Symmetrischema* also prevailed.

In the third objective (experiment with Bacu-Turin) for the variable incidence of moth attack, 39.29% corresponded to the winery system and 25.58% to the runner system; For Bacu-Turin concentrations: C1 = 26.44%; C2 = 21.44%; C3 = 12.78% and T = 59.06% incidence, being statistically different from each other. In the variable moth attack severity, there were no statistical differences for storage systems either for concentrations, but there were differences between treated potato group and control. The lowest percentage for moth incidence (7.44%) obtained in the corridor storage system with the highest concentration of Baku-Turin (S1C3) was the best economic option.

Key words: Storage, seed, broker, winery, moths, *Tecia*, *Symmetrischema*, *Phthorimaea*, concentration, Bacu-Turin.



ÍNDICE

RESUMEN.....	2
ABSTRACT	3
ÍNDICE	4
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
ÍNDICE DE ANEXOS.....	11
CLÁUSULA DERECHOS DE AUTOR	12
CLÁUSULA PROPIEDAD INTELECTUAL.....	13
AGRADECIMIENTO	14
DEDICATORIA.....	15
CAPITULO I.....	16
1. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. Objetivos	22
1.1.1 Objetivo general.	22
1.1.2 Objetivos específicos.....	22
1.2. Hipótesis de la investigación.....	22
CAPITULO II.....	24
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	24
2.1 Origen de la papa.	24
2.2 Clasificación taxonómica.	25
2.3 Variedades de papa cultivadas en Paute.....	25
2.3.1 Variedad Superchola.....	25
2.3.2 Variedad Bolona.....	26
2.3.3 Variedad Chaucha amarilla.	26
2.4 Principales plagas de la papa.	26
2.5 Distribución y origen de las polillas de la papa	27
2.6 Biología y morfología de las polillas (Barragán, A. et al, 2005)	28
2.6.1 <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller).....	28
2.6.2 <i>Tecia solanivora</i> (Povolny) Sinónimo de <i>Scrobipalopsis solanivora</i>	29



2.6.3 <i>Symmetrischema plaesiosema</i> (Turner), sinónimo de <i>Symmetrischema tangolias</i> (Gyen).....	31
2.7 Daños por polillas	32
2.8 Ecología térmica de las polillas de la papa	33
2.9 Preferencia de oviposición en las especies del complejo de polillas.	33
2.10. Uso de plaguicidas	34
2.11 Intoxicaciones por plaguicidas.	35
2.12 Fundamentación legal	35
2.13 Virus entomopatógenos.	36
2.14 Biopesticida para control de plaga en la papa	36
2.15 Métodos de control en las polillas	37
2.15.1 Control químico	37
2.15.2 Control cultural	38
2.15.3 Control biológico.....	38
2.15.3.1 Control con <i>Bacillus thuringiensis</i> (Berliner) var <i>kurstaki</i> (Dipel ES)	39
2.15.3.2 Control con el virus PhopGV.	40
2.15.3.3 Características del bioinsecticida Bacu-Turin	40
2.15.3.4 Multiplicación de la cepa viral jlz9f.....	41
2.15.3.5 Cepa <i>kurstaki</i> de <i>Bacillus thuringiensis</i> (Berliner)	41
2.15.3.6 Carbonato de calcio	42
2.15.3.7 Modo de acción del Bacu-Turin	42
2.15.3.8 Elaboración de pre-mezclas concentradas	43
2.15.3.9 Viabilidad del bioinsecticida Bacu-Turin	43
2.15.3.10 Eficacia del bioinsecticida Bacu-Turin	44
CAPITULO III.....	45
3. MATERIALES Y MÉTODOS	45
3.1. Materiales utilizados en la investigación	45
3.1.1 Físicos:.....	45
3.1.2 Químicos:	45
3.1.3 Biológicos:.....	45
3.2 Especificaciones de la investigación.....	46



3.2.1 Ubicación	46
3.3 Factores en estudio (Fases en Estudio)	46
3.4 Diseño a utilizar, evaluación Bacu-Turin (Fase 3).....	47
3.4.1 Variables en estudio, evaluación Bacu-Turin (Fase 3).....	47
3.4.2 Población y muestra	47
3.4.2.1 Población:	47
3.4.2.2 Muestra:	47
3.4.3 Tratamientos	48
3.5 Manejo específico de la investigación (3 fases).....	49
3.5.1 Fase 1: Identificación y selección de sistemas de almacenamiento de semilla de papa.	50
3.5.2 Fase 2: Monitoreo de la densidad de especies de polillas en tubérculos destinados para semilla.	51
3.5.2.1 En campo	51
3.5.2.2 En bodega o lugar de almacenamiento	53
3.5.3 Fase 3: Evaluación del nivel de protección del bioinsecticida Bacu-Turin.	54
3.5.3.1 Preparación de tubérculos (Variedad Superchola)	54
3.5.3.2 Preparación del Bacu-Turin para implementación experimento.	54
3.5.3.3 Toma de datos	55
CAPITULO IV	57
4. RESULTADOS.....	57
4.1 Fase 1. Identificación y selección de sistemas almacenamiento (objetivo específico1).....	57
4.1.1 Nivel de instrucción.	57
4.1.2 Variedades cultivadas	58
4.1.3 Reconocimiento fases ciclo de vida polillas	59
4.1.4 Días en que se registra la presencia de larvas de polillas, en semilla almacenada.....	60
4.1.5 Desinfección de semilla.....	60
4.1.6 Sistemas y formas de almacenamiento	61
4.2 Fase 2. Determinación de la densidad y especies de polillas en campo y bodega (Objetivo específico 2).....	63



4.2.1 Densidad y especies de polillas monitoreadas en campo.	63
4.2.2 Densidad, incidencia y severidad de polillas en bodega,	69
4.3 Fase 3. Evaluación del nivel de protección del bioinsecticida Bacu-Turin (Objetivo específico 3)	70
4.3.1 Porcentaje de incidencia de ataque de polillas	71
4.3.2 Porcentaje de severidad de daño de polillas	78
4.3.3 Número de estados inmaduros de polillas (larvas)	85
4.4 Análisis económico	91
CAPITULO V	94
5. DISCUSIÓN	94
5.1 De la identificación y selección de sistemas de almacenamiento ...	94
5.2 De la densidad de especies de polillas en campo	95
5.3 De la densidad, incidencia y severidad de polillas en bodega	95
5.4 De la evaluación del nivel de protección del bioinsecticida Bacu-Turin	95
5.4.1 Del porcentaje de incidencia de polillas en sistemas de almacenamiento	95
5.4.2 Del control preventivo con las concentraciones de Bacu-Turin.	96
5.4.3 Del mejor tratamiento para control preventivo de ataque de polillas	97
5.4.4 Del número de estados inmaduros (larvas)	97
5.5 Del análisis económico	98
5.6 Análisis de contrastes con las hipótesis	98
CAPITULO VI	100
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
6.1 Conclusiones	100
6.2 Recomendaciones	102
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
ANEXOS	107



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del complejo de polillas	28
Tabla 2. Ciclo biológico de las polillas de la papa en días*	32
Tabla 3. Datos de ubicación geográfica de localidades por parroquias donde se realizó la investigación (monitoreo de polillas y evaluación experimento Bacu-Turin), Paute 2013-2014.	46
Tabla 4. Sistemas de almacenamiento y concentraciones de Bacu-Turin utilizados en el experimento, en cada localidad.	48
Tabla 5. Nomenclatura utilizada para representar los tratamientos.....	48
Tabla 6. Distribución de tratamientos en el sistema Corredor (S1).	49
Tabla 7. Distribución de tratamientos en el sistema Bodega (S2).	49
Tabla 8. Localidades encuestadas por parroquias, Paute 2013.	51
Tabla 9. Nivel de instrucción de las personas encuestadas en varias localidades de Bulán, Dug Dug y Tomebamba, Paute 2013.	57
Tabla 10. Porcentaje de agricultores/as y quintales de papas sembradas por variedad en Bulán, Dug Dug y Tomebamba, Paute 2013.	58
Tabla 11. Porcentaje de agricultores, por parroquias, que reconocen las etapas del ciclo de vida de las polillas, Paute 2013.	59
Tabla 12. Presencia de larvas de polillas en semillas de papa, días después de haber almacenado. Paute 2013	60
Tabla 13. Porcentaje de agricultores que desinfectan tubérculos-semilla de papa para almacenar, Paute 2013.	61
Tabla 14. Sistemas y formas de almacenamiento de tubérculos-semilla de papa, Paute 2013	62
Tabla 15. Número de adultos de polilla capturados en trampas a nivel de campo, en zonas baja y alta de Bulán, Paute 2013.	64
Tabla 16. Número de adultos de polilla capturados en trampas a nivel de campo, en zonas baja y alta de Dug Dug, Paute 2013.	65
Tabla 17. Número de adultos de polilla capturados en trampas a nivel de campo, en zonas baja y alta de Tomebamba, Paute 2013.....	66
Tabla 18. Porcentajes de polillas por especies y por zonas altitudinales, basados en las sumatorias de evaluaciones de trampas en campo, monitoreadas en Bulán, Dug Dug y Tomebamba. Paute 2013.	68



Tabla 19. Porcentajes para larvas, incidencia y severidad de daño por polillas conseguidos en bodega, posterior al almacenamiento de muestras de tubérculos procedentes de parcelas que sirvieron para monitorear polillas en campo de zonas baja y alta de Bulán, Dug Dug y Tomebamba, Paute 2013.	70
Tabla 20. Grados de libertad, suma de cuadrados y significancia del análisis de variancia del porcentaje de incidencia de polillas, en tres localidades, Paute 2014.	75
Tabla 21. Pruebas de significación (Tukey 5%, DMS) y diferencias estadísticas, del porcentaje de incidencia de polillas para almacenamientos, concentraciones y almacenamientos por concentraciones, en tres localidades, Paute 2014.	76
Tabla 22. Grados de libertad, suma de cuadrados y significancia, del análisis de variancia combinado para porcentaje de incidencia de polillas, en tres localidades, Paute-2014.....	76
Tabla 23. Porcentaje de incidencia de polillas para localidades, almacenamientos, almacenamientos por localidades, concentraciones, concentraciones por localidades y almacenamientos por concentraciones, Paute 2014.	77
Tabla 24. Análisis de variancia del porcentaje de severidad de daño de polillas, en tres localidades, Paute 2014.	82
Tabla 25. Porcentaje de severidad de daño de polillas para almacenamientos, concentraciones y almacenamientos por concentraciones, en tres localidades, Paute 2014.	83
Tabla 26. Análisis de variancia combinado para porcentaje de severidad de daño de polillas, en tres localidades, Paute-2014.	83
Tabla 27. Porcentaje de severidad de daño de polillas para localidades, almacenamientos, almacenamientos por localidades, concentraciones, concentraciones por localidades y almacenamientos por concentraciones, Paute 2014.	84
Tabla 28. Grados de libertad, suma de cuadrados y significancia del análisis de variancia para número de estados inmaduros de polillas-larvas (datos transformados), en tres localidades, Paute 2014.	88
Tabla 29. Número de larvas de polillas (datos transformados) para almacenamientos, concentraciones y almacenamientos por concentraciones, en tres localidades, Paute 2014.	89



Tabla 30. Análisis de variancia combinado para el número de estados inmaduros de polillas (datos transformados), en tres localidades, Paute-2014.	90
Tabla 31. Análisis combinado del número de larvas de polillas para localidades, almacenamientos, almacenamientos por localidades, concentraciones, concentraciones por localidades y almacenamientos por concentraciones, Paute 2014.	90
Tabla 32. Análisis de dominancia, para experimento Bacu-Turin. Paute 2014.	92
Tabla 33. Tasa de Retorno Marginal, para tratamientos no Dominados, Paute 2014.	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de agricultores por variedades de papas cultivadas, Paute 2013	59
Figura 2. Sistemas almacenamiento de tubérculos-semilla de papa, Paute 2013.	63
Figura 3. Variación de la densidad poblacional de especies de polillas en la zona baja, Paute 2013	68
Figura 4. Variación de la densidad poblacional de especies de polillas en la zona alta, Paute 2013	69
Figura 5. Porcentaje de incidencia de ataque de polillas en tubérculos-semilla, bajo la aplicación preventiva del bioinsecticida Bacu-Turin en dos sistemas de almacenamiento, Paute 2014	78
Figura 6. Porcentaje de severidad de daño de polillas en tubérculos-semilla, bajo la aplicación preventiva del bioinsecticida Bacu-Turin en dos sistemas de almacenamiento. Paute 2014	85
Figura 7. Número de estados inmaduros-larvas de polillas en tubérculos-semilla, bajo la aplicación preventiva del bioinsecticida Bacu-Turin en dos sistemas de almacenamiento, Paute 2014	91



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de las parroquias: Bulán, Dug Dug y Tomebamba, cantón Paute-Azuay, donde se implementó la investigación.....	107
Anexo 2. Ubicación de zonas altitudinales y localidades donde se implementó la investigación, Paute 2014.....	108
Anexo 3. Formato utilizado en la encuesta-línea Base. Encuesta (escaneada) No. 13 aplicada en Dug Dug.	109
Anexo 4. Fotos sobre encuestas línea base, para la identificación y selección de sistemas de almacenamiento de papas.	114
Anexo 5. Fotos sobre el monitoreo de polillas en campo.	116
Anexo 6. Fotos sobre cosecha de parcelas que sirvieron para monitoreo de polillas en campo y preparación de muestras para monitorear polillas en bodega.	117
Anexo 7. Fotos sobre la evaluación de ataque de polillas en muestras de tubérculos-semilla procedentes de parcelas que sirvieron para monitoreo de polillas, después de haber sido almacenadas.	118
Anexo 8. Fotos sobre preparación de experimento para la evaluación del nivel de protección de bioinsecticida Bacu-Turin.	119
Anexo 9. Fotos sobre instalación de experimento para la evaluación del nivel de protección del bioinsecticida Bacu-Turin.....	120
Anexo 10. Fotos sobre evaluación de experimento con Bacu-Turin.....	121
Anexo 11. Fotos sobre visita-seguimiento Director de Tesis.....	122
Anexo 12. Base de datos, experimento “Evaluación de la eficiencia de Bacu-Turin en 3 localidades, Paute 2014.	123
Anexo 13. Porcentaje de protección para una tonelada de tubérculo-semilla, en base a resultados de la incidencia de ataque de polillas del experimento con Bacu-Turin	125
Anexo 14. Beneficio Bruto, Costos Variables y Beneficio Neto, para tratamientos del experimento con Bacu-Turin, con datos promedios del análisis combinado (tres localidades) de la variable porcentaje de incidencia de ataque de polillas, Paute 2014.....	126



CLÁUSULA DERECHOS DE AUTOR



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Cláusula de Derechos de Autor

Hernán Mauricio Lucero Pintado, autor de la Tesis “Evaluación de la eficiencia de protección del bioinsecticida Bacu-Turin al ataque del complejo de polillas, en sistemas de manejo de semilla de papa de los agricultores del cantón Paute”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo con cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi Título de Magister en Agroecología y Ambiente. El uso que la Universidad de Cuenca hiciese de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales y patrimoniales como autor.

Cuenca, 27 de enero de 2017.

Hernán Mauricio Lucero Pintado
C.I. 0101890127



CLÁUSULA PROPIEDAD INTELECTUAL



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Cláusula de Propiedad Intelectual

Hernán Mauricio Lucero Pintado, autor de la Tesis "Evaluación de la eficiencia de protección del bioinsecticida Bacu-Turin al ataque del complejo de polillas, en sistemas de manejo de semilla de papa de los agricultores del cantón Paute", certifico que todo el contenido, ideas y opiniones, descritos en la presente investigación, son de exclusiva responsabilidad del autor.

Cuenca, 27 de enero de 2017.

Hernán Mauricio Lucero Pintado
C.I. 0101890127



AGRADECIMIENTO

A La Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca, por la oportunidad que me ha brindado y permitido realizar la maestría.

A los agricultores/as de Bulán, Dug Dug y Tomebamba del cantón Paute-Azuay por facilitar información, basada en la aplicación de encuestas en la fase inicial de esta investigación. Mi especial agradecimiento a don Manuel Orellana, Patricio Segarra (Bulán), Gregorio Barrera, José Orlando Segarra (Dug Dug), Augusto Espinoza y a don Carlos Mejía (Tomebamba), por la colaboración prestada con parcelas para el monitoreo de la dinámica poblacional de polillas de la papa y por los espacios ofrecidos (bodegas y corredores) para la evaluación del experimento con el bioinsecticida Bacu-Turin.

A mi director de tesis, MSc. Jovanny Patricio Suquillo Simbaña, por compartir sus conocimientos en la acertada dirección de ésta investigación, basada en la experiencia acumulada durante muchos años en calidad de Investigador de la Unidad Técnica del Carchi de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

A los Directivos de la Estación Experimental del Austro del INIAP (de la cual soy su servidor) MSc. Walter Larriva Coronel (2013), Mg. Catalina Bravo Zúñiga (2014) e Ing. Maximiliano Ochoa Neira (2016), quienes en su debido tiempo me brindaron las facilidades durante la implementación de la presente investigación.

Y a todas aquellas personas que en su debido momento aportaron con un granito de arena para que esta investigación llegue a feliz término y se convierta en un aporte a la ciencia, en aras de buscar alternativas tecnológicas a favor del buen vivir de agricultores/as y la sociedad de la sierra sur ecuatoriana.

A TODOS/AS QUE DIOS Y LA SOCIEDAD OS PAGUE.

Hernán Mauricio Lucero Pintado



DEDICATORIA

Esta tesis dedico a mi familia, de manera especial a mi esposa Susana y a mis hijos: Melania, Hernán, Melina, Jonathan, Ariana y a todas aquellas personas que desinteresadamente me apoyaron para la feliz culminación de la misma.

Hernán Mauricio Lucero Pintado



CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

La papa, sin duda, constituye un producto de enorme importancia en la economía de los habitantes de la sierra ecuatoriana. La economía de cientos de miles de familias depende del cultivo de la papa, incluyendo a productores, jornaleros, vendedores de insumos, intermediarios, procesadores y otros. Además de estas consideraciones económicas, también es posible afirmar que la papa es piedra angular en la seguridad y soberanía alimentaria de miles de ecuatorianos pobres en las zonas rurales y urbanas del país, (Herrera M, et al. 1999).

De acuerdo al III censo agropecuario INEC (2002), en nuestro país existen 88.130 Upas con 49.719 hectáreas sembradas con papa, superficie de la cual, el 12,04% (5.985ha) corresponden a la sierra sur (Cañar 2.107ha, Azuay 3.261ha, Loja 617ha).

El cultivo de papa es afectado por factores bióticos y abióticos que reducen su producción y calidad. Las principales limitantes bióticas constituyen las plagas y enfermedades. Dentro de las primeras, el gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) y la Polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*) son las principales, pues bajo condiciones favorables pueden producir pérdidas totales del tubérculo. (INIAP, 2009).

***Tecia solanivora* (Povolny), *Phthorimaea operculella* (Zeller) y *Symmetrischema tangolias* (Gyen)** constituyen el complejo de polillas de la papa que se han aclimatado en las zonas paperas de la Sierra Ecuatoriana. Su presencia ha modificado el sistema de control de plagas tanto en campo como en almacenamiento. Hoy es común, al menos en Carchi, la desinfección de semilla de papa, misma que se realiza con productos químicos de alta toxicidad que se utilizan en campo. Esta



situación cada vez pone en riesgo la salud de los agricultores y su familia debido a la constante exposición a plaguicidas. (Suquillo, J. et al, 2011). Barragán, A. et al (2005), en estudios realizados, cita que los principales perjuicios de estas plagas son la pérdida económica directa al agricultor y la consecuente reducción de su calidad de vida; así como, la disminución de la superficie destinada al cultivo, debido a que problemas de este tipo desalientan al productor.

INIAP (2003) sostiene, la polilla de la papa *Tecia solanivora* (Povolny), pertenece a la familia Gelechiidae, es un lepidóptero que en estado larval se alimenta de tubérculos de papa. En Ecuador, su presencia comenzó en la provincia del Carchi, y debido al intenso comercio de papa para semilla y consumo, pasó a Cotopaxi. Monitoreos efectuados por biólogos del IRD y la PUCE, indican que la plaga está establecida a todo lo largo del país. El objetivo del proyecto “Identificación de los factores de mortalidad de la polilla guatemalteca en cultivos y bodegas de papas en Ecuador” fue de conocer la distribución de la polilla guatemalteca y las áreas libres en cultivos de papa en el Ecuador, estudiar y explicar los factores de mortalidad y limitantes de actividad para cuantificar las pérdidas ocasionadas en semilla y cultivo; e Identificar los niveles de acción de los controles naturales. Con la utilización de trampas de feromonas se pudo observar que las polillas aumentan en número cuando la planta de papa entra en floración, es decir en la etapa de tuberización. En el año 2003 la PUCE en coordinación con el Departamento de Protección Vegetal de la E.E. Santa Catalina y la UVTT-Cañar de la E.E. Chuquipata (de ese entonces), planificó el monitoreo de la polilla guatemalteca en áreas representativas de Cañar, Azuay y Loja, a nivel de campo y en bodegas. El monitoreo para *Tecia solanivora*, se hizo desde el mes de diciembre del 2002 hasta marzo del 2003. Posteriormente, y solo en campo, en los meses de abril y mayo de 2003, se realizó un monitoreo de las polillas *Phthorimaea operculella* (Zeller) y *Symmetrischema tangolias* (Gyen), para lo cual la PUCE proporciono las respectivas feromonas. Se concluye que las tres



polillas están distribuidas y establecidas en la sierra sur de Ecuador, a nivel de campo y de bodega. La posible causa de diseminación de la *Tecia* es el movimiento y flujo de papa de mercados del norte (Salcedo, Ambato y Riobamba). *Tecia s.* tiene un rango de adaptación, prefiriendo los nichos de menor altitud y con ambientes secos, de 2500 hasta 3000 m s.n.m. *Symmetrischema t.* es una polilla que merece una atención preferencial en zonas como Paute y Carboncillo. Se recomienda perseverar en el Manejo Integral de Plagas-Polilla de la papa.

La polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (Povolny), es una plaga de almacenamiento, las larvas atacan los tubérculos, pudiendo producir pérdidas completas del producto almacenado. (Mauceri M, et al. 2007)

“Análogamente la polilla guatemalteca *T. solanivora* ha causado enormes pérdidas a los agricultores de papa en el Ecuador, provocando un incremento de los problemas de pobreza y la utilización indiscriminada de productos químicos que agudizan los niveles de contaminación ambiental. Por tal motivo se han realizado importantes esfuerzos de investigación para comprender las características, el ciclo de vida de la plaga, y métodos de control que han resultado efectivos en las fases de prueba” (Pollet, 2003).

“La polilla de la papa, *T. solanivora*, durante el periodo de almacenamiento de la semilla produce pérdidas el daño puede llegar hasta el 100% de los tubérculos. Sin embargo, los agricultores no utilizan medidas de prevención. Cuando aplican controles, recurren al uso de productos químicos, que son de alto riesgo para la salud humana” (Gallegos, 2005).

Desde el ingreso de las polillas al Ecuador, el agricultor papero modificó el sistema de control de plagas en el cultivo, e incrementó el uso de insecticidas contra las polillas. En bodega, se hizo costumbre desinfectar semillas con los mismos insecticidas utilizados en el campo, muchos de ellos de depósito y de alta toxicidad como los organofosforados o carba



matados. Lo que constituye un atentado contra la salud familiar y su entorno (Soria, A. et al, 2008).

La polilla guatemalteca de la papa, *T. solanivora*, es una de las principales plagas que ataca a la papa. La comercialización de los tubérculos ha facilitado la circulación de la plaga y el posterior establecimiento de la misma. El MIP (Manejo Integrado de Plagas) enfrenta problemas referentes al manejo de la semilla en los sitios de almacenamiento, la diseminación en campo de los residuos de cosecha, la falta de control biológico, el desconocimiento del MIP. Las recomendaciones propuestas para el manejo de la polilla de la papa incluyen la integración del productor en el MIP, la evaluación, validación y difusión de prácticas MIP y MIC (Manejo Integral del Cultivo) a nivel biológico, etológico, cultural y químico, y el uso del control biológico. (Pollet, 2004).

Según Pollet, A. et al, (2004), el Manejo Integrado de Plagas (MIP) enfrenta problemas referentes al manejo de la semilla en los sitios de almacenamiento, la diseminación en campo de los residuos de cosecha, la falta de control biológico y el desconocimiento del MIP por parte de los agricultores. Las recomendaciones propuestas para el manejo de la polilla de la papa tienen que ver con: La integración del productor en el MIP, la evaluación, validación y difusión de prácticas MIP y MIC (Manejo Integral del Cultivo) a nivel biológico, etológico, cultural, químico, y el uso del control biológico.

En el Centro Internacional de la Papa (CIP) desarrollaron una formulación de baculovirus para la protección de tubérculos semilla del ataque de *Phthorimaea operculella* (Zeller). El proceso de producción consiste en obtener el virus de larvas infectadas, luego de maceradas se adiciona agua, dispersante y material inerte en polvo, obteniéndose en 15 días el bioinsecticida formulado en seco. Este proceso de formulación de



baculovirus ha sido adoptado en Ecuador como un sistema convencional de producción de un bioinsecticida de tipo viral; el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP, la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y el IRD (Institut de Recherche pour le Développement), han liderado investigaciones en torno a la obtención de un bioinsecticida de tipo viral para el control de la polilla de la papa (Centro Internacional de la Papa, 1992).

Para Suquillo & Rodríguez (2007), los estudios de prospección desarrollados en el país desde el año 2002, dan cuenta de más de 10 virus entomopatógenos diferentes, que pertenecen a grupos aún no descritos; entre estos se encuentra como promisorio una variante del granulovirus que es el JLZ9F, que posee una alta virulencia (CL 50 9.98 CI/mm²). En bioensayos de concentraciones larvales realizados bajo condiciones controladas en la Unidad Técnica Carchi del INIAP, se encontró que el virus entomopatógeno JLZ9F formulado en carbonato de calcio y a bajas concentraciones (20 EL) ocasiona un 100% de mortalidad larval.

