



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN DE LA PALOMILLA DE LA PAPA A TRAVÉS DE TRAMPAS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LA PROVINCIA DE IMBABURA”

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria

AUTORA:

Dayana Mishel Pérez Melo

DIRECTORA:

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

Ibarra, 2022

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERIA EN

AGROPECUARIA

“EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN DE LA PALOMILLA DE LA PAPA A TRAVÉS DE TRAMPAS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LA PROVINCIA DE IMBABURA”

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener Título de:
INGENIERA EN AGROPECUARIA

APROBADO:

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

DIRECTOR



FIRMA

MSc. María José Romero

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

MSc. Luis Marcelo Albuja

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA
UNIVERSITARIA AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN DE
LA INVESTIGACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA
DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100376529-2
APELLIDOS Y NOMBRES:	Pérez Melo Dayana Mishel
DIRECCIÓN:	Ibarra, General José María Córdoba barrio "El Olivo"
EMAIL:	dmperezm@utn.edu.ec
TELÉFONO FIJO Y MÓVIL:	2-954-111 0991987732

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN DE LA PALOMILLA DE LA PAPA A TRAVÉS DE TRAMPAS EN EL CULTIVO DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.) EN LA PROVINCIA DE IMBABURA”
AUTOR:	Dayana Mishel Pérez Melo
FECHA:	4/07/2022
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSTGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	Ingeniera Agropecuaria
DIRECTOR	Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 4 días del mes de Julio del 2022

EL AUTOR:



Dayana Mishel Pérez Melo

C.I.: 100376529-2

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Dayana Mishel Pérez Melo, con cédula de ciudadanía Nro. 100376529-2, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 5 días del mes de julio del 2022



Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

DIRECTORA DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 5 días del mes de julio del 2022

Dayana Mishel Pérez Melo: EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN DE LA PALOMILLA DE LA PAPA A TRAVÉS DE TRAMPAS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LA PROVINCIA DE IMBABURA”

Trabajo de titulación. Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 5 días del mes de julio del 2022, 89 páginas.

DIRECTORA: Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar la población de la palomilla de la papa a través de trampas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la provincia de Imbabura.

Entre los objetivos específicos se encuentran: Determinar la dinámica poblacional de *Phthoriatamea operculella*, *Tecia solanivora* y *Symmetrischema tangolias* a través de trampas con feromonas en el cultivo de papa (*S. tuberosum* L.) en la provincia de Imbabura, identificar las zonas con alta infestación de la palomilla, cuantificar el porcentaje de incidencia en tubérculos y describir el manejo agronómico, realizado por los productores en el cultivo de papa en la zona de estudio.

.....
Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD

Directora de Trabajo de Grado

Dayana Mishel Pérez Melo

Autor

AGRADECIMIENTO

Me permito expresar mis sinceros agradecimientos a mi querida Universidad Técnica del Norte quien me abrió las puertas para formarme académicamente. A la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) y en especial a la carrera de Ingeniería Agropecuaria por impartirme nuevos conocimientos y formarme profesionalmente con ética y valores.

De igual manera, al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y al Centro Internacional de la Papa (CIP) por brindarme su apoyo y poder llevar a cabo la investigación.

Gracias infinitas a mi directora de tesis PhD. Julia Prado por guiarme y ayudarme en cada paso del proyecto que realizamos donde aprendí nuevos conocimientos y experiencias inolvidables. A mis asesores de tesis MSc. María José Romero y MSc. Marcelo Albuja por aportar con sus conocimientos y permitirme culminar mi trabajo de titulación con éxito.

A mi familia les agradezco de todo corazón por apoyarme en todo momento, en cualquier circunstancia y que con esfuerzo y perseverancia me ayudaron a cumplir mi objetivo. Especialmente agradezco a los pilares fundamentales de mi vida mis padres Fredi y Matilde, gracias por guiarme y estar siempre conmigo, Dios les bendiga siempre.

También agradezco a mi abuelita Lidia por su bondad, a mis tíos Melitos, a mi novio Mauricio, mis hermanos Damari y Joshua y a mis amigas por brindarme su apoyo con sus palabras de aliento y motivación.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mi padre por su apoyo incondicional, a mi madre por tener la paciencia necesaria en ayudarme a cumplir mi meta, a mis hermanos por el apoyo brindado, a mi hijo que me inspira a seguir luchando día a día en cumplir mis objetivos, a mi abuelita querida y a mi novio gracias por motivarme para nunca decaer.

Esto es para ustedes.

¡Lo logré!

Dayana Mishel Pérez Melo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT	X
CAPITULO I.....	11
INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 Antecedentes.....	11
1.2 Problema de investigación.....	12
1.3 Justificación.....	12
1.4 Objetivos	13
1.4.1 Objetivo general.....	13
1.4.2 Objetivos específicos	13
1.5 Preguntas directrices.....	13
CAPITULO II.....	14
MARCO TEÓRICO	14
2.1 Origen e importancia de la papa en Ecuador.....	14
2.2 Taxonomía de la papa.....	14
2.3 Ciclo vegetativo de la papa (Fenología)	15
2.3.1 Dormancia o reposo de la semilla.....	15
2.3.2 Fase de emergencia.....	15
2.3.3 Fase de formación de estolones	15
2.3.4 Fase de inicio de floración	15
2.3.5 Fase de tuberización	15
2.3.6 Fase de maduración	15
2.4 Plagas del cultivo.....	16
2.4.1 Etapa de Emergencia	16
2.4.2 Etapa de Desarrollo	16

2.4.3 Etapa de Floración	16
2.4.4 Etapa de Tuberización	16
2.4.5 Etapa de Maduración	17
2.5 Polilla o palomilla.....	17
2.5.1 Daños que ocasionan las especies de polilla	17
2.5.2 Condiciones óptimas de la plaga	17
2.5.3 Etapas fenológicas que afecta la plaga	18
2.5.4 Infestación	18
2.5.5 Manejo de la plaga.....	18
1.6 Estadios de la palomilla de la papa.....	18
1.6.1 Especie 1: <i>Phthorimaea operculella</i>	18
1.6.2 Especie 2: <i>Symmetrichema tangolias</i>	21
1.6.3 Especie 3: <i>Tecia solanivora</i>	22
1.7 Sistemas de monitoreo.....	23
2.7.1 Monitoreo masivo.....	23
2.7.2 Monitoreo al azar.....	23
2.7.3 Monitoreo en estaciones o grupo de plantas.....	23
1.8 Manejo integrado de palomilla.....	23
2.8.1 Control químico.....	23
2.8.2 Control cultural.....	24
2.8.3 Control biológico.....	24
2.8.4 Control etiológico	24
1.9 Tipos de trampas.....	24
2.9.1 Trampas con feromonas.....	24
2.9.2 Feromona sexual.....	24
2.10 Marco legal	25
CAPITULO III	26

MARCO METODOLÓGICO	26
3.1 Descripción del área de estudio	26
3.2 Materiales y equipo	27
3.3 Métodos	27
3.3.1 Unidad muestral.....	27
3.3.2 Análisis estadístico	27
3.3.3 Variables evaluadas	28
3.4 Manejo del experimento	29
3.4.1 Selección de lotes	29
3.4.2 Encuesta.....	30
3.4.3 Manejo de trampas.....	30
3.4.4 Identificación de insectos en trampas	32
3.4.5 Manejo del cultivo	32
CAPITULO IV	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1 Localidad El Cielito – Pimampiro	34
4.1.1 Dinámica Poblacional.....	34
4.2.2 Temperatura.....	35
4.2.3 Precipitación	36
4.2 Localidad Yuracruz – Ibarra.....	36
4.2.1 Dinámica Poblacional.....	36
4.2.3 Temperatura.....	38
4.2.4 Precipitación	39
4.3 Localidad La Esperanza – Ibarra	39
4.3.1 Dinámica Poblacional.....	39
4.3.2 Temperatura.....	40
4.3.3 Precipitación	41
4.4 Localidad Ugshapungo – Cotacachi.....	42

4.4.1 Dinámica Poblacional.....	42
4.4.2 Temperatura.....	43
4.4.3 Precipitación	44
4.5 Localidad Muenala – Otavalo	45
4.5.1 Dinámica Poblacional.....	45
4.5.2 Temperatura.....	46
4.5.3 Precipitación	47
4.6 Manejo químico.....	50
4.6.1 Control químico en el lote El Cielito - Pimampiro.....	50
4.6.2 Control químico en el lote Yuracruz - Ibarra	53
4.6.3 La Esperanza – Ibarra	57
4.6.4 Ugshapungo – Cotacachi	59
4.6.5 Control químico de la localidad Muenala - Otavalo.....	63
4.7 Índice de daños en tubérculo	69
CAPITULO V	73
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
5.1 CONCLUSIONES.....	73
5.2 RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS	74
ANEXOS.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Ciclo del cultivo de la papa</i>	16
Figura 2 <i>Huevo de la palomilla de la papa</i>	19
Figura 3 <i>Larva de la palomilla de la papa</i>	20
Figura 4 <i>Pupa de la palomilla de la papa</i>	20
Figura 5 <i>Estado adulto de la palomilla de la papa</i>	20
Figura 6 <i>Ciclo biológico de la S. tangolias</i>	21
Figura 7 <i>Ciclo biológico de la polilla de la papa T. solanivora</i>	22
Figura 8 <i>Mapa de ubicación del área de estudio</i>	26

Figura 9 <i>Conteo de polillas presentes en las trampas con feromonas</i>	28
Figura 10 <i>Identificación de los tubérculos de papa dañados</i>	29
Figura 11 <i>Selección de lotes en la provincia de Imbabura</i>	29
Figura 12 <i>Encuesta realizada a los agricultores de cada lote</i>	30
Figura 13 <i>Colocación y armado de trampas</i>	30
Figura 14 <i>Ubicación de las trampas en cada lote de ensayo</i>	31
Figura 15 <i>Machos adultos colectados en las trampas</i>	31
Figura 16 <i>Conteo del número de machos adultos capturados</i>	32
Figura 17 <i>Especies de polilla P. operculella, T. solanivora, S. tangolias</i>	32
Figura 18 <i>Dinámica poblacional de las tres especies de polilla en el cultivo de papa</i>	34
Figura 19 <i>Fluctuación de la temperatura en el transcurso del cultivo de papa</i>	35
Figura 20 <i>Fluctuación de las precipitaciones en el transcurso del cultivo de papa</i>	36
Figura 21 <i>Dinámica poblacional de las tres especies de polilla en el cultivo de papa</i>	36
Figura 22 <i>Fluctuación de la temperatura en el transcurso del cultivo de papa</i>	38
Figura 23 <i>Fluctuación de la precipitación en el transcurso del cultivo de papa</i>	39
Figura 24 <i>Dinámica Poblacional de las tres especies de polilla en el cultivo de papa</i> ..	40
Figura 25 <i>Fluctuación de la temperatura en el transcurso del cultivo de papa</i>	41
Figura 26 <i>Fluctuación de la precipitación en el transcurso del cultivo de papa</i>	42
Figura 27 <i>Dinámica poblacional de las tres especies de polilla en el cultivo de papa</i> ..	42
Figura 28 <i>Fluctuación de la temperatura en el transcurso del cultivo de papa</i>	44
Figura 29 <i>Fluctuación de la precipitación en el transcurso del cultivo de papa</i>	44
Figura 30 <i>Dinámica poblacional de las tres especies de polillas en el cultivo de papa</i>	45
Figura 31 <i>Fluctuación de la temperatura en el transcurso del cultivo de papa</i>	47
Figura 32 <i>Fluctuación de la precipitación en el transcurso del cultivo de papa</i>	47
Figura 33 <i>Porcentaje total de los controles fitosanitarios (químicos) realizados en la investigación</i>	50
Figura 34 <i>Índice de daños en tubérculo en las localidades de Imbabura</i>	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Taxonomía de la papa (Solanum tuberosum L.)</i>	14
Tabla 2 <i>Cálculo del número de generaciones por año de la polilla para cuatro temperaturas</i>	17

Tabla 3 <i>Materiales y equipos usados en la investigación</i>	27
Tabla 4 <i>Datos de los lotes evaluados en la investigación</i>	27
Tabla 5 <i>Insecticidas usados en los controles de la investigación</i>	33
Tabla 6 <i>Tabla de contingencia de la etapa fenológica e ingrediente activo en El Cielito</i>	50
Tabla 7 <i>Frecuencia absoluta entre la etapa fenológica e ingrediente activo.</i>	51
Tabla 8 <i>Tabla de contingencia entre los días después de la siembra e ingrediente activo en la localidad El Cielito</i>	51
Tabla 9 <i>Frecuencia absoluta entre los días después de la siembra e ingrediente activo</i>	51
Tabla 10 <i>Tabla de contingencia entre la etapa fenológica y el modo de acción de la localidad El Cielito</i>	52
Tabla 11 <i>Frecuencia absoluta ente la etapa fenológica y el modo de acción</i>	53
Tabla 12 <i>Tabla de contingencia entre los días después de la siembra y el modo de acción en la localidad El Cielito</i>	53
Tabla 13 <i>Frecuencia absoluta entre los días después de la siembra y el mecanismo de acción</i>	53
Tabla 14 <i>Tabla de contingencia entre la etapa fenológica e ingrediente activo en la localidad Yuracruz</i>	54
Tabla 15 <i>Frecuencia absoluta entre la etapa fenológica y el modo de acción</i>	54
Tabla 16 <i>Tabla de contingencia entre los días después de la siembra e ingrediente activo en la localidad Yuracruz</i>	54
Tabla 17 <i>Frecuencia absoluta entre los días después de la siembra e ingrediente activo</i>	55
Tabla 18 <i>Tabla de contingencia entre la etapa fenológica y el modo de acción de la localidad Yuracruz</i>	56
Tabla 19 <i>Frecuencia absoluta entre la etapa fenológica y el modo de acción</i>	56
Tabla 20 <i>Tabla de contingencia entre los días después de la siembra y el modo de acción en la localidad Yuracruz</i>	56
Tabla 21 <i>Frecuencia absoluta entre los días después de la siembra y el ingrediente activo</i>	57
Tabla 22 <i>Tabla de contingencia entre la etapa fenológica e ingrediente activo en la localidad La Esperanza</i>	57
Tabla 23 <i>Frecuencia absoluta entre la etapa fenológica e ingrediente activo</i>	57

Tabla 24 <i>Tabla de contingencia entre los días después de la siembra e ingrediente activo de la localidad La Esperanza</i>	58
Tabla 25 <i>Frecuencia absoluta entre los días después de la siembra e ingrediente activo</i>	58
Tabla 26 <i>Tabla de contingencia entre la etapa fenológica y el modo de acción en la localidad La Esperanza</i>	59
Tabla 27 <i>Frecuencia absoluta entre la etapa fenológica y el modo de acción</i>	59
Tabla 28 <i>Tabla de contingencia entre los días después de la siembra y el modo de acción en la localidad La Esperanza</i>	59
Tabla 29 <i>Frecuencia absoluta entre los días después de la siembra y el modo de acción</i>	59
Tabla 30 <i>Tabla de contingencia entre la etapa fenológica e ingrediente activo de la localidad Ugshapungo.....</i>	60
Tabla 31 <i>Frecuencia absoluta entre la etapa fenológica e ingrediente activo</i>	60
Tabla 32 <i>Tabla de contingencia entre los días después de la siembra e ingrediente activo en la localidad Ugshapungo.....</i>	60
Tabla 33 <i>Frecuencia absoluta entre los días después de la siembra e ingrediente activo</i>	61
Tabla 34 <i>Tabla de contingencia entre la etapa fenológica y el modo de acción en la localidad de Ugshapungo.....</i>	62
Tabla 35 <i>Frecuencia absoluta entre la etapa fenológica y el modo de acción</i>	62
Tabla 36 <i>Tabla de contingencia entre los días después de la siembra y el modo de acción de la localidad Ugshapungo.....</i>	63
Tabla 37 <i>Frecuencia absoluta entre los días después de la siembra e ingrediente activo</i>	63
Tabla 38 <i>Tabla de contingencia entre la etapa fenológica e ingrediente activo de la localidad Muenala.....</i>	64
Tabla 39 <i>Frecuencia absoluta entre la etapa fenológica e ingrediente activo</i>	64
Tabla 40 <i>Tabla de contingencia entre los días después de la siembra e ingrediente activo en la localidad Muenala</i>	65
Tabla 41 <i>Frecuencia absoluta entre los días después de la siembra e ingrediente activo</i>	65
Tabla 42 <i>Tabla de contingencia entre la etapa fenológica y el modo de acción en la localidad Muenala.....</i>	66

Tabla 43 <i>Frecuencia absoluta entre la etapa fenológica y el modo de acción</i>	66
Tabla 44 <i>Tabla de contingencia de días después de la siembra y modo de acción de la localidad Muenala.</i>	67
Tabla 45 <i>Frecuencia absoluta de días después de la siembra y modo de acción</i>	67

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Plantilla de la encuesta para la toma de datos de Polilla de la papa.	80
Anexo 2. Plantilla para la toma de datos del monitoreo del complejo de polillas.	81

“EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN DE LA PALOMILLA DE LA PAPA A TRAVÉS DE TRAMPAS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LA PROVINCIA DE IMBABURA”

Autor: Dayana Mishel Pérez Melo

Universidad Técnica del Norte

Correo: dmperezm@utn.edu.ec

RESUMEN

La palomilla o polilla (Lepidóptera: Gelechiidae) de la papa (*Solanum tuberosum* L.) es considerado un insecto plaga que ocasiona daños dentro y fuera del tubérculo en forma de galerías, causa pérdidas significativas en la producción y en la economía del agricultor. Esta investigación se realizó con el objetivo de evaluar la población de la palomilla a través de trampas con feromonas en el cultivo de papa en la provincia de Imbabura. Se realizó un monitoreo indirecto cada 15 días para identificar la presencia de este insecto plaga, con el fin de evaluar la efectividad de las trampas para cada especie de polilla, en donde se usó la técnica de trapeo masivo. Se evaluaron cinco lotes de cultivos de papas donde se utilizó tres trampas (feromonas, botellas de plástico más agua y detergente) en cada lote, una por cada especie *Phthoriamea operculella* (Ph), *Tecia solanivora* (Ts) y *Symmetrischema tangolias* (St) teniendo por localidad tres trampas, con un total de 15 trampas colocadas. En las cinco localidades hubo la presencia de las tres especies de polilla *P. operculella*, *T. solanivora* y *S. tangolias*, siendo *Tecia* la que se evidenció en la localidad de Yuracruz y Ugshapungo en mayor cantidad, encontrándose hasta 600 y 602 polillas por trampa, obteniendo una incidencia de daño en el tubérculo del 30% y 34% respectivamente, mientras que en las localidades de La Esperanza, Muenala y El Cielito se evidenció menor población de las tres especies de polilla, obteniendo porcentajes mínimos de 5%, 8% y 12% de daño en el cultivo de papa por localidad.

Palabras clave: feromonas, monitoreo, polilla, tubérculo, trapeo masivo,

ABSTRACT

The moth (Lepidoptera: Gelechiidae) of potato (*Solanum tuberosum* L.) is considered a pest insect that causes damage inside and outside the tuber in the form of galleries, causing significant losses in production and in the farmer's economy. This research was carried out with the objective of evaluating the population of the moth through traps in potato cultivation in the province of Imbabura. Indirect monitoring was carried out every 15 days to identify the presence of this pest insect, to evaluate the effectiveness of the traps for each species of moth, where the massive trapping technique was used. Five batches of potato crops were evaluated where three traps (pheromones, plastic bottles plus water and detergent) were used in each batch, one for each species *Phthoriamea operculella* (Ph), *Tecia solanivora* (Ts) and *Symmetrischema tangolias* (St) having per locality three traps, with a total of 15 traps placed. In the five localities there was the presence of the three species of moth P. operculella, T. solanivora and S. tangolias, being *Tecia* the one that was evidenced in the locality of Yuracruz and Ugshapungo in greater quantity, finding up to 600 and 602 moths per trap, obtaining an incidence of damage in the tuber of 30% and 34% respectively, while in the localities of La Esperanza, Muenala and El Cielito a lower population of the three species of moth was evidenced, obtaining minimum percentages of 5%, 8% and 12% damage to potato crops by locality.

Keywords: mass trapping, moth, monitoring, pheromones, population dynamics.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es considerado uno de los cultivos alimenticios más importantes a nivel mundial por poseer un cuarto lugar de producción seguidamente del trigo, arroz y maíz que son de consumo diario de las personas (Gabriel et al., 2007). Pumisacho y Sherwood (2002) estima que en los Andes de América del Sur hay una gran variedad genética, y siendo Ecuador, el país conocido por poseer una gran biodiversidad de especies (Bravo, 2014).

En el año 2020 a nivel nacional se registró una superficie de 25 924 hectáreas de papas sembradas y en donde la provincia de Imbabura contó con una producción de 13 227 Tm (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2020). A pesar de ser un cultivo de gran escala, es afectado por plagas y enfermedades que pueden causar disminución en el rendimiento del cultivo; entre ellas se encuentran *Phthorimaea operculella*, *Symmetrichema tangolias* y *Tecia solanivora* (Pumisacho y Sherwood, 2002).

La polilla o también conocida como palomilla ocasiona daños en las hojas, tallo y tubérculo, en la fase de larva realizan galerías superficiales para poder ingresar a la papa y logran consumir en ocasiones parcial y totalmente el tubérculo, ocasionando pérdidas económicas para el agricultor (Herrera y Dangles, 2012) (Estay, 2008), pero que con la implementación de diferentes estrategias de manejo ha permitido tener un balance en el cultivo para evitar pérdidas de producción (Crissman et. al, 2002). Las estrategias más implementadas son: el huacho rosado, uso de parasitoides, aplicación de nemátodos entomopatógenos (Argotti et al., 2010) entre otros. A pesar de esto, a lo largo de los años el agricultor ha optado por usar insumos químicos para el control de la plaga y evitar pérdidas económicas.

Estudios realizados por el Centro Internacional de la Papa (CIP) han demostrado que el monitoreo de la palomilla de la papa mediante el uso de feromonas sintéticas logra disminuir la incidencia y severidad de la plaga en el cultivo; debido a que estas trampas interfieren en el apareamiento de la plaga y reducen las poblaciones de insectos en campo (Martínez, 2006).

Un estudio realizado en Chile con el fin de conocer la efectividad de las trampas a base de feromonas, han usado la metodología trampeo masivo y colocaron trampas desde la siembra hasta la cosecha donde obtuvieron como resultado la captura de 173 machos por hectárea con un 51% de tubérculos dañados, durante un año (Larraín et al., 2009).

En la provincia del Carchi se realizó un trabajo de monitoreo de palomillas en dos localidades Montufar y Huaca, con altitudes de 2 700 y 2 900 m.s.n.m. respectivamente. El nivel de daño que ocasionaron al tubérculo en Montufar fue el mínimo de 5% y el máximo de 24%, mientras que en Huaca no se registró incidencia de daños ya que los agricultores realizaron controles fitosanitarios para evitar el ataque de la plaga. En estas

localidades hubo la presencia de las tres especies *P. operculella*, *T. solanivora* y *S. tangolias* (Suquillo et. al, 2009).

1.2 Problema de investigación

La polilla o palomilla es una plaga que ataca al follaje, al sistema vascular (tallo) y principalmente causa daño al sistema subterráneo (tubérculo) en donde permanece hasta terminar su fase de larva alimentándose de la papa (Reyes, 2017). La infestación de la plaga no solo permanece en campo sino también en el almacenamiento. La mala apariencia del tubérculo afecta en la comercialización y ocasiona pérdidas económicas. No se puede utilizar como semilla ni para consumo humano o animal (Bonilla, 2012) .

La polilla es considerada como la plaga más perjudicial de la papa, logra reducir el rendimiento de producción hasta en un 30 % y destruir totalmente a los tubérculos en almacenamiento (Martínez, 2009). En 1996 se reportó la presencia de la plaga en la localidad del Chamizo, Cantón Montufar, desde esta zona se dispersó a las distintas localidades de la provincia del Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Pichincha (INEC, 2021). El ataque de palomilla causa pérdidas económicas irreversibles al agricultor, los tubérculos dañados por la polilla no pueden ser utilizados para semilla, consumo humano o animal reduciendo los ingresos del cultivador (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2011).

Mencionan Crissman et. al, (2002) que la presencia de la polilla ocasiona que los agricultores apliquen productos químicos al cultivo, siendo una alternativa para prevenir el ataque de la plaga. Según Ríos et al., (2019) indican que se han registrado más de 20 aplicaciones en el ciclo del cultivo lo que ocasionó el aumento de costos de producción de 30% a 55% para reducir los daños. El perjuicio que produce la palomilla al tubérculo obliga aplicar insecticidas en altas dosis aún sin tener un asesoramiento técnico y sin tomar en cuenta el umbral de daño económico que ocasionan estos productos que nocivos para la salud (Centro Internacional de la Papa, 2002).

El complejo de polillas o palomillas desconocen la mayoría de agricultores en la zona que se llevará a cabo la investigación, esto se debe a la falta de información emitida por las instituciones afines a la investigación agropecuaria. Ya que solo se han realizado evaluaciones en las provincias de Carchi, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo para analizar la presencia de esta plaga (Andrade et al., 2011).

1.3 Justificación

Esta investigación se llevó a cabo gracias a la colaboración del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el Centro Internacional de la Papa (CIP), los cuales brindaron asesoría técnica para aplicar los protocolos de monitoreo en la evaluación de la población de la polilla de la papa en la provincia de Imbabura, utilizando trampas con feromonas sintéticas atrayentes al macho de la palomilla.

Debido a la falta de estudios sobre la presencia de las distintas especies de polilla en la zona, conlleva a plantear un sistema de monitoreo indirecto y lograr verificar la dispersión

de la plaga y verificar la presencia de las tres especies de polilla en los cantones de Pimampiro (El Cielito), Ibarra localidad Yuracruz y la Esperanza, Cotacachi (Ugshapungo) y Otavalo (Muenala). La base de datos generada en cada localidad será registrada en el Modelado del ciclo de vida de los insectos (ILCYM), logrando una aportación global de la presencia de la polilla en la zona.

