

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**



TESIS DE GRADO

**DINAMICA POBLACIONAL DE TRES ESPECIES DE POLILLA DE LA PAPA
(*Phthorimaea operculella* Z., *Paraschema detectendum* P., *Symmetrischema
tangolias* T.) EN TRES COMUNIDADES DEL ALTIPLANO CENTRAL**

MIRIAM RADY GÓMEZ MENDOZA

LA PAZ – BOLIVIA

2010

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**DINAMICA POBLACIONAL DE TRES ESPECIES DE POLILLA DE LA PAPA
(*Phthorimaea operculella* Z., *Paraschema detectendum* P., *Symmetrischema
tangolias* T.) EN TRES COMUNIDADES DEL ALTIPLANO CENTRAL**

*Tesis de grado presentado como requisito
parcial para optar el título de
Ingeniero Agrónomo*

MIRIAM RADY GÓMEZ MENDOZA

Tutor: Ing. Miguel Ángel González Aldana

Asesores:

Ing. Raúl E. Esprella Elías

Ing. M Sc. Teresa Ruiz-Diaz

Tribunal Examinador:

Ing. M. Sc. Celia Fernandez Chávez

Ing. David Callisaya Gutierrez

Ing Ph. D. David Cruz Choque

Aprobada

Presidente tribunal Examinador:

2010

DEDICATORIA

A la memoria de mi madre Rosa Mendoza de Gómez Q.E.P.D.(+) por el sacrificio que realizo para mi formación profesional, a mi padre Daniel Gómez por apoyarme siempre, a mis hermanos, Roger, Limber, Darwin y a mi querida hija Aydee con mucho cariño

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía y a todo el plantel docente por las enseñanzas impartidas durante mi formación profesional.

Expresar mi más sincero agradecimiento a la Fundación PROINPA, por la beca otorgada para la realización de la tesis, por el apoyo y confianza de las personas que hicieron posible el presente trabajo.

Mi gratitud y reconocimiento especial a las siguientes personas:

Al Ing. Miguel Ángel Gonzales Aldana por el apoyo, asesoramiento y los acertados consejos dados incondicional brindados en el transcurso del trabajo.

Al Ing. Raúl Esprella Elias, por el apoyo, asesoramiento y la revisión del presente documento

A la Ing. M. Sc. Teresa Ruiz-Díaz por el asesoramiento y la revisión del presente documento.

A la Ing. Carola Chambilla por el constante apoyo durante el desarrollo del trabajo.

A la Ing. Yassmin Mantilla por el apoyo brindado durante el desarrollo del trabajo y los consejos dados.

Al Ing. Ledesmo Aduviri por el apoyo brindado durante el desarrollo del trabajo.

A la Ing. M. Sc. Celia Fernández Chávez por la colaboración en la revisión del presente trabajo.

Al Ing. David Callisaya Gutierrez por la colaboración en la revisión del presente trabajo.

Al Ing. Ph. D. David Cruz Choque por la colaboración en la revisión del presente trabajo.

Mis agradecimiento a las siguientes personas por la importante ayuda prestada y colaboración desinteresada.

A Claudia Jarandilla por el apoyo y cooperación brindada durante la realización de la tesis, por ser una buena amiga y comprensible.

A Leyda Guachalla por los consejos dados, apoyo brindado y por ser comprensible.

Al Ing. Juan José Arciénega por la revisión de mi documento

A mi hermano Limber Gómez Mendoza por colaborarme en la revisión de mi documento.

A los agricultores de San José de Llanga, Vinto Copani y Jatuquira.

Finalmente a todos mis parientes, compañeros, amigos y a todas las personas que directa o indirectamente participaron durante la realización de este trabajo

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1 Objetivo general.....	2
2.2 Objetivos específicos.....	2
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1 Fenología del cultivo de la papa	3
3.2 Principales plagas del cultivo de la papa	4
3.3 Daños que ocasionan las plagas del cultivo de la papa	5
3.4 Importancia de las polillas de papa	5
3.5 Distribución geográfica de la polilla de papa en Bolivia	5
3.6 Morfología de la familia Gelechiidae.....	6
3.7 Clasificación taxonómica de las polillas de la papa	7
3.8 Ciclo biológico y comportamiento de la polilla de la papa	8
3.8.1 <i>Phthorimaea operculella</i>	8
3.8.1.1 Descripción de las fases de desarrollo de <i>P. operculella</i>	8
3.8.1.2 Hábitos y comportamiento de <i>P. operculella</i>	9
3.8.2 <i>Symmetrischema tangolias</i>	10
3.8.2.1 Descripción de las fases de desarrollo de <i>S. tangolias</i>	10
3.8.2.2 Hábitos y comportamiento de <i>S. tangolias</i>	11
3.8.3 <i>Paraschema detectendum</i>	12
3.8.3.1 Descripción de las fases de desarrollo de <i>P. detectendum</i>	12
3.9 Usos de las trampas para detección y control	13
3.10 Feromona sexual.....	14
3.11 Trampa Moericke.....	15
3.12 Ubicación de las trampas.....	15
3.13 Dinámica poblacional de las plagas	16
3.14 Fluctuación poblacional.....	17
3.15 Fluctuaciones y la disponibilidad de alimentos.....	17
3.16 Las fluctuaciones por enemigos naturales.....	18
3.17 Muestreo de las poblaciones de insectos.....	18
3.18 Levantamiento de poblaciones.....	19
4. LOCALIZACION.....	20
4.1 Ubicación geográfica.....	21
4.1.1 Descripción del área de estudio.....	21

4.1.1.1 Vinto Copani.....	21
4.1.1.2 San José de Llanga.....	21
4.1.1.3 Jatuquira.....	21
4.1.2 Descripción agroecológica.....	21
4.1.3 Clima.....	21
4.1.4 Suelo.....	22
4.1.5 Vegetación.....	22
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
5.1 Materiales.....	22
5.1.1 Materiales de Laboratorio.....	22
5.1.2 Materiales de campo y gabinete.....	22
5.2 Metodología.....	24
5.2.1 Procedimiento experimental.....	24
a). Selección del área experimental y variedad en evaluación.....	24
b). Construcción de las trampas.....	24
c). Instalación de trampas en las parcelas.....	24
d). Instalación de las trampas de agua con feromona sexual en almacén.....	26
e). Registro de los datos (monitoreo de las trampas en campo).....	26
f). Registro de datos (monitoreo en almacén).....	27
g). Mantenimiento de las trampas.....	27
h). Verificación de las especies	28
5.2.2 Variables de estudio.....	28
5.2.2.1 Número de individuos por trampa y etapa fenológica.....	28
5.2.2.2 Fluctuación poblacional y su relación con la fenología del cultivo.....	28
5.2.2.3 Porcentaje de daño en el cultivo.....	29
5.2.2.4 Intensidad de daño en el tubérculo.....	29
5.2.2.5 Temperatura, humedad y precipitación.....	30
5.2.3 Croquis del experimento.....	31
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
6.1 Verificación de las especies	32
6.1.2 Población de polillas en las comunidades de San José de Llanga, Vinto Copani y Jatuquira.....	33
6.2. Dinámica poblacional de <i>P. operculella</i> en la comunidad Vinto Copani.....	34
6.2.1 Número de individuos de <i>P. operculella</i> por trampa y etapa fenológica de la Comunidad Vinto Copani.....	34

6. 3 Dinámica poblacional de <i>P. operculella</i> , <i>S. Tangolias</i> , y <i>P.detectendum</i> en la comunidad San José de Llanga.....	35
6.3.1 Número de individuos de <i>P. operculella</i> por trampa y etapa fenológica de la comunidad San José de Llanga	35
6.3.2. Número de individuos de <i>S. tangolias</i> por trampa y etapa fenológica de la comunidad San José de Llanga.....	36
6.3.3 Número de individuos de <i>P. detectendum</i> por trampa y etapa fenológica de la comunidad San José de Llanga.....	38
6. 4 Dinámica poblacional de <i>P. operculella</i> en la comunidad Jatuquira.....	40
6.4.1 Número de individuos de <i>P. operculella</i> por trampa y etapa fenológica de la comunidad Jatuquira	40
6.5 Porcentaje de daño en tubérculos	41
6.6 Intensidad de daño al tubérculo de: <i>P. operculella</i> <i>S. tangolias</i>	42
6.7 Comportamiento de las poblaciones de polilla frente a las variaciones climáticas.....	44
6.7.1 Efecto de temperatura máxima sobre la población de <i>P. operculella</i> (Vinto Copani).	44
6.7.2 Efecto de temperatura mínima sobre la población de <i>P. operculella</i> (Vinto Copani).	45
6.7.3 Efecto de humedad relativa sobre la población de <i>P. operculella</i> (Vinto Copani).....	46
6.7.4 Efecto de la precipitación pluvial sobre la población de <i>P. operculella</i> (Vinto Copani).	47
6.7.5 Efecto de temperatura máxima sobre la población de <i>P. operculella</i> (San José Llanga).	48
6.7.6 Efecto de temperatura mínima sobre la población de <i>P. operculella</i> (San José Llanga).....	49
6.7.7 Efecto de humedad relativa sobre la población de <i>P. operculella</i> (San José Llanga).	50
6.7.8 Efecto de la precipitación pluvial sobre la población de <i>P. operculella</i> (San José de Llanga).	51
6.7.9 Efecto de temperatura máxima sobre la población de <i>S. tangolias</i> (San José Llanga).....	52
6.7.10 Efecto de temperatura mínima sobre la población de <i>S. tangolia</i> (San José Llanga).....	53
6.7.11 Efecto de Humedad Relativa sobre la población de	

<i>S. tangolia</i> (San José Llanga).....	54
6.7.12 Efecto de precipitación pluvial sobre la población de <i>S. tangolia</i> (San José Llanga).....	55
6.7.13 Efecto de temperatura máxima sobre la población de <i>P. operculella</i> (Jatuquira).	56
6.7.14 Efecto de temperatura mínima sobre la población de <i>P. operculella</i> (Jatuquira).	57
6.7.15 Efecto de Humedad relativa sobre la población de <i>P. operculella</i> (Jatuquira).	58
6.7.16. Efecto de la precipitación pluvial sobre la población de <i>P. operculella</i> (Jatuquira).	59
6.8 Análisis de Correlación.....	60
6.9 Fluctuación poblacional en almacén.....	61
6.9.1 Fluctuación poblacional de <i>S. tangolias</i> y <i>P. operculella</i> en San José de Llanga.....	61
6.9.2 Fluctuación poblacional de <i>S. tangolias</i> y <i>P. operculella</i> Vinto Copani.....	62
7. CONCLUSIONES.....	63
8. RECOMENDACIONES.....	65
9. BIBLIOGRAFÍA.....	66

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales plagas del cultivo de la papa	4
Cuadro 2. Características morfológicas del adulto de Gelechiidae (Bucheli, 2009).....	7
Cuadro 3. Clasificación taxonómica de las polillas de la papa.....	7
Cuadro 4. Ciclo de vida de <i>Phthorimaea operculella</i>	8
Cuadro 5. Duración en días de los diferentes estados de <i>S. tangolias</i> , en condiciones de laboratorio.	10
Cuadro 6. Duración en días de los diferentes estados de <i>P. detectendum</i> , en condiciones de laboratorio.	12
Cuadro 7. Análisis de correlación de <i>P. operculella</i> , <i>S. tangolias</i> y <i>P. detectendum</i> frente a las variaciones de T ^o min., T ^o max., HR y pp.....	60

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Foto 1. Instalación de la trampa de agua con feromona sexual	25
Foto 2. Distribución de las trampas dentro las parcelas.....	25
Foto 3. Instalación de la trampa de agua en almacén.....	26
Foto 4. Monitoreo de las trampas y conteo de las polillas.....	27
Foto 5. Mantenimiento de la Trampa Moericke y la trampa de agua con feromona sexual.....	27
Foto 6. <i>P. operculella</i>	32
Foto 7. <i>P. detectendum</i>	32
Foto 8. <i>S. tangolias</i>	32

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Número de adultos capturados durante la evaluación.....	33
Figura 2. Fluctuación poblacional de adultos por semana y etapa fenológica de <i>P. operculella</i> Vinto Copani.....	34
Figura 3. Fluctuación población de adultos por semana y etapa fenológica de <i>P. operculella</i> de San José Llanga.....	35
Figura 4. Fluctuación poblacional de adultos por semana y etapa fenológica de <i>S. tangolias</i> de la Comunidad San José Llanga.....	37
Figura 5. Fluctuación poblacional de adultos por semana y etapa fenológica de <i>P. detectendum</i> de la Comunidad san José de Llanga.....	38
Figura 6. Fluctuación poblacional de adultos por semana y etapa fenológica de <i>P. operculella</i> de la Comunidad Jatuquira.....	40
Figura 7. Porcentaje de daño durante la gestión agrícola 2006 a 2007.....	41
Figura 8. Intensidad de daño producido por las polillas de papa durante la gestión agrícola 2006 – 2007.....	42
Figura 9. Población de adultos por semana con relación a la temperatura máxima de Vinto Copani.....	44
Figura 10. Población de adultos por semana con relación a la temperatura mínima de Vinto Copani.....	45
Figura 11. Población de adultos por semana con relación a la humedad relativa Vinto Copani.....	46
Figura 12. Población de adultos por semana con relación a la precipitación pluvial Vinto Copani.....	47
Figura 13. Población de adultos por semana con relación a la temperatura máxima de San José Llanga.....	48
Figura 14. Población de adultos por semana con relación a la temperatura mínima de San José de Llanga	49
Figura 15. Población de adultos por semana con relación a la humedad relativa de San José Llanga.....	50
Figura 16. Población de adultos por semana con relación a la precipitación pluvial de San José Llanga.....	51
Figura 17. Población de adultos por semana con relación a la temperatura máxima de la comunidad San José Llanga.....	52
Figura 18. Población de adultos por semana con relación a la temperatura mínima de la comunidad San José Llanga.....	53

Figura 19. Población de adultos por semana con relación a la humedad relativa de la comunidad San José Llanga.....	54
Figura 20. Población de adultos por semana con relación a la precipitación pluvial de la comunidad San José Llanga.....	55
Figura 21. Población de adultos por semana con relación a la temperatura máxima de la comunidad Jatuquira.....	56
Figura 22. Población de adultos por semana con relación a la temperatura mínima de la comunidad Jatuquira.....	57
Figura 23. Población de adultos por semana con relación a la humedad relativa de la comunidad Jatuquira.	58
Figura 24. Población de adultos por semana con relación a la precipitación pluvial de la comunidad Jatuquira.....	59
Figura 25. Fluctuación poblacional en almacén San José de Llanga.....	61
Figura 26. Fluctuación poblacional en almacén Vinto Copani.....	62

Resumen

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un cultivo muy importante por su alto consumo en las zonas del altiplano Boliviano y de todo el país por lo cual el presente trabajo se enfocó en el monitoreo y verificación de tres especies de polillas consideradas como plagas claves en Bolivia, *P. operculella*, *S. tangolias* y *P. detectendum*, así también se trabajó en la determinación del porcentaje de daño y la intensidad de daño al tubérculo durante la evaluación en cosecha.

Las tres polillas *P. operculella*, *S. tangolias* y *P. detectendum*, se consideran como factores limitantes para la producción del cultivo de la papa durante las diferentes fases del cultivo y principalmente en el almacenamiento.

Las características morfológicas y hábitos particulares de cada especie permitieron realizar una verificación de su presencia en las tres zonas de monitoreo y una evaluación cuantitativa de los adultos que fueron atraídos por las trampas con feromona sexual y trampa Moericke, es así que se obtuvieron valores promedios de tres trampas para cada especie, donde la mayor población la registro *P. operculella* con el 98%, seguida por *S. tangolias* con el 3% y finalmente *P. detectendum* con el 1%.

Además se observó el comportamiento de la dinámica poblacional relacionándola a factores climáticos como la Temperatura, Humedad Relativa y la precipitación. De forma general la HR influyó en la densidad poblacional de adultos de *P. operculella*, *S. tangolias* y *P. detectendum*, la precipitación reduce la población actuando como un regulador de la población.

El mayor porcentaje de daño e intensidad de daño al tubérculo ocasionado por la larvas de las polillas se observó en la comunidad de Jatuquira, seguida por San José de Llanga y finalmente por Vinto Copani.

ABSTRACT

The potato (*Solanum tuberosum* L.) is a very important crop for his high consumption in the zones of the Bolivian altiplane and of the whole country for which the present work focused in the monitoring and check of three species of moths considered as key plagues in Bolivia, *P. operculella*, *S. tangolias* and *P. detectendum*, this way also, was determinated the percentage of damage and the intensity of damage to the tuber during the evaluation at crop.

Three moths *P. operculella*, *S. tangolias* and *P. detectendum*, are considered to be bounding factors for the production of the culture of potato during the different phases of the culture and principally in the storage.

The morphologic characteristics and particular habits of every species allowed to realize a check of his presence in three zones of monitoring and a quantitative evaluation of the adults who were attracted by the traps with feromona sexually and trap Moericke, it is so there were obtained average values of three traps for every species, where I register the major population *P. operculella* with 98 %, followed for *S. tangolias* with 3 % and finally *P. detectendum* with 1 %.

In addition was observed the behavior of the population dynamics relating it to climatic factors as the Temperature, Relative Dampness and the rainfall. Of general form the RD influenced the population density of adults of *P. operculella*, *S. tangolias* and *P. detectendum*, the rainfall reduces the population acting as a regulator of the population.

The major percentage of damage and intensity of damage to the tuber caused by the larvas of the moths was observed in Jatuquira's community, followed by Llanga's and San Jose finally by Vinto Copani.

1. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un cultivo muy importante por su alto consumo en las zonas del altiplano Boliviano y de todo el país; básicamente por ser ingrediente principal en la alimentación y en la economía familiar de la población rural y urbana.

En Bolivia, se presentan bajos rendimientos en la producción debido a factores como: ataque de plagas, baja fertilidad en el suelo, condiciones ambientales desfavorables, enfermedades y semilla de baja calidad.

Dentro de las plagas que afectan al cultivo de la papa, la polilla de la papa, al igual que el gorgojo de los andes, son considerados plagas clave de este cultivo, debido a que en condiciones propicias para su desarrollo, pueden disminuir la producción en campo y afectar la papa almacenada.

El complejo polilla se encuentra ampliamente distribuido en los departamentos de La Paz, Cochabamba, Chuquisaca, Potosí, Tarija y Santa Cruz, y debido a las diferentes características topográficas y climáticas de estas regiones, es importante determinar las variaciones en la densidad poblacional a lo largo del ciclo del cultivo y almacenamiento.

Se consideran a las polillas de los géneros *Phthorimaea operculella*, *Symmetrischema tangolias* y *Paraschema detectendum* como plagas limitantes en la producción del cultivo de la papa durante las diferentes fases fenológicas del cultivo y principalmente en el almacenamiento.

Actualmente las variaciones climáticas, producto del cambio climático podrían estar influyendo en el comportamiento de esta plaga y haciendo menos eficaz el manejo integrado existente. Estudios al respecto, muestran mayor severidad en los daños ocasionados por los hábitos alimenticios de la plaga en estadio de larva, que ocasionan baja producción en el cultivo de papa, daño que se presenta en las diferentes fases del cultivo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Estudiar la dinámica poblacional de tres especies de polilla de la papa (*Phthorimaea operculella* Z., *Paraschema detectendum* P., *Symmetrischema tangolias* T.) y su efecto en la producción de papa en tres comunidades del Altiplano Central.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar cuantitativamente las poblaciones de las tres especies de polilla en el cultivo y en almacén.
- Evaluar la incidencia y severidad del daño al tubérculo en la cosecha.
- Comparar el comportamiento de tres especies de polillas frente a las variaciones de temperatura, humedad y precipitación.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Fenología del cultivo de la papa

El cultivo de la papa tiene características particulares en su reproducción, como el uso del tubérculo en lugar de la semilla botánica para su multiplicación, y son varios autores quienes han descrito su fenología.

Se puede decir que el periodo del cultivo depende de la variedad, factor que le dará un carácter precoz o tardío.

No obstante se pueden mencionar en general las siguientes etapas fenológicas por las que pasa el cultivo de la papa:

Codificación BBCH de los estadios fenológicos de desarrollo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) Hack et al., 1998

Estadio. Brotación

Estadio. Desarrollo de las hojas

Estadio. Formación de brotes laterales

Estadio. Crecimiento longitudinal (brotes principales)

Estadio. Desarrollo de las partes vegetativas cosechables (inicio de la tuberización, formación de estolones)

Estadio. Aparición del órgano floral (tuberización)

Estadio. Floración (Tuberización)

Estadio. Formación del fruto (Tuberización)

Estadio. Maduración de frutos y semillas (fin de la tuberización)

Estadio. Senescencia (madurez fisiológica)

3.2 Principales plagas del cultivo de la papa

El Programa de Investigación de la Papa (PROINPA) mediante diagnósticos, informes anuales y planes operativos de los años agrícolas 1990-1996 realizados en las zonas paperas de los departamentos de Chuquisaca, Cochabamba, Tarija, Potosí, y La Paz, determinó que uno de los factores limitantes para la producción de papa es el ataque de plagas, las cuales se muestran en el cuadro 1. (Andrew y Barea 1991; Blajos y Thiele 1996).

Cuadro 1. Principales plagas del cultivo de la papa

Chuquisaca	Cochabamba	La Paz	Potosi	Tarija
<i>Gorgojo</i> (<i>Rhigopsidius</i>)	<i>Gorgojo</i> (<i>Rhigopsidius</i>)	<i>Gorgojo</i> (<i>Rhigopsidius</i>)	<i>Gorgojo</i> (<i>Rhigopsidius</i>)	<i>Gorgojo</i> (<i>Rhigopsidius</i>)
<i>Gorgojo</i> (<i>Premnotrypes</i>)	<i>Gorgojo</i> (<i>Premnotrypes</i>)	<i>Gorgojo</i> (<i>Premnotrypes</i>)	–	–
<i>Gorgojo</i> (<i>Phyrdenus</i>)	<i>Gorgojo</i> (<i>Phyrdenus</i>)	–	<i>Gorgojo</i> (<i>Phyrdenus</i>)	<i>Gorgojo</i> (<i>Phyrdenus</i>)
<i>Polilla</i> (<i>Symmetrischema. tangolias</i>) (<i>Phthorimaea. operculella</i>)	<i>Polilla</i>	<i>Polilla</i> (<i>S. tangolias</i>) (<i>P. operculella</i>)	<i>Polilla</i>	<i>Polilla</i>
<i>Laq'atu</i> (<i>Anomala inconstan</i>)	<i>Laq'atu</i>	–	–	<i>Laq'atu</i>
<i>Trips</i>	<i>Trips</i>	<i>Trips</i>	<i>Trips</i>	<i>Trips</i>
<i>Epitrix</i>	<i>Epitrix</i>	<i>Epitrix</i>	<i>Epitrix</i>	<i>Epitrix</i>
<i>Mosca minadora</i> (<i>Liriomyza sp</i>)	–	–	<i>Mosca minadora</i>	–

Fuente: PROINPA, 1996

Ruiz (1998), menciona que el cultivo de la papa es afectado con mayor intensidad por plagas como el gorgojo de los andes (***Premnotrypes* spp.**, y ***Rhigopsidius* spp.**), trips (***Frankliniella* spp.**), pulguilla de la papa (***Epitrix* sp**) y la polilla de la papa, (***Symmetrischema tangolias***, y ***Phthorimaea operculella***).