Los Baculovirus son virus que se encuentran en el medio ambiente e infectan específicamente a ciertas especies de insectos. No afecta al ser humano, vertebrados o plantas. Es la razón por la cual la FAO y la Organización Mundial de la Salud respaldan el uso de los Baculovirus en los programas de control de plagas (Groner, 1986)

La polilla de la papa, *Tecia solanivora* (Povolny), durante el período de almacenamiento de la semilla produce pérdidas. El daño puede llegar hasta el 100% de los tubérculos. Sin embargo, los agricultores no utilizan medidas de prevención. Cuando aplican controles, recurren al uso de productos químicos, que son de alto riesgo para la salud humana. (Gallegos, et al. 2005).



Justificación o importancia de la investigación

En Paute, el modelo de producción convencional para el cultivo de papas en la última década ha experimentado una serie de prácticas inadecuadas para el manejo de las polillas, mismas que han sido perjudiciales tanto para la salud de agricultores y consumidores, como para el medio ambiente; las cuales están alterando procesos ecológicos primordiales en los sistemas productivos y de comercialización de papas destinadas a semilla y para consumo en fresco.

Mediante la identificación de sistemas para almacenamiento de tubérculos-semilla de papa, la determinación de densidades de polillas por parroquias (Bulán, Dug Dug, Tomebamba) y por zonas altitudinales (zona baja y alta), la validación del nivel de protección del Bacu-Turin, se pretende determinar la trascendencia del uso del bioinsecticida Bacu-Turin para el almacenamiento de tubérculos-semilla de papa. Esta investigación está encaminada a la sustitución de los pesticidas por alternativas biológicas, para precautelar la salud humana y ambiental, que ya es un mandato constitucional en nuestro país (Art. 10.- El Estado brindará a los agricultores y a las comunidades apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria).

La investigación consta de seis capítulos: el primero hace referencia a la introducción, objetivos e hipótesis de la investigación relacionada a la incidencia y control de las polillas de papa. El capítulo II presenta la revisión bibliográfica sobre el estudio y manejo del complejo de polillas y las características del bioinsecticida Bacu-Turin, según el posicionamiento teórico, conceptual y metodológico de varios autores. El capítulo III describe los materiales, especificaciones de manejo de los trabajos de campo y ensayos realizados bajo la metodología de investigación cuantitativa de tipo experimental. El capítulo IV contiene los resultados, obtenidos del monitoreo de la densidad poblacional de especies de polillas monitoreadas



en campo y bodega, y la evaluación de los resultados del experimento con tres concentraciones de Bacu-Turin en dos sistemas de almacenamiento en tres localidades (Bulán, Dug Dug y Tomebamba), para lo cual se utilizó el programa estadístico INFOSTAT.IDB2 (Versión: 23/02/2016) y contempla también el análisis económico de los tratamientos. El capítulo V sostiene la discusión de los resultados y en el Capítulo VI se expresan las conclusiones y recomendaciones.

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

Evaluar la eficiencia de protección del bioinsecticida Bacu-Turin al ataque del complejo de polillas en sistemas de manejo de semilla de papa de los agricultores del cantón Paute”

1.1.2 Objetivos específicos.

1. Identificar y seleccionar sistemas de almacenamiento de semilla de papa practicado por los agricultores del cantón Paute.
2. Determinar la densidad poblacional de especies de polillas en papas destinadas para semilla y que proceden de campos cultivados, en las parroquias Bulán, Dug Dug y Tomebamba del cantón Paute, en altitudes de 2500 a 3100 m s.n.m.
3. Evaluar el nivel de protección del bioinsecticida Bacu-Turin al ataque de complejo de polillas en dos sistemas de almacenamiento de semilla de papa.

1.2. Hipótesis de la investigación

¿Los agricultores/as de Paute conocen la importancia del daño que causa la polilla de papa en sus sistemas de almacenamiento?



¿Las tres especies de polillas (*Tecia solanivora*, *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*) atacan la papa a nivel de campo y almacenamiento?

¿El bioinsecticida Bacu-Turin protege eficientemente el ataque del complejo de polillas, en los sistemas de almacenamiento de semilla de papa?



CAPITULO II

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La mayor diversidad genética de papa (*Solanum tuberosum* L) cultivada y silvestre se encuentra en las tierras altas de los Andes de América del Sur. La primera crónica conocida y que menciona a la papa fue escrita por Pedro Cieza de León en 1538. Cieza encontró tubérculos que los indígenas llamaban “papas”, primero en la parte alta del valle del Cuzco, Perú y posteriormente en Quito, Ecuador (Pumisacho, 2002).

En la Sierra Ecuatoriana, la papa es el segundo cultivo más importante después del maíz, el cual representa la base de la alimentación de gran parte de la población ecuatoriana. Su cultivo vincula a 88130 productores; además 250.000 personas están involucradas directa o indirectamente con el cultivo y se reporta un consumo per cápita de 31.8 kg/año. (SICA-MAG, 2008, Ofiagro, 2008).

2.1 Origen de la papa.

La papa (*Solanum tuberosum* L) se originó en la cordillera andina. En la región ecuatorial andina, se formó un tipo de papa de hojuela menuda y muchos tallos que son denominados *Solanum andigenum*. En las islas del Sur de Chile aparecieron otro tipo de papa, de hojuelas grandes y pocos tallos por planta, que fue denominado botánicamente como *Solanum tuberosum* (Cáceres, 1986).

Solanum tuberosum L, es una planta anual de la familia de las solanáceas conocida como patatera o papa. Se considera oriunda de los Andes de América del Sur y se cultiva desde tiempos remotos en las altiplanicies de Chile, Perú y Ecuador (Juscafresa, 1982).



2.2 Clasificación taxonómica.

Para Hawkes, J. (1990), la clasificación botánica de la papa pertenece al:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Angiosperma

Orden: Solanales

Familia: Solanácea

Género: *Solanum*

Especie: *tuberosum* (L).

2.3 Variedades de papa cultivadas en Paute.

Según Infoagro (2012), la clasificación varietal de la papa se basa en los siguientes caracteres: color y textura de la piel, color de la pulpa, número de “ojos”, forma del tubérculo, aptitudes culinarias, características de los brotes y de la parte aérea, rendimiento, precocidad de la brotación, tuberización y cosecha, resistencia a plagas y enfermedades.

2.3.1 Variedad Superchola.

Origen genético: Curipamba negra *Solanum demissum* (L) clon resistente con pulpa amarilla x chola seleccionada. Subespecie: Andígena. Características morfológicas: tubérculos medianos; piel rosada y lisa; pulpa amarilla pálida; ojos superficiales. Periodo de reposo: 80 días. Características agronómicas: maduración semitardía (180 días). Rendimiento: 30 t/ha. Contenido de materia seca: 24%. Usos: consumo en fresco: sopas, puré. Consumo procesada: papas fritas (chips, tipo francesa). Enfermedades: susceptible a Lancha (*Phytophthora infestans*, de Bary), medianamente resistente a Roya (*Puccinia pittieriana*, Henn), tolerante al nematodo del quiste de la papa (Pumisacho, 2009).



2.3.2 Variedad Bolona.

Origen genético: desconocido. Subespecie Andígena. Características morfológicas: tubérculos medianos, redondo-ovales piel de color crema-violácea hasta el morado-violáceo ojos superficiales de tamaño mediano, escasos, pulpa crema con pigmentación en el cilindro vascular, periodo de reposo 80 días. Características agronómicas: maduración tardía (210 días): rendimiento 25 t/ha, contenido de materia seca 20.93% usos: consumo en fresco, puré y sopas (bastante harinosa). Reacción a enfermedades: susceptible a Lancha (*Phytophthora infestans* de Bary), Roya (*Puccinia pittieriana*, Henn) y al nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida* S), Pumisacho 2009.

2.3.3 Variedad Chaucha amarilla.

Características morfológicas: tubérculo elíptico con ojos profundos, piel y pulpa amarillo intenso, brote rojo con blanco en el ápice. Características agronómicas: maduración temprana (120 días), rendimiento 16 t/ha, contenido de Materia seca 20.1% usos: para sopas y frita (hojuela y bastón). Reacción a enfermedades: resistencia intermedia a Lancha (*Phytophthora infestans* de Bary), moderadamente susceptible a pudrición, *Pectobacterium* sp. (Monteros, A. et al, 2010).

2.4 Principales plagas de la papa.

El cultivo de la papa puede ser atacado por insectos que en mayor o menor grado reducen el volumen de producción y dañan los tubérculos. Estos insectos atacan al follaje o pueden también actuar bajo el suelo, atacando a los tubérculos (Infoagro, 2012). Entre las principales plagas tenemos:

- Gusano blanco *Premnotrypes vorax* (Hustache)



- Pulga o pulguilla *Epitrix sp.* (Foudras)
- Trips *Frankliniella sp.*
- Gallina ciega *Phyllophaga sp.* (Jar)
- Gusano trozador *Agrotis ypsilon* (Hufnagel)
- Minador de la hoja *Liriomyza quadrata* (Malloch)
- Polillas de la papa: *Tecia solanivora* (Povolny), *Symmetrischema Tangolias* (Gyen) y *Phthorimaea operculella* (Zeller).

2.5 Distribución y origen de las polillas de la papa

***Tecia solanivora* (Povolny)** es originaria de Guatemala en América del Sur. Desde su ingreso a Venezuela en 1983, a Colombia en 1985 y Ecuador en 1997 ha causado serios daños en el cultivo de papa en estos países. En Ecuador la presencia de *Tecia* comenzó en la provincia del Carchi, debido al intenso comercio de papa para semilla y consumo (Palacio, 1997).

***Phthorimaea operculella* (Zeller)** es actualmente una especie de distribución cosmopolita que se originó en las Américas. Es actualmente la especie de más amplia distribución a nivel mundial, se encuentra en todas las zonas de América, Europa, África, Asia y Australia donde se siembra papa. Es una especie típica de zonas cálidas, pero también se encuentra en zonas altas, como en el área andina (Gallegos, P & Suquillo, J. 1997).

Según Soria, A. et al, (2008), *Phthorimaea* en el Ecuador, es considerada una plaga de baja intensidad. Durante trabajos realizados en las provincias centrales (Tungurahua, Cotopaxi, Bolívar y Chimborazo), de 55 bodegas visitadas en un período de 12 meses (junio 2006 a junio 2007) solo una presentó infestación por *P. operculella*. De la misma manera, de 98 campos visitados entre junio de 2006 y junio de 2007, solo un campo ubicado en la provincia de Tungurahua visitado durante la época en que se registraba una baja precipitación, presentó un daño de más del 50% en el follaje.



***Symmetrischema tangolias* (Gyen)** fue descrita originalmente de Australia en 1919, posteriormente fue reportada su presencia en California en 1937, Perú en 1931. Los primeros reportes de su presencia en Ecuador son de 2001 (Barragan, 2005). Actualmente esta especie es típica del área andina y se encuentra también en Perú, Bolivia y Colombia (Palacio, 1997).

Tabla 1. Clasificación taxonómica del complejo de polillas

Taxonomía	<i>Tecia solanivora</i>	<i>Phthorimaea operculella</i>	<i>Symmetrischema tangolias</i>
Reino	Animalia	Animalia	Animalia
Clase	Insecta	Insecta	Hexapoda
División	Endopterygota	Exopterygota	Heteroneura
Orden	Lepidoptera	Lepidoptera	Lepidoptera
Familia	Gelenchiidae	Gelenchiidae	Gelenchiidae
Género	<i>Tecia</i>	<i>Phthorimaea</i>	<i>Symmetrischema</i>
Especie	<i>Solanivora</i>	<i>Operculella</i>	<i>Tangolias</i>

Fuente: www.senasa.gob.pe/2012

2.6 Biología y morfología de las polillas (Barragán, A. et al, 2005)

2.6.1 *Phthorimaea operculella* (Zeller)

Adulto: 14.8 mm de envergadura alar. En reposo, las alas están pegadas al cuerpo tomando la forma de un techo. De color gris a café oscuro con tres pares de puntos en la zona media, que a la distancia se asemejan a una “X”.

Huevo: 0.5 mm de diámetro, semiovalado, liso, de color blanco aperlado al inicio y amarillento conforme pasa el tiempo.

Larva: Con cuatro instares larvales. En el primer instar mide cerca de 1 mm de longitud, blanca lechosa hasta el tercer instar. En el último instar, la larva llega a medir 10 mm, blanquecina con tonalidades rosadas (cuando se alimenta de hojas, puede tener tonalidades verdosas), cápsula cefálica y protórax café oscuros.



Pupa: 6 mm de longitud, obtecta, verdosa al inicio y luego se torna amarilla. Existe dimorfismo sexual, la hembra es más grande que el macho. La parte caudal de la pupa tiene movimientos giratorios.

Comportamiento: Puede causar daños muy severos en hojas y tallos cuando las plantas están naciendo. Generalmente el ataque se realiza a las partes aéreas, pero también puede alimentarse de tubérculos en campo y en almacén. Los huevecillos son puestos en los ojos de los tubérculos y cuando la larva neonata emerge, raspa la corteza ocasionando galerías profundas, lo cual provoca la pudrición del tubérculo. *P. operculella* es una especie de amplia distribución. Se encuentra en las zonas templadas de todos los continentes donde se siembra papa. En los países andinos se la puede encontrar desde el nivel del mar hasta cerca de los 3 500 m s.n.m. Es considerada una plaga de baja intensidad en el cultivo de la papa en el Ecuador. Tiene una gama de hospederos relacionados principalmente a las solanáceas: *Nicotiana tabacum* (tabaco), *Physalis peruviana* (uvilla), *Solanum nigrum* (hierba mora), *Lycopersicum esculentum* (tomate), *Solanum melogena* (berenjena), *Solanum muricatum* (pepino de dulce), *Datura stramonium* (guanto), entre otras.

2.6.2 *Tecia solanivora* (Povolny) Sinónimo de *Scrobipalopsis solanivora*

Adulto: 18.5 mm de envergadura alar. Es una pequeña polilla de color pardo oscuro a gris. Las alas anteriores del imago presentan unas líneas gruesas longitudinales que se interrumpen en la zona media, en donde se distinguen puntos negros muy marcados. Existe dimorfismo sexual, la hembra tiene las alas anteriores más claras y es más robusta que el macho.

Huevo: 0.5 mm de diámetro, semiesférico, corion amarillo y blando, que puede deformarse por presión en sus bordes. Conforme avanzan los días se torna oscuro por la esclerotización de la cápsula cefálica de la larva.



Son puestos en grupos o libremente, generalmente en los “ojos” o brotes de la papa semilla.

Larva: Con cuatro instares larvales. En el primer instar mide 1.4 mm de longitud, coloración hialina, blancuzca. Al desarrollarse adquiere una coloración amarillo verdosa hasta el tercer instar. En el último instar es rojiza púrpura en la región dorsal y verde en el vientre llegando a medir 16 mm de longitud. La larva posee, desde el primer instar, pináculos con setae. Larva, 16 mm. Huevos, 0.5 mm Adulto, 12 mm. Cuando la larva de cuarto instar ha culminado su ciclo entra en un estado de pre-pupa, que consiste en un aletargamiento y encogimiento del cuerpo, busca lugares oscuros y teje capullos de seda a los que junta material vegetal de residuos y tierra. Dentro del capullo se transformará en pupa.

Pupa: 8.2 mm de longitud, obtecta, transparente al inicio pero se torna café oscuro a medida que pasa el tiempo. Se puede encontrar dentro y fuera del tubérculo adherida a los sacos donde se guarda la papa, en las paredes y grietas de las bodegas.

Comportamiento: El adulto es activo durante la noche. En el día permanece escondido bajo el follaje de las plantas de papas, matorrales y bodegas. A partir de las 5:30 a.m. se inicia la cópula, que continua por 20 – 30 min. La hembra oviposita en la base de los tallos de las plantas o sobre los tubérculos almacenados. La puesta ocurre un día después de la cópula y la mayoría de huevos son colocados en los tres días subsiguientes. Sin embargo, se han registrado hembras que hacen hasta por un lapso de 10 días. En laboratorio llegan a poner de 86 – 270 huevos. *T. solanivora* es una polilla originaria de la América Central, que debido al comercio de tubérculos infestados amplió su distribución hacia el sur y cruzó el océano Atlántico, para llegar a las Islas Canarias.

A diferencia de otras especies de polillas de papa que se alimentan de tallos y hojas, la larva de la polilla guatemalteca consume únicamente tubérculos.



2.6.3 *Symmetrischema plaesiosema* (Turner), sinónimo de *Symmetrischema tangolias* (Gyen)

Adulto: 164 mm de envergadura alar. Manchas sub-triangules en el margen costal a 2 mm de la base del ala. Ala posterior de color gris claro con pubescencia de color amarillo en la parte distal. Abdomen pubescente, amarillo con manchas oscuras subtriangulares en cada segmento.

Huevo: 0.3 mm de diámetro, ovalado, achatado en los polos, corion rugoso, con hendiduras circulares. El huevo es de color blanco cremoso al momento de la puesta y plomizo a medida que se acerca la eclosión.

Larva: Con cinco instares larvales. En el primer instar mide 1 mm de longitud, coloración blanca cremosa, cabeza más ancha que el resto del cuerpo, setae apenas visibles. Del segundo a quinto instar presenta cinco franjas longitudinales rojo púrpura, tres dorsales y dos laterales, el vientre es verde intenso. En el último instar alcanzan los 13 mm de longitud.

Pupa: 7.5 mm de longitud, obtecta, verde clara en un inicio y café a medida que avanza el tiempo.

Comportamiento: El adulto es nocturno, vuela rápidamente cuando siente vibraciones. La cópula se inicia pocas horas después de la emergencia. Ésta ocurre a partir del atardecer intensificándose durante la noche. La hembra oviposita en los brotes de plantas tiernas, mientras que en plantas desarrolladas lo hace de preferencia en el haz de las hojas. Ataques severos causan la desecación de los tallos y la posterior muerte de la planta. Puede depositar los huevos sobre los sacos o directamente en los tubérculos. La oruga neonata se mueve lentamente y es sensible a la desecación. Sin embargo, cuando está cerca de los tubérculos tiene la capacidad de agruparse a otras larvas e ingresar por un conjunto de pequeños agujeros, casi siempre del lado en el que la papa está asentada, presumiblemente para aprovechar la humedad y oscuridad. La larva del último instar sale de la papa y empupa adherida al tubérculo, en los sacos



o en la tierra. *S. plaesiosema* es una especie endémica de los Andes que se encuentra sobre los 2 000 m s.n.m. En el Ecuador se han observado poblaciones en zonas paperas del centro-sur del país y últimamente en la provincia del Carchi. Recientemente se reporta la presencia de esta plaga en Chile y Australia.

Tabla 2. Ciclo biológico de las polillas de la papa en días*

Estado	<i>Tecia solanivora</i>	<i>Symmetrischema tangolias</i>	<i>Phthorimaea operculella</i>
Huevo	12	11.6	14
Larva I	8	8.2	10
Larva II	5	8.3	8
Larva III	8	7.1	7
Larva IV	8	6.2	10
Larva V		8.1	
Prepupa	5	3.6	4
Pupa	25	23	30
Ciclo total	71	76.1	83

Fuente: Barragán, A. et al, 2005

* El tiempo de duración de cada uno de los estados de desarrollo, puede variar, de acuerdo a la temperatura y a la humedad del lugar donde viven las polillas. En esta tabla se presenta el ciclo biológico en días a una temperatura de alrededor de 16°C y 83% de humedad relativa.

2.7 Daños por polillas

Las larvas de *Symmetrischema tangolias* (Gyen) y *Phthorimaea operculella* (Zeller) además de alimentarse de los tubérculos también se alimentan del tallo, peciolo y follaje. Las larvas de *Tecia solanivora* (Povolny) causan daños exclusivamente a los tubérculos tanto en el campo como en el almacenamiento (bodega), haciendo galerías superficiales bajo la epidermis (cascara) o profundas, causando su pudrición y afectando la calidad del producto. Puede ocasionar pérdidas de hasta el 100% de la producción (Suquillo, 1998).



Según Montesdeoca (2012), manifiesta que los gusanos de *Phthorimaea* hacen minas en las hojas, a diferencia de los gusanos de *Symmetrischema* que hacen huecos a los tallos.

2.8 Ecología térmica de las polillas de la papa

La temperatura es un factor importante que controla influencia en el desarrollo de las 3 especies de polillas de la papa. La respuesta diferente de las tres especies a la temperatura se traslada a la distinta distribución altitudinal de las tres especies de polillas *S. tangolias* está mejor adaptada a los climas fríos, pero tolera todas las temperaturas en un rango de los 10 a los 20 °C. *P. operculella* es más sensible a las condiciones de frío con relación a las otras dos especies, *T. solanivora* presenta un patrón intermedio entre las otras dos especies (Dangles, P. et al, 2008)

2.9 Preferencia de oviposición en las especies del complejo de polillas.

El complejo de polillas de la papa (Lepidoptera: Gelechiidae), *Phthorimaea operculella* (Zeller), *Tecia solanivora* (Povolny), y *Symmetrischema tangolias* (Gyen) ataca a los tubérculos de papa tanto en el campo como en el almacén (Palacio, 1997).

Se conoce que durante el almacenamiento los tubérculos pueden ser infestados por una sola especie o en combinaciones de especies, siendo la infestación en conjunto de *T. solanivora* y *S. tangolias* la más frecuente (Dangles *et al.*, 2008, 2009).

Aún no está claro cómo afecta la preferencia de oviposición a la dinámica poblacional de estas tres especies. Estudios demuestran que algunas especies de insectos invasivos prefieren ovipositar en plantas infestadas por individuos de la misma especie y otras especies prefieren ovipositar en plantas no infestadas (Choh *et al.*, 2008).



2.10. Uso de plaguicidas

Por cerca de unos cinco mil años, los agricultores que cultivaban papa no necesitaron insumos externos para la producción. La introducción de patógenos, en especial *Phytophthora infestans* (de Bary) ha causado una demanda continua de fungicidas. El aumento en la población humana exige una intensificación en el cultivo, con grandes consecuencias sobre los recursos naturales y equilibrio del ecosistema. Hoy por hoy, la papa resulta ser el cultivo más controversial en cuestiones fitosanitarias, con problemas de dependencia, sobredosificación y subdosificación, con efectos secundarios al medio ambiente, producción de cultivos y salud humana. En Carchi y otras provincias paperas de la región andina del Ecuador, las polillas *Tecia solanivora* (Povolny), *Phthorimaea operculella* (Zeller) y *Symmetrischema tangolias* (Gyen), constituyen plagas importantes tanto en campo como en almacenamiento, ya que afectan su calidad. Los agricultores para enfrentar el ataque de las polillas han recurrido al uso desmesurado de plaguicidas químicos como metamidofos, carbofuran, profenofos, clorpirifos, etc.; considerados por la Organización Mundial de la Salud como los insecticidas de alta toxicidad para humanos, principalmente los dos primeros insecticidas (Suquillo J. et al. 2010).

La mayoría de agricultores de las provincias de Carchi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar, realizan desinfección de semilla de papa con plaguicidas químicos a través de los métodos de inmersión, aspersion y espolvoreo. Tanto agricultores como amas de casa están conscientes de que las papas tratadas con plaguicidas químicos constituyen un foco de exposición constante a plaguicidas por lo cual manifiestan que han experimentado mareos, dolores de cabeza, dolor del cuerpo, ardor de la garganta, ardor de la nariz y síntomas de gripe. (Suquillo J. et al 2011).

El impacto en el medio ambiente con los plaguicidas es difícil de cuantificar, frente a esto existe la necesidad de regular el uso de los mismos y controlar sus efectos colaterales.



2.11 Intoxicaciones por plaguicidas.

Las intoxicaciones por plaguicidas, han experimentado un incremento sostenido desde los primeros años de la década pasada hasta el 2002; mientras en 1990 se registraron 363 casos notificados por el sistema de vigilancia del MSP, en 1997 se registraron 1.559 y en el 2002 se registraron 2.163. Esta situación refleja dos aspectos, por una parte el incremento de la frontera agrícola y la agroindustria principalmente bananera y florícola y, las acciones del Ministerio de Salud y otros organismos por fortalecer los programas de vigilancia y uso adecuado de agroquímicos. En los últimos años el Ministerio de Salud ha desarrollado proyectos pilotos en sectores agrícolas específicos como productores de flores, banano, arroz, desarrollando acciones tendientes a mejorar los sistemas de vigilancia pero también acciones orientadas al uso adecuado de agroquímicos que incluyen información de riesgos a agricultores y comunidad y cambios de prácticas agrícolas sustentadas en la agroecología, Manejo Integrado de Plagas. (OPS 2003).

Varios estudios realizados en el norte del país en trabajadores agrícolas de la papa encontraron alteraciones dérmicas y neurológicas por la exposición a plaguicidas. Los químicos son, por el momento, insustituibles en el mercado agrícola ecuatoriano, pero el uso de productos orgánicos y biológicos avanza bajo un proceso de sustitución. En este momento, bajo el programa de manejo integrado de plagas (MIP) se busca facilitar la coexistencia de los dos tipos de productos (Betancourt, O. 2008).

2.12 Fundamentación legal

La emisión de leyes gubernamentales que promueven alimentos limpios, el Plan del Buen Vivir que tiene como prioridad mejorar la calidad de vida de la población (SENPLADES, 2009) y el retiro del mercado de los insecticidas altamente tóxicos como los del tipo 1a y 1b (Agro calidad,



2010), se constituyen en una oportunidad para desarrollar y ofertar insumos biológicos para una agricultura limpia.

2.13 Virus entomopatógenos.

Los virus entomopatógenos representan una alternativa con un gran potencial como un componente más dentro del manejo integrado de plagas (MIP) de la polilla de la papa. Se han obtenido varios aislamientos de nuevos virus, presentes en el complejo de la polilla de la papa (*Tecia solanivora*, *Symmetrischema tangolias* y *Phthorimaea operculella*), los mismos que están disponibles en el laboratorio. Entre ellos se ha encontrado un virus no ocluido denominado Anchilibí, que es capaz de provocar mortalidad en larvas de las tres especies del complejo de la polilla, el mismo ha sido caracterizado parcialmente a nivel microscópico, bioquímico y molecular. En Carchi se evaluaron métodos de multiplicación, obtención y almacenamiento de dos cepas de virus de *Tecia solanivora*. En crianza masiva de *Tecia solanivora* (Povolny) se determinó que densidades de 10 y 20 larvas de 1er. instar infestando tubérculos semilla, permiten obtener altos porcentajes de larvas de 4to instar (81-77%) y adultos vivos (81-75%); la cantidad de alimento (tubérculo semilla de papa) no influye en la relación macho hembra de la plaga. La evaluación de materiales inertes (albalux, cal agrícola y carbonato de calcio) para la formulación del baculovirus mostró que el albalux tiene el menor tiempo de secado. (Onore G, et al. 2006).