Esta investigación será un aporte que permitirá conocer la dinámica poblacional de la plaga en el cultivo de papa, la incidencia de daño en tubérculo y los manejos culturales y fitosanitarios que realizan los agricultores. Para luego proporcionar a los productores de papa un correcto control de la polilla en sus lotes.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar la población de la palomilla de la papa a través de trampas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la provincia de Imbabura.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la dinámica poblacional de *Phthoriamea operculella*, *Tecia solanivora* y *Symmetrischema tangolias* a través de trampas con feromonas en el cultivo de papa (*S. tuberosum* L.) en la provincia de Imbabura.
- Identificar las zonas con alta infestación de la palomilla de la papa en la provincia de Imbabura.
- Cuantificar el porcentaje de incidencia de la palomilla en tubérculos por localidad.
- Describir el manejo agronómico realizado por los productores en el cultivo de papa en la zona de estudio.

1.5 Preguntas directrices

- ¿Cuál es la dinámica poblacional de la plaga en las localidades de estudio?
- ¿Existe alguna zona con mayor presencia de la palomilla en la provincia de Imbabura?
- ¿Cuál es la incidencia de daño en tubérculos que se registra en cada localidad?
- ¿Realizan los agricultores un manejo agronómico al cultivo de papa?

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Origen e importancia de la papa en Ecuador

A mediados del siglo XVI los españoles llevaron la papa a Europa, se corrió el rumor de aquel cultivar por todas las zonas posibles y en el siglo XVII llegó América del Norte siendo su distribución mundial (Cabieses et al., 2014). Se fue considerando un alimento primordial para las personas, se dieron a conocer las primeras papas en Ecuador desde hace 6000 y 10000 años en el pasado las cuales son sembradas en las zonas de los Andes de América del Sur se dice que existe alrededor de 5000 especies de papa para ser cultivados en tanto en la actualidad solo se puede encontrar menos de 500 cultivares sembrados en las zonas de los Andes, la zona se halla a una altura de hasta los 4300 m.s.n.m, (Pumisacho y Sherwood, 2002).

La importancia en Ecuador radica en que la producción de papa se da en un total de 90 cantones del país, el consumo promedio de papa por persona al año es de 30 kg; se estima que alrededor de 250 mil familias dependen de este cultivo (Coral, 2016). La demanda nacional mencionada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, (2020) el 74% es solo para consumo doméstico, 9% el industrial y el 17% es para semilla, por ello cada 29 de junio se conmemora el día nacional de la papa.

2.2 Taxonomía de la papa

La papa pertenece a la familia de las solanáceas y se extiende por 149 países, es un cultivo importante a nivel mundial por el aporte nutricional que brinda a las personas (Molina et al., 2004). En la tabla 1 se presenta la clasificación botánica de la papa.

Tabla 1

Taxonomía de la papa (Solanum tuberosum L.)

Taxonomía	
Reino:	Plantae
Clase:	Angiospermae
Subclase:	Dicotiledónea
Orden:	Tubiflorales
Familia:	Solanaceae
Género:	<i>Solanum</i>
Especie:	<i>Solanum tuberosum</i> L.
Subespecies:	subsp. <i>phureja</i> subsp. <i>Andigena</i>

Fuente: Montaldo, (1984)

2.3 Ciclo vegetativo de la papa (Fenología)

Este cultivo presenta distintas etapas en donde aparecen o desaparecen órganos de la planta en su desarrollo. Es importante tomar en cuenta en qué momento se debe actuar para prevenir lesiones, enfermedades y plagas (Vignolia et al., 2017).

2.3.1 Dormancia o reposo de la semilla

Es el tiempo que ocurre desde la cosecha hasta la brotación. El tubérculo tiene un periodo de 2 a 3 meses y la semilla (sexual) un tiempo de 4 a 6 meses. La dormancia puede ser interrumpida por heridas o daños causados por enfermedades o fitoplasmas (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria [INTA], 2004).

2.3.2 Fase de emergencia

Se trata de la aparición de las primeras hojas que se encuentran sobre la superficie del suelo, el tubérculo rompe la dormancia para poder generar los nuevos brotes, la emergencia se da de los 10 a 15 días y su desarrollo dependerá de las condiciones del suelo y climáticas y de la semilla utilizada (Punina, 2013).

2.3.3 Fase de formación de estolones

Comienza cuando las yemas de la parte subterránea de los tallos inician su crecimiento de forma horizontal de manera que sus ramificaciones son laterales, es un proceso que puede acelerarse por métodos mecánicos o químicos causando un crecimiento múltiple ocurre de los 35 a los 40 días después de la siembra (Áviles y Piedra, 2016).

2.3.4 Fase de inicio de floración

Lo principal es que aparecen los primeros botones florales, el pedúnculo floral y la inflorescencia los cuales crecen cuando el tallo principal finalizó su etapa de crecimiento he inicia la floración. La floración en algunas variedades se relaciona con el comienzo de la tuberización y ocurre a los 60 días dependiendo de la variedad (Coral, 2016).

2.3.5 Fase de tuberización

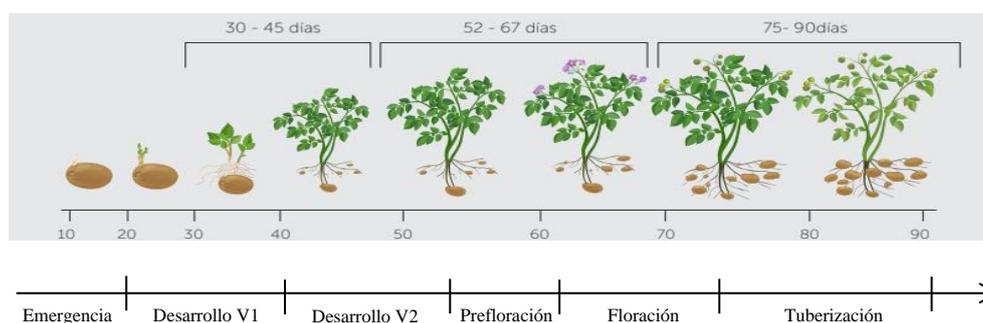
Se da a partir del aumento de los tubérculos que están en los estolones. Este aumento o engrose comienza cuando la planta asimila a los foto asimilados que bajan hacia los estolones y se acumulan en forma de almidón, este periodo puede coincidir con la floración dependiendo de la variedad, se da a los 90 días (Áviles y Piedra, 2016).

2.3.6 Fase de maduración

Empieza cuando la parte superior de la planta alcanza su desarrollo e inicia el proceso de senescencia, donde las hojas se tiñen de un color amarillento. Una señal fisiológica para saber si la planta maduró es cuando se presiona al tubérculo y no pierde su cáscara es un buen indicador, se da de los 100 a los 120 días dependiendo de la variedad, factores climáticos y suelo (Vignolia et al., 2017)

Figura 1

Ciclo del cultivo de la papa



Fuente: Rikolto, (2022)

2.4 Plagas del cultivo

Las plagas son dañinas para los cultivos y son atraídas a estos por medio de factores ambientales que atacan en el proceso de crecimiento y hasta en ocasiones llegan a causar perjuicios en el almacenado, son atraídos por el cambio climático que se vive a nivel mundial tanto de factores bióticos como abióticos (Pumisacho y Sherwood, 2002).

2.4.1 Etapa de Emergencia

El gusano blanco afecta al cultivo de papa desde la fase de emergencia hasta la cosecha más conocido como gusano blanco o gorgojo de los andes (*Pemnotrypes* spp.) (Barragán et. al, 2005).

2.4.2 Etapa de Desarrollo

Durante esta etapa se presentan las siguientes plagas: *Pemnotrypes vorax*, *Epitrix* spp., *Frankliniella tuberosi*, *Bactericera cockerelli*. La principal enfermedad durante el desarrollo del cultivo de papa es el tizón tardío, provocado por: *Phytophthora infestans*, y dependiendo de los manejos agronómicos como aporques y deshierbes se puede presentar *Puccinia pittieriana* (Egúsquiza y Catalán, 2011).

2.4.3 Etapa de Floración

Se tiene la presencia de insectos como *Liriomyza* spp. (Montesdeoca, 2005).

2.4.4 Etapa de Tuberización

Se evidencia plagas como *Tecia solanivora*, *Symmetrischema tangolias*, *Phthorimaea opercuella* (Lacey y Kroschel, 2009).

2.4.5 Etapa de Maduración

En el almacenaje se debe evitar la presencia de plagas como: *Tecia solanivora*, *Symmetrischema tangolias*, *Phthorimaea operculella* (Pumisacho y Velásquez, 2009).

2.5 Polilla o palomilla

La palomilla o polilla (Lepidóptera: Gelechiidae) de la papa (*Solanum tuberosum* L.) es un insecto plaga que ataca al follaje, al sistema vascular (tallo) y causa daño al sistema subterráneo, tubérculo (Vitta, 2017). Este insecto es originario de Guatemala y se diseminó a Venezuela en 1983 por medio de semillas contaminadas, en 1985 llegó a Colombia y en 1986 logró ingresar a Ecuador a la provincia del Carchi (Pumisacho y Sherwood, 2002).

El Centro Internacional de la Papa (CIP, 2013) menciona que existen tres especies de la palomilla que atacan al cultivo de papa las cuales son: *Phthorimaea operculella*, *Symmetrichema tangolias* y *Tecia solanivora*.

2.5.1 Daños que ocasionan las especies de polilla

- Hojas: La palomilla de la papa se posa en la hoja y realiza orificios pequeños en ella, este daño ocasionado por la plaga no es de suma importancia en el cultivo (Cortez y Hurtado, 2002).
- Tallos: Las larvas entran por las axilas provocando la caída de las hojas dejando los tallos completamente vacíos (Cabieses et al., 2014).
- Tubérculos: Esta plaga realiza galerías de manera desigual dañando los tubérculos de la papa y aumentando el umbral económico significativamente (Montesdeoca, 2005).

2.5.2 Condiciones óptimas de la plaga

Temperatura

Esta plaga se encuentra en un estado de confort cuando la temperatura es de 20 a 24°C, la palomilla a llegado adaptarse con facilidad siendo las temperaturas de 10 a 24°C óptimas para su desarrollo (Estay, 2008). En la tabla 2 se muestra las temperaturas en que se desarrolla la polilla.

Tabla 2

Cálculo del número de generaciones por año de la polilla para cuatro temperaturas

Temperatura (°C)	Duración del desarrollo de huevo a adulto (días)	Número hipotético de generaciones en un año
30	22	16
25	32	11
20	58	6
15	105	3

Fuente: Estay (2008).

Humedad relativa

Esta cifra puede variar desde los 20 hasta el 83% dependiendo de la zona que se encuentre la plaga incidiendo en el cultivo (Báez et al., 2016).

2.5.3 Etapas fenológicas que afecta la plaga

Comienza desde la semilla si fue infectada, en el proceso de crecimiento vegetativo, cosecha y hasta luego de ser almacenadas debido a cambios de temperaturas en el medio (Barragán et al., 2005).

2.5.4 Infestación

La palomilla en su fase de larva ataca al cultivo de papa en la etapa de tuberización ocasionando galerías dentro y fuera del tubérculo, la plaga ataca en campo y almacenamiento (Áviles y Piedra, 2016).

2.5.5 Manejo de la plaga

Se debe realizar buenas prácticas agrícolas (BPA) como: limpiar el lote quitando el rastrojo de la cosecha anterior, quitar malezas, utilizar semilla certificada, tener una buena profundidad al momento de sembrar sin exponer a la semilla a daños, utilizar trampas con feromonas, usar insecticidas, realizar una buena cosecha y también es recomendable usar plantas repelentes para prevenir a esta plaga (Cisneros, 2014).

El control en el campo para poder evitar la aparición de la plaga es realizar una buena remoción de tierra usando arado y rastras varias veces. Al momento de la siembra se debe asegurar que la semilla quede a 15 cm de profundidad para que la polilla no pueda infectarla. También se debe realizar aporques altos en lugares donde ya hubo infestación, evitar que el suelo se agriete y finalmente se recomienda usar insecticidas como Clorpyrifos, Carbofuran e Imidacloprid para controlar las poblaciones de la palomilla (Toledo, 2016).

1.6 Estadios de la palomilla de la papa

1.6.1 Especie 1: *Phthorimaea operculella*

Su nombre científico es *Phthorimaea operculella* descrita por Zeller en 1983, perteneciente al orden Lepidóptera de la familia Gelechiidae que tiene como hospedero principal a la papa, tomate, pimiento, pepino dulce entre otros de la familia de las Solanáceas la cual tiene cuatro estadios que son huevo, larva, pupa y adulto (Vitta, 2017).

1.6.1.1 Taxonomía

Según Ojeda y Castro (1972) este insecto fue clasificado en 1942 de la siguiente manera:

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Hexapoda

Orden: Lepidoptera

Sub-orden: Frenatae

División: Heteroneura

Super familia: Gelechioidea

Familia: Gelechiidae

Tribu: Gnorimoschemini

Género: *Pthorimaea* (Meyrick, 1902)

Especie: *Pthorimaea operculella* (Zeller, 1873)

1.6.1.2 Ciclo de vida

Pthorimaea operculella o comunmente conocida como palomilla de la papa, tiene 4 fases de desarrollo que son:

Huevos

Son de color blanco cremoso de un tamaño aproximado de 0.5 mm con una longitud de 0.32 mm de ancho tomando en cuenta desde la mitad del huevecillo (figura 2), los cuales son ovopositados en el envés de la hoja, tallos, brotes en tubérculos, cerca de las yemas y hasta en depósitos utilizados como almacenes para guardar semillas. Los cuales eclosionan a los 5 días para pasar a la siguiente fase (Larraín, 2001).

Figura 2

Huevo de la palomilla de la papa



Fuente: Centro Internacional de la Papa, (2013)

Larva

Luego de eclosionar el huevo se torna de blanco a verde en todo su desarrollo, luego se hace de un color verde intenso (figura 3) y en su lomo aparece una mancha de color rosa, tiene un tamaño de un milímetro y en su desarrollo alcanza a medir 1.5 cm de largo haciendo énfasis la cabeza que es de color café oscuro. Su tiempo de duración de 13 a 33 días (Vitta, 2017).

Figura 3

Larva de la palomilla de la papa



Fuente: Pérez y Forbes, (2015)

Pupa

Su tamaño es de cinco a ocho milímetros de largo (figura 4), suelen estar en el follaje de la planta o en los tubérculos tomando un color café verdoso en esta fase, su estadio pupal dura de 10 a 33 días encontrándose las pupas en el suelo o en la planta (Egúsquiza y Catalán, 2011).

Figura 4

Pupa de la palomilla de la papa



Fuente: Estay, (2008)

Adulto

Ya la polilla llega a medir tan solo 1.5 cm (figura 5) con sus alas abiertas teniendo de largo 0.8 a 1.0 cm, sus alas son de un color café con plomo y tiene unos puntos de color negro; su máximo de temperatura llega a ser de 25°C para que pueda crecer en tanto a si su temperatura es menor de los 11°C podría cortar su desarrollo. Su estadio en el cultivo puede durar aproximadamente 10 días (Cisneros, 2014).

Figura 5

Estado adulto de la palomilla de la papa



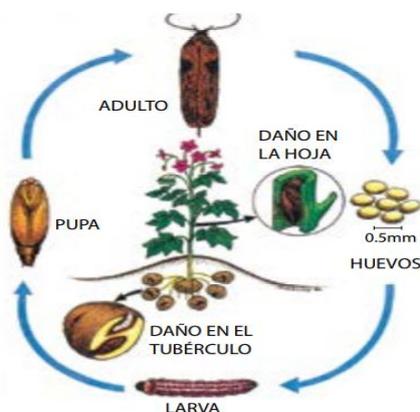
Fuente: Centro Internacional de la Papa, (2013)

1.6.2 Especie 2: *Symmestrichema tangolias*

Fue caracterizada por Gyen en 1913, las hembras adultas ponen aproximadamente 140–185 huevos, en las axilas de las hojas de la papa. Las larvas que ya están desarrolladas generalmente abandonan el medio de alimentación y crean un capullo de seda sobre la epidermis de la planta, la pupa ocurre dentro de los tubérculos y tallos de la planta, lo que puede ser difícil de detectar en el tubérculo común de la papa y así su ciclo de adulto continua hasta infestar y ocasionar daños irreparables en el cultivo (Sporleder et al., 2013). En la figura 6 se observa el ciclo de esta plaga.

Figura 6

Ciclo biológico de la *S. tangolias*



Fuente: Vitta (2017)

1.6.2.1 Taxonomía

Según Hodges y Osmark (1990) se clasificó de la siguiente manera:

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Hexapoda

Orden: Lepidoptera

Sub-orden: Frenatae

División: Heteroneura

Super familia: Gelechioidea

Familia: Gelechiidae

Tribu: Gnorimoschemini

Género: *Symmetrischema* (Povolny, 1967)

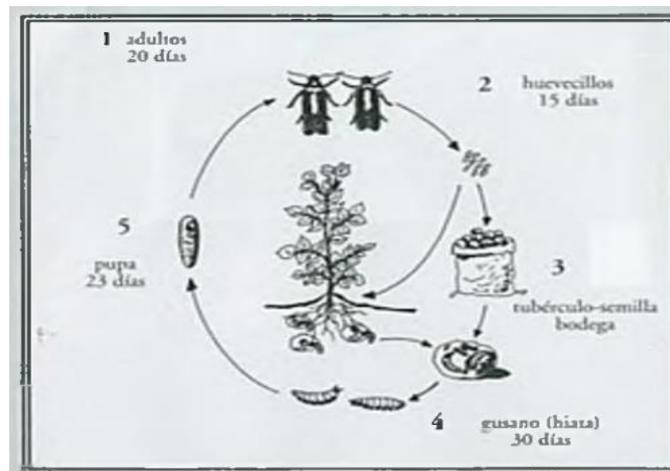
Especie: *Symmetrischema tangolias* (Gyen, 1913)

1.6.3 Especie 3: *Tecia solanivora*

Es una plaga que afecta tanto en campo como en almacenamiento de la semilla, es un *Lepidóptero* de la familia *Gelechiidae* fue descrita por Povolny en 1973, esta polilla se alimenta de los tubérculos de la papa. En la figura 7 se puede observar el ciclo biológico de esta palomilla. Su ciclo se desarrolla al momento que la hembra coloca los huevos eclosionan en 15 días y comienzan a salir los gusanos y entre los 25 y 30 días luego de su desarrollo se convierte en pupa para a su vez transformarse en adulto (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2019).

Figura 7

Ciclo biológico de la polilla de la papa *T. solanivora*



Nota. En la imagen se ve cómo se desarrolla la *Tecia solanivora*.

Fuente: INIAP (2006)

1.6.3.1 Taxonomía

Según Araque (1993) indica en su revisión bibliográfica corresponde a la siguiente clasificación:

Orden: Lepidóptera

Sub orden: Dytrisea

Super familia: Tineoidea

Familia: Gelechiidae

Tribu: Gnorimoschemini

Genero: *Tecia* (Povolny, 1973)

Especie: *Tecia solanivora* (Povolny, 1993)

1.7 Sistemas de monitoreo

La prevención rápida de esta plaga es de gran importancia para evitar daños y tener una pérdida económica para el agricultor, es por eso que se deben realizar aplicaciones de monitoreos masivos, al azar y en estaciones o grupos para controlarla (Larraín, 2001).

2.7.1 Monitoreo masivo

Es un control directo, donde se busca capturar una gran cantidad de individuos de la plaga, en el caso de los lepidópteros, en las trampas se colocan feromonas sexuales, para atrapar a los machos evitando la copula (González et al., 2004).

2.7.2 Monitoreo al azar

Se realiza para detectar anticipadamente la presencia de insectos plaga dentro de la unidad productiva. En caso de localizar un foco de plagas o enfermedad se debe monitorear por separado y analizar los resultados obtenidos de manera individual (Ripa y Larral, 2008).

2.7.3 Monitoreo en estaciones o grupo de plantas

Primero se selecciona un grupo de plantas homogéneas que se encuentren en el terreno y se coloca señales que permitan realizar un seguimiento de la fluctuación de las plagas y realizar un determinado manejo, enemigos naturales, evento climático y fenología de la planta (Ripa y Larral, 2008).

1.8 Manejo integrado de palomilla

Entre los manejos integrados para el control de la palomilla de la papa están los controles químicos, culturales y etiológicos.

2.8.1 Control químico

El uso de agroquímicos e insecticidas en la actualidad es de gran relevancia por los agricultores para mantener inocuos sus cultivos de plagas y enfermedades que se presentan durante el ciclo vegetativo. Sin embargo, el uso de químicos para controlar la palomilla de la papa incrementa las pérdidas económicas, intoxicaciones y aumentan los costos de producción, teniendo un sistema desfavorable que el insecto llega a tomar resistencia al producto aplicado (Iannacone y Lamas, 2003).

2.8.2 Control cultural

Las prácticas culturales son necesarias, es así como las Buenas Prácticas Agrícolas (BPM) indican que hay que seguir los siguientes pasos para el manejo adecuado de la plaga: tener una libre de campo teniendo anotaciones de fechas de siembra y cosecha, programas de irrigación, profundidad correcta de plantación teniendo como mínimo 15cm, eliminación de focos de infección, realizar rotación de cultivos y el control físico con barreras repelentes o insectos benéficos para el cultivo (Cisneros, 2014).

2.8.3 Control biológico

Al momento se conoce algunos controladores biológicos para *P. operculella* de los cuales se tiene como diferentes alternativas de control como el uso de *Bacillus thuringiensis Berliner* (BT), parasitoides, virus de la granulosis (granulovirus de *P. operculella*) y el uso de un hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Cuartas, 2006).

2.8.4 Control etiológico

La etiología estudia el proceso de los animales con el medio les rodea, utiliza procesos de dominio que ayudan a tener énfasis frente a comportamientos que son únicos de los insectos se determinan por estímulos ya sean de manera química, física y mecánica usando feromonas sintéticas en trampas realizando monitoreos y detectar las infestaciones de plagas de manera controlada (Cisneros, 2005).

1.9 Tipos de trampas

Es recomendable utilizar trampas que sean de agua cebadas con dedales de goma pegados a la feromona de preferencia de color amarillo para atrapar a los adultos machos, de manera general se recomienda colocar trampas al borde del lote y dependiendo la extensión de hectáreas, en almacén de 1 a 2 trampas por 10m². Por lo general la hormona dura un año, pero es necesario cambiarla cada seis meses o por época de plantación del cultivo (Cuartas, 2006).

2.9.1 Trampas con feromonas

Contienen sustancias adherentes (sintéticas) las cuales provocan una respuesta de atracción hacia los insectos, son específicas para cada especie y logran controlar la dispersión de la plaga en el cultivo (Ripa y Larral, 2008).

2.9.2 Feromona sexual

Es una sustancia química que es volátil, la hembra la produce de manera íntima para atraer al macho y lograr copular, no tiene efectos nocivos hacia controladores biológicos, es específica para cada especie, no es tóxica y se emplea en MIP para monitoreo de la plaga, control directo mediante trampeo masivo y control indirecto mediante la interrupción de la copula (Gutiérrez, 2011).

Según Báez y Gallegos (2013) los componentes de las feromonas sexuales son los siguientes: *T. solanivora* - acetato 3-Dodecenil (Isomero E3-12AC 98% y Z3-12-AC 2%), *S. tangolias* - 2:1 mezcla de (E,Z)-3,7-tetradecadien-1-ol acetato y (E)-3-tetradecen-1-ol acetato y *P. operculella* - Componente 1: (E, Z, Z) trans-4, cis-7, cis-10 tridecatrienyl acetato, componente 2: (E, Z) trans-4, cis-7-tricadienyl acetato, cabe mencionar que estos componentes se encuentran a nivel comercial y se venden por separado. Solo las feromonas sintéticas tienen juntos estos compuestos para la atracción del macho de la polilla de la papa y lograr la atracción de las palomillas en trampas con feromonas.

2.10 Marco legal

La presente investigación se encuentra ligada en los artículos y leyes que se rigen en el estado ecuatoriano. Como por ejemplo en el Art. 13 de la constitución de la República del Ecuador dice que las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria (Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, 2008).

En el Art. 3 establece que se emita e implemente la norma “Buenas Prácticas Agropecuarias (BPA)” y se desarrollen los procesos de seguimiento, monitoreo y actualización permanentes y Art. 4 literal d) Diseñar, implementar y promover la norma “BPA”, que comprende el conjunto de prácticas y procedimientos productivos que se orientan a garantizar la calidad, inocuidad, protección del ambiente y la salud de los trabajadores agropecuarios, integrando en la misma los diversos requerimientos de la normativa internacional (Agencia de Regulación y Control Fitosanitario [AGROCALIDAD], 2013).

Además, en el Art. 21 de la ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria, menciona que el control fitosanitario en los términos de esta ley es responsabilidad de AGROCALIDAD y tiene finalidad prevenir y controlar el ingreso, establecimiento y la diseminación de plagas que afecten a los vegetales, productos vegetales y artículos reglamentados que representen riesgo fitosanitario. El control fitosanitario y sus medidas son de aplicación inmediata y obligatoria para las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, dedicadas a la producción, comercialización, importación y exportación de tales plantas y productos (Asamblea Nacional, 2008).

