

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA

“DESCRIPCIÓN ETOLÓGICA DE LA POLILLA DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD LEONA BLANCA EN LABORATORIO. CEASA, SECTOR SALACHE, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2015”

AUTORA

Naranjo Vásquez Nancy Isabel

TUTOR

Ing. Mg. Edwin Marcelo Chancúsig Espín

Latacunga – Ecuador

2015

AUTORÍA

Yo, Nancy Isabel Naranjo Vásquez portadora de C.I. 0503639593, libre y voluntariamente declaro que la tesis titulada **“DESCRIPCIÓN ETOLÓGICA DE LA POLILLA DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD LEONA BLANCA EN LABORATORIO. CEASA, SECTOR SALACHE, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2015”**, es original, autentica y personal. En tal virtud declaro que el contenido será de mi responsabilidad legal y académica.

.....

Nancy Isabel Naranjo Vásquez

C.I. 050363959-3

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Cumpliendo con lo estipulado en el Capítulo V Art. 12, literal f del Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Director de Tesis del tema **“DESCRIPCIÓN ETOLÓGICA DE LA POLILLA DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD LEONA BLANCA EN LABORATORIO. CEASA, SECTOR SALACHE, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2015”**, debo confirmar que el presente trabajo de investigación fue desarrollado de acuerdo con los planteamientos requeridos.

En virtud de lo antes expuesto, considero que se encuentra habilitado para presentarse al acto de Defensa de la Tesis, la cual se encuentra abierta para posteriores investigaciones.

Ing. Mg. Edwin Chancúsig Espín

DIRECTOR DE TESIS

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

En calidad de Miembros del Tribunal de la tesis de grado titulada: **“DESCRIPCIÓN ETOLÓGICA DE LA POLILLA DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD LEONA BLANCA EN LABORATORIO. CEASA, SECTOR SALACHE, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2015”**, de autoría de la egresada: Nancy Isabel Naranjo Vásquez, **CERTIFICAMOS**; que se ha realizado las respectivas revisiones y aprobaciones.

Aprobado por:

Ing. Agr. Edwin Chancúsig

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Agr. Karina Marín

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Agr. Guadalupe López

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Agr. Ruth Pérez

MIEMBRO OPOSITOR



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señorita Egresada de la Carrera de Agronomía de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: **NARANJO VÁSQUEZ NANCY ISABEL**, cuyo título versa **“DESCRIPCIÓN ETOLÓGICA DE LA POLILLA DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD LEONA BLANCA EN LABORATORIO. CEASA, SECTOR SALACHE, PROVINCIA DE COTOPAXI, 2015”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Enero del 2016

Atentamente,


Lje. Mariela Gallardo
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS
C.C. 050279616-2

www.utc.edu.ec

Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido /San Felipe. Tel: (03) 2252346 - 2252307 - 2252205

AGRADECIMIENTOS

A mi gran familia, en especial a mis padres José y Blanca por su apoyo incondicional el cual permitió que logre culminar mi carrera universitaria.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por todo el conocimiento impartido, y en especial al Ing. Edwin Chancúsig por dirigir y corregir la presente tesis.

Al Ing. Emerson Jácome, por su valiosa asesoría en lo que respecta al análisis estadístico.

A mis amigos Mafer, Anilsa e Iván por su amistad y por su ayuda en lo que respecta a fotografías e ideas para la realización de la presente investigación.

Al Ing. Adolfo Cevallos por su ayuda en lo que respecta al uso de equipos de laboratorio del Herbario de la Universidad, por su amabilidad y amistad que contribuyeron a la realización de esta investigación.

A la Dra. Blanquita Villavicencio, por su linda amistad y su gran ayuda para la finalización de este trabajo.

Nancy Naranjo Vásquez.

DEDICATORIA

A mí querida hija Camila Alejandra Ramírez Naranjo quien es la persona más importante en mi vida, por ello cada triunfo o meta cumplida se la dedicó a ella por darme la fuerza y razones para seguir superándome.

A mis padres: José y Blanca por enseñarme a luchar siempre recalcándome que la educación es la mejor herencia y oportunidad para salir adelante y por siempre apoyarme en cada momento de mi vida.

A mis queridas hermanas: Faby, Verónica y Mafer por sus consejos que de alguna u otra forma ayudaron a culminar mi carrera universitaria.

Nancy Naranjo Vásquez.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xviii

CAPÍTULO I REVISIÓN DE LITERATURA

1. El cultivo de papa en Ecuador.....	6
1.1. Origen.....	6
1.2. Importancia.....	7
1.3. Clasificación Taxonómica.....	8
1.4. Caracteres Botánicos.....	8
1.4.1.1. Hojas.....	8
1.4.1.2. Tallo.....	9
1.4.1.3. Fruto.....	9
1.4.1.4. Flores.....	9
1.4.1.5. Raíz.....	10
1.4.1.6. Tubérculos.....	10
2. Polillas que afectan al cultivo de papa (<i>Solana tuberosum</i> L.).	11
2.1. <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller)	11
2.1.1. Antecedentes.....	11

2.1.2. Clasificación Taxonómica.....	12
2.1.3. Ciclo Biológico.....	12
2.1.3.1. Adulto <i>Phthorimaea operculella</i>	12
2.1.3.2. Huevo <i>Phthorimaea operculella</i>	13
2.1.3.3. Larva <i>Phthorimaea operculella</i>	13
2.1.3.4. Pupa <i>Phthorimaea operculella</i>	14
2.1.4. Comportamiento.....	15
2.1.5. Distribución Geográfica.....	15
2.1.6. Daños.....	15
2.2. <i>Symmetrischema tangolias</i>	16
2.2.1. Antecedentes.....	16
2.2.2. Clasificación Taxonómica.....	16
2.2.3. Ciclo Biológico.....	17
2.2.3.1. Adulto <i>Symmetrischema tangolias</i>	17
2.2.3.2. Huevo <i>Symmetrischema tangolias</i>	17
2.2.3.3. Larva <i>Symmetrischema tangolias</i>	18
2.2.3.4. Pupa <i>Symmetrischema tangolias</i>	19
2.2.4. Comportamiento.....	20
2.2.5. Distribución Geográfica.....	20
2.2.6. Daños.....	20

2.3. <i>Tecia solanivora</i>	21
2.3.1. Antecedentes.....	21
2.3.2. Clasificación Taxonómica.....	21
2.3.3. Ciclo Biológico.....	22
2.3.3.1. Adulto <i>Tecia solanivora</i>	22
2.3.3.2. Huevo <i>Tecia solanivora</i>	23
2.3.3.3. Larva <i>Tecia solanivora</i>	24
2.3.3.4. Pupa <i>Tecia solanivora</i>	25
2.3.4. Comportamiento.....	26
2.3.5. Distribución Geográfica.....	27
2.3.6. Daños.....	27

CAPÍTULO II

MATERIALES Y METODOLOGÍA

1. Materiales y Talento Humano.....	28
1.1. Material Biológico.....	28
1.2. Material de laboratorio.....	28
1.3. Equipos.....	29
1.4. Materiales de campo.....	29
1.5. Materiales de oficina.....	29
1.6. Talento Humano.....	29
2. Características del sitio Experimental.....	30

2.1. Ubicación del sitio de recolección.....	30
2.2. Ubicación del laboratorio.....	31
3. Diseño Metodológico.....	32
3.1. Tipo de Investigación.....	32
3.2. Métodos y Técnicas.....	33
4. Metodología.....	34
4.1. Sitio de recolección.....	34
4.2. Recolección de tubérculos.....	34
4.3. Preparación de las cámaras de cría.....	34
4.4. Recolección de mariposas.....	35
4.5. Colocación de los adultos en las cámaras de cría.....	35
4.6. Recolección de oviposturas.....	35
4.7. Longevidad de los adultos.....	36
4.8. Colocación de los adultos en las cámaras de cría.....	36
4.9. Eclosión de los huevos.....	36
4.10. Estado larval.....	37
4.11. Estado de pupa.....	37
4.12. Tabulación de los datos obtenidos y registro de las características específicas de la plaga en cada estadio.....	38

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Colecta de tubérculos	39
2. Estado adulto.....	39
3. Estado de huevo.....	43
3.1.Cámaras de cría para la oviposición.....	43
3.2. Recolección de oviposturas.....	44
3.3. Incubación de los huevos.....	44
3.4. Eclosión de los huevos.....	44
4. Estado larval.....	45
5. Estado de pupa.....	49
6. Ciclo Biológico de la polilla del cultivo de papa.....	53
7. Especie de la polilla del cultivo de papa identificada durante la investigación.....	55
CONCLUSIONES.....	57
RECOMENDACIONES.....	58
GLOSARIO.....	59
BIBLIOGRAFÍA.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Estado adulto de la plaga en estudio con sus características específicas, días de longevidad y datos de temperatura- humedad.....	41
TABLA 2. Características de los huevos al momento de la recolección de las oviposturas.....	45
TABLA 3. Características específicas de 25 larvas en su cuatro instar.....	46
TABLA 4. Características de 25 pupas de la polilla de papa (<i>Solanum tuberosum</i>), a los 20 días durante la etapa y datos de temperatura-humedad.....	50
TABLA 5. Ciclo biológico de la polilla del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) durante la investigación.....	54

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. Ubicación geográfica del sitio de recolección.....	31
GRÁFICO 2. Ubicación geográfica del laboratorio.....	32
GRÁFICO 3. Tamaño del insecto en su estado adulto (Longitud).....	42
GRÁFICO 4. Tamaño del insecto en su estado adulto (Ancho).....	42
GRÁFICO 5. Número de huevos eclosionados.....	48
GRÁFICO 6. Número de pupas obtenidas en cada cámara de cría.....	51
GRÁFICO 7. Numero de pupas hembras y machos de una población de 25 larvas seleccionadas.....	52
GRÁFICO 8. Porcentaje de mariposas emergidas durante la investigación.....	53
GRÁFICO 9. Ciclo biológico de la polilla del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) durante la investigación.	55

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Cámara de cría 1: datos y características específicas del insecto en cada estado.....	66
ANEXO 2. Cámara de cría 2: datos y características específicas del insecto en cada estado.	67
ANEXO 3. Cámara de cría 3: datos y características específicas del insecto en cada estado.....	68
ANEXO 4. Cámara de cría 4: datos y características específicas del insecto en cada estado.....	69
ANEXO 5. Cámara de cría 5: datos y características específicas del insecto en cada estado.....	70
ANEXO 6. Fotografías del trabajo investigativo.....	71
ANEXO 7. Reporte económico.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Adulto <i>Phthorimaea operculella</i>	12
Figura 2. Huevo <i>Phthorimaea operculella</i>	13
Figura 3. Larva <i>Phthorimaea operculella</i>	14
Figura 4. Pupa <i>Phthorimaea operculella</i>	14
Figura 5. Larva <i>Symmetrischema tangolias</i>	17
Figura 6. Huevo <i>Symmetrischema tangolias</i>	18
Figura 7. Larva <i>Symmetrischema tangolias</i>	19

Figura 8. Pupa <i>Symmetrischema tangolias</i>	19
Figura 9. Adulto <i>Tecia solanivora</i>	22
Figura 10. Huevo <i>Tecia solanivora</i>	24
Figura 11. Larva <i>Tecia solanivora</i>	25
Figura 12. Larva <i>Tecia solanivora</i>	26
Figura 13. Dimorfismo sexual A) Adulto hembra, B) Adulto macho.....	40
Figura 14. Larva obtenida durante el trabajo investigativo A) Región dorsal, B) Región ventral	46
Figura 15. Polillas que afectan al cultivo de <i>papa (Solanum tuberosum L.)</i> en sus estados adulto y larval, A) <i>S. tangolias</i> B) <i>Tecia solanivora</i> C) <i>Phothorpuella</i>	55
Figura 16. Polilla de la papa A) Estado larval, B) Estado adulto obtenidas durante la investigación.....	56
Figura 17. Ciclo biológico de <i>Tecia solanivora</i> , especie identificada durante el presente estudio.....	56

RESUMEN

La polilla es la plaga más importante en el cultivo de papa, existen 3 especies de la plaga en la serranía ecuatoriana: *Phthorimaea operculella*, *Tecia solanivora* y *Symmetrischema plaesiosema* siendo necesario conocer la especie de polilla que se encuentra afectando en el Barrio Langualó Chico, Parroquia Aláquez, Provincia de Cotopaxi, en tal virtud se desarrolló el tema titulado: “Descripción etológica de la polilla del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad leona blanca en laboratorio, CEASA, sector Salache, Provincia de Cotopaxi, 2015”; logrando determinar el ciclo de vida de la plaga en laboratorio; observando las características específicas del insecto durante cada estadio e identificando la especie específica del insecto durante la investigación. Empleando el tipo de investigación estadística-descriptiva.

La presente investigación se realizó en el laboratorio de Entomología de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, (Latitud: 00°59'47,68" S, Longitud: 78°37'19,16" E. Para el proceso se recolectó tubérculos de papa variedad leona blanca infestados con la larva de la plaga en la localidad afectada, almacenándolos por el lapso de un mes en costales; se comenzó la descripción etológica del insecto capturando mediante tubos de ensayo 5 parejas de mariposas (estadio adulto) identificadas por dimorfismo sexual reportándose para las mariposas hembras un color marrón claro con una mancha negra a la largo de cada ala y siendo de mayor tamaño que las mariposas machos que registraron un color marrón oscuro; a las mismas se les dio condiciones de laboratorio (temperatura: 21 °C y humedad: 25%) en cámaras de cría, cada pareja se colocó en su respectiva cámara de cría con su alimento (miel) de las cuales se obtuvieron 219 huevos de color blanco y de forma ovoide con un tiempo de incubación de 12 días promedio, las 179 larvas que eclosionaron en un promedio de 28 días presentaron un color rojo-púrpura en la región dorsal y un color verde en la región ventral, además su hábito

alimenticio durante esta fase fue únicamente los tubérculos, a los 30 días promedio se registró un número de 157 pupas presentando un color café claro y las mismas que cumpliendo su fase de pupa emergieron 129 mariposas; concluyendo que el ciclo biológico de la plaga fue de 84 días promedio; corroborando con las características obtenidas en cada estado de la polilla y el estudio de (Barragán, 2005) sobre Identificación, Biología y Comportamiento de las polillas de la papa en Ecuador; que la especie que se encuentra afectando en el Barrio Langualó Chico, Parroquia Aláquez en nuestra provincia de Cotopaxi es la *Tecia solanivora* o polilla guatemalteca.