2.14 Biopesticida para control de plaga en la papa

CAREI (2009), el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, conjuntamente con la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, el Instituto Francés IRD y la Fundación McKnight realizaron una investigación para producir un biopesticida para el control biológico de la polilla de la papa (*Tecia solanivora*) de eficacia comprobada y de fácil uso



para los productores. Los trabajos para encontrar un bioplaguicida se ejecutaron en la Unidad de Validación de Tecnología del INIAP, ubicada en la ciudad de San Gabriel en la provincia del Carchi. Inicialmente, las investigaciones se realizaron con cepas de virus provenientes del CIP del Perú, que a nivel experimental producía baculovirus con un sistema convencional. Producto de las investigaciones realizadas en Ecuador, se encontraron cepas de alta virulencia para el control de *Tecia solanivora* con las cuales se realizaron pruebas de viabilidad para conocer su eficacia y probar cual es el mejor portador del virus. Se comprobó que el mejor portador de los virus es el carbonato de calcio, y que controla en un 100% a las larvas de la polilla que se encuentran en las papas almacenadas.

Esta tecnología, en la actualidad, está en la etapa de difusión entre los agricultores de la provincia del Carchi, pues más de un 70% de los productores realizan la desinfección de la semilla con productos químicos como el Curacron (Profenofos), Furadan (Carbofuran) y Lorsban (Clorpirifos) ya sea mediante fumigación o inmersión; por este motivo, usar este baculovirus para el control de larvas de *Tecia solanivora* es una alternativa, de fácil aplicación y amigable con el ambiente y con la salud del productor. La forma de aplicación es mediante el espolvoreo del virus, que va mezclado con carbonato de calcio, en las papas semilla. Las larvas de la polilla al ingresar al tubérculo comen no solo la papa sino también este baculovirus con lo cual se infectan y en pocos días mueren, (Publicado por CAREI en 2/11/2009).

2.15 Métodos de control en las polillas

2.15.1 Control químico

Los insecticidas en polvo tipo Malathión al 25 y 50% PM, aplicados en seco a una concentración de 5% pueden proteger la semilla de papa. La aplicación de estos insecticidas se realiza espolvoreando el producto en



capas finas sobre las papas, tratando en lo posible que cada tubérculo esté cubierto con el producto (Pumisacho, M. & Sherwood, S. 2002).

2.15.2 Control cultural

Existen cuatro prácticas culturales que han sido exitosas para reducir los daños que son causados por la polilla guatemalteca, y estas son: Profundidad adecuada de siembras, irrigación adecuada y oportuna para prevenir la entrada de las polillas y larvas, saneamiento, al momento de la cosecha remover los tubérculos llevarlos fuera del campo e inmediatamente destruir los residuos vegetales de la cosecha, sistemas de producción, siembras y cosechas tempranas y hacer rotación de cultivos para reducir los niveles de infestación (Acevedo, E. 1995); además el aporque debe tapar el cuello de la planta de papa, evitando dejar un hueco en su base, puesto que por este lugar pueden entrar las larvas de polilla (Pollet, A. 2003).

El correcto almacenamiento reduce las pérdidas ya que permite que los tubérculos mantengan condiciones sanitarias que favorecen su comercialización. Lo recomendable es mantener temperaturas de 10 °C con humedad entre el 80-85 % (Pumisacho, M. & Velásquez, J. 2009)

En un suelo húmedo (con acceso a riego) se reducen las grietas y los espacios entre las partículas del suelo, esto ayuda a prevenir el ataque de polillas de la papa, las cuales además, no resisten a las condiciones de humedad (Lucero, 2012. Citado por Cajamarca, 2014)

2.15.3 Control biológico

Los intentos para controlar biológicamente la polilla han sido esporádicos y han dado resultados muy variados. Gallegos, P. et al, (2005) encontraron larvas parasitadas por un Encyrtidae, así como un depredador de la familia Anthocoridae.



El control biológico es uno de los principales componentes del manejo integrado y se define como la suma de acciones emprendidas para favorecer la acción de parasitoides, depredadores y patógenos en el control de una plaga. *Bacillus thuringiensis* (Ishiwata) y el virus *P. operculella* granulovirus o PhopG, han mostrado cierto éxito dentro de esta estrategia de control (Rocha, N. et al, 1990).

2.15.3.1 Control con *Bacillus thuringiensis* (Berliner) var *kurstaki* (Dipel ES)

La bacteria *Bacillus thuringiensis* (Berliner) es una bacteria gram positiva, su actividad está asociada con las toxinas proteínicas localizadas en las inclusiones parasporales del cuerpo, conocidas como cristales parasporales. Ellas son producidas al momento de la esporulación (Lacey, L. et al, 2001).

Una vez digerida por el insecto, esta inclusión cristalina se solubiliza en el intestino, liberando proteínas llamadas endotoxinas. Estas proteínas son activadas por las proteasas del intestino y al interactuar con el epitelio del intestino causan una disrupción en la integridad de la membrana provocando finalmente la muerte del insecto (Gill, S. et al, 1992).

La bacteria *Bacillus thuringiensis* (Berliner) ha sido ampliamente probada para controlar infestaciones de *Phthorimaea operculella* (Zeller) en laboratorio, campo y en condiciones de almacenamiento. La concentración letal media (LC50) requerida aumenta con la edad de la larva. Controla exitosamente las infestaciones de *P. operculella* en condiciones de campo, sin embargo, es necesario hacer varias aplicaciones porque se degrada con los rayos ultravioleta (UV) del sol (Lacey, L. 2010).



2.15.3.2 Control con el virus PhopGV.

El PhopGV pertenece al género Granulovirus de la familia Baculoviridae, es un virus entomopatógeno endémico que se encuentra naturalmente en las poblaciones de polillas (Sporleder, M, 2007).

El granulovirus de *P. operculella* (PhopGV) tiene el potencial de jugar un importante papel en el manejo integrado de dicha plaga tanto en tubérculos almacenados como en el cultivo en condiciones de campo (Lacey, L., 2010).

Este virus actúa como un insecticida estomacal e infecta principalmente el cuerpo graso del insecto. Puede aplicarse en forma líquida o en polvo (Ortega, E. 1995). Los insectos afectados por el PhopGV exhiben cambios en su coloración y comportamiento. La superficie de la larva cambia progresivamente a una coloración moteada, este cambio de color es acompañado por un progresivo debilitamiento, inactividad y flacidez de la larva; en individuos infectados, existe una marcada licuefacción de los tejidos internos después de la muerte (Laarif, 2003).

2.15.3.3 Características del bioinsecticida Bacu-Turin

- Es un insecticida biológico formulado en polvo, compuesto por:
- Cepa viral JLZ9f: 10 Equivalentes Larvales-EL.
- *Bacillus thuringiensis* cepa kurstaki: 52 250 Unidades Internacionales-UI, como ingredientes entomopatógenos.
- Carbonato de calcio (CaCO₃): 1 Kg como portador sólido (Suquillo, J. et al, 2012).
- Un Equivalente Larval se refiere a una larva de cuarto instar de *Tecia solanivora* con la cepa viral, entre 11 y 14 mm de longitud y 45±05 mg de peso, aproximadamente (Alves, S. 1986).



2.15.3.4 Multiplicación de la cepa viral jlz9f

La cepa JLZ9f es un virus ocluido que ha sido encontrado en larvas enfermas de *Tecia solanivora* (Povolny) en la provincia de Tungurahua. Esta cepa es uno de los aislamientos del granulovirus de *Phthorimaea operculella* (Zeller) que se encontraron en los últimos años durante actividades de bioprospección (Suquillo, J., et al, 2012).

Para disponer de una cantidad suficiente de la cepa viral JLZ9f, se recurre a la técnica de la multiplicación masal por el método de “larvas sobre tubérculos”. Este método consiste en preparar una solución viral con 7 larvas trituradas de *Tecia solanivora* (Povolny) y enfermas con la cepa viral JLZ9f, 2 ml de dispersante y 1000 ml de agua destilada (Suquillo, J., et al, 2012).

En la solución viral, se sumergen los tubérculos de papa tamaño semilla (60-70 g) por un minuto, luego se secan bajo sombra. La cantidad de 1,5 Kg de tubérculos semilla se procede a infestar con 500 larvas sanas de primer instar de *Tecia solanivora* (Povolny), procedentes de la cría masiva de esta plaga (Suquillo, J., et al, 2012).

En aproximadamente 40 días, se obtienen larvas de cuarto instar y enfermas con el virus JLZ9f, las mismas, que al cumplir con los requisitos de Equivalentes Larvales se utilizan para la elaboración de las pre-mezclas concentradas del bioinsecticida Bacu-Turin (Suquillo, J., et al, 2012).

2.15.3.5 Cepa kurstaki de *Bacillus thuringiensis* (Berliner)

La cepa kurstaki fue seleccionado por su alto nivel de control de larvas de *Symmetrischema tangolias* (Gyen), compatible con la cepa viral JLZ9f y por mantenerse viable en carbonato de calcio (INIAP, 2011). Esta cepa se extrae del producto comercial denominado Dipel ES (Valent Biosciences Corporation, 2001).



2.15.3.6 Carbonato de calcio

El carbonato de calcio es un compuesto químico en polvo de fórmula CaCO_3 ; este ha sido seleccionado luego de un proceso de estudios de portadores sólidos en cuanto a mantener la viabilidad del microorganismo entomopatógeno, capacidad de adherencia a la epidermis del tubérculo de papa durante la etapa de aplicación y costo (Chingal, A. 2009).

En la elaboración se utiliza el carbonato de calcio del tipo A-325, de fácil adquisición en mercados locales y regionales. En base a las pruebas de laboratorio y bodega de semilla de papa de los agricultores el Bacu-Turin enferma y mata larvas de *Tecia solanivora* (Povolny), *Phthorimaea operculella* (Zeller) y *Symmetrischema tangolias* (Gyen) Suquillo, J., et al, 2012.

En varios bioensayos se ha determinado que el carbonato de calcio también causa la muerte de larvas de polillas, aunque no de una manera constante, por ello se justifica incluir en los formulados con microorganismos entomopatógenos como el virus JLZ9f y *Bacillus thuringiensis* (Berliner), Suquillo, J., et al, 2012.

2.15.3.7 Modo de acción del Bacu-Turin

Para que el Bacu-Turin actúe como controlador biológico es necesario que sea ingerido por las larvas del complejo de polillas antes de ingresar al tubérculo. Para el efecto las papas destinadas para semilla, son tratadas con el bioinsecticida mediante espolvoreo, en una dosis de 200g por quintal (45,45 kg) de semilla (Suquillo, J, et al, 2012).

Los primeros instares de las larvas de polillas para ingresar a la papa deben consumir la epidermis (cáscara) y como esta se encuentra tratada, indirectamente ingieren el bioinsecticida. Una vez en el interior del tracto digestivo del insecto, las partículas virales del JLZ9f se multiplican y ante un pH alcalino (pH 9.5-11.5) y enzimas digestivas, se liberan los viriones,



atraviesan la pared celular y en el núcleo se produce la multiplicación viral y como consecuencia de ello se produce lisis celular afectando el epitelio intestinal, tejido graso, sistema sanguíneo y las tráqueas, ocasionándole la muerte de la larva. (Madrigal, A. 2001).

Entre los síntomas más frecuentes de las larvas que han ingerido el Bacu-Turin se pueden anotar los siguientes: pérdida de movilidad, pérdida del apetito, se decoloran y finalmente mueren entre 10 a 15 días. Durante este periodo, las larvas enfermas realizan ligeras galerías en la cáscara de la papa; no obstante, esos daños no afectan la calidad de la semilla (Suquillo, J., et al, 2012).

2.15.3.8 Elaboración de pre-mezclas concentradas

Una pre-mezcla concentrada consiste en el empleo de un alto número de microorganismos entomopatógenos (virus, bacterias, hongos y nematodos) por una determinada cantidad de portador (sólido, líquido, etc.). Bajo este concepto, las pre-mezclas se pueden preparar de 100 a 500 Equivalentes larvales (EL) para el caso del virus JLZ9f y de 262 500 a 1 312 500 UI para *Bacillus thuringiensis* (Berliner) por 500 ml de agua destilada (INIAP, 2011).

2.15.3.9 Viabilidad del bioinsecticida Bacu-Turin

Se tiene conocimiento que la cepa viral JLZ9f mantiene su viabilidad en carbonato de calcio hasta por dos años (INIAP, 2011) y *Bacillus thuringiensis* (Berliner) formulado en carbonato de calcio conserva su viabilidad hasta 270 días (periodo evaluado) (INIAP, 2012).



2.15.3.10 Eficacia del bioinsecticida Bacu-Turin

Cajamarca, M. (2014). Del experimento con Bacu-Turin, 3 concentraciones de *Bacillus thuringiensis* (C1: 14.000 UI, C2: 21.000 UI, C3: 26.250 UI) al término de 90 días de almacenamiento, los niveles de daño (tubérculos afectados por polillas) no registró diferencias estadísticas para concentraciones de *BT* (C1=13.3% daño; C2= 14.0% daño; C3= 7.3% daño) pero si entre grupo de papas tratadas y el testigo absoluto (T = 67.3% daño); sin embargo, el menor daño (7.3%) se observó con la mayor concentración de *BT* (C3: 26 250 UI/1000 g).



CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales utilizados en la investigación

El trabajo en campo para el logro de los objetivos de la presente investigación, se implementó en tres fases. También demandó la utilización de materiales: físicos, químicos y biológicos, que se detallan a continuación.

3.1.1 Físicos:

Balanza, calculadora, cámara fotográfica, bandejas y baldes plásticos, cinta métrica, estacas, frascos, GPS, guantes, mascarilla, libro de campo, lupa, mascarilla, navaja, pomos plástico, etiquetas, saquillos.

3.1.2 Químicos:

Agua, Alcohol antiséptico, detergente.

3.1.3 Biológicos:

Bioinsecticida Bacu-Turin, feromonas, muestras vivas de polillas (huevos, larvas, pupas y adultos), plantas y tubérculos de papas (Chaucha amarilla, Superchola y Bolona).



3.2 Especificaciones de la investigación

3.2.1 Ubicación

La presente investigación se llevó a cabo en la Provincia del Azuay, Cantón Paute, Parroquias Bulán, Dug Dug y Tomebamba, cuyos datos geográficos se detallan en la tabla 3 y Anexos 1, 2.

3.3 Factores en estudio (Fases en Estudio)

- Identificación y selección de sistemas de almacenamiento de semilla de papa (Fase 1).
- Determinación de la densidad y especies de polillas en papas destinadas para semilla en campo y bodega (Fase 2).
- Evaluación del nivel de protección del bioinsecticida Bacu-Turin (Fase 3).

Tabla 3. Datos de ubicación geográfica de localidades por parroquias donde se realizó la investigación (monitoreo de polillas y evaluación experimento Bacu-Turin), Paute 2013-2014.

PARROQUIA	ZONA	LOCALIDAD	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	VARIEDAD USADA	COLABORADOR
BULÁN	Baja	El Rosario*	17M 0748154 UTM 9698094 Altitud: 2644 m s.n.m.	Chaucha amarilla	Patricio Segarra
	Baja	El Rosario**	17M 0747929 UTM 9698109 Altitud: 2546 m s.n.m.	Superchola	
	Alta	Tambillo*	17M 0746461 UTM 9699334 Altitud: 3050 m s.n.m.	Chaucha amarilla	Manuel Orellana
DUG DUG	Baja	Dug Dug Centro*	17M 0753162 UTM 9697314 Altitud: 2500 m s.n.m.	Superchola	José Orlando Segarra
	Baja	Dug Dug Centro**	17M 0753193 UTM 9697347 Altitud: 2525 m s.n.m.	Superchola	
	Alta	Wachi Alto*	17M 0754019 UTM 9701366 Altitud: 3126 m s.n.m.	Bolona	Gregorio Barrera
TOMBAMBAMBA	Baja	Guagal Alto*	17M 0757174 UTM 9696531 Altitud: 2508 m s.n.m.	Superchola	Carlos Mejía
	Baja	Guagal Alto**	17M 0757203 UTM 9696775 Altitud: 2495 m s.n.m.	Superchola	
	Alta	Yanacocha*	17M 0757466 UTM 9701252 Altitud: 3077 m s.n.m.	Chaucha amarilla	Augusto Espinoza

Fuente: Elaboración propia, con datos de georeferenciación (GPSMAP 64 GARMIN).

* Localidades donde se realizó monitoreo de densidad poblacional de polillas en campo y bodega (2013).

** Localidades donde se evaluó Experimento con bioinsecticida Bacu-Turin (2014).



3.4 Diseño a utilizar, evaluación Bacu-Turin (Fase 3).

Para la evaluación del Bioinsecticida Bacu-Turin, se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos en dos sistemas de almacenamiento = ocho tratamientos, tres repeticiones, en tres localidades. Para el análisis estadístico de las variables en estudio, se utilizó el programa estadístico INFOSTAT.IDB2 (Versión: 23/02/2016) y prueba de significación Tukey al 5% + DMS.

3.4.1 Variables en estudio, evaluación Bacu-Turin (Fase 3)

1. Porcentaje de Incidencia de ataque de polillas
2. Porcentaje de severidad de daño de polillas
3. Número de estadios inmaduros (larvas) de las polillas

3.4.2 Población y muestra

3.4.2.1 Población:

La cantidad de tubérculos almacenados, fueron de dos mil cuatrocientos por localidad, distribuidas en ocho tratamientos con tres repeticiones.

3.4.2.2 Muestra:

Se tomaron datos de cien tubérculos por tratamiento.



3.4.3 Tratamientos

Tabla 4. Sistemas de almacenamiento y concentraciones de Bacu-Turin utilizados en el experimento, en cada localidad.

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO		CONCENTRACIONES BACU-TURIN (U.I/1000 g) – Tratamientos	
S1	Corredor	C1	21 000
S2	Bodega	C2	26 250
		C3	52 500
		T	Testigo (sin aplicación)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Nomenclatura utilizada para representar los tratamientos.

SISTEMA ALMACENAMIENTO	CONCENTRACIÓN BACU-TURIN	CÓDIGO TRATAMIENTO
Corredor (S1)	C1	S1C1
	C2	S1C2
	C3	S1C3
	T	S1T
Bodega (S2)	C1	S2C1
	C2	S2C2
	C3	S2C3
	T	S2T

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6 se representa el diseño de distribución de los tratamientos en tres repeticiones para el sistema de almacenamiento corredor (S1).

**Tabla 6.** Distribución de tratamientos en el sistema Corredor (S1).

	R1	R2	R3
S1	C2	C3	C1
	C1	T	C2
	C3	C2	T
	T	C1	C3

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 7, se representa la distribución de los tratamientos en tres repeticiones para el sistema de almacenamiento bodega (S2).

Tabla 7. Distribución de tratamientos en el sistema Bodega (S2).

	R1	R2	R3
S2	C2	C3	C1
	C1	T	C2
	C3	C2	T
	T	C1	C3

Fuente: Elaboración propia

3.5 Manejo específico de la investigación (3 fases).

La investigación constó de tres fases, donde, las dos primeras (Identificación de sistemas de almacenamiento de papas y monitoreo de la densidad poblacional de polillas) se realizó en dos zonas altitudinales; baja y alta, comprendidas entre los 2500 a 2800 y 2801-3100 m s.n.m. y que correspondieron a las parroquias: Bulán, Dug Dug y Tomebamba del cantón Paute provincia del Azuay. La tercera fase (Evaluación del nivel de



protección del bioinsecticida Bacu-Turin) se realizó en la zona baja de las tres citadas parroquias, a una altura promedio de 2500 m s.n.m.

3.5.1 Fase 1: Identificación y selección de sistemas de almacenamiento de semilla de papa.

A fines de enero y el mes de febrero/2013 se realizó una línea base del sistema de manejo de semilla de papa practicado por los agricultores/as de las parroquias Bulán, Dug Dug y Tomebamba del cantón Paute-Azuay, en una franja territorial comprendida entre los 2500 a 3100 m s.n.m; para lo cual en cada parroquia se aplicó 20 encuestas, preestablecidas (Anexo 3) a agricultores/as, comerciantes y amas de casa relacionados con el cultivo de la papa, dando un total de 60 encuestas. La sistematización de la información base, permitió conocer la problemática que enfrentan los agricultores referente al manejo, control y conocimiento de las especies de polillas que afectan al cultivo de papa, tanto en campo como en almacenamiento, así como los sistemas de almacenamiento de semilla de papa comúnmente practicado en las tres parroquias, y la forma de almacenamiento de la semilla. En la tabla 8, se presenta el nombre de las localidades por parroquias, donde se realizaron las encuestas para determinar la línea base del estudio sobre polillas (Anexo 4).

**Tabla 8.** Localidades encuestadas por parroquias, Paute 2013.

BULÁN	DUG DUG	TOMBAMBA
Armapala	Dug Dug Centro	Guagal Alto
El Rosario	Wachi Bajo	El Entable
Sumán	Wachi Alto	Uzhorloma
El Tejar	Lazul	Pan de azúcar
Padreurco	Sucorambrán	Peligro
Bulán Centro	Rodeo	Naste Alto
Tambillo	Gunag	Tuncay
Tablacay	Nuñurco	Tocte Wauico
Voluntad de Dios	Zaraspamba	Yanacocha
Chihuín	Yubar	Santul

Fuente: Elaboración propia en base a información de encuestas.

3.5.2 Fase 2: Monitoreo de la densidad de especies de polillas en tubérculos destinados para semilla.

3.5.2.1 En campo

En la zona baja y alta de las tres parroquias (Bulán, Dug Dug, Tomebamba) se identificó una parcela de papa en estado de floración. En cada parcela de papa se colocaron tres trampas para polillas, que consistió en un pomo plástico con aberturas (ventanas) a los lados, en cuyo interior superior se suspendió con alambre un dedal de caucho impregnado con feromona sexual, más agua jabonosa en la base del pomo. La trampa se colocó a la altura de las flores de las plantas de papa valiéndonos de una tira de madera (ver Anexo 5). En cada parcela, las trampas contenían una feromona para *Tecia solanivora* (Povolny), una para *Phthorimaea operculella* (Zeller) y una para *Symmetrischema tangolias* (Gyen), mismas que fueron proporcionados por la Unidad Técnica del Carchi-INIAP.



Las trampas se dejaron en el campo por dos días consecutivos, al tercer día se realizó la evaluación, que consistió en el conteo de adultos por especie de polillas, luego el retiro de las mismas; volviendo a colocar después de ocho días en el mismo sitio de la parcela de papa. Este procedimiento se realizó hasta un día antes de la cosecha de cada parcela de papa.

El monitoreo se realizó en las localidades El Rosario (zona baja) y Tambillo (zona alta) de la parroquia Bulán; en Dug Dug Centro (zona baja) y Wachi Alto (zona alta) de la parroquia Dug Dug; y en Guagal Alto (zona baja) y Yanacocha (zona alta) de la parroquia Tomebamba (ver cuadro 3). Las localidades de la zona baja en las tres parroquias compartían una altitud promedio de 2550 m s.n.m, y en la zona alta una altitud promedio de 3084 m s.n.m. Las polillas se monitorearon entre los meses de abril a julio/2013.

Al momento de la cosecha y una vez que el agricultor seleccionó las papas por categoría (gruesa, primera locrera, segunda locrera, tercera locrera y desecho-papa cuchi); de cada categoría se tomó al azar 100 tubérculos, en los cuales se determinó el porcentaje de daño, intensidad de daño y estados inmaduros por especies de polillas. Cabe señalar que en esta evaluación solamente se hizo una apreciación visual del tubérculo, para tener una referencia del daño que han causado las polillas en las seis localidades monitoreadas (dos por parroquia). Al igual que en el campo también se monitoreo la densidad poblacional de polillas en los dos sistemas de almacenamiento de semilla de papa (bodega y corredor), se procedió con la misma metodología que para el trampeo en campo. Este monitoreo se realizó con el propósito de conocer si la dinámica poblacional de polillas y la especie predominante es la misma que se encontró en el campo o si hay variación en cuanto a número y especies de polillas.



3.5.2.2 En bodega o lugar de almacenamiento

De los tubérculos seleccionados por el agricultor para semilla al momento de la cosecha, se cogió al azar 200 tubérculos en cada parcela, lugar en el cual se realizó el monitoreo de polillas en campo; de los 200 tubérculos se tomaron cuatro muestras, cada una de las cuales constó de 50 tubérculos que fueron colocados en saquillos de nylon arroberos, que a su vez fueron almacenados en bodegas, de cada zona altitudinal (baja y alta) de las tres parroquias, con el propósito de evaluar el desarrollo de los posibles estados inmaduros de las polillas que se encuentren ya dentro de los tubérculos procedentes de campo (parcelas). Esta actividad permitió conocer el nivel de incidencia de las polillas que se encontraban causando daño en campo a los tubérculos cosechados en parcelas que sirvieron para el monitoreo de especies de polillas en las dos zonas altitudinales (baja y alta) de Bulán, Dug Dug y Tomebamba.

El monitoreo de polillas en bodega se complementó en la zona baja de las tres parroquias (Bulán, Dug Dug y Tomebamba), donde también se implementó el experimento con el bioinsecticida Bacu-Turin ya que fue la zona donde hubo mayor incidencia de polillas durante el monitoreo en campo. Donde, entre los 30 días para la variedad chaucha amarilla y 90 días para variedad bolona y superchola, (ver Tabla 3), de haber sido almacenados (mayo a julio/2014) se procedió a registrar los siguientes datos:

- Incidencia de daño.- De 100 papas, visualmente se determinó el número de tubérculos que presentaron daños de polillas.

- Intensidad-severidad de daño.- De las papas que presentaron daño; cada una se cortó en cuatro partes. En cada parte se estimó en porcentaje la severidad de daño realizado por las larvas de polillas. Ejemplo: parte1: el 3% presenta daño; parte 2: el 15% presenta daño; parte 3: el 25% presenta daño y parte 4: el 5% presenta daño. Se suma:



($3+15+25+5=48\%$); es decir la intensidad de daño o área afectada es del 48%.