CAPITULO III

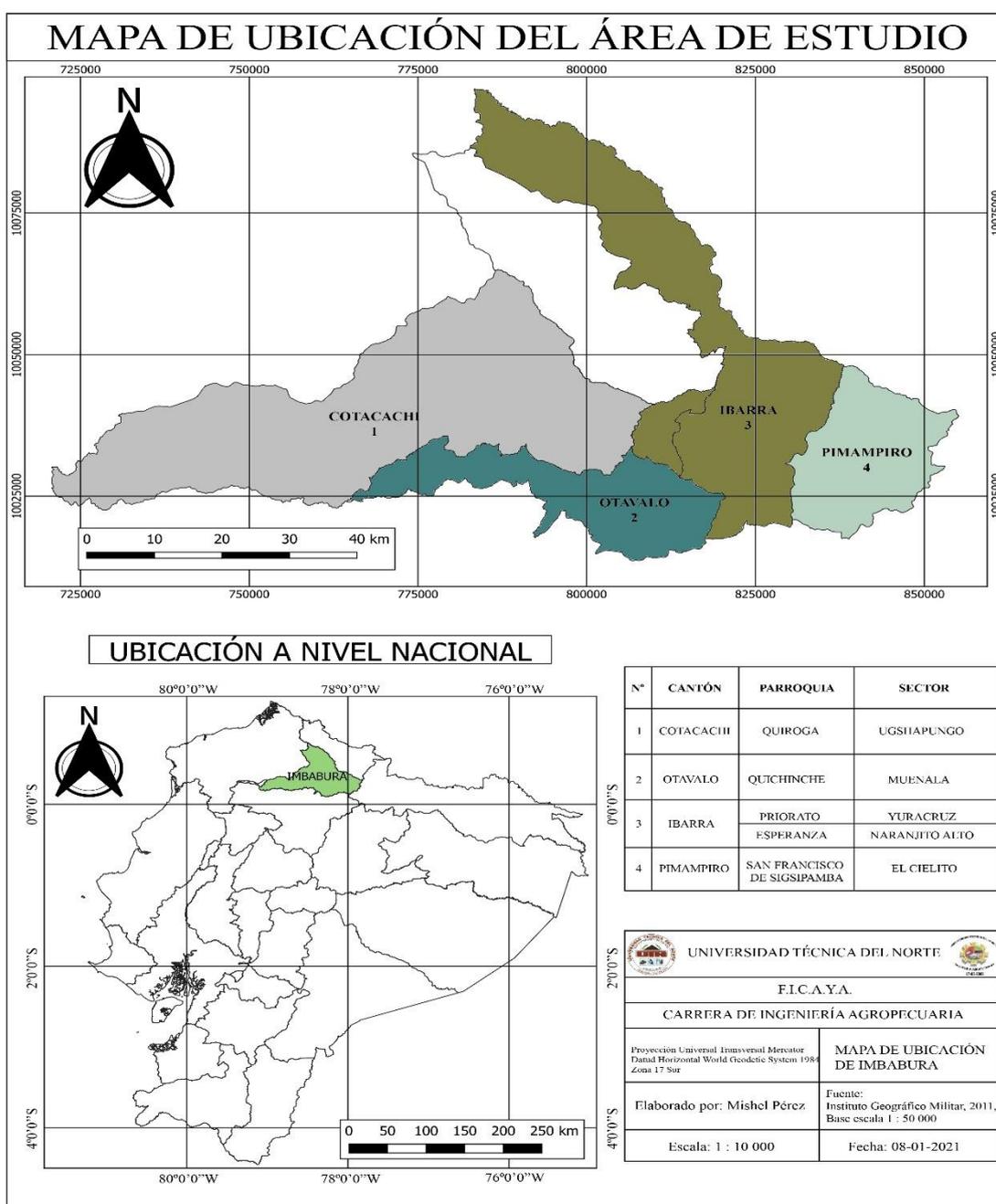
MARCO METODOLÓGICO

3.1 Descripción del área de estudio

La presente investigación se realizó en la provincia de Imbabura, en los cantones de Cotacachi, Otavalo, Ibarra y Pimampiro (Figura 8). En cada cantón se identificaron los sectores con mayor producción de papa (*Solanum tuberosum* L.), y se seleccionaron cinco lotes en conjunto con el INIAP.

Figura 8

Mapa de ubicación del área de estudio



3.2 Materiales y equipo

Los materiales utilizados durante la fase de investigación se detallan en la tabla 3:

Tabla 3

Materiales y equipos usados en la investigación

Materiales de campo	Equipos	Software
Libreta de campo	Cámara fotográfica	InfoStat
Feromonas	Computador	Excel
Colador	Celular	Word
Botellas de plásticos		NASA power project
Estacas		
Frascos de plástico		
Clavos		
Alambre		
Deja		
Sujetadores		
Balde plástico		

3.3 Métodos

La presente investigación es considerada como descriptiva aplicada al campo, en donde se evaluó la dinámica poblacional de tres especies de palomilla (*T. solanivora*, *S. tangolias* y *P. operculella*) en los distintos lotes de papa de los cantones Cotacachi, Otavalo, Ibarra y Pimampiro; mediante el uso de trampas con feromonas en los cultivos.

3.3.1 Unidad muestral

En la tabla 4 se identifica cada unidad muestral realizada en la provincia de Imbabura.

Tabla 4

Datos de los lotes evaluados en la investigación

Parroquia	Cantón	Localidad	Altitud m.s.n.m.	Lote en m²
Quiroga	Cotacachi	Ugshapungo	3045	10 356
Quichinche	Otavalo	Muenala	3060	9 897
Esperanza	Ibarra	Naranjito alto	2794	4 220
Priorato	Ibarra	Yuracruz	3275	10 205
San Francisco de Sigsipamba	Pimampiro	El Cielito	3015	8 138

3.3.2 Análisis estadístico

Los análisis estadísticos descriptivos se realizaron a través del programa InfoStat versión 2019 mediante media, coeficiente de variación y error estándar, gráficos y análisis de la

varianza para comparar la dinámica poblacional de las tres polillas de papa en los lotes en estudio durante el ciclo del cultivo.

3.3.3 Variables evaluadas

- Dinámica poblacional (número de machos)

Se colocó tres trampas al borde del lote, las cuales contenían agua jabonosa también contenían feromonas sintéticas atrayentes para cada especie de palomilla. Cada 15 días se recolectó y contabilizó el número de individuos capturados (figura 9), además se cambió el agua y se limpió la trampa, finalmente se recolectó muestras de palomillas vivas en frascos de plástico con alcohol al 70% para poder diferenciarlas.

Figura 9

Conteo de polillas presentes en las trampas con feromonas



- Porcentaje de incidencia de daños en el tubérculo de la papa

Se evaluó hasta la cosecha, y se tomó de cada lote una muestra de 100 papas (figura 10) en forma aleatoria que cubrió todo el lote; y se diferenciaron los tubérculos dañados de los sanos. Luego se realizó comparaciones entre localidades con los datos obtenidos y se analizó en qué localidad hubo más daños en los tubérculos. Para evaluar el porcentaje de incidencia se utilizó la ecuación 1 propuesta por Ríos y Baca (2003).

$$(1) \% \text{ Incidencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de tubérculos dañados}}{\text{N}^\circ \text{ total de tubérculos}} \times 100$$

Figura 10

Identificación de los tubérculos de papa dañados



- Temperatura y precipitación

Durante todo el ciclo vegetativo de la papa, se registraron datos diarios de temperatura y precipitación de cada una de las localidades, esto se realizó usando la base de datos del programa NASA power project. Estos datos se recolectaron para analizar las condiciones climáticas que se adapta la polilla.

3.4 Manejo del experimento

3.4.1 Selección de lotes

La selección de lotes (figura 11) se realizó en conjunto con el INIAP y para ello se recorrió los cuatro cantones (Otavalo, Ibarra, Cotacachi y Pimampiro) de la provincia de Imbabura y realizó la selección de las cinco áreas de estudio pertenecientes a pequeños productores.

Figura 11

Selección de lotes en la provincia de Imbabura



3.4.2 Encuesta

Al productor de cada lote seleccionado se realizó una encuesta (anexo 1) antes de iniciar el estudio y durante el transcurso del monitoreo del cultivo, en donde se registró información sobre las actividades agronómicas del cultivo como: riego, limpieza, aporques, procedencia de semillas, controles fitosanitarios, entre otros (figura 12).

Figura 12

Encuesta realizada a los productores de cada lote



Nota: a. Manejo agronómico, b. Controles fitosanitarios

3.4.3 Manejo de trampas

De acuerdo con los protocolos de monitoreo emitidos por INIAP, se armó las trampas con botellas plásticas de cinco litros. Se realizó dos orificios a cada lado, el uno tuvo un diámetro de 10 cm mientras que el otro fue de 8 cm. Se colocó la feromona suspendida con un alambre dentro de ella y se llenó con agua jabonosa hasta unos 5cm antes de llegar al filo del orificio de diámetro grande (figura 13).

Figura 13

Colocación y armado de trampas



En cada lote se colocó tres trampas y dependiendo del área del lote se realizó la distancia entre trampas; pues según el protocolo del INIAP no existe una distancia específica para su colocación (figura 14).

Figura 14

Ubicación de las trampas en cada lote de ensayo



Para cada especie de polilla se colocó una feromona específica que atraiga a los machos adultos y para ello se instaló una trampa de cada especie en el campo al borde del lote (figura 15).

Figura 15

Machos adultos colectados en las trampas



El monitoreo se realizó cada 15 días, en cada área estudio durante el desarrollo del cultivo, desde la siembra hasta la cosecha. En cada monitoreo se realizó el conteo y registró del número de adultos capturados (anexo 2), y después se procedió a cambiar el agua colocada en cada una de las trampas. Esta feromona tiene una duración de un año aproximadamente según las indicaciones de fábrica (figura 16).

Figura 16

Conteo del número de machos adultos capturados



3.4.4 Identificación de insectos en trampas

Una vez realizado el conteo de insecto, se procedió a recolectar tres insectos por especie en frascos de plástico que contenían alcohol al 70% para identificar y diferenciar cada especie (figura 17).

Figura 17

Especies de polilla *P. operculella* *T. solanivora* y *S. tangolias*



3.4.5 Manejo del cultivo

- **Deshierbe y medio aporque:** se realizó a los 40 y 45 dds, consistió en retirar la hierba del cultivo y apilar la tierra a los lados del surco para que planta quede alta y recta conforme va creciendo.
- **Aporque:** se realizó a partir de los 90 a 100 días después de la siembra, se alza nuevamente el surco para evitar que la planta se acame. Esto favorece en el crecimiento vertical de las plantas, el desarrollo de las raíces evita la contaminación de enfermedades, permite eliminar malezas y gusanos de tierra y oxigena al suelo.

- **Fertilización:** se llevó a cabo en las localidades de Muenala, Ugshapungo, El Cielito y Yuracruz con la utilización de N-P-K-Mg-S-auxinas, yara complex, 18-46-0 y muriato de potasio, yara rafos y sulfomag en la etapa de emergencia
- **Controles fitosanitarios:** para el control de plagas en el cultivo se aplicó productos químicos (tabla 5) como una alternativa de prevenir el ataque de insectos.

Tabla 5

Insecticidas usados en los controles fitosanitarios en la investigación

Ingrediente activo	Dosis/litros	Punto de acción
Abamectin	200 cm ³ /150	Sistema nervioso y muscular
Acefato	300 g/100	Sistema nervioso
Carbosulfan	500 cm ³ /400	Sistema nervioso
Clorpirifos	400 cm ³ /350	Sistema nervioso
Chlorfenapyr	200 cm ³ /200	Metabolización de la energía
Diflubenzuron	200 cm ³ 200	Regulación del crecimiento
Dimethoate	330 cm ³ /200	Sistema nervioso
Fipronil	250 cm ³ /200	Sistema nervioso
Hexythiazox	250 cm ³ /100	Regulación de crecimiento
Imidacloprid	250 cm ³ /200	Sistema nervioso
Malathion	500 g/200	Sistema nervioso
Methomil	100 g/100	Sistema nervioso
Profenofos	330 cm ³ 200	Sistema nervioso
Tiametoxan	250 cm ³ /200	Sistema nervioso

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

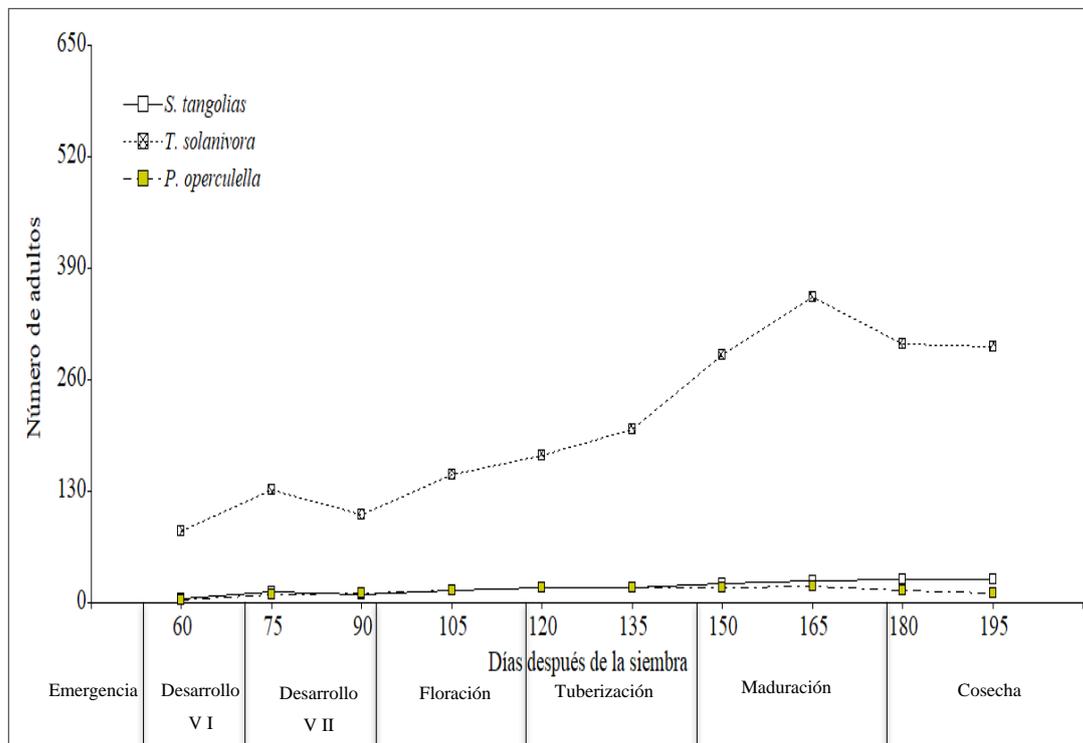
4.1 Localidad El Cielito – Pimampiro

4.1.1 Dinámica Poblacional

En la comunidad El Cielito se evidenció las tres especies de polilla en papa, en donde *T. solanivora* fue la especie que registró la mayor población con un 21%; mientras que *S. tangolias* obtuvo un 2% y *P. operculella* presentó un 1%, siendo la especie con menor población en el monitoreo realizado en la localidad (figura 18).

Figura 18

Dinámica poblacional de las tres especies de polilla en el cultivo de papa



En la Figura 18 se observa que en la etapa de Emergencia no hubo presencia de polillas en el cultivo de papa. A los 60 días después de la siembra (dds) se pudo contabilizar a las tres especies de palomilla, teniendo en cada trampa un total de cinco de *Symmetrischema tangolias*, 83 de *Tecia solanivora* y cuatro de *Phthorimeaea operculella*. En la etapa de Desarrollo Vegetativo II *T. solanivora* a los 75 días aumenta su población a 132 individuos, así como *P. operculella* tuvo 10 y *S. tangolias* 13 machos en trampa. A los 90 días se evidencia un menor número de individuos en trampas, teniendo *S.t.* tres, *P.o.* 10 y 103 *T.s.*

A los 105 días en la etapa de Floración se tiene un incremento de 149 palomillas de *Tecia* y 15 tanto de *Symmetrischema* como *Phthorimeaea*. En la etapa de Tuberización a los 120 días las distintas especies aumentan en cantidades mínimas de 18 *S. tangolias*, 172 de *T. solanivora* y 17 de *P. operculella*; en tanto a los 135 días se contabilizó 203 polillas de

Tecia solanivora y 18 individuos tanto de *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*.

En la fase de Maduración a los 150 días después de la siembra se registró en *T.s.* 289 polillas, en *P.o.* se encontró nuevamente 18 individuos y *S.t.* hubo 22. Mientras que a los 165 se observa un aumento en las tres especies, encontrándose 356 de *Tecia*, 20 de *Phthorimaea* y 25 de *Symmetrischema*. Con respecto a los 180 días se tiene menos de polillas encontradas en las trampas de *Tecia solanivora* 302 y *Phthorimaea operculella* 15, mientras que *Symmetrischema tangolias* se contabilizó 27 palomillas.

Con respecto a los 195 días en la etapa final del cultivo que es la Cosecha, se obtuvo 298 individuos de *Tecia solanivora*, 27 de *Symmetrischema tangolias* y 12 de *Phthorimaea operculella*. Teniendo un número total para cada especie de polillas en El Cielito de *P.o.* 137, 180 de *S.t.* y de *T.s.* 2 082 palomillas; siendo esta especie la que se evidenció en mayor cantidad.

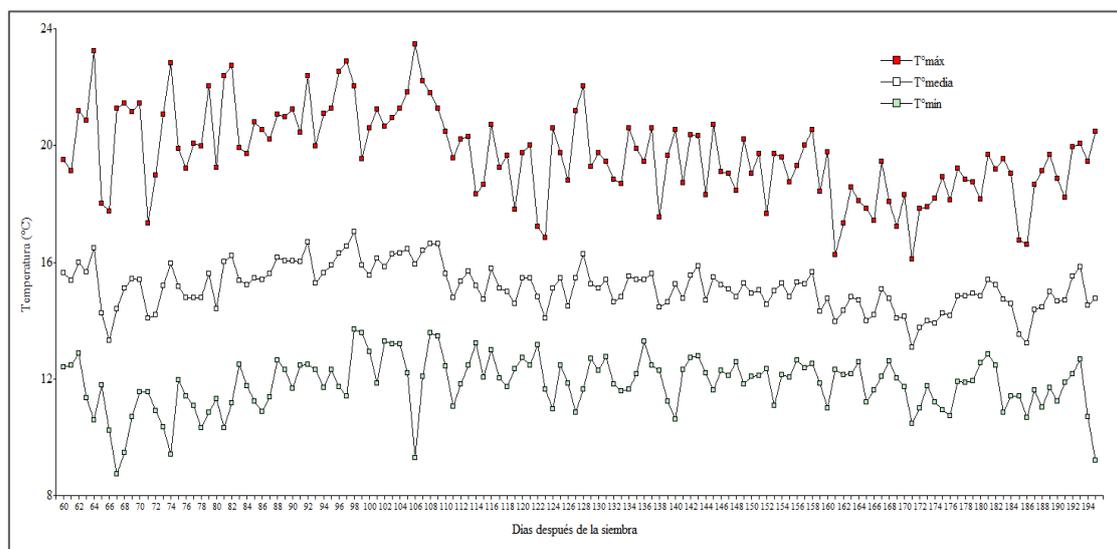
4.2.2 Temperatura

En la localidad El Cielito las temperaturas máximas diarias se registraron a los 64, 74, 82 y 106 días después de la siembra (dds) (22 de septiembre, 2 y 10 de octubre y 3 de noviembre del 2020) 23.23, 22.84, 22.75 y 23.47 °C respectivamente. Las temperaturas máximas se dieron en las etapas de Desarrollo Vegetativo I y II, donde hubo un 37 y 66% de *Tecia solanivora*, 50 y 44% de *Symmetrischema tangolias* y un 50 y 38% de *Phthorimaea operculella* respectivamente (figura 19).

Además, las temperaturas mínimas fueron en las etapas de Desarrollo Vegetativo I, II y floración, se registraron a los 67, 74, 106 y 195 dds (25 de septiembre, 2 y 3 de octubre del 2020 y el 31 de enero del 2021) con 8.72, 9.4, 9.3 y 9.21 °C respectivamente (figura 19).

Figura 19

Fluctuación de la temperatura en el transcurso del cultivo de papa.

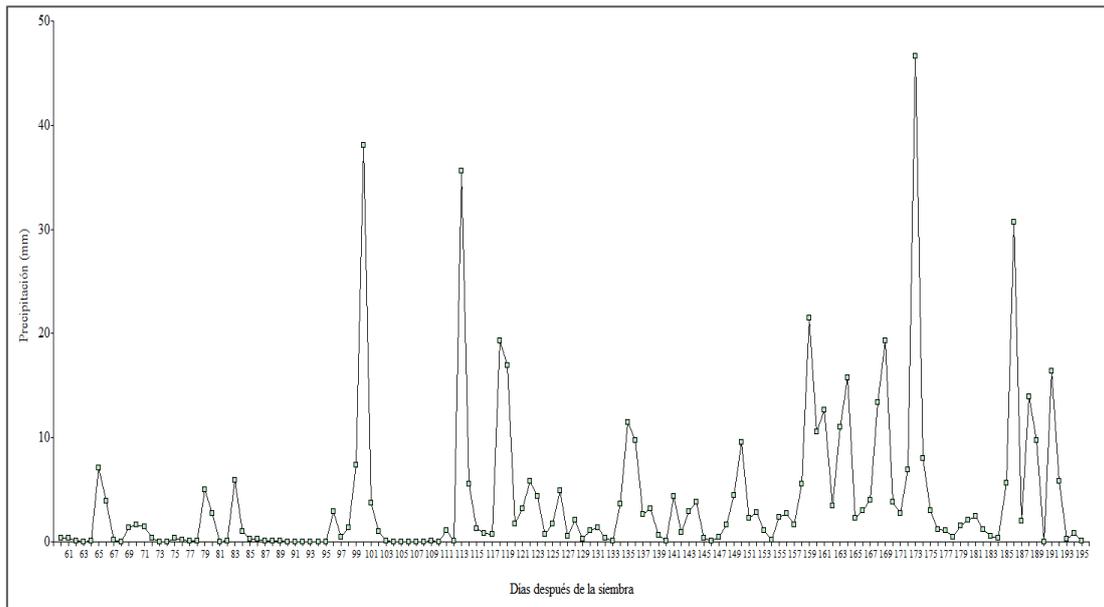


4.2.3 Precipitación

Por otra parte, los datos de precipitación en la localidad El Cielito se registraron entre el 18 y 21 (octubre 2020) y del 1 al 7 dds (noviembre 2020) con 0.01 mm y la mayor fue a los 173 dds (9 de enero del 2021) con 46.67 milímetros. También se registraron precipitaciones altas a los 100 y 113 dds (28 de octubre y 10 de noviembre del 2020) con 38.10 y 35.64 mm respectivamente (figura 20).

Figura 20

Fluctuación de las precipitaciones en el transcurso del cultivo de papa



Se puede observar que las precipitaciones altas dadas en localidad no influyeron sobre las poblaciones de las tres especies de polilla. En la figura 18 se evidencia que en el transcurso del ciclo los individuos solo tienden a incrementar sin presentar descensos en las etapas fenológicas del cultivo.

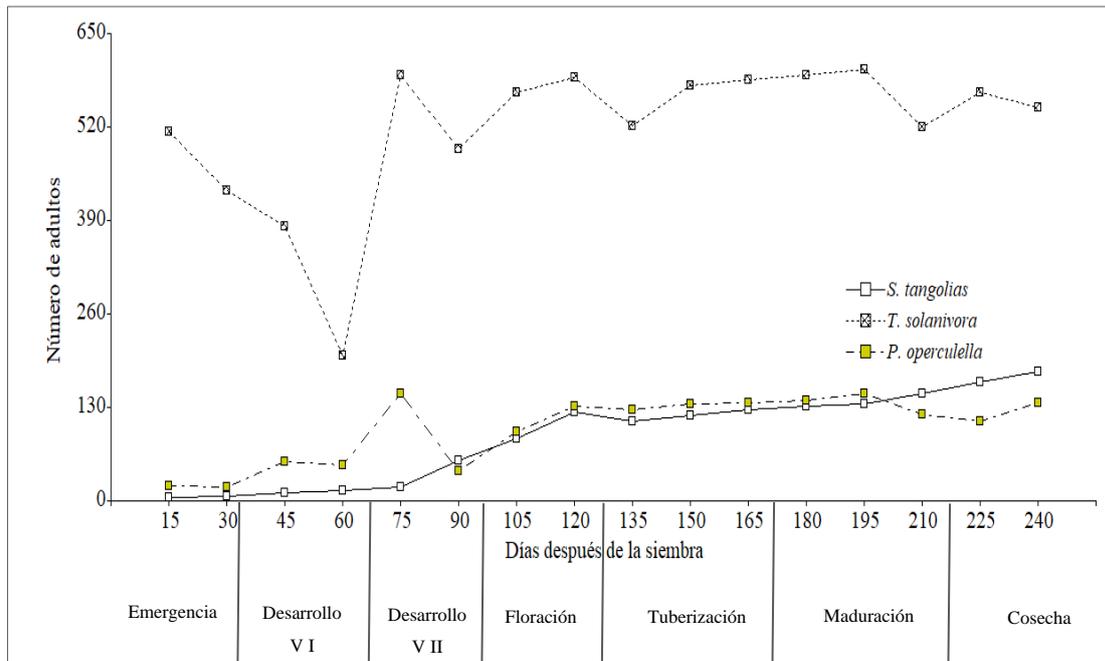
4.2 Localidad Yuracruz – Ibarra

4.2.1 Dinámica Poblacional

En la localidad de Yuracruz durante el monitoreo se registró las tres especies de polilla en el cultivo de papa, en donde la especie *T. solanivora* presentó la mayor población con un 83% y la menor población presentó la especie *P. operculella* con un 16% y la especie *S. tangolias* con un 14%.

Figura 21

Dinámica poblacional de las tres especies de polilla en el cultivo de papa



En la figura 21, se puede observar que en la fase de Emergencia a los 15 días después de la siembra (dds) hubo la presencia de las tres especies de palomilla encontrándose cinco de *Symmetrischema tangolias*, 513 de *Tecia solanivora* y 21 de *Phthorimaea operculella*. A los 30 dds se encontró de *S.t.* siete, 513 de *T.s.* y 19 individuos de *P.o.* en cada trampa. En cambio, durante la fase de Desarrollo Vegetativo I a los 45 dds se evidenció 12 polillas de *Symmetrischema*, 382 de *Tecia* y 55 de *Phthorimaea* mientras que a los 60 dds se contabilizó 15 de *S. tangolias*, 203 de *T. solanivora* y 50 de *P. operculella* respectivamente.