ABSTRACT

The moth is the most important in the potato crop pest, there are three species of the pest in the Ecuadorian highlands: *Phthorimaea operculella*, *Tecia solanivora* and *Symmetrischema plaesiosema* being necessary to know the species of moth that is affecting Langualó Chico neighborhood, Aláquez Parish, Cotopaxi Province, in that under the item entitled developed "Description Ethological moth potato crop (*Solanum tuberosum* L.) leona blanca variety in the CEASA laboratory, Salache Sector, in the Cotopaxi Province, 2015 "; achieving determine the life cycle of the pest in laboratory; observing the specific characteristics for each stage of the insect and identifying specific insect species during the investigation. Using statistically descriptive type research.

This research was conducted in the laboratory of Entomology in the Agronomic Engineering at the Technical University of Cotopaxi (Latitude: 00°59'47.68 "S, Length: 78 ° 37' 19.16" E). For process potato tubers leona blanca variety infested with larvae of the pest in the area affected by storing them for a period of one month was collected in sacks, the ethological description of the bug began capturing using test tubes 5 couples butterfly (adult stage) identified by sexual dimorphism reporting for female butterflies light brown with a black spot on the length of each wing and being larger than males butterflies showed a dark brown; to them were given laboratory conditions (temperature: 21 ° C and humidity: 25%) in brood chambers, each pair was placed in their respective brood with food (honey) of which 219 white eggs and egg-shaped were obtained with a time of average 12 days incubation, 179 larvae hatched in an average of 28 days showed a red-purple in the dorsal region and a green color in the ventral region and their eating habits during this phase was only the tubers, the 30 days average number of 157 recorded pupae presenting a light brown color and the same as fulfilling its pupal stage 129 butterflies emerged; concluding that the life cycle of the pest was 84 days on average;

corroborating with the characteristics obtained in each state of the moth and study (Barragán, 2005) on Identification, Biology and Behavior potato moths in Ecuador; the species found affecting in the Langualó Chico neighborhood, Aláquez Parish in our Cotopaxi province of is the *Tecia solanivora* or Guatemalan moth.

INTRODUCCIÓN

La papa es uno de los rubros importantes de los sistemas de producción de la sierra ecuatoriana, así como constituye una fuente importante de alimentación e ingresos para la familia campesina. El cultivo de papa se realiza en alturas comprendidas entre los 2700 a 3400 msnm, a lo largo del callejón interandino; sin embargo, los mejores rendimientos se presentan en zonas ubicadas entre los 2900 y 3300 msnm, donde las temperaturas fluctúan entre 9 y 11°C (Reinoso, 2013). La papa representa el 7% de la canasta básica familiar nacional del Ecuador. En la Sierra Ecuatoriana la papa es el segundo cultivo más importante después del maíz. Representa la base de la alimentación de gran parte de la población ecuatoriana (Cuesta, Caballero, Rivadeneira, & Andrade, 2013).

En el Ecuador, en promedio la superficie cosechada fluctúa alrededor de 49.000 hectáreas, la que origina una producción total promedio de 307mil toneladas métricas anuales. Las provincias de Carchi, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, aportaron el 79.5% de la producción, las mayores extensiones de cultivo de papa correspondieron en su orden a Chimborazo (20.2%), Carchi (17.0%), Cotopaxi (13.87%), Tungurahua (13.14%) y Pichincha (10.14%) (ESPAC, 2011).

En nuestra provincia de Cotopaxi el cultivo de papa representa una superficie sembrada de 13.278 ha con una superficie cosechada de 10.782 ha que corresponde a una producción de 64.965 t; datos que fueron tomados del Censo (ESPAC, 2011). Como se evidencia existe una disminución en cuanto a la superficie de papas cosechadas y por ende una producción baja que se debe a la proliferación de plagas y enfermedades siendo la de mayor importancia la polilla de la papa que ocasiona grandes pérdidas tanto en campo como en bodega (GADCotopaxi, 2014).

Los estudios sobre daño potencial en el almacén indican que una población baja de 60 larvas en 20 Kg. de papa puede dañar el 100% de los tubérculos en 110 días a partir de la infestación (Barragán, 2005). Se estima que estas polillas, sin un control adecuado, pueden dañar hasta un 30 % de los tubérculos del campo y hasta un 50 % de los que se encuentran en bodegados. *Tecia solanivora*, conocida como polilla guatemalteca que ha venido migrando desde América Central hasta el sur del Ecuador, es la más agresiva de las tres citadas. Las otras dos, *P. operculella* y *S. tangolias* son también consideradas peligrosas para la economía del agricultor (Herrera & Dangles, 2012).

El termino polilla agrupa a tres especies de lepidóptera de la familia Gelechiidae: *Phthorimaea operculella*, *Symmetrischema tangolias* y *Tecia solanivora*. *Phthorimaea operculella* es una especie típica de la región andina, se encuentra únicamente en Perú, Colombia y Bolivia (Palacios, 2009). *Tecia solanivora*, conocida como polilla guatemalteca que ha venido migrando desde América Central hasta el sur del Ecuador, es la más agresiva de las tres citadas. Las otras dos, *P. operculella* y *S. tangolias* son también consideradas peligrosas para la economía del agricultor (Domínguez, Carrero, Ramírez, Segovia, & Pino, 2009).

De las mencionadas especies de la polilla de papa la *Tecia solanivora* ha ocasionado una pérdida de más 6 millones de dólares solo en la provincia de Carchi (ESPAC, 2011). La polilla de la papa constituye la plaga que causa mayor daño más cuando existe la confusión entre las especies de la polilla que no permite conocer las características específicas, el ciclo biológico y por ende no se ha logrado determinar el método de control efectivo para contrarrestar esta plaga, puesto que cada especie tiene un método de control diferente.

El desconocimiento de la especie de polilla que se encuentra afectando ocasiona problemas económicos y sociales como enormes pérdidas económicas para los papi cultores por la pérdida de la cosecha, el abandono del campo debido a que los costos de producción se elevan debido a la aplicación excesiva de productos químicos que a larga produce resistencia del insecto y afecta a la salud de agricultores y consumidores.

JUSTIFICACIÓN

La presente investigación apunta a la realidad social del sector rural agrícola de la provincia de Cotopaxi, parroquia Alaquez, barrio Langualó Chico en donde existió la necesidad de conocer la especie de polilla que afecta al productor del cultivo de papa, mediante la descripción etológica de la plaga se determinó: su ciclo biológico, las principales características del insecto en cada estadio, los hábitos y el comportamiento de la misma. El aporte social de la investigación es la generación de información que contribuya a los principales interesados nuestros papicultores.

De esta forma una vez identificada la especie de polilla que se encuentra afectando en la localidad en estudio los agricultores podrán realizar un manejo efectivo de control de la plaga tanto en el campo como en bodega para evitar pérdidas económicas, daños a la salud de papicultores y consumidores por el excesivo uso de pesticidas químicos y la calidad del entorno ambiental, para así gracias a esta investigación contribuir a resolver mencionados problemas y mejorar su calidad de vida.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Describir la etología de la polilla del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad leona blanca en laboratorio. CEASA, sector Salache, provincia de Cotopaxi, 2015.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el ciclo de vida de la plaga en laboratorio.
- Observar las características específicas de la plaga en cada estadio.
- Identificar correctamente el espécimen de la plaga en estudio.

PREGUNTA DIRECTRIZ

¿Es factible realizar una descripción etológica de la polilla del cultivo de papa, variedad leona blanca en laboratorio?

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1. EL CULTIVO DE PAPA EN ECUADOR

La papa corresponde al género *Solanum* de la sección *Poatoe*, que agrupa a plantas que producen tubérculos verdaderos; es una planta herbácea, caducifolia, perenne, puede llegar a alcanzar el metro de altura (Falconí, 2013).

1.1. Origen

La papa tiene su Centro de Origen en América del sur, y desde allí fue exportada al resto del mundo en diferentes fases a lo largo de la historia. Se tiene noticias de la llegada de papas a las Islas Canarias desde 1567 (Cuesta, Caballero, Rivadeneira, & Andrade, 2013).

El Ecuador las especies silvestres y nativas, identificadas hasta el momento, demuestran la riqueza en diversidad genética que junto con el germoplasma mejorado, ofrecen a los investigadores, oportunidades para encontrar soluciones alternativas a determinados limitantes del cultivo (Monteros, Yumisaca, Andrade, & Reinoso, 2011).

1.1. Importancia

La papa es uno de los rubros importantes de los sistemas de producción de la sierra ecuatoriana, así como constituye una fuente importante de alimentación e ingresos para la familia campesina. El cultivo de papa se realiza en alturas comprendidas entre los 2700 a 3400 msnm, los mejores rendimientos se presentan en zonas ubicadas entre los 2900 y 3300 msnm, donde las temperaturas fluctúan entre 9 y 11°C (Reinoso, 2013).

En el Ecuador aproximadamente el 70% del área cultivada con papa es producida por pequeños y medianos agricultores de la Agricultura Familiar Campesina, con bajos niveles de productividad, causado por la reducida cantidad de semilla disponible en el mercado, la falta de acceso de semilla de calidad en épocas de siembra en cantidades y variedades requeridas (FAO, 2009).

Por su alto valor nutritivo, adaptabilidad a diversos climas y sistemas de cultivo, la papa es uno de los alimentos de mayor producción en los países en desarrollo y es el cultivo que produce la mayor cantidad de calorías por área de cultivo, por lo que es uno de los pilares de la seguridad alimentaria (Scurrah, Haan, Olivera, & Canto, 2012).

La producción de papa en el Ecuador, viene siendo una de las actividades más importantes dentro de la economía agrícola de pequeños, medianos y grandes agricultores. Sin duda alguna, este cultivo forma parte de la alimentación diaria de la mayoría de los ecuatorianos (Andrade, 2011).

1.2. Clasificación Taxonómica

Según (Pumisacho & Sherwood, 2002) la papa pertenece a las siguientes categorías taxonómicas:

Familia: Solanaceae

Género: Solanum

Subgénero: Potatoe

Sección: Petota

Serie: Tuberosa

1.3. Características Botánicas

1.3.1. Hojas

El follaje normalmente alcanza una altura entre 0.60 a 1.50 m. Las hojas primarias de plántulas pueden ser simples, pero una planta madura contiene hojas compuestas en par y alternadas. Las hojas se ordenan en forma alterna a lo largo del tallo, dando un aspecto frondoso al follaje, especialmente en las variedades mejoradas (Pumisacho & Sherwood, 2002).

Las hojas son compuestas y pinnadas presentando cinco, siete y nueve folíolos normalmente el follaje alcanza una altura entre 0.60 a 1.50 m. Se disponen en forma alterna a lo largo del tallo (Corso, Moreno, & Franco, 2010).

1.3.2. Tallo

La papa es una dicotiledónea herbácea con hábitos de crecimiento rastrero o erecto, generalmente de tallos gruesos y leñosos, con entrenudos cortos. Los tallos son huecos o medulosos, excepto en los nudos que son sólidos, de forma angular y por lo general verdes o rojo púrpura (Pumisacho & Sherwood, 2002).

1.3.3. Fruto

El fruto de la papa es una baya pequeña y carnosa que contiene la semilla sexual. La baya es de forma redonda u ovalada, de color verde amarillento o castaño rojizo. Posee dos lóculos con un promedio de 200 a 300 semillas (Molina, 2004).

1.3.4. Flores

Dependiendo del cultivar el sistema floral de la papa se localiza en la parte terminal del tallo, de siete a quince e incluso treinta unidades florales. El inicio de la floración marca uno de los estados fenológicos más importantes de la planta. Las flores pueden llegar a tener 4 cm de diámetro como toda solanácea de 5 pétalos unidos por sus bordes formando la corola. La flor forma 5 anteras de color amarillo en un tubo alrededor de pistilo y llegan a una longitud de hasta siete milímetros de largo. La corola es habitualmente de color blanco o de matices de color violeta, azul o purpura (Falconí, 2013).

1.3.5. Raíz

Presenta un sistema radicular fibroso, con raíz primaria, hipocotíleo y epicotíleo, a partir de las cuales se desarrolla el tallo y el follaje (Pumisacho & Sherwood, 2002).

La raíz de la papa tiene varias funciones como es el sostén de la planta, absorber agua y nutrientes, sin los cuales no podrán desarrollarse los tallos, las hojas, los frutos, además de permitir la formación de los tubérculos (Corso, Moreno, & Franco, 2010).

1.3.6. Los tubérculos

Los tubérculos son tallos carnosos que se originan en el extremo del estolón y tienen yemas y ojos. La formación de tubérculos es consecuencia de la proliferación del tejido de reserva que estimula el aumento de células hasta un factor de 64 veces. A medida que el estolón se alarga, el parénquima se desarrolla, separando los haces vasculares de tal forma que el anillo vascular se extiende. Hidratos de carbono se almacenan dentro de las células del parénquima de reserva, de la medula y la corteza en forma de gránulos de almidón con detalles característicos (Pumisacho & Sherwood, 2002).

2. POLILLAS QUE AFECTAN AL CULTIVO DE PAPA **(*Solanum tuberosum* L.)**

El complejo de las polillas de la papa (Lepidóptera:Gelechiidae) es uno de los grupos que ocasionan mayor daño a nivel de campo y de almacenamiento. Las principales especies de polillas de la papa son: *Phthorimaea operculella* (Zeller), *Tecia solanivora* (Povolny) y *Symmetrischema tangolias* (Turner). Las polillas ocasionan graves pérdidas económicas ya que los tubérculos afectados pierden su calidad para ser comercializados y consumidos (Barragán, 2005).

En las zonas comprendidas, entre los 2800 a 3700 msnm es evidente la presencia y daño de papa, en campo y almacenamiento, por las polillas: *Tecia solanivora*, *Symmetrischema tangolias*, *Phthorimaea operculella*. Las papas procedentes de cosecha de verano, son más susceptibles al ataque de polillas, lo que indican que los niveles de infestación a nivel de campo son significativos e impide almacenar papa para semilla (Cajamarca, Lucero, & Suquillo, 2013).

2.1. *Phthorimaea operculella* (Zeller)

2.1.1. *Antecedentes*

Es una especie que se considera como una de las plagas de importancia económica para el cultivo de papa. La larva produce daños al follaje, al tallo, brotes y tubérculos en los cuales forma galerías superficiales al inicio y luego aparecen galerías más profundas que reducen su calidad y pierden su valor comercial (Vera, González, & Chambilla, 2009).

2.1.2. Clasificación Taxonómica

Según (Ojeda & Castro, 1979) la mencionada polilla de papa corresponde a la siguiente clasificación taxonómica:

Phylum: Artrópoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidóptera

División: Heteroneura

Familia: Gelechiidae

Tribu: Gnorimoschemini

Género: *Phthorimaea*

Especie: *operculella*

2.1.3. Ciclo Biológico

2.1.3.1. Adulto *Phthorimaea operculella*

El adulto de *Phthorimaea operculella* tiene pequeñas manchas en las alas, el daño que producen es cuando comienzan a minar en las hojas de la planta de papa. La larva del insecto es de color crema pálido (Montesdeoca, y otros, 2013) .