- Número de estados inmaduros.- Conforme se realizó los cortes de papa para determinar intensidad de daño se registró el número de larvas por tubérculo y por especies de polillas presentes en los pedazos de papas.

3.5.3 Fase 3: Evaluación del nivel de protección del bioinsecticida Bacu-Turin.

3.5.3.1 Preparación de tubérculos (Variedad Superchola)

Consistió en seleccionar tubérculos de 60 gramos de peso de la variedad superchola libres de polilla, para lo cual se adquirió seis sacos de papa primera locrera, procedentes de la zona alta de Tomebamba, posterior a lo cual se seleccionó 2 400 tubérculos de papa sanas y homogéneas para implementar el experimento en tres localidades de la zona baja en Bulán, Dug Dug y Tomebamba, es decir se utilizó un total de 7 200 tubérculos-semilla.

3.5.3.2 Preparación del Bacu-Turin para implementación experimento.

La aplicación de Bacu-Turin se realizó acorde a lo descrito anteriormente. Tratamientos para el sistema S1 (corredor) y S2 (bodega) con su nomenclatura (ver tablas 4, 5, 6, 7), estableciéndose por concentraciones de Bacu-Turin las siguientes dosis:

C1 (21 000 UI) en S1 y S2 = 30 g de Bacu-Turin / 100 tubérculos (6,000 kg de semilla)

C2 (26 250 UI) en S1 y S2 = 28 g de Bacu-Turin / 100 tubérculos (5,600 kg de semilla)



C3 (52 500 UI) en S1 y S2 = 29 g de Bacu-Turin / 100 tubérculos (5,800 Kg de semilla)

T (Testigo) en S1 y S2 = 0 g de Bacu-Turin /100 tubérculos (6,000 kg de semilla).

Para el almacenamiento de tubérculos-semilla de papa, en los dos sistemas (bodega y corredor), en las tres localidades (una por parroquia) se utilizaron 24 saquillos de nylon arroberos para 100 tubérculos-semilla. Para la aplicación de cada dosificación (tratamiento) de Bacu-Turin se utilizó un frasco de cristal, al cual se hizo perforaciones en la tapa con el propósito de esparcir de manera homogénea el producto por toda la superficie de los tubérculos, contenidos para tal efecto, inicialmente en una bandeja, donde luego de haber homogenizado la aplicación del Bacu-Turin, los tubérculos tratados fueron colocados en el saquillo arrobero, debidamente identificados con tarjetas, y la ubicación en el respectivo sitio de almacenamiento, acorde a la distribución de tratamientos en cada sistema de almacenamiento, según especificaciones presentadas Ítem 3.4.3 Tratamientos (Tablas 6 y 7).

3.5.3.3 Toma de datos

- **Variable 1. Porcentaje de incidencia de ataque de polillas**

A los 85 días (promedio) de instalados los ensayos (mayo de 2014) y una vez que los tubérculos estaban brotados (julio de 2014), en cada localidad se determinó el porcentaje de incidencia de polillas, cuantificando en cada unidad experimental el número de papas que presentaban, visualmente, daño causado por polillas. (Anexo 10)

- **Variable 2. Porcentaje de severidad de daño de polillas.**

Las papas que presentaron daño por larvas de polillas (incidencia); cada tubérculo se partió en cuatro partes; cada parte representa el 25% y en cada 25% (cuarto de papa) se estimó visualmente el área afectada por



larvas de polillas, la sumatoria de los valores de los cuartos de tubérculos dio por resultado el porcentaje de severidad de daño por ataque de polillas, mismo que fue sumado, promediado y expresado en porcentaje, para respectivo análisis estadístico. (Anexo 10)

- **Variable 3. Número de estados inmaduros de polillas (larvas)**

Conforme se realizó los cortes de papa para determinar la severidad de daño, se fue registrando el número de larvas presentes por tubérculo y por especie de polillas.



CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1 Fase 1. Identificación y selección de sistemas almacenamiento (objetivo específico1).

A más de identificar y seleccionar dos sistemas de almacenamiento de tubérculos-semilla de papa (bodega y corredor) practicado por agricultores del cantón Paute-Azuay, a continuación se presenta resultados relevantes de la sistematización y análisis de las encuestas aplicadas a agricultores/as de Bulán, Dug Dug y Tomebamba durante el desarrollo de la investigación.

4.1.1 Nivel de instrucción.

En la Tabla 9, se presenta los resultados de las encuestas realizadas en varias localidades de las tres parroquias. Se determinó que el 100% de agricultores/as tienen distintos niveles de instrucción desde primaria (91,67%), secundaria (6,67) y superior (1,66%).

Tabla 9. Nivel de instrucción de las personas encuestadas en varias localidades de Bulán, Dug Dug y Tomebamba, Paute 2013.

INSTRUCCIÓN	BULÁN %	DUG DUG %	TOMBAMBA %
Primaria no culminada	20,0	30,0	90,0
Primaria culminada	55,0	70,0	10,0
Secundaria no culminada	15,0	0,0	0,0
Secundaria culminada	5,0	0,0	0,0
Superior no culminada	5,0	0,0	0,0
TOTAL	100	100	100
Porcentaje general de nivel de Instrucción			
Primaria %	Secundaria %	Superior %	Ninguna %
91,67	6,67	1,66	0

Fuente: Elaboración propia en base a la información de las encuestas



4.1.2 Variedades cultivadas

Según la Tabla 10, de las variedades de papas más sembradas en las tres parroquias (Bulán, Dug Dug y Tomebamba), la papa chaucha amarilla resultó ser la variedad cultivada por los 100% de los agricultores/as encuestados quienes mencionaron sembrar entre 10 a 13,4 qq en promedio cada ciclo. Las razones para el predominio de siembra de la papa chaucha citaron la buena aceptación en el mercado y la precocidad de la misma (cuatro meses promedio). De los resultados se puede afirmar también que la parroquia donde mayormente se cultiva papa es Dug Dug, seguida de Tomebamba y en tercer lugar Bulán.

En la Figura 1, se presenta el porcentaje promedio de agricultores para variedades de papas cultivadas en las tres parroquias de Paute, Bulán, Dug Dug y Tomebamba, resultando como principal variedad la Chaucha amarilla (100%), seguida de Superchola (48,3%) y en tercer lugar Bolona (38,3%).

Tabla 10. Porcentaje de agricultores/as y quintales de papas sembradas por variedad en Bulán, Dug Dug y Tomebamba, Paute 2013.

VARIEDADES	BULÁN		DUG DUG		TOMBAMBA		% Promedio agricultores
	% Agricultores	qq	% Agricultores	qq	% Agricultores	qq	
Chaucha Amarilla	100	13,4	100	13,0	100	10,0	100,00
Superchola	20	1,5	60	5,0	65	6,0	48,33
Bolona	15	1,9	75	9,0	25	3,0	38,33

Fuente: Elaboración propia en base a la información de las encuestas

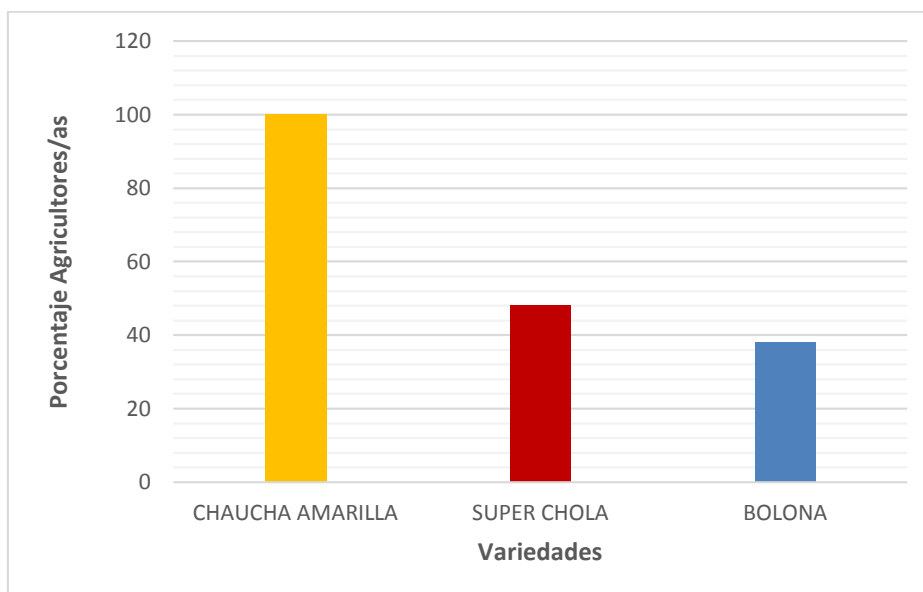


Figura 1. Porcentaje de agricultores por variedades de papas cultivadas, Paute 2013

Fuente: Elaboración propia en base a la información de las encuestas.

4.1.3 Reconocimiento fases ciclo de vida polillas

En la Tabla 11, la sistematización de las encuestas indican que los agricultores de las tres parroquias reconocen con mayor facilidad a las polillas en estado de larva/gusano (59.9%), como adultos/mariposas (32,7%) y un menor porcentaje (7.4%) reconocen a la etapa de pupa del ciclo biológico de las polillas.

Tabla 11. Porcentaje de agricultores, por parroquias, que reconocen las etapas del ciclo de vida de las polillas, Paute 2013.

ETAPAS	BULÁN %	DUG DUG %	TOMEBAMBA %	\bar{X}
Larva/gusano	77.8	50.0	52,0	59.9
Pupa/adivinator	11.1	3.1	8.0	7.4
Adultos/mariposas	11.1	46.9	40.0	32.7
No reconoce	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL%	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia en base a la información de las encuestas



4.1.4 Días en que se registra la presencia de larvas de polillas, en semilla almacenada.

Según datos de la Tabla 12, el número promedio de días en que las larvas de polillas causan daño a la semilla de papa en los sistemas de almacenamiento en las tres parroquias, fluctúan entre 24 a 41 días. *Symmetrischema tangolias* (Gyen) es la polilla que se presenta en menores días en el lugar de almacenamiento (24 días), seguida de *Tecia solanivora* (Povolny) con 31 días y *Phthorimaea operculella* (Zeller) con 41 días.

Tabla 12. Presencia de larvas de polillas en semillas de papa, días después de haber almacenado. Paute 2013

LARVAS	BULÁN días	DUG DUG días	TOMEBAMBA Días	\bar{X}
<i>Tecia solanivora</i>	12	46	36	31
<i>Phthorimaea operculella</i>	43	53	26	41
<i>Symmetrischema tangolias</i>	0.0	35	38	24

Fuente: Elaboración propia en base a la información de las encuestas

4.1.5 Desinfección de semilla

En la Tabla 13, se presentan los resultados de las encuestas sobre el número de personas que realizan labores de desinfección de tubérculos-semilla de papa para almacenar. Apenas el 10,57% de agricultores de las tres parroquias realizan desinfección de papa con productos químicos (Malathión), mientras que el 89.43% de agricultores no realizan ningún tipo de desinfección, razón por la cual, existe un significativo daño y pérdida de semilla por ataque de polillas.

**Tabla 13.**

Tabla 13. Porcentaje de agricultores que desinfectan tubérculos-semilla de papa para almacenar, Paute 2013.

DESINFECCIÓN	BULÁN %	DUG DUG %	TOMEBAMBA %	\bar{X}
SI	0.0	16.7	15.0	10.57
NO	100.0	83.3	85.0	89.43
TOTAL %	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia en base a la información de las encuestas

4.1.6 Sistemas y formas de almacenamiento

Los resultados presentados en la Tabla 14, para formas de almacenamiento de semilla de papa, muestran al sistema otros sitios (Choza, Garaje, vereda y pampa) con el mayor porcentaje promedio (43.33%), seguido del sistema bodega/cuarto con el 35.0% y al sistema corredor/pasillo con el 21.67%. El mayor porcentaje para el sistema otros sitios, obedece quizás a la variedad cultivada por los agricultores de las tres parroquias, chaucha amarilla en un 100%, misma que por su precocidad y genealogía (*Solanum phureja*) no requiere mucho tiempo de almacenamiento, que para el caso fluctúa entre dos semanas, por lo que los agricultores/as optan por dejar reposar la semilla en costales tapados con un plástico o matas de papas en una choza, garaje, vereda y/o en la pampa, a diferencia de las variedades Superchola y Bolona que si requieren al menos 90 días de almacenamiento, mismas que son almacenadas en bodega u corredor ya sea en costales (78.33%) o al granel/amontonadas (21.67%).

Cabe anotar también que por el poco tiempo de almacenamiento de las papas chauchas marcada por su precocidad, éstas escapan al ataque de las polillas, a diferencia de las variedades tardías (superchola y bolona) que si son atacadas por polillas en el periodo de almacenamiento. Por lo descrito y más aún por ser superchola y bolona las variedades más

cultivadas después de chaucha amarilla, los agricultores/as de Paute almacenan estas variedades por un periodo de tiempo considerable (90 días promedio) ya sea en corredores o bodegas, sistemas que están expuestos al ataque por polillas, razón por la cual los dos sistemas (sistema 1 - corredor y sistema 2 - bodega) fueron los que se utilizaron para realizar el experimento con el bioinsecticida Bacu-Turin para el control preventivo de ataque de polillas de la papa.

En la Figura 2, se presentan en porcentaje a los sistemas de almacenamiento de tubérculos-semilla de papa que comúnmente son utilizados por los agricultores/as de las tres parroquias, siendo los más usados el sistema bodega (35,%), el sistema corredor (21,67%) y con el 43,33% otros sistemas (choza y pampa tapado con plástico); cabe aclarar que bodega y corredor, son sistemas de almacenamiento usados para variedades de papa como Superchola y Bolona, practicados regularmente en la zona baja de las parroquias de Paute, mientras que el sistema choza y pampa, es usado por los agricultores para la variedad Chaucha amarilla, la cual requiere un promedio de dos semanas de reposo, por su precocidad, propiciándose con esto un escape al ataque de polillas.

Tabla 14. Sistemas y formas de almacenamiento de tubérculos-semilla de papa, Paute 2013

SISTEMAS	BULÁN %	DUG DUG %	TOMEBAMBA %	\bar{X}
Bodega/cuarto	15.0	55.0	40.0	36,67
Corredor/pasillo	5.0	30.0	30.0	21.67
Otros sitios (Choza, garaje, vereda, pampa)	80.0	15.0	35.0	43.33
FORMAS DE ALMACENAMIENTO				
Costal tupido	95.0	70.0	70.0	78.33
Al granel, amontonada	5,0	30.0	30.0	21.67

Fuente: Elaboración propia en base a la información de las encuestas

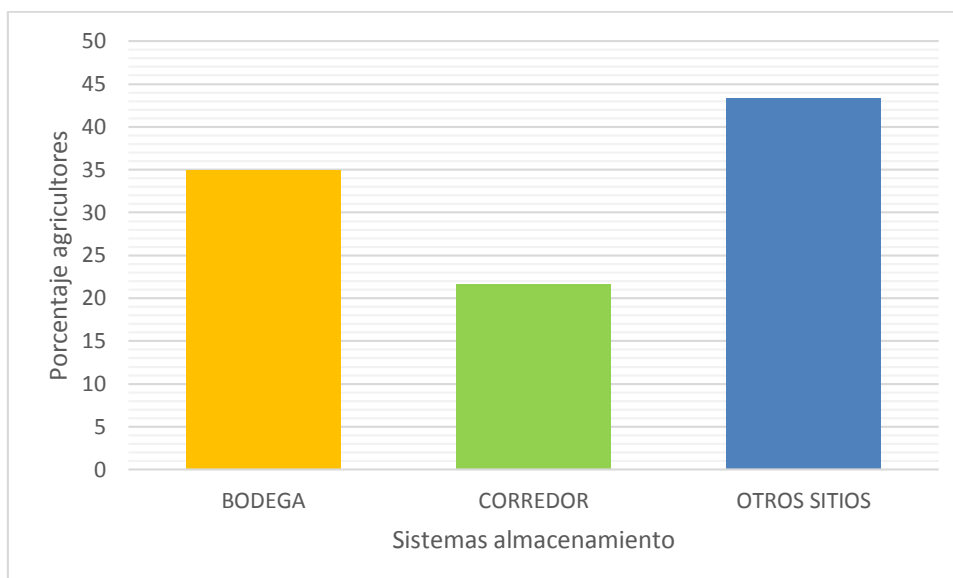


Figura 2. Sistemas almacenamiento de tubérculos-semilla de papa, Paute 2013.

Fuente: Elaboración propia en base a la información de las encuestas

4.2 Fase 2. Determinación de la densidad y especies de polillas en campo y bodega (Objetivo específico 2).

4.2.1 Densidad y especies de polillas monitoreadas en campo.

Para determinar la densidad de polillas en campo se realizaron monitoreos en la zona baja y zona alta a altitudes promedio de 2500 y 3100 m s.n.m. respectivamente, en las localidades de El Rosario (2644 m s.n.m) y Tambillo (3 050 m s.n.m) en Bulán; Dug Dug Centro (2 500 m s.n.m.) y Wachi Alto (3 126 m s.n.m) en Dug Dug; Guagal Alto (2 508 m s.n.m.) y Yanacocha (3 077 m s.n.m.) en Tomebamba. Las parcelas de papas monitoreadas desde el estado de floración hasta la madurez de cosecha fueron: Chaucha amarilla en la zona baja y alta de Bulán; Superchola (zona baja) y bolona (zona alta) en Dug Dug; Superchola (zona baja) y chaucha amarilla (zona alta) en Tomebamba.

En la Tabla 15, se presenta los resultados de la densidad y especies de polillas capturadas en campo con el uso de trampas con feromonas sexuales, correspondiente a la zona baja (El Rosario) y zona alta (Tambillo) de la parroquia Bulán durante dos meses y medio de trampeo, 8



evaluaciones para zona baja y 10 en la zona alta, que tuvo inicio con la floración hasta la madurez y cosecha chaucha amarilla. La sumatoria de ocho evaluaciones de trampas para polillas, definen a la zona baja (El Rosario) con el mayor número de polillas (mariposas) capturadas, predominando la especie *Symmetrischema tangolias* (Gyen) con 972 polillas, seguida de *Phthorimaea operculella* (Zeller) 761 polillas, y con menor número *Tecia solanivora* (Povolny) 77 polillas. Las mayores cifras registradas para *S. tangolias*, en las dos zonas, corrobora que es una especie de amplio rango de adaptación.

Tabla 15. Número de adultos de polilla capturados en trampas a nivel de campo, en zonas baja y alta de Bulán, Paute 2013.

Nro. EVAL.	FECHA TRAMPEO	FECHA EVAL.	Nro. ADULTOS-MARIPOSAS CAPTURADOS					
			ZONA BAJA			ZONA ALTA		
			<i>T. solanivora</i>	<i>S. tangolias</i>	<i>P. operculella</i>	<i>T. solanivora</i>	<i>S. tangolias</i>	<i>P. operculella</i>
1	01-03-13	07-03-13	12	86	58	1	52	4
2	07-03-13	13-03-13	8	65	71	0	41	2
3	13-03-13	21-03-13	11	122	83	0	44	1
4	21-03-13	28-03-13	12	116	145	1	36	11
5	28-03-13	04-04-13	12	141	159	8	79	63
6	04-04-13	11-04-13	5	71	14	6	70	58
7	11-04-13	18-04-13	11	204	161	3	52	4
8	18-04-13	26-04-13	6	167	70	5	33	5
9	26-04-13	03-05-13				3	19	5
10	03-05-13	10-05-13				3	62	16
TOTAL			77	972	761	30	488	169

Fuente: Elaboración propia en base a datos de evaluaciones de trampas en campo

En la Tabla 16, se presenta los resultados de la densidad y especies de polillas capturadas en la zona baja y zona alta de la parroquia Dug Dug durante tres meses de monitoreo (12 evaluaciones de trampas), que tuvo inicio con la floración hasta la madurez y cosecha de la parcela de



Superchola y Bolona en Dug Dug Centro y Wachi Alto, respectivamente. En la zona baja, a diferencia de la zona alta, hubo mayor número de polillas (mariposas) capturadas en las trampas, predominando la especie *Symmetrischema tangolias* (1979 polillas), seguida de *Phthorimaea operculella* (1572 polillas) y con menor número *Tecia solanivora* (132 polillas). Como el caso Bulán, en Dug Dug la especie *Symmetrischema tangolias*, en comparación con las otras dos especies (*P. operculella* y *T. solanivora*), predominó en la zona baja y en la zona alta, corroborando una vez más su amplio rango de adaptación.

Tabla 16. Número de adultos de polilla capturados en trampas a nivel de campo, en zonas baja y alta de Dug Dug, Paute 2013.

Nro. EVAL	FECHA TRAMPEO	FECHA EVAL.	Nro. ADULTOS-MARIPOSAS CAPTURADOS					
			ZONA BAJA			ZONA ALTA		
			<i>T. solanivora</i>	<i>S. tangolias</i>	<i>P. operculella</i>	<i>T. solanivora</i>	<i>S. tangolias</i>	<i>P. operculella</i>
1	01-03-13	07-03-13	11	133	40	1	35	1
2	07-03-13	13-03-13	3	97	12	0	30	0
3	13-03-13	21-03-13	8	120	61	2	31	3
4	21-03-13	28-03-13	12	103	50	0	27	0
5	28-03-13	04-04-13	12	95	77	0	22	3
6	04-04-13	11-04-13	15	107	123	0	31	0
7	11-04-13	18-04-13	13	135	105	1	25	0
8	18-04-13	26-04-13	10	185	168	2	20	1
9	26-04-13	03-05-13	4	148	217	0	22	1
10	03-05-13	10-05-13	10	163	162	4	9	0
11	10-05-13	20-05-13	19	248	237	1	17	0
12	20-05-13	31-05-13	15	445	320	1	10	2
TOTAL			132	1979	1572	12	279	11

Fuente: Elaboración propia en base a datos de evaluaciones de trampas en campo

En la Tabla 17, se presenta los resultados del número de estados adultos (mariposas) de especies de polillas capturadas en trampas con feromonas en la zona baja y zona alta de la parroquia Tomebamba durante dos meses y medio de monitoreo (10 evaluaciones de trampas), que tuvo



inicio con la floración hasta la madurez y cosecha de superchola y chaucha amarilla en Guagal Alto y Yanacocha, respectivamente. En la zona baja, comparada con la zona alta, hubo más polillas capturadas, predominando en esta ocasión *Phthorimaea operculella* (770 polillas), seguida por *Symmetrischema tangolias* (689 polillas) y con menor número *Tecia solanivora* (171 polillas). A diferencia de los resultados conseguidos en Bulán y en Dug Dug, en la parte alta de Tomebamba (Yanacocha) la especie con más capturas fue *Tecia solanivora* (276 polillas), seguida de *S. tangolias* (201 polillas) y en tercer lugar *P. operculella* (40 polillas), entre las razones para estos resultados, según versiones de los agricultores, se debe quizás a que para siembras anteriores trajeron semilla del norte, que a su vez vino infestada con polillas.

Tabla 17. Número de adultos de polilla capturados en trampas a nivel de campo, en zonas baja y alta de Tomebamba, Paute 2013.

Nro. EVAL	FECHA TRAMPEO	FECHA EVAL.	Nro. ADULTOS-MARIPOSAS CAPTURADOS					
			ZONA BAJA			ZONA ALTA		
			<i>T. solanivora</i>	<i>S. tangolias</i>	<i>P. operculella</i>	<i>T. solanivora</i>	<i>S. tangolias</i>	<i>P. operculella</i>
1	01-03-13	07-03-13	31	119	134	13	34	3
2	07-03-13	13-03-13	15	53	100	4	12	3
3	13-03-13	21-03-13	15	87	140	2	21	3
4	21-03-13	28-03-13	17	62	79	7	27	3
5	28-03-13	04-04-13	19	57	70	4	24	2
6	04-04-13	11-04-13	21	52	41	2	14	7
7	11-04-13	18-04-13	18	51	56	24	27	4
8	18-04-13	26-04-13	8	70	52	74	17	5
9	26-04-13	03-05-13	13	73	48	103	18	7
10	03-05-13	10-05-13	14	65	50	43	7	3
TOTAL			171	689	770	276	201	40

Fuente: Elaboración propia en base a datos de evaluaciones de trampas en campo



En la Tabla 18, se presenta los resultados acumulados de la densidad poblacional de polillas monitoreadas en la zona baja (2500 m s.n.m) y en la zona alta (3100 m s.n.m) en las parroquias Bulán, Dug Dug y Tomebamba, lográndose determinar el porcentaje para las tres especies de la siguiente manera: *Symmetrischema tangolias* 53,40%, *Phthorimaea operculella* 38,51% y *Tecia solanivora* 8,09%. La zona de mayor incidencia, con las tres especies de polillas, correspondió a la zona baja con 82.55% y la zona alta con 17.45%; la especie predominante en la zona de mayor incidencia (baja) fue *Symmetrischema tangolias* (51.11%) seguido de *Phthorimaea operculella* (43.56%) y en tercer plano *Tecia solanivora* (5.33%). En la zona alta se registró bajo porcentaje de polillas (17,45%) debido quizá a que las plagas aún no se adaptan bien a ese tipo de ambiente, que por lo general es frío y húmedo, sin embargo se debe señalar que la especie *Symmetrischema tangolias* se encuentra en mayor número que las otras especies de polillas. Los resultados del monitoreo de la dinámica poblacional de especies de polillas en campo corroboraron que a menor altitud mayor densidad poblacional de polillas.

En la Figura 3 y 4, se presenta en porcentaje una distribución heterogénea de las tres especies de polillas por zonas altitudinales, predominando *Symmetrischema tangolias* en la zona baja y en la zona alta. Los resultados conseguidos muestran una mayor adaptación también a zonas frías de *S. tangolias*, lo cual ya fue encontrado por Cajamarca (2014), en su investigación realizada en Cañar.

Tabla 18. Porcentajes de polillas por especies y por zonas altitudinales, basados en las sumatorias de evaluaciones de trampas en campo, monitoreadas en Bulán, Dug Dug y Tomebamba. Paute 2013.