Durante la etapa de Desarrollo Vegetativo II a los 75 dds se incrementó la presencia de polillas teniendo 593 de *Tecia solanivora*, 20 de *Symmetrischema tangolias* y 150 de *Phthorimaea operculella*. A los 90 dds las poblaciones *Phthorimaea* y *Tecia* disminuyeron a 42 y 489 individuos respectivamente, mientras que *Symmetrischema* aumento a 56 palomillas en trampa.

A los 105 días después de la siembra en la etapa de Floración el complejo de polillas aumentó a 87 polillas de *S. tangolias*, 568 de *T. solanivora* y 96 de *P. operculella*, en tanto a los 120 dds se obtuvo 124 de la especie de *Symmetrischema*, 589 de *Tecia* y 132 de *Phthorimaea* presentes en cada trampa de investigación. Se observó que desde esta etapa las poblaciones de palomillas fueron incrementando en mayor número.

En la etapa de tuberización a los 135 dds tuvo una disminución de polillas, encontrándose 111 de *Symmetrischema tangolias*, 522 de *Tecia solanivora* y 127 de *Phthorimaea operculella*. Mientras que a los 150 días después de la siembra volvió aumentar las poblaciones de individuos de *Tecia*, *Symmetrischema* y *Phthorimaea* a 578, 118 y 138 respectivamente. En cuanto a los 165 dds se contabilizó 126 *S. tangolias*, 586 de *T. solanivora* y 137 de *P. operculella*.

A los 180 días después de la siembra en la etapa de Maduración se encontró las tres especies de polillas en cantidades de 132, 593 y 140 de *Symmetrischema tangolias*, *Tecia solanivora* y *Phthorimaea operculella* respectivamente. Mientas que, a los 195 dds se encuentra el pico poblacional más alto de *Tecia* con 600 polillas en trampa en cambio, de *Symmetrischema* hubo 135 y de *Phthorimaea* 150 palomillas en el lote. A los 210 dds la población de *T.s.* disminuyó una cantidad de 80 polillas, llegando a contabilizar un total de 520, en cambio de *S.t.* se encontró 150 y *P.o.* apenas 121 polillas.

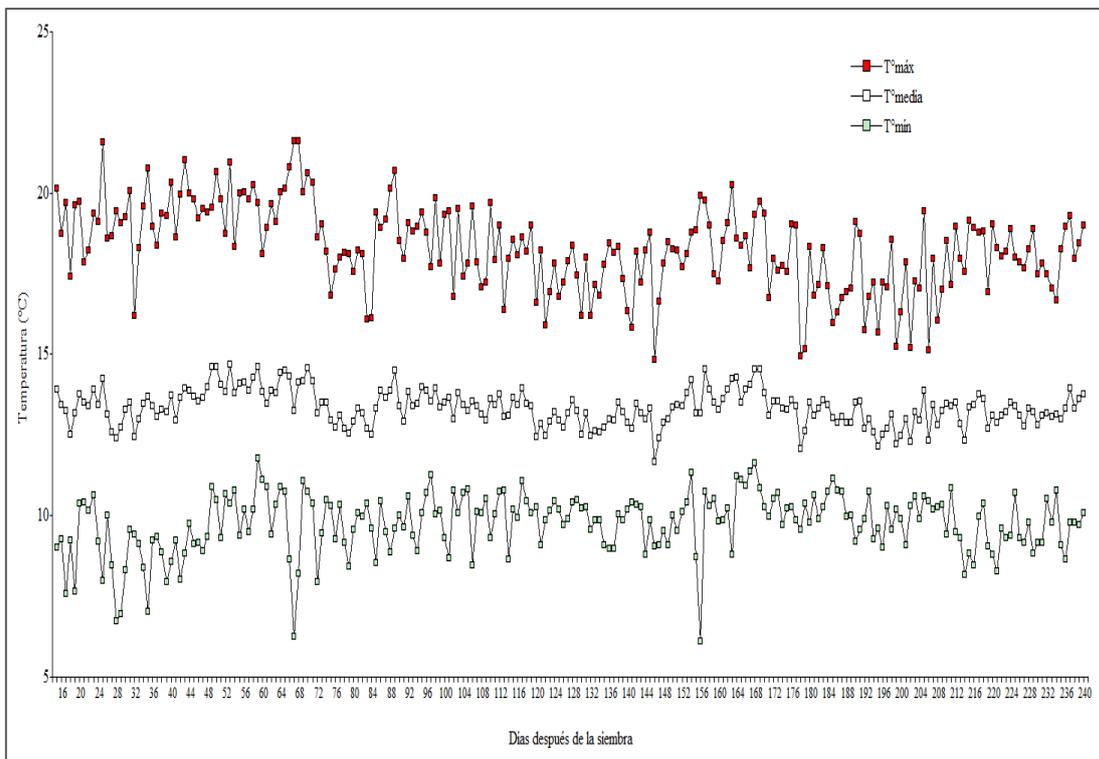
A los 225 dds en la etapa final antes de la cosecha se evidenció 165 polillas de *Symmetrischema tangolias*, 568 de *Tecia solanivora* y 111 de *Phthorimaea operculella*. A los 240 dds fue el último día de monitoreo y también la cosecha, donde se contabilizó 180, 547 y 136 polillas de *S. tangolias*, *T. solanivora* y *P. operculella* respectivamente.

4.2.3 Temperatura

En la localidad de Yuracruz las temperaturas máximas diaria se dieron en las fases de Emergencia, Desarrollo Vegetativo I, II y Floración, se registraron a los 25, 67 y 68 dds (22 de septiembre, 3 y 4 de noviembre del 2020) con 21.59, 21.60 y 21.62 °C respectivamente. Además, las temperaturas mínimas diarias fueron registradas en las etapas de Desarrollo Vegetativo I y Floración, a los 28, 67 y 156 dds (25 de septiembre y 3 de noviembre del 2020, 31 de enero 2021) con 6.73, 6.26 y 6.09 °C respectivamente (figura 22).

Figura 22

Fluctuación de la temperatura en el transcurso del cultivo de papa



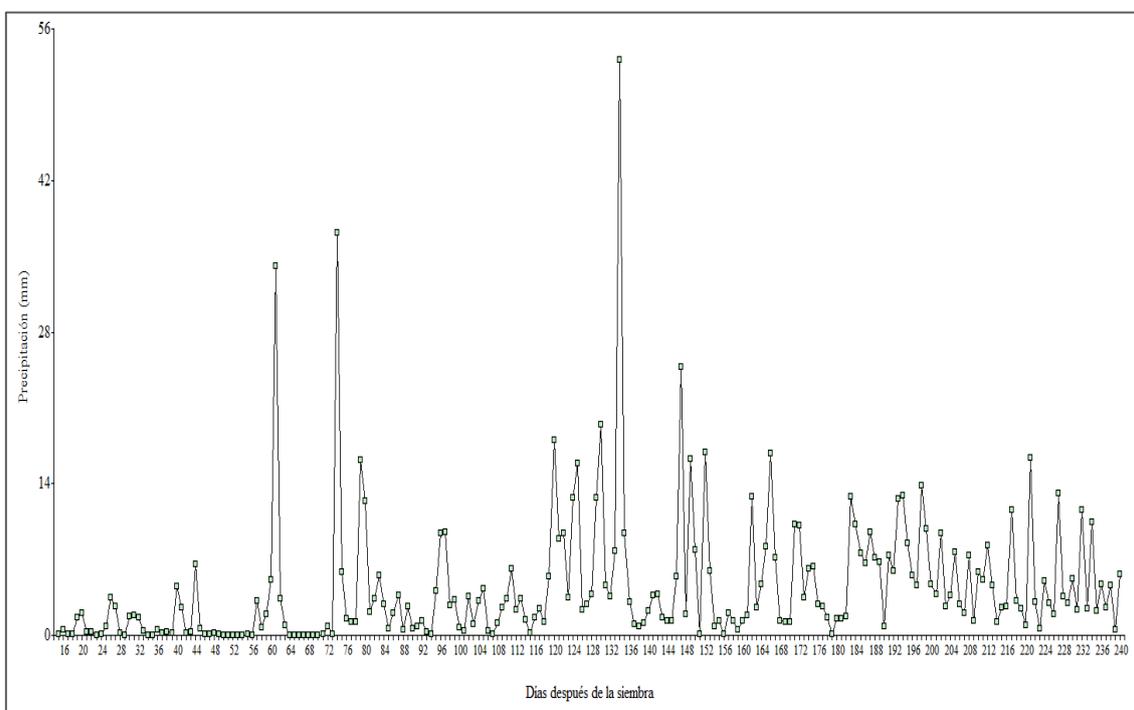
4.2.4 Precipitación

En la figura 23 los datos máximos de precipitación se registraron a los 61, 74 y 134 dds (28 de octubre y 10 de noviembre del 2020, y el 9 de enero del 2021) con 34.09, 37.18 y 53.13 mm respectivamente, corresponden a las etapas de Desarrollo Vegetativo I y la Floración (figura 21). Mientras que, los datos mínimos de precipitación se presentaron entre el 34 y 35 dds (octubre 2020) con 0 y 0.02 mm, también entre el 49 y 54 (octubre 2020) con 0.02 mm y entre el 65 y 71 dds (noviembre 2020) con 0.02 mm respectivamente, esto se dio en la etapa de Desarrollo Vegetativo I (figura 21).

La precipitación máxima y mínima no influyó sobre las poblaciones de palomillas existentes en la localidad evaluada.

Figura 23

Fluctuación de la precipitación en el transcurso del cultivo de papa



En esta localidad la precipitación máxima y mínima no influyó sobre la población de las especies *T. solanivora*, *S. tangolias* y *P. operculella*. En la figura 21, se pudo observar que la tendencia poblacional de estas tres especies incrementa en función del tiempo; es decir que, no muestra descensos poblacionales a medida que incrementa la precipitación o viceversa.

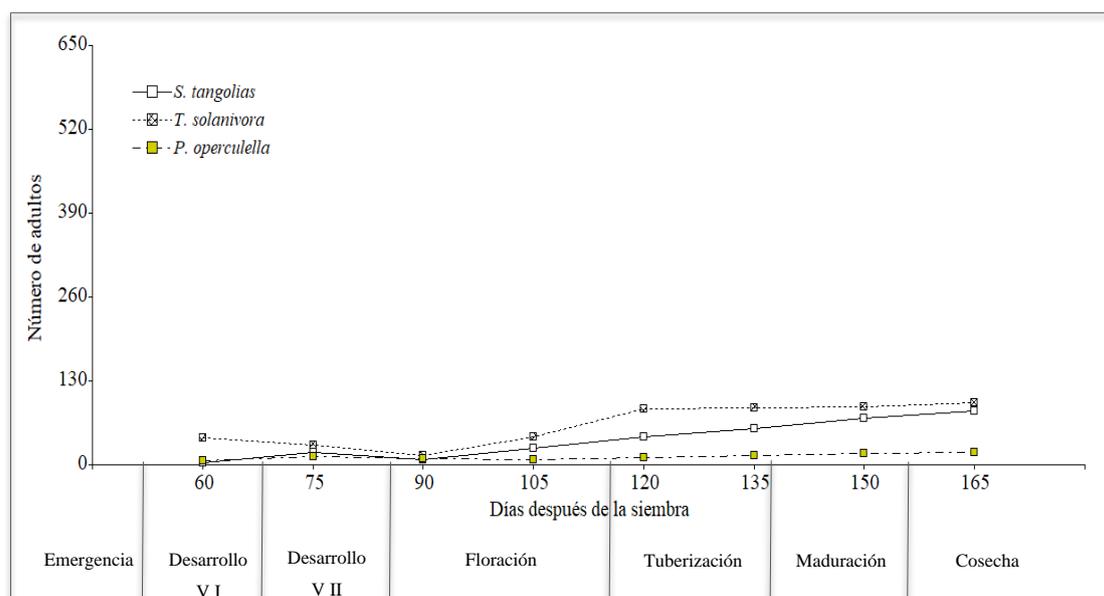
4.3 Localidad La Esperanza – Ibarra

4.3.1 Dinámica Poblacional

En la localidad La Esperanza se registró las tres especies de polilla en el cultivo de papa, en donde la mayor población obtuvo la especie *T. solanivora* con un 5%, y las especies con menor población fueron *S. tangolias* con un 3% y la *P. operculella* con un 1% en el monitoreo realizado en la localidad (figura 24).

Figura 24

Dinámica Poblacional de las tres especies de polilla en el cultivo de papa



En la figura 24 se puede observar que en la etapa de Emergencia del cultivo de papa no hubo registro de las tres especies de polilla. A los 60 días después de la siembra (dds) en la etapa de Desarrollo Vegetativo I se encontró cuatro polillas de *Symmetrischema tangolias*, 42 de *Tecia solanivora* y seis de *Phthorimaea operculella*. A los 75 dds en la etapa de Desarrollo Vegetativo II se encontró de *S. tangolias* 20 polillas, 30 de *T. solanivora* y 13 de *P. operculella*.

A los 90 dds hubo ocho individuos de *Symmetrischema*, 15 de *Tecia* y 10 de *Phthorimaea*, mientras que a los 105 días se evidenció un incremento en las especies de *S. tangolias* y *T. solanivora* de 25 y 43 polillas respectivamente; y de *P. operculella* fue apenas de 8 individuos en trampa.

En la fase de tuberización a los 120 días después de la siembra se registraron 43 polillas de *Symmetrischema tangolias*, 87 de *Tecia solanivora* y 12 de *Phthorimaea operculella*. En cuanto a los días 135 se obtuvo datos de *S. tangolias* en un total de 56, de *T. solanivora* 89 y 15 de *P. operculella*. Cabe mencionar que desde esta fase se observa que el complejo de palomillas aumenta en un promedio de 2, 10 y 12% respectivamente.

A los 150 días después de la siembra en la fase de Maduración se encontró 72 individuos de *S. tangolias*, 90 de *T. solanivora* y 17 de *P. operculella*. En la cosecha a los 165 días para finalizar el monitoreo se encontró 84 polillas de *Symmetrischema tangolias*, 96 de *Tecia solanivora* y 19 de *Phthorimaea operculella*. Teniendo un total por cada especie de 312, 492 y 100 palomillas de *S.t.*, *T.s.*, *P.o.* respectivamente en esta zona.

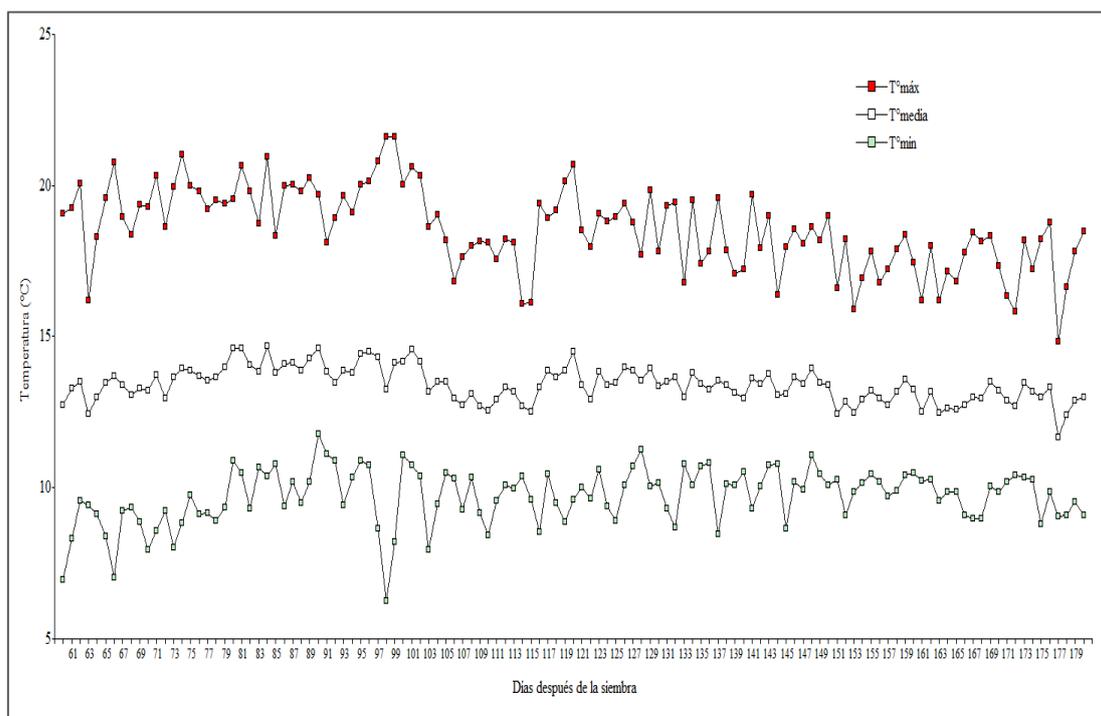
4.3.2 Temperatura

En la localidad de la Esperanza las temperaturas máximas diarias se registró a los 98 y 99 dds (3 y 4 de noviembre del 2020) con 21.60 y 21.62 °C respectivamente en la etapa de Desarrollo Vegetativo II. Esta temperatura máxima ocasionó que exista un incremento en

la población del 65% en la especie *T. solanivora* y un 68% en *S. tangolias*; mientras que, hubo un decrecimiento del 20% en la población de *P. operculella*, durante la etapa de Desarrollo vegetativo II (figura 25).

Figura 25

Fluctuación de la temperatura en el transcurso del cultivo de papa



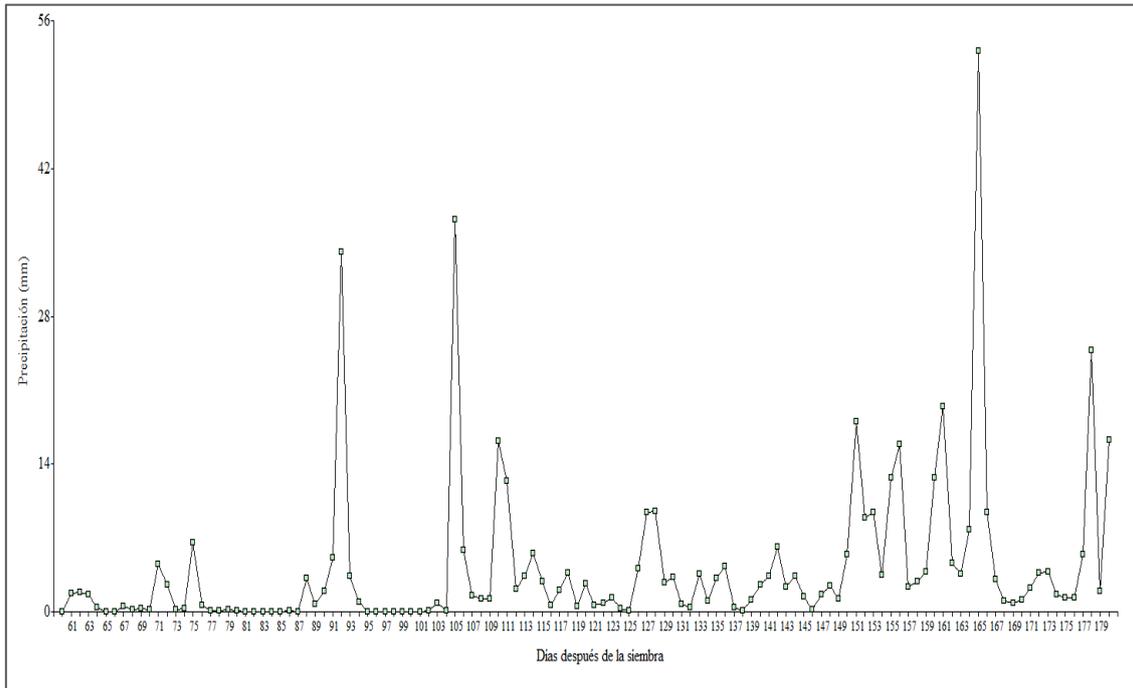
La temperatura diaria mínima que presentó la localidad La Esperanza fue a los 98 dds (3 de noviembre 2020) con 6.29 °C. Es decir que, el comportamiento de las tres especies de polilla frente a la temperatura mínima es similar al comportamiento que presentaron cuando hubo la máxima temperatura, en la etapa de Desarrollo Vegetativo II. Por lo que se asume que, el rango de temperatura para la adopción de las tres especies de polilla es de 6 a 21 °C en esta localidad.

4.3.3 Precipitación

Por otra parte, los datos de menor precipitación se registraron entre los 81, 82, 83, 84 y 85 dds (octubre 2020) con variaciones de 0.0 a 0.05 mm en la etapa de Desarrollo vegetativo 2, también entre el 96 y 102 dds (noviembre 2020) con variaciones de 0.0 a 0.07. La mayor precipitación se presentó a los 92, 105 y 165 dds (28 de octubre, 10 de noviembre del 2020 y 9 de enero del 2021) con 34.09, 37.18 y 53.13 mm respectivamente, en las etapas de Desarrollo Vegetativo II, Prefloración y Tuberización (figura 26).

Figura 26

Fluctuación de la precipitación en el transcurso del cultivo de papa



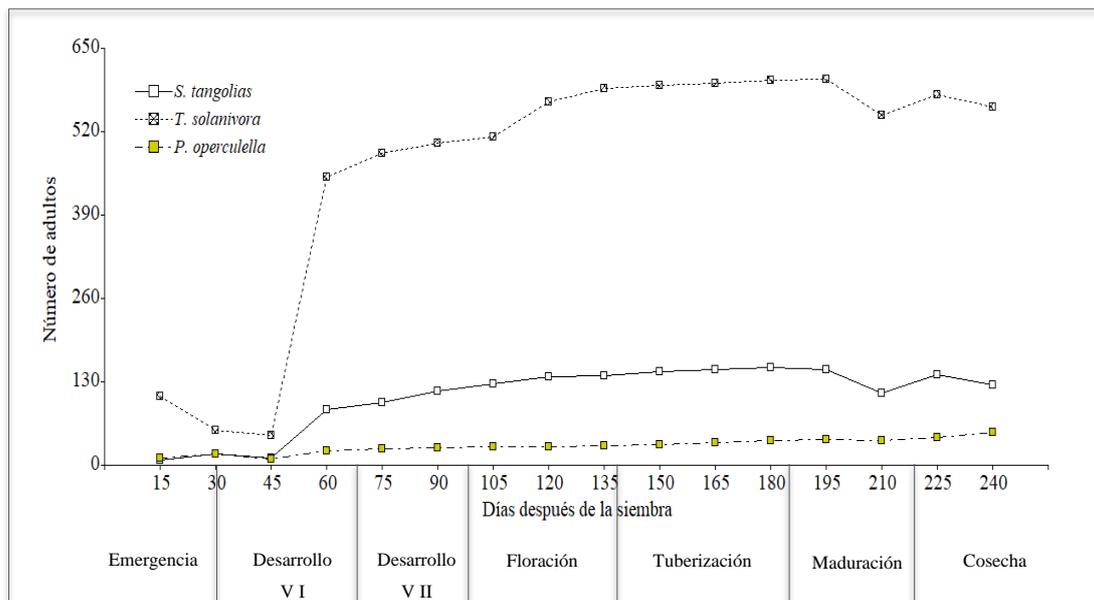
4.4 Localidad Ugshapungo – Cotacachi

4.4.1 Dinámica Poblacional

En la localidad Ugshapungo se identificó las tres especies de polilla en el cultivo de papa, en donde la mayor población presentó la especie *T. solanivora* con un 74%; mientras que, la menor población obtuvo la especie *S. tangolias* con un 17% y la especie *P. operculella* con un 5%, en el monitoreo realizado en la zona (figura 27).

Figura 27

Dinámica poblacional de las tres especies de polilla en el cultivo de papa.



La Figura 27 muestra que en la etapa de Emergencia desde el primer monitoreo realizado a los 15 dds se evidenció las tres especies de palomilla tanto de *Symmetrischema tangolias* con ocho, *Tecia solanivora* con 107 y *Phthorimaea operculella* con 11 individuos en cada trampa colocada. En cambio, a los 30 dds se registraron 17, 55 y 18 (*S.t.*, *T.s.* y *P.o.*) polillas respectivamente.

A los 45 días después de la siembra en la etapa de Desarrollo Vegetativo II la presencia de adultos machos en las trampas fue de 12 *Symmetrischema*, 45 de *Tecia* y 10 De *Phthorimaea*. Mientras que, a los 60 dds las poblaciones de las distintas especies se registraron en mayores cantidades tanto que, *S. tangolias* tuvo un total de 86, *T. solanivora* 450 y *P. operculella* se duplicó a 22 polillas.

En la etapa de Desarrollo Vegetativo II a los 75 dds de igual manera se evidencian las tres especies en cantidades mayores de 98, 486 y 26 (*S.t.*, *T.s.* y *P.o.*) respectivamente. Con respecto al monitoreo realizado a los 90 dds se contabilizó 116 polillas de *S. tangolias*, 502 de *T. solanivora* y 27 de *P. operculella*, se puede evidenciar que desde esta fase sus poblaciones van aumentando.

A los 105 días en la etapa de Floración se contabilizaron 127 especies de *Symmetrischema tangolias*, 512 de *Tecia solanivora* y 29 de *Phthorimaea operculella*. En cuanto a los 120 dds se encontró 138, 567 y 29 polillas en las trampas (*S.t.*, *T.s.* y *P.o.*) respectivamente. Y a los 135 días después de la siembra se registraron 140 *S. tangolias*, 587 de *T. solanivora* y 30 de *P. operculella*.

En la fase de Tuberización a los 150 dds también se observan picos poblacionales altos a medida que avanzan los monitoreos, registrándose 146 polillas de *Symmetrischema*, 592 de *Tecia* y 32 de *Phthorimaea*. Además, a los 165 dds se encontraron las tres especies *S. tangolias*, *T. solanivora* y *P. operculella* con 150, 596 y 35 palomillas respectivamente. Al mismo tiempo, a los 180 días se registran 152, 600 y 39 individuos (*S.t.*, *T.s.* y *P.o.*) respectivamente.