Figura 1. Adulto *Phthorimaea operculella*
Fuente: (Barragán, 2005).

La longitud de envergadura alar es de 14.8 mm. En reposo, las alas están pegadas al cuerpo tomando la forma de un techo. De color gris a café oscuro con tres pares de puntos en la zona media, que a la distancia se asemejan a una "X", durante esta fase el insecto puede durar de 10 a 30 días a una temperatura de 22 °C y HR no controlada (Barragán, 2005).

2.1.3.2. Huevo *Phthorimaea operculella*

El huevo alcanza 0.5 mm de diámetro, semi ovalado, liso, de color blanco aperlado al inicio y amarillento conforme pasa el tiempo; la incubación de los huevos dura entre 6 y 8 días en condiciones de 22.6 °C y H.R no controlada, los huevos son ovipositados individualmente o en grupos cerca de los tubérculos o yemas (Barragán, 2005).



Figura 2. Huevo *Phthorimaea operculella*

Fuente: (Barragán, 2005).

2.1.3.3. Larva *Phthorimaea operculella*

Las larvas son blanquecinas de color rosado pero cuando se alimentan de hojas pueden presentar tonalidades verdosas, el desarrollo larval pasa por cuatro instares o estadios intermedios (Jimenez,2008).

Con cuatro instares larvales que duran aproximadamente de 16 a 28 días a una temperatura de 22°C y HR no controlada. En el primer instar mide cerca de 1 mm de longitud, blanca lechosa hasta el tercer instar. En el último instar, la larva llega a medir 10 mm, blanquecina con tonalidades rosadas cápsula cefálica y protórax café oscuros (Páez D. , Yangari, Orbe, Rebaudo, Lery, & Zeddám, 2008).



Figura 3. Larva *Phthorimaea operculella*

Fuente: (Barragán, 2005).

2.1.3.4. Pupa *Phthorimaea operculella*

La pupa mide 6 mm de longitud, obtecta, verdosa al inicio y luego se torna amarilla existe dimorfismo sexual, la hembra es más grande que el macho. La parte caudal de la pupa tiene movimientos giratorios, durante esta fase el insecto puede durar de 6 a 7 días su etapa de pupa a temperaturas de 25°C y HR no controlada (Barragán, 2005).



Figura 4. Pupa *Phthorimaea operculella*

Fuente: (Barragán, 2005).

2.1.4. Comportamiento

Los adultos son de hábito nocturno especialmente para la copula, son sensibles al movimiento, tienen buena aptitud para el vuelo, son rápidos y vuelan largas distancias (Barragán, Pollet, & Iturralde, 2003).

Generalmente el ataque de las larvas se realiza a las partes aéreas, pero también puede alimentarse de tubérculos en campo y en almacén. Los huevecillos son puestos en los ojos de los tubérculos y cuando la larva neonata emerge, raspa la corteza ocasionando galerías profundas, lo cual provoca la pudrición del tubérculo (Barragán, 2005).

2.1.5. Distribución Geográfica

P. operculella es la especie de más amplia distribución a nivel mundial; se le encuentra en todas las zonas de América, Europa, África, Asia y Australia donde se siembra papa. Es una especie típica de zonas cálidas, pero también se le encuentra en zonas altas, como en el área andina. En el Perú se le encuentra desde 0 a 4000 msnm (Palacios, 2009).

2.1.6. Daños

En las hojas producen minas de forma irregular, en los tallos se alimentan velozmente de los tallos provocando la desecación de la planta y en los tubérculos producen pequeñas galerías expulsando inicialmente sus excrementos al exterior que son acumulados en el orificio de entrada por medio de hilos de seda. En el campo las larvas ocasionan daños en los tallos porque se alimentan del floema y perjudican el flujo de savia en la planta (Barragán, 2005).

2.2. *Symmetrischema tangolias*

2.2.1. *Antecedentes*

S. tangolias es una especie endémica de los Andes que se encuentra sobre los 2 000 msnm. En el Ecuador se han observado pululaciones en zonas paperas del centro-sur del país y últimamente en la provincia del Carchi. Recientemente se reporta la presencia de esta plaga en Chile y Australia siempre del lado en el que la papa está asentada, presumiblemente para aprovechar la humedad y oscuridad. La larva del último instar sale de la papa y empupa adherida al tubérculo, en los sacos o en la tierra (Barragán, 2005).

S. tangolias es una especie típica del área andina y se le encuentra en Perú, Bolivia y Colombia, desde los 2,000 a 3500 msnm (Palacios, 2009).

2.2.2. *Clasificación Taxonómica*

Según (Hodges, 1990) señalan la clasificación taxonómica de *S. tangolias* es la siguiente:

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Sub orden: Frenatae

Division: Heteroneura

Familia: Glechiidae

Tribu: Gnorimoschemini

Género: *Symmetrischema*

Especie: *tangolias*

2.2.3. Ciclo Biológico

2.2.3.1. Adulto *Symmetrischema tangolias*

La longitud de envergadura alar es de 6.4 mm. Presenta manchas sub-trianguulares en el margen costal a 2 mm de la base del ala. Ala posterior de color gris claro con pubescencia de color amarillo en la parte distal, el insecto en esta etapa dura alrededor de 16 días con temperatura que oscila entre 16°C a 23 °C (Barragán, 2005).



Figura 5. Larva *Symmetrischema tangolias*

Fuente: (Barragán, 2005).

2.2.3.2. Huevo *Symmetrischema tangolias*

Los huevos miden 0.3 mm de diámetro, ovalado, achatado en los polos, carían rugoso, con hendiduras circulares. El huevo es de color blanco cremoso al momento de la puesta y plomizo a medida que se acerca la eclosión (Castillo, 2005).



Figura 6. Huevo *Symmetrischema tangolias*

Fuente: (Barragán, 2005)

El tiempo de incubación de los huevos que son ovipositados por las hembras dura alrededor de 11.6 días a 16°C y 83% HR (Barragán, 2005).

2.2.3.3. Larva *Symmetrischema tangolias*

Presenta cinco instares larvales. En el primer instar mide 1 mm de longitud, coloración blanca cremosa, cabeza más ancha que el resto del cuerpo, setae apenas visibles. Del segundo a quinto instar presenta cinco franjas longitudinales rojo púrpura, tres dorsales y dos laterales, el vientre es verde intenso. En el último instar alcanzan los 13 mm de longitud (Montesdeoca, y otros, 2013).

El estado de larval puede variar según la temperatura y humedad del lugar donde vivan, a una temperatura de 16°C y una humedad de 83% su tiempo en esta fase llega a los 37.9 días (Barragán, 2005).



Figura 7. Larva *Symmetrischema tangolias*

Fuente: (Barragán, 2005).

2.2.3.4. Pupa *Symmetrischema tangolias*

La pupa mide 7.5 mm de longitud, obrecta, verde clara en un inicio. Y café a medida que avanza el tiempo. El estado de pupa dura alrededor de 26.6 días a una temperatura de 16°C y una humedad relativa de 83% (Barragán, 2005).



Figura 8. Pupa *Symmetrischema tangolias*

Fuente:(Montesdeoca y otros, 2013).

2.2.4. Comportamiento

El adulto es nocturno, vuela rápidamente cuando siente vibraciones. La cópula se inicia pocas horas después de la emergencia. La hembra oviposita en los brotes de plantas tiernas, mientras que en plantas desarrolladas lo hace de preferencia en el haz de las hojas. Ataques severos causan la desecación de los tallos y la posterior muerte de la planta. Puede depositar los huevos sobre los sacos o directamente en los tubérculos. La larva del último instar sale de la papa y empupar adherida al tubérculo, en los sacos o en la tierra (Calderón, 2004).

2.2.5. Distribución Geográfica

Se encuentra distribuida en varias zonas de Argentina, Bolivia, Colombia y Perú, también ha sido reportada en EE.UU y Australia, por lo general se encuentra en altitudes por encima de los 3400 msnm. En el Ecuador esta polilla ingreso al país por la frontera Sur desde el Perú con semillas contaminadas y se reportó en el 2001 en la provincia de Loja (Barragán, 2005).

2.2.6. Daños

La larvas ocasionan daño al barrenar los tallos de la planta y en los tubérculos realizan galerías y túneles (Jiménez, 2008).

S. tangolias se conoce que en el 2001 y 2002 técnicos de la PUCE indicaron conocer la presencia de esta polilla en los mercados de Riobamba y Salcedo, en tubérculos procedentes de Perú. En el año 2003 técnicos del INIAP encontraron tubérculos semilla infestados en un 80 % en la localidad de Pataín Salcedo (Reinoso, 2013).

2.3. *Tecia solanivora* (Povolny).

2.3.1. Antecedentes

Tecia solanivora es una especie originaria de Guatemala que se ha dispersado a otros países de Centro América y Sur América considerándose como una de las principales plagas de la papa en Venezuela, Colombia y Ecuador, y plaga de cuarentena para Perú. Se encuentra en altitudes dentro 1000 hasta los 3500 msnm (Palacios, 2009).

La polilla de papa, es un insecto endémico de Centro América, específicamente de Guatemala ; esta plaga la describió inicialmente Dalibor Povolny en 1973 a partir de especímenes provenientes de Centro América (Barragán, 2005). Esta polilla de la papa inicio su recorrido por Centro América hacia el sur desde su centro de origen hasta llegar a Costa Rica, Honduras, El Salvador y Panamá razón por la que también se la denomino polilla centroamericana (Niño, 2004).

En el año 2001 se observó la presencia de *Tecia* en Chambo provincia de Chimborazo. El daño a nivel de campo fue del 60 %. En localidades superiores a los 3300 msnm no se ha reportado la presencia de la plaga (Gallegos & Asaquibay, 2002).

2.3.2. Clasificación Taxonómica

Según (Araque, 1993) describe que la menciona polilla de papa corresponde a la siguiente clasificación taxonómica.

Phylum: Artrópoda
Subphylum: Mandibulata
Clase: Insecta
Orden: Lepidóptera
Sub orden: Dytrisia
Súper familia: Tineoidea
Familia: Gelechiidae
Tribu: Gnorimoschemini
Género: *Tecia*
Especie: *solanivora*

2.3.3. Ciclo Biológico

2.3.3.1. Adulto *Tecia solanivora*

Tecia solanivora en su estadio adulto presenta una línea negra a lo largo de cada ala de la mariposa (Montesdeoca, y otros, 2013).



Figura 9. Adulto *Tecia solanivora*
Fuente: (Montesdeoca y otros, 2013).

Las mariposas o polillas de *Tecia* tienen las alas de color marrón oscuro a gris, con una banda negra a lo largo de ellas. Las hembras son más grandes que los machos y tienen el abdomen abultado. Existe dimorfismo sexual, la hembra tiene las alas anteriores más claras y más robusta que el macho. Las mariposas adultos se esconden bajo los matorrales cercanos a los cultivos de papa, en el follaje de sus plantas, en las grietas de las bodegas o bajo los saquillos (Barragán, 2005).

El estado de adulto dura 16 días para los machos y 20 días para las hembras. El ciclo de vida está influenciado principalmente por la temperatura; a temperaturas más altas el ciclo se acorta. Bajo las condiciones de 15,53 °C el ciclo total es de 94,17 días, a temperaturas constantes de 20 °C, es de 75,29 días y a los 25 °C, de 41,58 días aproximadamente.

2.3.3.2. Huevo *Tecia solanivora*

Los huevos de *Tecia* son ovalados de tamaño promedio de 0.5 mm de diámetro, recién ovipositados son de color blanco y se van tornando amarillos conforme el embrión se desarrolló en su interior (Barreto, 2003).

Son de forma ovoide, de color blanco crema recién ovipositados, luego se tornan amarillentos y finalmente al aproximarse su eclosión son de color marrón oscuro; los huevos son depositados en forma individual o en grupos de 6 a 15, en el suelo, cerca de los tallos, en tubérculos expuestos en el campo y en yemas de los tubérculos almacenados, hilos de sacos y rara vez en la hojarasca del suelo. La incubación del huevo puede durar de 12 a 15 días (Barragán, 2005).

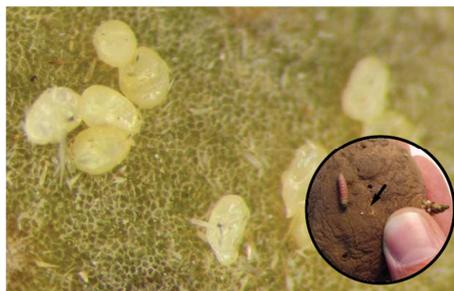


Figura 10. Huevo *Tectia solanivora*)
Fuente: (Montesdeoca y otros, 2013).

2.3.3.3. Larva Tectia solanivora

Las larvas salen del huevo, emigran al tubérculo, afectando inicialmente a la epidermis (superficie) de la papa, pudiendo llegar a destruir toda la papa (Trujillo & Perera, 2009).

Las larvas de *Tectia* crecen y cambian de color. Al principio son blancos y tienen la cabeza obscura, luego se hacen verdosos. Al final son rojos por arriba y verde claro por abajo, antes de transformarse en pupas. Este estado puede llegar a durar 30 días en promedio. Pasan todo el tiempo dentro de la papa y cuando ya están grandes salen del tubérculo para empupar (Pollet, Barragán, Iturralde, 2003).

Al final de su desarrollo lo abandonan y forman una pupa o crisálida preferentemente en los primeros 5 cm del suelo, de ésta, pasados unos días, saldrá de nuevo el adulto (Barreto, 2003).



Figura 11. Larva *Tecia solanivora*

Fuente: (Barragán, 2005).

2.3.3.4. Pupa *Tecia solanivora*

Las pupas tardan entre 25 y 35 días antes de transformarse en adultos. Las pupas se pegan a los sacos donde se guarda la papa, a las grietas, paredes y telas de araña de las bodegas. Están cerca de matorrales o en el suelo. La mayoría de pupas o adivinadores se forman fuera de la papa. También se las puede encontrar dentro del tubérculo. (Pollet, Barragán, Iturralde, 2003).

Ocasionalmente puede empupar dentro del tubérculo, lo más común es que este fuera del tubérculo en el suelo en condiciones de campo o adherida a los tubérculos, en sacos u otros envases, así como en hendiduras de pisos y paredes de bodegas donde se encuentra la papa almacenada (Barragán, 2005).



Figura 12. Larva Tecia solanivora
Fuente: (Barragán, 2005).

2.3.4. Comportamiento

La plaga durante el estado adulto o mariposa les gusta la oscuridad es por ello que son de hábito nocturno y en el día buscan la sombra. (Barragán, Pollet & Iturralde, 2003).