PARROQUIA	INCIDENCIA/ESPECIE/ZONA					
	ZONA BAJA			ZONA ALTA		
	<i>T. solanivora</i>	<i>S. tangolias</i>	<i>P. operculella</i>	<i>T. solanivora</i>	<i>S. tangolias</i>	<i>P. operculella</i>
BULÁN	77	972	761	30	488	169
DUG DUG	132	1979	1572	12	279	11
TOMBAMBA	171	689	770	276	201	40
TOTAL/ESPECIE	380	3640	3103	318	968	220
%	5.33	51.11	43.56	21.11	64.28	14.61
TOTAL/ZONA	7123 (82.55 %)			1506 (17.45 %)		
TOTAL ACUMULADO Y PORCENTAJE/ESPECIE EN LAS DOS ZONAS						
ESPECIE	<i>Tecia solanivora</i>		<i>Symmetrischema tangolias</i>	<i>Phthorimaea operculella</i>		
TOTAL POLILLAS	698		4608	3323		
%	8.09		53.40	38.51		

Fuente: Elaboración propia en base a datos de evaluaciones de trampas en campo

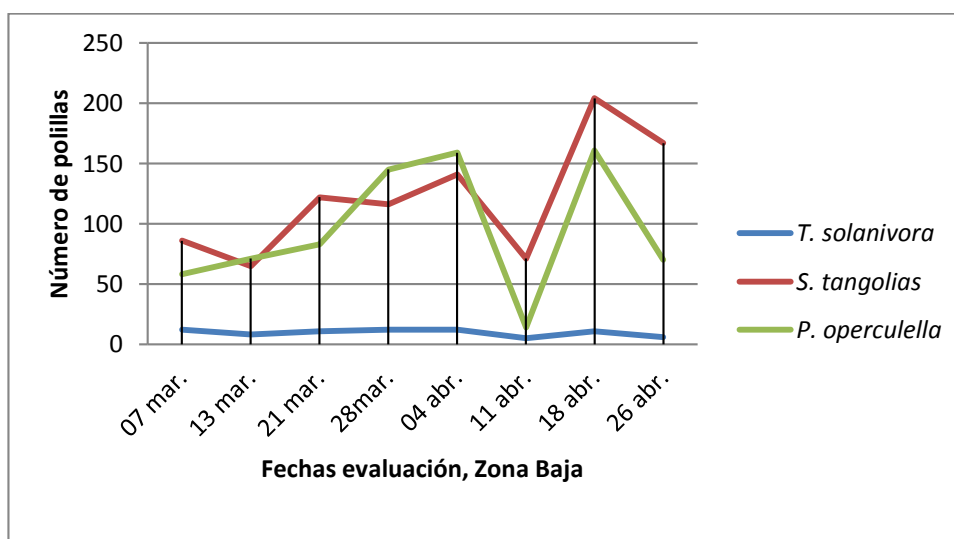


Figura 3. Variación de la densidad poblacional de especies de polillas en la zona baja, Paute 2013.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo y programa Excel

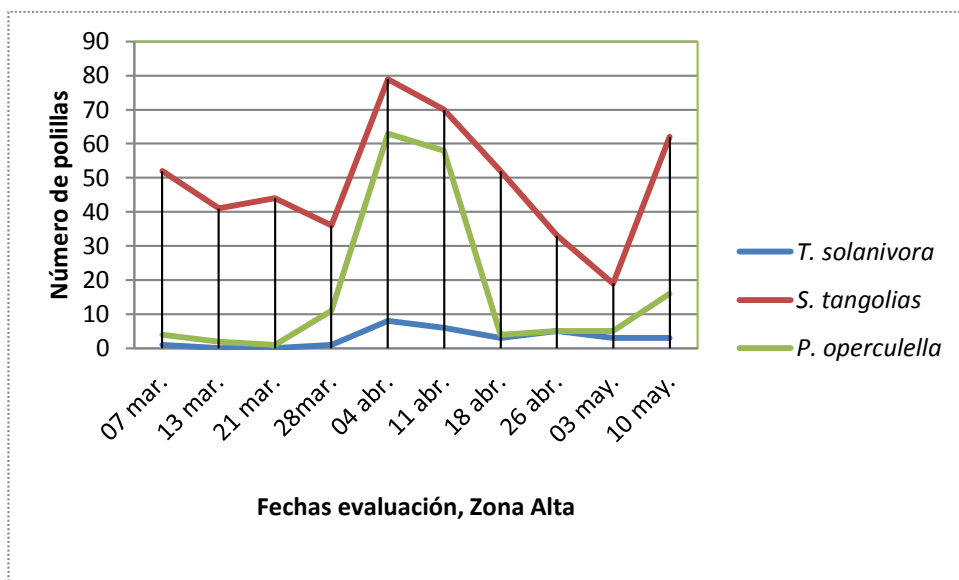


Figura 4. Variación de la densidad poblacional de especies de polillas en la zona alta, Paute 2013.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo y programa Excel.

4.2.2 Densidad, incidencia y severidad de polillas en bodega,

Se procedió a evaluar 24 muestras de tubérculos-semilla que se tomaron de las seis parcelas monitoreadas para determinar la densidad poblacional de polillas en campo en la zona baja y zona alta de Bulán, Dug Dug y Tomebamba, mismas que se realizaron durante los meses de mayo a agosto 2013. La evaluación de la incidencia se basó en observaciones visuales del número de tubérculos que presentaron daño por larvas de polillas extrapolando su valor a porcentajes; para severidad se hizo una estimación del área afectada de los tubérculos por las larvas de polillas, expresando luego en valores porcentuales.

Los resultados presentados en la Tabla 19 determinan, que en las muestras de tubérculos cosechados en la zona baja, registraron nivel de incidencia (daño) de 3.5%, y severidad de ataque con 2.03%. Las muestras de la zona alta presentaron nivel de incidencia baja (0.33%) a igual que la severidad de ataque (1%).



En cuanto a la incidencia de estados inmaduros (larvas) por especies, en la zona baja y alta con valores de 3,50% y 0,33% respectivamente, correspondió a la especie *Symmetrischema tangolias*, que pese a ser porcentajes bajos, ratifica a esta especie como la más establecida en la zona, adaptándose y atacando en campo ya en zonas altas. La ausencia de *T. solanivora* y *P. operculella* y la baja presencia de *S. Tangolias* posiblemente obedeció a la precocidad de las variedades (Chauchas) donde las larvas resultaron imperceptibles.

Tabla 19. Porcentajes para larvas, incidencia y severidad de daño por polillas conseguidos en bodega, posterior al almacenamiento de muestras de tubérculos procedentes de parcelas que sirvieron para monitorear polillas en campo de zonas baja y alta de Bulán, Dug Dug y Tomebamba, Paute 2013.

ZONA	INCIDENCIA %	SEVERIDAD %	% Incidencia de estados inmaduros (Larvas)		
			<i>Tecia solanivora</i>	<i>Symmetrischema tangolias</i>	<i>Phthorimaea operculella</i>
Baja	3,5	2,03	0	3,50	0
Alta	0,33	1	0	0.33	0
Total	3.83	2.03	0	3.83	0

Fuente: Elaboración propia en base a datos de evaluaciones de muestras de tubérculos almacenados en bodega

4.3 Fase 3. Evaluación del nivel de protección del bioinsecticida Bacu-Turin (Objetivo específico 3).

La evaluación del experimento con el bioinsecticida Bacu-Turin en tubérculos-semilla almacenados en el sistema bodega y corredor se realizaron durante los meses de mayo a julio de 2014 en tres localidades de la Zona Baja de las parroquias Bulán (El Rosario), Dug Dug (Dug Dug Centro) y Tomebamba (Guagal Alto). Los análisis estadísticos (ADEVAs) y pruebas de significación (Tukey 5% y DMS) se realizaron para cada localidad y luego un análisis combinado (tres localidades) para las siguientes variables:

- Porcentaje de incidencia de polillas
- Porcentaje de severidad de daño de polillas



- Número de estados inmaduros de polillas (larvas).

En las tablas, figuras y texto que se describen a continuación, para las tres variables en estudio (incidencia, severidad y estados inmaduros) se ha utilizado las siglas L1, L2, L3; S1, S2; C1, C2, C3 y T, cuyos significados son:

L1 = Localidad Bulán

L2 = Localidad Dug Dug

L3 = Localidad Tomebamba

S1 = Sistema de almacenamiento en corredor

S2 = Sistema de almacenamiento en bodega

C1 = Concentración de Bacu-Turin C1: 21000 UI de Bt

C2 = Concentración de Bacu-Turin C2: 26250 UI de Bt

C3 = Concentración de Bacu-Turin C3: 52500 UI de Bt

T = Testigo (Sin aplicación de Bacu-Turin Bt)

4.3.1 Porcentaje de incidencia de ataque de polillas

El análisis de variancia para el porcentaje de incidencia de polillas, en cada una de las tres localidades en estudio se presenta en la Tabla 20, encontrándose diferencias estadísticas altamente significativas para sistemas de almacenamiento (Factor A) y concentraciones de Bacu-Turin (Factor B). La interacción almacenamientos por concentraciones (AxB), en las tres localidades fue no significativo. Los coeficientes de variación de 28.57, 26.30 y 14.00 para Bulán, Dug Dug y Tomebamba, respectivamente, ratifican el buen manejo de los experimentos y toma de datos.

El efecto del sistema de almacenamiento en el porcentaje de incidencia de polillas se describen en la Tabla 21, donde la prueba de significación (Tukey 5%, DMS) presenta al sistema corredor (S1) en el rango *b* con menor porcentaje para las localidades Dug Dug y Tomebamba, mientras que la localidad de Bulán presentó mayor incidencia (rango *a*). Para concentraciones de Bacu-Turin (factor B) donde se incluye al testigo como concentración cero, en el rango *b* y *c* son agrupadas las tres



concentraciones y en el rango *a* al testigo, en las tres localidades. También se establecen diferencias estadísticas entre concentraciones, distinguiéndose una disparidad aritmética en las concentraciones 1 y 2 ubicados en el rango *b* con respecto a la concentración C3 (52 500 UI) ubicado en el rango *c*, perfilándose la mayor concentración (C3) como más efectiva en el control preventivo de ataque de polillas en sistemas de almacenamiento y la concentración C1 (21 000 UI) como la menos efectiva de las tres concentraciones.

De la prueba de significación (Tukey 5%, DMS), para la interacción sistemas de almacenamiento x concentraciones (tratamientos), en las tres localidades y con el mayor porcentaje de incidencia de ataque de polillas, el rango *a*, resultó el sistema bodega sin aplicación de Bacu-Turin (S2T), mientras que el menor porcentaje de incidencia correspondió al sistema corredor con la tercera concentración (S1C3), proyectándose como un tratamiento más eficiente para el control preventivo de ataque de las polillas, aseveración ésta que será sostenida más adelante con resultados del análisis combinado.

En el análisis de varianza combinado, para la variable porcentaje de incidencia de ataque de polillas (Tabla 22), se observan diferencias estadísticas para localidades, almacenamientos, almacenamientos x localidades y concentraciones de Bacu-Turin. La interacción almacenamientos x concentraciones no presenta diferencias significativas. El coeficiente de variación de 24,23% resulta confiable el análisis.

Al efectuar la prueba de significación (Tukey 5%, DMS), con datos promedios del análisis combinado (Tabla 23), para **localidades** se observa que los valores promedios del porcentaje de incidencia de ataque de polillas en las tres localidades son diferentes, siendo la localidad Bulán (L1) con el menor promedio y Tomebamba (L3) con el mayor. Esto se explicaría, parcialmente, por la variada presencia y densidad poblacional de las especies de polillas en la zona baja de cada localidad. Para sistemas de **almacenamiento** (Factor A), el sistema Bodega (S2), ubicado en el rango



a, presenta mayor porcentaje de incidencia de ataque de polillas, mientras que el sistema corredor (S1) consiguió un menor porcentaje (rango b); que podría atribuirse a que las polillas por ser lepidópteros se establecen con mayor facilidad en lugares con menos luz, mayor temperatura, menos presencia de enemigos naturales, entre otros factores, como es el caso de las bodegas dentro de viviendas. Por el contrario, en corredores o pasillos de casas (sitios de almacenamiento de papa) el ataque de polillas es menor porque parecen ser sitios menos favorables para estas plagas por factores como más luminosidad, temperatura variable en día y noche, mayor concurrencia de enemigos naturales concurrencia de personas y animales domésticos, etc. Para **concentraciones** (factor B) se presentan diferencias entre la concentración 0 (testigo) agrupado en el rango a, con respecto a las tres concentraciones de Bacu-Turin agrupados dentro del rango b y c, donde se establecen diferencias estadísticas entre concentraciones, distinguiéndose una disparidad aritmética entre las concentraciones C1 (21 000 UI) y C2 (26 250 UI) ubicadas en el rango b con respecto a la concentración C3 (52 500 UI) ubicada en el rango c, resultando esta concentración (C3) como la más efectiva en el control preventivo del ataque de polillas en sistemas de almacenamiento de tubérculos-semilla de papa y la concentración C1 (21 000 UI) como la menos efectiva.

Para los sistemas de **almacenamientos x localidades** (SxL), se presentan diferencias estadísticas bien marcadas, observando que el sistema de almacenamiento bodega en la localidad Tomebamba (S2L3) con el rango a, registra el mayor porcentaje para incidencia de ataque de polillas, y por el contrario con menor porcentaje de incidencia en el rango b, resultó el sistema corredor en la localidad Tomebamba (S1L3). Lo descrito ratifica que en el sistema de almacenamiento en corredor (S1) y en particular en la localidad de Tomebamba, el nivel porcentual de ataque de polillas es menor comparado con el sistema bodega (S2), donde hay mayor ataque en hasta un 38,25% más.



Para la interacción sistemas de **almacenamientos x concentraciones** (AXB), de los tratamientos S1C3, S1C2 y S2C3, agrupados en los rangos *f*, *ef* y *def*, respectivamente; sobresale S1C3 (sistema corredor con la concentración 52 500 UI) por registrar el promedio más bajo para porcentaje de incidencia de ataque de polillas, lo que le convierte en el tratamiento más eficiente para el control preventivo de ataque de polillas, seguido del tratamiento S1C2 (sistema corredor con la concentración 26 250 UI) y S2C3 (sistema bodega con la concentración 52 500 UI), como segundas opciones de tratamientos para prevenir incidencia de polillas en tubérculos semilla de papas. En el sistema corredor y bodega la menor concentración de Bacu-Turin (21 000 UI) tratamientos S1C1 y S2C2 con rangos *c* y *d e*, respectivamente, resultaron como los menos efectivos para el control preventivo del ataque de polillas. En cuanto a los tratamientos S1T y S2T (sistema corredor y bodega con papa sin tratar con Bacu-Turin/testigos), ubicados en el rango *a* y *b*, respectivamente, registraron los porcentajes más altos para porcentaje de incidencia de polillas, resultando más afectado en el sistema bodega (S2); lo que corrobora que las polillas se establecen y atacan con mayor facilidad en sitios cerrados, como es el caso de bodegas y cuartos de las viviendas o lugares de almacenamiento de los tubérculos-semilla de papas que los agricultores/as usan para su respectivo reposo y por un tiempo promedio de 90 días, como las variedades Superchola y/o Bolona.

En la Figura 5, se presenta el resultado de cada tratamiento para el porcentaje de incidencia del ataque de polillas, resultando la concentración C3 (52 500 UI) en los dos sistemas S1 y S2 (corredor y bodega), por separado, como mejores tratamientos para el control preventivo de polillas. La concentración C2 (26 250 UI) de igual forma, en los dos sistemas de almacenamiento (S1 y S2) resultan como una segunda opción para prevenir ataque de polillas. La concentración C1 (21 000 UI) en los dos sistemas resultaron menos efectivos para prevenir el ataque de polillas en almacenamiento de tubérculos-semilla.



En cuanto al tratamiento testigo (sin tratar con Bacu-Turin, libre infestación), resultó con el mayor porcentaje de incidencia de ataque de polillas, siendo mayor en el sistema bodega (S2) con 77,67% y con menor valor el sistema corredor (60,44%). Los resultados encontrados obedecen quizás a que las polillas se establecen con mayor facilidad en bodegas, porque los agricultores de Paute suelen almacenar más en estos lugares (35,00%) comparado con el sistema corredor (21,67%). Lo encontrado coincide con resultados de Cajamarca, M. (2014), quién encontró también mayores incidencias de polillas en el sistema bodega en Cañar.

Tabla 20. Grados de libertad, suma de cuadrados y significancia del análisis de variancia del porcentaje de incidencia de polillas, en tres localidades, Paute 2014.

F.V	gl	Bulán		Dug Dug		Tomebamba	
		Suma de Cuadrados Tipo III	p	Suma de Cuadrados Tipo III	p	Suma de Cuadrados Tipo III	p
Modelo	9	15847,08	,000	12615,08	,000	18617,71	,000
Almacenamiento	1	1066,67	,001	1568,17	,000	8778,38	,000
Concentración	3	14188,83	,000	10649,83	,000	9598,79	,000
Repeticiones	2	332,58	,116	99,25	,486	61,75	,365
Almacen * Concentr	3	259,00	,310	297,83	,253	178,79	,147
Error	14	9,2275		915,42		398,92	
Total	23	16769,83		13530,50		19016,63	
CV %		28,57		26,30		14,00	

Fuente: Elaboración propia en base al programa estadístico INFOSTAT



Tabla 21. Pruebas de significación (Tukey 5%, DMS) y diferencias estadísticas, del porcentaje de incidencia de polillas para almacenamientos, concentraciones y almacenamientos por concentraciones, en tres localidades, Paute 2014.

Descripción	Bulán		Dug Dug		Tomebamba	
	Incidencia polillas (%)	Rango	Incidencia polillas (%)	Rango	Incidencia polillas (%)	Rango
ALMACENAMIENTO						
S1. Corredor	35,08	a	22,67	b	19,00	b
S2. Bodega	21,75	b	38,83	a	57,25	a
CONCENTRACIONES						
C1 (21 000 UI)	17,67	b	28,50	b	33,17	b
C2 (26 250 UI)	16,50	b	20,50	bc	27,33	bc
C3 (52 500 UI)	9,33	b	8,83	c	20,17	c
T (Sin aplicación)	70,17	a	5,17	a	71,83	a
ALMACENAMIENTO * CONCENTRACIONES						
S1 C1	26,00	b	20,67	cd	13,33	d
S1 C2	19,33	b	14,33	cd	9,67	d
S1 C3	13,67	b	4,33	d	4,33	d
S1 T	81,33	a	51,33	b	48,67	bc
S2 C1	9,33	b	6,33	bc	53,00	b
S2 C2	13,67	b	26,67	cd	45,00	bc
S2 C3	5,00	b	13,33	cd	36,00	c
S2 T	59,00	a	79,00	a	95,00	a

Fuente: Elaboración propia en base al programa estadístico INFOTAT

Tabla 22. Grados de libertad, suma de cuadrados y significancia, del análisis de variancia combinado para porcentaje de incidencia de polillas, en tres localidades, Paute-2014.

F.V.	gl	Suma de Cuadrados Tipo III	p
Modelo	35	48325,99	0,0001
Localidades	2	1232,69	0,0234
Localidades > Repeticiones	6	493,58	0,2686
Almacenamientos	1	3375,68	0,0001
Almacenamiento * Localidades	2	8037,53	0,0001
Loc. > Repeticiones * Almacenamiento	6	13,42	0,9998
Concentraciones	3	33914,71	0,0001
Concentraciones * Localidades	6	522,75	0,2375
Almacenamientos * Concentraciones	3	100,60	0,6561
Loc. * Almacen. * Concentraciones	6	365,03	0,1461
Error	36	2223,67	
Total	71	50549,65	
CV %		24,23	

Fuente: Elaboración propia en base al programa estadístico INFOTAT



Tabla 23. Porcentaje de incidencia de polillas para localidades, almacenamientos, almacenamientos por localidades, concentraciones, concentraciones por localidades y almacenamientos por concentraciones, Paute 2014.

Descripción	Porcentaje de Incidencia de polillas	Rango
LOCALIDADES		
L1 (Bulán)	28.42	b
L2 (Dug Dug)	30.75	ab
L3 (Tomebamba)	38.13	a
ALMACENAMIENTO		
S1 (Corredor)	25.58	b
S2 (Bodega)	39.28	a
ALMACENAMIENTO * LOCALIDADES		
S1L1	35.08	c
S1L2	22.67	d
S1L3	19.00	e
S2L1	21.75	d
S2L2	38.83	b
S2L3	57.25	a
CONCENTRACIONES		
C1	26.44	b
C2	21.44	b
C3	12.78	c
T	69.06	a
CONCENTRACIONES * LOCALIDADES		
C1L1	17.67	bcd
C1L2	28.50	bc
C1L3	33.17	b
C2L1	16.50	cd
C2L2	20.50	bcd
C2L3	27.33	bc
C3L1	9.33	d
C3L2	8.83	d
C3L3	20.17	bcd
TL1	70.17	a
TL2	65.17	a
TL3	71.83	a
ALMACENAMIENTO * CONCENTRACIONES		
S1C1	20.00	de
S1C2	14.44	ef
S1C3	7.44	f
S1T	60.44	b
S2C1	32.89	c
S2C2	28.44	cd
S2C3	18.11	def
S2T	77.67	a

Fuente: Elaboración propia en base al programa estadístico INFOSTAT

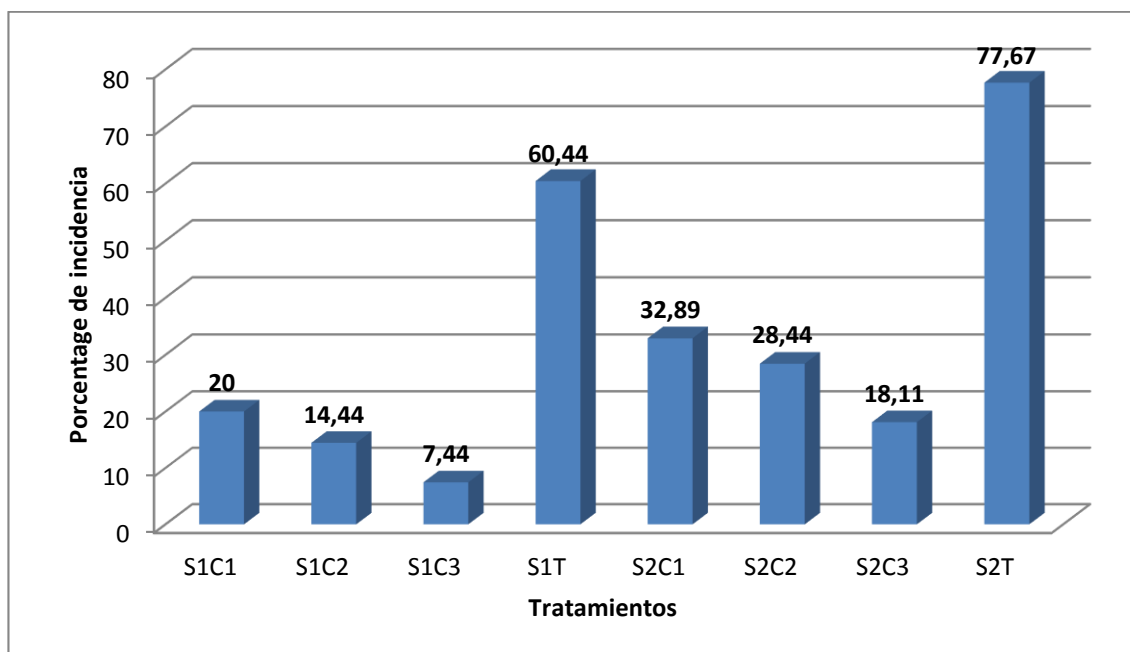


Figura 5. Porcentaje de incidencia de ataque de polillas en tubérculos-semilla, bajo la aplicación preventiva del bioinsecticida Bacu-Turin en dos sistemas de almacenamiento. Paute 2014

Fuente: Elaboración propia en base al programa estadístico INFOSTAT y Excel.

4.3.2 Porcentaje de severidad de daño de polillas

El análisis de variancia para el porcentaje de severidad de daño de polillas, en cada una de las tres localidades en estudio se presenta en la Tabla 24, encontrándose diferencias estadísticas altamente significativas para, sistemas de almacenamiento (Factor A), concentraciones de Bacu-Turin (Factor B) e interacción almacenamientos por concentraciones (AxB).

Los coeficientes de variación 18.65, 24.10 y 21.29 para Bulán, Dug Dug y Tomebamba, respectivamente, dan seguridad del buen manejo y toma de datos, en los experimentos evaluados.

La influencia del sistema de almacenamiento en el porcentaje de severidad de polillas se describen en la Tabla 25, donde la prueba de significación (Tukey 5%, DMS) describe al sistema corredor (S1) en el rango *b*, con menor porcentaje para las localidades Dug Dug y Tomebamba, mientras que la localidad de Bulán presentó mayor severidad (rango *a*). Para concentraciones de Bacu-Turin (factor B) existen



diferencias entre la concentración 0 (testigo), agrupado en el rango *a*, con respecto a las tres concentraciones, agrupadas dentro del rango *b*, en las tres localidades. La concentración C3 (52 500 UI) que comparte el rango *b* con las concentraciones C1 y C2, ésta se presenta como la concentración (C3) más efectiva en reducir la severidad de daño de ataque de polillas en sistemas de almacenamiento y la concentración C1 (21 000 UI) como la menos efectiva de las tres concentraciones.

De la prueba de significación (Tukey 5%), para la interacción sistemas de almacenamiento por concentraciones (AxB), en las localidades Dug Dug y Tomebamba con el mayor porcentaje de severidad de daño de polillas, rango *a*, resultó el sistema bodega sin aplicación de Bacu-Turin (S2T), y para Bulán sobresalió el tratamiento S1T (sistema corredor sin aplicación de Bacu-Turin); mientras que el menor porcentaje de severidad de daño correspondió al sistema corredor con la tercera concentración (S1C3), igualmente para las localidades de Dug Dug y Tomebamba y en Bulán el sistema bodega con la mayor concentración (S2C3). De lo descrito, para obtener un menor porcentaje de severidad de daño por polillas se teoriza al tratamiento S1C3, como un tratamiento más eficiente a severación ésta que será sustentada más adelante (análisis combinado).

Del análisis combinado para la variable porcentaje de severidad de daño de polillas (Tabla 26) se deduce diferencias estadísticas para; sistemas de almacenamiento, almacenamientos por localidades, concentraciones de Bacu-Turin, almacenamientos * concentraciones y localidades por almacenamientos por concentraciones. La variación localidades no presenta diferencias significativas. El 21,23 % como coeficiente de variación deriva seguridad en los datos.