3.3 Daños que ocasionan las plagas del cultivo de la papa

Cisneros (1995), menciona que las plagas dañan las plantas en diversas formas. Se dice que causan “daño directo” cuando destruyen sus órganos (raíces, tallos, hojas, yemas, flores, frutos o semillas) en forma parcial o total, o las debilitan reduciendo su capacidad de producción. También “daños indirectos” que pueden ser de gran importancia; por ejemplo, cuando las plagas participan en la propagación de virus, micoplasmas, bacterias y hongos que causan enfermedades en las plantas; la presencia de insectos o cicatrices de sus daños malogran la apariencia de los productos y reducen su valor comercial o cuando su ocurrencia dificulta la cosecha o selección del producto cosechado.

3.4 Importancia de las polillas de papa

Se conoce con el nombre de “Polillas de la papa” a un complejo de especies pertenecientes a la familia Gelechiidae. El complejo de las polillas es un grupo muy característico que a través de su asociación a la planta de papa, han logrado niveles muy altos de especialización. Así por ejemplo hay especies que solo atacan al follaje de la planta de papa, como es el caso de *Scrobipalpula absoluta*, hay otras que atacan solamente los tubérculos como es el caso de *Tecia solanivora* y un tercer grupo en el que la misma especie puede atacar tanto al follaje como al tubérculo en este grupo tenemos a las polillas *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias* (Povolny, 1986).

Ruiz (1998), indica que las especies involucradas en éste ciclo afectan al cultivo de papa infestando tanto al follaje como al tubérculo, algunas veces se constituyen en plagas claves para tubérculos de papa almacenados.

3.5 Distribución geográfica de la polilla de papa en Bolivia

La polilla *Phthorimaea operculella* se encuentra distribuida en cinco provincias del departamento de Cochabamba (Campero, Chapare, Capinota, Mizque y Carrasco), tres

en Potosí (Saavedra, Linares y Omiste), cuatro en Chuquisaca (Zudañez, Tomina, Sud Cinti, y Oropeza), cuatro en Tarija (Mendez, Avilés, Cercado y Arce), tres en La Paz (Ingavi, Murillo y Aroma), y una en Santa Cruz (M. Caballero) (Andrew et al, 1999).

La polilla *Symmetrischema tangolias* ocasiona daños de similar intensidad y mas severos que *P. operculella* tanto en zonas altas del departamento de Chuquisaca (3000-3500 msnm) en las provincias de Nor Cinti, Sud Cinti y Yamparaez; como en las zonas paperas del valle Central de Tarija (1700msnm) en las provincias Cercado, Arce, Mendez y Avilés y últimamente en Cochabamba en las provincias de Tiraque, Ayopaya, Mizque y Chapare; en Potosí en Cornelio Saavedra y en La Paz en la provincia Sud Yungas (Andrew et al, 1999).

Andrew y Herbas (1991), después de evaluar tubérculos provenientes de los departamentos de Cochabamba, Chuquisaca y Potosí durante el año agrícola 1990-1991, se determino un daño de 8.5% ocasionado por las larvas de esta polilla, identificada recientemente como *Paraschema detectendum*.

3.6 Morfología de la familia Gelechiidae

La familia Gelechiidae es similar a otras familias gelechioideas en las que sus miembros tienen proboscis escamadas y palpos labiales fuertemente recurvados. Gelechiidae difiere de otras familias gelechioideas por tener una combinación de los siguientes caracteres: 1) Alas posteriores subrectangulares a trapezoidales, con termen sinuoso o concavo y apex prominente, 2) Alas delanteras lanceoladas a elongadas con Cup ausente, 3) El retináculo del mecanismo de acoplamiento de las alas en las hembras, esta en la vena radial de las alas delanteras, 4) Palpos labiales largos, segundo segmento frecuentemente con cepillo ventral, tercer segmento alargado, agudo, raramente con un corto cepillo dorsal de escamas ásperas, 5) el gnathos del macho forma un par de escleritos laterales articulados y simétricos con un gancho mesial (Hodges, 1986, 1999, citado por Bucheli, 2009).

Bucheli (2009), también señala algunas características morfológicas de la familia Gelechiidae que pueden observarse para diferenciarla de otras familias

Cuadro 2. Características morfológicas del adulto de Gelechiidae (Bucheli, 2009)

Cabeza del adulto	Tórax del adulto
Ocelos: presentes o ausentes	Epífisis: presente
Palpo Labial: Recurvado ascendente	Patas delanteras: normales, ambulatorias
Numero de segmentos en palpos labiales: 3	Número de espuelas tibiales en las patas delanteras: 0
Palpos Maxilares: rudimentario o corto, appressed, filiforme	Número de espuelas tibiales en las patas Segundo par de patas: 2
Numero de segmentos de palpos maxilares: 4	Número de espuelas tibiales en las patas Tercer par de patas: 4
Escamado del Vertex de la cabeza: usualmente suave, con escamas visibles.	Descripción de las patas: Patas usualmente con pocas escamas, excepto para las tibias del tercer par de patas, recubiertas con pelos largos; tibias delanteras presentan epífisis; Patrón de espuelas tibiales invariable 0 2 4
Pecten en antena: presente o ausente	Pteroestigma de alas delanteras o primer par de alas: presente o ausente
Antena del macho: filiforme	
Antena de la Hembra: filiforme	

3.7 Clasificación taxonómica de las polillas de la papa

Taxonómicamente, según Calderón (2002), que cita a Essig citado por Ojeda y Castro (1971), y al Catalogue of Life: 2007 Annual Checklist: The Global Lepidóptera Names Index*

Cuadro 3. Clasificación taxonómica de las polillas de la papa

Phylum:	Arthropoda
Subphylum:	Mandibulata
Clase:	Insecta
Orden:	Lepidoptera (Linnaeus, 1758)
Sub Orden	Frenatae (Comstock, 1892)
División:	Heteroneura (Tillyard, 1918)
Superfamilia:	Gelechioidea (Stainton, 1854)
Familia:	Gelechiidae (Stainton, 1854)
Tribu:	Gnorimoschemini (Povolny, 1964)
Géneros:	<i>Phthorimaea</i> (Meyrick, 1902)
	<i>Symmetrischema</i> (Povolny, 1967)
	<i>Paraschema</i> (Povolny 1990) *
Especies:	<i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller, 1873)
	<i>Symmetrischema tangolias</i> (Gyen, 1873)
	<i>Paraschema detectendum</i> (Povolny 1990) *
Nombre común:	Polilla de la papa, palomilla

3.8 Ciclo biológico y comportamiento de la polilla de la papa

3.8.1 *Phthorimaea operculella*

En el cuadro se muestra el ciclo de vida de *Phthorimaea operculella*, en condiciones de laboratorio (24°C y 65% HR)

Cuadro 4. Ciclo de vida de *Phthorimaea operculella*

Estadio	Duración promedio (días)
Huevo	5
Larva	20.5
Pupa	7
Adulto	21.5
Total	54

Fuente: Andrew et al, 1999

3.8.1.1 Descripción de las fases de desarrollo de *P. operculella*

Andrew et al, 1999; describe al ciclo biológico de la siguiente manera:

Huevo: Los huevecillos son de forma elíptica, la superficie es lisa con un extremo ligeramente más ancho que el otro. Cuando están recién ovipositados presentan un color blanco aperlado, tornándose amarillos y luego negros antes de la eclosión. Miden como promedio 0.53 mm de longitud y 0.37 mm de ancho en la parte media. Los huevos pueden ser depositados individualmente o en pequeños grupos.

Larva: Las larvas son de tipo cruciforme, sobre el dorso tienen una coloración rosácea y el resto del cuerpo es de tono verdoso, la cabeza es de color marrón oscuro, pasa por cuatro estadios larvales, pudiendo observarse en todos ellos la presencia del escudo cervical. Presentan patas verdaderas y pseudopatas en el 3º, 4º, 6º y último segmento abdominal. Las larvas completamente desarrolladas miden 10 mm de longitud.

Pupa: Una vez que la larva completa su desarrollo, se dirige al suelo y se transforma en pupa. Las pupas son de color marrón y miden 6 mm de largo, para lo cual forman una cubierta de seda mezclada con partículas de suelo, se localizan principalmente en el suelo y unas hojas viejas secas. En papas almacenadas empupan sobre la superficie de los tubérculos.

Adulto: Los adultos de polilla son de color amarillo claro, el cuerpo mide aproximadamente 10 mm de largo y presenta una envergadura alar de 12 a 15 mm. Viven de 15 a 20 días, siendo un poco mayor el tiempo de vida de las hembras que los machos. Durante el día se ocultan y en la noche son activas y vuelan para copular o para depositar huevecillos, una hembra oviposita de 100 a 150 huevecillos durante su vida.

3.8.1.2 Hábitos y comportamiento de *P. operculella*

La polilla de la papa ocasiona dos tipos de daño, uno al follaje y otro al tubérculo. En el primer caso las larvas penetran en la hoja y se alimentan del parénquima, dejando un daño en forma de lagunas en cuyo interior se pueden encontrar las larvas, también minan tallos y causan la muerte de los puntos de crecimiento.

El daño ocasionado por las larvas de *P. operculella* se diferencia de otras plagas de la papa por la acumulación de los excrementos en los puntos de ingreso en tallos y tubérculos (Andrew et al, 1999).

3.8.2 *Symmetrischema tangolias*

Cuadro 5. Duración en días de los diferentes estados de *S. tangolias*, en condiciones de laboratorio.

Estado biológico	Duración en días	
	Rango	Promedio
Incubación del huevo	9 – 12	10.8
Larva	29 – 32	30.8
Prepupa	2 – 3	2.7
Pupa	17 – 23	18.9
Adulto (Longevidad)	----	----
Hembra	21- 24	22.4
Macho	17 – 20	18.7
Ciclo Vital	78 – 94	85.6

Fuente: (PROINPA – Chuquisaca, 1998)

3.8.2.1 Descripción de las fases de desarrollo de *S. tangolias*

Huevo: Los huevos son algo aplanados y elípticos, la superficie externa presenta estrías, en promedio mide 0.55 mm de largo y 0.26 mm de ancho. La duración promedio del periodo de incubación es de 10.6 días. Desde el momento de la oviposición hasta el cuarto día, el huevo es amarillo claro, luego amarillo intenso, para posteriormente tener un color anaranjado brillos, por último se torna color plomo claro y se puede observar un punto negro que es la cabeza de la pequeña larva. La eclosión se inicia en uno de los polos del huevo.

Larva: El estado larval presenta cinco estadios con características bien definidas. Las larvas son del tipo cruciforme, cuerpo blando y de forma cilíndrica, presenta 3 pares de patas torácicos y cinco pares de pseudopatas en el abdomen. Este estado tiene un periodo de duración de 30.7 días desde la eclosión hasta antes del estado de prepupa. Su tamaño varia de 1 a 12.5 mm de largo.

Prepupa: Este periodo se inicia cuando la larva se vuelve inactivo y sus procesos metabólicos se reducen al mínimo, la larva también se reduce de tamaño formando un capullo para empupar: la prepupa en promedio mide 9,2 mm de largo y 2,5 mm de ancho. Este estado dura 2.7 días.

Pupa: La pupa al inicio del ciclo es verde y se pueden distinguir franjas guindas en su dorso juego es marrón claro y finalmente marrón brillante. La pupa es momificada, las patas, alas y antenas se encuentran pegadas al cuerpo. Tiene una longitud de 8.1 mm y 2.2 mm de diámetro. La duración de este estado es de 18.7 días.

Adulto: El adulto presenta una expansión alar de 17.8 – 20.2 mm en hembras y 17.8 – 18.5 mm en machos, con finas escamas grisáceas que cubren todo el cuerpo. En el margen costal de las alas anteriores se tiene una mancha triangular marrón oscuro, que permite diferenciar del género *Phthorimaea*. El aparato bucal es de tipo chupador y en estado de reposo se enrollan en forma de espiral.

Los machos son más pequeños que las hembras, presentan un abdomen más delgado y tienen una estructura terminal ahusada y curvada hacia arriba en forma de W. En las hembras, el abdomen es más ancho y presenta una terminación roma.

3.8.2.2 Hábitos y comportamiento de *S. tangolias*

El adulto de *S. tangolias* tiene actividad nocturna, durante el día busca lugares oscuros para refugiarse en el almacén y en el campo bajo el follaje, cerca del suelo.

Al día siguiente de convertirse en adulto, la polilla está en condiciones de copular; la oviposición se inicia a los 2 a 3 días después de la cópula, una hembra deposita alrededor de 108 huevos durante su vida. En almacén los huevos son depositados con preferencia cerca o sobre los ojos o yemas de los tubérculos y pueden ser colocados en forma aislada o en grupos.

Las larvas recién eclosionadas se desplazan lentamente, en el campo ingresan al tallo, barrenan y se alimentan de la médula perjudicando el flujo de la savia en la planta, luego penetran al tubérculo mediante orificios pequeños que realizan especialmente cerca de los ojos (Andrew et al, 1999).

3.8.3 *Paraschema detectendum*

Carvajal (1992), menciona que su distribución fluctúa entre 2740 y 4000 msnm y se encontró en algunas provincias del departamento de Cochabamba. Andrew y Herbas (1991), citado por Grajeda (2000), mencionan que la hembra de *P. detectendum* presenta larvas más grandes y blancas las pupas son más grandes y de un color marrón oscuro.

Cuadro 6. Duración en días de los diferentes estados de *P. detectendum*, en condiciones de laboratorio.

Estado biológico	Duración en días	
	Rango	Promedio
Incubación del huevo	8 – 10	9
Larva	25 – 30	27.5
Pupa	15 – 30	15
Adulto (Longevidad)	----	----
Hembra	En estudio	
Macho	En estudio	
Ciclo Vital	En estudio	

Fuente: (Vera y Jarandilla, 2009)

3.8.3.1 Descripción de las fases de desarrollo de *P. detectendum*

P. detectendum, es una plaga reportada en Bolivia el año 1991 por Andrew y Herbas, y los hábitos de vida de la misma no cuentan con muchos estudios, sin embargo Vera y Jarandilla (2009) indican las siguientes fases para esta especie

Estado de larva: Con respecto a esta especie, las larvas son de color blanco cremoso sin coloraciones ni franjas pigmentadas en el dorso de la larva, existe diferencia de tamaño entre macho y hembra lo cual caracteriza a esta especie, siendo el macho más pequeño que la hembra

Estado de pupa: Las pupas de esta polilla muestran el dimorfismo sexual en su tamaño, son de color marrón, la pupa de la hembra mide 1 cm. y la del macho mide 0.6 - 0.7cm.

Estado de Adulto: El Macho es más pequeño y delgado que la hembra mostrando un marcado dimorfismo sexual, tanto hembra y macho no presentan manchas en las alas.

3.9 Usos de las trampas para detección y control

Las trampas pueden utilizarse con fines de detección, o con propósito de control directo. Cualquiera que sea el objetivo, la ubicación de la trampa y la altura son factores importantes para su eficiencia. Las trampas de Detección “Monitoreo” o seguimiento sirven para determinar el inicio de la infestación estacional de una plaga, sus variaciones de intensidad durante la estación y su desaparición al final de la campaña. Esta información permite orientar la conveniencia y oportunidad de las aplicaciones de insecticidas u otros métodos de control (Cisneros, 1995).

Lizarra (2000), indica que las feromonas sexuales ofrecen gran potencial para ser utilizadas dentro de los programas de manejo integrado de plagas con el uso de las feromonas sexuales, determinando la época de aparición y de incremento de las poblaciones se pueden realizar medidas de control oportunas, los cuales permitirán una reducción del uso de insecticidas, de sus efectos contaminantes en el ambiente y perturbadores del equilibrio natural donde sean utilizados.

Los atrayentes relacionados con la atracción sexual de los insectos son muy poderosos; pueden ser las mismas feromonas sexuales, naturales o sintéticas, o sustancias bioanálogas (químicas), es decir sustancias que teniendo una estructura química diferente producen reacciones similares a las feromonas sexuales. En la mayoría de los casos las feromonas sexuales son secretadas por las hembras vírgenes y atraen a los machos, y son activas en cantidades sumamente pequeñas (Cisneros, 1995).

La relación de polillas hembras y machos es aproximadamente de 50: 50 de tal manera que es posible obtener una buena medición de niveles de población atrapando solamente las polillas machos. La información obtenida al utilizar trampas con feromona ayuda al agricultor a determinar la presencia de polillas en los sembradíos, detectar la magnitud de las poblaciones, analizar las tendencias estacionales y tomar decisiones

con respecto a la necesidad de utilizar tratamientos con insecticidas como también la época oportuna de su aplicación (Bacon, 1980).

3.10 Feromona sexual

Muchos insectos se comunican entre sí por medio de sonidos pero la mayoría lo hace por medio de olores, se trata de sustancias llamadas feromonas que son secretadas por un individuo y son percibidas por otro individuo de la misma especie, el cual reacciona ante el olor con un comportamiento específico y fijo (Cisneros, 1995).

La feromona sexual de la polilla es específica para cada especie de polilla, no tiene efectos nocivos contra los controladores biológicos, no es tóxica a las plantas y animales. Estas características la hacen compatibles con cualquier otro método de manejo de la plaga, por lo que puede ser empleada en un programa de Manejo Integrado de Plagas de cuatro maneras:

1. Ayuda en el seguimiento y detectar la aparición de la polilla.
2. Para el control directo de la plaga mediante la atracción de la plaga hacia las trampas (trampeo masivo).
3. Facilita el uso apropiado de los insecticidas cuando sea necesario.
4. Para el control indirecto de la plaga mediante la interrupción de la cópula (apareamiento) (Cervantes, 2000, que cita a CIP, 1991).

Para utilizar las feromonas sexuales se necesitan trampas que se adapten a esta finalidad. Hay varios diseños de trampa como: trampas de embudo, de agua, de pegamento, que se encuentran disponibles para la evaluación bajo condiciones de campo y durante el almacenamiento (Ráman y Booth, 1986).

La feromona sexual en el caso de la polilla es una sustancia química volátil que la hembra produce en cantidades muy ínfimas, con el propósito de atraer al macho, el que tiene una sensibilidad extrema a pequeñas cantidades (moléculas) de este compuesto, las mismas que son llevadas por el aire. El olor peculiar de esta sustancia química motiva al macho a buscar a la hembra (Bacon, 1980).

Se ha determinado que la feromona sexual de la polilla está compuesta por dos sustancias. La primera es una Trans – 4, cis – 7, Tridecadien 1- ol acetato (también llamada PTM 1) y la segunda sustancia activa es Trans – 4 , cis – 7, cis – 10, tridecadien - 1 ol acetato (también llamada PTM 2). Es también elaborada en forma sintética y puede ser impregnada en tapones de caucho, los cuales pueden ser usados como atrayentes en trampas (CIP, 1991).

Grajeda (2000), citando a Salas, Parras y Álvarez (1985), mencionan que esta actividad se lleva a cabo en las regiones afectadas por la plaga tanto en campo como en el almacén. Para ello utilizan las trampas con agua provistas de un dedal de goma impregnado con el atrayente sexual o feromona específica para atraer adultos machos.

3.11 Trampa Moericke

Jordán (1995), mencionando a Moericke (1952), indica que el proceso de escoger una determinada trampa esta bajo dos tipos de respuesta: una de reacción directa al color o phototaxis y otra referida a una reacción optomotora debido a la presencia de objetos. Por otro lado, Gallo et al (1988), indica que la trampa Moericke o bandeja de agua con colores atrayentes, son usadas frecuentemente de coloración amarilla que sirven como atrayente etológico.

3.12 Ubicación de las trampas

Grajeda (2000), menciona a Ortega (1989), que para una superficie de de 791 m² se colocan seis trampas con feromonas sexuales separadas 20 m una de la otra, los

conteos se realizan cada siete días. Las trampas se colocan inicialmente casi al nivel del suelo y luego son levantadas a medida que la planta desarrolla.

3.13 Dinámica poblacional de las plagas

Según Poliakov (1969), citado por Ruiz (1998); indicado por Figueroa (2004) asocia la variación de la abundancia estacional de las plagas con las variaciones del área de infestación y distingue cinco fases en el ciclo anual de una plaga:

1. Fase de depresión: en la que la plaga se mantiene en las más bajas densidades y habita solo en las localidades de reserva.
2. Fase de colonización: que se caracteriza por la formación de colonias de multiplicación que abarca más allá de las localidades de reserva.
3. Fase de reproducción masal: caracterizado por una mayor colonización y un rápido incremento de la densidad de la población en toda el área susceptible de ser infestada.
4. Pico de la densidad: la población alcanza su máxima etapa, donde ocurre la declinación en la tasa de reproducción y una reducción en la tasa de supervivencia.
5. Fase de declinación: en la que se produce la extinción gradual de la población en áreas temporalmente infestadas hasta quedar reducida sólo a áreas de reserva. Es posible que éste tipo de desarrollo estacional se adecue a la situación de clima templado y muy poco para las condiciones sub-tropicales y tropicales.

Es un hecho que la mayoría de las plagas presentan fluctuaciones claramente asociadas con las estaciones del año, aunque la mecánica de esta asociación por lo general no está bien determinada. A pesar de que el patrón de las fluctuaciones puede ser similar en años sucesivos, es normal que las densidades que alcanzan las plagas

presenten variaciones entre un año y otro. Es natural que esto ocurra si se consideran los múltiples factores que afectan las densidades de las poblaciones. El incremento y la disminución de las densidades asociadas con las estaciones parecen estar determinadas principalmente por efectos de los factores físicos del ambiente y por la fenología de las plantas hospederas, que determinan la relativa disponibilidad de alimentos para la plaga (Cisneros, 1995).

3.14 Fluctuación poblacional

Andrews y Quezada (1989), indican que la densidad poblacional está determinada por dos procesos aditivos (natalidad e inmigración) y por dos sustractivos (mortalidad y emigración). En el campo, las poblaciones fluctúan en el tiempo. Cuando los procesos aditivos tienen un impacto más grande que las fuerzas sustractivas, la densidad poblacional aumenta, cuando los factores sustractivos predominan, la densidad poblacional declina.

La fluctuación poblacional puede estar asociada a otros factores como la discontinuidad de los cultivos que se traduce en una falta periódica de alimento, y aquellos relacionados con las aplicaciones de los insecticidas, que producen la disminución de los insectos. El seguimiento de las poblaciones tiene como propósito evaluar la presencia y la densidad de la población de la polilla con la finalidad de poder determinar las acciones a tomar o para establecer su ocurrencia estacional (Cisneros, 1980).

3.15 Fluctuaciones y la disponibilidad de alimentos

Es obvio que la disponibilidad de alimentos es el desarrollo de altas densidades de las plagas y, correspondientemente, la escasez o falta de alimento determina su disminución y desaparición. En la práctica este efecto no siempre se puede independizar de los efectos estacionales sobre el desarrollo de las plantas hospederas. Por que es importante si se tratan de insectos que se alimentan de órganos de la planta presentes durante todo su desarrollo, como las hojas, o que ataquen solamente órganos presentes en forma temporal, como los botones y frutos (Cisneros, 1995).

En la naturaleza las poblaciones de insectos no mantienen una densidad constante sino que, con el transcurso del tiempo presentan fluctuaciones más o menos marcadas en que se alternan altas y bajas densidades. Estas fluctuaciones suelen estar asociadas con las variaciones estacionales, con la acción de los enemigos naturales y con la relativa disponibilidad de alimento (Cisneros, 1995).

3.16 Las fluctuaciones por enemigos naturales

Se ha demostrado experimentalmente que bajo condiciones físicas uniformes del medioambiente, una población de insectos puede presentar fluctuaciones en su densidad por causa de sus enemigos naturales. Esto se debe a que el incremento en el número de insectos fitófagos favorece el incremento de sus enemigos naturales, los que por acción parasitaria o depredadora provocan con el tiempo la reducción del insecto fitófago. Esta reducción de la población del fitófago es seguida por una declinación de la población de sus enemigos naturales que no encuentran presas u hospederos en número suficiente para mantenerse en altas densidades (Cisneros, 1995).