La hembra llega a depositar un número de 156–360 huevos en las grietas del suelo cerca de la base del tallo de la planta, hojas bajas o en los tubérculos mal cubiertos, y durante el almacenamiento sobre superficies que presentan depresiones, la incubación puede durar entre 12 y 15 días, con 78-98% de viabilidad (Trujillo & Perera, 2009).

El insecto adulto es volador, y son más activos durante el atardecer, la noche y el amanecer. La oscuridad de los lugares de almacenamiento favorece la actividad del adulto. Durante el día están refugiados en sitios oscuros, en el almacén en el tubérculo y en el campo en el suelo (Trujillo & Perera, 2009).

La alimentación voraz de la polilla en su estado larvario, provoca considerables daños en el tubérculo por lo que asumimos que despliegan gran actividad enzimática acompañada de cambios estructurales y funcionales proteicos en sus diferentes estadios larvarios (Mena, 2004)

2.3.5. Daño

La larva de la polilla guatemalteca únicamente se alimenta del tubérculo. Otra característica son los rastros de excremento que las larvas dejan ala interior del tubérculo lo que se puede apreciar al parir el tubérculo afectado lo cual deja fuera del consumo humano (Montesdeoca, y otros, 2013).

El daño económico causa la larva penetrando al tubérculo, ya que para alimentarse hace galerías superficiales y luego penetra el tubérculo profundamente disminuyendo de esta manera su calidad (Barragán, 2005).

La papa infestada por la polilla guatemalteca se conoce porque los orificios de salida de la larva son circulares y por sus apariencia limpia (Trujillo & Perera, 2009).

2.3.6. Distribución Geográfica:

En 1997 se reportó la presencia en la provincia de Cotopaxi, en Salcedo y posteriormente en la provincia de Tungurahua, en el área norte de Pillaro. La polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora* hace su ingreso oficial al Carchi en 1996; por la frontera norte, procedente de Colombia. Una de las introducciones iniciales de tubérculos fue de aproximadamente 50 toneladas. Al detectarse la presencia de la larva las autoridades sanitarias determinaron la destrucción de esos tubérculos mediante el entierro de los mismos el tiempo requerido para realizar la perforación permitió que los insectos se desplacen hacia el área circundante (Gallegos, 2002).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y METODOLOGÍA

1. MATERIALES Y TALENTO

1.1. Material biológico

Tubérculos infestados con polilla de papa, variedad leona blanca.

Tubérculos sanos de papa variedad leona blanca

1.2. Materiales de laboratorio

Cámaras plásticas de cría

Papel toalla

Pinceles

Aguja

Tubos de ensayo

Aerosol

Caja Petri

1.3. Equipos

Estereoscopio OLYMPUS modelo SZ

Higrómetro

Cámara fotográfica SONY modelo Cyber-shot

GPS

Lupa

1.4. Materiales de campo

Costales de plástico

Azadones

Cultivo de papa en etapa de cosecha

1.5. Materiales de oficina

Computador

Libro de campo

Marcadores

Escalímetro

Cartulinas negras

Estilete.

Autoadhesivos.

Tela tul

1.6. Talento Humano

Investigadora: Nancy Naranjo

Director: Ing. Edwin Chancúsig - Miembros del tribunal

2. CARACTERÍSTICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL

2.1.Ubicación del sitio de recolección

Las muestras se recolectaron en parcelas de los agricultores dedicados al cultivo de papa de la variedad leona blanca en el Sector Aláquez, ubicado en la parte Norte de la cabecera cantonal de Latacunga, cuyos datos se detallan a continuación:

Ubicación política

- País: Ecuador
- Provincia: Cotopaxi
- Cantón: Latacunga
- Parroquia: Álaquez
-

Ubicación geográfica

- Latitud: 0°51'12.5"S
- Longitud: 78°36'11.4"W
- Altitud: 2948 msnm

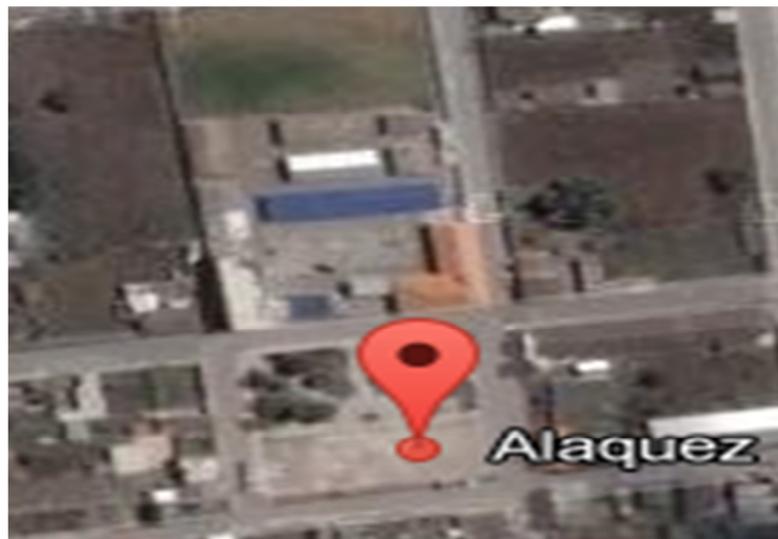


GRÁFICO 1. Ubicación geográfica del sitio de recolección de las muestras.
Fuente: Google maps.

2.2. Ubicación del laboratorio

Esta investigación se realizó en el CEASA, sector Salache, Provincia de Cotopaxi.

Ubicación política

Provincia: Cotopaxi

Cantón: Latacunga

Parroquia: Eloy Alfaro

Barrio: Salache

Lugar: Ceasa (U.T.C)

Ubicación geográfica

Altitud: 2725 msnm

Latitud: 00°59'47,68" S

Longitud: 78°37'19,16" E

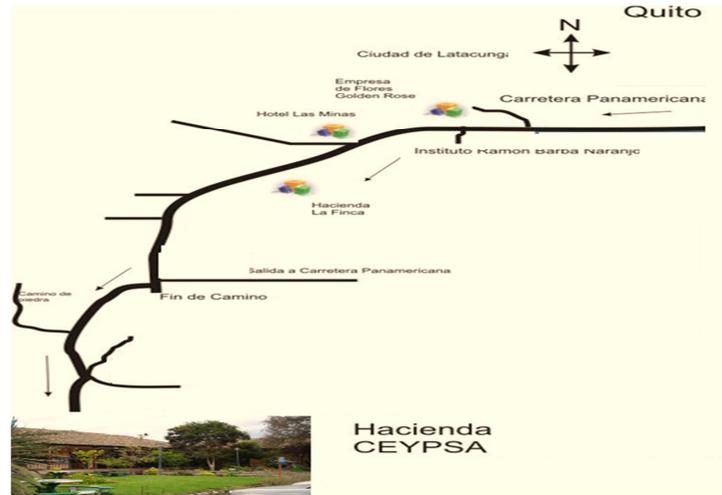


GRÁFICO 2. Ubicación geográfica del laboratorio UTC.

Fuente: Google maps.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

La presente tesis corresponde a una investigación de tipo estadística descriptiva ya que se describió la plaga en cada estadio del insecto en condiciones de laboratorio utilizando materiales como estéreo microscopio, cámaras de cría y se obtuvo información que se registró por escrito para corroborar mencionada información con conocimientos ya publicados sobre el tema validados por bibliografía ya existente registrando los datos de manera numérica que se obtuvieron durante la investigación para los respectivos cálculos estadísticos.

3.2. Métodos y técnicas

3.2.1. Métodos

El método que se empleó durante el presente estudio fue el analítico ya que se examinó el insecto en cada estadio observando y comparando sus características específicas con fuentes de información relacionadas al tema para lograr determinar la especie durante el trabajo investigativo.

3.2.2. Técnicas

3.2.2.1. Toma de datos

Se registró datos de cada cámara de cría en cada estadio del insecto para su posterior análisis, los mencionados datos se anotaron en el libro de campo.

3.2.2.2. Observación

Se observó atentamente el comportamiento y demás características del insecto durante su ciclo biológico en laboratorio, se tomó toda información correspondiente de cada cámara de cría y se la registro para el posterior análisis.

4. METODOLOGÍA

4.1. Sitio de recolección

El sitio de recolección se ubicó en la localidad de Aláquez del cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, en parcelas de agricultores dedicados al cultivo de papas para lo cual se geo referenció el sitio (Anexo 6, Fotografía N° 1, Literal A).

4.2.Recolección de tubérculos

Se colectó tubérculos de papa variedad leona blanca en la localidad de Aláquez, barrio Langualó Chico, infestados con polilla de papa. La colecta se la realizó observando que los tubérculos presenten orificios de entrada de la larva del insecto para estar seguro que se encuentren infestados; posterior a ello se almaceno los tubérculos infestados en costales de plástico por un lapso de 30 días (Anexo 6, Fotografía N° 1, Literal B y C).

4.3. Preparación de las cámaras de cría

Se utilizó 4 reposteros plásticos de 16 cm por 16 cm colocando tiras de cartulina negra en las paredes de las tarrinas para que las hembras coloquen sus oviposturas, se colocó el alimento con miel de abeja diluida en agua en una proporción de 1:1 en un salero colocándose en la boca del salero motas de algodón que al agitarse constantemente se humedeció para que las mariposas se alimenten (Anexo 6, Fotografía N° 2) En la cámara de cría de vidrio en la cual se realizó el mismo procedimiento pero no se colocó alimento.

4.4. Recolección de mariposas (estado adulto)

Se sacó los tubérculos de los costales de papa y se los acumulo para recolectar mariposas utilizando tubos de ensayo se capturo las 5 parejas mariposas (Anexo 6, Fotografía N° 3, Literal A y B), se identificó hembras y machos mediante dimorfismo sexual se diferenció que las mariposas hembras son de mayor tamaño que los machos, el color de alas para las hembras presenta un color marrón claro con manchas negras a lo largo de cada ala mientras que los machos presentan un color marrón oscuro, en lo referente al abdomen las hembras presentaron un abdomen más abultado a diferencia de los machos (Figura 13).

4.5. Colocación de los adultos en las cámaras de cría

Se inició con una población de 5 hembras y 5 machos como ya se mencionó anteriormente; cada pareja de adultos se colocaron en cámaras de cría plásticas y en una cámara de cría de vidrio. Luego se procedió a tapar las tarrinas plásticas con sus respectivas tapas cortadas y cubiertas con la malla mosquetera para permitir la entrada y salida de oxígeno con su respectivo alimento; en la cámara de cría de vidrio se utilizó tela tul para cubrirla (Anexo 6, Fotografía N° 3, Literal C y D).

4.6. Recolección de oviposturas

Al cuarto día se recolecto las oviposturas sacando los discos de cartulina negra de cada cámara de cría, se observó la disposición de las oviposturas, el color de los huevos utilizando el estéreo microscopio y una lupa; luego se determinó el número de huevos y la forma que tenían cada uno (Anexo 6, Fotografía N° 4); para determinar el tamaño de los huevos se seleccionó un huevo por cada cámara de cría con el escalímetro se registró las respectivas medidas.

4.7. Longevidad de los adultos

Para determinar la longevidad de las mariposas de cada cámara de cría se colocó cada pareja en otras tarrinas plásticas, se registró el día de la muerte de las mariposas logrando así obtener datos en cuanto al tamaño tanto el ancho y la longitud de cada mariposa.

4.8. Colocación de las oviposturas en las cámaras de cría

En las cámaras de cría se adecuo para colocar las oviposturas de la siguiente manera:

-En la base de cada tarrina plástica de coloco papel toalla, seguido de una fina capa de tierra y finalmente se colocó 1 kg de papa sana variedad leona blanca.

-Posterior a ello se colocó las cartulinas negras recortadas las cuales contenían las oviposturas obtenidas de cada cámara de cría (Anexo 6, Fotografía N° 5).

Se procedió a tapar las tarrinas con las tapas, a continuación se registraron: fecha de colocación de las oviposturas en las cámaras, datos de temperatura y humedad relativa utilizando el hidrómetro.

4.9. Eclosión de los huevos

Al cabo de una semana que se colocaron las oviposturas, se revisó diariamente los huevos de cada cámara cuidadosamente con una lupa, se observó el cambio de color de los huevos y a continuación se registró el día de eclosión de los huevos de cada cámara. El indicativo que se utilizó para determinar la eclosión de los huevos fueron el color y el aspecto de los huevos.

4.10. Estado larval

Después de la eclosión de los huevos de las cámaras de cría, indistintamente a los 8 días se procedió a seleccionar 1 tubérculo de cada cámara, se procedió a cortar los tubérculos utilizando un estilete aquí se observó: el color de las larvas y el movimiento característico de las mismas.

A los 20 días se realizó el mismo procedimiento para observar el estado de la larva dentro del tubérculo.

Desde el día 21 se observaron diariamente las cámaras de cría para registrar el día en que las larvas salieron de los tubérculos como como pre pupas, se seleccionó 5 larvas por cada cámara de cría para la toma de datos y se enumeró los tubérculos del 1 al 5 donde las larvas empezaron a empupar, se registró los siguientes datos: el día que las larvas abandonaron el interior de los tubérculos, el tamaño (longitud, ancho), el color, la forma, los datos de temperatura y humedad. Las demás larvas en el cuarto instar o pre pupas se colocaron en otros recipientes y se contó para conocer cuántas larvas en total eclosionaron y de ellas cuantas pasaran al estado de pupa y conocer la tasa de mortalidad.

4.11. Estado de pupa

Luego de que se registró el día que las larvas en el cuarto instar procedieron a empupar tejiendo una tela para su capullo y utilizando la arena que se colocó con anterioridad en cada cámara; cada semana se observó el estado de las pupas y al cabo de 15 días se tomó datos de las 25 pupas escogidas en la fase larval y se registró datos como: color, forma, tamaño (longitud, ancho) y datos de temperatura y humedad utilizando el hidrómetro (Anexo 6, Fotografía N° 8).

Después de los 20 días se observó diariamente cada cámara de cría para registrar el día de la presencia de mariposas y el número de mariposas obtenidas por cámara.

4.12. Tabulación de los datos obtenidos y registro de las características específicas de la plaga en cada estadio.

Luego de haber concluido el ciclo de vida del insecto en laboratorio se obtuvo datos como: número de días de duración de cada estadio, tamaño en mm del insecto en cada etapa, datos de humedad y temperatura, número de huevos y adultos vivos, todos estos datos fueron registrados en el libro de campo para sistematizar los datos en Excel y obtener datos promedios de cada variable en cada estadio de cada una de las cámaras de cría. En lo referente a las características específicas de la plaga en estudio que se registraron en cada estadio fueron el color, la forma (Ver Anexos: 1,2,3,4 y 5).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. COLECTA DE TUBÉRCULOS

El 15 de Mayo se recolecto tubérculos infestados de papa variedad leona blanca en la localidad de Aláquez, barrio Langualó Chico y se obtuvo 2 quintales de papa infestada que fueron almacenados en costales por el lapso de un mes.