Al efectuar las pruebas de significación (Tukey 5%, DMS) del análisis combinado (tabla 27), para sistemas de **almacenamiento** (Factor A), el sistema bodega (S2), con el rango *a*, presenta mayor porcentaje de severidad de daño de polillas comparado con el sistema corredor (S1), lo que coincide con los valores para porcentaje de incidencia de polillas,



resultados con los que se puede sostener que la severidad de daño de polillas va acompañado, como se esperaba, de un mayor porcentaje de incidencia de daño del complejo de polillas en papas almacenadas. La prueba de Tukey 5% para sistemas de **almacenamiento por localidades** (SxL) ubica en el rango *a*, con el mayor promedio para porcentaje de severidad de daño de polillas, al sistema bodega en la localidad Tomebamba (S2L3), y con menor promedio para severidad de daño al sistema corredor en la localidad Dug Dug (S1L2) los resultados conseguidos admiten sustentar que Tomebamba (L3) es la localidad con más presencia de polillas mismas que atacan más a papas almacenadas en bodegas. Para **concentraciones** (factor B) se presentan diferencias entre el testigo (concentración 0) en el rango *a*, con respecto a las tres concentraciones de Bacu-Turin agrupados dentro del rango *b*, distinguiéndose una diferencia aritmética entre las tres concentraciones, donde sobresale C3 con el menor promedio para severidad de daño, lo que le convierte en la concentración (C3) más efectiva para conseguir menor severidad de daño en el control preventivo del ataque de polillas en sistemas de almacenamiento de tubérculos-semilla de papa y la concentración C1 (21 000 UI) como la menos efectiva.

Para sistemas de **almacenamientos x localidades** (SxL), se presentan diferencias estadísticas bien marcadas, observando que el sistema de almacenamiento corredor en la localidad Tomebamba (S2L3) con el rango *a*, registra el mayor porcentaje para severidad de daño de polillas, y por el contrario con menor porcentaje de severidad en el rango *b*, resultó el sistema corredor en la localidad Tomebamba (S1L3). Lo descrito ratifica que en el sistema de almacenamiento en corredor (S1) y en particular en la localidad de Tomebamba, el nivel porcentual de severidad de daño de polillas es menor comparado con el sistema bodega (S2), donde hay mayor daño.

Para la interacción sistemas de **almacenamientos x concentraciones** (AxB), de los tratamientos S1C2, S1C3, S2C1, S2C2 y



S2C3, agrupados en el rango *c*, se destaca S1C3 (sistema corredor con la concentración 52 500 UI) por registrar el promedio más bajo para porcentaje de severidad de ataque de polillas; lo que le convierte en el tratamiento más eficiente para el control preventivo de polillas, seguido del tratamiento S2C3 (sistema bodega con la concentración 52 500 UI) y S1C2 (sistema corredor con la concentración 26 250 UI), como segundas opciones de tratamientos para reducir severidad de daño de polillas en almacenamiento de tubérculos semilla de papas. En el sistema corredor la menor concentración de Bacu-Turin (21 000 UI) tratamiento S1C1 con rango *b c*, resultó como menos efectivo para disminuir el porcentaje de severidad de daño de polillas. En cuanto a los tratamientos S2T y S1T (sistema bodega y corredor con papa sin tratar con Bacu-Turin = testigos), ubicados en el rango *a* y *b*, respectivamente, registraron los porcentajes más altos para porcentaje de severidad de daño de polillas, resultando la mayor cifra en el sistema bodega (S2), lo que confirma que las polillas una vez establecidas en un sistema de almacenamiento (bodega) a más de potencializar su incidencia acentúan la severidad de daño yendo en aumento cuando las papas no reciben un tratamiento preventivo (libre infestación) y por el contrario disminuye cuando se hacen aplicaciones de carácter preventivo, como es el caso en este estudio, al tratar con concentraciones altas de Bacu-Turin (52 500 UI) y almacenando en corredor, que de cierta forma son ambientes poco favorables para las polillas por ende la severidad de daño resulta menor.

En la Figura 6, se evidencia el resultado de los tratamientos (del análisis combinado), para el porcentaje de severidad de daño de polillas, donde, al igual que para la variable incidencia de polillas, la concentración C3 (52 500 UI) en los dos sistemas S1 y S2 (corredor y bodega), presenta los menores valores para porcentaje de severidad de daño de polillas. La concentración C2 (26 250 UI) de igual forma, en los dos sistemas de almacenamiento (S1 y S2) resultan como una segunda opción para reducir la severidad de daño de polillas. La concentración C1 (21 000 UI) en los dos sistemas resultaron menos efectivos. En cuanto al tratamiento testigo



(sin tratar con Bacu-Turin, libre infestación), como es lógico suponer, resultó con el mayor porcentaje de severidad de daño de polillas, siendo mayor en el sistema bodega (S2) con 26,88% y con menor valor el sistema corredor (19,49%). Los resultados encontrados para porcentaje de severidad parecen estar relacionados con el porcentaje de incidencia de ataque de polillas, que para esta investigación se da en mayor proporción para el sistema bodega comparado con el sistema corredor; confirmándose que las polillas acuden y causan más daño a papas almacenadas en sitios internos de viviendas (bodegas, cuartos).

Tabla 24. Análisis de variancia del porcentaje de severidad de daño de polillas, en tres localidades, Paute 2014.

F.V	gl	Bulán		Dug Dug		Tomebamba	
		Suma de Cuadrados Tipo III	p	Suma de Cuadrados Tipo III	p	Suma de Cuadrados Tipo III	p
Modelo	9	595,79	,000	806,91	,000	1459,05	,000
Almacenamiento	1	145,58	,000	75,76	,023	262,22	,000
Concentración	3	336,35	,000	537,16	,000	686,16	,000
Repeticiones	2	18,05	,356	19,55	,456	31,27	,311
Almacen * Concentr	3	95,80	,031	174,45	,015	479,40	,000
Error	14	113,75		164,97		172,38	
Total	23	709,54		971,88		1631,42	
CV %		18,65		24,10		21,29	

Fuente: Elaboración propia en base al programa estadístico INFOSTAT



Tabla 25. Porcentaje de severidad de daño de polillas para almacenamientos, concentraciones y almacenamientos por concentraciones, en tres localidades, Paute 2014.

Descripción	Bulán		Dug Dug		Tomebamba	
	Severidad daño de polillas (%)	Rango	Severidad daño de polillas (%)	Rango	Severidad daño de polillas (%)	Rango
Sistemas Almacenamiento						
S1. Corredor	17,75	a	12,47	b	13,18	b
S2. Bodega	12,82	b	16,02	a	19,79	a
Concentraciones Bacu-Turin						
C1 (21000 UI)	13,72	b	13,50	b	13,92	b
C2 (26250 UI)	13,29	b	11,43	b	13,59	b
C3 (52500 UI)	12,41	b	9,91	b	12,70	b
T (Sin aplicación)	21,72	a	22,14	a	25,71	a
Almacenamientos * Concentraciones						
S1 C1	15,82	b	14,46	b	14,69	b
S1 C2	13,71	b	11,58	b	11,86	b
S1 C3	13,98	b	7,66	b	11,31	b
S1 T	27,48	a	16,16	b	14,84	b
S2 C1	11,62	b	12,53	b	13,16	b
S2 C2	12,87	b	11,27	b	15,32	b
S2 C3	10,84	b	12,17	b	14,09	b
S2 T	15,96	b	28,11	a	36,58	a

Fuente: Elaboración propia en base al programa estadístico INFOSTAT

Tabla 26. Análisis de variancia combinado para porcentaje de severidad de daño de polillas, en tres localidades, Paute-2014.

F.V.	gl	Suma de Cuadrados Tipo III	p
Modelo	35	2966,05	0,0001
Localidades	2	60,24	0,1518
Localidades › Repeticiones	6	68,87	0,4310
Almacenamientos	1	54,88	0,0340
Almacenamiento * Localidades	2	428,68	0,0008
Loc. › Repeticiones * Almacenamiento	6	44,06	0,6901
Concentraciones	3	1516,86	0,0001
Concentraciones * Localidades	6	42,81	0,7044
Almacenamientos * Concentraciones	3	231,22	0,0009
Loc. * Almacen. * Concentraciones	6	518,43	0,0001
Error	36	407,03	
Total	71	3373,08	
CV %		21,93	

Fuente: Elaboración propia en base al programa estadístico INFOSTAT



Tabla 27. Porcentaje de severidad de daño de polillas para localidades, almacenamientos, almacenamientos por localidades, concentraciones, concentraciones por localidades y almacenamientos por concentraciones, Paute 2014.

Descripción	Porcentaje de severidad de daño de polillas	Rango
LOCALIDADES		
L1 (Bulán)	15.28	a
L2 (Dug Dug)	14.24	a
L3 (Tomebamba)	16.48	a
ALMACENAMIENTO		
S1 (Corredor)	14.46	b
S2 (Bodega)	16.21	a
ALMACENAMIENTO * LOCALIDADES		
S1L1	17.75	a
S1L2	12.47	b
S1L3	13.18	b
S2L1	12.82	b
S2L2	16.02	ab
S2L3	19.79	a
CONCENTRACIONES		
C1	13.71	b
C2	12.77	b
C3	11.68	b
T	23.19	a
CONCENTRACIONES * LOCALIDADES		
C1L1	13.72	b
C1L2	13.50	b
C1L3	13.92	b
C2L1	13.29	b
C2L2	11.43	b
C2L3	13.59	b
C3L1	12.41	b
C3L2	9.91	b
C3L3	12.70	b
TL1	21.72	a
TL2	22.14	a
TL3	25.71	a
ALMACENAMIENTO * CONCENTRACIONES		
S1C1	14.99	bc
S1C2	12.38	c
S1C3	10.98	c
S1T	19.49	b
S2C1	12.43	c
S2C2	13.15	c
S2C3	12.37	c
S2T	26.88	a

Fuente: Elaboración propia en base al programa estadístico INFOSTAT

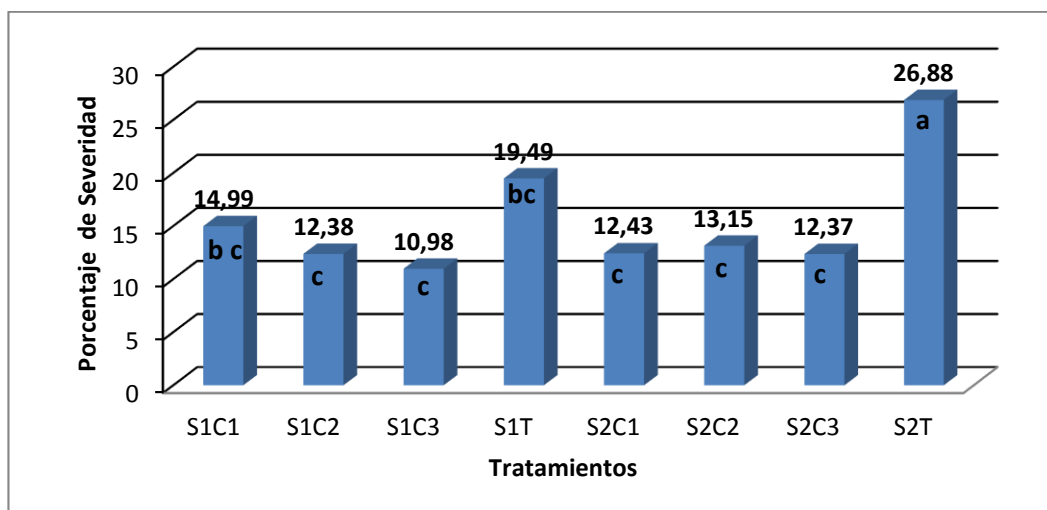


Figura 6. Porcentaje de severidad de daño de polillas en tubérculos-semilla, bajo la aplicación preventiva del bioinsecticida Bacu-Turin en dos sistemas de almacenamiento. Paute 2014

Fuente: Elaboración propia en base al programa estadístico INFOSTAT y Excel.

4.3.3 Número de estados inmaduros de polillas (larvas)

El análisis de variancia para el número de estados inmaduros de polillas-larvas (datos transformados con fórmula raíz cuadrada de $x+1$) registradas en tubérculos-semilla almacenados en el sistema bodega y corredor, en cada una de las tres localidades en estudio se describen en la Tabla 28, observándose diferencias estadísticas altamente significativas para sistemas de almacenamiento (Factor A) en las localidades de Dug Dug y Tomebamba (L2 y L3) y para concentraciones de Bacu-Turin (Factor B) en las tres localidades. La interacción almacenamientos por concentraciones (AxB) presentó diferencias estadísticas no significativas en los sitios de evaluación del experimento.

Los coeficientes de variación 51.35, 16.25 y 38.50 para Bulán, Dug Dug y Tomebamba, respectivamente, resultaron altos debido a la naturaleza de los datos, en donde algunas unidades experimentales en las tres localidades presentaron valores inferiores (concentración C3) comparados con valores de testigos, que obtuvieron valores muy altos, razón por la cual los datos originales se tuvo que transformar (raíz cuadrada de $x+1$).



El resultado del sistema de almacenamiento en el número de estados inmaduros de polillas se presentan en la Tabla 29, donde la prueba de significación (DMS) describe al sistema bodega (S2) rango *a*, con mayor número de larvas para las tres localidades (Bulán, Dug Dug, Tomebamba). Para concentraciones de Bacu-Turin (factor B), al igual que para las variables anteriores (porcentaje de incidencia y severidad de polillas), existen diferencias entre testigos agrupado en el rango *a*, con respecto a las tres concentraciones agrupadas dentro del rango *ab* y *b* en las tres localidades; donde por diferencia aritmética sobresale la concentración C3 con menor promedio para número de estados inmaduros-larvas de polillas, confirmando a ésta concentración (C3) como la más efectiva en el control preventivo de polillas en sistemas de almacenamiento, por presentar menor número de larvas de polillas, a diferencia del testigo (sin aplicación preventiva) que presenta valores más altos.

De la prueba de significación (DMS), para la interacción sistemas de almacenamiento x concentraciones (AxB) en las tres localidades, con el mayor número de estados inmaduros-larvas de polillas (rango *a*), resultó el sistema bodega sin aplicación de Bacu-Turin (S2T), mientras que el menor número de larvas de polillas correspondió al sistema corredor con la mayor concentración (S1C3), reafirmando como un tratamiento más eficiente para el control preventivo al ataque de las polillas.

En el análisis combinado para la variable número de estados inmaduros de polillas (Tabla 30) se visualiza diferencias estadísticas para; almacenamientos, almacenamientos x localidades y concentraciones de Bacu-Turin. La interacción almacenamientos x concentraciones resultó con diferencias no significativas. El coeficiente de variación de 39.99%, resulta aceptable, considerando la naturaleza de los datos.

Al efectuar la prueba de significación Tukey 5% del análisis combinado (Tabla 31), para sistemas de **almacenamiento** (Factor A), el sistema bodega (S2), con el rango *a*, presenta mayor número de estados inmaduros de polillas, mientras que el sistema corredor (S1) y el rango *b*,



consiguió un menor porcentaje, que podría deberse a que en este sistema (corredor) la incidencia y severidad de ataque de polillas también es menor, lo que trae consigo un menor desarrollo de estados inmaduros. Para **sistemas** de almacenamientos **por localidades** (AxL) existe una considerable diferencia estadística para las mismas, obteniéndose al sistema bodega en la localidad Tomebamba (S2L3) en el rango *a*, con el mayor valor para número de estados inmaduros de polillas, mientras que el menor valor registra el sistema corredor en la localidad de Dug Dug (S1L2), seguida de Tomebamba (S1L3). Lo conseguido podría explicarse a que en estas localidades en el sistema corredor ocurrió una menor incidencia y severidad de ataque de polillas, lo que incide directamente en el número de estados inmaduros de polillas (larvas). Para **concentraciones** (factor B) se presentan diferencias entre testigo, agrupado en el rango *a*, con respecto a las tres concentraciones de Bacu-Turin agrupados dentro del rango *b*, donde al analizar diferencias aritméticas entre las concentraciones se distingue a la concentración C3 como la más práctica en el control preventivo del ataque de polillas, por incidir sobre un menor número de estados inmaduros-larvas en sistemas de almacenamiento de tubérculos-semilla de papa con aplicaciones preventivas de bioinsecticida a una alta concentración de Bacu-Turin (52 500 UI) seguida de la concentración C2 (26 250 UI). La concentración C1 (21 000 UI) resultó como la menos efectiva sobre el número de estados inmaduros de polillas.

Para la interacción sistemas de **almacenamientos x concentraciones** (Figura 7), de los tratamientos S1C2 y S1C3, que comparten un mismo rango (*b*) sobresale el sistema corredor con la concentración de 52 500 UI (S1C3), registrando el promedio más bajo para número de estados inmaduros de polillas, lo que encamina como un tratamiento más eficiente para el control preventivo de ataque de polillas, seguido del tratamiento S1C2 (sistema corredor con la concentración 26 250 UI) y S2C3 (sistema bodega con la concentración 52 500 UI), como segunda opción de tratamiento para prevenir y/o reducir el ataque de polillas en tubérculos-semilla de papas. En el sistema bodega y corredor,



la menor concentración de Bacu-Turin (21 000 UI) tratamientos S1C1 y S2C1 con rangos *b c*, resultaron como menos efectivos para reducir el número de estados inmaduros de polillas. En cuanto a los tratamientos S1T y S2T (sistema corredor y bodega con papa sin aplicar Bacu-Turin, testigos), ubicados en el rango *a* y *b*, respectivamente, registraron las medias más altas para número de estados inmaduros de polillas, resultando con mayor número en el sistema bodega (S2), lo que corrobora que las polillas atacan con mayor facilidad a papas almacenadas en sitios cerrados, como es el caso de bodegas y cuartos de viviendas para el almacenamiento de tubérculos-semilla de papas que los agricultores/as de las parroquias Bulán, Dug Dug y Tomebamba del cantón Paute, provincia del Azuay comúnmente utilizan para el respectivo reposo de semilla de papa (Superchola, Bolona), por un tiempo promedio de tres meses. Los resultados para esta variable corroboran una alta incidencia de la plaga en las localidades de implementación del experimento, donde se puede ratificar un establecimiento y ataque agresivo de las polillas, siendo más evidente en tubérculos-semilla no tratados con productos preventivos en bodegas.

Tabla 28. Grados de libertad, suma de cuadrados y significancia del análisis de variancia para número de estados inmaduros de polillas-larvas (datos transformados), en tres localidades, Paute 2014.

F.V	gl	Bulán		Dug Dug		Tomebamba	
		Suma de Cuadrados Tipo III	p	Suma de Cuadrados Tipo III	p	Suma de Cuadrados Tipo III	p
Modelo	9	95,84	,009	44,21	,000	80,02	,004
Almacenamiento	1	0,13	,825	18,67	,000	41,79	,000
Concentración	3	80,07	,000	24,79	,000	30,10	,010
Repeticiones	2	10,57	,169	0,51	,376	0,68	,832
Almacen * Concentr	3	5,07	,598	0,23	,815	7,45	,295
Error	14	36,65		3,44		25,55	
Total	23	132,49		47,65		105,57	
CV %		51,35		16,25		38,50	

Fuente: Elaboración propia en base al programa estadístico INFOTAT



Tabla 29. Número de larvas de polillas (datos transformados) para almacenamientos, concentraciones y almacenamientos por concentraciones, en tres localidades, Paute 2014.

Descripción	Bulán		Dug Dug		Tomebamba	
	Número estados inmaduros de polillas (larvas)	Rango	Número estados inmaduros de polillas (larvas)	Rango	Número estados inmaduros de polillas (larvas)	Rango
ALMACENAMIENTOS						
S1. (Corredor)	3,23	a	2,17	b	2,19	b
S2. (Bodega)	3,08	a	3,93	a	4,83	a
CONCENTRACIONES						
C1 (21000 UI)	2,41	b	3,68	a	3,00	b
C2 (26250 UI)	2,16	b	2,24	b	3,19	ab
C3 (52500 UI)	1,75	b	1,90	b	2,46	b
T (Sin aplicación)	6,29	a	4,38	a	5,39	a
ALMACENAMIENTO * CONCENTRACIONES						
S1 C1	3,02	ab	2,94	c	2,21	b
S1 C2	2,10	b	1,38	de	1,91	b
S1 C3	2,09	b	1,00	e	1,48	b
S1 T	5,68	ab	3,36	bc	3,16	b
S2 C1	1,79	b	4,43	ab	3,78	ab
S2 C2	2,21	b	3,11	bc	4,46	ab
S2 C3	1,41	b	2,80	cd	3,44	b
S2 T	6,90	a	5,40	a	7,63	a

Fuente: Elaboración propia en base al programa estadístico INFOSTAT



Tabla 30. Análisis de variancia combinado para el número de estados inmaduros de polillas (datos transformados), en tres localidades, Paute-2014.

F.V.	gl	Suma de Cuadrados TipoIII	p
Modelo	35	228.19	0,0001
Localidades	2	2.79	0,5283
Localidades › Repeticiones	6	11.76	0,3439
Almacenamientos	1	36.21	0,0007
Almacenamiento * Localidades	2	24.39	0,0058
Loc. › Repeticiones * Almacenamiento	6	5.34	0,7811
Concentraciones	3	116.30	0,0001
Concentraciones * Localidades	6	18.66	0,1156
Almacenamientos * Concentraciones	3	9.67	0,1431
Loc. * Almacen. * Concentraciones	6	3.09	0,9291
Error	36	60.30	
Total	71	288.49	
CV %		39.99	

Fuente: Elaboración propia en base al programa estadístico INFOSTAT

Tabla 31. Análisis combinado del número de larvas de polillas para localidades, almacenamientos, almacenamientos por localidades, concentraciones, concentraciones por localidades y almacenamientos por concentraciones, Paute 2014.

Descripción	Número estados Inmaduros de polillas-larvas	Rango
LOCALIDADES		
L1 (Bulán)	3,15	a
L2 (Dug Dug)	3,05	a
L3 (Tomebamba)	3,51	a
ALMACENAMIENTO		
S1 (Coredor)	2,53	b
S2 (Bodega)	3,95	a
ALMACENAMIENTO * LOCALIDADES		
S1L1	3,23	bc
S1L2	2,17	c
S1L3	2,19	c
S2L1	3,08	bc
S2L2	3,93	ab
S2L3	4,83	a
CONCENTRACIONES		
C1	3,03	b
C2	2,53	b
C3	2,04	b
T	5,25	a
CONCENTRACIONES * LOCALIDADES		
C1L1	2,41	cd
C1L2	3,68	abcd
C1L3	3,00	bcd



C2L1	2,16	cd
C2L2	2,24	cd
C2L3	3,19	bcd
C3L1	1,75	d
C3L2	1,90	cd
C3L3	2,46	cd
TL1	6,29	a
TL2	4,38	abc
TL3	5,39	ab
ALMACENAMIENTO * CONCENTRACIONES		
S1C1	2,72	bc
S1C2	1,80	c
S1C3	1,53	c
S1T	4,06	b
S2C1	3,33	bc
S2C2	3,26	bc
S2C3	2,55	bc
S2T	6,64	a

Fuente: Elaboración propia en base al programa estadístico INFOSTAT

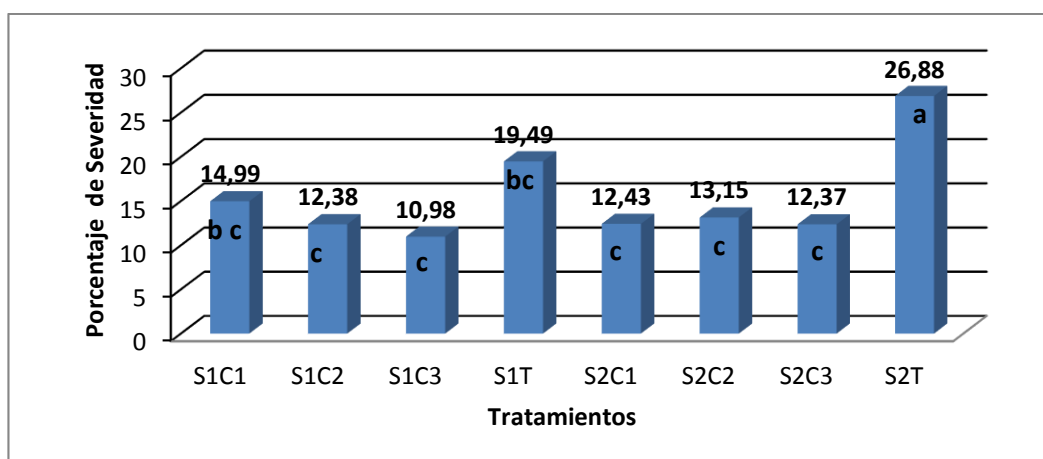


Figura 7. Número de estados inmaduros-larvas de polillas en tubérculos-semilla, bajo la aplicación preventiva del bioinsecticida Bacu-Turin en dos sistemas de almacenamiento, Paute 2014

Fuente: Elaboración propia en base al programa estadístico INFOSTAT y Excel.

4.4 Análisis económico

Para realizar el análisis económico de los tratamientos del experimento, se trabajó con datos promedios para la variable porcentaje de incidencia de polillas del análisis combinado (tres localidades), siguiendo la metodología propuesta por el CYMMIT (1988) "Formulación de recomendaciones a partir



de datos agronómicos”, usando como insumos para el porcentaje de tasa de retorno marginal (% TMR) costos variables y beneficios netos por tratamientos.

Para efectos del análisis económico los datos se actualizaron a octubre de 2016, ajustándose los promedios de porcentaje de incidencia de polillas (Tabla 23) a nivel de protección del Bacu-Turin en kilogramos sanos por tonelada de semilla (Anexo 13). Para el beneficio bruto se fija un costo de \$ 0.60 el kilogramo de tubérculos-semilla de papa, el beneficio neto (\$/tm) considera beneficio bruto menos costo total variable, \$/tm-semilla (Anexo 14).

Los datos de la Tabla 32 y 33, permite determinar que el tratamiento más rentable fue aquel que se realizó en sistema de corredor con la concentración de 52 500 UI/1000g de Bacu-Turin (S1C3), el cual presentó el beneficio neto más alto (515,66 \$/t), y una tasa de retorno marginal, también alta (58 053,85 %), lo que indica para el tratamiento S1C3, que por cada dólar, adicional, invertido en tratar tubérculos-semilla de papa con Bacu-Turin (concentración de 52 500 UI) y almacenado en sistema corredor, se espera un retorno de 580,54 \$, convirtiéndose así el tratamiento S1C3 en una alternativa tecnológica para que agricultores/as puedan almacenar sus tubérculos-semilla de papa de una manera segura.

