UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

TESIS DE GRADO

ANALISIS DE LA DINAMICA POBLACIONAL DE LA POLILLA DE PAPA (*Phthorimaea operculella*) EN TRES COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE ANCORAIMES

Nelly Lourdes Calle Kantuta

La Paz – Bolivia

2009

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

ANALISIS DE LA DINAMICA POBLACIONAL DE LA POLILLA DE PAPA (*Phthorimaea operculella*) EN TRES COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE ANCORAIMES

Tesis de Grado Presentado como requisito
para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo

Nelly Lourdes Calle Kantuta

Asesor:

Ing. Agr. Teresa Ruiz Díaz Luna Pizarro ……

Tutor:

Ing. Agr. Mirco J. Peñaranda Morante …….

Tribunal Examinador:

Ing. Msc. Celia Fernández Chávez ……..

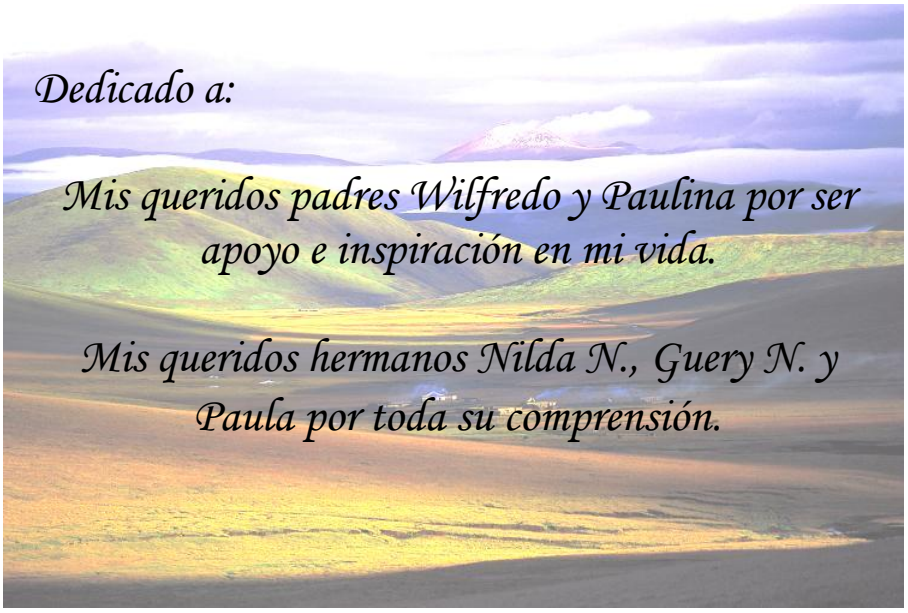
Ph. D. David Cruz Choque ……

Ph. D. Abul Kalam Kurban ……

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador: ...……

2009


Dedicado a:
Mis queridos padres Wilfredo y Paulina por ser apoyo e inspiración en mi vida.
Mis queridos hermanos Nilda N., Guery N. y Paula por toda su comprensión.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis agradecimientos:

A Dios por ser fuerza, esperanza y certeza en los momentos de desesperación.

A la Universidad Mayor de San Andrés, a la Facultad de Agronomía, y a los docentes quienes han hecho posible mi formación profesional. Al Instituto de Investigaciones Agropecuarias dirigido por el Ing. Jorge Cusicanqui.

A la Ing. Teresa Ruiz Díaz, asesora del presente trabajo, quien me ha brindado su apoyo profesional y valiosas observaciones durante la realización del mismo.

Al Ing. Mirco Peñaranda Morante, por la paciencia y constancia en la tutoría del presente trabajo. Al Ing. Eduardo Oviedo, por los consejos, observaciones y sugerencias realizadas para el presente trabajo.

A los miembros del tribunal revisor: Ing. Celia Fernández Chávez, Ph. D. David Cruz Choque, Ph. D. Abul Kalam Kurban, quienes aportaron conocimientos valiosos para la conclusión de este trabajo.

A las comunidades del municipio de Ancoraimes Chinchaya, Calahuancane Baja y Chojñapata, en especial a las señoras: Mónica, Verónica, Hermana María, los señores: Carlos Quispe, Juan Mamani, Teodoro Canaza, Pascual, Apolinar, Pedro y sus familias.

A los Ingenieros Justina Condori, Roberto Miranda por su colaboración constante. A los compañeros del proyecto: Judith Aguilar, Blas Mamani, Julio Sarmiento, Elvio Herrera, Edwin Torrez, por su amistad y apoyo durante el trabajo. A los compañeros y amigos de la Facultad de Agronomía: Paola Alave, Kattya Mariaca, Timna Villazón, Jorge, Kendy Cárdenas, Brígida Carvajal, Patricia Thola, Eddy Quino, Edwin Ticona (Guss), Gonzalo Condori, Rodrigo Cruz, Remberto Maquera, Luís Asturrizaga.

Amigos del taller de vídeo (TAVIA) Ángel, Freddy Martín, Freddy Esteban, Boris por su amistad durante toda la carrera.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

Índice de contenido i

Índice de Tablas v

Índice de Figuras vi

Resumen… viii

INDICE DE CONTENIDO

Pag.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN 1

1.1. Objetivos 3

1.1.1. Objetivo general 3

1.1.2. Objetivos específicos 3

CAPITULO II

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... 4

2.1. Origen de la polilla de papa..... 4

2.1.1. Hábitos de la polilla de papa 4

2.1.2. Alimentación..... 5

2.1.3. Hospedero..... 5

2.2. La polilla de papa 6

2.2.1. *Phthorimaea operculella (zeller)*..... 6

2.2.1.1. Ciclo biológico 6

a. Huevo..... 7

b. Larva 7

c. Pre pupa..... 8

d. Pupa..... 8

e. Adulto 9

2.2.2. *Symmetrischema tangolias (gyen)* 9
2.2.2.1. Ciclo biológico 9
a. Huevo 10
b. Larva 10
c. Pre pupa 11
d. Pupa 11
e. Adulto 11
2.2.3. Distribución geográfica de la polilla de papa 12
2.2.4. Daño 14
2.2.5. Métodos de control de la polilla de papa 14
2.2.5.1. Control etológico 14
2.2.5.2. Control cultural 15
2.2.5.3. Control químico 15
2.2.5.4. Control biológico 15
2.2.5.5. Control integrado mip 16
2.2.6. Dinámica poblacional de las plagas 16
2.2.6.1. Dinámica de dispersión 17
2.2.6.2. Dinámica de densidad 17
2.2.6.3. Dinámica del crecimiento poblacional 17
2.2.7. Fluctuación poblacional 18
2.2.8. Muestreo de las poblaciones de insectos 18
2.2.9. Tipos de muestreo 19
2.2.10. Técnicas de muestreo para insectos en el agro ecosistema 19
2.2.11. Conteo visual de larvas de *Phthorimaea* 19
2.2.12. Trampas con feromonas para adultos de *Phthorimaea* 20
2.2.13. Colecta de insectos 20
2.2.14. Equipo de colecta 21
2.3. El cultivo de la papa 21
2.3.1. Origen 22
2.3.2. Distribución 22
2.3.3. Fases fenológicas de la papa 23

2.4. Cambio climático 25
2.4.1. Respuesta de las comunidades y ecosistemas 26
A. Interacción entre plantas y animales 26
B. Respuesta de las plagas 26
CAPITULO III
3. LOCALIZACIÓN 27
3.1. Ubicación geográfica 27
3.2. Características climáticas 29
3.2.1. Temperatura 29
3.2.2. Precipitación 29
3.2.3. Viento 29
3.2.4. La humedad relativa del ambiente 29
CAPITULO IV
4. MATERIALES Y MÉTODOS 30
4.1. Material experimental 30
4.1.1. Material vegetal 30
4.1.2. Material de campo 30
4.1.3. Material de laboratorio 30
4.2. Localización de las parcelas 30
4.2.1. Descripción agroecológica 31
4.2.2. Metodología de estudio 31
4.2.2.1. Siembra 31
4.2.2.2. Construcción de trampas 32
4.2.2.3. Instalación de trampas 32
4.2.2.4. Monitoreo 33
4.2.3. Modelo estadístico 34
4.2.3.1. Labores culturales 37
a. Deshierbe 37
b. Aporque 37
c. Riego 37
d. Cosecha 38

CAPITULO V
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 39
5.1. Identificación y cuantificación de especies de la polilla de papa 39
5.1.1. Dinámica poblacional 42
5.2. Análisis de correlación entre po blaciones de polillas y factores climáticos 49
5.3. Porcentaje de daño en tubérculos 66
5.4. Otros resultados encontrados 67
CAPITULO VI
6. CONCLUSIONES 69
CAPITULO VII
7. RECOMENDACIONES 71
CAPITULO VIII
8. BIBLIOGRAFIA 72
ANEXOS 77

INDICE DE TABLAS

Pag.

Tabla 1 Para determinar el daño en tubérculos 36

Tabla 2 Comparación de las observaciones realizada en la identificación de la especie *Phthorimaea operculella* 39

Tabla 3 Comparación de las observaciones realizada en la identificación de la especie *Symmetrischema tangolias*..... 40

Tabla 4 Presencia de polillas en las fases del cultivo de papa 46

Tabla 5 Porcentaje de daño en tubérculos que se tuvieron en las comunidades 66

Tabla 6 Enfermedades encontradas en la evaluación de la cosecha 67

INDICE DE FIGURAS

Pag.

Figura 1 *Phthorimaea operculella (Zeller)* 7
Figura 2 *Symmetrischema tangolias (Gyen)*..... 10
Figura 3 Mapa de distribución de la polilla de papa en los distintos departamentos de Bolivia..... 13
Figura 4 Fases fenológicas del cultivo de papa var. Waycha paceña (*Solanum tuberosum* L. ssp. 24
Figura 5 Localización del área de estudio en las comunidades de Ancoraimes..... 28
Figura 6 Dinámica poblacional de *P. operculella y S. tangolias* en la comunidad de Chojñapata 42
Figura 7 Dinámica poblacional de *P. operculella y S. tangolias* en la comunidad de Calahuncane Baja 43
Figura 8 Dinámica poblacional de *P. operculella y S. tangolias* en la comunidad de Chinchaya 45
Figura 9 Presencia de *Phthorimaea operculella* en las distintas fases del cultivo de laen las tres comunidades en estudio 47
Figura 10 Presencia de *Symmetrischema tangolias* en las distintas fases del cultivo de papa en las tres comunidades en estudio 48
Figura 11 Precipitación en la zona de estudio en la gestión agrícola 2006 - 2007.. 50
Figura 12 Precipitación vs. Presencia de polillas en la comunidad de Chojñapata . 51
Figura 13 Precipitación vs. Presencia de polillas en la comunidad de Calahuancane Baja 52
Figura 14 Precipitación vs. Presencia de polillas en la comunidad de Chinchaya... 53
Figura 15 Temperatura promedio semanal en la zona de estudio en la Gestión agrícola 2006 – 2007..... 54
Figura 16 Temperatura vs. Presencia de polillas en la comunidad de Chojñapata . 55
Figura 17 Temperatura vs. Presencia de polillas en la comunidad de Calahuancane Baja 56
Figura 18 Temperatura vs. Presencia de polillas en la comunidad de Chinchaya... 57

Figura 19 Humedad relativa registrada en la zona de estudio en la Gestión agrícola 2006 – 2007 58
Figura 20 Humedad Relativa vs. Presencia de polillas en la comunidad de Chojñapata 59
Figura 21 Humedad Relativa vs. Presencia de polillas en la comunidad de Calahuancane Baja 60
Figura 22 Humedad Relativa vs. Presencia de polillas en la comunidad Chinchaya61
Figura 23 Radiación Solar registrada en la zona de estudio en la Gestión agrícola 2006 – 2007 62
Figura 24 Radiación solar vs. Presencia de polillas en la comunidad de Chojñapata 63
Figura 25 Radiación solar vs. Presencia de polillas en la comunidad de Calahuancane Baja 64
Figura 26 Radiación solar vs. Presencia de polillas en la comunidad de Chinchaya 65

RESUMEN

La presente investigación se realizó en las comunidades de Chinchaya, Calahuancane Baja y Chojñapata del municipio de Ancoraimes, pertenecientes a la provincia Omasuyos del departamento de La Paz.

El presente estudio describe la dinámica poblacional de *Phthorimaea operculella Zeller.* (Polilla de papa), en las tres comunidades. La captura de los lepidópteros se efectúo a través de la instalación de trampas amarillas con difusores de feromonas y solución de detergente en polvo, tomando un registro del número de individuos encontrados en las trampas.

Según los resultados obtenidos la mayor población de *Phthorimaea operculella* se presentó en la comunidad de Calahuancane Baja, a diferencia de la comunidad de Chojñapata en la cual se registro el menor número de individuos.

Se identificó en la presencia *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias* en la comunidad Chinchaya, corroborando de esta manera la presencia *Phthorimaea operculella* (Zéller) *y Symmetrischema tangolias* (Gyen).