Además, en la fase de Maduración a los 195 días después de la siembra se registraron 602 polillas de *Tecia solanivora* durante los monitoreos realizados en la localidad, de *Symmetrischema tangolias* fueron 150 y de *Phthorimaea operculella* 40. Mientras que a los 210 dds se contabilizaron 113 individuos de *S. tangolias*, 546 de *T. solanivora* y 38 de *P. operculella*, evidenciándose un descenso de las tres especies en el monitoreo realizado.

En la fase final del cultivo a los 225 dds se observa que las poblaciones de palomillas aumentan su número de especies encontradas tanto de *Symmetrischema* con 142, *Tecia* con 578 y *Phthorimaea* con 43. En la cosecha, a los 240 dds se registraron 125, 559 y 51 individuos (*S.t.*, *T.s.* y *P.o.*) respectivamente.

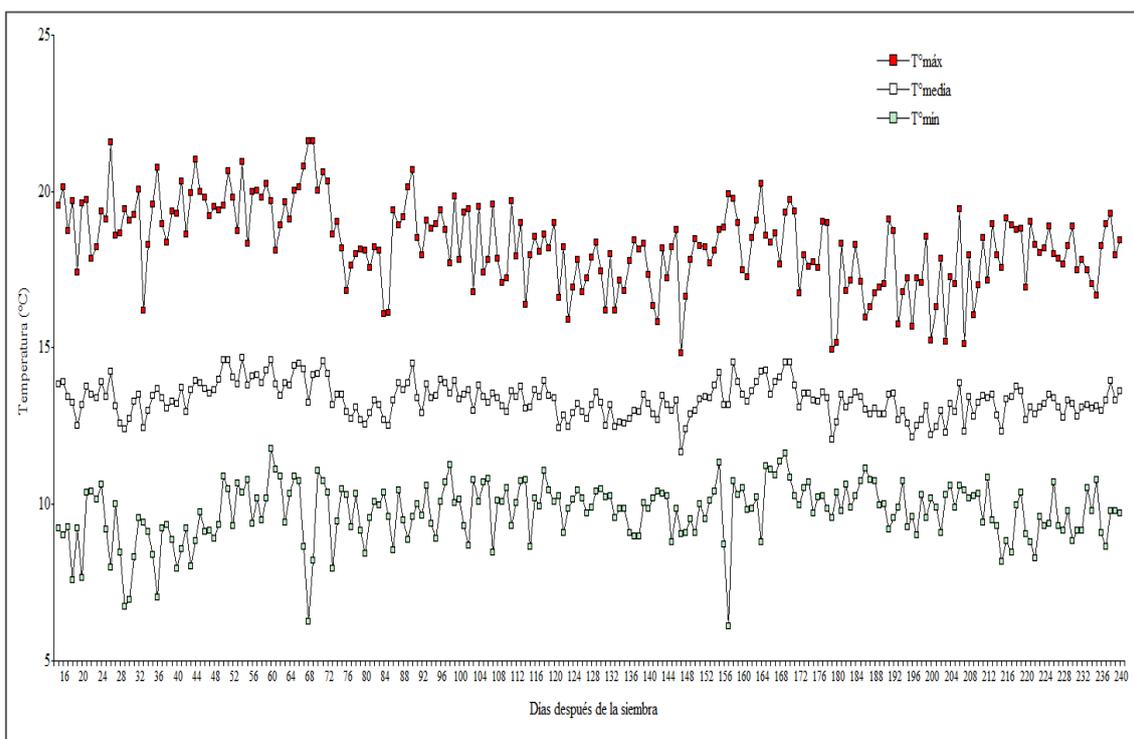
4.4.2 Temperatura

En la localidad de Ugshapungo las temperaturas máximas diarias fueron a los 26, 68 y 69 dds (22 de septiembre, 3 y 4 de noviembre del 2020) con 21.59, 21.60 y 21.62 °C respectivamente. Ocasionalmente que en la etapa de Emergencia se registre un descenso del

49% en la población de *T. solanivora* y un ascenso de individuos de *S. tangolias* y *P. operculella* (47 y 39%). Además, en el Desarrollo Vegetativo II, la población incrementó a un 12, 32 y 24% (*T.s.*, *S.t.* y *P.o.*) respectivamente (figura 28).

Figura 28

Fluctuación de la temperatura en el transcurso del cultivo de papa



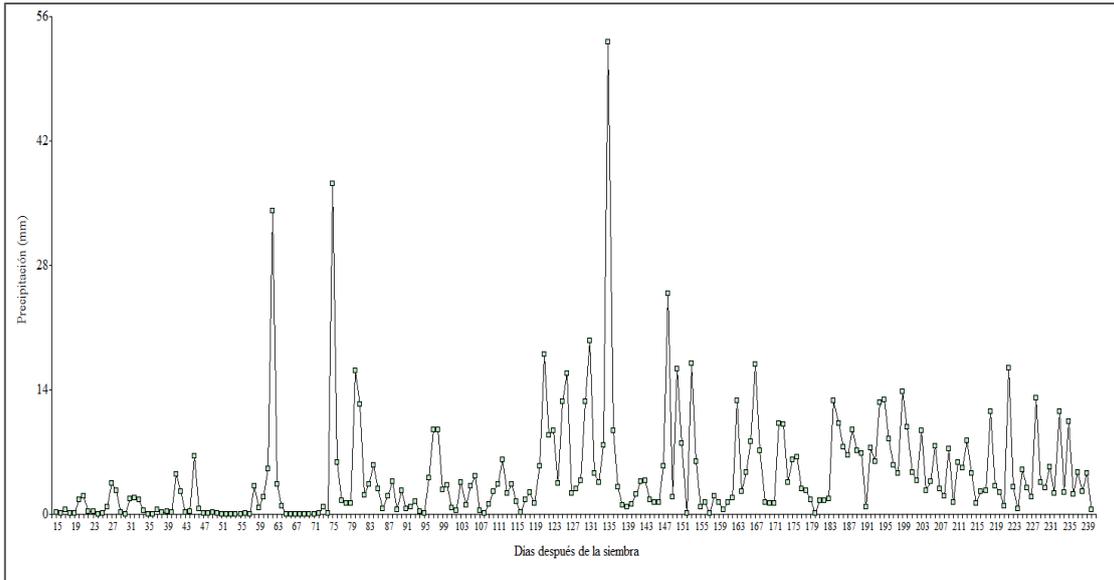
Las temperaturas mínimas diarias se registraron a los 30, 68 y 157 dds (26 de septiembre y 3 de noviembre del 2020, y 31 de enero del 2021) con 6.96, 6.26 y 6.09 °C respectivamente en las etapas de Desarrollo Vegetativo II y Floración (figura 28). Se puede asumir que el rango de temperatura para la adaptación de las especies de la polilla en la localidad La Esperanza es de 6 a 21°C, en el cultivo de papa.

4.4.3 Precipitación

Los datos de menor precipitación se registraron entre el 50 al 55 dds (octubre 2020) y entre el 65 al 74 (noviembre 2020) con 0.02 mm en las etapas de Desarrollo Vegetativo I, II. La mayor precipitación se presentó a los 62, 75 y 135 dds (28 de octubre y 10 de noviembre del 2020, y 9 de enero del 2021) con 34.09, 37.18 y 53.13 mm respectivamente, en las etapas de Desarrollo Vegetativo II y Floración (figura 29).

Figura 29

Fluctuación de la precipitación en el transcurso del cultivo de papa



En esta localidad la precipitación máxima y mínima no influyó sobre la población de las especies *T. solanivora*, *S. tangolias* y *P. operculella*. En la figura 27 se pudo observar que, las tendencias poblacionales de estas tres especies incrementan en función del tiempo.

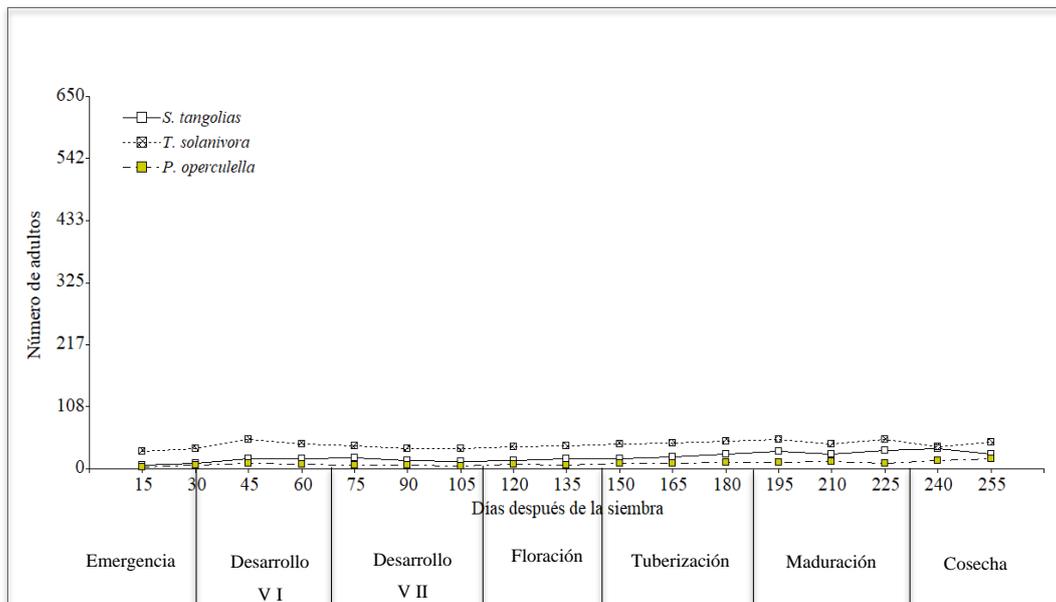
4.5 Localidad Muenala – Otavalo

4.5.1 Dinámica Poblacional

En la comunidad Muenala se identificó las tres especies de polilla en el cultivo de papa; en donde, la especie que obtuvo la mayor población fue *T. solanivora* con un 7% y las especies que presentaron una menor población fueron *S. tangolias* con un 3% y *P. operculella* con un 1%, en el monitoreo realizado en la localidad (figura 30).

Figura 30

Dinámica poblacional de las tres especies de polillas en el cultivo de papa



El monitoreo empezó a los 15 días después de la siembra (figura 30) el registro de la población de adultos empezó en la etapa de Emergencia, con un total de siete individuos de *Symmetrischema tangolias*, 30 de *Tecia solanivora* y cuatro de *Phthorimaea operculella*. Cabe mencionar que en esta localidad hubo la presencia de las tres especies, pero en menores cantidades como se describe a continuación. A los 30 dds se registraron 10 polillas de *S. tangolias*, 35 de *T. solanivora* y 6 de *P. operculella*.

En la etapa de Desarrollo Vegetativo I a los 45 dds se encontraron 17, 52 y 9 (*S.t.*, *T.s.* y *P.o.*) polillas en trampa respectivamente. En cambio, a los 60 dds se registraron 17 palomillas de *Symmetrischema*, 43 de *Tecia* y 8 de *Phthorimaea*. Con respecto a la fase de Desarrollo Vegetativo II a los 75 dds se contabilizó 20 adultos machos en trampa de *S. tangolias*, 40 de *T. solanivora* y 7 de *P. operculella*. Mientras que a los 90 dds se evidenció 15, 36 y 7 palomillas de *Symmetrischema tangolias*, *Tecia tangolias* y *Phthorimaea operculella* respectivamente. Y a los 105 días después de la siembra se registraron 13 de *S.t.*, 36 de *T.s.* y 5 de *P.o.*

En la etapa de Floración a los 120 días después de la siembra se registró a *Symmetrischema tangolias* con 14, *Tecia solanivora* con 14 y *Phthorimaea operculella* con 8 individuos en trampa. A los 135 dds en cambio hubo un número de 17 polillas de *S. tangolias*, 40 de *T. solanivora* y 7 de *P. operculella* en el monitoreo realizado en la zona.

A los 150 dds en la fase de Tuberización se evidenció un de igual manera un menor número de individuos encontrados en trampa con 18, 43 y 9 (*Symmetrischema*, *Tecia* y *Phthorimaea*). En cambio, en los días 165 y 180 se registraron 21 y 25 palomillas de *S. tangolias*, 45 y 48 de *T. solanivora* y 10 y 12 de *P. operculella* respectivamente.

En cuanto a la fase de Maduración se registró cantidades mínimas de palomillas, a los 195 dds se registraron 30 de *Symmetrischema tangolias*, 51 de *Tecia solanivora* y 12 de *Phthorimaea operculella*. En cambio, a los 210 y 225 días después de la siembra se encontraron 26 y 32 polillas de *S. tangolias*, 44 y 52 de *T. solanivora* y de *P. operculella* 13 y 10 individuos recolectados de las trampas respectivamente.

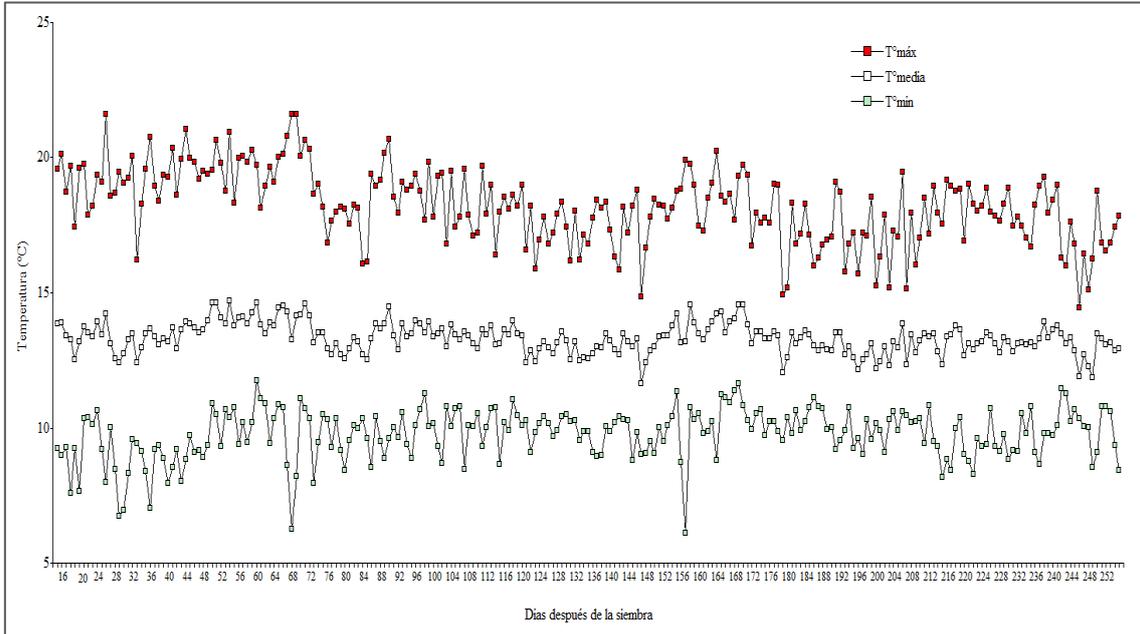
Además, a los 240 días después de la siembra se contabilizó de *Symmetrischema tangolias* un total de 36 polillas, de *Tecia solanivora* 38 y de *Phthorimaea operculella* 15. Y a los 255 dds, el día de la cosecha se registraron 25 palomillas de *S. tangolias*, 47 de *T. solanivora* y 18 de *P. operculella*, siendo la localidad con menor número de especies encontradas en toda la investigación.

4.5.2 Temperatura

En la localidad de Muenala las temperaturas máximas diaria se registró en los 26, 68 y 69 dds (22 de septiembre, 3 y 4 de noviembre del 2020) con 21.59, 21.60 y 21.62 °C respectivamente, en las etapas de Emergencia y Desarrollo Vegetativo II. Por otra parte, las temperaturas mínimas diaria se registraron a los fue a los 29 y 157 dds (25 de septiembre del 2020 y 31 de enero del 2021) con 6.73 y 6.09 °C respectivamente, que corresponde a las etapas de Desarrollo Vegetativo II y Floración (figura 31).

Figura 31

Fluctuación de la temperatura en el transcurso del cultivo de papa

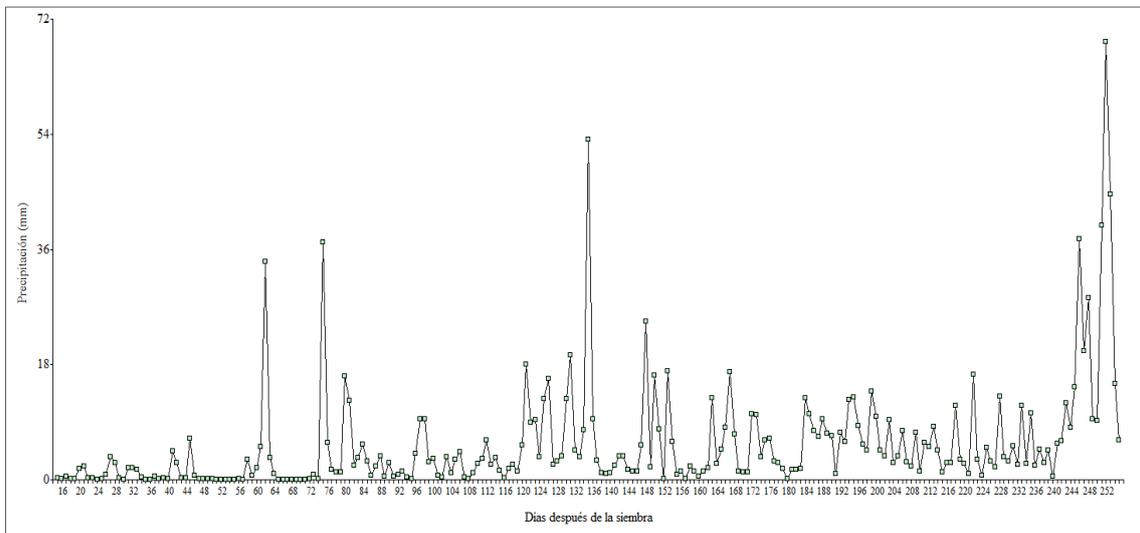


4.5.3 Precipitación

En cambio, los datos de menor precipitación se registraron a los 35, 36, 51, 52, 53, 54, 55, 65, 66, 67, 68, 69 y 70 dds (octubre y noviembre del 2020) con una variación entre 0.0 a 0.05 mm respectivamente, estas fechas corresponden a la etapa de Desarrollo Vegetativo I. además, los datos de mayor precipitación se presentaron en los 62, 75, 135 y 253 dds (octubre y noviembre del 2020, enero y mayo 2021) con un rango entre 34.09 a 44.57 mm en las etapas de Desarrollo Vegetativo I y II, Prefloración y Tuberización (figura 32).

Figura 32

Fluctuación de la precipitación en el transcurso del cultivo de papa



Durante la evaluación realizada en las localidades de El Cielito, La Esperanza, Yuracruz, Ugshapungo y Muenala de la provincia de Imbabura entre los meses de septiembre a mayo (2020 y 2021), se evaluó la presencia de las tres especies de polillas *Symmetrischema tangolias*, *Tecia solanivora* y *Phthorimaea operculella* en donde, fueron registradas en las etapas de Emergencia, Desarrollo Vegetativo I y II, Floración, Tuberización y Maduración. Se registraron en total de las cinco localidades 2% de *S. tangolias*, 19% de *T. solanivora* y 3% de *P. operculella*.

En la investigación realizada por Gómez (2010), su evaluación fue durante noviembre 2006 hasta abril 2007 en el Altiplano Central, se registró la presencia de las tres especies de palomilla en localidades de Vinto Copani, San José de Llanga y Jatuqira con un 3% de *S.t.*, 96% de *P.o* y 1% de *T.s.* Las cuales se registraron en mayor cantidad solo en la fase de Desarrollo Vegetativo I a diferencia de los datos antes mencionados.

La comparación entre estos dos estudios permite sugerir que, el comportamiento y la dinámica poblacional de cada especie de polilla en el cultivo de papa dependen de las condiciones ambientales de la zona de producción. En el estudio realizado en la provincia de Imbabura, en cada comunidad la temperatura mínima fue de 6 °C y la máxima de 21 °C, siendo los valores ideales para que las tres especies en especial para *T. solanivora* obtenga una alta población de adultos en trampa.

En cambio, Gómez (2010) registró en su ensayo una temperatura mínima de 16 °C y una máxima 25 °C, siendo este el rango temperatura que permitió que exista una mayor población de la especie *P. operculella*. Por lo que, la baja población de las especies *S. tangolias* y *P. operculella* que presentó el presente ensayo es debido a que cada especie requiera de un rango de temperaturas para su reproducción y adaptación a la zona evaluada.

Adicionalmente, no se puede atribuir que el incremento y la disminución del número de individuos sea por las condiciones de temperatura en las localidades de El Cielito, Yuracruz, La Esperanza, Muenala y Ugshapungo, debido a que ninguna zona logró sobrepasar el umbral de desarrollo de la plaga. Estay (2008) afirman que la temperatura de desarrollo del insecto varía entre un promedio de 10 a 24 °C en condiciones de adaptación y desarrollo de esta.

Cabe mencionar que cuatro localidades obtuvieron temperaturas inferiores al rango de desarrollo del insecto fue Yuracruz, La Esperanza, Muenala y Ugshapungo (31/01/2021; 3/11/2020) sin embargo, no se puede explicar con exactitud las variaciones de palomillas con las fluctuaciones de temperaturas registradas por el Nasa Power Project. Además, la primera fecha se dio en la fase de Tuberización (se dio en tres localidades) y la segunda fecha coincidió en la fase de Desarrollo Vegetativo II.

Lo mencionado anteriormente da conocer que el comportamiento de la población de polillas capturadas en las trampas con feromonas está relacionado con las etapas fenológicas del cultivo. Tal como ocurrió en este estudio, pues en las cinco comunidades de la provincia de Imbabura, las poblaciones de *T. solanivora*, *S. tangolias* y *P.*

operculella incrementaron hasta un 60% en tres etapas fenológicas, Emergencia, Floración y Tuberización.

Por otro lado, en la localidad de La Esperanza se registraron en menores cantidades las tres especies predominando *Tecia solanivora* con 492 polillas, 312 de *Symmetrischema tangolias* y 100 de *Phthorimaea operculella*, encontrándose a una altitud de 2 794 m.s.n.m. En el mismo sentido, la evaluación realizada por Lucero (2017) en la zona de El Rosario en el cantón Paute a una altitud de 2 500 m.s.n.m., de igual manera se encontraron las tres especies en donde predominó *S. tangolias* con 972 palomillas, *P. operculella* con 761 y *T. solanivora* con 77 individuos encontrados en trampa.

Además, en la comunidad de Guntuz parroquia Quimiag, cantón Riobamba en el año 2006 se realizó la identificación de tres especies de polilla en tres altitudes, obteniendo que en la parte alta 3 000 m.s.n.m. *Tecia solanivora* alcanzó 78, *Symmetrischema tangolias* 55 y *Phthorimaea operculella* 8 (Oleas, 2006). Mientras que en la investigación realizada la zona con una altitud alta de 3 060 m.s.n.m. fue en la localidad de Muenala, y se registraron 343 de *S.t.*, 718 de *T.s* y 160 de *P.o.*

Al contrario, al evaluar los datos de precipitación en la captura de adultos de polilla se determinó que en cada comunidad es un factor climático que no tiene relación directa con la dinámica poblacional; a pesar de que existió una precipitación mínima de 0.05 mm y una máxima de 53 mm, las poblaciones de las tres polillas no descendieron cuando hubo una mayor precipitación en las comunidades. Crespo-Pérez et al., (2015) menciona que el rango de especies inducidos por el clima podrían crear interacciones entre las especies que pueden contrarrestar los efectos climáticos directos, es decir que el cambio climático no influye en la dinámica poblacional de las palomillas.

Por otra parte, se puede atribuir que la especie predominante en la mayoría de las localidades monitoreadas en la provincia de Imbabura fue *Tecia solanivora* seguida de *Symmetrischema tangolias* y *Phthorimaea operculella*. En comparación a la investigación realizada por Castillo et al., (2018) en donde se monitorea las tres especies de polilla en cuatro provincias de Ecuador que fue Bolívar, Chimborazo, Cotopaxi y Tungurahua, predominando *S. tangolias* con mayor población, segundo *T. solanivora* y tercero *P. operculella*.

Además, la especie que menor población de polillas tuvo entre las cinco localidades evaluadas fue *Phthorimaea operculella*, teniendo un total de 1039 capturados. En la investigación realizada por Paredes (2013) menciona, que *P. operculella* fue capaz de adaptarse a distintas zonas ecológicas (altas y bajas) donde su temperatura promedio está en un rango de 20 a 25 °C, y que los índices de mortalidad (24% porcentaje acumulado de la investigación) se dieron a temperaturas de 10 °C. Además, dice que a menor temperatura mayor tendencia a incrementar la mortalidad.

También, este estudio confirma la hipótesis evaluada por Dangles et al., (2009), menciona la sincronía que hay entre las tres especies de la polilla de la papa, en comparación a la tradicional competencia que hay entre ellas. Dando a conocer que en la investigación realizada en todo el ciclo del cultivo estuvieron presentes y la especie que fue

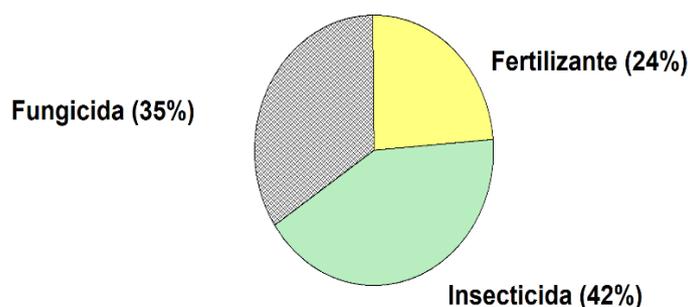
predominante en las cuatro localidades fue *Tecia solanivora*, seguida de *Symmetrischema tangolias* y finalmente de *Phthorimaea operculella*.