2. ESTADO ADULTO

Las 5 parejas con las que se inició el estudio presentaron las siguientes características las cuales sirvió para diferenciar el adulto hembra del adulto macho:

El tamaño de las mariposas: la mariposa macho es más pequeña que la mariposa hembra (Gráfico N° 3 y Gráfico N°4). El color de las alas de las mariposas hembras fue de color marrón claro mientras que el color de las alas de las mariposas macho fue de color marrón oscuro. En cuanto al abdomen de las mariposas, los abdómenes más globosos corresponden a la de las mariposas hembras (Figura 13), esta característica fue la más visible y concreta para determinar el sexo de las mariposas; características que concuerdan con lo que dice (Barragán, 2005):

“Las mariposas o polillas de *Tecia* tienen las alas de color marrón oscuro a gris, con una banda negra a lo largo de ellas. Las hembras son más grandes que los machos y tienen el abdomen abultado”

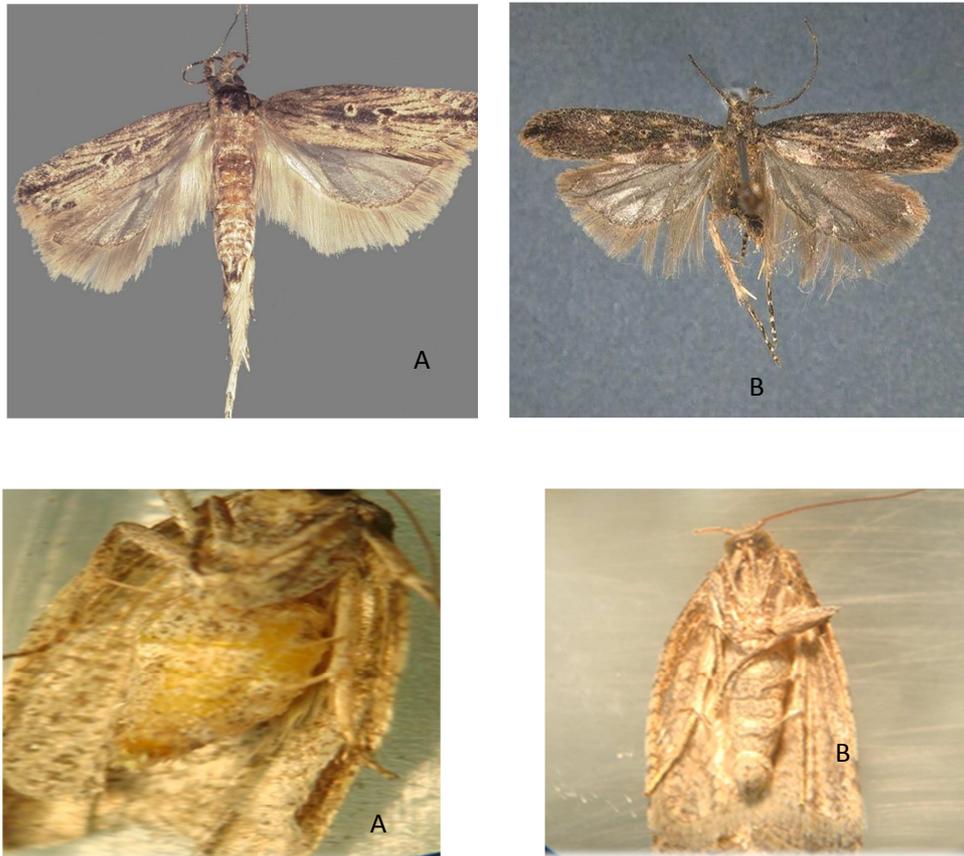


Figura 13. Dimorfismo sexual A) Adulto hembra, B) Adulto macho

Fuente: Naranjo, 2015

Los datos del tamaño fueron tomados con el insecto muerto ya que no se dispuso del reactivo para adormecer a las mariposas; además de ello se pudo registrar la longevidad de cada mariposa. A continuación se presenta los datos anteriormente expuestos en la tabla N° 1.

TABLA 1. Estadio adulto de la plaga en estudio con sus características específicas, días de longevidad y datos de temperatura y humedad.

ESTADO ADULTO								
CÁMARA DE CRÍA	DE	MUESTRA	LONGITUD (mm)	ANCHO (mm)	COLOR	DÍAS DE LONGEVIDAD	T°	HR%
C1		Hembra (1)	12	3	Marrón claro	17	21	25
		Macho (1)	9	2,5	Marrón oscuro	15	21	25
C2		Hembra (1)	12	3,2	Marrón claro	16	21	26
		Macho (1)	9,5	2,8	Marrón oscuro	15	21	26
C3		Hembra (1)	13	3,5	Marrón claro	17	21	25
		Macho (1)	9,5	2,7	Marrón oscuro	14	21	25
C4		Hembra (1)	12	3,5	Marrón claro	18	21	26
		Macho (1)	9,2	2,5	Marrón oscuro	13	21	26
C5		Hembra (1)	11	3	Marrón claro	15	25	22
		Macho (1)	9,5	2,5	Marrón oscuro	13	25	22
PROM. HEMBRAS			12	3,24		16,6	22	24,8
PROM. MACHOS			9,34	2,6		14	22	24,8
DESVEST.M HEMBRAS			0,70	1,34				
DESVEST.M MACHOS			0,23	0,14		1,70	1,6	1,54

Elaborado por: Nancy Naranjo.
Fuente: Libro de campo.

De los datos que se registraron en la tabla N° 1 se puede determinar que la plaga en su estado de adulto tuvo un promedio de vida de 16. 6 días para las mariposas hembras mientras que el promedio de vida de las mariposas macho fue 14 días con una humedad relativa de 24.8% y una temperatura de 21.8 °; obteniendo al final un promedio de vida del adulto de 10.67 días, la desviación estándar fue menor para los datos de tamaño lo cual señala que no hay dispersión o desvió en los datos obtenidos.

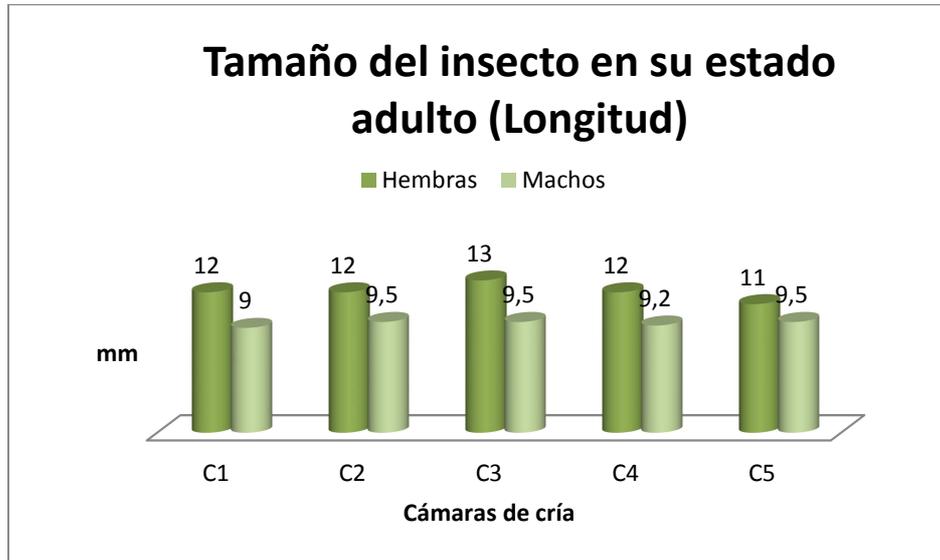


GRÁFICO 3. Tamaño del insecto en su estado adulto (Longitud).

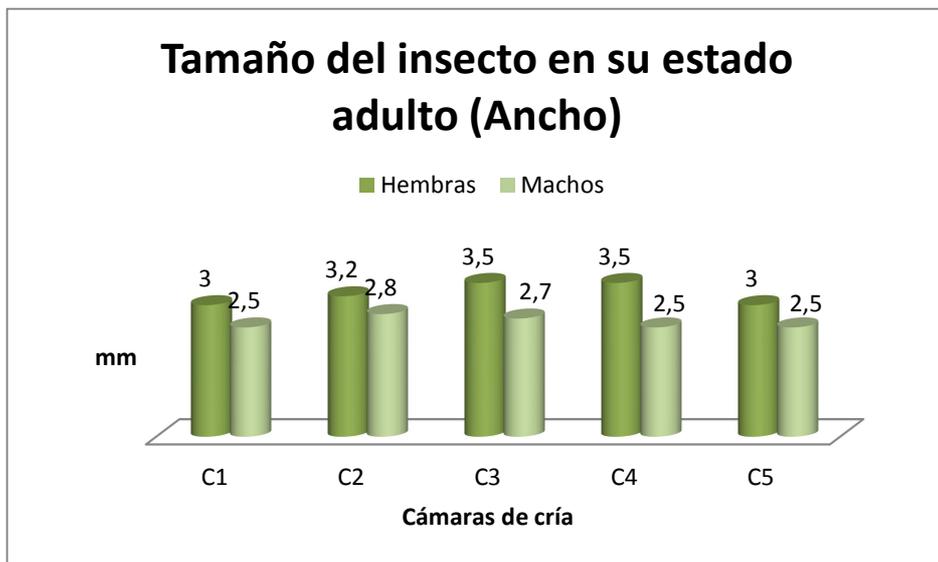


GRÁFICO 4. Tamaño del insecto en su estado adulto (Ancho).

En lo que se refiere a sus características específicas como el tamaño como se evidencio en el Gráfico 3 y 4, las mariposas hembras son de mayor tamaño con un promedio de 12 mm de longitud y 3.24 mm de ancho; en lo que corresponde al tamaño de las mariposas machos se obtuvo un promedio de 9.34 mm de longitud y 2.6 mm de ancho.

3. ESTADO DE HUEVO

3.1. Cámaras de cría para la oviposición

Los huevos fueron depositados por las hembras en las cartulinas negras que se colocó en las cámaras, lo que ayudo a diferenciarlos fácilmente; estos fueron puestos alrededor de 15-23 huevos por ovipostura. La alimentación en base a miel contribuyo a que las hembras coloquen mayor cantidad de huevos a diferencia de la cámara de cría (N° 5) que no se le coloco alimento que registro menor cantidad de huevos. Corroborando así que **“el alimento a base de miel contribuye a que las hembras coloquen mayor cantidad de huevos”** (Echeverría & Enríquez, 2006).

3.2. Recolección de oviposturas

Se retiró las cartulinas que contenían las oviposturas de cada cámara, para el conteo de los huevos por cámara de cría, se utilizó el estéreo microscopio en su gran mayoría fueron oviposturas, existiendo pocos huevos individuales como resultado de la oviposición.

3.3. Incubación de los huevos

Para la incubación de los huevos fue primordial colocar arena y papel toalla para propiciar condiciones favorables para la incubación de los huevos dentro de las cámaras de incubación, el papel toalla ayudo a retener la humedad producida por la transpiración de los tubérculos dentro de cada cámara de cría lo que facilito las condiciones para la incubación de los huevos, los tubérculos fueron colocados cerca de las pequeñas cartulinas que contenían los huevos lo que facilito que las larvas ingresen a todos los tubérculos y tengan mayor alimento disponible en la etapa larval.

3.4. Eclosión de los huevos

Desde el día 8 se observó el cambio de color de los huevos de blanco a plomo hasta que finalmente desde el día 10 algunas oviposturas presentaron un color oscuro y los huevos quedaron como cascaras, indicativo para determinar la eclosión de los huevos. Los datos mencionados antes se resumen en la Tabla N° 2.

TABLA 2. Características de los huevos al momento de la recolección de las oviposturas.

ESTADO HUEVO								
CÁMARA DE CRÍA	# HUEVOS	TAMAÑO		FORMA	COLOR	DÍAS DE INCUBACIÓN	T°	HR %
		LONGITUD	ANCHO					
C1	52	1	0,5	Ovoide	Blanco	12	21	25
C2	48	1	0,5	Ovoide	Blanco	12	21	26
C3	45	1	0,5	Ovoide	Blanco	10	21	25
C4	45	1	0,5	Ovoide	Blanco	13	21	25
C5	29	1	0,5	Ovoide	Blanco	14	23	22
PROMEDIO	44,4	1	0,5			12	21,4	24,6
DESVEST.M	10,08	0	0			1,15	1	1,7

Elaborado por: Nancy Naranjo.
Fuente: Libro de campo.

Como se puede observar en la Tabla N° 2 el color de todos los huevos registraron un color blanco al momento de la recolección de las oviposturas y de forma ovoide. El huevo de la plaga en estudio midió 1mm de largo y 0.5 mm de ancho; registrando un promedio de número de huevos puestos en un lapso de 4 días de 44,4 huevos, datos que se coinciden con lo citado a continuación: **“Los huevos de *Tecia* son ovalados de tamaño promedio de 0.5 mm 1 mm de diámetro, recién ovipositados son de color blanco y se van tornando oscuros conforme el embrión se desarrolló en su interior”** (Barreto, 2003).

El tiempo de incubación de los huevos fue 12,2 días promedio con una temperatura de 21.4° y una humedad relativa de 24,6%, corroborando según (Barragán, 2005) quien menciona que la incubación del huevo puede durar de 12 a 15 días.

4. ESTADO LARVAL

Constatado la eclosión de las oviposturas se retiraron las cartulinas negras de las cámaras de incubación. A los 8 días el estado de la larva registro un color blanco en todo su cuerpo mientras que en la cabeza presento un color negro con movimientos característicos mientras que a los 20 días estas fueron de mayor tamaño de un color blanco verdoso en la parte ventral con patas y pseudopatas visibles.

A partir del día 21 se observó que larvas abandonaron el tubérculo como pre pupa (Se registró el día de cada larva). Los datos que se apreciaron fácilmente fueron el color purpura en la parte dorsal mientras que en la parte ventral el color fue verde, color característico de la *Tecia solanivora* tal como lo describe (Barragán, 2005): **“En el último instar es rojiza púrpura en la región dorsal y verde en el vientre llegando a medir 16 mm de longitud”**.