3.17 Muestreo de las poblaciones de insectos

Las poblaciones de insectos están sujetas a constantes cambios; incrementan o disminuyen según las condiciones favorables o desfavorables del medio. En algún momento pueden alcanzar niveles que amenacen los rendimientos del cultivo, acercándonos o sobrepasando los umbrales de daño. Para detectar estos momentos se efectúan muestreos periódicos de las plagas, generalmente una vez por semana (Cisneros, 1995).

El mismo autor menciona que el seguimiento sistemático de los niveles poblacionales de las plagas se denomina “monitoreo de las plagas”, y los sistemas de evaluación se llaman muestreos.

3.18 Levantamiento de poblaciones

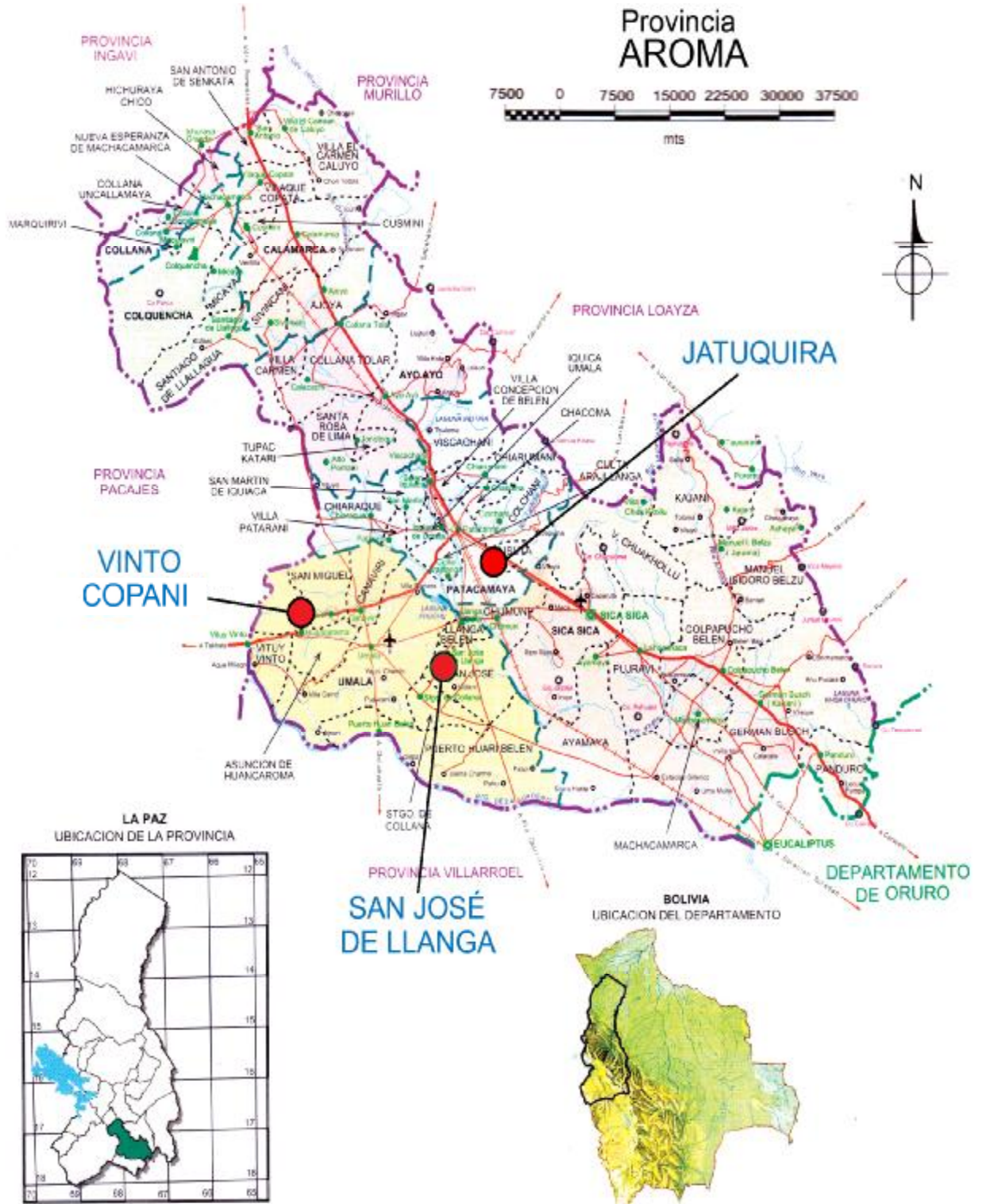
Los monitoreos de las poblaciones son efectuados en estudios de dinámica poblacional para determinar las densidades, fluctuaciones y migraciones de poblaciones de insectos. Existen muchos métodos para este fin y se debe saber escoger el proceso de monitoreo adecuado. Se pueden utilizar redes entomológicas, trampas de succión, trampas de adhesivos, bandejas de agua, feromonas sexuales y trampas de luz (Grienpink y Visser, 1996).

El muestreo directo, mide una porción de la población en su micro hábitat. La unidad de muestreo puede ser una determinada área del suelo, cierta longitud de surco, una planta entera, una parte de la planta o un órgano de la misma. Se inspeccionan y registran el número de insectos que se encuentran en la unidad de muestreo (Cisneros, 1995).

En el muestreo indirecto la unidad de muestreo mide una parte imprecisa de la población que no se puede asociar directamente con la población que existe por área o planta; es una estimación relativa de la población. Tal es el caso de la captura de insectos con trampas de feromonas u otros atrayentes, la captura de insectos con red entomológica o el registro del número de insectos que se observan en un tiempo determinado (Cisneros, 1995).

El uso de feromonas en la actualidad es el mejor elemento para el seguimiento de las poblaciones de las polillas en campo, pudiendo inclusive actuar como un factor de control dependiendo del tamaño de la población del insecto con que se esté trabajando. Las feromonas pueden proporcionar datos importantes que se debe tomar en cuenta para la toma de decisiones para la aplicación de un insecticida según el tamaño de los picos poblacionales (Valencia, 1988).

4. LOCALIZACION



4.1 Ubicación geográfica

4.1.1 Descripción del área de estudio

El presente estudio se realizó en tres comunidades: Vinto Copani, San José de Llanga, pertenecientes al Municipio de Umala, y la comunidad de Jatuquira perteneciente al Municipio de Patacamaya, provincia Aroma del departamento de La Paz.

4.1.1.1 Vinto Copani

Se encuentra a 50 kilómetros al oeste de Patacamaya con una altitud de 3982 msnm, geográficamente está entre los paralelos 59° 33' 41" de latitud Sud y 80° 83' 80.0" de longitud Oeste.

4.1.1.2 San José de Llanga

Ubicada a 30 kilómetros al sud de Patacamaya, con una altura de 3771 msnm, geográficamente se encuentra a 61° 31' 11" de latitud Sud y 80° 77' 74.2" de longitud Oeste.

4.1.1.3 Jatuquira

Esta ubicada a 5 kilómetros de Patacamaya, con una altitud de 3839 msnm, geográficamente está entre los paralelos 17° 16' 20.3" de longitud Sur y 67° 57' 38.11" latitud Oeste.

4.1.2 Descripción agroecológica

Según el Mapa Ecológico de Bolivia el altiplano central corresponde a la zona de Estepa Montano Subtropical (Unzueta, 1975).

4.1.3 Clima

Umala presenta una temperatura promedio de 11.2 °C registrándose una temperatura mínima entre abril a Julio de 0.8 °C, la máxima de octubre a noviembre de 17.9 °C, con una precipitación promedio de 384 mm y días con heladas de 85, el viento presenta una

velocidad de 25 Km/h con dirección prevalente noreste muy frecuentes en meses de invierno (Pacheco, 1997).

4.1.4 Suelo

Zonisig (1998), indica que los suelos son franco arenosos a arcillo arenosos con abundante piedra, los procesos erosivos son de grado amplio de ligero y tipo laminar.

4.1.5 Vegetación

Pacheco (1997), indica que la vegetación que predomina en el área está compuesta por gramíneas nativas con arbustos muy dispersos que crecen durante el periodo lluvioso. En algunos sectores se encuentran mantos puros de t'olares (***Baccharis floribunda***) y otras especies comunes de la zona como ser: paja brava o ichu (***Stipa ichu***), cebadilla (***Bromus unioloides***), quinua silvestre (***Chenopodium sp.***).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Materiales de Laboratorio

- Frascos de vidrio
- Alfileres entomológicos
- Colador de plástico
- Alcohol al 70%
- Pinzas
- Plastoformo
- Cámara fotográfica

5.1.2 Materiales de campo y gabinete

- Feromonas para ***P. operculella*** y ***S. tangolias***
- Trampas moericke para ***P. detectendum***
- Frascos recolectores

- Bidones de aceite de 5 litros de color amarillo
- Cordón de plástico
- Alambre
- Balde de 10 litros
- Bidones de 20 litros
- Bandeja transparente
- Detergente
- Colador de plástico para recolección
- GPS (Global Positioning System)
- Red entomológica
- Estacas de madera (1.5 m de largo)
- Pinzas
- Tijera
- Lupa
- Cuchillo
- Flexómetro
- Bolsas de polipropileno (yutes)
- Cámara fotográfica
- Libreta de apuntes
- Planillas de registro
- Tablero de campo
- Computadora

5.2 Metodología

5.2.1 Procedimiento experimental

a). Selección del área experimental y variedad en evaluación

Se seleccionaron las áreas experimentales de acuerdo a la mayor incidencia de ataque de la polilla de papa, las parcelas seleccionadas pertenecen a los agricultores. Esto se realizó en las comunidades de Vinto Copani, San José de LLanga y Jatuquira, en cada zona de estudio se seleccionaron tres parcelas de 1000 m², haciendo un total de 9 parcelas de estudio.

Todas las parcelas evaluadas, estaban sembradas con la variedad de papa **Waych'a**.

b). Construcción de las trampas

El diseño y construcción de las trampas se realizó utilizando bidones de plástico (bidones de aceite de cinco litros de color amarillo), en los cuales se abrieron dos ventanas a los lados con una medida de (10 X 8 cm), suficientes para permitir que el viento facilite la dispersión de la feromona sexual en el ambiente, luego se cortó un alambre inoxidable de 20 cm, para colgar los dispersores, (corcho impregnado de feromona sexual) y posteriormente se lo enganchó en el interior del bidón.

Para las trampas Moericke o bandeja de agua se utilizó bidones de plástico (bidones de aceite de 30 litros color amarillo). Cada bidón se cortó en dos y se obtuvo dos bandejas de dimensiones (40 X 40 X 10 cm).

c). Instalación de trampas en las parcelas

Se instalaron las trampas de agua con feromona sexual después de la siembra del cultivo en el mes de noviembre y se monitoreo hasta el mes de mayo (Foto 1), de las cuales tres son para *S. tangolias* T., tres para *P. operculella* Z. y tres trampas Moericke para *P. detectendum* P.



Foto 1. Instalación de la trampa de agua con feromona sexual

La distribución de las trampas fue al azar dentro de cada parcela (Foto 2), para el soporte de las trampas de agua con feromona sexual se realizó un hueco de 20 cm de profundidad sobre el surco, con la ayuda de un cordel de plástico se sujetó el bidón a un altura de 10 cm del nivel suelo, de tal manera que permita levantarse a mayores alturas en función del desarrollo de la planta.



Foto 2. Distribución de las trampas dentro las parcelas

Para la trampa Moericke, se procedió de la misma manera, colocándolas entre los surcos, y se procedió al llenado de agua con una pizca de detergente para ambos tipos

de trampas, con la finalidad de romper la tensión superficial del agua y facilitar que las alas de las polillas, compuestas por escamas semipermeables se mojen, y no levanten vuelo.

d) Instalación de las trampas de agua con feromona sexual en almacén

La instalación de las trampas de agua con feromona sexual, en almacén se realizó desde el mes de mayo y se monitoreó hasta el mes de septiembre (Foto 3), después de la cosecha en las comunidades de San José de Llanga y Vinto Copani. Así mismo se puso una trampa de *S. tangolias* T., y una para *P. operculella* Z.



Foto 3. Instalación de la trampa de agua en almacén

e) Registro de los datos (monitoreo de las trampas en campo)

Las lecturas en las trampas se realizaron cada semana, registrando datos sobre el número de polillas caídas en las trampas. Cada evaluación fue de un día para cada comunidad (Foto 4).



Foto 4. Monitoreo de las trampas y conteo de las polillas

f) Registro de datos (monitoreo en almacén)

Las lecturas en almacén se realizaron desde el mes de mayo a septiembre, así mismo, se realizó el registro cada quince días en dos almacenes por comunidad, de forma paralela se cambió el agua de las trampas con feromona.

g) Mantenimiento de las trampas

El mantenimiento de las trampas (Foto 5), es importante para lograr buenos resultados y consistió en mantener el agua al nivel recomendado, libre de contenidos sólidos. Por este motivo se cambió el agua semanalmente, donde se lavó el depósito y se eliminaron los sedimentos de todas las trampas, al mismo tiempo se revisaron las feromonas y la ubicación correcta.



Foto 5. Mantenimiento de la Trampa Moericke y la trampa de agua con feromona sexual

h). Verificación de las especies

Para la verificación de las especies de polillas se emplearon claves taxonómicas que se detallan a continuación:

Genero	Yabar y Céspedes, 1991	Carvajal, 1992	Observados
<i>Phthorimaea</i>	Mariposa pequeña de 9 mm, color marrón grisáceo con finísimos puntos negros en las alas anteriores	Lepidóptera con cuerpo y alas posteriores de color marrón claro plateado, con finísimos puntos negros.	Mariposa de aproximadamente 8 a 9 mm de color marrón (café) con finos puntos negros en alas anteriores en forma de X.
<i>Paraschema</i>		Lepidóptera de color marrón pajizo, no presenta ninguna mancha en las alas anteriores, presenta dimorfismo sexual marcado en tamaño, la hembra de mayor tamaño es de (1 cm) y más robusta que el macho (0.9 mm).	Mariposa de color café muy claro casi crema de aproximadamente (1.1 mm) en hembras y (0.9 mm) en machos, dimorfismo sexual muy marcado, presenta manchas de ningún tipo en alas anteriores. La hembra es más gruesa.
<i>Symmetrischema</i>		Lepidóptera de coloración gris con pigmentaciones en todo el borde del ala en ella resaltante una mancha triangular oscura en el borde distal del ala anterior, llegando a cubrir casi todo el ancho.	Mariposa de color plomo oscuro de aproximadamente (1.3 a 1.5 mm) de largo con pigmentación en las alas anteriores en forma triangular de color marrón oscuro casi negro ubicadas en el extremo distal anterior.

FUENTE: Figueroa, 2004

5.2.2 Variables de estudio

5.2.2.1 Número de individuos por trampa y etapa fenológica

Para esta variable se contaron los individuos (polilla) de cada trampa según la etapa fenológica que presentó el cultivo.

5.2.2.2 Fluctuación poblacional y su relación con la fenología del cultivo

Para determinar la fluctuación poblacional se realizó el conteo de la población de las tres especies de polilla por trampa y comunidad,

5.2.2.3 Porcentaje de daño en el cultivo

Según Figueroa (2004) que cita a Carvajal (1992) indica que para la determinación del porcentaje de daño se recurrirá a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Daño} = \frac{N^{\circ} \text{ De tuberculos afectados}}{N^{\circ} \text{ Total de tuberculos}} * 100$$

Para esta evaluación, se tomaron cien tubérculos, donde se separaron tres repeticiones de cada parcela de estudio, acción que consistía en separar los tubérculos dañados y los tubérculos sanos.

5.2.2.4 Intensidad de daño en el tubérculo

Para determinar la intensidad de daño en post cosecha se empleo la formula de Townsend Heuberger empleado por (Rocabado, 2001).

$$ID = \frac{100 * (\sum n * v)}{N * i}$$

Donde:

ID: Índice o intensidad de daño

n: número de tubérculo dañado.

v: valor de la categoría.

N: número total de tubérculos.

Σ : suma de los productos (n*v)

i: valor de la categoría más alta.

Para determinar la intensidad de daño ocasionado por la polilla se siguió la siguiente metodología:

- a) Se tomaron diez tubérculos con daño, del total de 100 tubérculos evaluados como muestra de cada parcela.
- b) Con la ayuda de un cuchillo se dividieron los tubérculos en dos partes, para determinar el volumen del tubérculo afectado y el grado que corresponde.

Para determinar los diferentes grados de ataque, fueron evaluados en base a parámetros utilizados por PROINPA.

0= Tubérculo sano

1= Tubérculo con daño hasta un 25% de su volumen

2= Tubérculo con daño hasta un 50% de su volumen

3= Tubérculo con daño hasta un 75% de su volumen

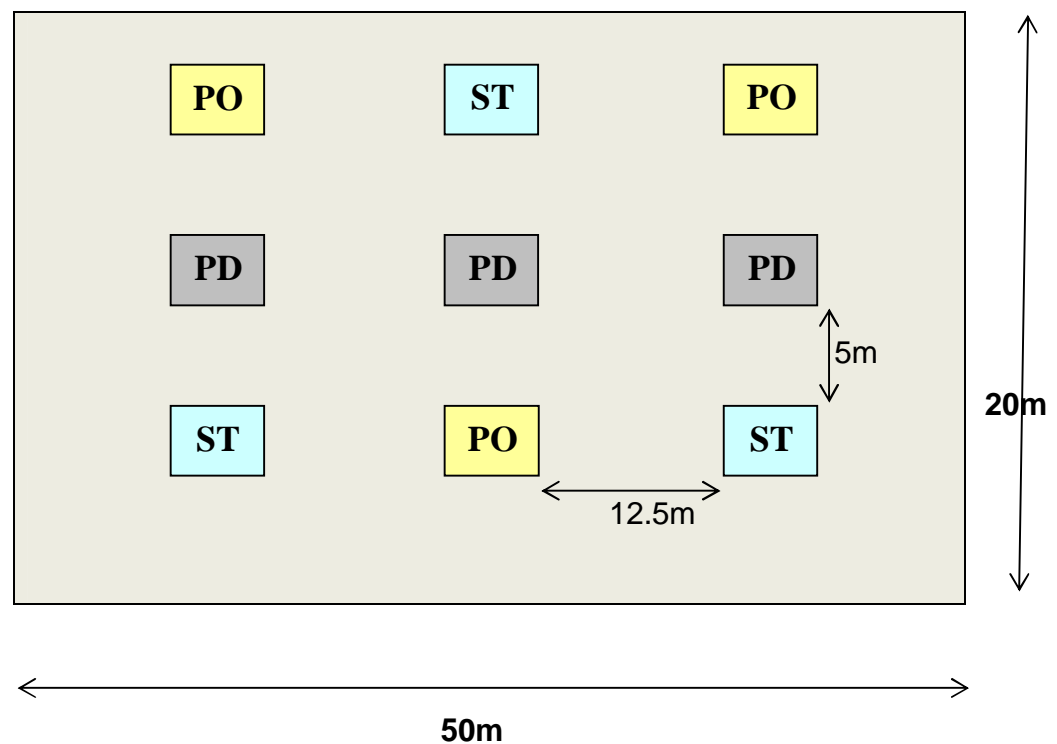
4= Tubérculo con daño de 100% de su volumen

5.2.2.5 Temperatura, humedad y precipitación

La variación que presenta los cambios medioambientales como la temperatura, humedad y precipitación, nos permitieron ver, como se comportan las poblaciones de las polillas y cual es su efecto.

5.2.3 Croquis del experimento

Para la evaluación de contó con un área promedio de 1000 m²/parcela, tres parcelas por comunidad, donde se instalaron las trampas de agua con feromona sexual y las trampas Moericke.



Referencia: Donde se tendrá

- 3 Trampas de agua con feromona sexual de *Phthorimaea operculella* Z. (PO)
- 3 Trampas Moericke para *Paraschema detectendum* P. (PD)
- 3 Trampas de agua con feromona sexual de *Symmetrischema tangolias* T. (ST)

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Verificación de las especies

En la verificación de especies se usó claves taxonómicas de Yabar y Céspedes (1999) y Carvajal (1992) mencionados por Figueroa (2004).

Durante la evaluación de diciembre 2006 a abril de 2007 se verificó la presencia de tres especies de polillas en las comunidades de estudio: ***P. operculella*** se presenta en un 96% de población, ***S. tangolias*** con una población de 3%, la especie ***P. detectendum*** mostró una población menor al 1% en promedio en las tres zonas de estudio (Fotos 6, 7 y 8).



Foto 6. *P. operculella*

Foto 7. *P. detectendum*

Foto 8. *S. tangolias*

Durante la evaluación realizada en las tres comunidades, se pudo apreciar la mayor población de ***P. operculella***, el incremento de esta especie se muestra a partir del desarrollo del inicial del cultivo de la papa, se puede considerar que esta especie es de mayor importancia en las parcelas de papa, además se pudo apreciar en la etapa de madurez fisiológica del cultivo donde la población tiende a bajar en las tres zonas. Las especies ***S. tangolias*** y ***P. detectendum*** presentan una población baja, probablemente influenciado por las condiciones climáticas que se presentaron..

6.1.2 Población de polillas en las comunidades de San José de Llanga, Vinto Copani y Jatuquira.



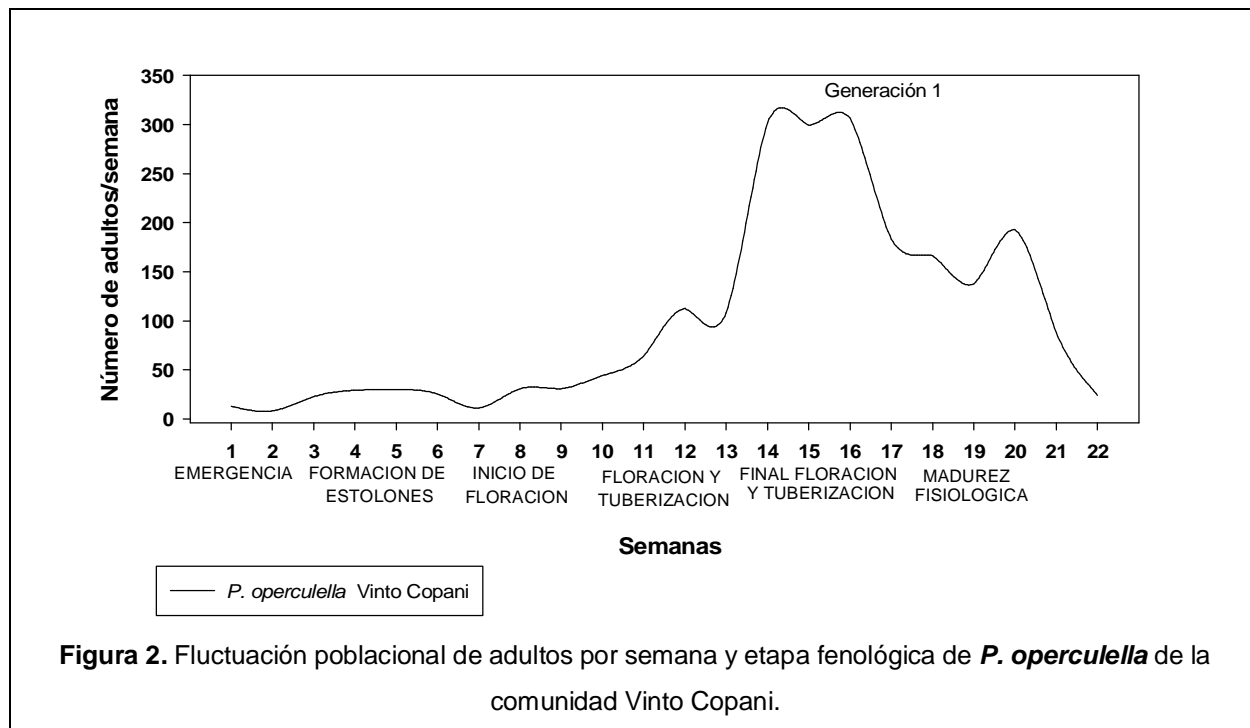
En la Figura 1, se puede observar una mayor población de la especie *P. operculella* en la comunidad de Vinto Copani con 2230 adultos, seguido por la comunidad Jatuquira con 1087 adultos y finalmente San José de Llanga con 1087 adultos. En las tres comunidades de estudio la presencia de *P. detectendum* fue mínima, 5 adultos capturados en la comunidad de Vinto Copani y una máxima de 20 adultos en el cantón San José de Llanga. La especie *S. tangolias* se la puede apreciar en mayor número en la comunidad de San Jose de Llanga 30 adultos capturados a comparación de las demás especies.