Se registró a *Phthorimaea operculella* en las comunidades de Chinchaya, Calahuancane Baja y Chojñapata con una población semanal promedio de 42.4, 68.9 y 9.0, polillas/trampa/semana respectivamente. Y a *Symmetrischema tangolias* se registró con promedios semanales de 11.0, 5.2 y 5.8 adultos/trampa/semana respectivamente.

Las correlaciones con respecto a la precipitación y humedad relativa en las comunidades de estudio nos dan a conocer que existe una correlación menor y en algunos casos negativa no significativa.

En Chojñapata para la especie *Phthorimaea operculella* presenta una correlación significativa de r= 0.442 y *Symmetrischema tangolias,* r =0.702 altamente significativo. Y en las comunidades de Calahuancane Baja y Chinchaya es altamente significativo para la especie *Symmetrischema tangolias.*

No se obtuvo datos significativos dentro el análisis de correlación entre el número de polillas y la radiación solar.

El daño en cosecha es de 0.25% para la comunidad de Calahuancane Baja y 0% para las comunidades de Chinchaya y Chojñapata, obteniéndose daño en tubérculos por el gorgojo de los Andes.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

En Bolivia la papa se cultiva en diferentes pisos ecológicos, desde los 400 msnm hasta los 4500 msnm, por su constante demanda en el mercado se cultiva en distintas épocas del año. El cultivo de papa representa el 50 % de las unidades agropecuarias, constituyendo el 10 % de la superficie nacional cultivada lo cual significa el 13 % del valor bruto agropecuario.

Una de las plagas más importantes es la polilla de papa que produce hasta 80% de daño y pérdidas durante el almacenamiento. La situación se agrava más aún si se tiene en cuenta que el 97.5% de los agricultores producen su propia semilla por lo menos dos años, facilitando de esta manera su propagación.

Para disminuir el daño ocasionado por la polilla de papa, los agricultores aplican insecticidas químicos tanto en el cultivo como en almacén, permaneciendo directa e indirectamente expuestos a la acción de los plaguicidas, algunos productores emplean el control tradicional como el uso de ceniza o plantas repelentes con baja eficiencia.

La polilla de papa alcanzó mucha importancia en los últimos años debido a su rápida dispersión a través de flujos inadecuados como tubérculos-semilla. *Phthorimaea operculella,* es la especie de mas amplia distribución a nivel mundial, es una especie típica de zonas cálidas, pero también se le encuentra en zonas altas como el altiplano su distribución altitudinal es de 0 a 4.000 msnm.

A nivel mundial el incremento o reducción de las poblaciones también se ve influenciado por el fenómeno del cambio climático, el cual representa un riesgo en la producción y los avances conseguidos hasta hoy.

Los efectos perjudiciales del cambio climático ya son evidentes, es un fenómeno mundial, su impacto negativo es sufrido más intensamente por las personas y países pobres, debido a su considerable dependencia de los recursos naturales y a su

limitada capacidad para enfrentarse a la variabilidad y los fenómenos climáticos extremos.

Phthorimaea operculella y Symmetrischema Tangolias, se encuentra ampliamente distribuidas en zonas de valles templados y mesotérmicos donde el medio ambiente es propicio para su desarrollo. Aunque ambas especies afectan al cultivo de la papa a nivel del follaje, el principal daño se localiza en los tubérculos, tanto en campo como en almacén.

Los efectos del cambio climático son mas evidente en los factores climáticos como el aumento de la temperatura, y como respuesta a este fenómeno, se estima que los patrones de precipitación global, también se alteren, y como respuestas se modifiquen los ecosistemas, lo cual a su vez, puede traducirse en desequilibrios económicos por los daños que las plagas realizan en diferentes cultivos.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

- ✓ Analizar la dinámica poblacional de la polilla de papa (*Phthorimaea operculella*) en el municipio de Ancoraimes en las comunidades de Chinchaya, Calahuancane Baja y Chojñapata.

1.1.2. Objetivos específicos

- ✓ Identificar y cuantificar las especies de polilla de papa que se presentan en las tres comunidades de estudio.
- ✓ Determinar la dinámica poblacional de la polilla de papa mediante el monitoreo directo y por trampeo en el cultivo de papa.
- ✓ Correlacionar la dinámica poblacional de la polilla de papa con respecto a parámetros climáticos.
- ✓ Estimar el daño económico en la cosecha y post cosecha realizado por la polilla.

CAPITULO II

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Las causas de los problemas en el cultivo de papa, es que el agricultor conoce muy poco sobre esta plaga, no conoce sus ciclos de vida, ni su comportamiento.

2.1. Origen de la polilla de papa

Calderón (2002) cita a Radcliffe (1982), quien especula que *Phthorimaea operculella* (Zéller*),* se había originado en América del Norte, al Sureste de Estados Unidos, actualmente, se la considera originaria de las áreas subtropicales húmedas de América del Sur, considerando que los principales hospedantes, papa y tabaco, tienen su centro de origen en áreas del continente y además un amplio complejo de enemigos naturales se localiza al este de Los Andes.

Symmetrischema tangolias (Gyen) fue reportada por primera vez en América del Sur en el valle del Mantaro (Perú) (Alcazar *et. al*., 1982) y después en otras zonas de Los Andes del Perú, Bolivia y Colombia (Griepink & Visser, 1996).

2.1.1. Hábitos de la polilla de papa

Las polillas adultas tienen 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 o 3 días, después de la cópula, una hembra deposita alrededor de 108 huevos durante su vida (Calderón 2002).

En almacén, los huevos son depositados con preferencia cerca a las yemas de los tubérculos y pueden ser colocados en forma aislada o en grupos (Cisneros, 1980).

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 las yemas de la papa (Calderón 2002).

En el almacén el daño a los tubérculos es severo, las larvas ingresan por las yemas barrenan y realizan galerías donde depositan sus excrementos, éstas pueden salir e infestar otros tubérculos, El tubérculo dañado adquiere un sabor amargo y se arruga perdiendo su valor comercial. Cuando se corta una papa dañada se pueden encontrar pupas y larvas de diferentes estadios (Cisneros, 1980).

Previo al empupamiento se pueden observar larvas del último estadio caminando en las paredes, cajas y bolsas de los almacenes, en busca de un lugar para empupar, en las rajaduras de las paredes, en los techos de caña hueca, dentro de los tubérculos y a veces en los tallos.

Durante el día, el adulto se esconde en lugares sombreados, principalmente en la base de la planta de papa o malezas. Al atardecer inicia su desplazamiento mediante vuelos a baja altura (Calderón, 2002).

2.1.2. Alimentación

Las larvas recién emergidas minan las hojas y a medida que se desarrollan afectan a los brotes uniéndolos con hilos de seda.

La especies *P. operculella* barrena las ramas terminales y minan la superficie de la base del tallo. Al finalizar el periodo vegetativo pueden ovipositar directamente sobre las yemas de los tubérculos cuando estos están expuestos.

El adulto se alimenta de exudados de la planta de papa. Sin embargo puede vivir sin alimentarse (Calderón, 2002).

2.1.3. Hospedero

La polilla ataca únicamente hospederos de la familia Solanácea entre los cuales se tiene al tabaco (*Nicotiana tabacum*), tomate (*Licopersicum esculentum*) y berenjena

(*Solanum melongena*). Especies silvestres también pueden ser utilizadas como hospederos tales como otras especies de *Solanum*, *Capsicum*, *Fabiana*, *Lycium*, *Nicandra* y *Hyoscyamus*.

Las plantas hospederas adquieren un papel importante en la sobrevivencia de este insecto. La polilla de la papa tiene como hospedero además al tomate (hojas y frutos), tabaco (hojas), pimientos (hojas y frutos), berenjena (hojas y frutos) y ají (hojas y frutos), también causa daños a la maleza chamico (*Datura stramonium*) (Grajeda, 2000).

2.2. La polilla de papa

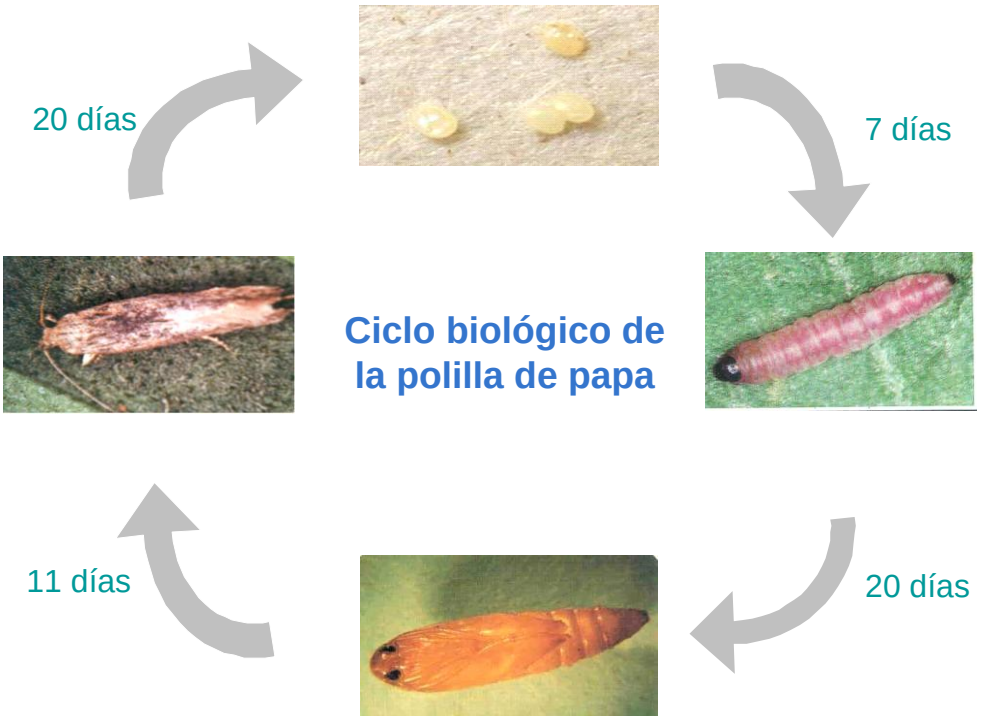
Esta plaga inicia su ataque cuando la papa principia el proceso de tuberización. Según Gallo et al, (1988), la posición taxonómica de la polilla de la papa es la siguiente: Reino animal; Phylum: Arthropoda; Superclase: Hexapoda; Calse: Insecta; Orden: Lepidoptera; Suborden: Ditrysia; Superfamilia: Gelechioidea; Familia: Gelechiidae; Genero: ***Phthorimaea;*** Especie: ***operculella*** *Zeller* (1873). Nombre común: Polilla de papa, palomilla, Tuta. (Calderón, 2002).

2.2.1. *Phthorimaea operculella (Zeller)*

Una de las principales plagas que afecta la papa en campo y almacén es la polilla, en Latinoamérica el término “polilla de la papa” involucra a especies de lepidóptera de la familia Gelechiidae.

2.2.1.1. Ciclo biológico

Phthorimaea operculella presenta cuatro fases de desarrollo como se observa en la Figura 1, como cualquier insecto lepidóptero la polilla de papa tiene un ciclo de vida completo, lo cual significa que pasa por los estadios de huevo, larva, pupa y adulto.



Fuente: PROINPA (2006)

Figura 1 *Phthorimaea operculella (Zeller)*

a. Huevo

Chura (1992) y Salas (1992), indican que, los huevecillos son de forma elíptica, la superficie es lisa con un extremo ligeramente más ancho que el otro, presentan un color blanco aperlado cuando están recién ovipositados, tornándose amarillos y luego negros antes de la eclosión.

Miden aproximadamente un promedio de 0.53 milímetros de longitud y 0.37 milimetros de ancho en la parte media. Los huevos pueden ser depositados individualmente o en pequeños grupos (Chura & Salas, 1992).

b. Larva

Salas (1992), menciona que las larvas son del tipo eruciforme, recién salidas del huevo son de color crema claro, transparentes, viéndose fácilmente el interior de la cavidad del cuerpo.

Zenner (1986), citado por Chura (1992), indica que las larvas recién nacidas miden aproximadamente 1 mm y al terminar su último estadio aproximadamente 11.6 mm de longitud, y 2.47 mm de ancho.

c. Pre pupa

Una vez completado el período larval se inicia la fase de pre pupa, la cual ocurre entre 9 y 10 días después de la eclosión. Para empupar la larva abandona la galería y adquiere una coloración rosada, empieza a confeccionar con seda, restos de heces y epidermis del tubérculo la cámara donde se desarrollará la pupa, posteriormente se torna verde, comienza a aletargarse y a acortarse en longitud, muda por última vez y toma la forma característica de una pupa obtecta, verdosa con zonas claras (Gamboa & Notz, 1990).

d. Pupa

Al acercarse al final del último estadio la cabeza es de color marrón oscuro, el dorso es de coloración rosácea o verdosa y el resto del cuerpo varia de blanco a amarillo con manchas oscuras rosadas. Abandona el tubérculo y fabrica un capullo de seda de color grisáceo, dentro del cual se transforma en pupa, siendo la larva, la única fase dañina de la polilla (Chura, 1992 y López - Ávila, 1988).