4.6 Manejo químico

Los controles fitosanitarios realizados durante la investigación fueron con un 35% de fungicidas, insecticidas con un total de 42% y fertilizantes con 24% (figura 33). Además, se realizaron labores culturales como deshierbes, aporques y retape. Se registró la utilización de 15 insecticidas, teniendo un total de 66 aplicaciones en donde 26 fueron en Muenala, en Ugshapungo 15, en La Esperanza 3, en Yuracruz 13 y en El Cielito 9. Se pudo identificar que hubo cuatro modos de acción como atacar al sistema nervioso, sistema muscular, regular el crecimiento y metabolizar la energía de la plaga y poder evitar daños en el tubérculo.

Figura 33

Porcentaje total de los controles fitosanitarios (químicos) realizados en la investigación



4.6.1 Control químico en el lote El Cielito - Pimampiro

a. Por fenología – ingrediente activo

Con el análisis realizado para la localidad El Cielito – Pimampiro (tabla 6), se encuentra que no existe una relación entre los ingredientes activos (I.A) y las etapas fenológicas del cultivo ($\chi^2=0.4616$, GL=24).

Tabla 6

Tabla de contingencia de la etapa fenológica e ingrediente activo en El Cielito

Estadístico	Valor	GL	X ²
Chi cuadrado Pearson	24	24	0.4616

Se realizaron nueve aplicaciones que se detalla en la tabla 7 de la siguiente manera: el 33.3% se dio en la tuberización usando como ingrediente activo el Carbosulfan, un 22.2% tanto en Floración y Maduración (Carbosulfan y Clorpyrifos) respectivamente, mientras que en la siembra fue un 11% de la aplicación de Fipronil y el 11% restante se dio en Desarrollo Vegetativo donde se usó Carbosulfan.

Tabla 7*Frecuencia absoluta entre la etapa fenológica e ingrediente activo.*

Ingrediente activo	Siembra	Desarrollo Vegetativo	Floración	Tuberización	Maduración	Total
Abamectin	0	0	1	0	0	1
Acefato	0	0	0	1	0	1
Carbosulfan	0	1	1	0	1	3
Clorpirifos	0	0	0	0	1	1
Fripronil	1	0	0	0	0	1
Hexythiazox	0	0	0	1	0	1
Profenofos	0	0	0	1	0	1
Total	1	1	2	3	2	9

b. Por días – ingrediente activo

En el análisis para la localidad El Cielito (tabla 8), se observa que no existe asociación ente ingrediente activo y días después de la siembra ($\chi^2=0.2559$, GL=48)

Tabla 8

Tabla de contingencia entre los días después de la siembra e ingrediente activo en la localidad El Cielito

Estadístico	Valor	GL	X²
Chi cuadrado Pearson	54	48	0.2559

En el Cielito se realizaron nueve aplicaciones de las cuales el 33.33% fue de Carbosulfan (dosis 500 cm³/l) a los 30, 60 y 130 dds (Emergencia, Desarrollo Vegetativo I y Maduración), mientras que Fripronil (dosis 250 cm³/l) se aplicó en el día cero (siembra), Profenofos (dosis 330 cm³/l) fue aplicado a los 45 días después de la siembra (Desarrollo Vegetativo I). Posterior a los 55 dds (Desarrollo V. I) se empleó Abamectin (dosis 200 cm³/l), luego a los 75 dds (Desarrollo V. II) se utilizó Acefato (500 g/l), a los 85 dds (Tuberización) se usó Hexythiazox (dosis 250 g) y finalmente se aplicó Clorpirifos (dosis 250 cm³/l) a los 154 dds (Maduración) (tabla 9).

Tabla 9

Frecuencia absoluta entre los días después de la siembra e ingrediente activo

Ingrediente activo	0	30	45	55	60	65	85	130	145	Total
Abamectin	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Acefato	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Carbosulfan	0	1	0	0	1	0	0	1	0	3
Clorpirifos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Fripronil	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Hexythiazox	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Profenofos	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Total	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9

En la figura 18 se muestra la disminución de la población de *Tecia solanivora*, teniendo un total de 132 polillas mientras que a los 90 dds fue de 103 individuos de esta especie. Obteniendo como resultado la disminución de 23 palomillas durante el periodo de

muestreo que fue cada 15 días, respectivamente. Por otro lado, a los 85 dds se observa la aplicación de Hexythiazox (insecticida) que pertenece al grupo químico 10 que tiene como modo de acción la regulación del crecimiento, se aplicó en la fase de tuberización del cultivo.

Se puede comparar las temperaturas de la zona que fueron de 10°C (figura 19) y la precipitación que fue de 0 mm (figura 20), lo que indica cuales son las condiciones óptimas para el desarrollo de la plaga en la zona de estudio. Cabe mencionar que la polilla se ha venido adaptando con facilidad a temperaturas bajas y altas, en la tabla 2 se muestra el cálculo de generaciones para diferentes temperaturas y menciona que a los 10° C las generaciones por año es solamente una. Por lo tanto, se puede decir que las condiciones climáticas si afectan en el desarrollo de la polilla.

Con respecto a *Symmetrischema tangolias* su dinámica poblacional (figura 18) se presentó a los 60 dds (18/09/2020) con cinco machos por trampa, luego incrementó a los 75 días después de la siembra (3/10/2020) teniendo un número de 13 polillas, cabe recalcar que en esta misma fecha se colocó Acefato y su temperatura mínima fue óptima de 12°C (figura 19) para su desarrollo. En el día 90 (18/10/2020) la población disminuyó a 10 polillas capturadas en trampa mientras que a los 105 dds (2/11/2020) volvió a incrementar a 15, cabe mencionar que en el día 85 (13/10/2020) se aplicó Hexythiazox una sola vez.

Al contrario, con la especie de *Phthorimaea operculella* se evidenció que en el primer monitoreo se contabilizó cuatro machos en trampa, y a los 75 días incrementa a 10 polillas registradas. Posterior a los siguientes monitoreos la población de esta especie sigue aumentado, pero en pequeñas cantidades.

c. Etapa fenológica - modo de acción

La tabla 10 muestra el análisis de la localidad El Cielito, donde se determinó que no existe una relación entre la etapa fenológica y el modo de acción ($\chi^2=0.2554$, GL=12).

Tabla 10

Tabla de contingencia entre la etapa fenológica y el modo de acción de la localidad El Cielito

Estadístico	Valor	GL	X ²
Chi cuadrado Pearson	14.75	12	0.2554

Se realizaron nueve aplicaciones en la etapa fenológica del cultivo, de las cuales el 67% corresponde a Inhibidores de Acetilcolinesterasa que se aplicaron de la siguiente manera: en el Desarrollo Vegetativo y en Floración se aplicaron una vez, mientras que en las fases de Tuberización y Maduración se duplicaron las aplicaciones. En la siembra se aplicó el 11% de Bloqueadores de los canales de cloro regulados por GABA, también en la Floración se aplicó los Activadores de cloro en un 11% y finalmente en la Tuberización se usó 11% de Bloqueadores de nicotínico/acetilcolina (tabla 11).

Tabla 11*Frecuencia absoluta ente la etapa fenológica y el modo de acción*

Modo de acción	Siembra	Desarrollo Vegetativo	Floración	Tuberización	Maduración	Total
Activadores de cloro	0	0	1	0	0	1
Bloqueadores de nicotínico/acetilcolina	0	0	0	1	0	1
GABA	1	0	0	0	0	1
Inhibidores de acetilcolinesterasa	0	1	1	2	2	6
Total	1	1	2	3	2	9

El análisis muestra que en la localidad El Cielito, para los días después de la siembra y el modo de acción no existe una asociación ($\chi^2=0.3045$, GL=24), como se observa en la tabla 12.

Tabla 12

Tabla de contingencia entre los días después de la siembra y el modo de acción en la localidad El Cielito

Estadístico	Valor	GL	X2
Chi cuadrado Pearson	27	24	0.3045

d. Por días - mecanismo de acción

En Pimampiro, El Cielito se realizaron nueve aplicaciones de las cuales el 67% fue con Inhibidores de Acetilcolinesterasa, mismo que se aplicó a los 30, 45, 60, 75, 130 y 145 días después de la siembra. Además, los Activadores de cloro se aplicó a los 55 dds, mientras que con los Bloqueadores de nicotínico/acetilcolina a los 85 dds y finalmente la aplicación de Bloqueadores de los canales de cloro regulados por GABA a los cero días (siembra) como muestra la tabla 13.

Tabla 13

Frecuencia absoluta entre los días después de la siembra y el mecanismo de acción

Ingrediente activo	0	30	45	55	60	75	85	130	145	Total
Activadores de cloro	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Bloqueadores de nicotínico/acetilcolina	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
GABA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Inhibidores de Acetilcolinesterasa	0	1	1	0	1	1	0	1	1	6
Total	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9

4.6.2 Control químico en el lote Yuracruz - Ibarra

a. Por fenología – ingrediente activo

En la tabla 14 nos muestra el análisis de chi cuadrado para Yuracruz en el cantón Ibarra, para los factores etapa fenológica e ingrediente activo no existe una relación ($X^2=0.1938$, $GL=30$).

Tabla 14

Tabla de contingencia entre la etapa fenológica e ingrediente activo en la localidad Yuracruz.

Estadístico	Valor	GL	X^2
Chi cuadrado Pearson	36.45	30	0.1938

En el cantón Ibarra sector Yuracruz se registraron 13 aplicaciones, teniendo una mayor aplicación de ingredientes activos en la fase de Maduración. Fueron siete aplicaciones de Carbosulfan (dosis 500 cm³/l a los 30 dds y 330 cm³/l a los 130), Clorpyrifos (400 cm³/l a los 145 días), Hexythiazox (250 g/l a los 130 dds), Malathion (500 g/l a los 145 dds) y Methomil (100 g/l a los 100 dds) una sola vez de cada ingrediente activo, mientras que Profenofos se aplicó dos veces en esta etapa. En la etapa de Tuberización la aplicación de ingredientes activos como Carbosulfan (dos aplicaciones a los 30 dds dosis de 500 cm³/l y a los 130 dds con 330 cm³/l), Chlorfenapyr (200 cm³/l), Fipronil (250 cm³/l a los 30 dds) e Imidacloprid (250 cm³/l a los 45 dds). En la fase de floración solo se usó una vez Tiametoxan (250 cm³/l) y finalmente en la siembra se aplicó Disflubenzuron (250 cm³/l) (figura 15).

Tabla 15

Frecuencia absoluta entre la etapa fenológica y el modo de acción

Ingrediente activo	Siembra	Floración	Tuberización	Maduración	Total
Carbosulfan	0	0	1	1	2
Chlorfenapyr	0	0	1	0	1
Clorpyrifos	0	0	0	1	1
Diflubenzuron	1	0	0	0	1
Fipronil	0	0	1	0	1
Hexythiazox	0	0	0	1	1
Imidacloprid	0	0	1	0	1
Malathion	0	0	0	1	1
Methomil	0	0	0	1	1
Profenofos	0	0	0	2	2
Tiametoxan	0	1	0	0	1
Total	1	1	4	7	13

b. Por días – ingrediente activo

En el análisis se observa que, para los días después de la siembra e ingrediente activo (tabla 16), no existe asociación ($X^2=0.2764$, $GL=90$).

Tabla 16

Tabla de contingencia entre los días después de la siembra e ingrediente activo en la localidad Yuracruz.

Estadístico	Valor	GL	X^2
Chi cuadrado Pearson	97.50	90	0.2764

Se realizaron 13 aplicaciones en la localidad de Yuracruz como se muestra en la tabla 16. En la siembra se usó Diflubenzuron, luego a los 30 y 130 días después de la siembra se aplicó Carbosulfan, a los 45 dds Imidacloprid. Además, a los 55 dds Tiametoxan, luego a los 60 dds Chlorfenapyr y Methomil a los 75 dds. Por otro lado, a los 85 y 160 días después de la siembra se usó Profenofos, a los 145 días se registró una aplicación con Clorpirifos y Malathion y finalmente a los 160 dds se usó Profenofos. Cabe mencionar que todos los ingredientes activos mencionados anteriormente se aplicaron una sola vez durante el ciclo del cultivo, en las etapas de Emergencia, Desarrollo Vegetativo I y II, Floración, Tuberización y Maduración (figura 17).

Tabla 17

Frecuencia absoluta entre los días después de la siembra e ingrediente activo

Ingrediente activo	0	30	45	55	60	75	85	130	145	160	Total
Carbosulfan	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Chlorfenapyr	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Clorpirifos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Diflubenzuron	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Fipronil	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Hexythiazox	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Imidacloprid	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Malathion	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Methomil	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Profenofos	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
Tiametoxan	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Total	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	13

Durante el conteo de la población de palomillas se observa en la figura 21 como la especie *Tecia solanivora* disminuye en un lapso de 15 días comprendido entre el día 45 y 60 (12 y 27 de octubre del 2020) después de la siembra. La población total de machos capturados en el día 45 fue de 382 y se aplicó Imidacloprid una vez, mientras que en el día 60 hubo 203 polillas y se aplicó Chlorfenapyr (tabla 17).

Teniendo una gran disminución de 179 especies de *T. solanivora* en Yuracruz, esto se debe a que las temperaturas mínimas descendieron en un rango de 9 a 8°C (figura 22), siendo un agravante la proliferación de esta plaga. En cambio, en el día 60 la temperatura mínima aumento a 12°C. Esto favoreció al incremento de población de 593 individuos a los 75 dds. Sin embargo, a los 90 dds la población desciende a 489 y a los 85 días se aplicó Profenofos los cuales actuaron sobre el sistema nervioso y pertenecen al grupo químico uno.

Además, la aplicación de ingredientes activos desde la siembra hasta los 60 dds fueron Diflubenzuron, Carbosulfan, Fipronil, Imidacloprid, Tiametoxan y Chlorfenapyr. Donde *S. tangolias* aumentó su población en rangos pequeños desde el día 15 (12/09/2020) que fue de 5 polillas hasta el día 60 que fue de 20 machos en trampa. En cambio, a los 75 días la población se triplicó de 20 a 56 individuos. Es importante mencionar que *P. operculella* en esta localidad la dinámica poblacional fue alta a diferencia de las otras zonas. Desde los 15 días de monitoreo hasta los 75 dds la población se incrementó, teniendo la

presencia de 150 palomillas en los días 75 y 195 en donde fue la dinámica más alta en este lote.

c. Por fenología - modo de acción

En la tabla 18 se puede observar que el análisis en la localidad de Yuracruz para la etapa fenológica y el modo de acción, no existe relación alguna ($X^2=0.0105$, $GL=18$).

Tabla 18

Tabla de contingencia entre la etapa fenológica y el modo de acción de la localidad Yuracruz

Estadístico	Valor	GL	X^2
Chi cuadrado Pearson	34.62	18	0.0105

En la localidad Yuracruz se realizaron 13 aplicaciones (tabla 19), de las cuales el 54% se realizó con Inhibidores de Acetilcolinesterasa, mismo que fue aplicado durante las etapas de Tuberización y Maduración. En la fase de Tuberización al aplicar los ingredientes activos se obtuvo como modo de acción a los Agonistas nicotínico/acetilcolina, GABA, Inhibidores acetilcolinesterasa e Inhibidores ATP/sintasa mitocondrial. Con respecto a la siembra se usó Inhibidores-biosíntesis/quitina vegetativo y en la etapa de Maduración se usó Bloqueadores de nicotínico/acetilcolina una vez, mientras que los Inhibidores acetilcolinesterasa se aplicaron seis veces solo en esta fase.

Tabla 19

Frecuencia absoluta entre la etapa fenológica y el modo de acción

Modo de acción	Siembra	Floración	Tuberización	Maduración	Total
Agonistas nicotínico/acetilcolina	0	0	1	0	1
Bloqueadores de nicotínico/acetilcolina	0	0	0	1	1
Contacto estomacal- sistémico	0	1	0	0	1
GABA	0	0	1	0	1
Inhibidores acetilcolinesterasa	0	0	1	6	7
Inhibidores ATP/sintasa mitocondrial	0	0	1	0	1
Inhibidores- biosíntesis/quitina	1	0	0	0	1
Total	1	1	4	7	13

b. Por días – modo de acción

En el análisis de chi cuadrado se puede observar que para los factores días después de la siembra y modo de acción no existe asociación alguna ($X^2=0.1846$, $GL=54$), como se muestra en la tabla 20.

Tabla 20

Tabla de contingencia entre los días después de la siembra y el modo de acción en la localidad Yuracruz

Estadístico	Valor	GL	X ²
Chi cuadrado Pearson	63.14	54	0.1846

En la tabla 21 se registraron 13 aplicaciones con distintos ingredientes activos, en donde se usó en mayor cantidad como ingrediente activo a los Inhibidores de Acetilcolinesterasa con un 53.84% del total que se aplicó al cultivo. Mismo que fueron aplicados una vez a los 30, 75, 85, 130 y 160 días después de la siembra mientras que a los 145 dds se utilizó dos veces el mismo ingrediente activo (Inhibidores de Acetilcolinesterasa). Además, en la siembra se colocó Inhibidores-biosíntesis/quitina y finalmente a los 55 días después de la siembra se aplicó Contacto estomacal-sistémico.

Tabla 21

Frecuencia absoluta entre los días después de la siembra y el ingrediente activo

Modo de acción	0	30	45	55	60	75	85	130	145	160	Total
Agonistas nicotínico/acetilcolina	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Bloqueadores de nicotínico/acetilcolina	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Contacto estomacal-sistémico	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
GABA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Inhibidores acetilcolinesterasa	0	1	0	0	0	1	1	1	2	1	7
Inhibidores ATP/sintasa mitocondrial	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Inhibidores-biosíntesis/quitina	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	13

4.6.3 La Esperanza – Ibarra

a. Por fenología – ingrediente activo

En el análisis se puede observar que en la localidad La Esperanza en el cantón Ibarra para los factores ingrediente activo y etapa fenológica no existe ninguna relación ($X^2=0.2231$, $GL=2$), como muestra la tabla 22.

Tabla 22

Tabla de contingencia entre la etapa fenológica e ingrediente activo en la localidad La Esperanza

Estadístico	Valor	GL	X ²
Chi cuadrado Pearson	3.00	2	0.2231

En la Esperanza cantón Ibarra se realizaron tres aplicaciones, que fueron en la fase de siembra usando Diflubenzuron (dosis 250 cm³/l) y Tiametoxan (dosis 250 cm³/l) una sola vez cada uno. También se colocó una vez en la fase de Maduración con Carbosulfan (500 cm³/l a los 30 días), teniendo una aplicación de ingredientes activos escasa para el lote (tabla 23).

Tabla 23

Frecuencia absoluta entre la etapa fenológica e ingrediente activo

Modo de acción	Siembra	Tuberización	Total
Carbosulfan	0	1	1
Diflubenzuron	1	0	1
Tiametoxan	1	0	1
Total	2	1	3

b. Por días – ingrediente activo

El análisis nos muestra que para los factores días después de la siembra e ingrediente activo no existe asociación ($X^2=0.2231$, $GL=2$) (tabla 24).

Tabla 24

Tabla de contingencia entre los días después de la siembra e ingrediente activo de la localidad La Esperanza

Estadístico	Valor	GL	X^2
Chi cuadrado Pearson	3.00	2	0.2231

En la tabla 24 se puede observar que se realizaron un total de tres aplicaciones en toda la etapa del cultivo, se utilizó Diflubenzuron y Tiametoxan en la siembra. Mientras que a los 30 días después de la siembra se aplicó Carbosulfan.

Tabla 25

Frecuencia absoluta entre los días después de la siembra e ingrediente activo

Ingrediente activo	0	30	Total
Carbosulfan	0	1	1
Diflubenzuron	1	0	1
Tiametoxan	1	0	1
Total	2	1	3

En esta zona no se utilizó un control fitosanitario de amplio espectro para combatir las poblaciones de las distintas especies de polilla. Se observó la presencia de *Symmetrischema tangolias*, *Phthorimaea operculella* y *Tecia solanivora* (figura 24). Con respecto a las aplicaciones de productos químicos, se colocó Carbosulfan, Diflubenzuron, Tiametoxan una vez cada producto como indica la tabla 25, aplicados solo en la fase de Siembra y Tuberización (0 y 30 días).

Con respecto a la aplicación de los insecticidas que fue días antes de empezar el monitoreo, se puede concluir que no influyó en nada la aplicación de dichos productos, ya que la presencia de esta plaga se evidenció en toda la fase del cultivo. Por otro lado, la temperatura mínima fue de 6°C y la temperatura máxima fue de 22°C entre los días 98-99 (3 y 4 de noviembre del 2020) respectivamente.

c. Etapa fenológica – modo de acción

La tabla 26 muestra el análisis de la localidad La Esperanza para los factores etapa fenológica y modo de acción, demostrando que no hay relación alguna ($X^2=0.2231$, $GL=2$).

Tabla 26

Tabla de contingencia entre la etapa fenológica y el modo de acción en la localidad La Esperanza

Estadístico	Valor	GL	X²
Chi cuadrado Pearson	3.00	2	0.2231

Se realizaron tres aplicaciones en La Esperanza, de las cuales el modo de acción que influyó en la etapa de la Siembra fue el modo de Contacto estomacal-sistémico e Inhibidores-biosíntesis/quitina colocados una sola vez, mientras que en la fase de Tuberización se aplicó Inhibidores acetilcolinesterasa una vez (tabla 27).

Tabla 27

Frecuencia absoluta entre la etapa fenológica y el modo de acción

Modo de acción	Siembra	Tuberización	Total
Contacto estomacal-sistémico	1	0	1
Inhibidores acetilcolinesterasa	0	1	1
Inhibidores-biosíntesis/quitina	1	0	1
Total	2	1	3

d. Por días – modo de acción

Se observa en la tabla 28 que el análisis para los factores días después de la siembra y modo de acción determinó que no existe relación entre ellos ($X^2= 0.2231$, $GL=2$).

Tabla 28

Tabla de contingencia entre los días después de la siembra y el modo de acción en la localidad La Esperanza

Estadístico	Valor	GL	X²
Chi cuadrado Pearson	3.00	2	0.2231

En La Esperanza se realizaron tres aplicaciones, en la siembra (día 0) se usaron los modos de acción Contacto estomacal-sistémico e Inhibidores-biosíntesis/quitina una sola vez. Y a los 30 días después de la siembra se aplicó Inhibidores acetilcolinesterasa (tabla 29).

Tabla 29

Frecuencia absoluta entre los días después de la siembra y el modo de acción

Ingrediente activo	0	30	Total
Contacto estomacal-sistémico	1	0	1
Inhibidores acetilcolinesterasa	0	1	1
Inhibidores-biosíntesis/quitina	1	0	1
Total	2	1	3

4.6.4 Ugshapungo – Cotacachi

a. Por fenología – ingrediente activo

El análisis indica que en Cotacachi comunidad Ugshapungo para los factores etapa fenológica e ingrediente activo no existe una asociación ($X^2=0.4915$, $GL=30$) (Tabla 28).

Tabla 30

Tabla de contingencia entre la etapa fenológica e ingrediente activo de la localidad Ugshapungo

Estadístico	Valor	GL	X^2
Chi cuadrado Pearson	29.50	30	0.4915

En la comunidad de Ugshapungo cantón Cotacachi se realizaron 15 aplicaciones de las cuales el 40% se lo realizó para la fase de Maduración, mientras el 33% fue en etapa de Tuberización y un 13% para Siembra y Floración. En la siembra se utilizó Diflubenzuron y Tiametoxan (dosis 250 cm³/l) respectivamente, para la Floración se aplicó Abamectin (200 cm³/l a los 55 dds) y Tiametoxan (250 cm³/l a los 60 dds) una sola vez cada producto.

Además, en la etapa de Tuberización se registraron aplicaciones de Carbosulfan (dos aplicaciones a los 30 dds, dosis de 500 cm³/l y a los 130 días 330 cm³/l), Chlorfenapyr (200 cm³/l a los 75 dds), Diflubenzuron (250 cm³/l a los 80 dds), Hexythiazox (250 g/l a los 85 días) e Imidacloprid (250 cm³/l a los 45 dds). En la etapa de Maduración se realizó el mayor número de aplicaciones utilizando Carbosulfan, Clorpyrifos (dos aplicaciones dosis 400 cm³/l), Malathion (500 g/l), Methomil (100 g/l) y Profenofos (330 cm³/l). Como se puede observar en la tabla 31.

Tabla 31

Frecuencia absoluta entre la etapa fenológica e ingrediente activo

Ingrediente activo	Siembra	Floración	Tuberización	Maduración	Total
Abamectin	0	1	0	0	1
Carbosulfan	0	0	1	1	2
Chlorfenapyr	0	0	1	0	1
Clorpyrifos	0	0	0	1	1
Diflubenzuron	1	0	1	0	2
Hexythiazox	0	0	1	0	1
Imidacloprid	0	0	1	0	1
Malathion	0	0	0	1	1
Methomil	0	0	0	1	1
Profenofos	0	0	0	2	2
Tiametoxan	1	1	0	0	2
Total	2	2	5	6	15

b. Por días – ingrediente activo

El análisis muestra que para días después de la siembra e ingrediente activo no existe una relación ($X^2=0.140$, $GL=140$), en la localidad de Ugshapungo cantón Cotacachi (tabla 32).

Tabla 32

Tabla de contingencia entre los días después de la siembra e ingrediente activo en la localidad Ugshapungo

Estadístico	Valor	GL	X ²
Chi cuadrado Pearson	142.50	130	0.2140

Se realizaron 15 aplicaciones en Ugshapungo con Carbosulfan, Diflubenzuron, Profenofos y Tiametoxan con un 13% de cada ingrediente activo, de la misma manera se utilizó Abamectin, Chlorfenapyr, Clorpyrifos, Hexythiazox, Imidacloprid, Malathion y Methomil un 7% cada uno (tabla 33). De los cuales, en la Siembra se usó Diflubenzuron y Tiametoxan, a los 30 dds se usó Carbosulfan, 15 días después se aplicó Imidacloprid, Abamectin se usó a los 55 dds, seguidamente a los 60 días se adiciono Tiametoxan, para luego a los 75 días utilizar Chlorfenapyr.