Tabla 32. **Análisis de dominancia, para experimento Bacu-Turin. Paute 2014.**

No. TRAT.	CODIGO TRAT.	TOTAL COSTOS QUE VARIAN (\$/tm- Semilla)	BENEFICIOS NETOS (\$/tm)	INCREMENTO COSTO VARIABLE	INCREMENTO BENEFICIO NETO	DOMINANCIA
4	S1T	12,00	225,60	0	225,6	
8	S2T	18,00	115,80	6,00	-109,80	D
1	S1C1	39,81	440,19	21,81	324,39	
2	S1C2	39,86	473,74	0,05	33,55	D
3	S1C3	39,94	515,66	0,08	41,92	
5	S2C1	45,81	356,79	5,87	-158,87	D
6	S2C2	45,86	383,74	0,05	26,95	D
7	S2C3	45,94	445,46	0,08	61,72	D

Fuente: Elaboración propia en base metodología presupuesto parcial, CIMMYT (1988)
D= Tratamientos Dominados, mismos que no participan en el análisis de Tasa de Retorno Marginal (TRM).



Tabla 33. Tasa de Retorno Marginal, para tratamientos no Dominados, Paute 2014.

CODIGO TRATAMIENTO	TOTAL COSTO QUE VARIAN (\$/tm-Semilla)	BENEFICIOS NETOS (\$/tm)	TASA RETORNO MARGINAL %
S1T	12,00	225,60	
S1C1*	39,81	440,19	771,63
S1C3**	39,94	515,66	58053,85

Fuente: Elaboración propia en base a metodología CIMMYT (1988).

** Primer mejor tratamiento económico

* Segundo mejor tratamiento económico



CAPITULO V

5. DISCUSIÓN

En síntesis, los objetivos de la presente investigación fueron; identificar y seleccionar sistemas de almacenamiento de semilla de papa; determinar la densidad y dinámica poblacional de especies de polillas en campo y bodega; y, evaluar el nivel de protección del bioinsecticida Bacu-Turin al ataque del complejo de polillas en dos sistemas de almacenamiento de semilla de papa, practicado por agricultores de las parroquias Bulán, Dug Dug y Tomebamba, del cantón Paute provincia de Azuay.

Como es conocido las polillas *Tecia solanivora* (Povolny), *Phthorimaea operculella* (Zeller) y *Symmetrischema tangolias* (Gyen) constituyen el complejo de polillas de la papa que se han aclimatado en las zonas paperas de la Sierra Ecuatoriana. Su presencia ha modificado el sistema de control de plagas tanto en campo como en almacenamiento. Hoy es común, principalmente en Carchi, la desinfección de semilla de papa, misma que se realiza con productos químicos de alta toxicidad. Esta situación cada vez pone en riesgo la salud de los agricultores y su familia debido a la constante exposición a plaguicidas. La producción del bioinsecticida jIz9f (Bacu-Turin) para el control biológico del complejo de polillas en almacenamiento de papas para semilla se constituye en una alternativa tecnológica (Suquillo J, et al. 2011).

5.1 De la identificación y selección de sistemas de almacenamiento

De acuerdo a la línea base levantada en las parroquias de Bulán, Dug Dug y Tomebamba, se identificaron los siguientes sistemas de almacenamiento de semilla de papa: bodega con un 35,00%, corredor con un 21,67% y con el 43,33% a otros sistemas como garaje, choza y/o pampa. De estos sistemas, bodega y corredor fueron los sistemas de almacenamiento más usados por productores/as de Paute para variedades



como Superchola y Bolona. Bajo este contexto y considerando también los estudios de sistemas de almacenamiento de semilla de papa realizado por Cajamarca. M, (2014) en Cañar, se seleccionaron esos sistemas para la presente investigación.

5.2 De la densidad de especies de polillas en campo

Del monitoreo de las polillas en campo se establece que la especie predominante en la zona baja y en la zona alta, es *Symmetrischema tangolias* (Gyen), lo cual confirma una tendencia de mayor adaptación de esta plaga a zonas frías; lo que es corroborado por Cajamarca. M, (2014).

5.3 De la densidad, incidencia y severidad de polillas en bodega

La incidencia de especies de polillas en papas destinadas para semilla, en muestras de tubérculos procedentes de parcelas de la zona baja y alta que sirvieron para monitorear densidad de especies de polillas en campo y determinar su apareamiento en bodega, correspondió como especie única a *Symmetrischema tangolias* (Gyen) con 3,5 y 0,33% de incidencia en la zona baja y alta, respectivamente, lo que ratifica a esta especie atacando ya a tubérculos en campo y su adaptación al frío, lo que confirma como una plaga que tolera todos los climas, según descrito por Barragán (2008) citado por Cajamarca (2014).

5.4 De la evaluación del nivel de protección del bioinsecticida Bacu-Turin

5.4.1 Del porcentaje de incidencia de polillas en sistemas de almacenamiento

Del análisis estadístico (ADEVA combinado, tres localidades) para sistemas de almacenamiento de semilla de papa encontramos una



diferencia estadística entre ellos, siendo el sistema corredor el que presentó menor porcentaje de incidencia de ataque de polillas (25,58%), mientras que tubérculos-semilla almacenados en bodega registró mayor porcentaje (39,28%) de incidencia de ataque de polillas. Estos resultados obedecen quizás a que estas plagas se adaptan menos en espacios físicos abiertos (corredores, pasillos), estableciéndose a mayor escala en los interiores de viviendas (bodegas, cuartos), lo que deviene en una mayor infestación a tubérculos-semilla almacenados en bodega comparada con el sistema corredor donde la incidencia es menor. Los resultados de la presente investigación concuerda con lo encontrado por Cajamarca (2014) quien menciona al sistema bodega con el mayor daño por polillas en este ambiente, a lo que se suma el tipo de variedad (superchola, bolona, jubaleña), que requieren ser almacenadas por un tiempo de tres meses (promedio) para su brotación. Situación similar ocurrió en Paute.

5.4.2 Del control preventivo con las concentraciones de Bacu-Turin

De las diferencias estadísticas (análisis combinado) para concentraciones de Bacu-Turin sobre el porcentaje de incidencia de polillas, sobresalió la concentración C3 (52 500 UI) para el control preventivo de ataque de polillas, debido posiblemente a un mejor efecto por la alta concentración del producto, mismo que permite una mayor protección garantizado por la alta concentración del virus JLZ9f, usado en su formulación. Lo encontrado corrobora Suquillo y Rodríguez, (2007); quienes sostienen que a mayor concentración de Baculovirus hay mayor control preventivo de estados inmaduros de polillas (larvas).



5.4.3 Del mejor tratamiento para control preventivo de ataque de polillas

Del análisis combinado para la interacción sistemas de almacenamiento y concentraciones de Bacu-Turin donde se incluye a testigo (A x B) y que es considerada como tratamientos en el texto de esta investigación para las variables porcentaje de incidencia y severidad de ataque de polillas el tratamiento con menores porcentajes para estas dos variables resultó ser S1C3 (sistema corredor con la mayor concentración Bt), con valores de 7,44% y 10,98%, para incidencia y severidad, respectivamente; causado posiblemente porque en el sistema corredor las papas tratadas con altas concentraciones de Bacu-Turin, no permiten mayor establecimiento y daño por polillas por el efecto de acción viral del bioinsecticida, lo que redundo en un menor daño por polillas en papas almacenadas en corredor por un periodo de hasta 85 días. Estos resultados son aseverados por Suquillo et al (2007) quienes afirman que un bioinsecticida de mayor concentración disminuye el ataque de larvas de polillas, lo que reafirma también Cajamarca. M, (2014) en su investigación realizada en Cañar, donde la concentración de 26 259 UI Bt en sistema corredor previno mejor el ataque de polillas.

5.4.4 Del número de estados inmaduros (larvas)

En relación a los datos de los estados inmaduros (larvas) de las tres especies de polillas fueron muy variables, razón por la cual no se determinaron por especies de polilla para el análisis estadístico, analizándose datos totales. Lo encontrado pudo deberse a causas como, el tiempo transcurrido del experimento (85 días) a lo que, se suma el ciclo de vida de las polillas (promedio 78 días) donde los estados inmaduros como larvas y pupas no se encontraron en todos los tratamientos o fueron casi nulos para las tres especies, evidenciándose solo el daño al tubérculo (galerías) y el registro de pocas larvas que correspondían, con seguridad, a ataques tardíos de las polillas. Aunque no fue posible un análisis



diferenciado por polillas, por la naturaleza de los datos (disparidad) las larvas correspondían mayoritariamente a *S. tangolias*, seguida de *T. solanivora*, ratificando una vez más la agresividad de la primera especie, lo que es corroborado por Cajamarca (2014).

5.5 Del análisis económico

El tratamiento S1C3 (sistema corredor con 52500 UI de Bt) definido como mejor tratamiento económico por ofrecer una alta tasa de retorno marginal (58 053,85%) coincide con los resultados del análisis estadístico, para las variables porcentaje de incidencia y severidad de ataque de polillas, afirmando que una mayor concentración de Bacu-Turin surte una mejor protección a tubérculos almacenados en un sistema poco favorable para el establecimiento y ataque de polillas, como en el sistema corredor, lo que conlleva a una mejor protección de papas almacenadas y por ende este tratamiento (S1C3) resulta una opción económica para los agricultores/as de Paute.

5.6 Análisis de contrastes con las hipótesis

Las hipótesis planteadas en el estudio fueron:

¿Los agricultores/as de Paute conocen la importancia del daño que causa la polilla de papa en sus sistemas de almacenamiento?

¿Las tres especies de polillas (*Tecia solanivora*, *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*) atacan la papa a nivel de campo y almacenamiento?

¿El bioinsecticida Bacu-Turin protege eficientemente el ataque del complejo de polillas, en los sistemas de almacenamiento de semilla de papa?

Se confirman las hipótesis debido a que: Los agricultores/as de Paute si conocen la gravedad de daño que causan las polillas a las papas



en sus sistemas de almacenamiento. Las polillas *Tecia s.*, *Phthorimaea o.* y *Symmetrischema t.* infestan tubérculos a nivel de campo siendo más severo a papas en almacenamiento. El bioinsecticida Bacu-Turin, según su concentración y aplicado preventivamente, protege en diferentes niveles el ataque de polillas a semillas de papas en sistemas de almacenamiento (bodega y corredor) practicado por los agricultores/as de Paute.



CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

De acuerdo a los objetivos, hipótesis planteada y metodología utilizada, se concluye que las tres concentraciones del bioinsecticida Bacu-Turin evaluadas en dos sistemas de almacenamiento (corredor y bodega) para prevenir el ataque de polillas en tubérculos-semilla almacenados, presentan diferencias en porcentaje de incidencia y severidad de daño de polillas, detallándose a continuación las conclusiones y recomendaciones siguientes.

- Los sistemas de almacenamiento de tubérculos-semilla de papa comúnmente practicados por los agricultores/as del Cantón Paute es el sistema bodega (35,00%), corredor (21,67%) y otros sitios (choza, pampa tapado con plástico) 43,33%; siendo los sistemas bodega y corredor los más usados para almacenar papas de ciclo tardío (superchola y bolona). El sistema choza y pampa es propio para el almacenamiento de papas chauchas (precoces).

- Del monitoreo de polillas en campo, con el uso de trampas con feromonas sexuales en parcelas de papa ubicadas en la zona baja (2500 m s.n.m.) y en la zona alta (3100m s.n.m.) de las parroquias de Bulán, Dug Dug y Tomebamba del cantón Paute, se determinó la presencia de tres especies de polillas, *Symmetrischema tangolias* (Gyen) 53,40%; *Phthorimaea operculella* (Zeller) 38,51% y *Tecia solanivora* (Povolny) 8,09%. La parroquia con mayor incidencia de polillas fue Dug Dug con 46,18%. La zona con mayor incidencia de polillas fue la zona Baja con 82,55% donde predominó la especie *S. Tangolias* con el 51,11%.

- Del monitoreo de polillas en bodega, los tubérculos-semilla procedentes de parcelas monitoreadas en campo, en las muestras de la zona baja, el daño fue bajo (3,50% de incidencia y 2,02% de severidad). Los tubérculos



de la zona alta registraron un leve daño de polillas (0,33% de incidencia y 1,00% de severidad). Para estados inmaduros (larvas) el valor promedio de 3,50 y 0,33 para la zona baja y alta respectivamente, correspondió a la especie *Symmetrischema tangolias* (Gyen).

- De la evaluación del bioinsecticida Bacu-Turin (análisis combinado de tres localidades), para incidencia y severidad de daño por polillas, se registró diferencia estadística para sistemas de almacenamiento y entre grupo de papas tratadas y el testigo.

- El menor daño por polillas se observó en el sistema de almacenamiento de corredor 25,58%.

- La mayor concentración de Bacu-Turin (C3: 52500 UI Bt) registró menores porcentajes para incidencia (12,78%) y severidad de daño por polillas (11,67%) en los dos sistemas de almacenamiento.

- El testigo, T (sin tratar con Bacu-Turin) en los dos sistemas de almacenamiento registraron en promedio 69,06% de incidencia y 19,79% de severidad

- En cuanto a la mejor interacción entre sistemas y concentraciones para porcentaje de incidencia de ataque de polillas, la concentración C3 (52 500 UI) en el sistema S1 (corredor) consiguió los porcentajes más bajos de incidencia de ataque de polillas (7,44%) lo que permite concluir que este tratamiento (S1C3) protege a un 93,56% de tubérculos-semilla en almacenamiento, resultando como el tratamiento más efectivo para el control preventivo de ataque de polillas.

- Para el número de estados inmaduros-larvas (datos transformados) , el mayor valor dentro de los tratamientos correspondió al sistema bodega sin tratar con Bacu-Turin (S2T) con 6,64 y el menor valor para el sistema corredor con la mayor concentración de Bacu-Turin (S1C3) con 1,53 predominando la especie *Symmetrischema tangolias* (Gyen).



- Del análisis económico, como mejor opción resultó la mayor concentración de Bacu-Turin en el sistema de almacenamiento corredor (S1C3), que coincide con la mejor opción estadística para porcentaje de incidencia de ataque de polillas.

6.2 Recomendaciones

De acuerdo a las conclusiones de esta investigación se puede recomendar lo siguiente:

- Para almacenar tubérculos-semilla se recomienda utilizar semilla libre de polillas, de preferencia que procedan de zonas altas (> 3100 m s.n.m.), y almacenar en sistema corredor.

- Para prevenir del ataque de polillas a tubérculos-semilla almacenados en sistema corredor (92,56 %), se recomienda utilizar el bioinsecticida Bacu-Turin en concentración de 52 500 UI, en dosis comercial de 1Kg para 5 qq de tubérculos-semilla.

- Probar nuevas formulaciones y dosis de Bacu-Turin para obtener una mayor eficiencia en el control preventivo de las polillas, sobre todo para *Symmetrischema tangolias* (Gyen), por ser una especie muy agresiva en los sistemas de almacenamientos de tubérculos-semilla, practicado por los agricultores/as de Paute.

- Difundir resultados, promocionar el uso y manejo del bioinsecticida Bacu-Turin en OGs, ONGs, GLs y OCs en la sierra sur del país.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.R., Wilson. 1971. *Poducción comercial de patatas y su almacenamiento*. Zaragoza : Acribia, 1971.
- Acevedo, E. 1995. *Biología y Manejo de la Polilla Guatemalteca de la Papa*. 1995.
- Barragan, A. 2005. [ed.] G., Romero, T., Zeddan, J. Onore. *Identificación Biología y Comportamiento de las polillas de la papa en el Ecuador*. [Manual]. Quito : s.n., 2005. págs. 5-11.
- CAREI. 2009. *INIAP produce biopesticida para control de plaga en la papa*. Quito, Ecuador : s.n., 2009.
- Cásseres, E. 1986. *Papa, Yuca y Camote, cultivo y aprovechamiento*. [ed.] FAO. Santiago : s.n., 1986. pág. 54.
- Chingal, A. 2009. *Evaluación de portadores sólidos para la formulación de bioinsecticidas a base de virus de la granulosis y anchilibi para controlar polilla de la papa Tecia solanivora (Povolny), en San Gabriel, Provincia del Carchi*. Ibarra, Ecuador. Tesis de Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica del Norte. : s.n., 2009. pág. 104.
- CIMMYT. 1988. *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, un manual metodológico de evaluación económica*. [Manual]. México : s.n., 1988. págs. 13-37.
- Crop damage increases with pest species diversity: evidence from potato tuber moths in the tropical Andes*. Dangles, O., Mesias, V., Crespo-Perez, V., Silvain, J. 2009. 2009, Applied Ecology, págs. 1-7.
- Diamondback moth females oviposit more on plants infested by non-parasitized than by parasitized conspecifics*. Choh et al. 2008. 21 de Mayo de 2008, Ecological Entomology, Vol. 33, págs. 565-568.
- Duran , Galo. 2008. *Tesis de grado previa la obtención del título de Ing. Ind. Tema "Demostrar la factibilidad de instalacion de una planta para procesar y conservar el higo"*. Guayaquil : s.n., 2008.
- Gallegos, et al. 2005. *"Asolación de los tubérculos de semilla de papa como método de control para la polilla, Tecia solanivora". Una tecnología tradicional para la solución a un nuevo problema*. [Plegable]. Quito, Ecuador : s.n., 2005. 260.
- Gallegos, P., Suquillo, J. 1996-1997. *Monitoreo de la polilla de la papa Tecia solanivora (Povolny). En el centro y zonas paperas de frontera de la provincia del Carchi*. [Informe Anual]. Quito, Ecuador. INIAP : s.n., 1996-1997.



Gill, S., Cowles, E., Pietrantonio, P. 1992. *The mode of action of Bacillus thuringiensis*. California : s.n., January de 1992. Vol. 37, págs. 615-636.

Hawkes, J. 1990. *The Potato: Evolution, Biodiversity, and Genetic Resources*. Londres : s.n., 1990.

Herrera, M., Carpio, H., Chavez, G., 1999. 1999. "*Estudio sobre el subsector de la papa en el Ecuador*". Quito : s.n., 1999. págs. 41-46.

INEC. 2002. *III Censo nacional agropecuario. Resultados nacionales*. Quito : s.n., 2002.

INIAP. 2011. *Proyecto. "Desarrollo y posicionamiento de un prototipo comercial de bioinsecticida con base en el virus JLZ9f, para el control de Tecia solanivora en los Andes Ecuatorianos"*. [Informe Anual]. 2011.

Instituto Nacional de Innovación Agraria., Red Latin Papa. 2012. *Catálogo de nuevas variedades de papa: sabores y colores para el gusto peruano*. [Manual]. Lima : s.n., 2012. ISBN 978-92-9060-419-8.

Jeanntle. 2008. *Tesis de grado, previa la obtencion del titulo de Ing. Ind. Tema: Demostrar la factibilidad de instalacion de una planta, para procesar, conservar higos naturales*". Guayaquil : s.n., 2008.

Juscafresa, B. 1982. *Patata su cultivo*. Barcelona : Aedos, 1982. 9788470032523.

Laarif, et al. 2003. *Epidemiological survey of Phthorimaea operculella granulosis virus in Tunisia*. [Boletin]. 2003. Vol. 33, págs. 335-338.

Lacey, L., Frutos, R., Kaya, H., Vail, P. 2001. *Insect pathogens as biological agents: Do they have a future?. Biological control*. California : s.n., 15 de Marzo de 2001. Vol. 21, págs. 335-338.

Lucero, H. 2012. *Comunicación personal*. Cuenca, Azuay, Ecuador : s.n., 2012.

—. 2011. *Manual de cultivo de papa para la sierra Sur*. Cuenca, Ecuador : s.n., 2011.

Madrigal, A. 2001. *Fundamentos de control biológico de plagas*. Universidad Nacional de Colombia., Sede Medellin, Facultad de Ciencias. : s.n., 2001. pág. 453.

Monteros, C., Yumisaca, F., Andrade-Piedra, J., Reinoso, I. 2010. *CATÁLOGO. Papas Nativas de la Sierra Centro y Norte del Ecuador. Etnobotánico, morfológico, agronómico y de calidad*. [Manual]. Quito, Ecuador : s.n., Diciembre de 2010. No. 179. ISBN 9942-07-144.

Montesdeoca, F. et al. 2012. *Produzcamos nuestra semilla de papa de buena calidad - Guía para agricultores y agricultoras*. Centro Internacional de la Papa



(CIP), Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Fundación Mcknight. Quito, Ecuador : s.n., 2012. 407. ISBN: 978-92-9060-414-3.

Nieto, Carlos, Jarrin, Paola y Pinto , Nataly. 2007. EL HIGO Manual de producción uso y aprovechamiento. [En línea] Julio de 2007. <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/946/1/L-SENESCYT-0070.pdf>.

Ortega, E. 1995. *Tecnología para el control Integrado de la polilla de la papa*. [Divulgativo]. FONAIAP. Monagas, Venezuela : s.n., Abril - Junio de 1995. Vol. 48.

Palacio, M. 1997. *Principales Plagas de la Papa: La Polilla de la Papa y la Mosca Minadora*. [Manual de Capacitación.]. 1997.

Pollet, A., Barragán, A., Iturralde, P. 2003. *CONOZCA Y MANEJE LA POLILLA DE LA PAPA (Tecia solanivora)*. [Manual]. Quito : s.n., Octubre de 2003. 3, págs. 9-46. 9978-77-112-3.

Pollet, A., et al. 2004. MEMORIAS DEL II TALLER INTERNACIONAL DE LA POLILLA GUATEMALTECA. *Avances en investigación y manejo integrado de la polilla guatemalteca de la papa, Tecia solanivora*. Quito, Ecuador : s.n., 2004. 9978-77-120-4.

Pumisacho, M., Sherwood, S. 2002. *El cultivo de la papa en Ecuador*. Quito : s.n., 2002.

Pumisacho, Manuel., Velásquez, José. 2009. *Manual del cultivo de papa para pequeños productores*. Quito, Ecuador : s.n., 2009. págs. 84-91.

Rocha, N., Byerly, K., Bujanas, R., Villarreal, M. 1990. *Manejo Integrado de la Polilla de la Papa Phthorimaea operculella Zeller*. México D,F., México. INFAP/PRECODEPA. : s.n., 1990. pág. 52.

Sánchez, C. 2003. *CULTIVO Y COMERCIALIZACIÓN DE LA PAPA*. Lima : Ripalme, 2003. ISBN 9972-9770-4-8.

Soria, A., Zeddan, J., Suquillo, J., Dangles, O., Pumisacho, M., Yumisaca, F. 2008. *"Biopesticide Development and Diffusion of Potato Moths Integrated Management to Strengthen food Security in the Ecuadorian Andes"*. Macknight, PUCE, INIAP, IRD. Quito : s.n., 2008.

Suquillo, J. 2011. *Producción semi-industrial del bioinsecticida jlz9f (Bacu-turin) para el control biológico del complejo de polillas. Tecia solanivora*. Quito, Ecuador : s.n., 2011.

Suquillo, J. et al. 1998. *Biología y comportamiento de la polilla (Tecia solanivora) y su control en almacenamiento de papa semilla*. [Pegable divulgativo]. Estación Experimental Santa Catalina. Carchi, Ecuador : s.n., 1998.



Suquillo, J., Rodriguez, P., Gallegos, P., Orbe, K., Zeddám, J. 2012. *Manual para la evaluación del bioinsecticida Bacu-turin a través de pre-mezclas concentradas para el control de las polillas de la papa: Tecia solanivora, Phthorimaea operculella y Symmetrischema tangolias*. [Manual]. INIAP, EESC, Unidad Técnica Carchi. : s.n., 2012. 094.

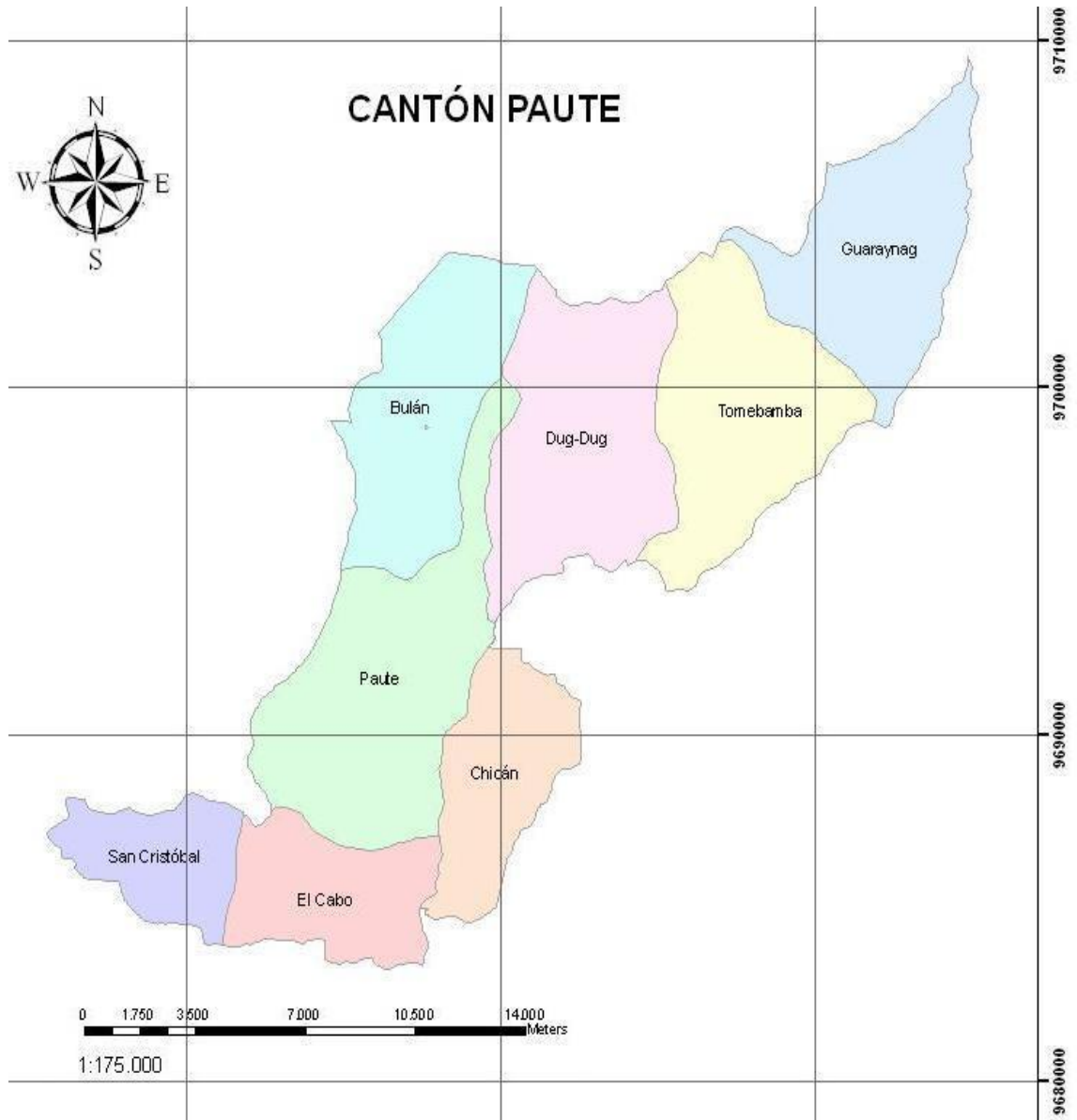
Susceptibility of Phthorimaea operculella Zeller (Lepidoptera; Gelechiidae) to its granulovirus PhopGV with larval age. Sporleder, M., Rodriguez, E., Huber, J., Kroschel, J. 2007. 2007, *Agricultural and Forest Entomology*, Vol. 9, págs. 271-278.