Las pupas son de color marrón claro, los machos miden aproximadamente 8.69 mm de largo 2.21 mm de ancho y las hembras 9.01 mm de longitud y 2.85 mm de ancho (Chura, 1992).

Las pupas se encuentran en el campo, sobre material vegetal seco en el suelo, sobre tubérculos expuestos y atacados, tanto en campo como en el almacenamiento, en las ranuras de las paredes y pisos de las bodegas y entre los empaques (Zenner, 1986).

e. Adulto

De color pajizo, fácilmente confundible con otros de la misma familia, el cuerpo mide aproximadamente 9.86 mm la envergadura alar es de 14.3 a 17.8 mm, las alas anteriores son de color blanco-grisáceo con pequeñas manchas oscuras y borde angosto de pelos en el margen posterior y hacia las puntas; las alas posteriores son blanco plomizo de borde ancho con pelos. Viven de 19 a 26 días, el tiempo de vida de las hembras es relativamente mayor al de los machos, con 1 a 3 días aproximadamente (Chura, 1992).

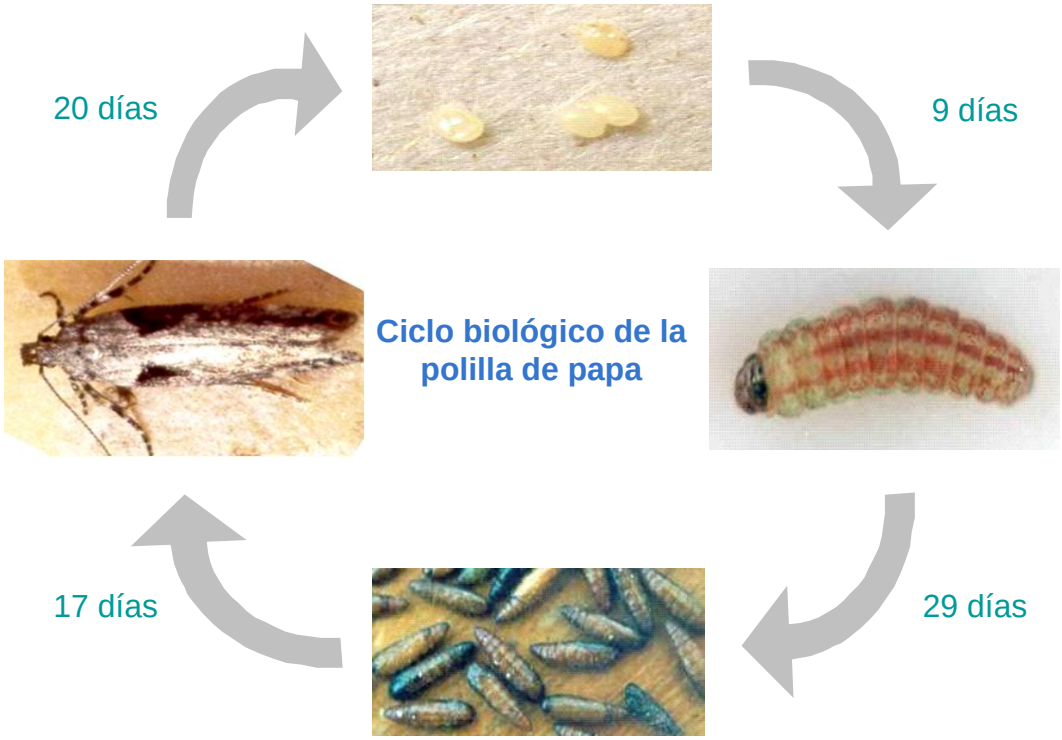
Una hembra oviposita de 100 a 130 huevos durante su vida, en la cual pone huevecillos durante 18 días, con un promedio de oviposición por día de 6.7 huevos. Aparentemente no existe lugar preferido de oviposición en la planta. Los huevos son depositados en forma individual, también se los encuentra en los desechos o directamente sobre la tierra (Chura, 1992).

2.2.2. *Symmetrischema tangolias (Gyen)*

Es una especie típica del área andina, esta polilla se ha constituido en un gran problema para los pequeños, medianos y grandes agricultores.

2.2.2.1. Ciclo biológico

El ciclo biológico de la polilla *Symmetrischema tangolias* presenta cinco fases de desarrollo diferenciados, huevo, larva, pre pupa, pupa y adulto. Se tiene bien definidas solo cuatro fases como se observa en la Figura 2, a continuación.



Fuente: PROINPA (2006)

Figura 2 *Symmetrischema tangolias (Gyen)*

a. Huevo

Los huevos son algo aplanados y elípticos, la superficie externa presenta estrías finas, en promedio mide 0.55 mm de largo y 0.26 mm de ancho. La duración promedio del período 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 brilloso, 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 (Calderón, 2002).

b. Larva

El estado larval presenta características bien definidas, las larvas son del tipo eruciforme, cuerpo blando y de forma cilíndrica, presentan tres pares de patas toráxicas y cinco pares de pseudopatas en el abdomen. Este estado tiene un período

de duración de 30.7 días desde la eclosión hasta antes del estado de pre pupa. Su tamaño varía de 1 a 12.5 mm de largo (Calderón, 2002).

c. Pre pupa

Este período se inicia cuando la larva se vuelve inactiva y sus procesos metabólicos se reducen al mínimo, la larva también se reduce de tamaño formando un capullo para empupar. La pre pupa en promedio mide 9.2 mm de largo y 2.5 mm de ancho, este estado dura 2.7 días (Andrew, 1999).

d. Pupa

La pupa al inicio del ciclo es verde y se pueden distinguir franjas guindas en su dorso, luego 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 (Calderón, 2002).

e. Adulto

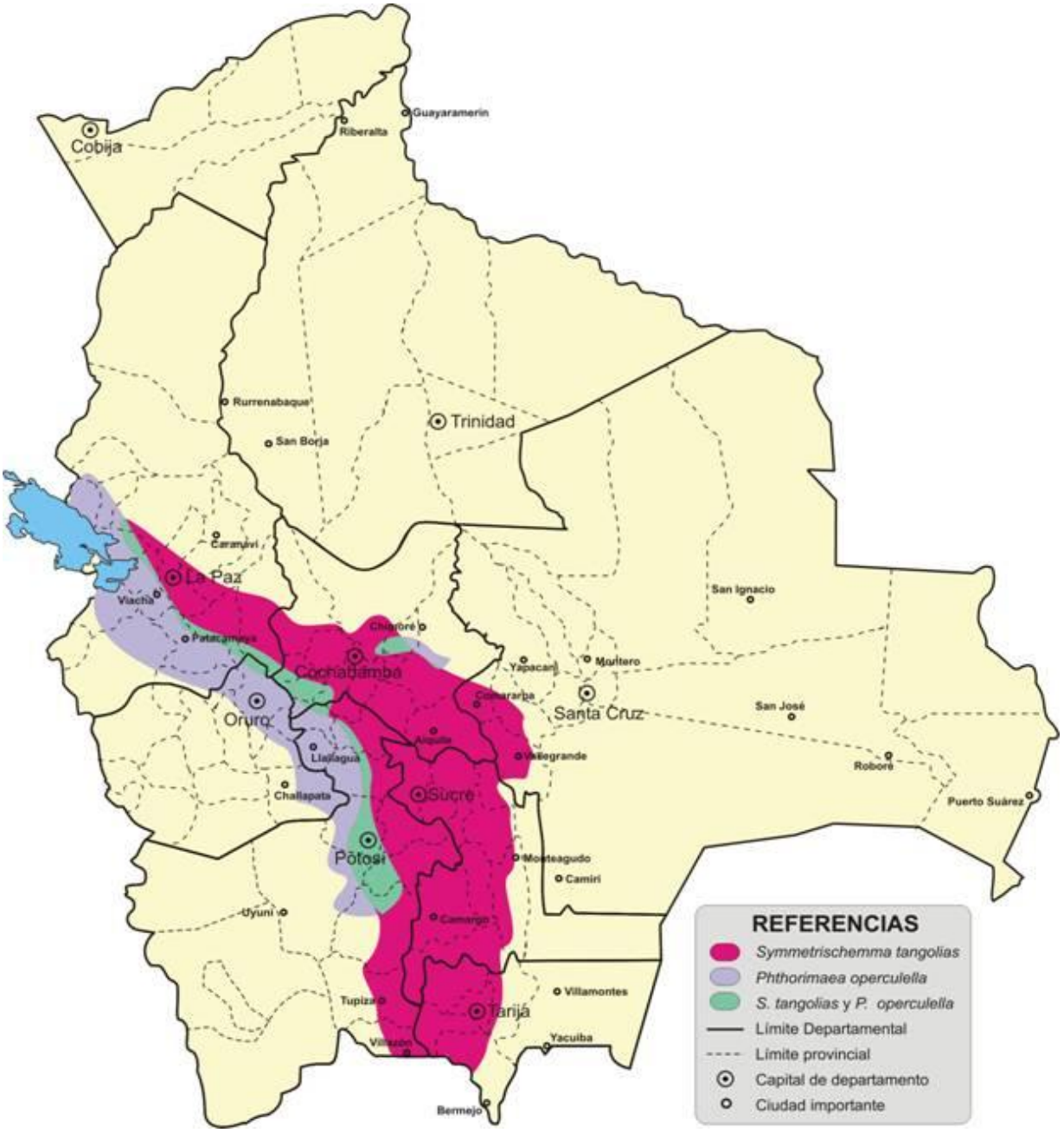
El adulto de la especie *Symmetrischema tangolias* presenta una expansión alar de 17.8 - 20.2 mm en hembras y 17.8 - 18.5 mm en machos, con finas escamas grisáceas que cubren todo el cuerpo. En el margen costal de las alas anteriores se observa claramente una mancha triangular marrón oscuro, característica que permite diferenciarla del género *Phthorimaea.* El aparato bucal es del tipo chupador y en estado de reposo se enrolla en forma de espiral (Calderón, 2002).

Los machos son más pequeños que las hembras, presentan el 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 (Andrew, 1999).

2.2.3. Distribución geográfica de la polilla de papa

En los últimos años *Phthorimaea operculella* ha ampliado su distribución y es factible encontrarla hasta los 4.000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), pero su importancia se mantiene en zonas cálidas, en las partes altas aun no constituye un problema clave, en contraste, la especie *Symmetrischema. Tangolias*, plaga de poca importancia en las partes altas en los años anteriores, es en la actualidad una de las plagas más importantes de la papa en campo y almacén (Palacios, 2006).

Se ha confirmado que *Symmetrischema Tangolias* ocasiona daños de similar intensidad y más severos que *P. Operculella*, tanto en zonas altas del departamento de Chuquisaca (3000-3500 m.s.n.m.) de las provincias Nor Cinti, Sud Cinti y Yamparaez; como en las zonas paperas del Valle Central de Tarija (1700 m.s.n.m.) de las provincias Cercado, Arce, Méndez 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, como se observa en la Figura 3 (Calderón, 2002).



Fuente: PROINPA (2006)

Figura 3 Mapa de distribución de la polilla de papa en los distintos departamentos de Bolivia

2.2.4. Daño

Las larvas de la polilla de la papa barrenan los tallos afectando el flujo de la savia de las plantas infestadas. Tanto en campo como en almacén, cuando estas larvas se introducen en los tubérculos realizan galerías irregulares y profundos túneles, los cuales son rellenados con excremento, luego estas papas dañadas no sirven como alimento ni para los animales (Calderón, 2002).

2.2.5. Métodos de control de la polilla de papa

Los insectos plaga atacan al cultivo de papa durante su periodo vegetativo, desde que brota del suelo hasta después de la cosecha bajo condiciones de almacén. (Sanabria, 1997).

2.2.5.1. Control etológico

Se hace uso de trampas con feromonas (hormonas sexuales) que atraen a los machos de la polilla para atraparlos y eliminarlos. Las trampas cumplen dos objetivos: Sirven para identificar a la población de polilla y puedan determinar el momento en el que se debe aplicar insecticida (Cisneros, 1995).

Ramán (1986), indica que le número necesario de trampas para lograr un control directo de la polilla depende de la densidad de la población del insecto. Si las poblaciones de polillas son altas durante la estación seca de verano, llegando con frecuencia a capturar 2000 polillas por trampa y por día, se recomienda utilizar 42 trampas por hectárea.

Reducen la población de polilla, si todos los productores de una zona utilizaran trampas con feromonas, en forma continua, las poblaciones del insecto pueden llegar a reducir en forma significativa y disminuir el daño económico que ocasionan (Cisneros, 1995).

2.2.5.2. Control cultural

En el control cultural, se hace uso de prácticas agronómicas rutinarias, para crear un agro ecosistema menos favorable al desarrollo y la sobrevivencia de las plagas, o para hacer al cultivo menos susceptible a su ataque (Andrews, 1999).

El control cultural, es de naturaleza preventiva antes que curativa, tiene un efecto extendido en el tiempo e implica muy poco o ningún aumento en los costos normales de producción, siendo en muchos casos una táctica de procesos múltiples (Mamani, 2006).