El comportamiento presentado por *S. tangolias* y *P. detectendum*, se analizará posteriormente, pero se puede percibir que en relación a *P. operculella*, las otras dos polillas no presentan una amplias variaciones en el número de su población en las tres comunidades.

En las diferentes etapas de su vida, la polilla se encuentra expuesta a un gran número de factores bióticos y abióticos de mortalidad, los cuales ejercen una influencia considerable sobre la densidad de sus poblaciones. Se ha estimado que de un promedio de 100 huevecillos depositados por cada hembra, solo dos sobreviven a los múltiples agentes naturales de mortalidad del insecto y completan su ciclo hasta adulto (Rocha et al, 1990).

6.2. Dinámica poblacional de *P. operculella* en la comunidad Vinto Copani

6.2.1 Número de individuos de *P. operculella* por trampa y etapa fenológica de la Comunidad Vinto Copani



La Figura 2, muestra a *P. operculella*, cuya población alcanza un incremento a partir de la semana catorce con 306 adultos promedio de nueve trampas durante la fase de floración y tuberización, para luego descender a 138 adultos en la semana 19 (fase de madurez fisiológica), en la etapa de pos cosecha, la población de polillas tiende a bajar a 24 adultos, esto debido a la cosecha realizada en la zona.

En la curva de fluctuación poblacional se observan descensos, que podrían deberse a las variaciones climáticas que se presentaron en la zona y a las labores culturales que realizan los agricultores.

Durante la evaluación de diciembre a abril se pudo apreciar una sola generación de *P. operculella*, la población tiende a incrementarse a medida que el cultivo desarrolla, alcanzando su mayor pico poblacional de individuos en la etapa de final floración y tuberización.

Los resultados obtenidos coinciden con Arenas (1995), el cual menciona que los picos poblacionales presentes en la fluctuación por lo general corresponden a una generación de polillas y que además son potencialmente peligrosas si es que se considera que son estos adultos los que van a generar las larvas que causan daño a los tubérculos.

En la naturaleza las poblaciones de insectos no mantienen una densidad constante, sino que, con el transcurso del tiempo presentan fluctuaciones más o menos marcadas en las que se alternan altas y bajas densidades (Arenas, 1995), citando a (Cisneros 1980).

6. 3 Dinámica poblacional de *P. operculella*, *S. tangolias* y *P. detectendum* en la comunidad San José de Llanga

6.3.1 Número de individuos de *P. operculella* por trampa y etapa fenológica de la comunidad San José de Llanga

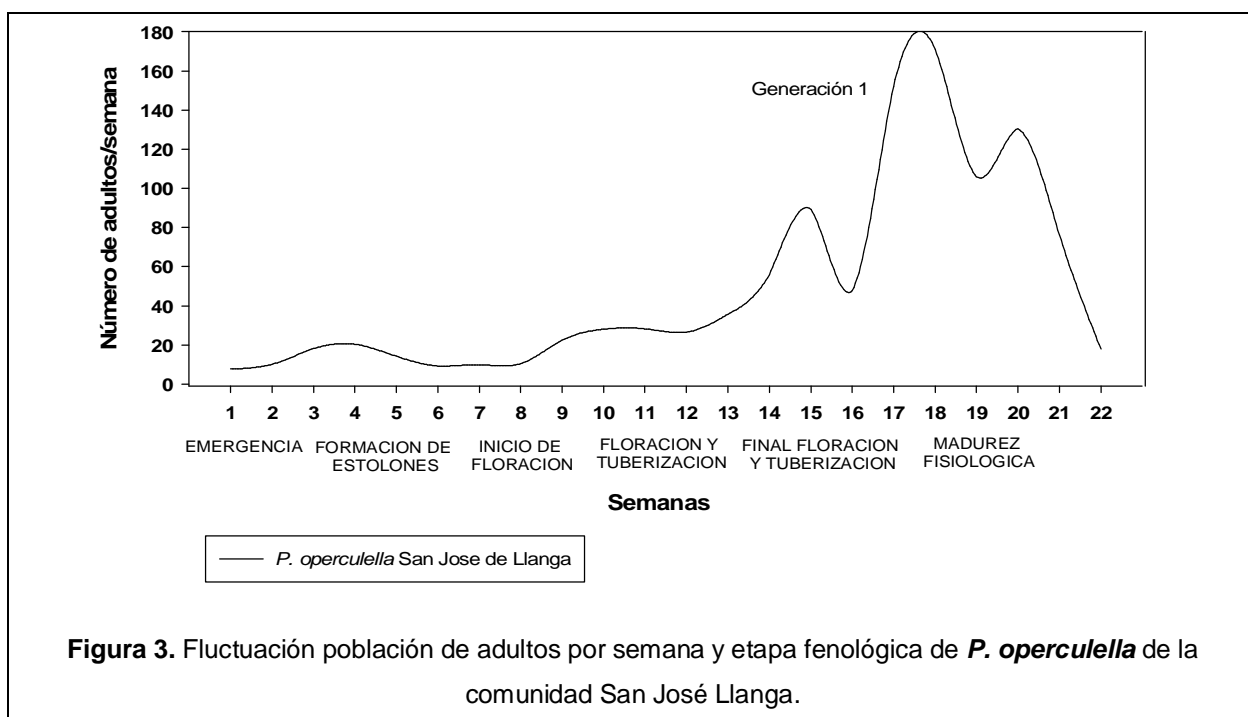


Figura 3. Fluctuación población de adultos por semana y etapa fenológica de *P. operculella* de la comunidad San José Llanga.

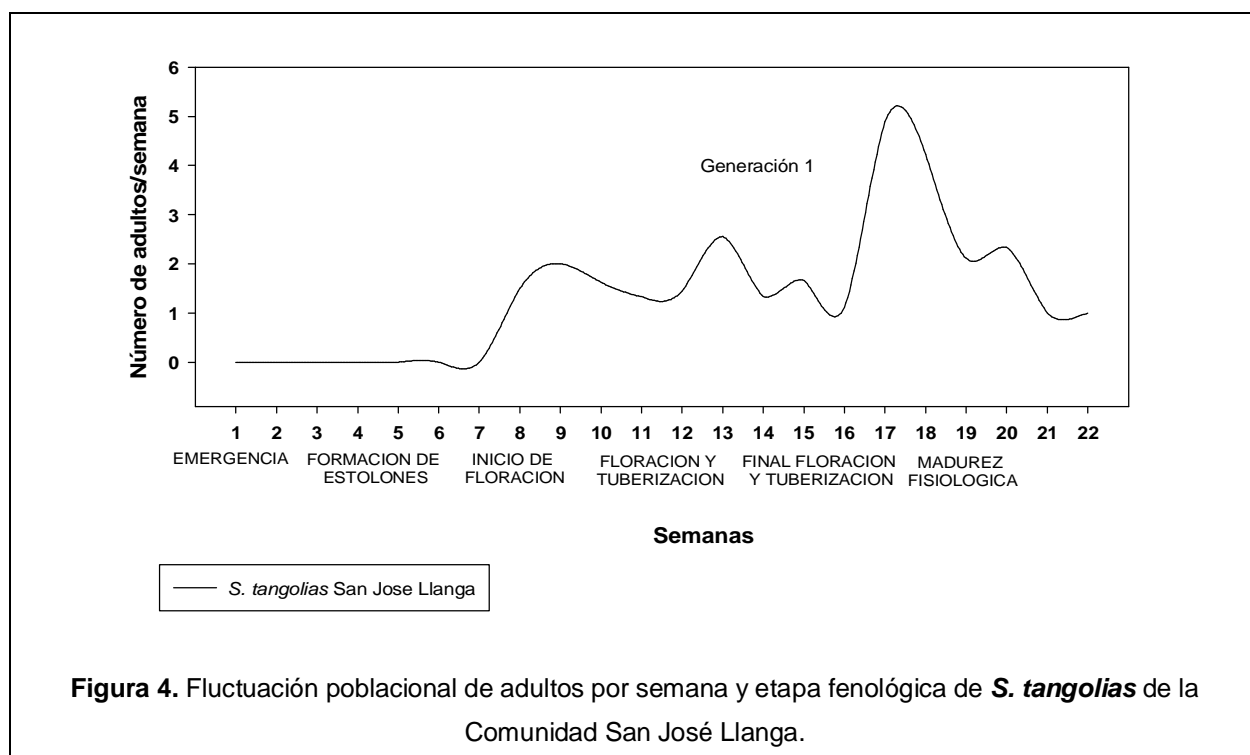
La población de *P. operculella* en la Figura 3, se observa un incremento en la semana dieciocho de 171 adultos promedio de nueve trampas por semana en la etapa de madurez fisiológica del cultivo. La población mínima se aprecia en la fase de

emergencia del cultivo con 18 adultos, en la etapa de floración y tuberización la población alcanza a 89 adultos promedio de nueve trampas por semana.

En las semanas seis a ocho la población tiende a bajar, probablemente se deba al aporque realizado en las parcelas de papa, además se observa en la semana doce una disminución de la población, esto se atribuye a la helada que cayó en la zona.

En la evaluación de pos cosecha la población tiende a bajar a 18 adultos, así mismo se puede observar una sola generación de *P. operculella* en la comunidad de San José de Llanga, la mayor cantidad de individuos se observa en la etapa final de la floración, tuberización y madurez fisiológica.

6.3.2 Número de individuos de *S. tangolias* por trampa y etapa fenológica de la comunidad San José de Llanga



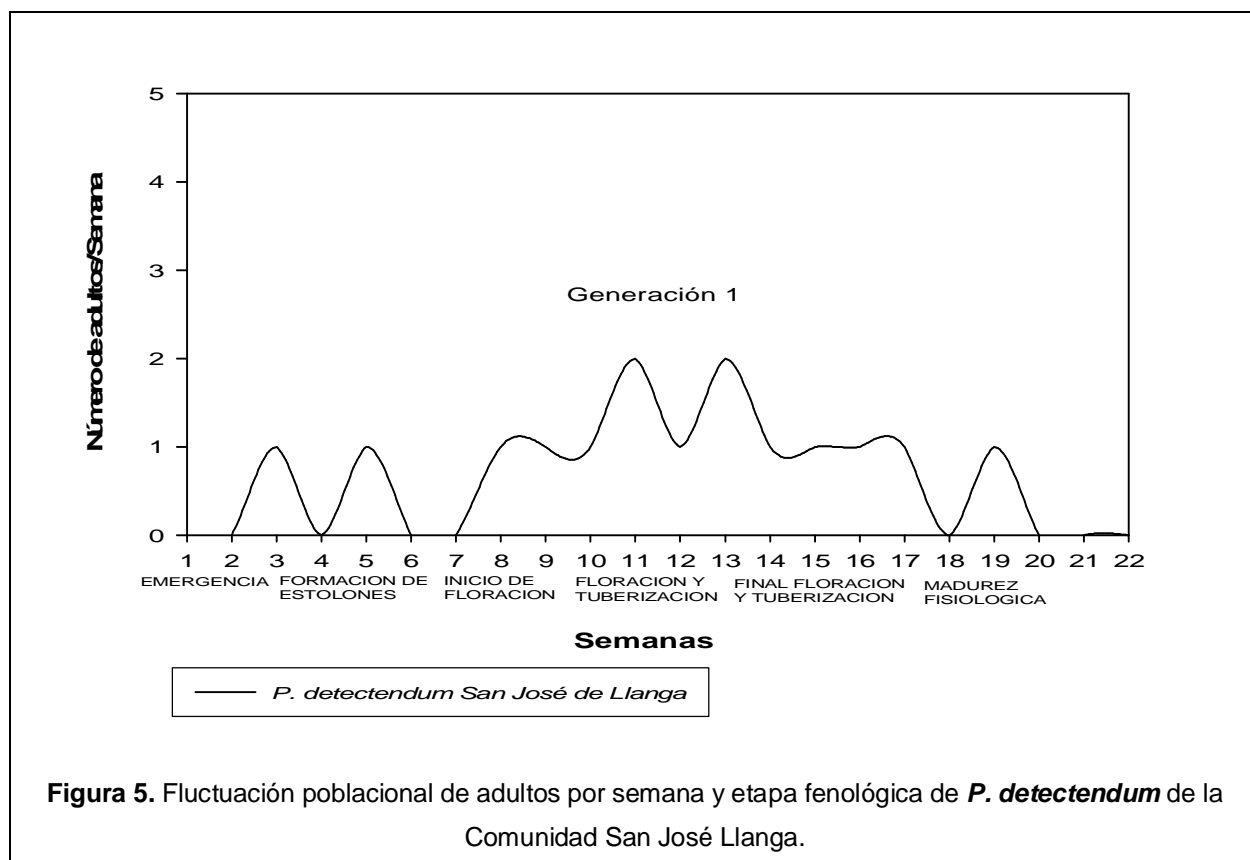
En la fluctuación poblacional Figura 4, se puede apreciar una generación de la especie ***S. tangolias***, registrándose un pico poblacional de 5 adultos en la fase de madurez fisiológica del cultivo. Durante la etapa de desarrollo del cultivo, la especie ***S. tangolias*** no se presenta desde el inicio del monitoreo, la aparición de la polilla, coincide con la etapa de inicio de floración del cultivo.

Cabe mencionar que esta especie se presenta en menor población a comparación de la ***P. operculella***, probablemente su baja población se deba a los cambios climáticos en el cantón San José de Llanga.

Cervantes (2000) indica que el número de individuos se incrementa a medida que la planta se desarrolla (febrero y marzo) a los 125-130 días después de la siembra donde se tuvo el mayor número de individuos.

Según Cisneros (1980), que en el transcurso del tiempo, las poblaciones de insectos presentan fluctuaciones marcadas que se alternan altas y bajas densidades. Estas fluctuaciones suelen estar asociados con las variaciones estacionales, con la acción de los enemigos naturales y con la disponibilidad de alimento.

6.3.3. Número de individuos de *P. detectendum* por trampa y etapa fenológica de la comunidad San José de Llanga



La fluctuación poblacional de *P. detectendum* en la Figura 5, observada durante la evaluación, registra 2 adultos en la fase de floración y tuberización observando la mayor población. Esta especie empieza a declinar a partir de la etapa final floración y tuberización llegando a contabilizar un adulto por trampa.

Durante la etapa del desarrollo del cultivo, la especie *P. detectendum* se presentó desde la segunda semana de monitoreo de la población, que coincide con la etapa de emergencia del cultivo, así mismo esta especie presenta una generación. Además se apreció durante la evaluación una población baja de polillas adultas a comparación de las de *P. operculella* y *S. tangolias*.

La comunidad de Vinto Copani y Jatuquirá presentaron la población más baja 2 adultos por trampa durante la evaluación. Probablemente se deba a que la trampa

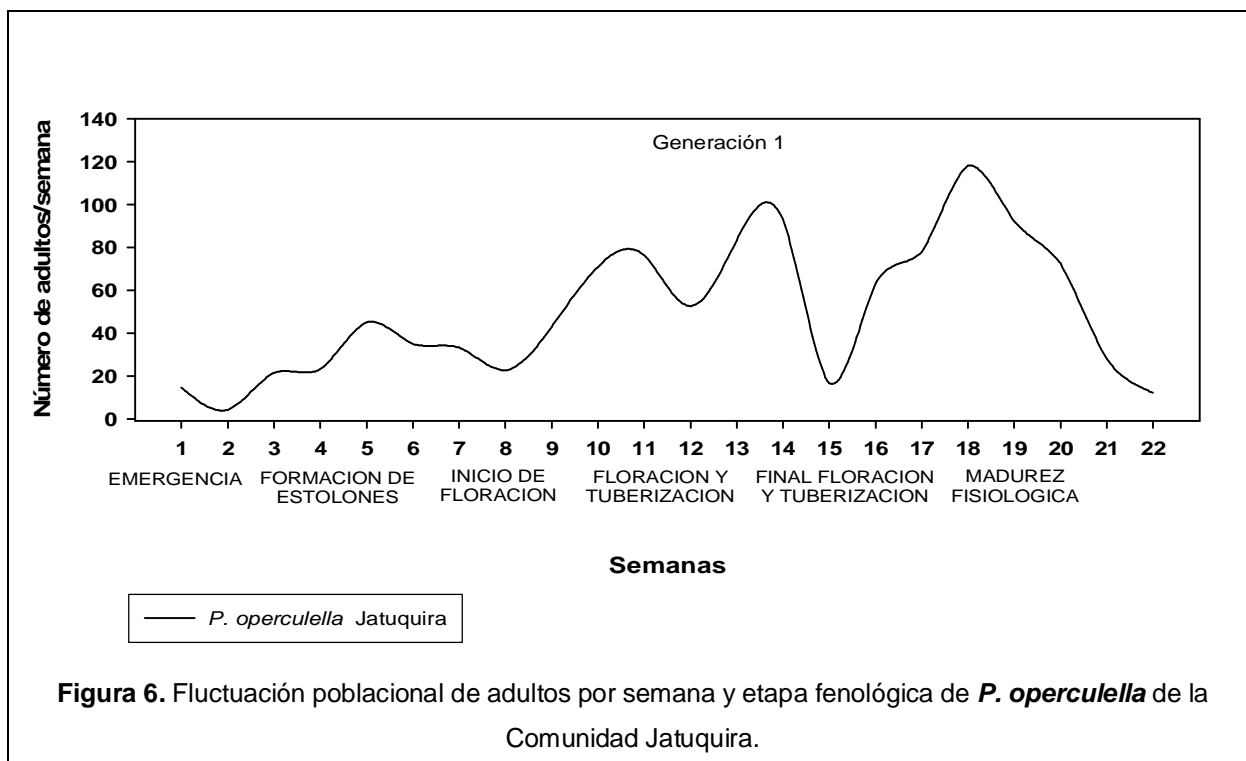
Moericke no es la adecuada para realizar el monitoreo de esta especie. Además esta especie está localizada con mayor población en la Comunidad de San José de Langa.

Figuroa (2004), menciona que esta especie ***P. detectendum*** se encontró dañando a *Solanum jupzepzukii* variedad Luki.

Valencia (1986), indica que en las zonas donde se presentan heladas con regularidad, los insectos susceptibles dejan de ser plagas de importancia económica y por lo tanto no requieren ningún tipo de control, este podría ser el caso de ***P. detectendum***, por que en las tres comunidades, esta especie se presenta en menor población a comparación de ***P. operculella*** y ***S. tangolias***.

6. 4 Dinámica poblacional de *P. operculella* en la comunidad Jatuquira

6.4.1 Número de individuos de *P. operculella* por trampa y etapa fenológica de la comunidad Jatuquira



En la Figura 5, se puede apreciar una generación de *P. operculella*, se observa una población baja de 45 adultos en la etapa de emergencia y desarrollo del cultivo, en la fase de floración y tuberización se incrementa a 93 adultos promedio de nueve trampas por semana, para luego descender en la semana quince a 16 adultos e incrementar a 118 adultos en la etapa de madurez fisiológica y descender a 15 individuos.

Durante la fase final floración y tuberización se observa un descenso de la población, causado por la fumigación que realizaron los agricultores de la zona, esta aplicación se dio por el ataque del *Epitrix* a las parcelas de papa.

En la comunidad de Jatuquira se aprecia varios descensos como consecuencia las precipitaciones, vientos fuertes y la presencia de heladas.

6.5 Porcentaje de daño en tubérculos

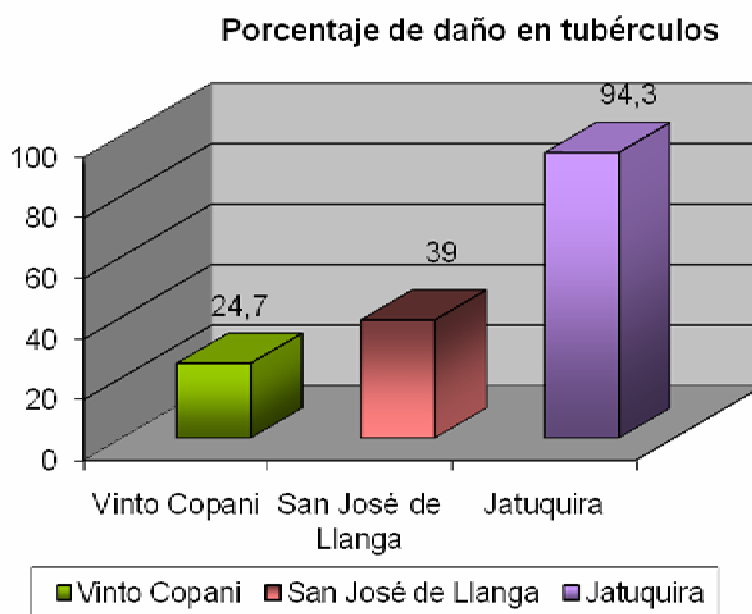


Figura 7. Porcentaje de daño durante la gestión agrícola 2006 a 2007

En la Figura 6 se observa la diferencia del porcentaje de daño en las comunidades de estudio, el mayor porcentaje de daño se dio en la comunidad de Jatuquira con el 94.3%..

En la comunidad de San José de Llanga se presentó 39% de daño en el tubérculo, donde probablemente influyó las características del suelo y obteniendo un valor mínimo la comunidad de Vinto Copani con 24.9% de daño.

El mayor daño fue causado por *P. operculella* en la comunidad de Jatuquira, y Vinto Copani, en cuanto a la comunidad de San José Llanga el porcentaje de daño al tubérculo fue causado principalmente por *P. operculella*, y *S. tangolias*.

Si contrastamos este análisis con el conteo de adultos durante el desarrollo del cultivo, vemos que a pesar que Jatuquira no tiene una diferencia significativa del número de adultos contados con San José de Llanga, y presenta menor cantidad de adultos que

Vinto Copani, el daño en el tubérculo en porcentaje fue mayor al que se presentó en Vinto Copani y San José de Llanga.