Temperature as a key driver of ecological sorting among invasive pest species in the tropical Andes. Dangles, O., Carpio, C., Barragán, A., Zeddám, J. 2008. Quito : s.n., 7 de Octubre de 2008, *Ecological Applications*, Vol. 18.

Valent Biosciences Corporation, 2001. [Sepecimen Label. Database and format. Copyright 2001 by C y P Press. Allrights reserved].

ANEXOS

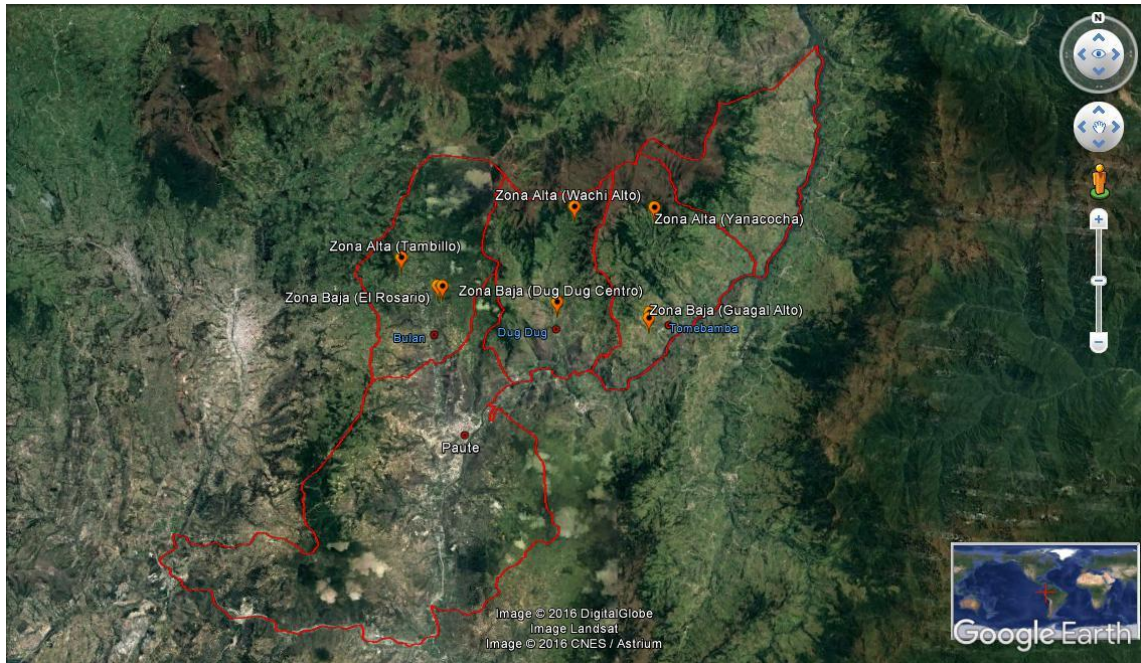
Anexo 1. Mapa de ubicación de las parroquias: Bulán, Dug Dug y Tomebamba, cantón Paute-Azuay, donde se implementó la investigación.



Fuente: Ilustre Municipio de Paute.



Anexo 2. Ubicación de zonas altitudinales y localidades donde se implementó la investigación, Paute 2014.



Fuente: (Google, earth 2016)



Anexo 3. Formato utilizado en la encuesta-línea Base. Encuesta (escaneada) No. 13 aplicada en Dug Dug.

Dug - Dug 73 ✓

INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL AUSTRO
PROGRAMA PAPA 10640

PROYECTO: "Evaluación de la eficacia de protección del bioinsecticida *Bacu-turin* al ataque del complejo de polillas, en sistema de manejo de semilla de papa de los agricultores del cantón Paute"

LÍNEA BASE "MANEJO DE POLILLAS EN ALMACENAMIENTO DE SEMILLA DE PAPA"

A. DATOS GENERALES Encuesta No: 13 Fecha: 31/01/2013
 Ubicación Geográfica: 7°44.088'S Altitud: 2759
 78°42.592'O
 Provincia: Cantón: Paute
 Parroquia: Dug-Dug Localidad: Anac
 Nombre: Delia Martinez + 5 personas cosechando chaucha Edad: 25 años Instrucción: Primaria años: 6

1. Cuánto terreno dispone?

Tenencia de tierra	ha
Propia	
Arrendada	
Al partir	0.50
Total	

2. Cuántos años viene sembrando papas? 20 años.

3. Qué variedades y cuantos quintales siembra por año?

Variedades	qq
V1: chaucha	3
V2: Super	3-4
V3: Bolona	3-4
V4:	
Total	

B. CONOCIMIENTO DE LAS ESPECIES DE POLILLAS

4. Todas las polillas o mariposas son plagas de la papa? Si: X No:

5. Indique las clases de polillas que afectan las semillas de papa durante el almacenamiento:

Muestra viva del ciclo de vida de <i>Tecia solanivora</i> a (X)	Muestra viva del ciclo <i>Phthorimaea operculella</i> b (.....)	Muestra viva del ciclo de vida de <i>Symmetrischema</i> c (X)	NO RECONOCE NINGUNA CLASE DE POLILLAS d (.....)
--	--	--	--

6. Cual de las polillas AFECTAN TAMBIEN a las papas en el campo o en el cultivo:

Muestra viva del ciclo de vida de <i>Tecia solanivora</i> a (X)	Muestra viva del ciclo <i>Phthorimaea operculella</i> b (.....)	Muestra viva del ciclo de vida de <i>Symmetrischema</i> c (.....)	NO RECONOCE NINGUNA CLASE DE POLILLAS d (.....)
--	--	--	--



7. Cómo diferencia entre clases de polillas que atacan a la papa?

- a (.....) Por el tamaño del cuerpo de las mariposas.
- b (.....) Por las manchas en las alas de las mariposas.
- c (.....) Por tamaño de los gusanos.
- d (X) Por el color de los gusanos.
- e (.....) Por las manchas en el cuerpo de los gusanos.
- f (X) Por los daños que ocasiona en el tubérculo.
- g (.....) Por los daños que ocasiona en los tallos y hojas de las plantas de papa.
- h (.....) Otro. Especifique:

8. A todas las variedades de papa (destinados para semilla) ataca por igual las polillas?

Si: No:

Si dice NO

9. Porque?

10. Qué fases/etapas/ciclos de vida de las polillas (DE CUALQUIER CLASE DE POLILLAS) que afectan a la papa reconoce con mayor facilidad?

- a. (.....) Huevo
- b. (X) Larvas/gusano
- c. (.....) Pupas/adivinator
- d. (X) Adultos/mariposas
- e. (.....) No reconoce ninguna fase/etapa/ciclo

11. ¿A cuántos días de almacenadas las papas para semilla se observa la presencia de larvas/gusanos?

- a. De *Tecia solanivora*: 15 días
- b. De *Phthorimaea operculella*: días
- c. De *Symmetrischela tangolias*: 15 días
- d. No sabe: días

ADVERTENCIA: Para esta pregunta volver a mostrar al ENTREVISTADO la mini caja entomológica.

12. Señale como las polillas llegan a la bodega o lugar de almacenamiento de semillas de papa:

- a. (.....) Por semilla de papa con daño de polilla que viene desde el campo.
- b. (.....) Por papa de consumo con daño de polilla.
- c. (.....) Papas con polillas y abandonadas cerca de las bodegas.
- d. (X) Adultos, pupas y larvas que viven en las bodegas..
- e. (.....) No sabe

13. Señale como las polillas llegan al campo:

- a. (X) Por semilla de papa con daño de polilla que vienen desde la bodega.
- b. (.....) Papas dañadas con polillas y abandonadas cerca de los lotes de papas.
- c. (.....) Adultos, pupas y larvas que viven en rastrojos del mismo lote de cultivo.
- d. (.....) No sabe



C. COSTO Y SISTEMA DE CONTROL DE POLILLAS

14. Qué variedades, cuántos quintales y en qué meses del año 2012 almacenó semilla de papa?

Variedades	E	F	M	A	M	Jn	Jl	A	S	0	N	D	Total
V1: <i>Bolona</i>											3		
V2: <i>Super</i>											3		
V3:													
V4:													
Total													

15. Desinfecta la semilla de papa con productos químicos para almacenar? Si: No:

Sí la respuesta es NO.

16. Porque NO desinfecta la semilla?

- a. (.....) No es costumbre
 b. (.....) No se apolilla la semilla
 c. (.....) No controla la polilla
 d. (.....) Se realiza al momento de la siembra
 e. (.....) Otro. Especifique:

Sí la respuesta es SI.

17. La última vez, cuántos quintales de semilla de papa ha desinfectado para almacenar?.....³..... (qq)

18. A través de que método desinfectó la semilla: Inmersión (.....) Aspersión () Espolvoreo (.....)

19. Qué productos, dosis y costo le representó para desinfectar ESA CANTIDAD de semilla de papa?

Producto	Dosis (kg o cc/200 l agua)	Costo del producto (S)
<i>No sabe</i>	<i>20 cc / 20 l</i>	<i>No sabe</i>

20. Cuántas personas fueron necesarias para desinfectar ESA CANTIDAD de semilla?
 Personas (*2*) Costo del jornal (.....) *Padre de familia*

21. Cuantas veces, durante el periodo de almacenamiento, desinfecta la semilla de papa:

- a. () Una vez
 b. (.....) Dos veces

22. Dónde almacena la semilla desinfectada?

- a. () Bodega/cuarto
 b. (.....) Corredor
 c. (.....) Silo verdeador
 d. (.....) Otro. Especifique:



23. Cómo almacena la semilla desinfectada?

- a. (.....) Costal ralo
- b. () Costal tupido
- c. (.....) Al granel/regada/amontonada
- d. (.....) Otro. Especifique:

.....

24. Desinfecta con productos químicos el lugar (Bodega/cuarto/corredor/silo verdeador) de almacenamiento de la semilla de papa?

Si:..... No:

25. A qué distancia de su vivienda se encuentra el lugar de almacenamiento de las semillas tratadas?..... m.

26. Siente el olor de las semillas tratadas? Si: No:

En caso de SI

27. De que pesticida?.....y por cuánto tiempo? días.

28. Con la labor de desinfección química, las semillas de papa han permanecido sin daño de polillas hasta el momento de la siembra? Si: No:

En caso de No

29. Que hace con las semillas polilladas o dañadas?:

- a. (.....) Selecciona y siembra
- b. (.....) Entierra
- c. (.....) Bota a.....
- d. (.....) Otro. Especifique:

.....

D. PERCEPCION DEL AGRICULTOR Y AMA DE CASA SOBRE LA SEMILLA TRATADA CON .PLAGUICIDAS QUÍMICOS

30. Generalmente quién realiza la labor de desinfección de la semilla?:

- a. () Padre
- b. (.....) Madre
- c. (.....) Hijo
- d. (.....) Hija
- e. (.....) Jornalero

31. La persona que realiza la desinfección de semilla de papa, se protege? Si:..... No:

Si dice que SI

32. Qué elementos del traje de protección utiliza durante la desinfección de semilla?

- (.....) Guante
- (.....) Mascarilla
- (....) Gafas
- (....) Zamarro / pantalón de caucho
- (....) Chaqueta
- (....) Otro. Especifique:

.....



Si dice que No

33. Cuáles son las razones de no utilizar trajes de protección durante la desinfección de semilla?

... No es costumbre

34. Usted SEÑOR AGRICULTOR y/o AMA DE CASA, cree que la semilla de papa tratada con productos químicos y almacenadas cerca de su vivienda pueden afectar su salud y la de su familia?

Si... ... No.....

Si dice que SI

35. Podría indicar cómo afecta? Dolor de cabeza

E. PRODUCTOS Y PRACTICAS NO QUIMICAS DE MANEJO DE POLILLAS

36. Señale productos y prácticas no químicas de desinfección de semilla de papa para proteger del ataque de la polilla durante el periodo de almacenamiento:

Producto/práctica no químicas	CONOCE		APLICA	
	SI	NO	SI	NO
Baculovirus		<input checked="" type="checkbox"/>		
Cal agrícola	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
Verdeamiento de semillas		<input checked="" type="checkbox"/>		
Plantas olorosas (eucalipto, marco, ruda, etc)		<input checked="" type="checkbox"/>		
Otro				

37. Si el entrevistado SI CONOCE el BACULOVIRUS pero NO APLICA, pregunte. ¿Por qué no aplica?

- a. (.....) No hay en los almacenes de insumos agropecuarios
- b. (.....) No es un producto confiable
- c. (.....) No es un producto conocido
- d. (.....) Es muy caro
- e. (.....) No sabe aplicar
- f. (.....) Otro. Especifique:

E. EVALUACION DEL NIVEL DE DAÑO (Ejecutado por el entrevistador)

38. El ENTREVISTADOR, por variedad, tome al azar 100 tubérculos-semilla y registre el número de tubérculos afectados y determine la intensidad de daño de los tubérculos afectados.

Variedad	Tubérculos	Periodo almacenamiento (días)	Daño (%)	Intensidad Daño (%)	Observaciones*
V1: Super	100	cosecha	5	2	recien cosechados
V2:	100				
V3:	100				

*Registre el número de larvas/gusanos, pupas y adultos de cada polilla.

Gracias por su apoyo

Firma del Entrevistador

actividad: 5 personas cosechando

Anexo 4. Fotos sobre encuestas línea base, para la identificación y selección de sistemas de almacenamiento de papas.



Zona Alta-Bulán (2801-3100m s.n.m)



Zona Baja-Bulán (2500-2800 m s.n.m)



Aplicación encuesta, zona alta
Tambillo-Bulán.



Aplicación encuesta, zona baja
Lazul-Dug Dug.

Continuación Anexo 4, fotos sobre identificación y selección de sistemas de almacenamiento.



Almacenamiento en Bodega (S2)



Almacenamiento en Corredor (S1)



Almacenamiento en Garaje



Almacenamiento en Choza



Almacenamiento en Vereda



Almacenamiento en Pampa

Anexo 5. Fotos sobre el monitoreo de polillas en campo.



Trampa con feromona sexual



Evaluación trampa, *Tecia* s.



Evaluación trampa *Symmetrischema t.*



Evaluación trampa *Phthorimaea o.*



Mariposas y larvas de: 1. *Symmetrischema* 2. *Tecia* y 3. *Phthorimaea*.

Fuente: Pollet, A. et al. 2003, Conozca y maneje la polilla de la papa

Anexo 6. Fotos sobre cosecha de parcelas que sirvieron para monitoreo de polillas en campo y preparación de muestras para monitorear polillas en bodega.



Cosecha parcela Zona Alta, Wachi-Dug Dug



Cosecha parcela Zona Baja, Dug Dug Centro



Evaluación por categorías de papas.



Muestras para monitoreo polillas en bodega.

Anexo 7. Fotos sobre la evaluación de ataque de polillas en muestras de tubérculos-semilla procedentes de parcelas que sirvieron para monitoreo de polillas, después de haber sido almacenadas.



Muestras papas almacenadas



Muestra de Superchola



Evaluación Chaucha, a 30 días después de almacenada



Evaluación Superchola, a 60 días después de almacenada.

Anexo 8. Fotos sobre preparación de experimento para la evaluación del nivel de protección de bioinsecticida Bacu-Turin.



Tubérculos-semilla Superchola



Preparación de unidades experimentales.



Especificaciones de bioinsecticida Bacu-Turin.



Producto Bacu-Turin, 3 formulaciones



Preparación dosis Bacu-Turin



Aplicación tratamientos Bacu-Turin en cada unidad experimental.

Anexo 9. Fotos sobre instalación de experimento para la evaluación del nivel de protección del bioinsecticida Bacu-Turin.

Bulán



Experimento Bacu-Turin en sistema bodega (S2)



Experimento Bacu-Turin en sistema corredor (S1)

Dug Dug



Experimento Bacu-Turin en sistema bodega (S2)



Experimento Bacu-Turin en sistema corredor (S1)

Tomebamba



Experimento Bacu-Turin en sistema bodega (S2)



Experimento Bacu-Turin en sistema corredor (S1)

Anexo 10. Fotos sobre evaluación de experimento con Bacu-Turin



Experimento Bacu-Turin en sistema corredor (S1)



Experimento Bacu-Turin en sistema bodega (S2)



Incidencia de ataque de polillas a testigo en sistema corredor (S1T)



Severidad de daño de polillas a testigo en sistema bodega (S2T)



Incidencia de ataque de polillas en tratamiento C3S1.



Severidad de daño de polillas en tratamiento C3S1.

Anexo 11. Fotos sobre visita-seguimiento Director de Tesis (MSc. Jovanny Suquillo).



Evaluación trampa para monitorear polillas en campo, zona alta-Bulán.



Evaluación trampa para monitorear polillas en campo zona baja-DugDug



Evaluación de muestras de papas en almacenamiento para monitorear la dinámica poblacional de polillas en bodega



Visita a agricultor-colaborador en zona alta-Tomebamba



Revisión de experimento Bacu-Turin en sistema corredor (S1)

Anexo 12. Base de datos, experimento "Evaluación de la eficiencia de Bacu-Turin en 3 localidades, Paute 2014.

Número de casos 1 a 72

Caso

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	1	1	28	15.07	7	2.83
2	1	1	1	2	17	15.53	5	2.45
3	1	1	1	3	20	14.00	11	3.46
4	1	1	1	4	90	35.62	40	6.40
5	1	1	2	1	6	11.17	1	1.41
6	1	1	2	2	12	12.75	2	1.73
7	1	1	2	3	4	9.50	1	1.41
8	1	1	2	4	81	18.42	138	11.79
9	1	2	1	1	24	14.92	15	4.00
10	1	2	1	2	27	13.96	5	2.45
11	1	2	1	3	10	12.50	1	1.41
12	1	2	1	4	84	24.63	32	5.74
13	1	2	2	1	12	12.08	2	1.73
14	1	2	2	2	20	12.30	9	3.16
15	1	2	2	3	6	11.83	1	1.41
16	1	2	2	4	54	14.59	32	5.74
17	1	3	1	1	26	17.46	4	2.24
18	1	3	1	2	14	11.64	1	1.41
19	1	3	1	3	11	15.45	1	1.41
20	1	3	1	4	70	22.18	23	4.90
21	1	3	2	1	10	11.60	4	2.24
22	1	3	2	2	9	13.55	2	1.73
23	1	3	2	3	5	11.20	1	1.41
24	1	3	2	4	42	14.86	9	3.16
25	2	1	1	1	14	12.64	4	2.24
26	2	1	1	2	9	12.67	2	1.73
27	2	1	1	3	6	10.67	0	1.00
28	2	1	1	4	58	18.41	8	3.00
29	2	1	2	1	38	11.29	20	4.58
30	2	1	2	2	24	11.71	9	3.16
31	2	1	2	3	13	12.15	8	3.00
32	2	1	2	4	73	28.03	35	6.00
33	2	2	1	1	17	12.06	5	2.45
34	2	2	1	2	10	11.70	0	1.00
35	2	2	1	3	2	5.50	0	1.00
36	2	2	1	4	57	15.82	12	3.61
37	2	2	2	1	42	13.78	20	4.58
38	2	2	2	2	25	10.76	9	3.16
39	2	2	2	3	11	13.91	4	2.24
40	2	2	2	4	70	20.33	22	4.80
41	2	3	1	1	31	18.68	16	4.12
42	2	3	1	2	24	10.38	1	1.41
43	2	3	1	3	5	6.80	0	1.00
44	2	3	1	4	39	14.26	11	3.46
45	2	3	2	1	29	12.52	16	4.12
46	2	3	2	2	31	11.35	8	3.00
47	2	3	2	3	16	10.44	9	3.16
48	2	3	2	4	94	35.96	28	5.39
49	3	1	1	1	11	15.36	4	2.24
50	3	1	1	2	12	11.67	2	1.73
51	3	1	1	3	2	10.00	0	1.00



52	3	1	1	4	62	20.24	27	5.29
53	3	1	2	1	50	13.60	15	4.00
54	3	1	2	2	49	18.63	22	4.80
55	3	1	2	3	38	10.68	8	3.00
56	3	1	2	4	99	39.96	18	4.36
57	3	2	1	1	14	15.64	2	1.73
58	3	2	1	2	7	9.71	3	2.00
59	3	2	1	3	5	11.60	5	2.45
60	3	2	1	4	47	13.10	5	2.45
61	3	2	2	1	51	12.63	12	3.61
62	3	2	2	2	42	13.46	20	4.58
63	3	2	2	3	36	20.36	15	4.00
64	3	2	2	4	96	39.78	78	8.89
65	3	3	1	1	15	13.07	6	2.65
66	3	3	1	2	10	14.20	3	2.00
67	3	3	1	3	6	12.33	0	1.00
68	3	3	1	4	37	11.19	2	1.73
69	3	3	2	1	58	13.24	13	3.74
70	3	3	2	2	44	13.88	15	4.00
71	3	3	2	3	34	11.23	10	3.32
72	3	3	2	4	90	29.99	92	9.64

DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

Variable 1. Localidades: 1 = Bulán
2 = Dug Dug
3 = Tomebamba

Variable 2. Repeticiones: 1 = I Repetición
2 = II Repetición
3 = III Repetición

Variable 3. Sistemas almacenamiento: 1 = Sistema Corredor (S1)
2 = Sistema Bodega (S2)

Variable 4. Tratamientos = Concentraciones Bacu-Turin (3) + Testigo
1 = Tratamiento 1 = Concentración C1 = 21000 UI Bt/1000g
2 = Tratamiento 2 = Concentración C2 = 26250 UI Bt/1000g
3 = Tratamiento 3 = Concentración C3 = 52500 UI Bt/1000g
4 = Tratamiento 4 = Testigo T = Sin tratar con Bacu-Turin

Variable 5 = Porcentaje incidencia de ataque de polillas

Variable 6 = Porcentaje de severidad de daño de polillas

Variable 7 = Número de estados inmaduros (larvas) de polillas

Variable 8 = Datos transformados (Raíz cuadrada de X+1) para Número de estados inmaduros (larvas) de polillas.



Anexos del análisis económico.

Anexo 13. Porcentaje de protección para una tonelada de tubérculo-semilla, en base a resultados de la incidencia de ataque de polillas del experimento con Bacu-Turin

TRAT.	% INCIDENCIA	% PROTECCIÓN	PROTECCION/t
S1C1	20	80	800
S1C2	14,44	85,56	856
S1C3	7,44	92,56	926
S1T	60,44	39,56	396
S2C1	32,89	67,11	671
S2C2	28,44	71,56	716
S2C3	18,11	81,89	819
S2T	77,67	22,33	223



Anexo 14. Beneficio Bruto, Costos Variables y Beneficio Neto, para tratamientos del experimento con Bacu-Turin, con datos promedios del análisis combinado (tres localidades) de la variable porcentaje de incidencia de ataque de polillas, Paute 2014.

DESCRIPCION TRATAMIENTO	NIVEL PROTEC	BENEFICIO BRUTO	COSTO DIRECTO PRODUCCION	COSTO BACU-TURIN*	DOSIS BACU-TURIN**	COSTO BACU-TURIN	COSTO APLICACION ***	COSTO ALMACEN****	TOTAL COSTO VARIABLE	BENEFICIO NETO
	Con Bacu-Turin (kg/tm)	CON BACU-TURIN	BACU-TURIN (\$/kg)	(\$/kg)	kg/tm-Semilla	\$/tm-Semilla	Bacu-Turin \$/tm-Semilla	\$/tm-Semilla/Trimestre	\$/tm-Semilla	\$/tm
S1C1	800	480,00	0,73	4,73	4,40	20,812	7	12	39,81	440,19
S1C2	856	513,60	0,74	4,74	4,40	20,856	7	12	39,86	473,74
S1C3	926	555,60	0,76	4,76	4,40	20,944	7	12	39,94	515,66
S1T	396	237,60	0,00	0,00	0,00	0,000	0	12	12,00	225,60
S2C1	671	402,60	0,73	4,73	4,40	20,812	7	18	45,81	356,79
S2C2	716	429,60	0,74	4,74	4,40	20,856	7	18	45,86	383,74
S2C3	819	491,40	0,76	4,76	4,40	20,944	7	18	45,94	445,46
S2T	223	133,80	0,00	0,00	0,00	0,000	0	18	18,00	115,80

* PVP (\$ 4,00) + COSTO DIRECTO PRODUCCION

** DOSIS RECOMENDADA 1kg/5qq (1qq=45,45kg)

*** UNA TONELADA DE SEMILLA ES TRATADA CON BACU-TURIN POR UN JORNALERO DE \$14,00 EN APENAS MEDIO DIA

**** COSTO ESTIMADO POR ARRIENDO DE BODEGA (SISTEMA S2) PARA ALMACENAR 1tm DE SEMILLA DE PAPA DURANTE 3 MESES = \$18 y EN CORREDOR (SISTEMA S1) = \$12.