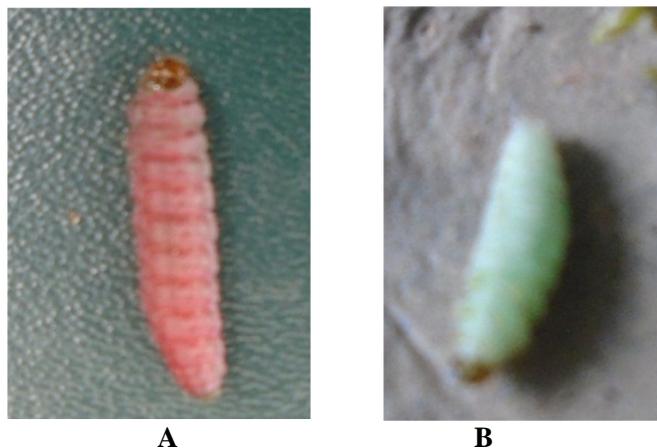


Figura 14. Larva obtenida durante el estudio A) Región dorsal,B) Región ventral
Fuente: Naranjo,2015.

Además del color; las características que se tomaron de 5 larvas por cada cámara de cría fueron: el tamaño (ancho y longitud), la forma. Los datos constan en la Tabla N° 3; las demás larvas se contaron y fueron colocadas en otros recipientes para conocer el número global de larvas eclosionadas como se indica en el Gráfico N° 5.

TABLA 3. Características específicas de 25 larvas en su cuarto instar.

ESTADO LARVAL								
CÁMARA DE CRÍA	LARVA	Lg (mm)	ANCHO (mm)	COLOR	FORMA	DÍAS FASE LARVA	T°	HR %
C1	1	16	2,5	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	27	21	25
	2	13	2,5	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	26	21	25
	3	12	2,2	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	27	21	25
	4	15	2,5a	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	25	21	25
	5	16	2,5	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	26	21	25
C2	1	13	2,3	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	30	22	26
	2	14	2,5	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	26	22	26
	3	16	2,5	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	27	22	26

Continúa.....

Continúa.....

	4	14	2,5	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	30	22	26
	5	12	2,5	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	32	22	26
C3	1	16	3	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	31	21	26
	2	13	2,5	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	30	21	26
	3	12	2,5	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	27	21	26
	4	12	3	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	26	21	26
	5	10	2,8	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	30	21	26
C4	1	12	3	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	27	21	25
	2	13	3	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	28	21	25
	3	16	2,5	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	30	21	25
	4	11	3	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	27	21	25
	5	12	2,5	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	28	21	25
C5	1	15	2,6	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	29	20	26
	2	13	3	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	30	20	26
	3	12	2,5	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	32	20	26
	4	12	2,5	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	28	20	26
	5	12	2,5	Dorso: púrpura Ventral: verde	Eruciforme	29	20	26
X		13,28	2,6			28,3	21	26
DESVEST.M		1,76824	0,241			1,99	0,6	0,5

Elaborado por: Nancy Naranjo.
Fuente: Libro de campo.

De los datos registrados en la anterior tabla se obtuvo un promedio en el tamaño de la larva de 13.23 mm de longitud y de 2.61 mm de ancho con un lapso de 28,32 días promedio de duración del insecto en su etapa larval a una temperatura de 21 ° C y una humedad de 25. 6 %.

En cuanto a la forma todas fueron eruciformes (forma de oruga) es decir con 3 pares de patas verdaderas y 5 pares de seudo patas. En lo referente al comportamiento que tuvo el insecto durante esta fase, la larva permaneció todo el tiempo alimentándose del tubérculo y una vez que decidió salir del tubérculo fue el indicativo que esta lista para empupar. Al igual el daño ocasionado por la larva es evidente en los tubérculos infestados que fueron empleados en este estudio (Anexo 6, Fotografía N° 7, Literal N y O), característica de la *Tecia solanivora* que afecta únicamente a los tubérculos como lo manifiesta (Barragán, 2005): **“La *Tecia solanivora* ataca únicamente a los tubérculos a diferencia de las otras polillas que atacan a tallos y hojas ; el daño económico causa la larva penetrando al tubérculo, ya que para alimentarse hace galerías superficiales disminuyendo de esta manera su calidad”**

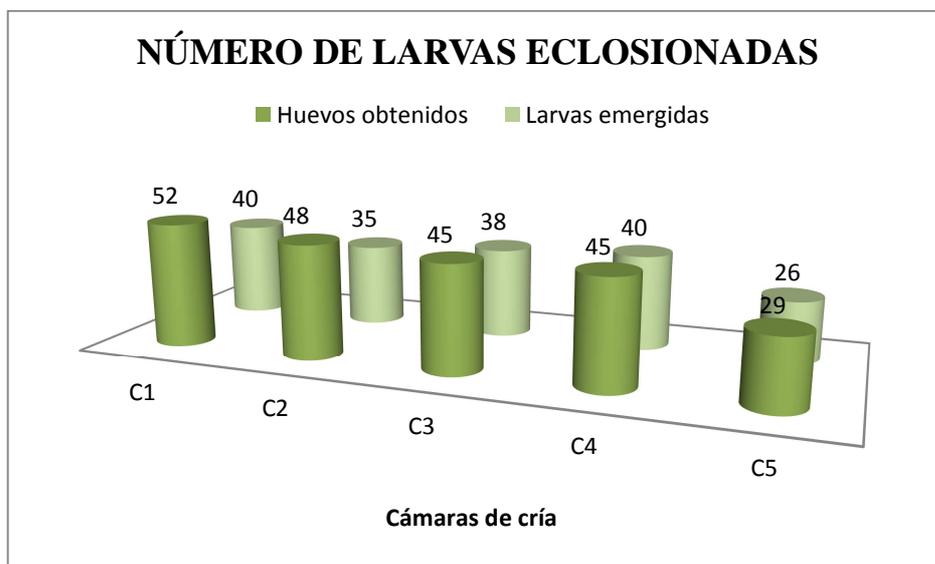


GRÁFICO 5. Número de larvas en el cuarto instar obtenidas.

Como se puede observar en el Gráfico 5; en la cámara de cría 1 de los 52 huevos registrados eclosionaron 40 larvas, en la cámara de cría 2 se registró 48 huevos obteniéndose 35 larvas, en la cámara de cría 3 de los 45 huevos se obtuvieron 38 larvas, en la cámara de cría 4 de los 45 huevos obtenidos eclosionaron 40 larvas y finalmente en la cámara de cría se obtuvo 23 larvas.

5. ESTADO DE PUPA

En esta etapa se observó que la pre pupa empezó a tejer su capullo de color blanco utilizando la arena que se colocó con anterioridad; en el caso de la pecera las larvas utilizaron la tela tul para empupar.

Durante esta etapa también se puede determinar dimorfismo sexual ya que las pupas más grandes corresponden a mariposas hembras.

A partir del día 21, se observó diariamente cada cámara de cría logrando evidenciar el cambio de color de las pupas a un color café oscuro a negro; este indicativo evidencio que las pupas estaban por eclosionar hasta que el día 27 en la cámara de cría # 03 se observó la primera mariposa la misma que aún mantenía una postura como dentro de la pupa en los extremos era delgada y en el centro ancha , aun no podía volar hasta que con el pasar de algunas horas su cuerpo se extendió evidenciándose de gran tamaño; se revisó el capullo para conocer la pupa enumerada que eclosiono.

Diariamente se revisó cada cámara de cría para registrar con exactitud el día del apareamiento de las nuevas mariposas y el número de pupa que eclosiono. Los datos expuestos se muestran en la tabla N° 04.

TABLA 4.- Características de 25 pupas de la polilla de papa (*Solanum tuberosum*) a los 20 días durante la etapa de pupa y datos de temperatura y humedad.

ESTADO PUPA								
CÁMARA DE CRÍA	PUPAS	Long. (mm)	ANCHO (mm)	COLOR	FORMA	DÍAS EMERGENCIA MARIPOSAS	T°	HR%
C1	Pupa 1	9	2,5	Café claro	Fusiforme	28	21	25
	Pupa 2	9	3	Café claro	Fusiforme	32	21	25
	Pupa 3	9	3	Café claro	Fusiforme	29	21	25
	Pupa 4	8,5	2,5	Café claro	Fusiforme	30	21	25
	Pupa 5	8	3	Café claro	Fusiforme	30	21	25
C2	Pupa 1	9	3	Café claro	Fusiforme	30	22	26
	Pupa 2	9,5	3	Café claro	Fusiforme	30	22	26
	Pupa 3	9	2,5	Café claro	Fusiforme	31	22	26
	Pupa 4	8	2,5	Café claro	Fusiforme	32	22	26
	Pupa 5	7,5	2,5	Café claro	Fusiforme	33	22	26
C3	Pupa 1	9	3	Café claro	Fusiforme	33	21	25
	Pupa 2	8	2,5	Café claro	Fusiforme	33	21	25
	Pupa 3	8	3	Café claro	Fusiforme	30	21	25
	Pupa 4	7,5	2,5	Café claro	Fusiforme	28	21	25
	Pupa 5	9	3	Café claro	Fusiforme	27	21	25
C4	Pupa 1	9	2,5	Café claro	Fusiforme	29	21	26
	Pupa 2	8	3,5	Café claro	Fusiforme	26	21	26
	Pupa 3	9	2,5	Café claro	Fusiforme	29	21	26
	Pupa 4	8,5	2,5	Café claro	Fusiforme	30	21	26
	Pupa 5	9	3,5	Café claro	Fusiforme	32	21	26
C5	Pupa 1	8	2,5	Café claro	Fusiforme	32	25	23
	Pupa 2	8,5	2,5	Café claro	Fusiforme	35	25	23
	Pupa 3	8,5	3	Café claro	Fusiforme	32	25	23
	Pupa 4	8,5	3	Café claro	Fusiforme	28	25	23
	Pupa 5	7,5	2,5	Café claro	Fusiforme	30	25	23
X		8,5	2,78			30	22	25
DESVEST. M		0,57	0,32			2,14	1,6	1,1

Elaborado por: Nancy Naranjo.
Fuente: Libro de campo.

Como se evidencia en la Tabla N° 4, las pupas al día 15 presentaron un color café claro y una forma fusiforme, con una duración en días durante esta etapa de 30,32 días con una temperatura promedio de 22 °C y una humedad de 25 %; lapso de tiempo durante esta fase que concuerda con lo que manifiestan (Pollet, Barragán, Iturralde, 2003) **“Las pupas tardan entre 25 y 35 días antes de transformarse en adultos”**.

En lo que respecta al tamaño se registró 8.5 mm de largo y 2.78 mm de ancho de las 25 pupas seleccionadas, correspondiendo a las pupas de mayor tamaño hembras mientras que las pupas más pequeñas corresponden a los machos.

En lo referente a la población de pupas que se obtuvieron se realizó el conteo de cada cámara de cría incluyendo las seleccionadas anteriormente en la fase larval para conocer cuántas larvas pasaron al estado de pupa como se muestra en la Gráfico N° 6.

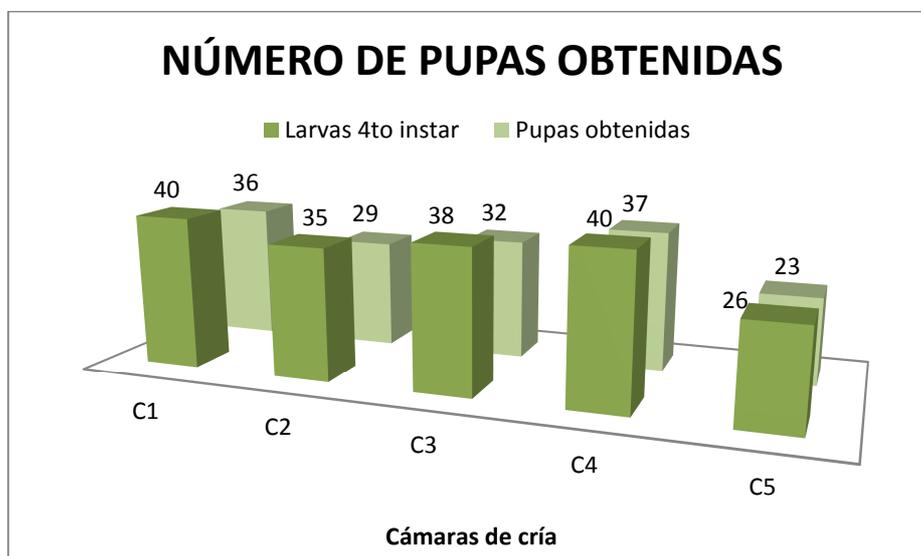


GRÁFICO 6. Número de pupas obtenidas en cada cámara de cría.

Como se evidencia en el Grafico N°6 si existió mortalidad de larvas pero fue mínima en cada cámara de cría siendo la más representativa la de la Cámara N° 2 y 3 con 6 larvas muertas, mientras que en la Cámara N° 1 la mortalidad de larvas fue de 4 en las demás cámaras existieron 3 larvas muertas.

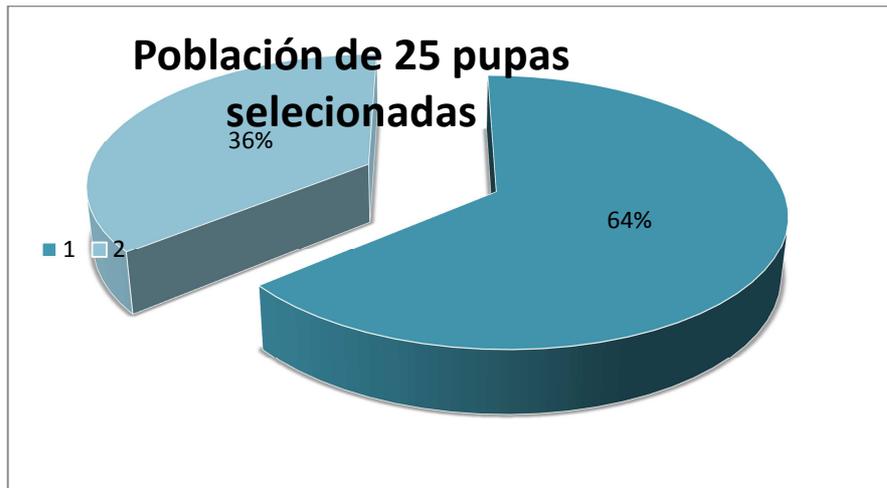


GRÁFICO 7. Número de pupas hembras y machos de una población de 25 larvas seleccionadas.



GRÁFICO 8. Porcentaje de mariposas emergidas durante la investigación.

Del gráfico N° 7 se puede determinar que de una población de 25 pupas el 68% corresponde a hembras mientras que la población de pupas machos representa un 23 %, lo que evidencia que la postura de huevos será mayor ya que existen mayor número de hembras.

De las 157 pupas registradas anteriormente de todas las cámaras de cría, emergieron 129 mariposas que como se evidencia en el Gráfico N° 8 representa un 82%, teniendo como porcentaje de mortalidad de pupas del 18% las cuales murieron por falta de humedad tendieron a secarse.