Cinco días después, se colocó Diflubenzuron y Hexythiazox a los 85 dds, mientras a los 100 días se realizó una aplicación con Methomil. Además, después de 15 días se usó Profenofos, 15 días más tarde se utilizó Carbosulfan, a los 145 días se aplicó Malathion concluyendo con las aplicaciones cada dos semanas. Después de 45 dds se vuelve a realizar una aplicación con Clorpyrifos y finalmente a los 205 dds se usó Profenofos en la fase del cultivo de papa.

Tabla 33

Frecuencia absoluta entre los días después de la siembra e ingrediente activo

Ingrediente activo	0	30	45	55	60	75	80	85	100	115	130	145	190	205	Total
Abamectin	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Carbosulfan	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Chlorfenapyr	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Clorpyrifos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Diflubenzuron	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Hexythiazox	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Imidacloprid	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Malathion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Methomil	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Profenofos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
Tiametoxan	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Total	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15

Las aplicaciones que se realizaron en la zona de Ugshapungo fueron de un 50% de insecticidas y 50% de plaguicidas. Los principales ingredientes activos que se aplicaron durante toda la fase del cultivo fueron Abamectin, Carbosulfan, Chlorfenapyr, Clorpyrifos, Diflubenzuron, Hexythiazox, Imidacloprid, Malathion, Methomil, Profenofos y Tiametoxan (tabla 33). Los controles fitosanitarios que realiza el agricultor son estructurados por técnicos que guían sus labores de cuidado para el cultivo. Se observó que la dinámica poblacional de polilla existente en la localidad es de las tres especies mencionadas en este estudio.

Se destaca la especie de *Tecia solanivora* (figura 27) teniendo una alta presencia de este insecto plaga, los monitoreos fueron desde los 15 días después de la siembra en donde se contabilizó 107 machos en trampa, luego a los 30 dds su población disminuyó a 55 individuos con una diferencia de 52 polillas. Posterior a los 45 dds volvió a disminuir a

46 palomillas contabilizadas en el muestreo. Para el día 60 la población excede en un número de 450 insectos encontrados en el lote.

Cabe mencionar que la temperatura máxima en esos días estuvo en un rango de 19 a 22°C y la temperatura mínima fue de 7°C (figura 28). A pesar del uso excesivo de agroquímicos, la plaga estuvo presente hasta la cosecha y no se pudo exterminar por completo a la palomilla, para que no cause daños en el tubérculo. Con respecto a las otras dos especies *S. tangolias* y *P. operculella*, estuvieron presentes desde el primer día de monitoreo con 8 y 11 polillas respectivamente. El aumento de cada una de ellas fue en cantidades mínimas los primeros 45 dds, posteriores a este su población aumenta en el día 45 (12 polillas a 86) y en la otra el doble (10 polillas a 22).

c. Etapa fenológica – modo de acción

El análisis de chi cuadrado para los factores etapa fenológica y modo de acción, se determinó que no existe ninguna relación entre ellos ($X^2=0.0695$, $GL=18$) (tabla 34).

Tabla 34

Tabla de contingencia entre la etapa fenológica y el modo de acción en la localidad de Ugshapungo

Estadístico	Valor	GL	X^2
Chi cuadrado Pearson	27.54	18	0.0695

Se realizaron 15 aplicaciones en Ugshapungo de las cuales el 40% fue en la fase de Maduración, el 33.33% en Tuberización, un 13.33% en Floración y finalmente un 13.33% en la Siembra. El modo de acción que se utilizó en esta zona por cada fase fenológica fue que en la siembra se aplicó un modo de acción de Contacto estomacal-sistémico e Inhibidores-biosíntesis quitina, en la etapa de Floración se utilizó Activadores de cloro y Contacto estomacal-sistémico, mientras que en la Tuberización se realizaron aplicaciones con Agonistas nicotínico/acetilcolina, Bloqueadores de nicotínico/acetilcolina, Inhibidores de acetilcolinesterasa y de ATP/sintasas mitocondriales. Además, en la etapa de Maduración se aplicó Inhibidores acetilcolinesterasa seis veces este ingrediente activo (tabla 35).

Tabla 35

Frecuencia absoluta entre la etapa fenológica y el modo de acción

Modo de acción	Siembra	Floración	Tuberización	Maduración	Total
Activadores de cloro	0	1	0	0	1
Agonistas nicotínico/acetilcolina	0	0	1	0	1
Bloqueadores de nicotínico/acetilcolina	0	0	1	0	1
Contacto estomacal-sistémico	1	1	0	0	2
Inhibidores acetilcolinesterasa	0	0	1	6	7
Inhibidores ATP/sintasas mitocondrial	0	0	1	0	1
Inhibidores-biosíntesis quitina	1	0	1	0	2
Total	2	2	5	6	15

d. Por días – modo de acción

El análisis muestra que para los factores días después de la siembra y modo de acción no hay ninguna asociación ($X^2=0.3421$, $GL=78$) (tabla 36).

Tabla 36

Tabla de contingencia entre los días después de la siembra y el modo de acción de la localidad Ugshapungo.

Estadístico	Valor	GL	X^2
Chi cuadrado Pearson	82.50	78	0.3421

La tabla 37 muestra que en la localidad de Ugshapungo se realizaron 15 aplicaciones, donde el 47% se lo realizó con Inhibidores acetilcolinesterasa, mientras el 14% se aplicó Contacto estomacal-sistémico, el 13% fue con Inhibidores-biosíntesis quitina y 7% se aplicó de Activadores de cloro, Agonista nicotínico/acetilcolina, Bloqueadores Nicotínico/acetilcolina e Inhibidores ATP/sintasas mitocondriales. Los cuales se aplicaron en la siembra a los cero días que fue de Contacto estomacal-sistémico e Inhibidores-biosíntesis quitina, 15 dds se usó Inhibidores acetilcolinesterasa, a los 45 dds Agonista nicotínico/acetilcolina, 10 días más tarde Activadores de cloro.

Además, cinco días después fue de Contacto estomacal-sistémico, a los 75 dds Inhibidores ATP/sintasas mitocondriales. La siguiente aplicación realizada a los 80 dds se utilizó Inhibidores-biosíntesis quitina, a los 85 días se aplicó Bloqueadores Nicotínico/acetilcolina. A partir del día 100 después de la siembra se registraron cuatro aplicaciones cada 15 días, una después de los 45 dds y la última a los 205 dds, donde se utilizó solamente Inhibidores acetilcolinesterasa.

Tabla 37

Frecuencia absoluta entre los días después de la siembra e ingrediente activo

Ingrediente activo	0	30	45	55	60	75	80	85	100	115	130	145	190	205	Total
Activadores de cloro	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Agonista nicotínico/acetilcolina	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Bloqueadores Nicotínico/acetilcolina	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Contacto estomacal-sistémico	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Inhibidores acetilcolinesterasa	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	7
Inhibidores ATP/sintasas mitocondrial	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Inhibidores-biosíntesis quitina	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Total	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15

4.6.5 Control químico de la localidad Muenala - Otavalo

a. Por fenología – ingrediente activo

El análisis realizado a la localidad de Muenala en el Cantón Otavalo (tabla 38) se puede observar que para los factores etapa fenológica e ingrediente activo no existe relación alguna entre los dos ($X^2=0.2809$, $GL=42$).

Tabla 38

Tabla de contingencia entre la etapa fenológica e ingrediente activo de la localidad Muenala

Estadístico	Valor	GL	X^2
Chi cuadrado Pearson	46.83	42	0.2809

En Muenala se realizaron 26 aplicaciones, en la etapa de Maduración se realizó el 42%, el 31% en la Tuberización, 15% fue aplicado en la Floración y en la Siembra se incorporó el 11%. En la siembra se utilizó Diflubenzuron dos aplicaciones (cero días y a los 80 dds) con una dosis de 250 cm³, Fipronil y Tiametoxan se utilizó en la siembra y a los 60 dds una dosis de 250 cm³, mientras en la Floración se aplicó Abamectin (200 cm³ a los 55 dds). Además, Carbosulfan fueron tres aplicaciones a los 30 y 60 dds (500 cm³) y a los 130 dds con dosis de 330 cm³, Dimethoate a los 55 dds con 330 cm³.

Por otra parte, en la etapa de Tuberización se fumigó con Acefato (dosis 300 g/l), Carbosulfan y Chlorfenapyr (dosis 200 cm³), Diflubenzuron (dosis 250 cm³), Fipronil y Hexythiazox (dosis 250 g/l), Imidacloprid (250 cm³) y Profenofos (dosis 330 cm³). Finalmente, para la Maduración se aplicó la mayor cantidad de productos con Carbosulfan, Clorpyrifos (dosis 400 cm³), Hexythiazox, Malathion (500 g/l), Methomil (dosis 100 g/l) y Profenofos como ingredientes activos (tabla 39).

Tabla 39

Frecuencia absoluta entre la etapa fenológica e ingrediente activo

Ingrediente activo	Siembra	Floración	Tuberización	Maduración	Total
Abamectin	0	1	0	0	1
Acefato	0	0	1	0	1
Carbosulfan	0	1	1	2	4
Chlorfenapyr	0	0	1	0	1
Clorpyrifos	0	0	0	1	1
Diflubenzuron	1	0	1	0	2
Dimethoate	0	1	0	0	1
Fipronil	0	0	1	0	1
Fipronil	1	0	0	0	1
Hexythiazox	0	0	1	3	4
Imidacloprid	0	0	1	0	1
Malathion	0	0	0	1	1
Methomil	0	0	0	2	2
Profenofos	0	0	1	2	3
Tiametoxan	1	1	0	0	2
Total	3	4	8	11	26

b. Por días – ingrediente activo

En la tabla 40 se observa el análisis de Chi cuadrado para los factores días después de la siembra e ingrediente activo, donde no hay ninguna asociación ($X^2=0.1400$, $GL=130$).

Tabla 40

Tabla de contingencia entre los días después de la siembra e ingrediente activo en la localidad Muenala

Estadístico	Valor	GL	X²
Chi cuadrado Pearson	177.67	196	0.8219

En la localidad de Muenala cantón Otavalo, se realizaron 26 aplicaciones (tabla 41) de las cuáles en la Siembra se realizaron tres con Diflubenzuron, Fipronil y Tiametoxan. Además, a los 30 dds se usó Fipronil y Carbosulfan, a los 15 dds fueron dos aplicaciones donde se usó Imidacloprid y Profenofos. Por otro lado, a los 55 dds se realizaron dos aplicaciones usando Abamectin y Dimethoate, cinco días después se adiciono dos ingredientes activos Carbosulfan y Tiametoxan. A los 75 dds de la misma manera fue dos aplicaciones de Acefato y Chlorfenapyr, posterior a los 80 dds se utilizó Diflubenzuron mientras que, a los 85 días se aplicó Hexythiazox.

A los 100 días después de la siembra se usó Methomil, 15 dds de realizaron dos aplicaciones con Methomil y Profenofos, a los 130 dds de la misma manera se utilizó Carbosulfan y Hexythiazox, 15 después se realizó tres fumigaciones con Clorpyrifos, Hexythiazox y Malathion. Finalmente, se hizo una aplicación con Profenofos a los a los 160 dds, después de 45 días se utilizó Carbosulfan y finalmente a los 240 dds se aplicó Hexythiazox.

Tabla 41

Frecuencia absoluta entre los días después de la siembra e ingrediente activo

Ingrediente activo	0	30	45	55	60	75	80	85	100	115	130	145	160	205	240	Total
Abamectin	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Acefato	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Carbosulfan	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	4
Chlorfenapyr	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Clorpyrifos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Diflubenzuron	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Dimethoate	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Fipronil	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Fipronil	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Hexythiazox	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	4
Imidacloprid	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Malathion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Methomil	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Profenofos	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3
Tiametoxan	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Total	3	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	3	1	1	1	26

c. Por etapa fenológica – modo de acción

El análisis de varianza para los factores etapa fenológica y modo de acción (tabla 42), se observa que no existe relación ($X^2=0.1261$, $GL=21$).

Tabla 42

Tabla de contingencia entre la etapa fenológica y el modo de acción en la localidad Muenala

Estadístico	Valor	GL	X²
Chi cuadrado Pearson	28.52	21	01261

En Muenala se realizaron 26 aplicaciones de las cuales el 42% se aplicó en etapa de Maduración, el 31% en etapa de Tuberización, en la Floración un 15% y finalmente un 12% en la siembra. Los modos de acción utilizados fueron Contacto estomacal sistémico, GABA e Inhibidores-biosíntesis quitina. Además, en la Floración se utilizó Activadores de cloro, Contacto estomacal sistémico e Inhibidores acetilcolinesterasa, de la misma manera en la etapa de Tuberización se aplicó Agonista nicotínico/acetilcolina, Bloqueadores Nicotínico/acetilcolina, GABA, Inhibidores acetilcolinesterasa, Inhibidores ATP/sintasa mitocondrial e Inhibidores-biosíntesis quitina. Finalmente, para la Maduración se registraron tres aplicaciones con Bloqueadores Nicotínico/acetilcolina y ocho con Inhibidores acetilcolinesterasa (tabla 43).

Tabla 43

Frecuencia absoluta entre la etapa fenológica y el modo de acción

Modo de acción	Siembra	Floración	Tuberización	Maduración	Total
Activadores de cloro	0	1	0	0	1
Agonista nicotínico/acetilcolina	0	0	1	0	1
Bloqueadores Nicotínico/acetilcolina	0	0	1	3	4
Contacto estomacal sistémico	1	1	0	0	2
GABA	1	0	1	0	2
Inhibidores acetilcolinesterasa	0	2	3	8	13
Inhibidores ATP/sintasa mitocondrial	0	0	1	0	1
Inhibidores-biosíntesis quitina	1	0	1	0	2
Total	3	4	8	11	26

El manejo de productos químicos usados en la localidad de Muenala tuvo como principal objetivo evitar que las poblaciones de insectos tomen resistencia a estos productos sintéticos. Por lo tanto, las aplicaciones realizadas en el lote por el agricultor fueron dirigidas por técnicos que le recomendaron utilizar Activadores de cloro, Agonista nicotínico/acetilcolina, Bloqueadores Nicotínico/acetilcolina, GABA, Inhibidores acetilcolinesterasa, Inhibidores ATP/sintasa mitocondrial e Inhibidores-biosíntesis quitina.

La tabla 43 muestra la aplicación de 14 ingredientes activos con un total de 26 aplicaciones. Cabe mencionar, que durante el muestreo se verificó la presencia de las tres especies de polilla, su dinámica poblacional fue mínima a comparación de la presencia

en las otras localidades. Teniendo a *S. tangolias* con apenas siete palomillas y un máximo de 36, en cambio *T. solanivora* fue de 30 y 52 polillas capturadas en trampa y de *P. operculella* fue de cuatro y 18 individuos (figura 30).

Por otro lado, la temperatura mínima fue entre 6 y 7 °C en los días 68 y 158 dds (31 de noviembre del 2020 y el 1 de febrero del 2021) mientras que la temperatura máxima fue de 23 °C (figura 31). Es importante mencionar las precipitaciones que se dieron en la zona fue entre los 75 dds (10 de noviembre 2020) con un valor de 37 mm, a los 135 dds (9 de enero 2021) de 53 mm y finalmente a los 252 dds (6 de mayo del 2021) con 68 mm, siendo esta la precipitación más alta (figura 32).

d. Por días - modo de acción

El análisis de chi cuadrado (tabla 44) muestra que, para los factores días después de la siembra y modo de acción no existe relación ($X^2=0.7288$, GL=98) (Tabla 42).

Tabla 44

Tabla de contingencia de días después de la siembra y modo de acción de la localidad Muenala.

Estadístico	Valor	GL	X ²
Chi cuadrado Pearson	89.08	98	0.7288

Se realizaron 15 aplicaciones en total en la localidad de Muenala, de las cuales el 47% fue con inhibidores acetilcolinesterasa, 13% fue de Contacto estomacal sistémico y el mismo porcentaje de Inhibidores biosíntesis quitina. Además, un 7% de Activadores de cloro, Agonista nicotínico/acetilcolina, Bloqueadores Nicotínico/acetilcolina e Inhibidores de ATP/sintasas mitocondriales.

En la Siembra se aplicó Contacto estomacal sistémico, GABA, e Inhibidores-biosíntesis quitina, 30 dds se usó nuevamente GABA más Inhibidores acetilcolinesterasa, 15 días más tarde se utilizó Agonista nicotínico/acetil más inhibidoras acetilcolinesterasa. A los 55 dds se aplicaron Activadores de cloro e Inhibidores acetilcolinesterasa y a los 60 dds se realizó la aplicación con Contacto estomacal sistémico e Inhibidores acetilcolinesterasa.

A los 15 días se fumigo con Inhibidores acetilcolinesterasa e Inhibidores ATP/sintasas mitocondriales, se usó Inhibidores-biosíntesis quitina a los 80 dds, después de cinco días aplicaron Bloqueadores Nicotínico/acetilcolina y a los 100 y 115 dds usaron Inhibidores acetilcolinesterasa. Además, a los 130 y 145 dds se usó nuevamente Inhibidores acetilcolinesterasa más Bloqueadores Nicotínico/acetilcolina, finalmente para las dos últimas aplicaciones se usaron Inhibidores acetilcolinesterasa a los 160 y 205 dds (tabla 45).

Tabla 45

Frecuencia absoluta de días después de la siembra y modo de acción

Ingrediente activo	0	30	45	55	60	75	80	85	100	115	130	145	160	205	240	Total
Activadores de cloro	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Agonista nicotínico/acetilcolina	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Bloqueadores de nicotínico/acetilcolina	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	4
Contacto estomacal-sistémico	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
GABA	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Inhibidores acetilcolinesterasa	0	1	1	1	1	1	0	0	1	2	1	2	1	1	0	13
Inhibidores ATP/sintasas mitocondriales	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Inhibidores biosíntesis quitina	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Total	3	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	3	1	1	1	26

Cabe mencionar, que el manejo químico realizado en la localidad de Muenala difiere con las cuatro zonas restantes. A pesar de los controles fitosanitarios que tuvieron en el lote para combatir el ataque de la polilla al cultivo de papa, se pudo evidenciar la presencia de las tres especies. En esta localidad se usó 26 ingredientes activos en toda la fase el cultivo, donde el 50% tiene como modo de acción afectar al sistema nervioso muscular de los insectos, los cuales pertenecen a los grupos 1, 4,6 y 15.

En cambio, en la localidad de Ugshapungo se utilizó 15 I.A en donde el 46,66% de igual manera pertenecientes a los grupos uno, cuatro, seis y 15. Por otro lado, en la zona de La Esperanza se usó apenas tres aplicaciones, en donde los ingredientes activos actuaron sobre el sistema nervioso o muscular pertenecientes a los grupos uno y 15. Además, en la localidad de Yuracruz se registraron 13 aplicaciones de grupos uno, cuatro, seis y 15 que atacan al sistema nervioso. Finalmente, en El Cielito hubo nueve aplicaciones en donde el 33,33% tiene como modo de acción sobre el sistema nervioso y desarrollo de la plaga.

González y Trujillo (2016) realizaron ensayos de productos fitosanitarios para evaluar la eficacia del control ante la palomilla de la papa, se usó Clorpirifos, tiacloprid y lambda-cihalotrina sin tener ninguna diferencia significativa. Teniendo daños provocados por polilla en las parcelas tratadas con clorpirifos y tiacloprid con un 51,3% de tubérculos dañados y con altas poblaciones registradas en la fase de 6 meses del cultivo, teniendo un total 462 polillas de *Tecia solanivora*. Los Clorpirifos son insecticidas con un modo de acción no sistémico con actividad por ingestión, inhalación y contacto (Edifarm, 2016).

Por otro lado, en las localidades el Cielito, Yuracruz, Esperanza, Ugshapungo y Muenala las poblaciones registradas de *Tecia solanivora* que se registró durante el muestreo fue un total de 2087, 8283, 492, 7385 y 718 respectivamente en toda la fase del cultivo de la papa. A diferencia del ensayo realizado por Devine et al., (2008) que menciona sobre que la aplicación de estos químicos no tuvo efecto alguno para el control de la plaga, se puede afirmar que el insecto tomó resistencia al ingrediente activo aplicado.

En la investigación realizada por Gallegos et al., (2008) utilizó dos ingredientes activos que fueron el Acefato y Profenofos, utilizando siete tratamientos aplicados a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 días después de la siembra. Los T1, T2 y T3 con Acefato, el T4, T5, T6 con Profenofos y el T7 fue como testigo donde no se aplicó nada. Obteniendo como

resultados de la población total de *Tecia solanivora* 256 polillas, *Symmetrischema tangolias* de 189 y de *Phthorimaea operculella* de 120 individuos. Los ingredientes activos utilizados son Inhibidores de la acetilcolinesterasa, insecticidas que por lo general atacan al sistema nervioso en donde generalmente son de acción rápida, causando parálisis y la muerte de los insectos (Solagro, 2015).

Las diferencias relacionadas con las aplicaciones de Acefato y Profenofos de la investigación antes mencionada, es que en la localidad de Muenala se usó un total de 26 ingredientes activos, teniendo un manejo integrado de plagas controlado al momento de utilizar insecticidas. Cabe mencionar que fue la zona que menor poblaciones de palomilla se evidenció en los monitoreos realizados, teniendo un total de 343 polillas de *S. tangolias*, 718 de *T. solanivora* y 160 de *P. operculella*. A comparación de la localidad de La Esperanza, que también se registró una baja proliferación de la palomilla (312 *Symmetrischema*, 492 *Tecia* y *Phthorimaea* 100), cabe mencionar que solo se utilizó tres aplicaciones químicas durante la etapa del cultivo.

Es importante mencionar que las condiciones climáticas también influyen sobre las plagas, puede ser mediante las temperaturas, precipitaciones y humedad. Hay varias especies de plagas que tienen una gran adaptabilidad a las condiciones ambientales que se dan en las zonas que se hayan asentado para adaptarse y sobrevivir (Wills, 1998).

En la investigación realizada por Chirinos et al., (2019) en la provincia de Chimborazo (cantón Colta) y en Loja (Malacatos y Vilcabamba) y otras provincias del Ecuador en donde analizaron la aplicación de insecticidas en distintos cultivos. Se tiene como resultado que se debe aplicar cada 15 días insecticidas como Carbofuran el cual tiene restricciones legales de uso (Agencia de Regulación y control Fito Zoosanitario, 2013). Además, indicaron que el uso de insecticidas con mezclas de Lambda cihalotrina y Tiametoxam, y usados individualmente (Lambda cihalotrina, Cipermetrina, Metamidofos y Profenofos).

Cabe mencionar que estos resultados son similares a la investigación realizada en el cantón Quero provincia de Tungurahua por Aldás (2012), en donde menciona que los insecticidas más usados son los comerciales para el control de la palomilla de la papa (Carbofuran y Engeo), ya que solo ocasionan un 7% de daño en el cultivo de papa.

Los controles fitosanitarios realizados en las cinco localidades monitoreadas son distintos para zona, atribuyendo que Ugshapungo y Yuracruz se usaron 15 y 13 aplicaciones respectivamente. Sin embargo, la utilización de productos químicos no puede ser tomado como una solución para el control de plagas, debido a que son productos nocivos perjudiciales para las personas y el medio ambiente (Aldás, 2012).

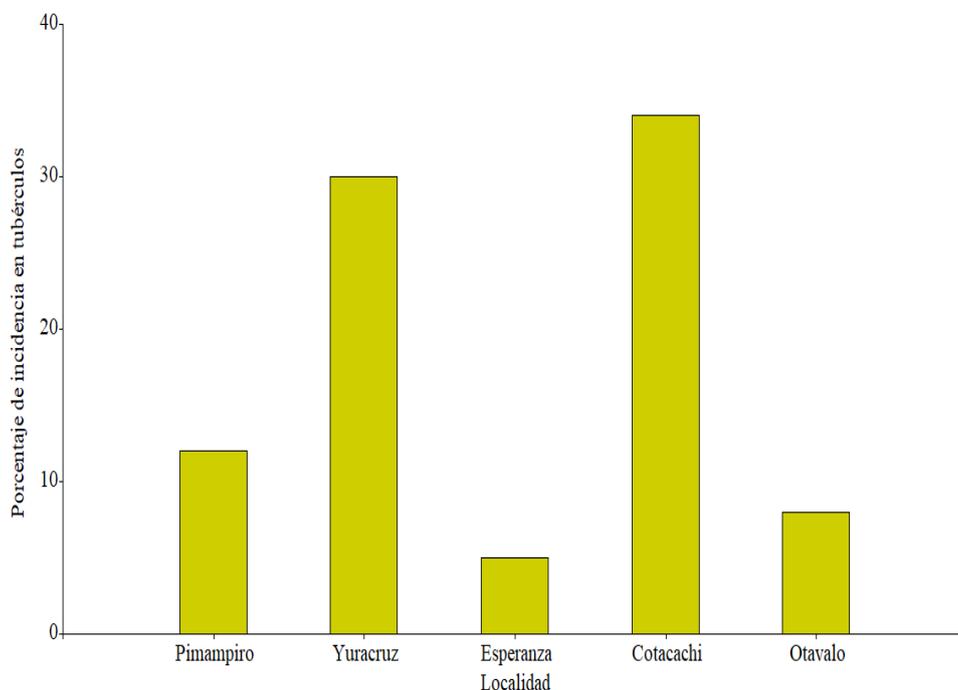
4.7 Índice de daños en tubérculo

En la figura 34 se muestra el índice de daños en tubérculos en las localidades de estudio, el mayor porcentaje de incidencia presentó el cantón Cotacachi (Ugshapungo) con un 34%, seguido por el cantón Ibarra (Yuracruz) con un porcentaje de daño del 30% en los tubérculos. Los cantones que presentaron una menor incidencia de daño fueron

Pimampiro (El Cielito) con un 12%, seguido por Otavalo (Muenala) con 8% y finalmente el cantón Ibarra (La Esperanza) con una incidencia en tubérculos del 5%.