Consiste en hacer surcos altos, recoger los residuos de la cosecha y en arrancar las plantas voluntarias. Los surcos deben realizarse lo más alto posible para cubrir mejor los tubérculos y evitar que las larvas de la plaga puedan alcanzarlos y penetrar en ellos. Los residuos de la cosecha se deben recoger para evitar que la plaga las colonice, y así puedan completar su ciclo biológico y seguir constituyéndose en un problema en la siguiente siembra (Grajeda, 2000).

2.2.5.3. Control químico

Los insecticidas deben ser aplicados correctamente y utilizados sólo cuando los umbrales económicos de la plaga nos lo indiquen.

El plan de control puede iniciarse aplicando el insecticida de acción ovicida al inicio de la tuberización; si se incrementa las poblaciones puede ejecutarse aplicaciones con clopirifos dirigidos a la parte interna del follaje. Si las poblaciones aumentan a las cuatro o cinco semanas antes de la cosecha debe realizarse la última aplicación con un insecticida de acción ovicida y dirigirlo al cuello de la planta para proteger la papa en el almacén (Calderón, 2002).

2.2.5.4. Control biológico

El parasitoide *Copidosoma koehleri* es una micro avispa que llega a medir aproximadamente 1,8 mm de largo; tiene color negro con coloraciones violáceas y

alas transparentes. Las hembras poseen ovipositor proyectado, con el cual parasita los huevos de la polilla (Calderón, 2002).

Ramán (1986) citado por Grajeda (2000), aconseja el uso del insecticida biológico "Dipel", que contiene esporas activas de *Bacillus thurigiensis,* como medio efectivo contra la polilla de papa y esta comercialmente disponible en la forma de polvo mojable o insecticida en polvo.

2.2.5.5. Control Integrado MIP

El esquema de un programa de Manejo Integrado de Plagas de papa con la polilla como plaga clave es el siguiente: conocer a las especies de polillas de la zona, daño que causa la plaga y épocas favorables de su desarrollo y el ciclo de vida. Los principales componentes o técnicas de control son: cultivares resistentes, enemigos naturales, feromonas sexuales, plantas repelentes, insecticidas selectivos, riegos frecuentes y ligeros, el aporque (Cisneros, 1995).

2.2.6. Dinámica poblacional de las plagas

Grajeda (2000), cita a Silveira y Nakano (1976), indican que la dinámica poblacional es la parte que se encarga de estudiar las poblaciones desde el punto de vista numérico, para determinar el tamaño, abundancia y distribución de individuos de una población en cualquier área. Se sabe que el número de individuos de cualquier población está en dependencia directa de factores medio ambientales.

En la naturaleza las poblaciones de insectos no mantienen una densidad constante sino que, con el transcurso del tiempo, presenta fluctuaciones más o menos marcadas en que se alternan altas y bajas densidades. Esta fluctuación suelen estar asociadas con las variaciones estacionales, con la acción de los enemigos naturales y con la relativa disponibilidad de alimentos. El estudio de las fluctuaciones y de los mecanismos que la producen constituye la dinámica poblacional (Cisneros, 1995).

La dinámica de una población es su desarrollo en el tiempo y en el espacio, y está determinada por factores que actúan en el organismo, en la población y en el medio

ambiente. Se refiere a la dispersión, a la densidad y al crecimiento (La dinámica…2007).

2.2.6.1. Dinámica de dispersión

Está caracterizada por los movimientos dentro de la población y la migración. Los movimientos dentro de la población se realizan en el espacio ocupado por ella. La migración se produce cuando una población o parte de ella abandona o coloniza un espacio, distinguiéndose varias formas:

La emigración o el abandono definitivo del área para ocupar otra donde existen condiciones adecuadas; La inmigración o la ocupación de otra parte del área, donde ya existe la especie, generalmente por el aumento de densidad; La pre migración cuando sólo pasan por el área sin ocuparla; La invasión o la ocupación de una nueva área donde antes no se encontraba; La tras locación o el abandono total de un área (La dinámica…2007).

2.2.6.2. Dinámica de densidad

Es la oscilación en la concentración de los individuos de una población en el área. Los cambios de densidad en el espacio pueden ser graduales (mayor densidad en una zona y disminución gradual hacia la periferia) u ofrecer determinadas zonas de fluctuación causadas por el clima, la orografía (laderas, planicies), el suelo, la vegetación, el equilibrio trófico, etc., (La dinámica…2007).

2.2.6.3. Dinámica del crecimiento poblacional

Es el aumento de la población en el tiempo, descontando la mortalidad. La tasa de crecimiento es la diferencia entre la tasa de natalidad y la tasa de mortalidad (La dinámica…2007).

Grajeda (2000), menciona que ciertas poblaciones tienden a una autolimitación de acuerdo a la densidad, en que la tasa de crecimiento decrece al mismo tiempo que la densidad aumenta. Estas poblaciones tienden a nivelar su población en dependencia

inversa a la densidad en el área. Otras poblaciones no limitan su crecimiento y crecen en progresión geométrica (2, 4, 8, 16, 32,...). Su crecimiento sólo puede ser detenido por fuerzas externas a la población (como factores ambientales, otras poblaciones, alimentos, enfermedades, etc.).

2.2.7. Fluctuación poblacional

Fluctuar regular o irregularmente, o sea, aumentar y disminuir en periodos constantes o no, como cuando se producen lluvias intensas y la población de insectos crece en forma explosiva (Cisneros, 1995).

Grajeda (2000), cita a Cisneros (1980), quien menciona que en la naturaleza las poblaciones de insectos, con el transcurso del tiempo, presentan fluctuaciones mas o menos marcadas, las que suelen estar asociadas con las variaciones estaciónales, la acción de los enemigos naturales y la relativa disponibilidad de alimento. Además de las fluctuaciones mencionadas, en los campos agrícolas se presentan variaciones poblacionales asociadas con la discontinuidad de los cultivos y aquellas relacionadas con la aplicación de insecticidas que producen la disminución violenta de las poblaciones de insectos.

2.2.8. Muestreo de las poblaciones de insectos

Las poblaciones de insectos están sujetas a constantes cambios; incrementa o disminuyen según las condiciones favorables del medio. Para detectar estos momentos se efectúan muestreos periódicos de las plagas, generalmente una vez por semana (Cisneros, 1995)

Los procedimientos que permiten calcular o estimar la densidad de las poblaciones de insectos u otros organismos vivientes se conocen como técnica de muestreo o evaluación (Sarmiento, 1997).

El seguimiento sistemático de los niveles poblacionales de las plagas se denominan con cierta frecuencia “monitoreo de las plagas” y los sistemas de evaluación se llaman muestreos (Cisneros, 1995).

2.2.9. Tipos de muestreo

Los muestreos pueden ser directos e indirectos. En el muestreo directo se mide una porción de la población en su micro habitad. 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 por planta (Cisneros, 1995).

2.2.10. Técnicas de muestreo para insectos en el agro ecosistema

Existen tres grandes hábitat que pueden ser muestreados en el agro ecosistema que son: la planta, el suelo y el aire; algunos autores consideran un cuarto que es la interfase suelo aire para referirse a la superficie del suelo y la vegetación pegada al suelo. También existen tres procedimientos bien definidos para determinar el número de individuos que son: por observación o conteo directo, por captura o trampeo y por observación o conteo indirecto (Sarmiento, 1997).

2.2.11. Conteo visual de larvas de *Phthorimaea*

En el campo, cuando está presente en las hojas, el conteo se realiza directamente sobre ellas seleccionando al azar una hoja por planta preferiblemente del estrato medio hacia arriba (Sarmiento, 1997).

El conteo total de los individuos que integran una población es casi imposible de realizar en la práctica debido a limitaciones de tiempo, personal, accesibilidad, riesgo de destrucción del habitad y falta de recursos económicos. Por lo tanto se tiene que recurrir al muestreo para estimar la población.

En lo referente al tamaño y número de unidades de muestreo debe tenerse presente los siguientes puntos:

- Se debe tomar el mayor número posible de muestra para una mejor estimación de la población, debiéndose estimar el número mínimo necesario.

- El tamaño óptimo de la unidad de muestreo varia con las plagas, sin embargo para bajas densidades de población, se recomienda tomar muchas muestras pequeñas.

- La determinación precisa del tamaño de la unidad de muestreo, debe ser efectuada con cierta arbitrariedad por el evaluador (Sarmiento, 1997).

2.2.12. Trampas con feromonas para adultos de *Phthorimaea*

También se puede utilizar trampas de agua provistas con una feromona sexual sintética la cual captura los machos. Da un indicativo de la presencia de adultos, que podría relacionarse con infestación de larvas en el campo. Este muestreo es de particular importancia en almacén sobre todo si el uso de la papa es para "semilla".

La trampa con feromona se puede usar para determinar la presencia y abundancia de las polillas, en la época de cultivo o durante el almacenamiento, para saber cómo cambia la población durante el año y también para la captura masiva de las polillas (Sarmiento, 1997).

Estas feromonas sexuales son utilizadas principalmente para: Ayudar en el seguimiento y detectar la aparición de la polilla; facilitar el uso apropiado de los insecticidas cuando y donde sea necesario; ayudar a controlar directamente la polilla (Ramán, 1986).

2.2.13. Colecta de insectos

Los insectos, generalmente, deben ser observados solo en su ambiente natural, pero en algunos casos se justifica su colecta, especialmente para obtener la identificación de una plaga o un enemigo natural. La identificación correcta de una plaga es la clave para su control exitoso. La colecta, para el monitoreo de una plaga, determinar la incidencia o presencia de una plaga o su enemigo natural (Rogg, 2000).

2.2.14. Equipo de colecta

El equipo de colecta se divide generalmente en dos categorías:

Colecta activa: El colector activamente colecta insectos usando redes entomológicas, aspiradores u otros equipos adecuados

Colecta pasiva: El colector participa pasivamente en la colecta y permite que la trampa haga el trabajo de colecta de insectos

El método más simple de colecta es recoger el insecto del suelo o de la planta manualmente, pero por varias razones no siempre se puede aplicar (Rogg, 2000).

2.3. El cultivo de la papa

La papa, *Solanum tuberosum L.*, es uno de los cultivos de mayor importancia en nuestro país, es producida por un gran mayoría de los agricultores campesinos, especialmente de las zonas del altiplano, valles y valles mesotérmicos.

A pesar de la creciente competencia de otros alimentos, la papa es el ingrediente básico del pueblo boliviano. El consumo promedio fluctúa entre 80 y 100 kg por persona por año (PROSEMPA, 1990).

El cultivo de la papa constituye el 10% de la superficie nacional cultivada (140.000 hectáreas), teniendo un rendimiento de 4.4 toneladas/hectárea y una producción de 521.000 toneladas, representando el 13% del valor bruto agropecuario 265.000 agricultores producen papa en Bolivia, lo cual representa un 50% de todas las unidades agropecuarias del país (PROINPA, 1992).

Diagnósticos realizados por PROINPA (1991), en los departamentos de Cochabamba, Chuquisaca y Potosí, muestran una priorización de las plagas que atacan al cultivo de la papa, siendo las plagas más importantes: el gorgojo de los Andes *Premnotrypes spp.,* en Cochabamba y *Rhigopsidius tucumanus* en

Chuquisaca y Potosí; la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* y la pulguilla de la papa *Epitrix spp.,* en los tres departamentos.

PROINPA (1992), a través de un diagnóstico realizado en el valle de Mizque, Cochabamba, determinó que la polilla de la papa *Phthorimaea operculella*, es una plaga importante, que ocasiona pérdidas que llegan en promedio al 50% de los tubérculos-semilla almacenados. La situación se agrava más aún si se tiene en cuenta que el 97.5% de los agricultores producen su propia semilla por lo menos dos años (CIP, 1992; PROINPA, 1991-1992).

2.3.1. Origen

El centro de origen de la papa está ubicado entre Perú y Bolivia, alrededores del lago Titicaca. El centro geográfico que dio origen a la papa se concentraría entre el Cusco y el lago Titicaca debido a que en esta región se encontró el mayor número de variedades cultivadas, y por consiguiente un número de especies en un número excepcionalmente alto en relación a cualquier otra región del planeta (Pumisacho, 2002).

2.3.2. Distribución

Entre los cultivos andinos, la papa es de lejos el más importante por su contribución económica, nutricional y de generación de empleo. De hecho, se cultiva papa en 7 de los 9 departamentos del país ocupando el 6.5% de la superficie cultivada nacional. Asimismo, contribuye a la economía con 150 millones de dólares al año, generando empleo y, sobre todo alimento relativamente barato para la población (PROINPA, 1994).

La papa en Bolivia, se cultiva en diferentes pisos ecológicos, desde los 400 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) hasta los 4500 m.s.n.m. Asimismo, por su constante demanda en el mercado se cultiva en distintas épocas del año PROINPA (1992).

En el altiplano, se siembra después de las heladas y primeras lluvias, es decir, desde agosto pudiendo prolongar la siembra hasta fines de noviembre en caso de sequía.