6. CICLO BIOLÓGICO DE LA POLILLA DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)

El ciclo biológico de la polilla del cultivo de papa en estudio tuvo un promedio de vida de 84 días, los datos de cada cámara de cría se muestran en la Tabla N° 5, así como la ilustración del ciclo biológico en el Grafico N° 9 a continuación.

TABLA 5. Ciclo biológico de la polilla del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.).

ESTADÍO	CICLO BIOLÓGICO EN DÍAS					T°	H%
	Cámara 1	Cámara 2	Cámara 3	Cámara 4	Cámara 5		
ADULTO	16	15,5	15,5	15,5	14	21	25
HUEVO	12	12	10	13	11	21	26
LARVA	26	29	28,8	28	29,6	21	25
PUPA	29	31,2	30,2	29,2	30	21	25
TOTAL	83	87,7	84,5	85,7	84,6	21	25
DESVEST.M	8	9,58	9,94	8	10		

Elaborado por: Nancy Naranjo.
Fuente: Libro de campo.

Como se indica en la Tabla N° 5 la plaga durante el trabajo de investigación en su etapa de adulto registro 14 días promedio, en su fase de huevo el tiempo de incubación fue de 12 días, en su etapa larval duro 28 días promedio y finalmente en su etapa de pupa duro 30 días promedio a una temperatura de 21 °C y una humedad relativa de 25 %; cabe señalar que el tiempo de duración de cada estadio de desarrollo puede variar de acuerdo a la temperatura y la humedad relativa del lugar donde habitan las polillas y comparando con el estudio de (Barragán, 2005) **“En condiciones de 23 °C y 83% de humedad relativa la incubación de los huevos duro 10 días , en la fase larval 26 días y en la etapa de pupa duro 27 días aproximadamente”**

Concluyendo de esta forma que el ciclo de vida está influenciado principalmente por la temperatura; a temperaturas más altas el ciclo se acorta; por lo que la polilla en el campo en lugar donde se recolecto las muestras de las parcelas de agricultores dedicados a esta actividad registro una temperatura promedio de 13°C y una humedad relativa del 80% es decir que el ciclo de vida se prolonga.

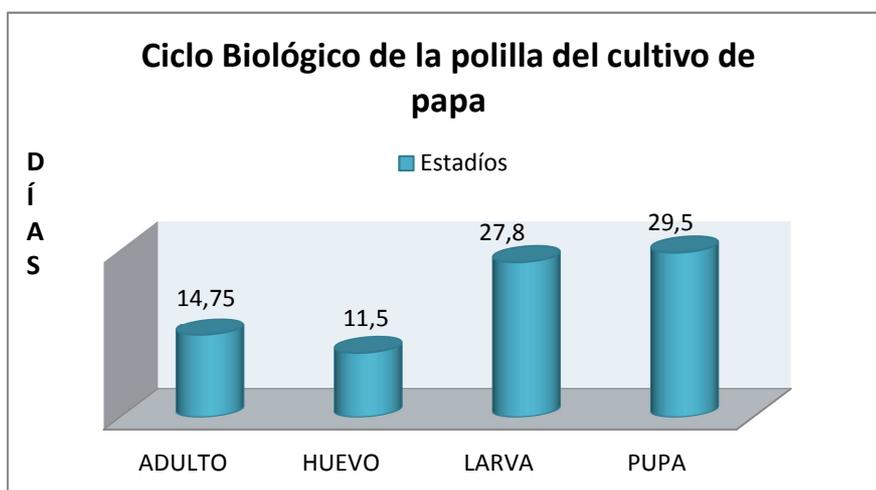


GRÁFICO 9. Ciclo biológico de la polilla del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*)

Como se observa en el Grafico N° 9, el promedio de vida durante los cuatro estadios del insecto de la polilla de papa (*Solanum tuberosum*) fue de **84** días en condiciones de laboratorio con una temperatura promedio de 21 °C y una humedad relativa promedio de 25 %; condiciones que fueron dadas en las cámaras de cría para determinar la duración en días de la vida de la polilla de la papa, la principal plaga que afecta al cultivo de papas que provoca enormes pérdidas económicas para mediante el conocimiento de su ciclo biológico determinar prácticas y medidas de control adecuados.

7. ESPECIE EN ESTUDIO IDENTIFICADA

Para identificar la especie de polilla que se encuentra afectando en la localidad en estudio fue necesario conocer las principales características en el estado adulto y en el estado de larva para comparando con la información de (Montesdeoca y otros, 2013) quienes realizaron una guía fotografica de las principales plagas del cultivo de papa ilustran el complejo de las polillas en su etapa de adulto y en su fase larval tal como se muestra en el Figura 15 a continuacion:



Figura 15. Polillas que afectan al cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en sus estados adulto y larval, A) *S. tangolias* B) *Tecia solanivora* C) *Phthorpuella*.
Fuente: (Montesdeoca y otros, 2013).

Como se observa en la Figura 15 y comparando con la especie en estudio durante la presente investigación se puede corroborar con las características obtenidas que la especie que se encuentra afectando en la localidad de Aláquez, barrio Langualó Chico corresponde a la *Tecia solanivora* que se encuentra reportada entre las tres especies de polilla como se indica en la Figura 16.



Figura 16. Polilla de la papa A) Estado larval, B) Estado adulto obtenidas durante la investigación

Fuente:(Naranjo, 2015).

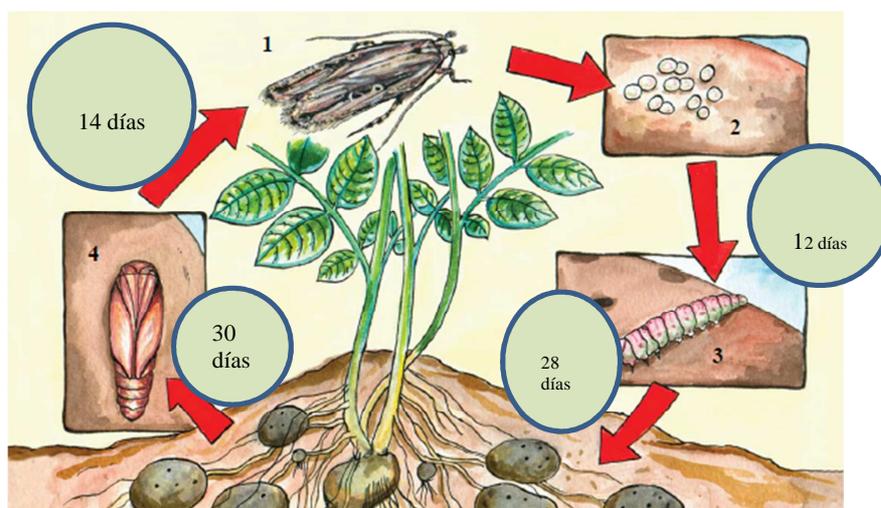


Figura 17. Ciclo biológico de *Tecia solanivora*, especie identificada durante el presente estudio.

Fuente: Barragán, 2005.

Modificado: Nancy Naranjo.

CONCLUSIONES

La determinación del ciclo biológico de la polilla del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en laboratorio permitió determinar que la plaga en estudio consta de 4 etapas o estados :adulto, huevo, pupa y larva ; con una duración en la fase de adulto de 14 días promedio, en la fase de huevo 12 días, en la fase larval 28 días y en la fase de pupa 30 días sumándose así un promedio de 84 días de vida de la polilla de la papa bajo condiciones de laboratorio.

La descripción etológica de la plaga en estudio inicio desde el estadio adulto o mariposa donde se observó el color de alas que reportaron un color marrón claro en las hembras, que son de mayor tamaño que los machos los cuales registraron un color marrón oscuro; mientras que el fase de larva se reportó un color rojo púrpura en la región dorsal y un color verde en la parte ventral.

Las características obtenidas del insecto durante el trabajo investigativo y la información citada en la bibliografía facilito a identificar que la especie de polilla que está afectando al cultivo de papas, barrio Langualo Chico en la localidad de Aláquez es la *Tecia solanivora* o comúnmente conocida como la polilla guatemalteca originaria de Guatemala de ahí su nombre; del resultado obtenido de la especie y ciclo de vida de la plaga se concluye su aporte investigativo para el control efectivo y amigable con el ambiente a ser aplicado por los agricultores del sector.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que para absorber y retener la humedad producto de la traspiración de los tubérculos en las cámaras de cría plástica es importante la utilización de papel toalla y arena evitando así la mortalidad de pupas; puesto que al no existir suficiente humedad las pupas tienden a secarse y morir.

Se debe evitar la manipulación y el movimiento continuo de las cámaras de incubación al trasladarse de un lugar a otro, mientras los huevos se encuentren en el interior incubando puesto que podrían romperse dañando la viabilidad de los mismos.

No es aconsejable separar las oviposturas de las cartulinas para obtener una eclosión eficiente y es recomendable colocar tubérculos de papa sana junto a los pedazos de cartulina que contienen los huevos para que las pequeñas larvas del primer instar se introduzcan inmediatamente en ellos y se alimenten.

Para lograr un control de la plaga en bodega es importante limpiar y desinfectar evitando así la proliferación de la plaga. Para la siembra se debe desinfectar la semilla y en campo realizar un aporque alto para evitar que las larvas ingresen a los tubérculos.

Se recomienda a la Universidad, a través de la Carrera de Ingeniería Agronómica se realicen investigaciones que den continuidad al presente trabajo investigativo considerando la importancia económica de la polilla en la provincia.

GLOSARIO

Cámara de cría: instrumento en el campo de la entomología que permite estudiar la supervivencia, la evolución y el comportamiento de los insectos bajo diversas condiciones que son controladas.

Cápsula cefálica: es un compartimiento robusto en el que se encuentran elementos interiores como el cerebro

Capullo: cubierta protectora, generalmente ovalada, que fabrican las larvas de ciertos insectos, con el hilo que segregan, y dentro de la cual se encierran antes de pasar al estado de adulto.

Cópula: es el acto sexual entre el macho y la hembra adultos.

Ciclo biológico: serie de fases por las que pasa un organismo desde su nacimiento hasta su muerte.

Dimorfismo sexual: variaciones en la fisonomía externa, como forma, coloración o tamaño, entre machos y hembras de una misma especie

Distal: lejanía hacia el punto de origen o inserción del ala del adulto.

Emerger: salida del adulto (mariposa) del estado de pupa.

Envergadura alar: distancia entre los ángulos apicales de las alas abiertas de una mariposa.

Eruciforme: que tiene la forma de una oruga.

Especie: conjunto de insectos semejantes entre sí por tener una o varias características comunes.

Etología: es la rama de la biología y de la psicología experimental que estudia el comportamiento de los animales en sus medios naturales,^{1 2} en situación de libertad o en condiciones de laboratorio

Fusiforme: con forma alargada, elipsoide, y con las extremidades más estrechas que el centro.

Higrómetro: es un instrumento que se utiliza para medir el grado de humedad y temperatura.

Incubación: mantenimiento de los huevos puestos por un animal a una temperatura de calor constante, por medios naturales o artificiales, para que los embriones se desarrollen

Instar: periodo entre dos mudas del insecto.

Larva: fase juvenil de los insectos con metamorfosis que tienen una anatomía, fisiología y ecología diferente del adulto.

Lepidóptera: orden de insectos holometábolos, casi siempre voladores conocidos comúnmente como mariposas, este taxón representa el segundo orden con más especies entre los insectos.

Longevidad: larga duración de la vida de un individuo.

Neonata: recién nacida este estado representa una etapa muy corta.

Obtecta: pupa que tiene los apéndices fijados al cuerpo.

Ovoposición: colocación de huevos por parte de la mariposa hembra.

Pubescencia: período de la vida del insecto en el que se desarrollan los caracteres sexuales secundarios y se alcanza la capacidad de reproducción.

Pupa: estado por el que pasan algunos insectos en el curso de la metamorfosis que los lleva del estado de larva al de imago o adulto.

Protórax: segmento anterior del tórax de un insecto.

Setae: se refiere a una serie de diferentes vellosidades o pelo.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, H. (2011). *Cadena de producción de papa para el Agro- industria de papa tipo francesa: desarrollo de variedades, multiplicación de semilla y papa comercial*. Quito: CTPAPA.
- Araque, C. (1993). *El gusano guatemalteco de la papa Tecia solanivora (Povolny) Lepidóptera: Gelechiidae*. Colombia: FEDEPAPA.
- Barragán, A. (2005). *Identificación, Biología y Comportamiento de las polillas de la papa en Ecuador*. Quito: Génesis.
- Barragán, A., Pollet, A., & Iturralde, P. (2003). *Conozca y maneje la polilla de la papa (Tecia solanivora)*. Quito: Centro de Biodiversidad y Ambiente, Escuela de Biología PUCE. Serie de Divulgación N° 3.
- Barreto, N. (2003). *Determinación de parámetros reproductivos de Tecia solanivora (Povolny)(Lepidóptera: Gelechiidae) en condiciones de laboratorio y campo*. Bogotá: Memorias II Taller Nacional Tecia solanivora "Presente y futuro de la investigación en Colombia sobre polilla guatemalteca. CEVIPAPA.
- Cabrera, R., Jiménez, C., Rincón, A., Prendes, C., Ríos, D., & Reina, M. (2004). *Evaluación de la actividad de extractos de plantas de las Islas canarias sobre Tecia solanivora (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae)*. Avances en investigación y manejo integrado de la polillas guatemalteca de la papa Tecia solanivora.
- Cajamarca, M., Lucero, H., & Suquillo, G. (2013). *Evaluación de la eficiencia del bioinsecticida bacu-turin al ataque de polillas, en sistemas de almacenamiento de semilla de papa en Cañar, Ecuador*. Riobamba: Memorias del V Congreso de la Papa, IV Congreso Iberoamericano sobre investigación y desarrollo en Papa.
- Calderón, R. (2004). *Principales plagas del cultivo de papa en Bolivia*. Cochabamba: Fundación PROIMPA.