Figura 34

Índice de daños en tubérculo en las localidades de Imbabura



La Esperanza al obtener el porcentaje más bajo de incidencia se asume que gracias a los controles culturales que realizaron durante el ciclo del cultivo como aporques, deshierbes y retape. Mientras que, los controles fitosanitarios aplicados fueron de tres ingredientes activos (tabla 23). En donde la aplicación de insumos químicos para el control de esta plaga fue únicamente a los 15 días después de la siembra (15 de agosto 2020).

En la provincia del Carchi es común que se tenga una desinfección de la semilla de papa, usando productos químicos con alta toxicidad utilizados en campo, la exposición constante a estos químicos cada vez pone en riesgo la salud de los agricultores y el consumidor (Suquillo et al., 2011). Una alternativa de control sanitario sería una buena rotación de cultivos, preparación del suelo, aporques, deshierbes, aplicación de extractos naturales. Barragán et al., (2005) en sus estudios realizados cita que los perjuicios que ocasionan estas plagas son pérdidas económicas directas al agricultor.

Por otro lado, la aplicación de Acefato como ingrediente activo no es recomendable colocar antes de hacer el huacho para la siembra del cultivo, sino luego de que ya este realizado el huacho. Ya que el daño encontrado en el tubérculo antes de hacer el huacho fue de 9.25% y luego fue de 5.25% tubérculos dañados. En este mismo ensayo se usó Profenofos teniendo como resultado 8% y 3.75% de incidencia daño ocasionado (Asaquibay et al., 2017).

Los datos obtenidos en esta investigación reflejan la incidencia de daños ocasionados en los cultivos de las cinco localidades por la polilla, en las zonas de El Cielito, La Esperanza

y Muenala hubo porcentajes de 12, 5 y 8% siendo porcentajes mínimos a comparación de Ugshapungo y Yuracruz donde el porcentaje de daño fue alto de 30 y 34% respectivamente. En un informe detallado por Ríos (2012) menciona que en el Cabildo de Tenerife en España la incidencia de daños causados desde el año 2004 hasta el 2012 fue de 500 y 86 toneladas en el cultivo de papa respectivamente para cada año nombrado.

En la comunidad de Guntuz perteneciente a la provincia de Chimborazo se realizó una estrategia comunitaria para el manejo integrado de la polilla de la papa, para poder identificar la incidencia de daño que ocasiona esta plaga. Evaluaron tres lotes distintos que ya se encontraban en época de cosecha, utilizando 100 tubérculos al azar para calcular el porcentaje de daño de acuerdo con la fórmula de %Incidencia. Teniendo como resultados en el primer lote se encontró el 3% de daño, en el segundo 1% y en el tercero 3% de tubérculos dañados a causa de la polilla (Blas, 2019).

Otro dato importante es la investigación realizada para evaluar el daño que ocasiona *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias* en dos comunidades del altiplano central en Bolivia, en donde se registró un 25% de daño total. En la comunidad Vinto Coopani se registró un 10.8% en donde hubo solo la presencia de *P. operculella*, a diferencia de San José Llanga que fue de 4.21% en donde se evidenció a las dos especies antes mencionadas causando daño en los tubérculos (Vera et al., 2009).

Las dos plagas estuvieron presentes en toda la etapa del cultivo, pero se registró bajas poblaciones en las etapas de cosecha y desarrollo. Cabe mencionar que los agricultores de la localidad de San José realizaron controles fitosanitarios utilizando plaguicidas e insecticidas para controlar el daño que ocasionen las plagas existentes para así no tener pérdidas económicas (Delgadillo et.al, 2009).

Las tres especies de polillas por lo general ocasionaron galerías superficiales en los tubérculos, se puede decir que el impacto económico que ocasionó al agricultor fue mínimo en la mayoría de localidades evaluadas. *Phthorimaea operculella* a ocasionado daños en el cultivo de papa en la comunidad de Sica Sica (Bolivia), obteniendo porcentajes promedios de daños en tubérculo en las localidades de Santari entre 5 y 9%, Catavi con 6 y 14% y Cayaca entre 4 y 11%. Además, el porcentaje obtenido en Catavi es mayor a las otras, y se atribuye al manejo del cultivo con aporques altos exponiendo a los tubérculos provocando infestación de polillas (Gutierrez, 2011).

Por otro lado, en la investigación que se llevó a cabo en el Centro de Investigación Tibaitatá de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), localizado en el municipio de Mosquera (Cundinamarca), utilizaron semillas seleccionadas libres de enfermedades y plagas. Se realizaron siete tratamientos con utilizando a *Tecia solanivora* en toda la fase del cultivo (cuatro días en cada etapa) en distintos dds, teniendo como resultados se tuvo que la incidencia de daño total en los tubérculos fue de 4,1% solo en etapa de Desarrollo Vegetativo I y en las demás fue mínima (Sánchez et al., 2005).

Las diferencias entre las localidades evaluadas pueden ser explicadas por el manejo que realizó el agricultor en cada zona. En Ugshapungo y Yuracruz se presentaron mayor

incidencia de daños en tubérculos, donde se podría atribuir a a los aporques altos y bajos que ellos realizaron como menciona Pumisacho y Sherwood (2002). Además, la falta de rotación de cultivos y la eliminación de plantas para eliminar las larvas y adultos es otro posible causante de la presencia de la polilla.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- En las cinco localidades hubo la presencia de las tres especies de palomilla *Phthorimea operculella*, *Tecia solanivora* y *Symmetrischema tangolias*, siendo *T. solanivora* la que se presentó en mayor cantidad en las zonas de investigación en las fases de Emergencia, Floración y Tuberización.
- En la localidad de Yuracruz y Ugshapungo se evidenció una alta infestación de palomilla, encontrándose 83% y 74% de *Tecia solanivora*, 14% y 17% de *Symmetrischema tangolias* y de *Phthorimea operculella* con 14% y 5% respectivamente. por trampa.
- El porcentaje de incidencia de daño en tubérculos fue mayor en las localidades de Yuracruz y Ugshapungo con 34% y 30% respectivamente, y en menores cantidades en La Esperanza, Muenala y El Cielito con 5%, 8% y 12%.
- El manejo agronómico manejada a lo largo del estudio fueron deshierbes, aporques, retape, seguido de la aplicación de productos químicos. Donde se usó 15 IA a lo largo de toda la investigación siendo un total de 66 aplicaciones registradas tanto en El Cielito con 9 aplicaciones que actuaron sobre el sistema nervioso con un 66.6%, en Yuracruz fueron 13 aplicaciones donde el 53,84% tuvo modo de acción sobre el sistema nervioso. Además, en La Esperanza se registraron 3 aplicaciones donde el 100% fue sobre el sistema nervioso, en Ugshapungo fueron 15 aplicaciones con el 100% actuando sobre el sistema nervioso. Finalmente, en Muenala se registró 26 aplicaciones con acción para el sistema nervioso y muscular, regularizar el crecimiento y metabolizar la energía (50%, 7.6%, 15.3% y 3.8%).
- En los lotes de Muenala, Ugshapungo, Yuracruz y La Esperanza se registró una mínima temperatura de 6°C que se encuentra bajo el umbral de crecimiento para la polilla y la temperatura máxima fue de 21°C en cada una. Además, en El Cielito la mínima fue de 9°C y la máxima de 23°C, siendo las temperaturas de 10 a 24°C óptimas para su desarrollo.

5.2 RECOMENDACIONES

- Incrementar la frecuencia de monitoreo, ya que en ocasiones se registraban hasta 600 polillas en trampas.
- Realizar capacitaciones del uso de feromonas a los agricultores para poder implementar un sistema de monitoreo a nivel nacional.
- Capacitar a los productores sobre el uso adecuado de productos químicos, con el fin de reducir sus aplicaciones.

REFERENCIAS

- Agencia de Regulación y control Fito Zoosanitario [AGROCALIDAD]. (2013). *Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para Papa Resolución DAJ 20133FA-0201.0136*. [Archivo PDF]. <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/registro-insumos-agropecuarios/normativa/resolucion-136-carfoburan.pdf>
- Agropecuario, I. C. (2011). Línea agrícola. Manejo fitosanitario del cultivo de papa (*Solanum tuberosum subsp. andígena* y *S. phureja*). <https://www.ica.gov.co/getattachment/b2645c33-d4b4-4d9d-84ac-197c55e7d3d0/Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-la-papa-;-.aspx>
- Aldás, M. (2012). *Uso de insecticidas en el cultivo de papas (Solanum Tuberosum), por los socios de la corporación de asociaciones agropecuarias del cantón Quero "COAGRO-Q"* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/3939>
- Andrade, J., Reinoso, I., & Ayala, S. (2011). *Memorias del IV Congreso Ecuatoriano de la papa*. [Archivo PDF]. https://cipotato.org/wp-content/uploads/congreso%20ecuatoriano%204/Memorias_iv_congreso_ecuatoriano_de_papa.pdf
- Araque, C. T. (1993). El gusano guatemalteco de la papa *Tecia solanivora (Povolny) Lepidoptera Gelechiidae*. *Revista papa*, 14-18. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/16906>
- Argotti, E., Gallegos, P., Alcazár, J., y Kaya, H. (2010). *Patogenicidad de nematodos entomopatógenos del género Steinernema y Heterorhabditis sobre larvas de Tecia solanivora en Ecuador*. *Boletín Técnico, Serie Zoológica*. 9(6), 162-172. <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revistaseriezoologica/article/view/1436/1024>
- Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Áviles, J., & Piedra, R. (2016). *Manual del cultivo de papa en Costa Rica (Solanum tuberosum L.)*. INTA. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10931.pdf>
- Báez, S., Jaramillo, L., Cuesta, F., & Donoso, D. (2015). Effects of climate change on Andean biodiversity: a synthesis of studies published until 2015. *Neotropical Biodiversity*, 2(1), 181-194.
- Baraona, P. (2009). *Evaluación del impacto ambiental de tecnologías para producción de papa (Solanum Tuberosum) con alternativas al uso de plaguicidas peligrosos. Cutuglahua, Pichincha*. [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. <https://cipotato.org/wpcontent/uploads/Documentacion%20PDF/Tesis%20Dario%20Barona%20pdf.pdf>
- Barragán, Á., Onore, G., Romero, T., & Zeddám, J. (2005). *Identificación, Biología y Comportamiento de las Polillas de la papa en el Ecuador*. Quito: PROMSA-MAG. https://horizon.documentation.ird.fr/exldoc/pleins_textes/cc2010/010044653.pdf
- Blas, N. (2019). *Control de Phthorimaea operculella con Heterorhabditis spp. en el almacenamiento de Solanum tuberosum var. Yungay en Carabamba, Julcán*. La

- Libertad*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/14802>
- Bravo, E. (2014). *Biodiversidad en el Ecuador*. Abya-yala. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6788/1/La%20Biodiversidad.pdf>
- Bonilla, L. M. (2012). *Determinación de las dosis efectivas de radiaciones ionizantes para afectar la fecundación de polilla Guatemalteca de la papa (Tecia solanivora)*. [Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4670/1/CD-4303.pdf>
- Cabieses, F., Chauvin, L., Glave, L., Lumbreras, L., Millones, L., Ochoa, C., . . . Zandstra, H. (2014). La Papa tesoro de los Andes de la Agricultura a la Cultura. http://cipotato.org/wpcontent/uploads/2014/05/la_papa_tesoro_de_los_andess.pdf
- Castillo, C., Rebaudo, F., Asaquibay, C., Aucancela, R., Camacho, J., López, V., . . . Velasco, C. (2018). Monitoreo de tres especies de polilla de la papa en cuatro provincias del Ecuador, IV Taller Internacional de la Polilla Guatemalteca de la Papa *Tecia solanivora* (pág. 104). España. https://cipotato.org/wp-content/uploads/congreso%20ecuatoriano%204/Memorias_iv_congreso_ecuatoriano_de_papa.pdf.
- Centro Internacional de la Papa [CIP]. (2002). Plaguicidas Impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador. Quito .
- Centro Internacional de la Papa [CIP]. (2013). *Guía fotográfica de las principales plagas del cultivo de papa en Ecuador*. https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/57122/CIP_77549_OA.pdf?sequence=2&isAllowed=y.
- Centro Internacional de la Papa [CIP]. (2013). *Plagas de la papa*. <https://cipotato.org/es/potato/potato-pests-diseases/>
- Chirinos, D. T., Castro, R., Cun, J., Castro, J., Peñarrieta Bravo, S., Solis, L., & Geraud - Pouey, F. (Diciembre de 2019). Los Insecticidas Y El Control De Plagas agrícolas: La Magnitud De Su Uso En Cultivos De Algunas Provincias De Ecuador. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 21(1), 1-16. doi:10.21930/rcta.vol21_num1_art:1276.
- Cisneros, F. (2014). Control Etiológico de Plagas. *Manejo Integrado de Plagas*.
- Crespo-Pérez, V., Regnière, J., Chuine, I., Rebaudo, F., & Cuelga, O. (2015). Changes in the distribution of multispecies pest assemblages affect levels of crop damage in warming tropical Andes. *Glob Chang Biol*. doi:10.1111/gcb.12656
- Crissman, C., Yanggen, D., & Espinosa, P. (2003). Los Plaguicidas- Impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador. Quito: CIP.
- Coral, W. (2016). *Producción de Semilla de papa (Solanum tuberosum.) usando métodos de multiplicación acelerada, en el Centro Experimental San Francisco Cantón Huaca, Provincia Carchi*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC)]. <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/565>

- Cortez, M., & Hurtado, G. (2002). *Cultivo de la papa* Guía de hortalizas. <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Papa.pdf>.
- Cuartas, P. (2006). *Estudio de desarrollo de la infección y del efecto de la formulación de aislamientos de granulovirus sobre Tecia solanivora (Povolny) y Phithorimaesa operculella (Zeller) (Lepidoptera:Gelechiidae) [Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana]*. <http://hdl.handle.net/10554/8321>
- Dangles, O., Mesías, V., Crespo-Pérez, V., & Silvain, J. (2009). Crop damage increases with pest species diversity: evidence from potato tuber moths in the tropical Andes. *International Journal of Climatology*, 7. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01703.x>
- Devine, G. J., Eza, D., Ogusuku, E., & Furlong, M. (2008). Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Revista peruana de medicina experimental y salud pública*, 74-100. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v25n1/a11v25n1>
- Edifarm. (2016). *Vademecun Agrícola 2016-2017*. Ecuador: División de Publicaciones Técnicas.
- Egúsqüiza, R., & Catalán, W. (2011). *Guía técnica curso-taller manejo integrado de la papa*. Jornada de capacitación UNALM-AGROBANCO. Cuzco. <https://cupdf.com/document/manejo-integrado-de-papa-universidad-la-molina.html?page=1>
- Estay, P. (2008). Mamejo Integrado de la Polilla de la Papa . INIATierra adentro, 17-19.
- Gabriel, J., Forquedá, F., Plata, G., & Fernández, E. (2007). Caracterización de genotipos de papa de Europa y Latinoamérica por resistencia a tizón y propiedades culinarias. *Revista Latinoamericana de la papa*, 14(1), 10-23.
- Gallegos, P., Asaquibay, C., Yumisaca, F., Haro, F., Freire, L., Villamar, I., . . . Pino, G. (2008). Recomendaciones para el manejo integrado de la polilla tecia solanivora en papa. *III Tercer Congreso Nacional de la Papa*.
- Gómez, M. (2010). *Dinámica poblacional de tres especies de polilla de la papa (Phthorimaesa operculella Z., Parascema detectendum P., Symmetrischema), en tres comunidades del altiplano central*. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés], La Paz, Bolivia. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/10101>
- González, L., López, P., & Rodríguez, C. (2004). Control biológico de insectos mediante feromonas y atrayentes. *El Control Biológico de Plagas Agrícolas*, 123-136.
- González, S. P., & Trujillo García, E. (2016). González, S. P., Ensayo de eficacia de Coragen 20 SC en el control de la polilla guatemalteca de la papa. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo Insular de Tenerife, 9. https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/papa_207_L_eticaciainsectpolilla2008.pdf
- Gutiérrez, L. I. (2011). *Efecto económico de cuatro especies de polilla de la papa sobre el beneficio de agricultores en tres comunidades del municipio de Sica Sica [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]*. La paz, Bolivia . <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/10228>
- Hodges, R. W., & Osmark, V. (1990). Nomenclature of some neotropical gelechiidae (Lepidoptera) . *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, 76-85.

- Herrera, M. & Dangles, O. (2012). *Preferencia de oviposición en tres especies de polilla de la papa (Lepidoptera: Gelechiidae)*. Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas, 33: 82-87.
- Iannacone, J., & Lamas, G. (2003). Efecto insecticida de cuatro extractos botánicos y del cartap sobre la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), en el Perú. Entomotrópica, 18(2), 95-105. https://www.researchgate.net/profile/Jose_Iannacone/publication/28064237_Insecticidal_effect_of_four_botanical_extracts_and_cartap_on_the_potato_tuber_moth_Phthorimaea_operculella_Zeller_Lepidoptera_Gelechiidae_in_Peru/links/0f31752ea47fd3f219000000/Insecticidal-effect-of-four-botanical-extracts-and-cartap-on-the-potato-tuber-moth-Phthorimaea-operculella-Zeller-Lepidoptera-Gelechiidae-in-Peru.pdf
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria [INTA]. (2004). *Manejo integrado de plagas cultivo de la papa*. Nicaragua: La Prensa.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. (2006). *Plagas del cultivo de papa*. Palomilla de la papa. https://eva.iniap.gob.ec/web/wpcontent/cache/page_enhanced/eva.iniap.gob.ec/web/papa/_index.html
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. (2019). *Cultivo de papa*. Tubérculo semilla. https://eva.iniap.gob.ec/web/wpcontent/cache/page_enhanced/eva.iniap.gob.ec/web/papa/_index.html
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2020). Censo Nacional Agropecuario: Estadísticas Agropecuarias. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2021). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf
- Lacey, L., & Kroschel, J. (2009). Microbial Control of the Potato tuber Moth (Lepidoptera: Gelechiidae). Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology, 3(1), 46-54..
- Larraín, P.(2001). *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) géneros anteriores: *Gnorimoschema*. Polilla de la papa y su manejo. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/5015>
- Larraín, P., Guillon, M., Kalazich, J., Graña, F., & Vásquez, C. (2009). Effect of pheromone trap density on mass trapping of male potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) and level of damage on potato tubers. ChileanJar, 69(2), 281-285.
- Lucero, H. (2017). *Evaluación de la eficiencia de protección del bioinsecticida Bacu-Turin al ataque del complejo de polillas, en sistemas de manejo de semillas de papa de los agricultores del cantón Paute [Tesis de Postgrado, Universidad de Cuenca]*. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26518/1/TESIS.pdf>

- Martínez, B. (2006). *Evaluación de Insecticidas bajo condiciones de Laboratorio contra Adultos de Palomilla de la papa Phthorimaea operculella (Zeller)*. México: [Tesis de grado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
- Martínez, F. (2009). *Caracterización morfológica e inventario de conocimientos colectivos de variedades de papas nativas (Solanum tuberosum. L) en la provincia de Chimborazo [Tesis de grado, Escuela Politécnica del Chimborazo]*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/337>
- Mendoza, M. R. (2010). DINAMICA POBLACIONAL DE TRES ESPECIES DE POLILLA DE LA PAPA (*Phthorimaea operculella* Z., *Paraschema detectendum* P., *Symmetrischema* T.) EN TRES COMUNIDADES DEL ALTIPLANO CENTRAL. La paz, Bolivia.
- Molina, J., Santos, B., & Aguilar, L. (2004). *Guía MIP en el cultivo de papa* (Vol. 1). <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10M722.pdf>
- Montesdeoca, F. (2005). Guía para la producción, comercialización y uso de semilla de papa de calidad. PNTR-Proyecto Fortipa, 40.
- Montaldo, A. (1984). *Cultivo y mejoramiento de la papa*. Instituto Interoamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). <http://repositorio.iica.int/handle/11324/6793>
- Oleas, E. (2006). *Diseño y aplicación de una estrategia comunitaria en el manejo integrado de la polilla de la papa, en la comunidad Guntuz, parroquia Quimiag de la provincia de Chimborazo [Tesis de grado, Escuela de ingeniería agronómica, ESPOCH]*. Ecuador. <http://biblioteca.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=44793>
- Paredes, R. (2013). *Influencia de la temperatura en el ciclo de vida de la polilla de la papa (Phthorimaea operculella Zeller) bajo condiciones controladas en el municipio de Patacamaya del departamento de La Paz [Tesis doctoral, Universidad Mayor de San Andrés]*. Bolivia. <http://hdl.handle.net/123456789/4323>
- Pérez, W., & Forbes, G. (2015). Guía de identificación de plagas que afectan a la papa en la zona andina. Lima: Centro Internacional de la Papa (CIP).
- Pumisacho, M., & Sherwood, S. (2002). *El cultivo de papa en el Ecuador*. Quito: INIAP-CIP.
- Pumisacho, M., & Velásquez, J. (2009). Manual del cultivo de papa para pequeños productores. <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/840>
- Punina, E. (2013). *Evaluación agronómica del cultivo de papa (Solanum tuberosum) C.V "FRipapa" a la aplicación de tres abonos completos* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6532/1/Tesis69%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%202010.pdf>
- Reyes, C. (13 de Noviembre de 2017). *Palomilla de la papa - Phthorimaea operculella*. Panorama agro.com Revista de Agricultura: <https://panorama-agro.com/?p=2587>
- Rikolto. (2022). Proyecto Gestión del Conocimiento para la Producción Sostenible de hortalizas en Nicaragua, Honduras y Guatemala. Producción de papa con buenas prácticas agrícolas, 62.

- Ríos, F., & Baca, P. (2006). Niveles y umbrales de daños económicos de las plagas. Manual para el estudiante, primer año de bachillerato técnico, 50.
- Ríos, D. (2012). Seguimiento de las poblaciones de la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora* P.) en la isla de Tenerife. Comité organizador y cinético, 72.
- Ripa, S., & Larral, D. (2008). *Manejo de plagas en paltos y cítricos*. La Cruz, Chile. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/3509>
- Rocha, R., Byerly, K., Bujanos, M. R., & Villareal, M. (1990). Manejo Integrado de la palomilla de la Papa *Phthorimaea operculella* Zeller (*Lepidoptera: Gelechiidae*) en Bajío, Mexico. D. F. INIAF/PRECODEPA, 52.
- Sánchez, J. D., López, A., & Rodríguez, L. (2005). Determinación de las etapas críticas en el desarrollo fenológico del cultivo de la papa *Solanum phureja*, frente al ataque de la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (*Lepidoptera: Gelechiidae*). *Agronomía Colombiana*, 23(2), 230-238. <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v23n2/v23n2a06.pdf>
- Solagro. (2015). TAISON®. <https://avgust.com.ec/wcontent/uploads/2020/02/TAISON-Ficha-tecnica-Ver.-01-Mar.pdf>
- Sporleder, M., Carhuapoma, P., & Kroschel, J. (2013). *Pest Distribution and Risk Atlas for Africa*. Obtenido de POLILLA DE TUBÉRCULO ANDINO DE LA PAPA, SYMMETRISCHEMA TANGOLIAS (GYEN 1913): <https://cipotato.org/riskatlasforafrica/symmetrischema-tangolias/>
- Suquillo, J., Rodríguez, P., López, V., & Sevillano, C. (2011). Monitoreo de Poblaciones de polillas, especies de polillas y daños en semilla almacenada y cultivos de papa en la Provincia del Carchi. Memorias de la Universidad Técnica Carchi.
- Toledo, M. (2016). Manejo de la palomilla de la papa (*Tecia solanivora*). IICA, 2.
- Vera, V., Gonzales, M., Chambilla, C., & Garrett, K. (2009). Efecto de las variaciones climáticas en el comportamiento de dos polillas (*Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*) en el cultivo de papa en comunidades del Altiplano Central. *SANREM CRSP*, 1-38. <https://sanremcrsp.cired.vt.edu/wp-content/uploads/2013/11/0109DosPolillas.pdf>
- Vignolia, R., Watler, W., Vargas, A., & Morales, M. (2017). Prácticas efectivas para la reducción de impactos por evento climático en el cultivo de papa en Costa Rica. INTA-MAGAP.
- Villanueva, D., & Saldamando, C. (2013). *Tecia solanivora*, *Povolny* (*Lepidoptera: Gelechiidae*): a Review of its Origin, Dispersion and Biological Control Strategies. *Ingeniería y ciencia*, 9(18), 197-214. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-91652013000200012
- Vitta, N. (2017). Entomología - Plagas en hortalizas y cultivos: Polilla de la papa. Instituto de Investigaciones Agropecuarias - INIA.
- Wills, F. T. (1998). Biología y Manejo Integrado de la Polilla Centroamericana de la Papa *Tecia solanivora* (*Povolny*) en Venezuela. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias/Fundación para el desarrollo de la ciencia y tecnología del estado Tachira, 60.

ANEXOS

Anexo 1. Plantilla de la encuesta para la toma de datos de Polilla de la papa.

Ubicación del lote					
Provincia		Cantón		Parroquia	
Localidad			Agricultor		
Latitud		Longitud		Altitud	
Datos generales del lote					
Fecha de siembra	Cultivo anterior		Étapa fenológica	Variedad	
Riego	Si () No ()	Frecuencia	Precipitaciones	Si () No ()	Frecuencia
Pendiente	Quebrada ()	Ondulada ()		Plano ()	
Controles fitosanitarios					
Fecha de aplicación	Ingredientes activos		Dosis	Cantidad utilizadas	

Anexo 2. Plantilla para la toma de datos del monitoreo del complejo de polillas.

Ubicación del lote					
Provincia		Cantón		Parroquia	
Localidad			Agricultor		
Latitud		Longitud		Altitud	
Datos del monitoreo del complejo de polillas					
Fecha de monitoreo	Número de adultos/trampa <i>Symmetrischema tangolias</i>	Número de adultos/trampa <i>Tecia solanivora</i>	Número de adultos/trampa <i>Phthorimaea operculella</i>	Observaciones	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					