En los valles, la siembra se realiza, por lo general, de manera temprana a partir de julio (PROINPA, 1994).

En los llanos se siembra al finalizar la época de lluvias, es decir a partir de marzo. En las zonas bajas templadas y calurosas el ciclo vegetativo de la papa es de aproximadamente 90 días, mientras que en las zonas altas y frías oscila entre 120 y 150 días (PROINPA, 1994).

Entre las zonas productoras se destacan las circundantes al Lago Titicaca, los valles altos de Cochabamba y las comunidades campesinas a lo largo de los valles de Araca y Ayopaya. (Calderón, 2002

2.3.3. Fases fenológicas de la papa

Según Cisneros (1988), se puede distinguir cuatro fases en el desarrollo de la planta de papa que tienen relaciones especiales con la presencia de las plagas y los daños que ellas producen.

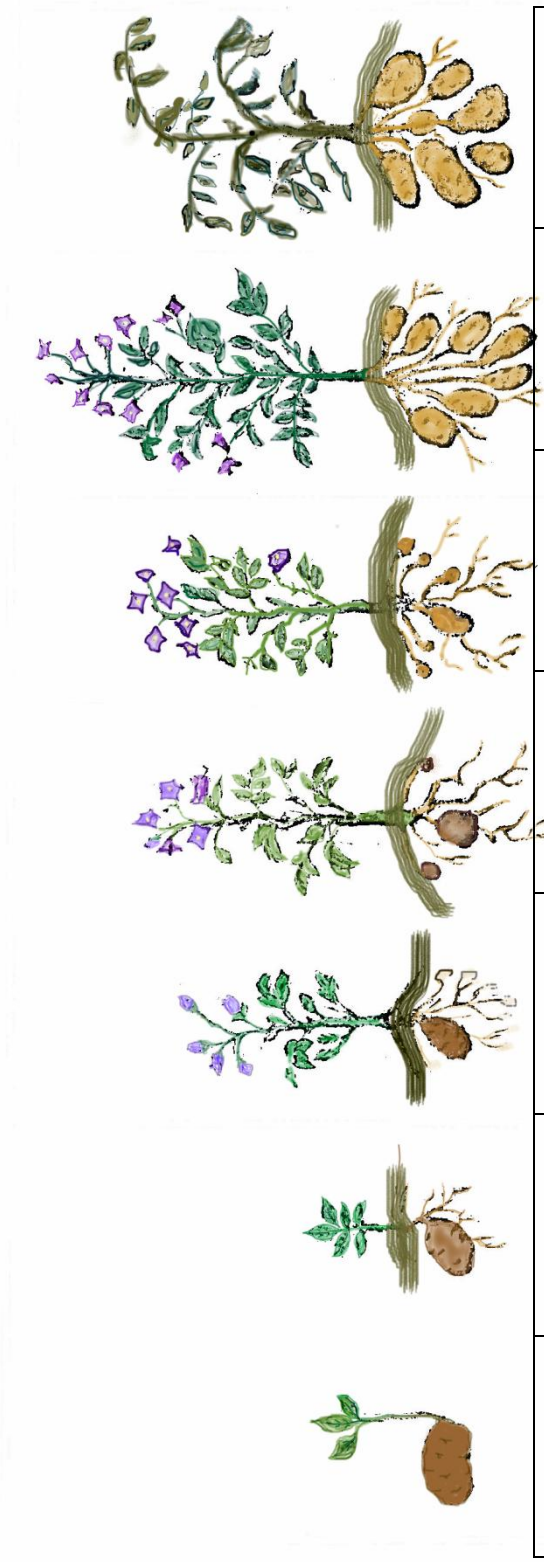
Fase de emergencia, periodo entre la siembra y la aparición de los brotes en el surco.

Fase vegetativa, periodo entre la emergencia y la iniciación de la tuberización

Fase de tuberización, periodo entre la iniciación de la tuberización y el máximo desarrollo del follaje. Se considera que para muchas variedades este periodo coincide con el inicio de la floración. Esta relación no está bien establecida para los cultivares andinos. La floración es señal de que la papa comienza a emitir estolones o que inicia la tuberización

Fase de madurez, periodo entre el máximo desarrollo del follaje y la senescencia total.

A continuación se muestra las fases fenológicas del cultivo de la papa *Solanum tuberosum* L. ssp. andigena, en la Figura 4.



30–35 días	45-55 días	50–60 días	65-75 días	85–120 días	130–150 días	165–175 días
Emergencia	Formación de estolones	Inicio de la floración	Inicio de la tuberización	Final de la floración	Final de la tuberización	Madurez fisiológica

Fuente: CIP, Perú, 2006

Figura 4 Fases fenológicas del cultivo de papa var. Waycha paceña (*Solanum tuberosum* L. ssp.

2.4. Cambio climático

Moya (1997), citado por Torrico (1998), indica que se entiende así a un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad del clima observada durante periodos de tiempo comparables.

El cambio climático es la variación extrema de procesos y fenómenos climáticos (lluvias, temperatura, vientos y otros) inducidos a partir del calentamiento global (LIDEMA, 2008).

Vulnerabilidad de cultivos

(CIC, 1997), citado por Torrico (1998), refiere que se entiende por vulnerabilidad a la susceptibilidad que presentan los cultivos a ser afectados tanto positiva como negativamente por un posible cambio climático.

Para la IPCC (1998), la vulnerabilidad define el grado en que el cambio de clima puede ser perjudicial o nocivo para un sistema. No solo depende de la sensibilidad del sistema, sino también de su capacidad para adaptarse a las nuevas condiciones climáticas.

La vulnerabilidad de los cultivos está asociada, además de a los impactos del cambio climático, a otros factores determinantes de la sostenibilidad regional (manejo adecuado del suelo, de los recursos hídricos, de la diversidad biológica). Los diferentes estudios realizados en Bolivia y otros países Sudamericanos resaltan que los ecosistemas que sostienen actividades agrícolas se encuentran con mayores riesgos de ser deteriorados por efecto del manejo inadecuado que por el cambio climático (MDSP, 2000).

El cambio climático puede afectar en mayor proporción a los cultivos en el altiplano que en los valles debido a que cualquier aumento en la temperatura provoca una aceleración en la intensidad fotosintética (MDSP, 2000).

Adaptación de cultivos

CCS (1996) citado por Torrico (1998), indica que se entiende como adaptación de cultivos a la capacidad que tienen los cultivos a adecuarse a las nuevas condiciones de un posible cambio climático.

2.4.1. Respuesta de las comunidades y ecosistemas

Hay una considerable incertidumbre con respecto a las implicaciones del cambio climático global y las respuestas de los ecosistemas, que a su vez, pueden traducirse en desequilibrios económicos.

a. Interacción entre plantas y animales

Al existir una acción sincronizada entre los ciclos vitales de las plantas, animales y microorganismos, además de una estrecha interrelación (alimento, polinización, dispersión de semillas, etc.) se vería afectada esta sincronía, por los cambios en la fenología de las plantas y las migraciones de otras (OMM, 1992).

b. Respuesta de las plagas

Malaguti (1992), según Smith y Tirpk (1989), citado por OMM (1992) un calentamiento podría ampliar las zonas de invernado de algunas plagas, lo que haría que aumente de forma significativa en cantidad, lo que resulta en problemas para los ecosistemas (para los ecosistemas agrícolas)

Pusarico (2003), cita a Malaguti (1992), quien indica que la temperatura y humedad, también actúan en el ciclo de las plagas y enfermedades, reduciendo su ciclo y mejorando las condiciones para su desarrollo.

CAPITULO III

3. LOCALIZACIÓN

El presente trabajo se realizó en el municipio de Ancoraimes, a continuación se detalla la ubicación de la misma y las comunidades donde se efectuó el estudio.

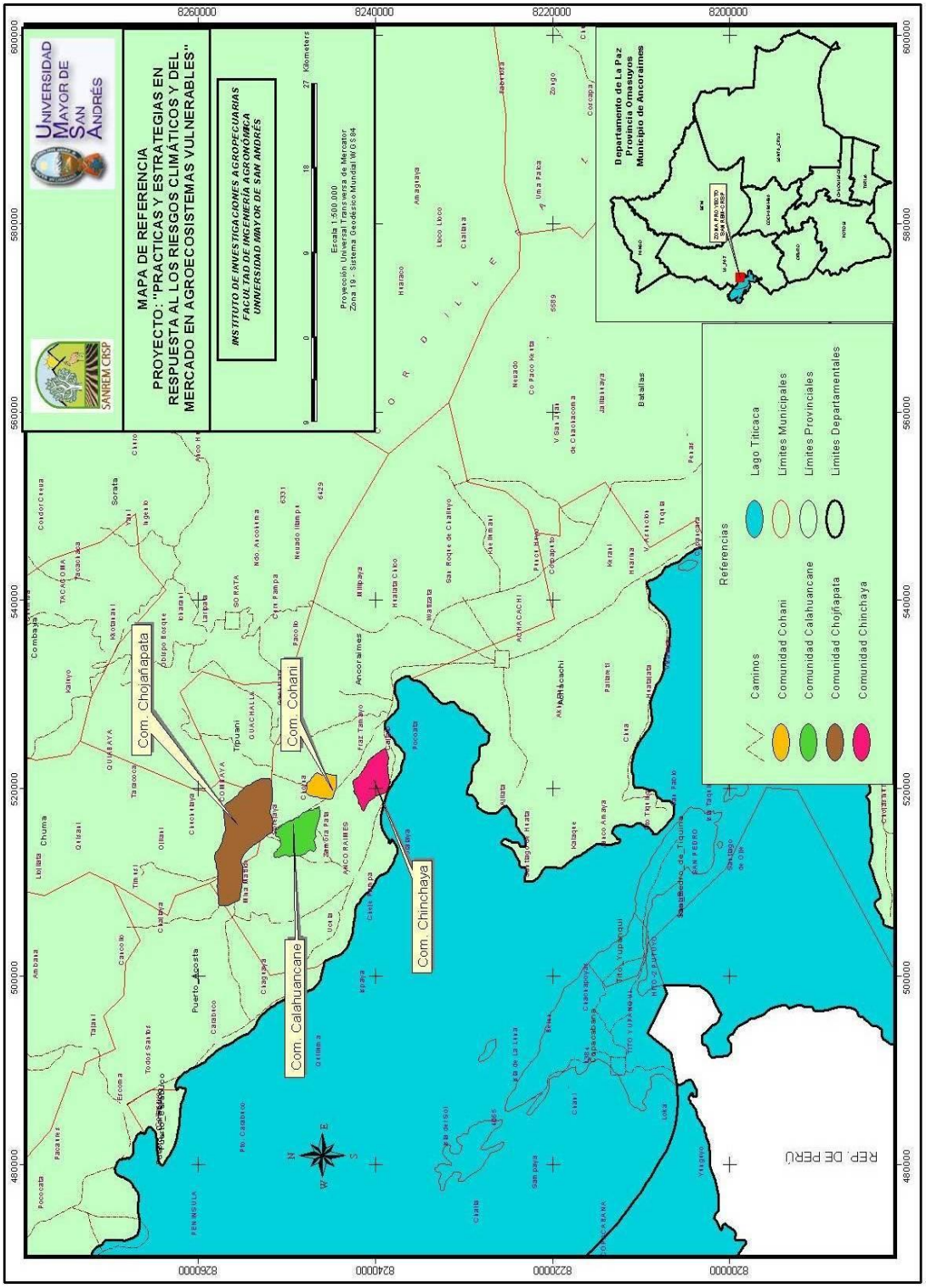
3.1. Ubicación Geográfica

El municipio de Ancoraimes ubicado en la segunda sección de la Provincia Omasuyos del Departamento de La Paz, a 135 Km., al noroeste de la sede de gobierno, entre las coordenadas 15º 48’ 12” Latitud Norte, 15º 57’ 4” Latitud Sur, 68º 45’ 50” Longitud Este y 69º 00’00” Longitud Oeste y a una altitud promedio de 3.850 metros sobre el nivel del mar, (PDM, 2003).

Las comunidades en las que se realizó el presente estudio, se encuentran ubicadas en las siguientes coordenadas y altitudes.

Comunidad	Latitud norte		Longitud Este		Altitud
	Grados	UTM	Grados	UTM	m.s.n.m.
Chojñapata	15º 47’ 12”	513518	68º 52’ 25”	8254632	4241
Calahuancane Baja	15º 52’ 31”	519750	68º 48’ 55”	8244805	4056
Chinchaya	15º 55’ 33”	522045	68º 47’ 38”	8239219	3856

A continuación se tiene la Figura 5 donde se presenta el mapa de ubicación de las comunidades en las cuales se realizó el presente estudió.



Fuente: Proyecto SANREM-CRSP

Figura 5 Localización del área de estudio en las comunidades de Ancoraimes

3.2. Características climáticas

Las características climáticas del municipio de Ancoraimes, según el Plan de Desarrollo Municipal 2003 (PDM).