Se debe considerar que en estas dos comunidades se realiza el manejo del cultivo con actividades como el aporque alto y cosecha a tiempo, razón por la cual se obtuvo un porcentaje de daño menor al de Jatuquira

6.6 Intensidad de daño al tubérculo de: *P. operculella* *S. tangolias*

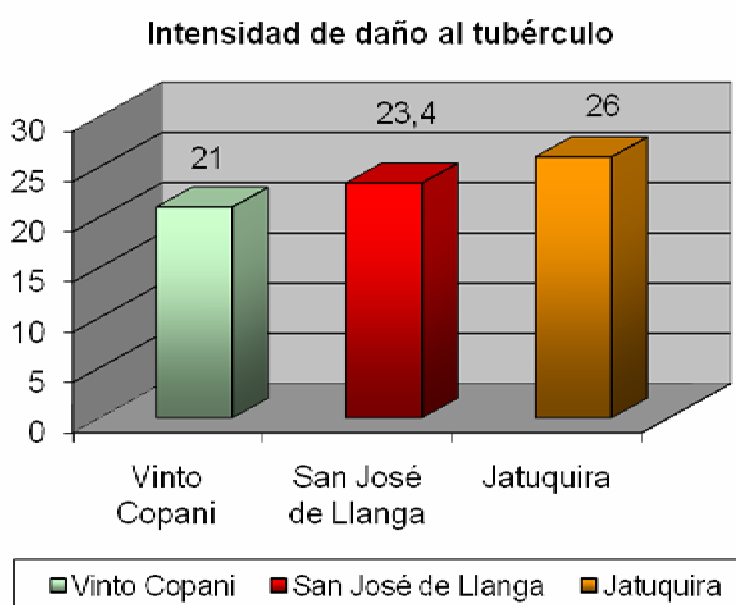


Figura 8. Intensidad de daño producido por las polillas de papa durante la gestión agrícola 2006 – 2007

En la Figura 7, se observa que en la comunidad de Vinto Copani la intensidad de daño fue del 21 % como promedio, causado por *P. operculella*, esto se debió a las características del suelo pedregoso que presenta la zona y que además facilita el ingreso de las polillas al tubérculo.

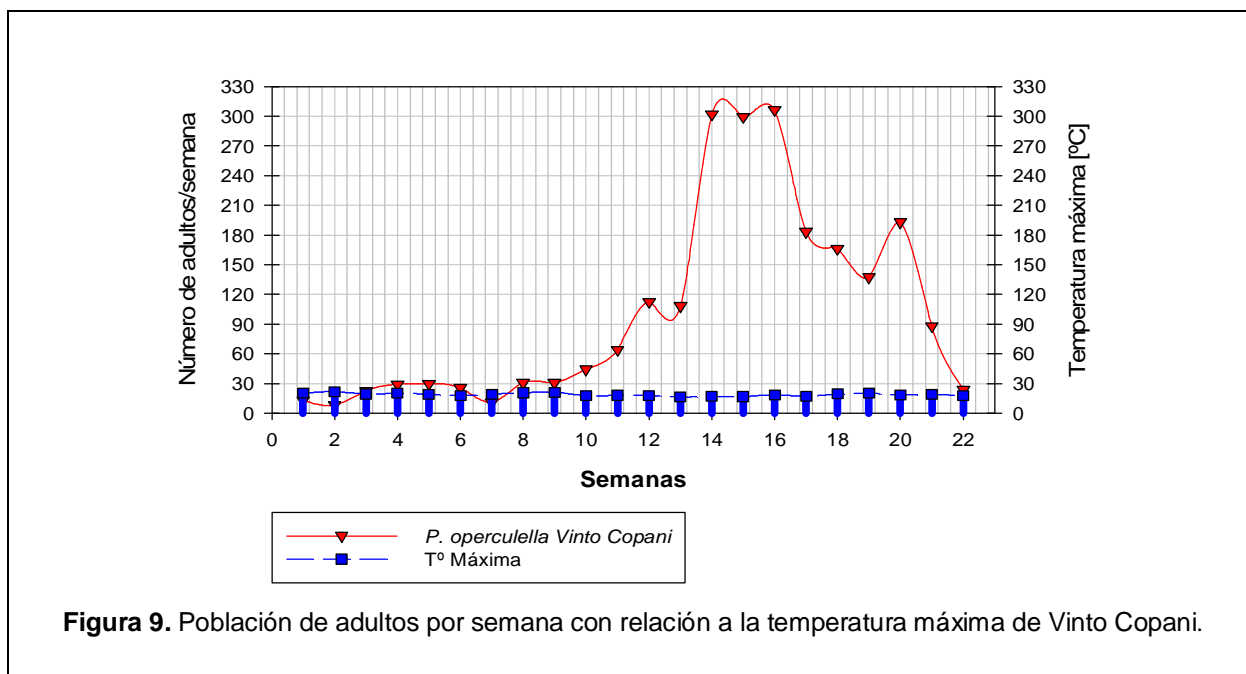
En el cantón de San José Llanga se presentó 23.4 % de intensidad de daño, causado por *P. operculella*, y *S. tangolias*, A esto se suma las características de suelo arenoso que favorece a la polilla, ya que ante la presencia de erosión eólica son fácilmente expuestos los tubérculos a la intemperie.

En la comunidad de Jatuquira la intensidad de daño fue la más alta con relación a las dos comunidades alcanzando el 26% de daño al tubérculo, causado por ***P. operculella***, lo cual, podría deberse a las características de suelos pesados y pedregosos que impiden la realización de un adecuado aporque, así mismo en la zona de evaluación los agricultores no realizan labores culturales en la papa.

El suelo y la humedad del suelo, influyen marcadamente en la abundancia e infestación de polillas; debido a que en suelos pesados ante la ausencia de una adecuada humedad tienden a formar grietas, que facilitan un rápido acceso de las polillas adultas a los tubérculos expuestos, además dificultan los aporques adecuados debido a la formación de terrones que son lugares de refugio para los adultos (Zanabria y Banegas, 1997).

6. 7 Comportamiento de las poblaciones de polilla frente a las variaciones climáticas

6.7.1 Efecto de temperatura máxima sobre la población de *P. operculella* (Vinto Copani).



En la Figura 9, se observa la curva de fluctuación poblacional de adultos durante el ciclo del cultivo, se muestra una baja población de *P. operculella*, en la etapa de desarrollo del cultivo, a medida que la temperatura se mantiene entre 17 y 18°C la población tiende a incrementarse.

En la semana trece la población baja a 108 adultos, como consecuencia principalmente a la fumigación realizada en las demás parcelas, presencia de helada en la zona y vientos fuertes.

Este análisis confirma lo citado por Calderon R. et al, (2002) que cita a (Haines, 1977), mencionando que en condiciones de campo las poblaciones pueden ser evidentes cuando las temperaturas diarias alcanzan 16°C en promedio; estas poblaciones se incrementan rápidamente cuando las temperaturas varían entre 20 y 25°C.

Al haberse mantenido la temperatura máxima en promedio de 17 a 18 °C, se puede afirmar que esta temperatura no ha afectado el comportamiento de la población de *P. operculella*, si no que el crecimiento de la misma se debe a otro factor, como la humedad relativa cuyo análisis se puede apreciar más adelante.

6.7.2 Efecto de temperatura mínima sobre la población de *P. operculella* (Vinto Copani).

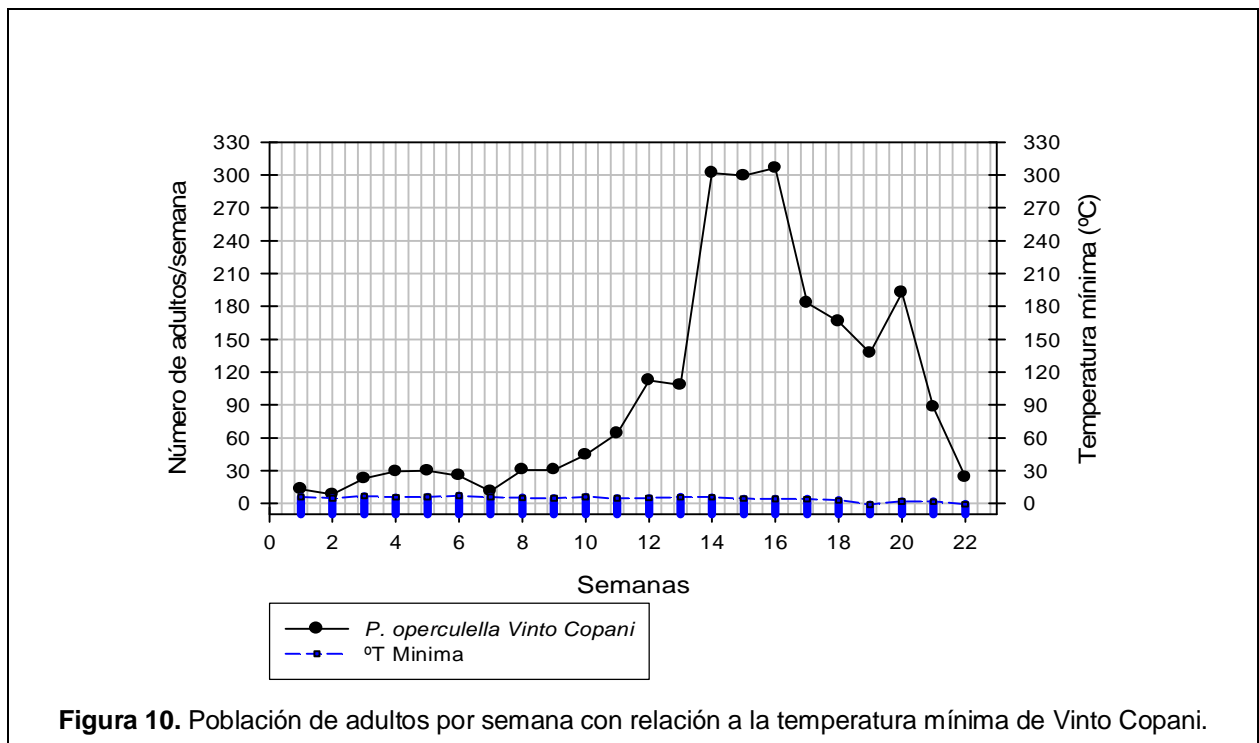
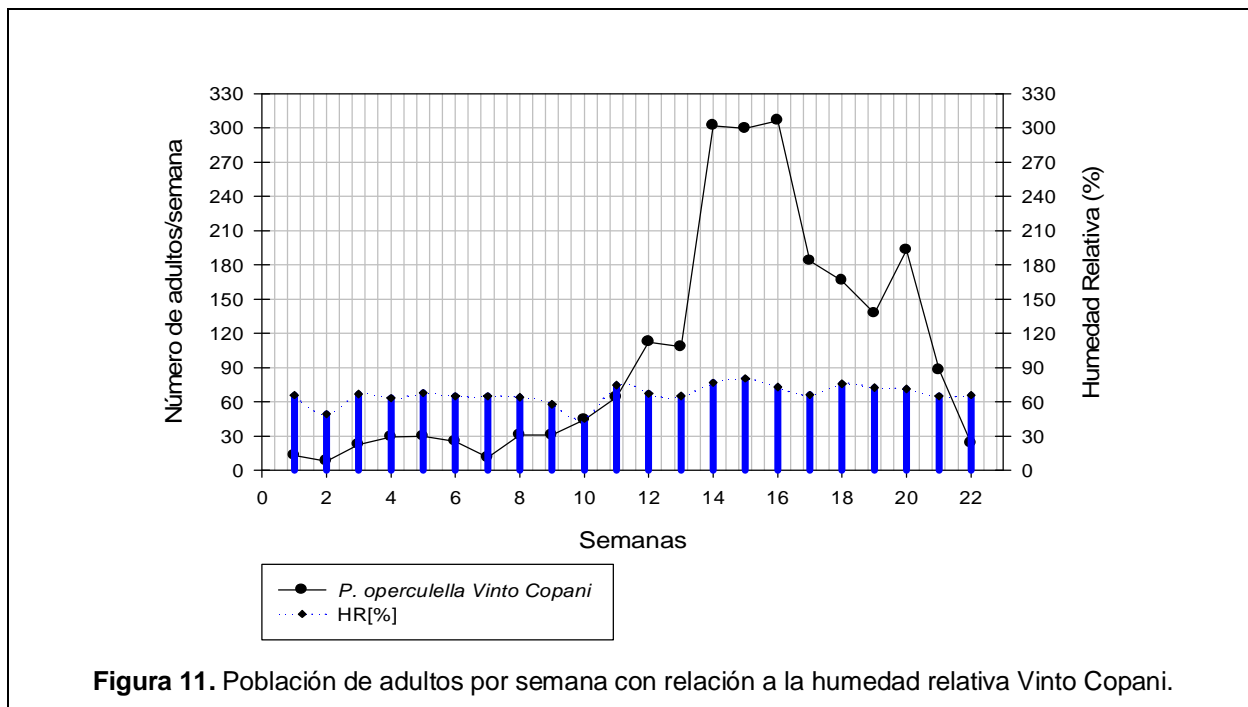


Figura 10. Población de adultos por semana con relación a la temperatura mínima de Vinto Copani.

La Figura 10, nos muestra en la semana siete una población baja de 11 adultos, esto probablemente se deba por la precipitación que cayó en la zona, además se puede observar que la temperatura de 4°C promedio, no tuvo influencia directa en el comportamiento de la población de *P. operculella*, además se puede ver un descenso de la población en la fase de madurez fisiológica, probablemente se deba a la baja temperatura de -1.03 °C, en la semana 19 de desarrollo del cultivo que coincide como se verá mas adelante con la disminución de la humedad relativa.

6.7.3 Efecto de humedad relativa sobre la población de *P. operculella* (Vinto Copani).



En la Figura 11, se observa la fluctuación poblacional de *P. operculella*, presenta una población alta de 306 adultos, en la etapa de final floración y tuberización a una Humedad Relativa de 73%. Además se puede observar que la humedad relativa influye en el incremento de la población en la etapa final floración y tuberización del cultivo.

Los descensos de la población de esta especie, se aprecian cuando empieza a bajar la humedad relativa de 73% a 66.2 %, durante la semana 17 y 18 de desarrollo del cultivo. Este análisis nos muestra que la población de *P. operculella* se ve altamente afectada por la humedad relativa de la zona.

6.7.4 Efecto de la precipitación pluvial sobre la población de *P. operculella* (Vinto Copani).

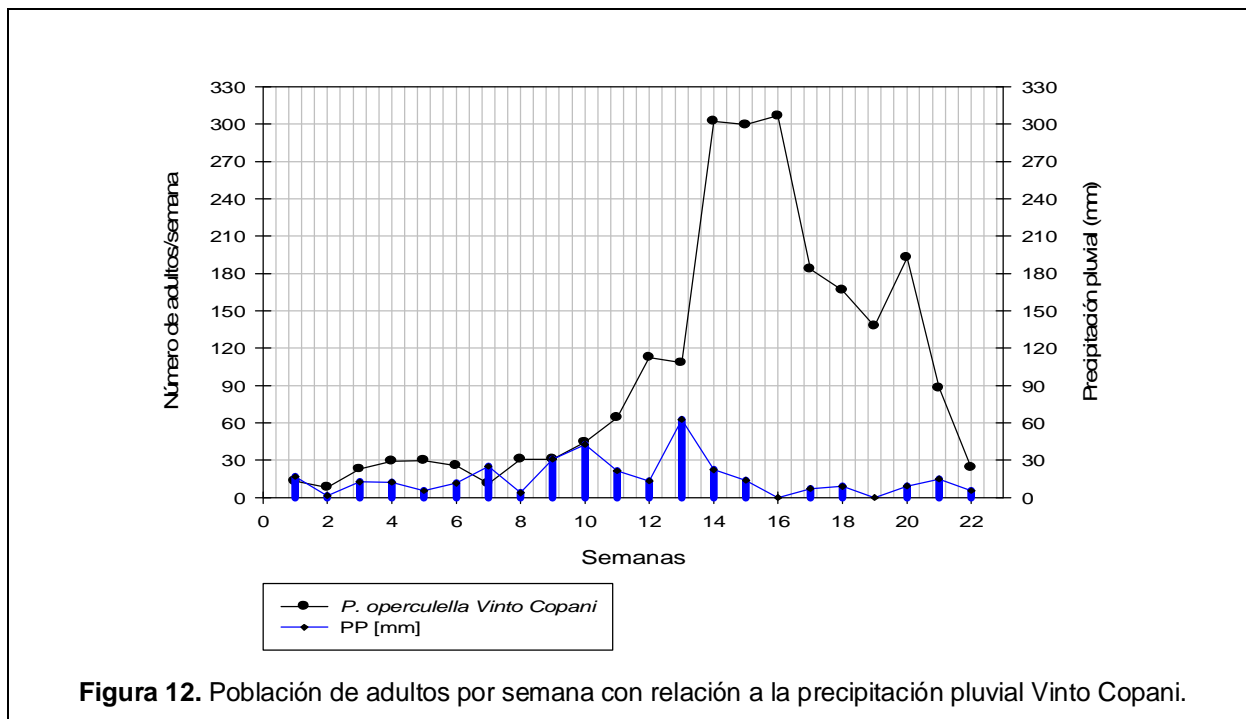


Figura 12. Población de adultos por semana con relación a la precipitación pluvial Vinto Copani.

En la Figura 12, se aprecia que la población de *P. operculella*, se ve influida por la precipitación pluvial, que coincide con la etapa inicio de floración del cultivo, en la semana 14 a 17 disminuye la precipitación a 7.1 mm/semana favoreciendo el incremento de la población de polillas.

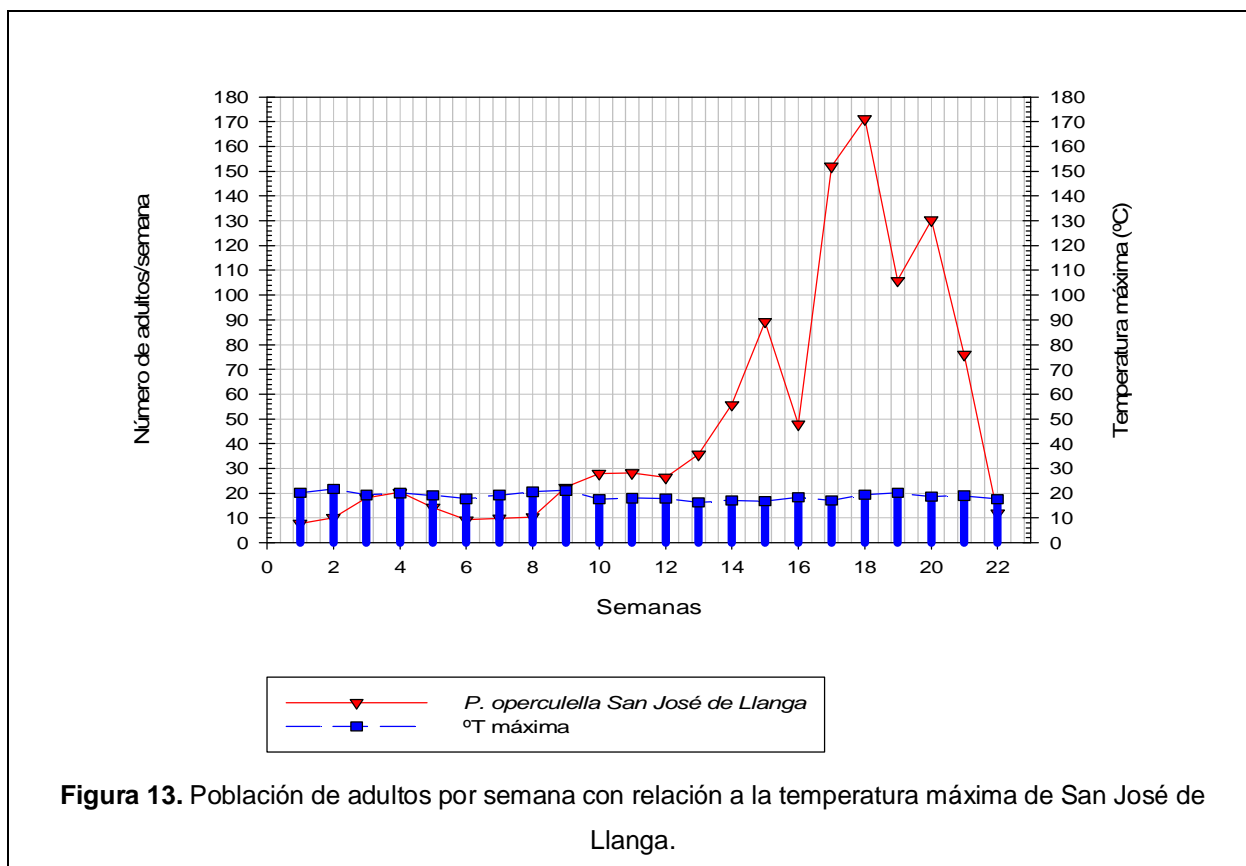
Según Sistema Boliviano de Tecnología Agropecuaria (2006), cuando la lluvia es muy fuerte y prolongada puede lavar las poblaciones de las hojas y reducirlas drásticamente, además menciona que las lluvias actúan en el control de plagas, principalmente insectiles.

Además menciona, que la lluvia tiene un efecto destructivo sobre los insectos; las especies pequeñas pueden ser lavadas de sus plantas hospedantes y morir ahogadas.

Sin embargo se debe relacionar el factor de precipitaciones con el incremento de la humedad relativa del ambiente, de este modo se verifica que siendo que en la semana

13 se presentó la mayor precipitación en la zona, esta, influyo en el incremento de la humedad relativa, factor que como vimos anteriormente favorecen el desarrollo de la población de *P. operculella*.

6.7.5 Efecto de temperatura máxima sobre la población de *P. operculella* (San José Llanga).



En la Figura 13, se puede observar en la semana seis baja población, probablemente afectada por la helada en la zona, además la población de polillas se ve influenciada por la temperatura, así mismo tiende a incrementarse a partir de la semana trece. En la semana dieciséis la población baja a 47 adultos, esto probablemente se deba a la aplicación de insecticida a la parcelas de papa que se realizó en la zona.

Se aprecia, al igual que en el análisis de la comunidad Vinto Copani, la temperatura constante que se presentó en San José de Llanga no influyó directamente en el incremento de la población de adultos.

En condiciones de campo las poblaciones pueden aparecer cuando las temperaturas diarias alcanzan en promedio 16°C. Un incremento rápido de las poblaciones se presentan cuando las temperaturas varían entre 20 y 25°C (Ortega y Fernandez, 1995), que citan a (Haines, 1977).

6.7.6 Efecto de temperatura mínima sobre la población de *P. operculella* (San José Llanga).

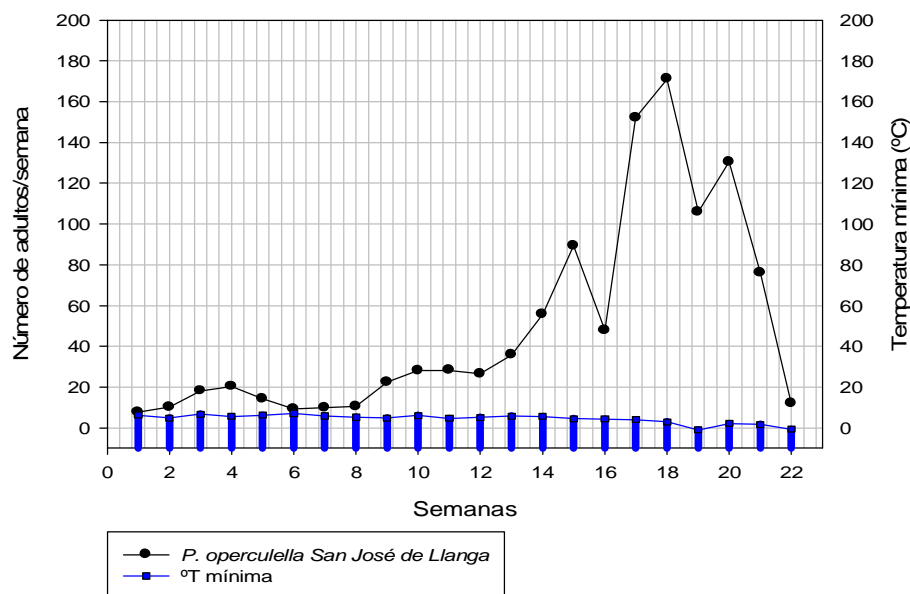


Figura 14. Población de adultos por semana con relación a la temperatura mínima de San José de Llanga.