- Castillo, R. (2005). *Estudio de ciclos de vida de Tecias solanivora y Symmetrischema tangolias, bajo dos temperaturas controladas*. Quito.
- Corso, P., Moreno, J., & Franco, B. (2010). *Manual de papa para productores*. Bucaramanga: CORPOICA.
- Cuesta, X., Caballero, D., Rivadeneira, J., & Andrade, J. (2013). *El cultivo de papa en Ecuador y planes de mejora*. Riobamba: V Congreso Ecuatoriano de la papa y IV Congreso Iberoamericano sobre Investigación y Desarrollo en papa.
- Domínguez, J., Carrero, C., Ramírez, W., Segovia, P., & Pino, H. (2009). *Evaluación del efecto de insecticidas sobre larvas de Tecia solanivora*. Quito: Agricultura Andina.
- Echeverría, B., & Enriquez, L. (2006). *Determinación de parámetros técnicos para la crianza masiva de la polilla de la papa (Tecia solanivora, Povolny) en la provincia de Carchi con proyección a la producción de Baculovirus*. Ibarra: Tesis de Grado como requisito para obtener el título de Ingeniero Agropecuario. Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales. PUCE.
- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2002-2011*. (2011).
- Falconí, C. (2013). *Manual de cultivo paso a paso, cultivo de papa (Solanum tuberosum L.)*. Quito: Edifarm.
- FAO. (2009). *Producción y fomento de uso de semilla de calidad de granos y tubérculos básicos por pequeños agricultores en la zona Alto Andina del Ecuador*. Componente Nacional Ecuador.
- GADCotopaxi. (2014). *Agenda Productiva Provincial Cotopaxi*. Latacunga: Dirección de Gestión Económica Social y Agropecuaria DIGESA.
- Gallegos, P. (2004). *Problemática de la polilla guatemalteca de la papa Tecia solanivora (Lepidoptera: Gelechiidae) en el Ecuador: antecedentes, desarrollo y perspectivas*. Cartagena de Indias: III Taller Internacional sobre la polilla guatemalteca de la papa.
- Gallegos, P., & Asaquibay, C. (2002). *Manejo Integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de papa en Ecuador*. Quito: Primera Edición INIAP-CIP.

- Herrera, F. (1998). *La polilla guatemalteca de la papa, biología, comportamiento y prácticas de manejo integrado*. Segunda edición. Produmedios Boyacá: Programa Regional Agrícola CORPOICA.
- Herrera, M., & Dangles, O. (2012). Preferencia de oviposición en tres especies de la polilla de la papa (Lepidóptera: Gelechiidae). *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 82-87.
- Jiménez, J. (2008). *Manejo Integrado de la polilla de la papa*. Quito: Agrintec (Servicios Agrícolas Integrales).
- Mena, A. (2004). *Comportamiento y control de las polillas de la papa (Tecia solanivora, Symmetrischema tangolias y Phthorimaea operculella) en el Valle de Salcedo. Cotopaxi*. Latacunga: Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Cotopaxi. Carrera de Ciencias Agropecuarias, Ambientales y Veterinarias.
- Molina, G. (2004). *Determinación de los ciclos de vida de las polillas de la papa Symmetrischema tangolias y Tecia solanivora (Lepidópteros: Gelechiidae) bajo condiciones controladas de laboratorio*. Quito: Tesis de Grado previo a la obtención de Título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Central del Ecuador.
- Monteros, C., Yumisaca, F., Andrade, J., & Reinoso, I. (2011). *Papas nativas de la Sierra Centro y Norte del Ecuador: Catálogo etnobotánico, morfológico, agronómico y de calidad*. Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-Centro Internacional de la Papa.
- Montesdeoca, F., Panchi, N., Navarrete, I., Pallo, E., Espinosa, S., Taipe, A., y otros. (2013). *Guía Fotográfica de las principales plagas del cultivo de papa en Ecuador*. Quito: CIP. Publicación Miscelánea INIAP #408.
- Niño, L. (2004). *Revisión sobre la polilla de la papa Tecia solanivora en Centro y Suramérica*. *Revista Latinoamericana de la papa*.
- Ojeda, P., & Castro, R. (1979). Introducción al estudio de los Gelechiidae en el norte de Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 8.
- Orden. (2008). *Por la que se establecen las medidas fitosanitarias para la erradicación y control de la Rastonia solanacearum (Smith) de la Tecia*

- solanivora* (Povolny) en el cultivo de papa. Canarias: Consejería de Agricultura y Ganadería, Pesca y Alimentación.
- Páez, D., Yangari, B., Orbe, K., Zeddám, J., & Lery, X. (2008). *Comparación biológica y bioquímica de ocho aislamientos de granulovirus patógenos de Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae). Quito.
- Palacios, M. (2009). *La polilla de la papa. Curso Taller Manejo Integrado de Plagas en el cultivo de papa*. Lima: CIP.
- Reinoso, I. (2013). *El cultivo de la papa y su participación en la economía ecuatoriana*. Quito: EESC, PNRT, Papa.
- Scurrah, M., Haan, S., Olivera, E., & Canto, R. (2012). *Ricos en biodiversidad pero pobres en Nutrición*. Huancavelica: Revista N° 143.
- Trujillo, E., & Perera, S. (2009). *Polilla Guatemalteca de la papa. Identificación y control*. Agrocabildo.
- Vera, V., González, M., & Chambilla, C. (2009). *Efecto de las variaciones climáticas en el comportamiento de dos polillas (Pnthorimaea operculella y Symmestrichema tangolias)*. Quito.

ANEXOS

ANEXO 1. Datos cámara 1: datos y características específicas del insecto en cada estadio.

CÁMARA DE CRÍA # 01

ESTADÍO	NÚMERO	LONGITUD (mm)	ANCHO (mm)	FORMA	COLOR	DÍAS	T°	HUMEDAD %
ADULTO	2	10,5	2,75		Hembra: marrón claro Macho: marrón oscuro	16	21	25
HUEVO	52	0,5		Ovoide	Blanco	11,6	21	25
LARVA	(Promedio de 5 larvas en el IV instar)	14,4	2,44	Eruciforme	Dorso: púrpura Ventral: verde	26,2	21	25
PUPA	(Promedio de 5 pupas escogidas al azar)	8,7	2,8	Fusiforme	Café claro	29,8	21	25
TOTAL CICLO						83,6	21	25

Elaborado por: Nancy Naranjo.

Fuente: Libro de campo.

ANEXO 2. Cámara 2: datos y características específicas del insecto en cada estadio.

CÁMARA DE CRÍA # 02

ESTADÍO	NÚMERO	LONGITUD (mm)	ANCHO (mm)	FORMA	COLOR	DÍAS	T°	HUMEDAD %
ADULTO	2	10,75	3		Hembra: marrón claro Macho: marrón oscuro	15,5	21	26
HUEVO	48	0,5		Ovoide	Blanco	12	21	26
LARVA	(Promedio de 5 larvas en el IV instar)	13,8	2,46	Eruciforme	Dorso: púrpura Ventral: verde	29	22	26
PUPA	(Promedio de 5 pupas escogidas al azar)	8,6	2,7	Fusiforme	Café claro	31,2	22	26
TOTAL CICLO						87,7	21,5	26

Elaborado por: Nancy Naranjo.

Fuente: Libro de campo.

ANEXO 3.- Cámara 3: datos y características específicas del insecto en cada estadio.

CÁMARA DE CRÍA # 03

ESTADÍO	NÚMERO	LONGITUD (mm)	ANCHO (mm)	FORMA	COLOR	DÍAS	T°	HUMEDAD %
ADULTO	2	11,25	3,1		Hembra: marrón claro Macho: marrón oscuro	15,5	21	25
HUEVO	45	0,5		Ovoide	Blanco	10	21	25
LARVA	(Promedio de 5 larvas en el IV instar)	12,6	2,76	Eruciforme	Dorso: púrpura Ventral: verde	28,8	21	26
PUPA	(Promedio de 5 pupas escogidas al azar)	8,3	2,8	Fusiforme	Café claro	30,2	21	25
TOTAL CICLO						84,5	21	25,25

Elaborado por: Nancy Naranjo.

Fuente: Libro de campo.

ANEXO 4.- Cámara 4: datos y características específicas del insecto en cada estadio.

CÁMARA DE CRÍA # 04

ESTADÍO	NÚMERO	LONGITUD (mm)	ANCHO (mm)	FORMA	COLOR	DÍAS	T°	HUMEDAD %
ADULTO	2	10,6	3		Hembra: marrón claro Macho: marrón oscuro	15,5	21	26
HUEVO	45	0,5		Ovoide	Blanco	13	21	25
LARVA	(Promedio de 5 larvas en el IV instar)	12,8	2,8	Eruciforme	Dorso: púrpura Ventral: verde	28	21	25
PUPA	(Promedio de 5 pupas escogidas al azar)	8,7	2,9	Fusiforme	Café claro	29,2	21	26
TOTAL CICLO						85,7	21	25,5

Elaborado por: Nancy Naranjo.

Fuente: Libro de campo.

ANEXO 5.- Cámara 5: datos y características específicas del insecto en cada estadio.

CÁMARA DE CRÍA # 05

ESTADÍO	NÚMERO	LONGITUD (mm)	ANCHO (mm)	FORMA	COLOR	DÍAS	T°	HUMEDAD %
ADULTO	2	10,25	2,75		Hembra: marrón claro Macho: marrón oscuro	14	25	22
HUEVO	37	0,5		Ovoide	Blanco	11	23	22
LARVA	(Promedio de 5 larvas en el IV instar)	12,8	2,62	Eruciforme	Dorso: púrpura Ventral: verde	29,6	20	26
PUPA	(Promedio de 5 pupas escogidas al azar)	8,2	2,7	Fusiforme	Café claro	31,4	25	23
TOTAL CICLO						86	23,25	23,25

Elaborado por: Nancy Naranjo.

Fuente: Libro de campo.

ANEXO 6. Fotografías del trabajo investigativo.

FOTOGRAFÍA N° 01. Sitio de recolección de tubérculos de papa, variedad leona blanca, Aláquez-Cotopaxi 2015.´



A



B



C

Foto A. Cultivo de papa en cosecha. **Foto B.** Tubérculo con orificios de entrada del insecto. **Foto C.** Almacenamiento de tubérculos infestados en costales de 50 kg.

FOTOGRAFÍA N° 02.- Preparación de las cámaras de oviposición.



A



B



C



D

Foto A. Colocación de cartulinas negras en las paredes de los recipientes. **Foto B.** Colocación de tela mosquetera en las tapas de los recipientes. **Foto C.** Preparación del alimento a base de miel y agua en una proporción 1:1. **Foto D.** Cámara de cría lista.

FOTOGRAFÍA 3. Recoleccion del insecto en su etapa de adulto mediante tubos de ensayo.



A



B



C



D

Foto A. Tubérculos infestados , variedad leona blanca a los 30 días posterior a su almacenamiento. **Foto B.** Adulto en el tubo de ensayo e identificación del sexo del adulto. **Foto C y D.** Colocacion de cada pareja de adultos en la camara de cria (oviposición).

FOTOGRAFÍA 4 . Recoleccion de oviposturas.



A



B



C

Foto A. Cartulinas con oviposturas. **Foto B.** Ovipostura de la mariposa hembra. **Foto C.** Empleo del estereo microscopio para observar el tamaño y forma de los huevos.

FOTOGRAFÍA 5. Cámaras de incubación.



A



B



C



D



E



F



G



H

Foto A. Colocación de papel toalla y arena. **Foto B.** Colocacion de tuberculos sanos de papa, variedad leona blanca, toma de datos con el Hidrometro. **Foto C.** Disposición de los huevos y las oviposturas. **Foto D.** Colocación de las oviposturas cámara # 01 **Foto E.** Colocación de las oviposturas cámara # 02. **Foto F.** Colocación de las oviposturas cámara # 03. **Foto G.** Colocación de las oviposturas cámara # 04. **Foto H.** Colocacion de las oviposturas en la pecera de vidrio, cámara #05.

FOTOGRAFÍA 6.- Estado adulto del insecto de la polilla de la papa.



A



B

Foto A y B. Adulto hembra: color marrón oscuro.

FOTOGRAFÍA 7. Estado larval del insecto de la polilla de la papa.



A



B



C



D



E



F



G



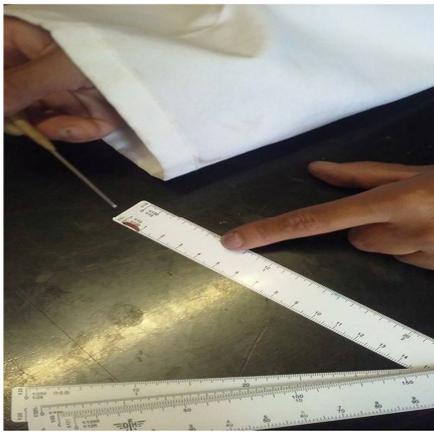
H



I



J



K



L



M



N



O



P

Foto A y B. Larva del insecto a los 8 días después de la eclosión de los huevos. **Foto C.** Larva del insecto a los 20 días después de la eclosión de los huevos. **Foto D.** Aparecimiento de larvas (cuarto instar) fuera del tubérculo. **Foto E y F.** Región dorsal de la larva (Rojo- Púrpura) **Foto G y H.** Región ventral de la larva en su último instar (Verde) **Foto I.** Vista estéreo microscopio de la larva región dorsal. **Foto J y K.** Toma de datos en el laboratorio. **Foto L.** Tamaño de la larva (Ancho). **Foto M.** Tamaño de la larva (Longitud). **Foto N y O.** Daño ocasionado por la larva a los tubérculos. **Foto P.** Larva empupando utilizando la arena.

FOTOGRAFÍA 8. Estado de pupa del insecto de la polilla de la papa.



A



B



C



D



E



F



G



H



I



J



K



L

Foto A. Pupa al segundo día que utilizo arena para su capullo. **Foto B.** Pupa en la cámara de cría plástica. **Foto C y D.** Pupa en la cámara de cría de vidrio. **Foto E.** Pupas en caja Petri para la toma de datos. **Foto F.** Toma de datos del tamaño de la pupa (Ancho). **Foto G.** Toma de datos del tamaño de la pupa (Largo). **Foto H.** Aspecto de la pupa a los 23 días: color oscuro a negro indicativo que la pupa esta por eclosionar. **Foto I.** Mariposa recién emergido. **Foto J y K.** Capullo vacío de la pupa. **Foto L.** Dimorfismo sexual el más grande corresponde a las hembras.

ANEXO 7. Reporte Económico

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	V.UNITARIO	V. TOTAL
GASTOS DIRECTOS				
Tarrinas plásticas (16 cm x 16 cm)	Unidad	4	1,80	7,20
Malla mosquetera	M2	1	0,90	0,90
Saleros	Unidad	5	0,50	2,50
Pecera	Unidad	1	10	10
Algodón	Unidad	1	1	1
Cartulina negra	Unidad	10	0,10	1
Miel de abeja	L	0,50	4	2
Autoadhesivos	Unidad	1	1	1
Tubos de ensayo	Unidad	10	0,25	2,50
Aerosol	Unidad	1	1,50	1,50
Esteroscopio (Alquiler)	Unidad	1	100	100
Tubérculos de papa	Quintal	5	20	100
Total GD	229,60			
GASTOS INDIRECTOS				
Transporte y alimentación				212,50
Total GI				212,50
GD+GI				442,10
Imprevistos 10%				44,21
TOTAL				486,31

Elaborado por: Nancy Naranjo V.