3.2.1. Temperatura

La temperatura oscila entre - 4.8 a 17.2 ºC a lo largo del año, presencia de heladas, con una media anual de 6.2 ºC.

3.2.2. Precipitación

La región tiene deficiencia de precipitación pluvial registrándose 480 mm demostrando que, la mayor cantidad de precipitación se registra entre diciembre a febrero de cada año.

3.2.3. Viento

El viento presenta una dirección norte a lo largo de todo el año, las mayores velocidades se verifican en el periodo agosto - enero (8.2 kilómetros/hora).

3.2.4. La humedad relativa del ambiente

La humedad relativa ambiente varía en función a las condiciones de precipitación. Así, los mayores valores se verificaron en el periodo diciembre – abril (periodo de lluvias con un porcentaje de 72.2 %) y los valores de menor humedad corresponden a los meses de junio y julio (46.4%).

CAPITULO IV

4. MATERIALES Y MÉTODOS

El material y método empleados en el presente trabajo se detallan a continuación.

4.1. Material experimental

Los materiales requeridos para desarrollar el estudio fueron los siguientes:

4.1.1. Material vegetal

Semilla certificada de la variedad Waych´a paceña (*Solanum tuberosum L. ssp. Andigena*), categoría III.

4.1.2. Material de campo

El material de campo utilizado para el presente estudio fue: bidones de color amarillo de cinco litros, estacas de 1.5 metros, difusores de feromona, para la instalación detergente y agua; pinzas, tamiz, lupa y frascos para realizar la recolección; para el registro de datos cuaderno de campo, tablero y planillas; para la captura de polillas red entomológica, frascos de 5 cm^3 y etiquetas para identificarlas.

4.1.3. Material de laboratorio

Para la identificación de las polillas en laboratorio se utilizó: Estereoscopio, Caja petry, pinzas, alfileres y frascos de 5 cm^3 para guardar las muestras y clasificarlas.

4.2. Localización de las parcelas

El presente estudio fue realizado en las parcelas que se encuentran ubicadas en las comunidades de Chinchaya, Calahuancane Baja y Chojñapata, del municipio de Ancoraimes de la provincia Omasuyos del departamento de La Paz.

4.2.1. Descripción agroecológica

El clima de la región en general es frío y varia de subhúmedo a semi-árido en sus áreas norte circunlacustre y sur, respectivamente, debido a la diferente influencia climatológica y termorreguladora del lago Titicaca en la región.

La precipitación anual media en su área circunlacustre varia de 600 mm a 900 mm, mientras que en su área sur oscila de 600 mm a menos 350 mm.

Las temperaturas anuales medias también presenta variaciones significativas en la misma región de la cuenca del Altiplano, ubicándose en 9.3 ºC.

La característica común más generalizada de los suelos del área de la cuenca es la baja fertilidad, con bajos niveles de materia orgánica.

La cobertura vegetal es rala, dominada por especies vegetales de escasa altura y follaje. Alguna de estas especies son usadas para forraje en la crianza de camélidos y especies animales introducidas, como vacunos y ovejas (ZONIZIG, 1998).

4.2.2. Metodología de estudio

El orden metodológico de actividades realizadas para el trabajo de campo se indica en orden cronológico y se detalla cada una de ellas a continuación:

4.2.2.1. Siembra

El terreno para la siembra fue removido y roturado con un mes de anterioridad, se realizó la apertura de los surcos empleando yunta, con una distancia entre surcos de 0.7 metros y entre planta 0.30 metros, utilizando como abono estiércol de la misma comunidad en una cantidad aproximada de 60 sacos según el criterio del los agricultores de la comunidad. La semilla fue obtenida de la comunidad de Murumamani.

En las tres comunidades se efectúo el mismo procedimiento para realizar la siembra en las siguientes fechas: Chinchaya 27 de octubre, Chojñapata 30 de octubre y Calahuancane Baja 31 de octubre de la gestión 2006.

4.2.2.2. Construcción de trampas

Para el monitoreo de la polilla de papa se construyeron las trampas caseras con bidones plásticos de color amarillos, con capacidad de 1,5 litros, cortados en los laterales del bidón, una abertura de 0.10 x 0.10 metros, que sirvió como entrada para las polillas.

Se colocaron en el interior de las trampas difusores de feromona sexual para la polilla de las especies *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*, una por cada trampa, sujetadas con alambre de amarre dentro de la trampa.

La solución se utilizó para las trampas se la preparó con una cantidad aproximada de un gramo de detergente por litro agua (1%) para romper la tensión superficial del agua, ver Anexo 1 donde se tiene el diagrama de las trampas construidas.

4.2.2.3. Instalación de trampas

Para la instalación de trampas, las parcelas fueron divididas en cinco sectores de 200 metros cuadrados (m^2), como se indica en el Anexo 2, se colocaron dos trampas en cada sector para poder capturar a polillas de las especies de *Phthorimaea operculella y Symmetrischema tangolias*.

Habiéndose utilizado cinco trampas por cada especie de polillas, en cada comunidad donde se efectúo el estudio.

La trampas se sujetaron a estacas de 1.2 metros, que fueron colocadas en cada sector, sujetando la trampa con un cordel y elevando la trampa en el transcurso del desarrollo del cultivo de papa.

En la fase de emergencia la trampa se coloco a 0.15 metros de altura del nivel del suelo, esta altura fue aumentando a medida que el cultivo se desarrollaba.

A las trampas se las llenó con un litro de agua preparada con de detergente en polvo para romper la tensión superficial con el objeto de evitar que las polillas que entren no tengan la oportunidad de salirse de la trampa y se han capturadas para luego ser contadas. Ver el Anexo 3 donde se tiene un manual para la construcción e instalación de trampas.

4.2.2.4. Monitoreo

El monitoreo de la polilla se realizó a partir de la instalación de las trampas, las cuales se revisaron cada siete días en horas de la mañana, registrando el número de polillas encontradas por trampa y por sector, posteriormente se realizó la limpieza de las trampas renovando el agua y detergente. En el Anexo 4 se muestra la planilla de campo que se utilizó para el registro de datos.

Se revisó cinco plantas completas seleccionadas al azar cada 15 días por cada sector. Cuando el cultivo se desarrolló se examinó cinco plantas por cada sector, dividiendo a la planta en tres estratos (superior, medio y bajo) como se muestra en el Anexo 5. Revisando con ayuda de una lupa, el envés de las hojas, tallos, yemas y las grietas del suelo alrededor de la planta, tomando datos en planillas.

Dentro de esta actividad se realizó la captura de adultos para su identificación con la ayuda de una red entomológica.

En las comunidades de Chojñapata y Calahuancane Baja no se realizo el monitoreo directo al igual que la captura de polillas debido a factores ambientales persistentes en la zona como ser: heladas que causaron daño físico en el follaje del cultivo y otras plagas como ser Epitrix.

El muestreo en la fase fenológica de tuberización, se realizo en el suelo excavando alrededor de la planta, es decir, en el mes de febrero, se efectúo el muestreo en el

suelo excavando al rededor de la planta con ayuda de una chonta a una profundidad de 10 cm, tratando de no dañar a los tubérculos en dos metros lineales de surco.

Después de la cosecha temprana realizada, y durante la selección de los tubérculos, post cosecha, se colocaron dos trampas, es decir, uno por cada especie de polilla. Se revisaron las trampas, tomando los datos respectivos.

La identificación de las polillas capturadas se la efectúo en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Facultad de Agronomía de la UMSA, empleando un estereoscopio y una guía práctica donde se describe las claves taxonómicas de las especies de polillas mas importantes propuestas por Carvajal (1992), esta información se la tiene en el Anexo 6.

Los datos climáticos de precipitación, humedad relativa, temperatura y radiación solar fueron obtenidos de la estación climatológica automática, la cual fue instalada en la comunidad de Chinchaya, los datos fueron tomados durante toda la gestión agrícola 2006 – 2007 como se puede observar en el Anexo 7 y comprende el ciclo de evaluación en el cultivo de papa.

En el caso de las comunidades de Chojñapata y Calahuancane Baja se instalaron sensores de temperatura (Hobos) cerca de las parcelas experimentales.

4.2.3. Modelo estadístico

Se empleó el análisis de correlación simple, que es una técnica estadística, que estudia la variación simultánea de dos variables, el término de correlación se debe a Kart Pearson, y se usa para indicar aquellos cambios de una variable denominada dependiente (Arteaga 1997).

El coeficiente de correlación es un valor que indica el grado de asociación entre dos variables. Valores de 0 a +1 y de 0 a -1 sugieren cierto grado de asociación (Reyes, 1995).

Cuando se utiliza este coeficiente de correlación, un valor de cero nos indicará la carencia absoluta de correlación, mientras que los valores limites de -1 y +1 nos indicaran una correlación perfecta, negativa o positiva, según el caso.

Estas formulas ya se encuentran dentro del paquete estadístico del SPSS, el mismo que se utilizó para realizar el análisis respectivo siendo el SPSS ver.15.5

Para obtener los valores del coeficiente de correlación se utilizó el coeficiente Pearson **(r**), de acuerdo al siguiente modelo matemático:

$$r = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{N}}{\sqrt{\left(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}\right)\left(\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{N}\right)}}$$

Donde:

Σx = Suma total de los valores de una variable

Σy = Suma total de los valores de la otra variable

Σxy = Suma de los productos de las variables

Σx^2 = Sumatoria de los cuadrados de los valores de una variable

Σy^2 = Sumatoria de los cuadrados de los valores de la otra variable

$(\Sigma x)^2$ = Cuadrado de la suma total de una variable

$(\Sigma y)^2$ = Cuadrado de la suma total de la otra variable

N = Número total de datos de las variables.

Para el Cálculo del daño en el tubérculo:

$$\%\text{Daño} = \frac{\text{Número de tuberculos dañados}}{\text{Número total de tuberculos}} \times 100$$

Índice de daño

$$ID = \left(\frac{\sum(n \times v)}{i \times N}\right) \times 100$$

Donde:

ID = Índice de daño
v = Valor de cada categoría
i = Valor de la categoría más alta
n = Número de tubérculos en cada categoría
N = Número total de tubérculos investigados

Tabla 1 Para determinar el daño en tubérculos

Grado de infección	Síntomas
0	Tubérculo sano sin ataque
1	Tubérculo con ataque de 1 a 25% de su volumen
2	Tubérculo afectado entre 26 a 50% de su volumen
3	Entre 51 a 75% de volumen del tubérculo se encuentra dañado
4	Entre 76 y 100% de volumen del tubérculo se encuentra afectado

Fuente: Carvajal, 1992

Variables de estudio

- Número de polillas adultas capturadas por cinco trampas de la especie *P. operculella* por semana.
- Número de polillas adultas capturada por cinco trampas de la especie *S. tangolias* por semana.
- Polillas adultas capturadas en campo
- Datos climáticos de temperatura, humedad relativa, precipitación y radiación solar.

4.2.3.1. Labores culturales

Durante el desarrollo del cultivo se efectuaron las siguientes labores culturales:

a. Deshierbe

Se eliminó todas las hierbas y otras plantas del lugar que no correspondían al cultivo es estudio, para evitar competencia en consumo de nutrientes con el cultivo de papa, de esta manera también se aflojó el terreno, esta actividad se realizó solo en la comunidad de Chinchaya ya que se presento gran cantidad de cebada y otras especies nativas del lugar en la parcela experimental, en las primeras fases del cultivo y no en las comunidades de Calahuancane Baja y Chojñapata.

b. Aporque

El aporque se realizó para que los tubérculos que se están formando queden siempre cubiertos por la tierra evitando su exposición al sol y a las plagas. Para ello se aumento el tamaño de los camellones de tierra de la parcela experimental.

Esta actividad se realizó en las siguientes fechas:

Comunidad	Fecha de aporque
Calahuancane Baja	29 de diciembre de 2006
Chojñapata	8 de enero de 2007
Chinchaya	18 y 19 de enero de 2007

c. Riego

Se realizó riego en la comunidad de Chinchaya en fechas 9 y 10 de febrero de 2007, utilizando una bomba de agua aprovechando fuentes de agua cercanas, en la comunidad de Calahuancane Baja no se realizó por falta de fuentes de agua cercanas, en Chojñapata no fue necesario el riego ya que en esta zona llovió constantemente.

d. Cosecha

En la comunidad de Calahuancane Baja, se realizó la cosecha en fecha 16 de marzo y Chinchaya en fecha 20 de marzo de la gestión 2007. En estas dos comunidades se realizó cosecha temprana debido a la presencia de Gorgojo de Los Andes.

En la comunidad de Chojñapata la cosecha se realizó en las fechas 29 y 30 de mayo, es una de las comunidades más alejadas y con poca población por lo que esta actividad duró dos días, en el Anexo 8 se tiene las actividades realizadas en las diferentes comunidades.

CAPITULO V

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, son expresados a continuación:

5.1. Identificación y cuantificación de especies de la polilla de papa

Durante el trabajo de campo en la parcela experimental de la comunidad de Chinchaya se encontraron y capturaron larvas mediante monitoreo directo, y polillas adultas con la red entomológica, en diferentes fases del cultivo.