En la figura 14, se observa que las temperaturas presentes no determinan el comportamiento favorable o desfavorable de la población de la *P. operculella*, en la semana dieciséis se observa una población de 47 adultos, este descenso probablemente se deba a la fumigación de las parcelas de papa que se realizaron en la

zona. Además en las semanas siete y diecinueve se observa baja población, a causa de la presencia de heladas en el mismo.

Además cabe mencionar que en la zona existe cierto grado de control biológico natural, durante la evaluación en las parcelas de estudio se encontraron larvas de *P. operculella*, parasitadas, asimismo las trampas con feromona sexual sirven para realizar monitoreo o seguimiento, también actúan como controladores para bajar la población y disminuir su daño.

SIBTA (2006), explican que dentro de los factores climáticos como la temperatura, tiene la mayor importancia para los insectos, además mencionan que la temperatura del cuerpo de los insecto varían de acuerdo a la temperatura del medio, por lo que para la mayoría de ellos el medio es determinante para completar su ciclo de vida.

6.7.7 Efecto de humedad relativa sobre la población de *P. operculella* (San José Llanga).

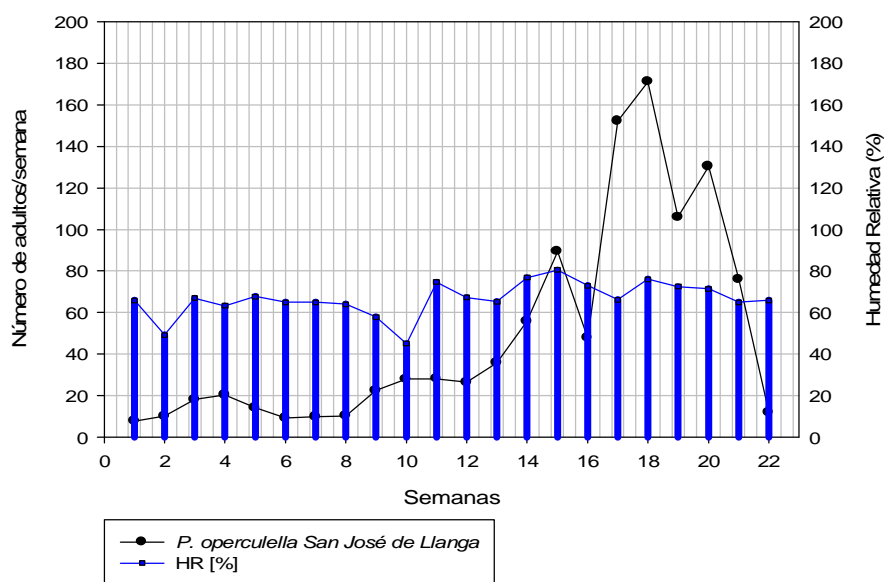


Figura 15. Población de adultos por semana con relación a la humedad relativa de San José de Llanga.

La Figura 15, se observa a *P. operculella*, que inicia su ascenso poblacional en la semana once cuando la Humedad Relativa empieza su ascenso a 74.07%, y en la semana quince justo cuando el cultivo se encuentra en la etapa de madurez fisiológica, cuando la Humedad Relativa presenta 80.5%, así creando de esta manera las condiciones adecuadas para el desarrollo de la polilla. A medida que la Humedad Relativa muestra un porcentaje de 76, 72.5% la población tiende a incrementar.

Cisneros (1995), menciona que la Humedad Relativa tiene gran influencia sobre las poblaciones de los insectos pero su manipulación como medida de control es muy limitada.

6.7.8 Efecto de la precipitación pluvial sobre la población de *P. operculella* (San José de Llanga).



La Figura 16, muestra altas precipitaciones en la semana diez con 42.7 y la semana trece con 62.6 mm/semana durante la etapa del desarrollo del cultivo, así mismo la

población se ve afectada por las precipitaciones, a medida que la precipitación desciende la población tiende a incrementarse.

Las fuertes precipitaciones pluviales de campañas agrícolas lluviosas, tienden a destruir huevos y larvas pequeñas ubicadas en brotes y cara superior de las hojas (Zanabria y Banegas, 1997).

6.7.9 Efecto de temperatura máxima sobre la población de *S. tangolias* (San José Llanga).

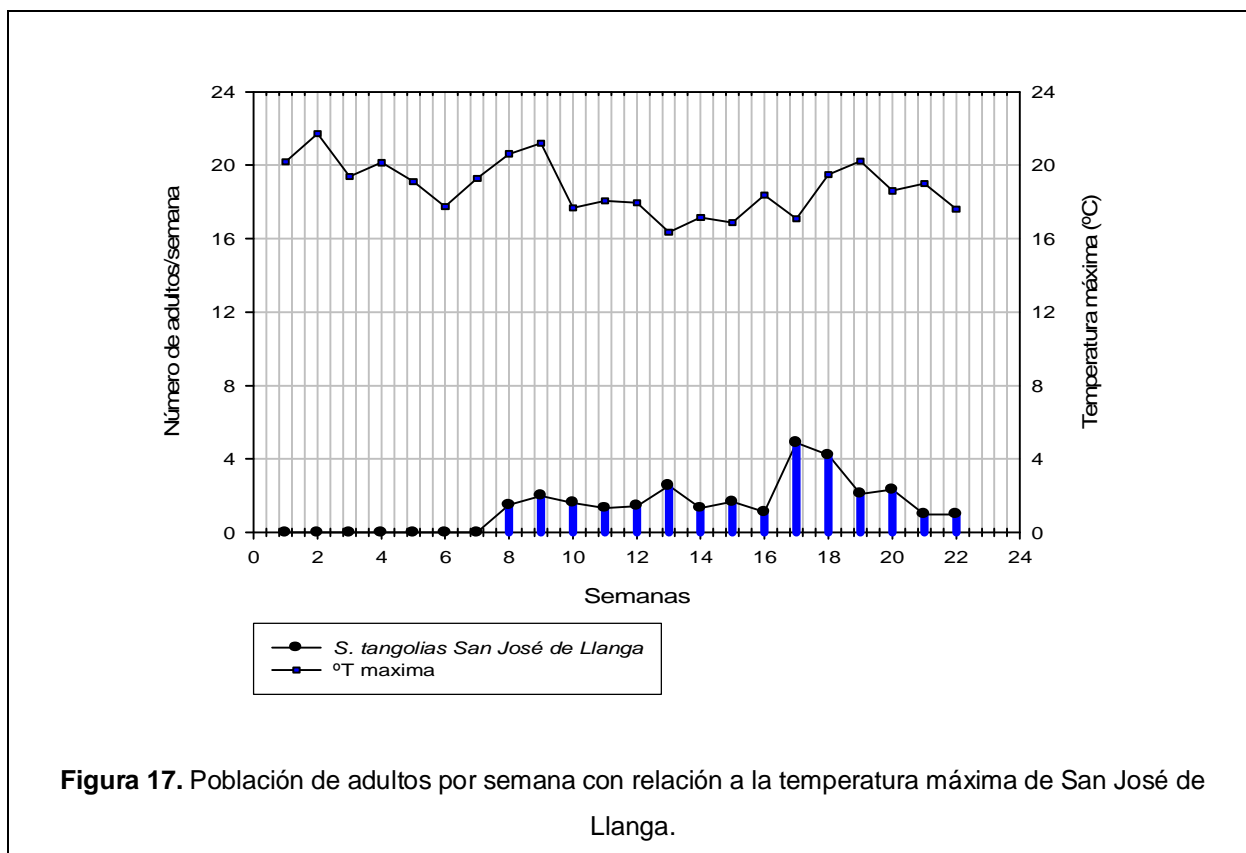


Figura 17. Población de adultos por semana con relación a la temperatura máxima de San José de Llanga.

En la Figura 17, durante las primeras semanas de desarrollo del cultivo, no se observa la presencia de *S. tangolias*, sin embargo a partir de la semana siete que coincide con la etapa inicio de floración, aparece la polilla en poblaciones bajas. La temperatura favorece el incremento de la población en la etapa de final floración y tuberización. La población se incrementa en la etapa de madurez fisiológica.

Según Grajeda (2000), que menciona a Zurita (1994), menciona que la población alta cerca de la cosecha tiene objetivo de infestar los tubérculos expuestos que en poco tiempo serán cosechados. Probablemente el insecto trata de asegurar su descendencia y la única posibilidad ante las inclemencias del tiempo, es la de infestar los tubérculos y reproducirse en el almacén donde las condiciones son mejores.

6.7.10 Efecto de temperatura mínima sobre la población de *S. tangolia* (San José Llanga).

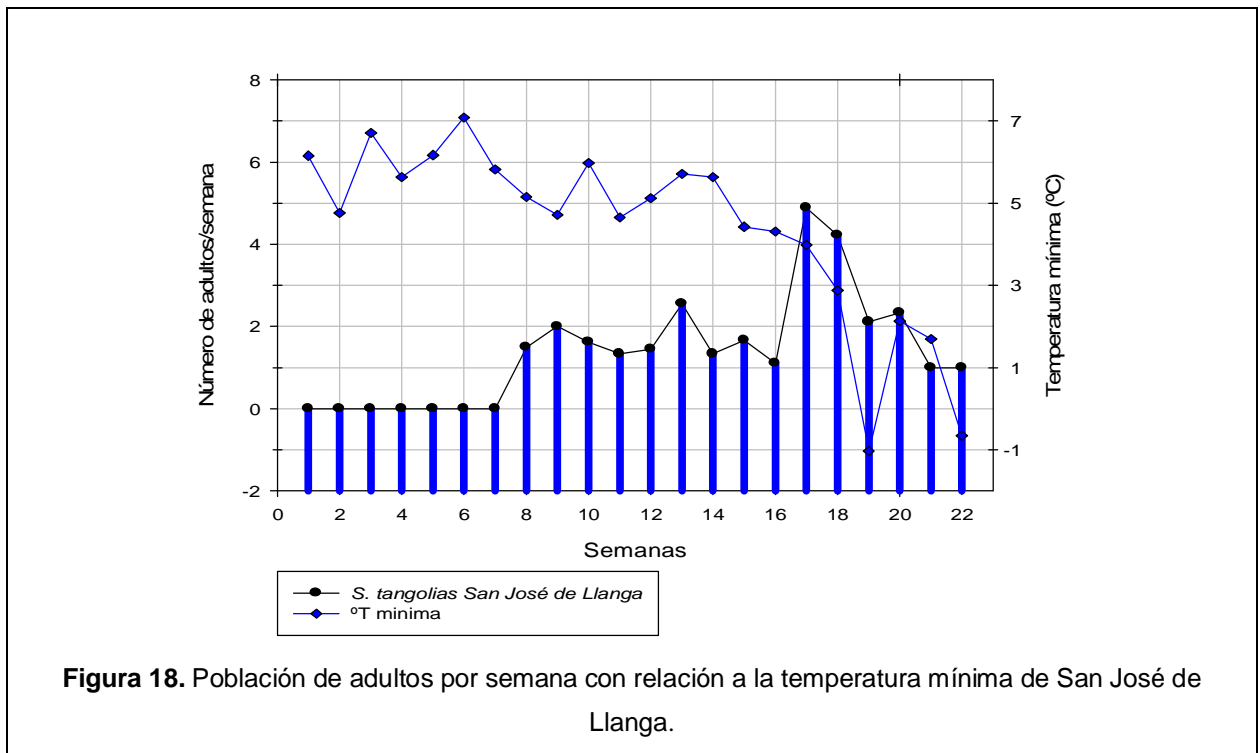


Figura 18. Población de adultos por semana con relación a la temperatura mínima de San José de Llanga.

La Figura 18, se observa a la especie *S. tangolia*, donde presenta poblaciones bajas desde el inicio de floración del cultivo, ascendiendo en la etapa de floración y madurez fisiológica, pero cuando la temperatura desciende a -1.03°C la población tiende a disminuir 2 adultos promedio de tres trampas/semana.

Además, la población no se ve afectada por la variación de la temperatura mínima, pero si por otros factores como las precipitaciones, viento fuertes.

Cervantes (2000), menciona que a temperaturas menores de 18 °C los diferentes estados de desarrollo de la polilla de la papa *S. tangolias* son más largos, y sucede lo contrario cuando se realiza el trabajo a temperaturas de 19 a 20 °C o mayores, donde se reduce el ciclo de la plaga por efecto de la mayor temperatura.

6.7.11 Efecto de Humedad Relativa sobre la población de *S. tangolia* (San José Llanga).

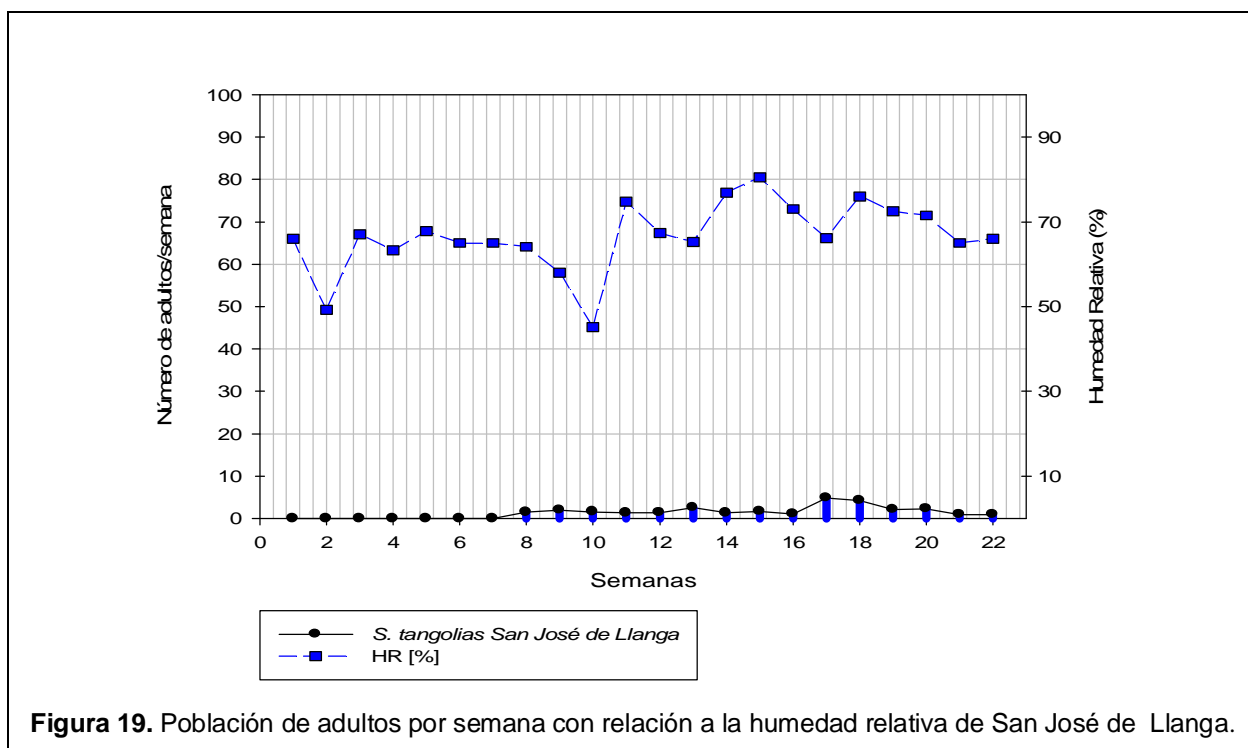


Figura 19. Población de adultos por semana con relación a la humedad relativa de San José de Llanga.

En la Figura 19, se puede apreciar que la Humedad Relativa favorece el desarrollo de *S. tangolias*, además se observa una baja población durante la etapa de floración, causado por la helada que se presentó en la zona y las fumigaciones realizadas en las demás parcelas de papa.

Se debe considerar que los factores abióticos que existen en la zona fueron totalmente adversos para la población ya que actúan como controladores para que la plaga no desarrolle. Asimismo en esta zona se apreciaron larvas de mosca dentro los tallos de

las plantas de papa, lo cual provocó que las plantas se vayan secando y tornándose amarillentas.

El ciclo de la polilla de papa en campo está influenciado generalmente por la temperatura, así mismo indican la duración de las fases del insecto se ven afectadas. La Humedad Relativa está relacionada con la temperatura y que favorecen a la población de polillas (Ortega y Fernández, 1995).

6.7.12 Efecto de precipitación pluvial sobre la población de *S. tangolia* (San José Llanga).

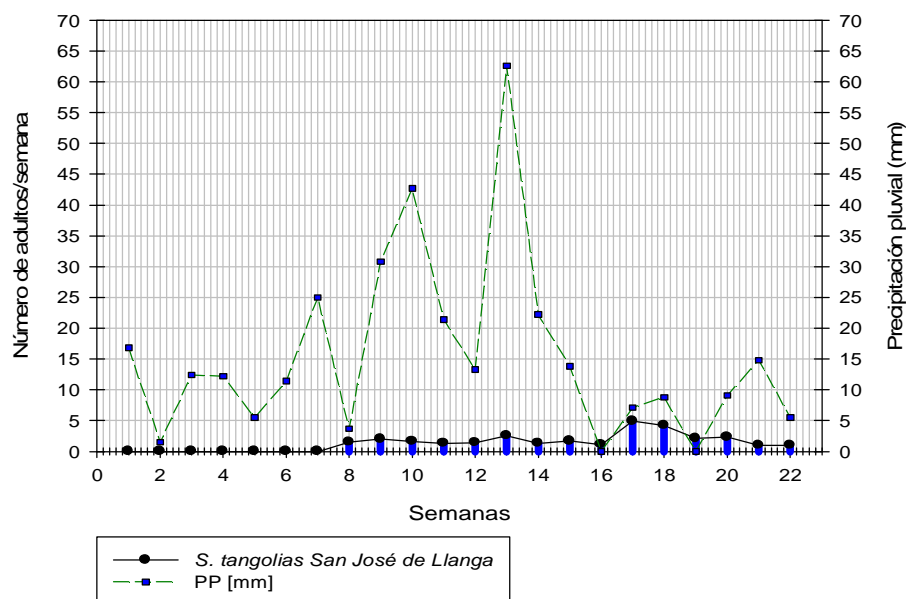


Figura 20. Población de adultos por semana con relación a la precipitación pluvial de San José de Llanga.

La población de *S. tangolia*, Figura 20 se ve afectada por las precipitaciones pluviales, en la fase de inicio de floración y tuberización con 30.8, 42.7 y 62.6 mm/semana, llegando a un adulto de polillas como promedio de nueve trampas. Esta polilla se ve afectada por las precipitaciones fuertes en la zona a mayor precipitación menor población de adultos asimismo se ve afectada por las labores culturales.

A medida que la lluvia disminuye la población tiende a incrementar a 5 adultos promedio de nueve trampas por semana, pero también se ve afectada por la variación climática.

6.7.13 Efecto de temperatura máxima sobre la población de *P. operculella* (Jatuquira).

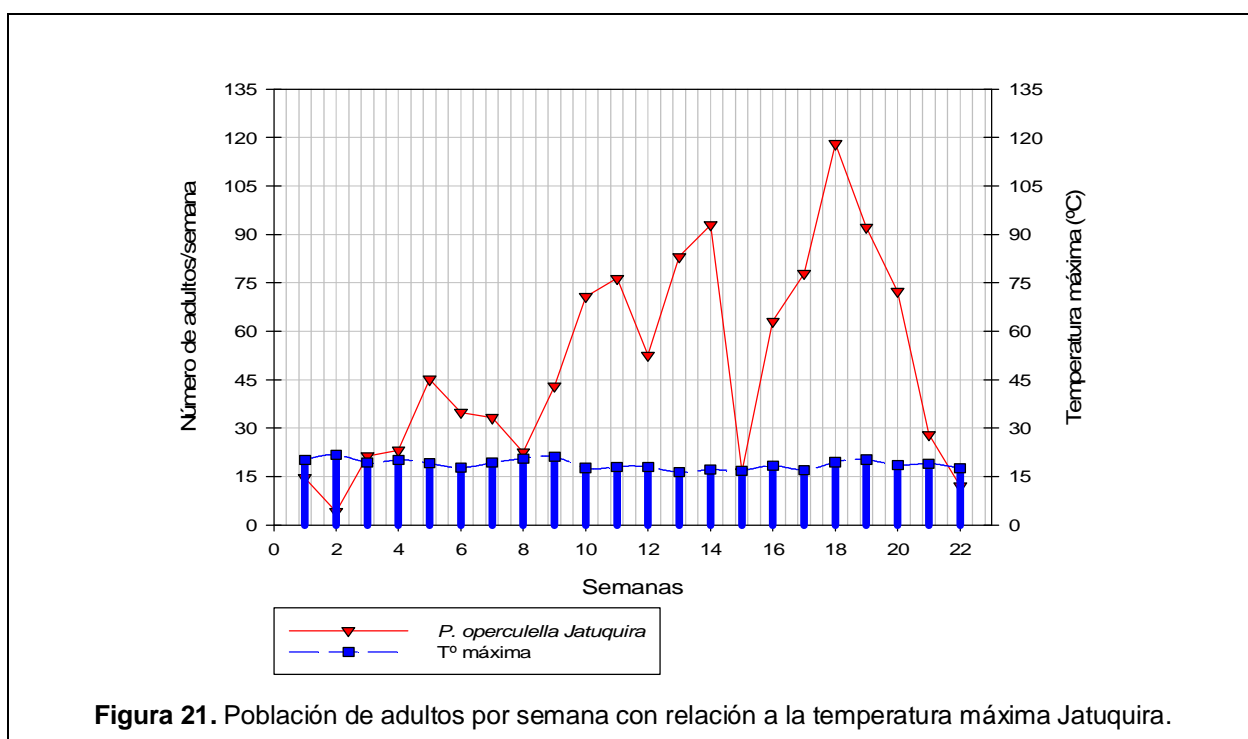


Figura 21. Población de adultos por semana con relación a la temperatura máxima Jatuquira.

En la Figura 21, se observa un punto crítico en la semana quince, donde la población baja a 15 adultos promedio de nueve trampas, este descenso se debe a la fumigación de las parcelas de estudio y las demás parcelas del cultivo de papa, lo que provocó la disminución de *P. operculella*.

Durante las primeras semanas de desarrollo del cultivo se observa una baja población, pero se observó el ataque de *Epicauta sp.* a las plantas de papa defoliándolas, lo que probablemente haya provocado el descenso de la población de polillas.

Las condiciones ambientales secas y cálidas con temperaturas que fluctuaron entre 20 y 30°C son las más favorables y aceleran el desarrollo del ciclo biológico y la

multiplicación de las especies de polillas. En el Altiplano Central Peruano – Boliviano los periodos de “veranillos” y sequías prolongadas con temperaturas altas que se presentan en los meses de noviembre a enero son favorables para el incremento de la población de estas plagas, pudiendo superar en daños al Gorgojo de los Andes, en años con ausencia de lluvias (Zanabria y Banegas , 1997).

6.7.14 Efecto de temperatura mínima sobre la población de *P. operculella* (Jatuquira).

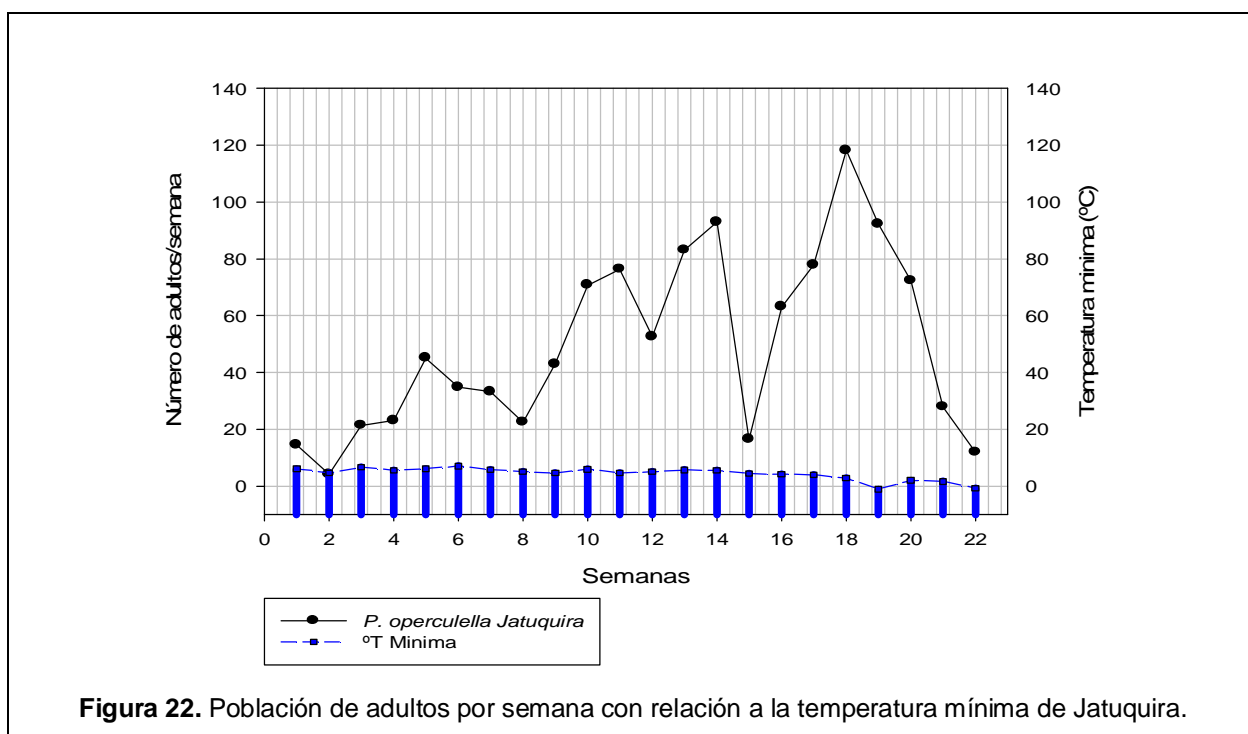


Figura 22. Población de adultos por semana con relación a la temperatura mínima de Jatuquira.

Las temperaturas mínimas registradas durante el ciclo vegetativo del cultivo no muestran un efecto en las poblaciones de *P. operculella* (Figura 22). Lo que nos muestra que esta polilla está adaptada a la zona de estudio.

La fluctuación poblacional de *P. operculella* en la comunidad de Jatuquira se observa unos descensos de adultos en la semana ocho, doce y quince, que justamente coinciden con la aplicación de insecticidas para las plagas como Trips y Epitrix y la helada presente en la zona.

Grajeda (2000), menciona que las bajas temperaturas influyen en la población *P. operculella* lo cual causa un descenso del mismo a consecuencia de las heladas, así mismo menciona que el aporque realizado al cultivo también disminuye la población.

6.7.15 Efecto de Humedad relativa sobre la población de *P. operculella* (Jatuquira).

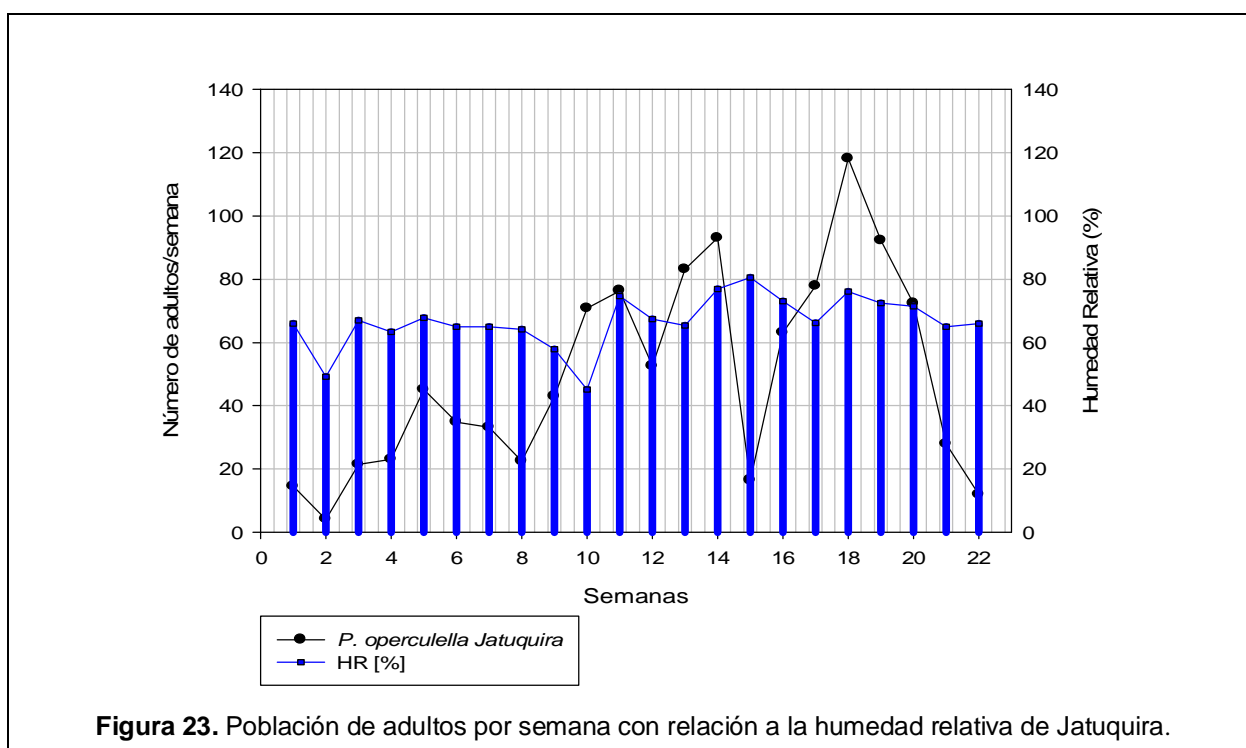


Figura 23. Población de adultos por semana con relación a la humedad relativa de Jatuquira.

En la Figura 23, el comportamiento de la polilla *P. operculella* no muestra efectos considerables en su población frente a la humedad relativa registrada, sin embargo cuando la Humedad Relativa presenta 76% la población tiende a incrementar a 118 adultos promedio de nueve trampas. El punto crítico que se observa en la semana quince se debe a la fumigación realizada en la zona afectando la fluctuación población de la especie.

La humedad relativa de 76.9, 76% favorece en el desarrollo de la polilla desde la etapa de floración y tuberización a final floración y tuberización, para luego descender.

6.7.16 Efecto de la precipitación pluvial sobre la población de *P. operculella* (Jatuquira).

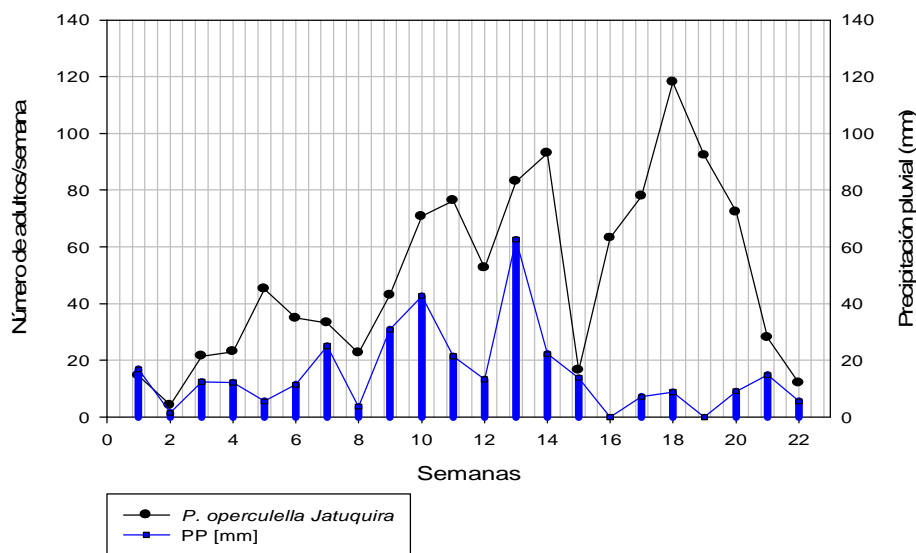


Figura 24. Población de adultos por semana con relación a la precipitación pluvial de Jatuquira.

La fluctuación poblacional en la Figura 24, de *P. operculella*, durante las primeras semanas, especialmente en la semana cinco la población tiende a incrementar a 42 adultos promedio de nueve trampas por semana que coincide con la precipitación baja de 5.5 mm/semana

Esta especie *P. operculella*, la población tiende a incrementar de acuerdo al desarrollo del cultivo, además la presencia de las precipitaciones influyen en algunas semanas, lo que no determina su efecto directo en la población de polillas.

6.8 Análisis de correlación

Cuadro 7. Análisis de correlación de *P. operculella*, *S. tangolias* y *P. detectendum* frente a las variaciones de T^omin., T^o max., HR y pp.

Especie/comunidad	T min. (r)	T max. (r)	HR (r)	pp (r)
PO Jatuquira	-0,1941	-0,3455	0,3469	0,2297
PO Vinto Copani	-0,2078	-0,4956	0,6495	-0,1143
PO San José de Llanga	-0,4939	-0,2124	0,4552	-0,2028
ST San José de Llanga	-0,3719	-0,3149	0,2419	0,1059
PD San José de Llanga	0,1944	-0,3864	0,1729	0,4353

El coeficiente de correlación entre la humedad relativa (HR) y la especie *P. operculella* en Vinto Copani, muestra un alto grado de asociación entre estas dos variables ($r=0,6495$), del cual podemos inferir que a un incremento en la humedad relativa, el número de adultos de *P. operculella* en Vinto Copani, también se incrementa, (otra interpretación que a menor humedad relativa menor número de adultos de *P. operculella* en Vinto Copani),

Los coeficientes de correlación entre las variables Humedad Relativa (HR) y la especie *P. operculella* en las comunidades de Jatuquira ($r=0,3469$) y San José de Llanga ($r=0,4552$), presentan un bajo grado de asociación respectivamente, sin embargo este grado de asociación de variables significa que a mayor Humedad Relativa mayor número de adultos de *P. operculella*.

Los restantes coeficientes de correlación nos muestran que no existe un alto grado de asociación entre las variables de temperatura máxima y mínima (r cercano a cero), y no pueden ser sujetos de inferencia. Así mismo se puede mencionar que el coeficiente de correlación ($r=0,4353$) de precipitación pluvial presenta un bajo grado de correlación en el incremento de la población de *P. detectendum*.

6.9 Fluctuación poblacional en almacén

6.9.1 Fluctuación poblacional de *S. tangolias* y *P. operculella* en San José de Llanga

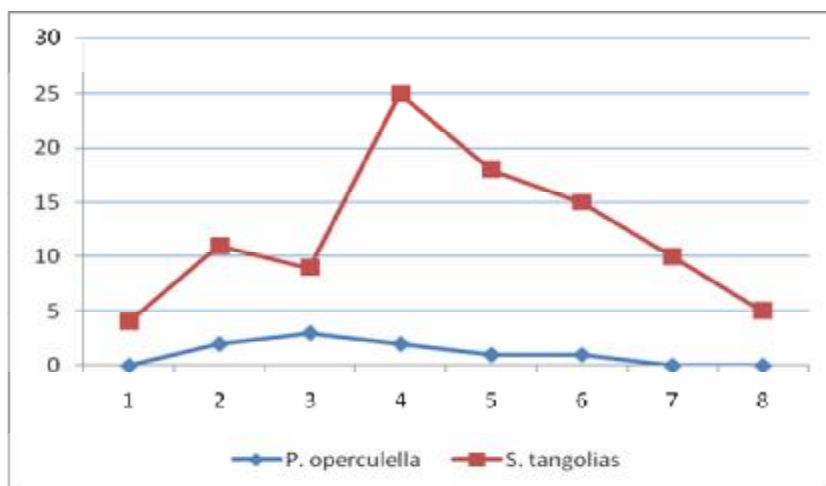


Figura 25. Fluctuación poblacional en almacén San José de Llanga.

Durante la evaluación en almacén del adulto *S. tangolias* (Figura 25), se observó poblaciones altas llegando a 25 adultos promedio de dos trampas en la cuarta lectura a comparación de la población presente en cultivo; por otro lado se evidencia que tiene una sola generación y que esta especie es más problemática en almacén que en campo.

La especie *P. operculella* presentó una baja población capturando 8 adultos promedio de dos trampas.

El incremento de la población de esta polilla es controlada por los agricultores de la zona, cada mes remueven los costales de papa para que la polilla no ingrese al tubérculo. Además antes de almacenar los costales de papa en el almacén realizan la separación de papas agusanadas de las sanas.

La especie ***S. tangolia*** está presente en el área andina, donde las larvas perforan los tallos y tubérculos en el campo; pero sobre todo atacan a los tubérculos en almacén (Pardavé, 2004).

6.9.2 Fluctuación poblacional de ***S. tangolias*** y ***P. operculella*** Vinto Copani

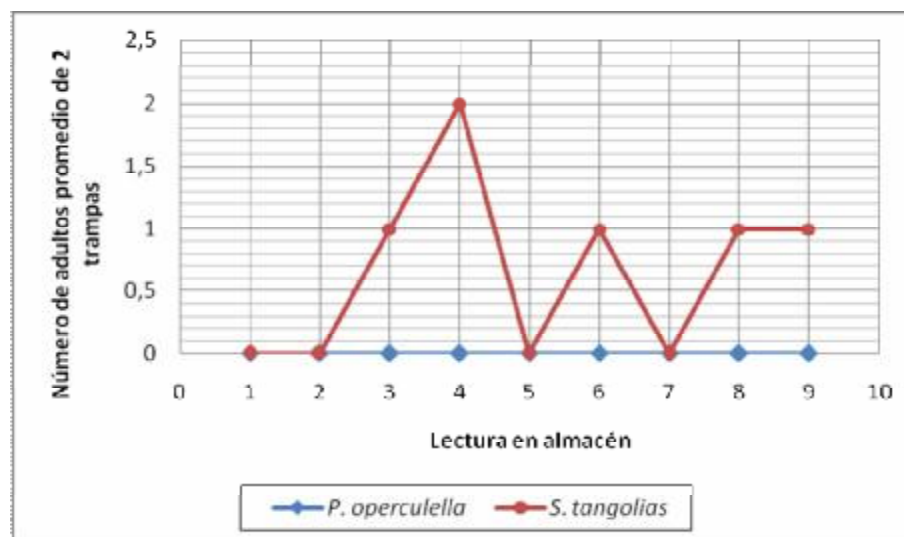


Figura 26. Fluctuación poblacional en almacén Vinto Copani.

En la Figura 26, se observa la especie ***S. tangolias*** se presentó en menor población en los almacenes de Vinto Copani, y no fue así en campo; finalmente ***P. operculella*** no se observó en los almacenes. Lo que nos indica que esta especie no es de mayor importancia durante el periodo de almacenamiento en la zona de estudio.

En Vinto Copani el almacenamiento de la papa en especial la semilla, es realizada bajo tierra (Kairu), que es un hoyo de 1m² x 1,50m de profundidad, la papa para consumo es guardada en almacén y como el ingreso al almacén es todos los días no se crea un ambiente favorable para la polilla. Es importante también hacer notar que en la época de cosecha y almacenamiento (mayo-junio), se presenta en la región un fuerte descenso de temperatura, por el inicio de la época de invierno.

Los resultados anteriores corroboran lo mencionado por Espinoza (1999) y Dominguez (1961), citado por Loza (1994) que manifiestan que el invierno afecta a las poblaciones de esta polilla.

7. CONCLUSIONES

Luego de la determinación y presentación de los resultados se llega a las siguientes conclusiones:

1. Se evidenció la presencia de tres especies de polillas que corresponden a ***Phthorimaea operculella* Z.**, ***Symmetrischema tangolias*** y ***Paraschema detectendum***.
2. En las comunidades de estudio la mayor población de adultos en campo, corresponde a ***Phthorimaea operculella* Z.**, presente en las comunidades de estudio registrándose un total de 4415 adultos, seguido por ***Symmetrischema tangolias* G.** con 33 adultos y la especie ***Paraschema detectendum* P.** mostrando una baja población de 17 adultos registrados durante la campaña del cultivo.
3. Se apreció que ***Symmetrischema tangolias* T.** inicia su aparición a partir de la fase de inicio de floración, en cambio ***Phthorimaea operculella*** se presenta desde el inicio de desarrollo del cultivo, disminuyendo al final del ciclo.
4. En la evaluación de almacén se evidenció la presencia de mayor población a la especie ***S. tangolias*** lo que permite concluir que es una plaga que mayormente se presenta en almacén y no así en campo (en cultivo), la polilla ***P. operculella*** presenta una población baja lo que nos indica que esta plaga es de importancia en el ciclo del cultivo.
5. El mayor porcentaje de daño al tubérculo corresponde a la comunidad de Jatuqira con 94.3%, seguido por el cantón de San José de Llanga con 39% y un porcentaje de daño mínimo en la comunidad de Vinto Copani con 24.7%, sin embargo estos porcentajes no son correlativos al número de adultos encontrados en campo, ya que Jatuqira tuvo un número mucho menor de adultos que Vinto Copani y casi similar a San José de Llanga., lo que indica que las labores culturales y fumigaciones realizadas por los productores de San José de Llanga y

Vinto Copani, disminuyeron el porcentaje de daño que presentaron sus tubérculos.

6. En la evaluación de intensidad de daño al tubérculo la comunidad de Jatuquira fue la de mayor intensidad con 26 ocasionado principalmente por ***P. operculella***, seguido por el cantón San José de Llanga con 23.4 especialmente por ***P. operculella***, ***S. tangolias*** y Vinto Copani con 21 ocasionado por ***P. operculella***.
 7. Las poblaciones de ***P. operculella*** y ***S. tangolias*** mostraron comportamientos diferenciados frente a la presencia de precipitación, y humedad relativa. Sin embargo como factor común se puede afirmar que el incremento de la Humedad Relativa por encima del 70% dispara el crecimiento poblacional de los adultos.
 8. Por otro lado la temperatura al mantenerse en un rango de 17-18 °C como máxima y de 4-5 °C como mínima, en las tres comunidades, no tuvo un efecto en el crecimiento de la población de adultos.
- Se pudo determinar que la precipitación afectó a la fluctuación poblacional, observando una disminución de la población de ***P. operculella***.
9. El número bajo de adultos de ***Paraschema detectendum*** no fue determinante para evaluar a la polilla como plaga clave del cultivo, en las tres comunidades de estudio.
 10. El coeficiente de correlación de Humedad Relativa, nos indica que este factor influye en el incremento de la población de las tres especies de polilla, el coeficiente de correlación de T^o max y T^o min, nos indica que la población de polillas no ha sido influenciada por este factor. Los restantes coeficientes de correlación nos muestran que no existe un alto grado de asociación entre las variables (r cercano a cero), y no pueden ser sujetos a inferencia.

8. RECOMENDACIONES

1. La presencia de mayor número de adultos de *P. Opercullella*, en campo puede deberse a algún tipo de antagonismo o competitividad con las otras dos especies de polillas, se recomienda hacer evaluaciones de laboratorio para determinar si existe este comportamiento entre las tres especies.
2. Se recomienda realizar estudios específicos y buscar otras alternativas de monitoreo más adecuadas para *P. detectendum*. Para determinar su umbral económico.
3. Por los resultados obtenidos del comportamiento de la aparición de *S. tangolias*, se recomienda realizar prácticas de control para *S. tangolias* antes del inicio de floración y también prácticas de control en almacén.
4. Se recomienda realizar prácticas de control para controlar a los adultos de las polillas cuando empieza a incrementarse la humedad relativa a un porcentaje mayor al 70%.
5. Debido a la escasa información que se tiene sobre *P. detectendum*, con referencia a sus hábitos de vida, y ciclo biológico, se recomienda realizar estudios específicos para establecer estos parámetros.
6. Se recomienda realizar en cada zona de estudio evaluaciones de datos climáticos como temperatura, Humedad Relativa, precipitación pluvial para compara mejor el comportamiento de las polillas frente a estés factores.

9. BIBLIOGRAFÍA

ANDRES, K. L.; QUEZADA, J. R. 1989. Manejo Integrado de plagas Insecticidas en la agricultura: Estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano. Honduras – Centroamérica. 615p.

ANDREW, R.; BAREA, O.; BEJARANO, C.; CALDERON, R.; CERVANTES, E.; HERBAS, J. 1999. Biología y comportamiento de la polilla de la papa *Symmetrischema tangolias*. Ficha técnica N° 2/1999. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia.

ANDREW, R.; CALDERON, R.; CRESPO, L.; HERBAS, J.; LINO, V. 1999. Biología y comportamiento de la polilla de la papa *Phthorimaea operculell*. Ficha técnica N° 1/1999. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia.

ARENAS, M. R. 1995. “Fluctuación poblacional y control de la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*; Zeller)” Tesis de grado, Universidad Autonoma Juan Misael Saracho” , Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Carrera de Ingeniería Agronómica, Tarija – Bolivia, pp 1 – 91.

BACON, O. G. 1980. Insectos que afectan a los cultivos de papa en Bolivia. Informe de consultoría a corto plazo, Consortium for International Development. La Paz – Bolivia.

BUCHELI, S.R. 2009, “Annotated review and discussion of phylogenetically important characters for families and subfamilies of Gelechioidea (Insecta: Lepidoptera).” Disponible en: <http://gelechioidea.info/index.html>

CALDERON, R.; BAREA, O.; RAMOS, J.; CRESPO, L.; BEJARANO, C.; HERBAS, J.; LINO, V. 2002. Desarrollo de componentes del manejo integrado de las polillas de la papa (*Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*) en Bolivia y el Bioinsecticida Baculovirus (MATAPOL). Fundación PROINPA-Proyecto PAPA ANDINA. Cochabamba, Bolivia.

CARVAJAL, C. 1992. Las polillas de la papa: Características diferenciación y aspectos de manejo integrado. IBTA-PROINPA. Cochabamba-Bolivia.14p.

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP). 1991. La feromona sexual en el control de la palomilla de la papa. Boletín. Lima – Perú.

CERVANTES, P. M. E. 2000. “Ciclo biológico, etológico y control de la polilla de la papa (*Symmetryschema tangolias*)”. Tesis de grado, Universidad Mayor Real y pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Carrera de Ingeniería Agronómica, Sucre - Bolivia, pp 1-121.

CISNEROS, F. 1995. Control de plagas Agrícolas. Lima, pp 26, 272-279

CISNEROS, F. 1980. Principios del control de las plagas agrícolas, Lima – Perú Universidad Nacional Agraria “La Molina”. Grafica Pacific Press. 189p.

ESPIÑOZA, E. H. 1999. Transferencia de tecnología del control biológico de la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*), utilizando (*Baculovirus phthorimaea*) en la comunidad de Huaraco. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz - Bolivia. 4 – 11p.

ENZ M., DACHLER CH. 1998. “Compendio para la identificación de los estadios fenológicos de especies mono- y dicotiledóneas cultivadas escala BBCH extendida, Ed. Novartis, BASF Bayer Novartis, Bogota - Colombia. pp 41-47

FIGUEROA, V. M. C. 2004. “Fluctuación poblacional de tres tipos de polillas de la papa, en la provincia Aroma (Centro Belén, Challapata y Tarakollu) del departamento de la Paz”. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. 95p.