En la Tabla 2 se describe la especie *Phthorimaea operculella* capturada en campo, de acuerdo a Carvajal 1992 y Zanabria 1997.

Tabla 2 Comparación de las observaciones realizada en la identificación de la especie *Phthorimaea operculella*

Phthorimaea operculella		**Observaciones**
Carvajal (1992)	**Zanabria (1997)**	
Color marrón claro plateado con finísimos puntos negros en las alas Tamaño promedio del adulto es 8.3 mm. Expansión de alas 12 a 15 mm.	Adulto mide 8 mm Expansión alar 15 mm Las alas anteriores color gris a marrón con manchas oscuras diminutas	Color marrón claro con puntos negros en las alas tamaño 8 mm. Fuente: Proyecto SANREM-CRSP

Fuente: Elaboración propia

Caero y Moreira (1980), citado por Ruiz (1998) refieren que el adulto de *Phthorimaea operculella* (Zeller), es una pequeña mariposa que mide 9 mm de longitud, de color

marrón grisáceo, con finísimos puntos negros en las alas anteriores, las posterior son más cortas, estrechas y claras que las del primer par.

De la misma manera en la Tabla 3 se describe la especie *Symmetrischema tangolias* capturada en campo, de acuerdo a Carvajal 1992 y Zanabria 1997

Tabla 3 Comparación de las observaciones realizada en la identificación de la especie *Symmetrischema tangolias*.

Symmetrischema tangolias		**Observaciones**
Carvajal (1992)	**Zanabria (1997)**	
Color gris con pigmentación en todo el borde del ala; en ella es resaltante una mancha triangular oscura en el borde distal del ala anterior 18.3 mm.	Presenta una mancha más o menos triangular en el margen central de alas anteriores La hembra mide 18 mm y el macho 20 mm de expansión alar	Manchas en la parte posterior de las alas en forma de triangulo color café color de las alas gris. Tamaño de 16 mm. Fuente: Proyecto SANREM-CRSP

Fuente: Elaboración propia

Rodríguez (2004), cita a Esprella y Aguilera (2003), quienes indican que la producción de papa en el altiplano central de Bolivia, está fuertemente afectada por plagas como el Gorgojo de Los Andes (*Premnotripes spp*.) y la polilla de la papa (*Symmetrischema tangolias, Phthorimaea operculella y Paraschema detectendum*).

La polilla de papa *Symmetríschema tangolías* es una especie que ha adquirido mucha importancia en los últimos años debido a su rápida dispersión (Andrew, 1999).

El adulto de la especie S. *tangolias* 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 observa claramente una mancha triangular marrón oscuro, característica que permite diferenciarla del género *Phthorimaea.*

Corroborando de esta manera la presencia de *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias,* en la comunidad de Chinchaya. En el anexo 9 se tiene las observaciones de laboratorio.

Silvestre (1997), advierte que la presencia de la polilla de papa en el Altiplano se debe principalmente a la gran capacidad de resistencia que tienen estos insectos en su organismo para adaptarse a climas extremos como es el caso del Altiplano en general.

Según Calderón (2002), en los último años, varios trabajos de evaluación de daños en almacén en diferentes zonas agro ecológicas de Tarija, Chuquisaca y Cochabamba, un alto porcentaje de polillas observadas correspondieron a *Symmetrischema tangolias*, es decir, esta especie está desplazando a *Phthorimaea operculella,* cuya presencia en las diferentes zonas paperas de estos departamentos era evidente en 1991 (Herbas et. Al., 1994; Barea y Bejarano, 1996; Arenas *et al*., 1998).

Este aspecto contrapone a las afirmaciones realizadas por Ramán (1980), quien señala en forma textual; “La especie *Phthorimaea operculella* solo se adapta a regiones cálidas del mundo. Aparentemente no prospera en climas fríos, (menos de 10 ºC de temperatura promedio anual).

Caero y moreira (1989), citados por Ruiz, (1998), La familia Gelechiidae es considerada como un grupo difícil desde un punto de vista taxonómico, siendo las características de las genitalia las más importantes en la identificación de las especies, identificando en Bolivia las especies *Phthorimaea operculella, Eurysacca melanocampta, Scrobipalpula absoluta y Scrobipalposis solanivora,* En el Anexo 10

se tiene a tres especies de polillas identificadas en los estadios de larva y adulto para realizar comparaciones.

5.1.1. Dinámica poblacional

La cuantificación de polillas proporcionó como resultado las siguientes figuras donde se demuestra su presencia en el ciclo del cultivo de papa en las comunidades donde se realizó el estudio.

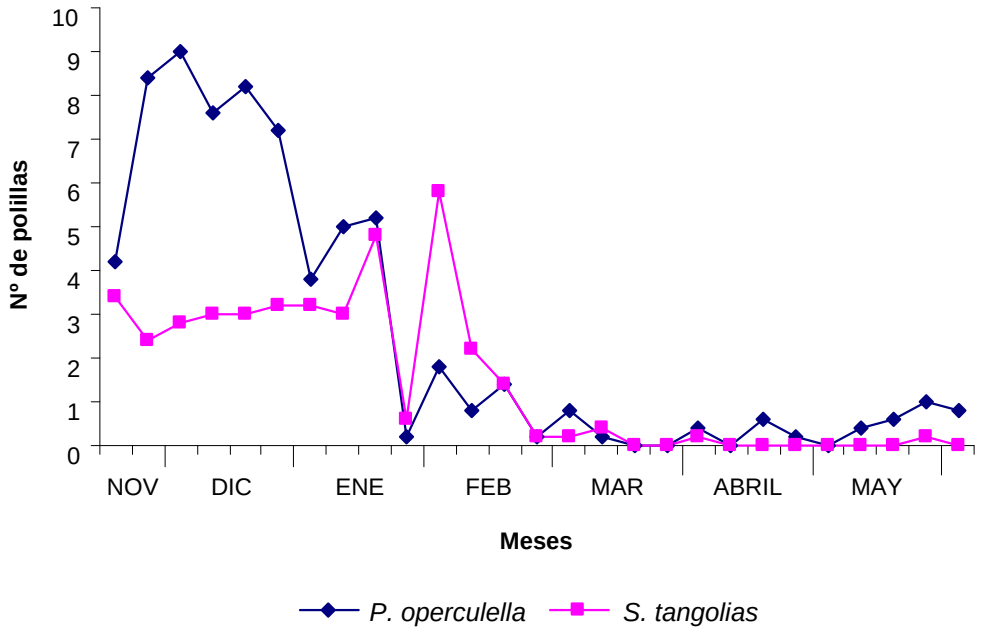


Figura 6 Dinámica poblacional de *P. operculella y S. tangolias* en la comunidad de Chojñapata.

Se observa en la Figura 6, la presencia de polilla de la papa en la comunidad de Chojñapata, que en la tercera semana de evaluación correspondiente al mes de diciembre existió un aumento de la población de *P. operculella* mientras que en la novena semana de evaluación que corresponde al mes de enero la especie *S. tangolias* aumenta su población.

Existe un pico mayor de individuos de *Phthorimaea operculella* en la décimo primera semana de evaluación, es decir, en el mes de febrero, reduciendo la población de ambas especies en el mes de marzo, el número promedio de individuos encontrados

es menor a 2 polillas/trampas/semana, la fluctuación decreció a 0 polillas al momento de la cosecha.

Ruiz (1998), sostiene que a partir de los primeros días de enero las polillas de papa se incrementan para alcanzar su máxima concentración a mediados de este mes y desciende al finalizar el mismo, manteniendo baja su concentración durante febrero, a finales de marzo y principios de abril se incrementa notablemente.

En algunas zonas de vida el cambio climático ocasiona desplazamientos hacia otras zonas aledañas o lejanas, es decir, se traslada hacia una región más seca y donde las heladas son casi todo el año. (MDSP, 2000)

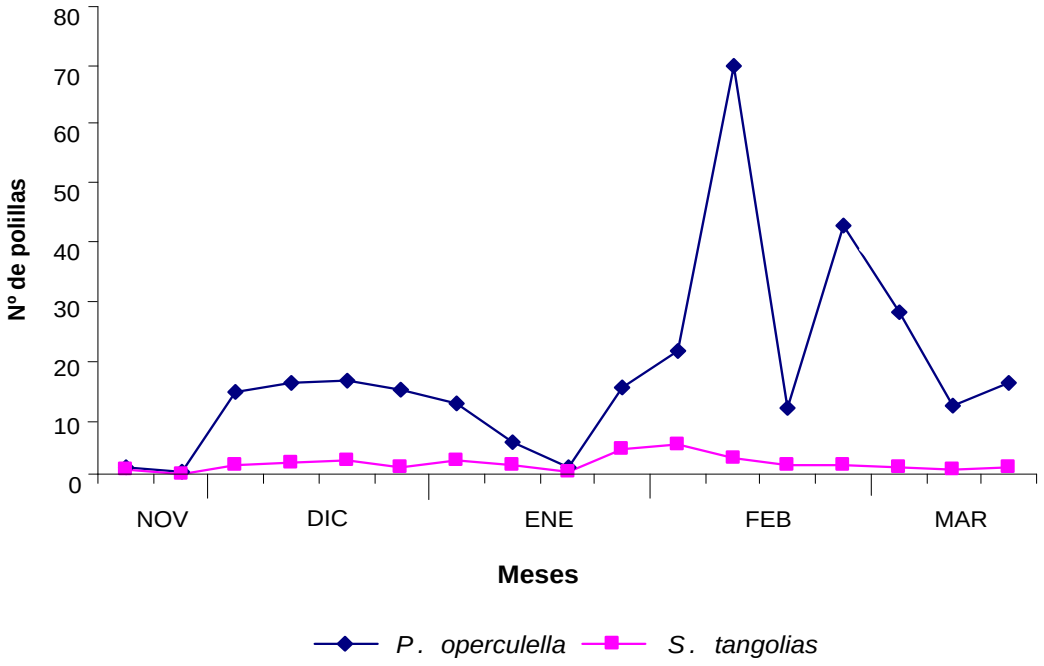


Figura 7 Dinámica poblacional de *P. operculella y S. tangolias* en la comunidad de Calahuancane Baja.

En la Figura 7, se describe la presencia de polillas en la comunidad Calahuancane Baja, la especie *Phthorimaea operculella* en la semana doce de evaluación que corresponde al mes de febrero, la polilla tiene mayor presencia con 70 polillas/ trampas/semana como promedió.

En el caso de *Symmetrischema tangolias* se observa en la Figura 7, que en la semana once de evaluación, que también corresponde al mes de febrero, un incremento en su población teniendo un promedio de 5 polillas/trampa/semana, y que se muestra la población de esta especie en un número bajo en el mes de marzo con 1 polilla/trampa/semana en promedio.

Calderón (2002), refiere que la mayor población de adultos registrada en las comunidades de Mizque - Cochabamba coincide con el periodo de floración del cultivo.

El periodo más sensible al daño foliar es la fase de tuberización que en algunas variedades suele coincidir con el periodo de floración (Cisneros, 1995).

En la comunidad de Calahuancane Baja, se realizo cosecha temprana debido a la plaga del gorgojo de Los Andes, en comparación de la comunidad Chojñapata donde el cultivo de papa llego a la madurez fisiológica.

Torres (1989), recomienda que la cosecha no se debe retrasar pues se corre el riesgo de nuevas infestaciones y una vez que la larva de polilla penetre dentro de la papa, combatirla resulta muy difícil.

CIP (1994), recomienda cosechar cuando la planta esté madura, no dejar pasar varios días, por que las polillas pueden malograr las papas sanas.

En la Figura 8 a continuación se observa el comportamiento de las polillas en el cultivo de papa de la comunidad de Chinchaya.

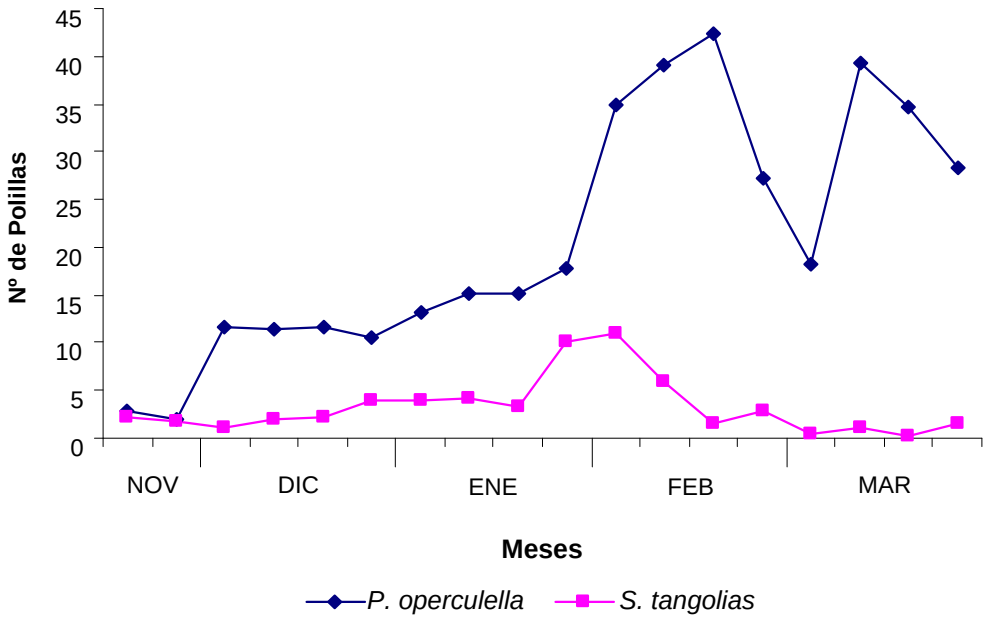


Figura 8 Dinámica poblacional de *P. operculella y S. tangolias* en la comunidad de Chinchaya

La presencia de *Symmetrischema tangolias* en la comunidad de Chinchaya es menor en comparación de la *Phthorimaea operculella,* la mayor población es registrada en el mes de febrero y marzo, como se muestra en la Figura 8.