GALLO, D. 1988. Manual de entomología agrícola. 2da Edición. Universidad de Sao Paulo. Departamento de Entomología. CERES. Sao Paulo, Brasil. 52p.

GRAJEDA, R. E. R. 2000. “Fluctuación poblacional y control químico de las polillas de la papa *Phthorimaea operculella*, *Paraschema detectendum* y *Eurysacca melanocampta* en el Cantón Vacas”. Tesis de grado, Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias “MARTIN CARDENAS”, Cochabamba – Bolivia, pp 1-89.

JORDAN, M. 1995. Diversidad de especies, daños ocasionados y algunos aspectos de la dinámica poblacional de áfidos en papa en Huaraco provincia Aroma, la Paz. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia, 16-18pp.

LIZARRA, A. 2000 “Control Etológico” Edit. Gráfica Sttefany S.R. Ltda. Lima – Perú, pp. 73 – 78

ORTEGA, C. E.; FERNANDEZ, S. 1995. Manejo integrado de la polilla minadora de la papa *Phthorimaea operculella* Zeller. Maracay, Ven. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias/Programa Cooperativo de Investigación en la Zona Andina. 64p.

PACHECO, V. C. 1997. Caracterización preliminar del germoplasma de papa amarga (*Solanum juzepzukii* y *Solanum curtilobum*) de la Estación Experimental de Patacamaya. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia, 13 – 119 pp.

PARDAVE, C. 2004. Cultivo y comercialización de papa,. Primera edición. Perú. Editorial Palomino E.I.R.L. pp 133.

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN DE LA PAPA (PROINPA). 1998. Informe Anual (1996 – 1997), Cochabamba – Bolivia.

POVOLNY, D.; VALENCIA, L. 1986. Una palomilla de papa nueva para Colombia. En: Valencia, L. Control Integrado de Plagas. Bogotá, Colombia. CIP – ICA. p 33 – 35.

RAMAN, K. V.; BOOTH, R. H. 1986. Evaluación de tecnología para el control integrado de la palomilla de la papa. Serie de Evaluación de tecnología N° 12, Lima, Perú, CIP. 21p.

ROCABADO, S. J. C. 2001. Control de la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* y *Symmtryschema tangolias* (Lepidoptera: Gelechiidae) utilizando *Bacillus thuringiensis*. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba – Bolivia, 56p.

ROCHA, R.; BYERLY, K.; BUJANOS M, R.; VILLAREAL, M. 1990. Manejo Integrado de la palomilla de la Papa *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) en Bajío, Mexico. D. F., INIAF/PRECODEPA. 52p.

RUIZ, D.M. 1998. “Estudio sobre los factores bióticos y abióticos que influyen en los Parasitoides endémicos de polillas de papa y afijos en el Altiplano central”. Tesis de grado, U.M.S.A., Facultad de Agronomía, La Paz – Bolivia pp. 5 – 30.

SIBTA. (Sistema Boliviano de Tecnología Agropecuaria) 2006. Manejo Integrado de plagas. Poligraf. Cochabamba – Bolivia.

SILVEIRA, N.; NAKANO, O. 1976. Manual de ecología de los insectos. Sao Paulo, Brasil. CERES. 420p.

VERA V., JARANDILLA C. 2009, “Estudio de plagas emergentes por el cambio climático en los cultivos de papa y quinua (conocimiento local)”, Working Paper N° 02-09, Sustainable Agriculture and Natural Resource Management Collaborative Research Support Program, Perú. pp 38-40.

VALENCIA, L. 1988. Curso internacional sobre manejo integrado de las palomillas. Seguimiento de las poblaciones de campo de las palomillas de papa y su importancia en el programa de manejo integrado. Bogotá, Colombia. pp. 34-40.

VALENCIA, L. 1986. Memorias del curso sobre control integrado de plagas de papa. Centro Internacional de la Papa (CIP)-Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). p. 25-32,

VALLEJOS, J. 1990. Dinámica Poblacional de insectos plaga en papa, en el valle de Mizque. Tesis de grado. Facultad de ciencias Agrícolas y Pecuarias “Martín Cárdenas”. Universidad Mayor de san Simón. Cochabamba –Bolivia. pp. 18-20.

UNZUETA, O. 1975. “Mapa ecológico de Bolivia, Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios”. Ed. Personal de la oficina de información técnica del MACA, pp. 171 – 173.

YABAR, Y. CESPEDES, F. 1991. Guía de campo para identificación de larvas de insectos que atacan a la papa. Estación Experimental Cuzco.

ZANABRIA, E. y BANEGAS, M.1997. Entomología Económica Sostenible. Plagas de los cultivos andinos papa y quinua y el Manejo Agroecológico en los ecosistemas frágiles de la Región Andina. Primera Edición. Puno-Perú. Pp 187

ZONISIG. 1998. Proyecto Zonificación Agroecológica y establecimiento de una base de datos y Red de Sistemas de Información Geografita en Bolivia. Prefectura del Departamento de La Paz – Bolivia, 56 – 58 pp.

ANEXOS

1. Temperatura máxima (° C)

Los datos se obtuvieron del Servicio Nacional e Hidrológica Departamento de Agrometeorología de la Estación de Patacamaya, Provincia Aroma del departamento de La Paz.

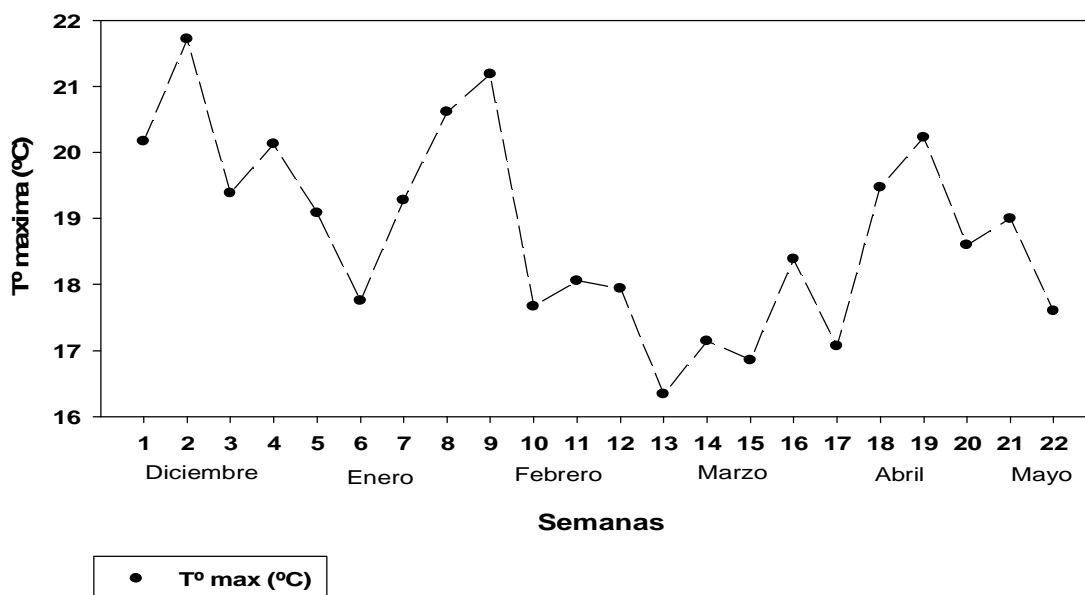


Grafico 1. Promedios semanales de temperatura máxima de la gestión Noviembre 2006 a Abril 2007.

2. Temperatura mínima (° C)

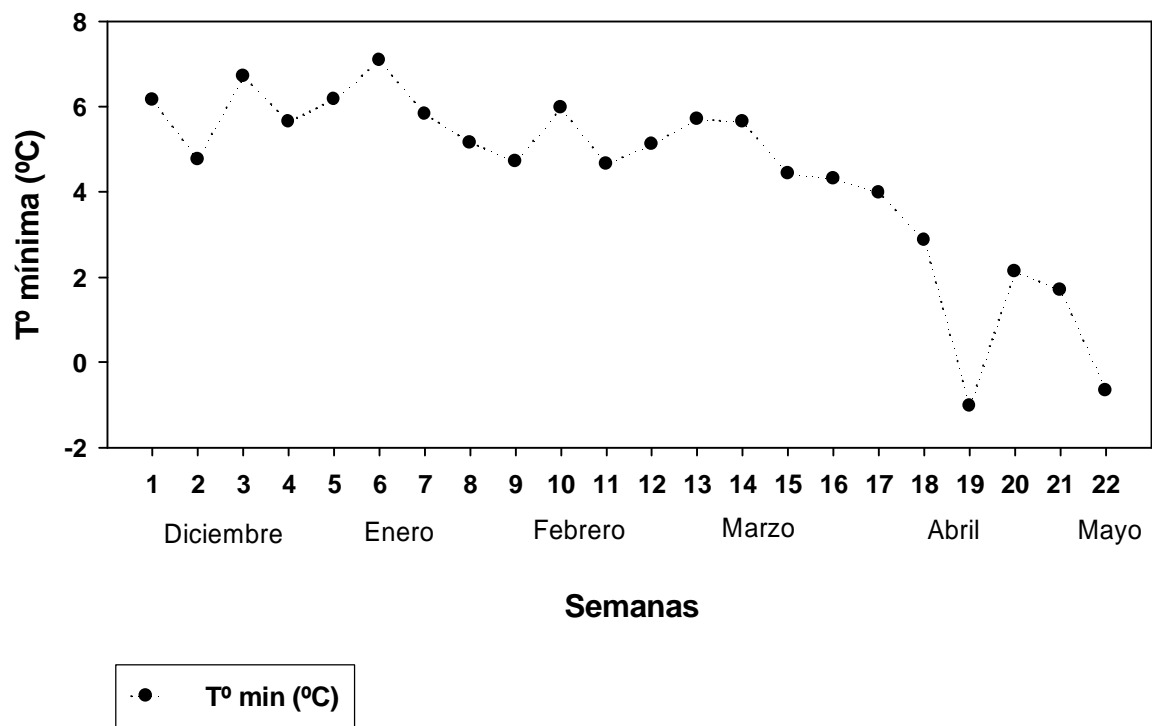


Grafico 2. Promedios semanales de Temperatura mínima de la gestión Noviembre 2006 a Abril 2007.

3. Humedad Relativa (%)

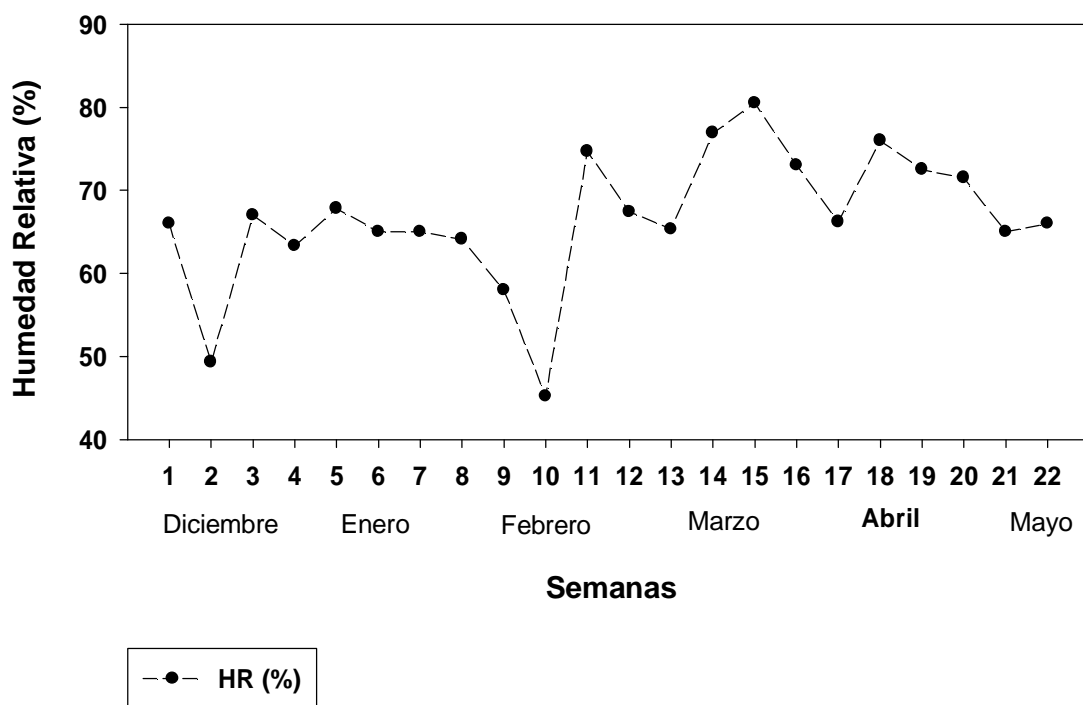


Grafico 3. Promedios semanales de Humedad Relativa de la gestión Noviembre 2006 a Abril 2007

4. Precipitación pluvial (mm)

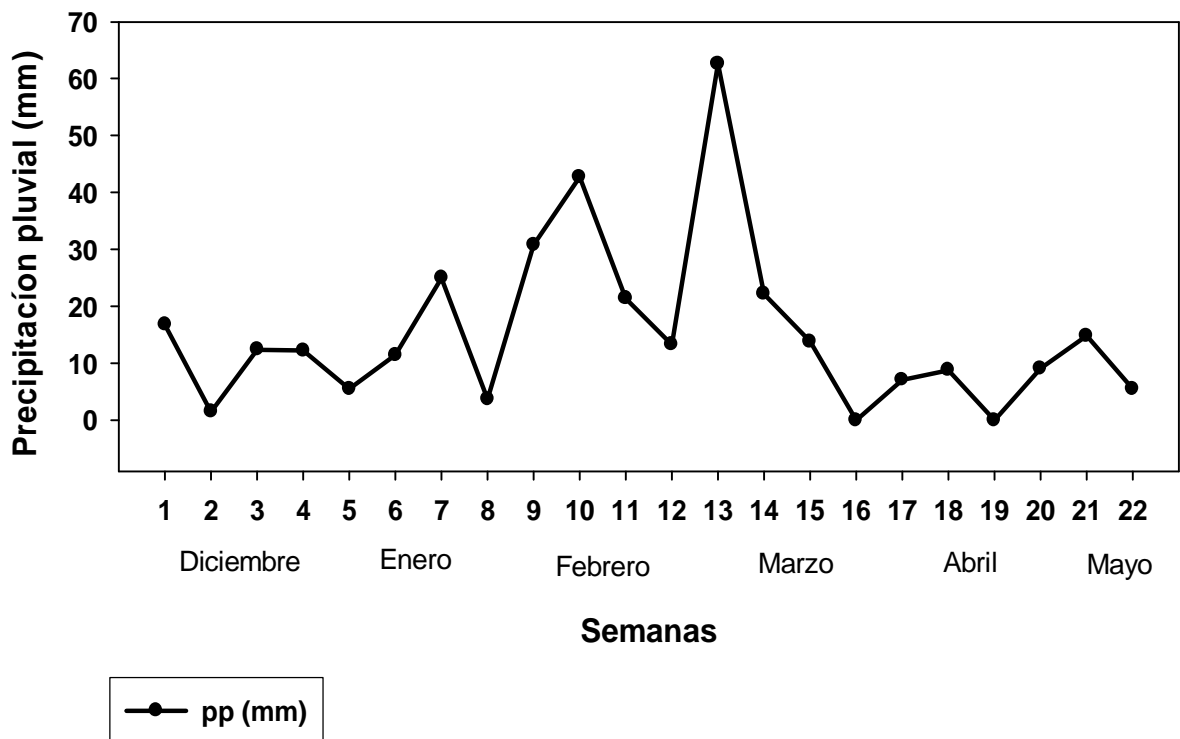


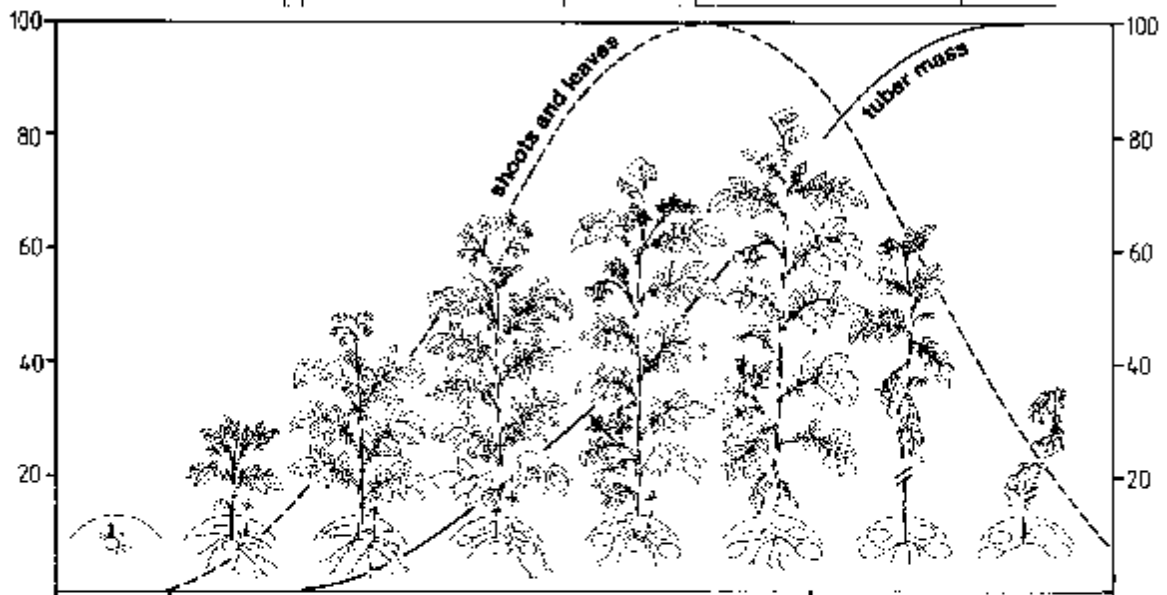
Grafico 4. Lecturas diarias de Precipitación pluvial (mm) de la gestión noviembre 2006 a Abril 2007

Papa (*Solanum tuberosum* L.)

Codificación BBCH de los estadios fenológicos de desarrollo de la papa

The 2-digit decimal code

0 Sprouting			1 Leaf development				5 Inflorescence emergence			6 Flowering				7 Development of fruit				8 Ripening of fruit and seed			9 Senescence																										
01	06	09	11	15	19	51	55	59	61	65	69	71	75	79	81	85	89	91	93	96	97																										
						Tuber formation																																									
						40						41						45						47						48						49						%					



0 Sprouting			1 Leaf development main stem				5 Inflorescence emergence main stem				6 Flowering main stem				7 Development of fruit main stem				8 Ripening of fruit and seed main stem			9 Senescence			
001	005	009	101	105	109	501	505	509	601	605	609	701	705	709	801	805	809	901	903	905	907				
			2nd order				2nd order				2nd order				2nd order										
			3rd order				3rd order				3rd order				3rd order										
			4th order				4th order				4th order				4th order										
			5th order				5th order				5th order				5th order										
			6th order				6th order				6th order				6th order										
			7th order				7th order				7th order				7th order										
			8th order				8th order				8th order				8th order										
			9th order				9th order				9th order				9th order										
			10th order				10th order				10th order				10th order										
			11th order				11th order				11th order				11th order										
			12th order				12th order				12th order				12th order										
			13th order				13th order				13th order				13th order										
			14th order				14th order				14th order				14th order										
			15th order				15th order				15th order				15th order										
			16th order				16th order				16th order				16th order										
			17th order				17th order				17th order				17th order										
			18th order				18th order				18th order				18th order										
			19th order				19th order				19th order				19th order										
			20th order				20th order				20th order				20th order										
			21st order				21st order				21st order				21st order										
			22nd order				22nd order				22nd order				22nd order										
			23rd order				23rd order				23rd order				23rd order										
			24th order				24th order				24th order				24th order										
			25th order				25th order				25th order				25th order										
			26th order				26th order				26th order				26th order										
			27th order				27th order				27th order				27th order										
			28th order				28th order				28th order				28th order										
			29th order				29th order				29th order				29th order										
			30th order				30th order				30th order				30th order										
			31st order				31st order				31st order				31st order										
			32nd order				32nd order				32nd order				32nd order										
			33rd order				33rd order				33rd order				33rd order										
			34th order				34th order				34th order				34th order										
			35th order				35th order				35th order				35th order										
			36th order				36th order				36th order				36th order										
			37th order				37th order				37th order				37th order										
			38th order				38th order				38th order				38th order										
			39th order				39th order				39th order				39th order										
			40th order				40th order				40th order				40th order										
			41st order				41st order				41st order				41st order										
			42nd order				42nd order				42nd order				42nd order										
			43rd order				43rd order				43rd order				43rd order										
			44th order				44th order				44th order				44th order										
			45th order				45th order				45th order				45th order										
			46th order				46th order				46th order				46th order										
			47th order				47th order				47th order				47th order										
			48th order				48th order				48th order				48th order										
			49th order				49th order				49th order				49th order										
			50th order				50th order				50th order				50th order										
			51st order				51st order				51st order				51st order										
			52nd order				52nd order				52nd order				52nd order										
			53rd order				53rd order				53rd order				53rd order										
			54th order				54th order				54th order				54th order										
			55th order				55th order				55th order				55th order										
			56th order				56th order				56th order				56th order										
			57th order				57th order				57th order				57th order										
			58th order				58th order				58th order				58th order										
			59th order				59th order				59th order				59th order										
			60th order				60th order				60th order				60th order										
			61st order				61st order				61st order				61st order										
			62nd order				62nd order				62nd order				62nd order										
			63rd order				63rd order				63rd order				63rd order										
			64th order				64th order				64th order				64th order										
			65th order				65th order				65th order				65th order										
			66th order				66th order				66th order				66th order										
			67th order				67th order				67th order				67th order										
			68th order				68th order				68th order				68th order										
			69th order				69th order				69th order				69th order										
			70th order				70th order				70th order				70th order										
			71st order				71st order				71st order				71st order										
			72nd order				72nd order				72nd order				72nd order										
			73rd order				73rd order				73rd order				73rd order										
			74th order				74th order				74th order				74th order										
			75th order				75th order				75th order				75th order										
			76th order				76th order				76th order				76th order										
			77th order				77th order				77th order				77th order										
			78th order				78th order				78th order				78th order										
			79th order				79th order				79th order				79th order										
			80th order				80th order				80th order				80th order										
			81st order				81st order				81st order				81st order										
			82nd order				82nd order				82nd order				82nd order										
			83rd order				83rd order				83rd order				83rd order										
			84th order				84th order				84th order				84th order										
			85th order				85th order				85th order				85th order										
			86th order				86th order				86th order				86th order										
			87th order				87th order				87th order				87th order										
			88th order				88th order				88th order				88th order										
			89th order				89th order				89th order				89th order										
			90th order				90th order				90th order				90th order										
			91st order				91st order				91st order				91st order										
			92nd order				92nd order				92nd order				92nd order										
			93rd order				93rd order				93rd order				93rd order										
			94th order				94th order				94th order				94th order										
			95th order				95th order				95th order				95th order										
			96th order				96th order				96th order				96th order										
			97th order				97th order				97th order				97th order										

5. Planillas de evaluación para el levantamiento de población de polillas

Planilla N°.....							
Provincia:		Municipio:			Comunidad:		
Cultivo:		Cultivo anterior:					
N° de parcela	Fecha	N° de trampa	<i>S. tangolias</i>	<i>P. detectendum</i>	<i>P. operculella</i>	Otros	Observaciones
1							
2							
3							
1							
2							
3							