Para *Symmetrischema tangolias* durante el mes de febrero se tiene un aumento de la población reduciendo en el mes de marzo debido a la captura de machos.

Según Cisneros 1995, la captura de machos de la polilla de papa reduce la tasa de incremento de la plaga.

Rodríguez (2004), cita a Palacios (1997), aludiendo que las zonas donde se siembra papa una vez al año, la población de la polilla se hace evidente durante la primera etapa del cultivo, alcanza las picadas más altos cuando el cultivo está en tuberización y posteriormente desciende en ausencia del cultivo.

En esta comunidad al igual que en Calahuancane Baja, se realizó la cosecha temprana, debido a la presencia del gorgojo de Los Andes como principal plaga en

ambas comunidades. También se observo mayor población de ambas especies de polilla existente en esta comunidad.

La cuantificación de polillas proporcionó como resultado la Tabla 4, donde la presencia de polillas es evidente en las diferentes fases fenológicas del cultivo de la papa.

Tabla 4 Presencia de polillas en las fases del cultivo de papa

Fases	**COMUNIDAD**					
	Chojñapata		**Calahuancane Baja**		**Chinchaya**	
	P. operculella	*S. Tangolias*	*P. operculella*	*S. Tangolias*	*P. operculella*	*S. tangolias*
Fase I	108	43	77	12	80	28
Fase II	224	132	1121	123	1193	265
Fase III	7	4	275	14	602	16
Fase IV	18	1	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

En cada fase del cultivo de papa, se cuantifico a las dos especies de polillas encontradas *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias.*

En las diferentes fases del cultivo de papa, los individuos de la especie *P. operculella* tiene mayor representación que la especie *S. tangolias,* de igual manera hasta el momento de la cosecha temprana de las comunidad de Chinchaya y Calahuancane Baja, solo en la comunidad de Chojñapata se llego a la fase de madurez, la población era menor pero manteniéndose la especie *P. operculella* como dominante en la zona.

Según Cisneros (1988), durante la fase de tuberización es el periodo entre la iniciación de la formación de tubérculos y el máximo desarrollo del follaje. Se considera que para muchas variedades este periodo coincide con el inicio de la floración.

Ruiz (1998), menciona que durante el ciclo vegetativo del cultivo se pueden presentar tres generaciones de la plaga: la primera generación ataca las primeras hojas, los puntos de crecimiento, la segunda generación aparece cerca de la floración, si el ataque se restringe a las hojas el daño no es significativo, pero si la población es demasiado alta ataca barrenando los tallos, la tercera generación aparece próxima a la cosecha de los tubérculos. (Lopes y Reny, 1981).

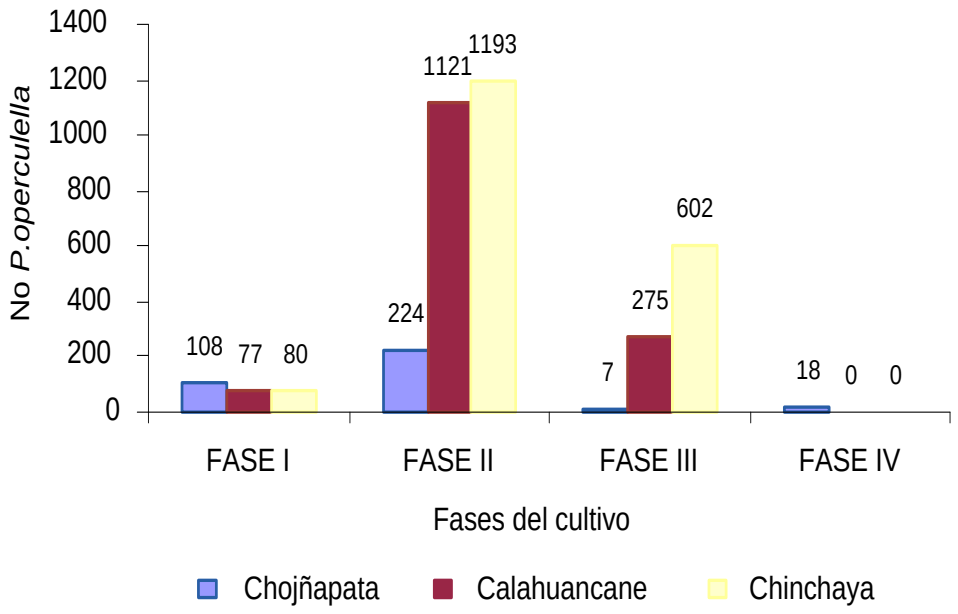


Figura 9 Presencia de *Phthorimaea operculella* en las distintas fases del cultivo de la papa en las tres comunidades en estudio

La Figura 9, presenta la población de polillas en cada fase del cultivo de papa, en las tres comunidades.

En la fase I, periodo entre la siembra y la aparición de los brotes en el surco, el número de polillas encontradas en las trampas de la especies *P. operculella* fue de 108 individuos aproximadamente, en la comunidad de Chojñapata, 77 individuos en Calahuancane Baja y 80 individuos en Chinchaya.

En la fase II, o también llamada fase vegetativa**,** periodo entre la emergencia y la iniciación de la tuberización**,** se observó que el número de polillas capturadas fue en

Chojñapata 224 individuos, Calahuancane Baja 1121 individuos y Chinchaya 1193 polillas aproximadamente.

Fase III o fase de tuberización**,** periodo entre la iniciación de la tuberización y el máximo desarrollo del follaje, se tuvo en Chojñapata 7 individuos, Calahuancane Baja 275 polillas y Chinchaya 602 polillas aproximadamente.

Fase IV o fase de madurez, periodo entre el máximo desarrollo del follaje y la senescencia total, en la comunidad de Chojñapata se presentaron 18 polillas de la especie *P. operculella*. Debido a la cosecha temprana que se realizó a causa de la presencia del gorgojo de los andes no se pudo obtener datos de la presencia de polillas en esta fase en las comunidades Calahuancane Baja y Chinchaya.

A continuación la Figura 10, presenta a *S. tangolias* en cada fase del cultivo de papa en las distintas comunidades donde se realizó el estudio.

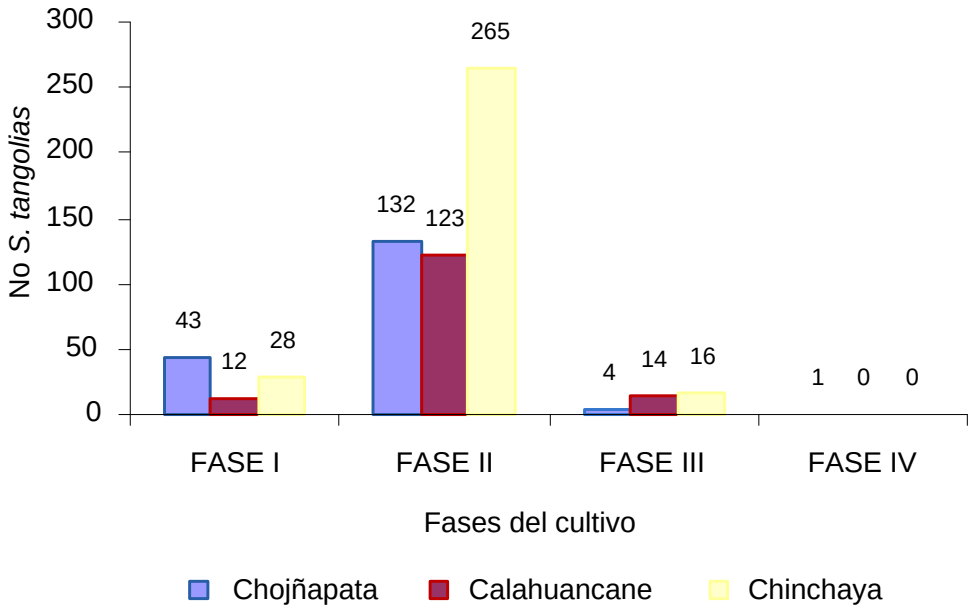


Figura 10 Presencia de *Symmetrischema tangolias* en las distintas fases del cultivo de papa en las tres comunidades en estudio

En la fase I, aproximadamente de 30 a 35 días después de la siembra, el número de polillas *S. tangolias* capturadas en la comunidad de Chojñapata fue de 43, en la Calahuancane Baja 12 y en Chinchaya 28 polillas.

En la fase II, una duración de 35 a 40 días**,** se observó que el número de polillas capturadas fue en Chojñapata 132, Calahuancane Baja 123 y Chinchaya 265 polillas.

En la fase III o fase de tuberización**,** que comprende de 65 a 75 días, se tuvo en Chojñapata 4, Calahuancane Baja 14 y Chinchaya 16 individuos.

Fase IV o fase de madurez, que empieza cuando existe el máximo desarrollo del follaje hasta la senescencia total del cultivo, este periodo dura de 25 a 30 días, con 1 polilla de la especie *Symmetrischema tangolias* encontrada en una de las trampas en Chojñapata.

La presencia de los insectos adultos coincide con el periodo de tuberización, por lo tanto al inicio del cultivo de papa (Calderon 2002).

5.2. Análisis de correlación entre poblaciones de polillas y factores climáticos

Los factores abióticos que influencian en la presencia de las distintas especies en las zonas de vida son: temperatura, humedad relativa, precipitación y radiación solar principalmente.

Los datos obtenidos mediante la estación climática automática, muestra el comportamiento de la precipitación en la zona representada en la Figura 11 a continuación.

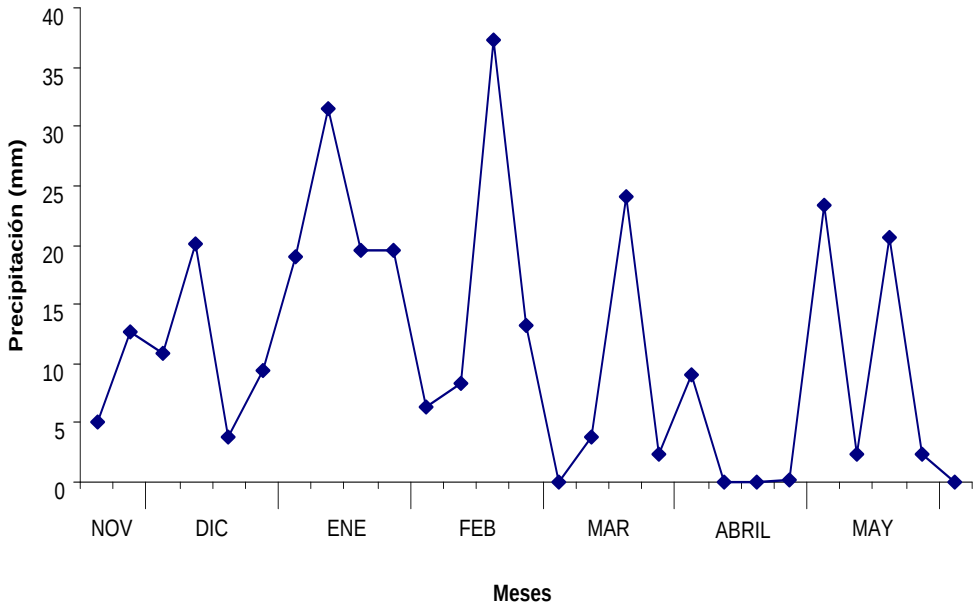


Figura 11 Precipitación en la zona de estudio en la gestión agrícola 2006 – 2007

En la Figura 11, se observa la frecuencia de precipitación que se tuvo durante el desarrollo del cultivo de papa. Los meses de enero y febrero son los que presentan mayor precipitación.

La primera semana de marzo la precipitación desciende y para la tercera semana se tiene ocurrencia de precipitación. En el mes de abril se tiene ausencia de precipitación, lo cual coincide con la cosecha de papa en la comunidad de Chinchaya.

A continuación en la Figura 12, se tiene la presencia de las polillas con respecto a las variaciones de precipitación que se tuvo en la zona durante el estudio.

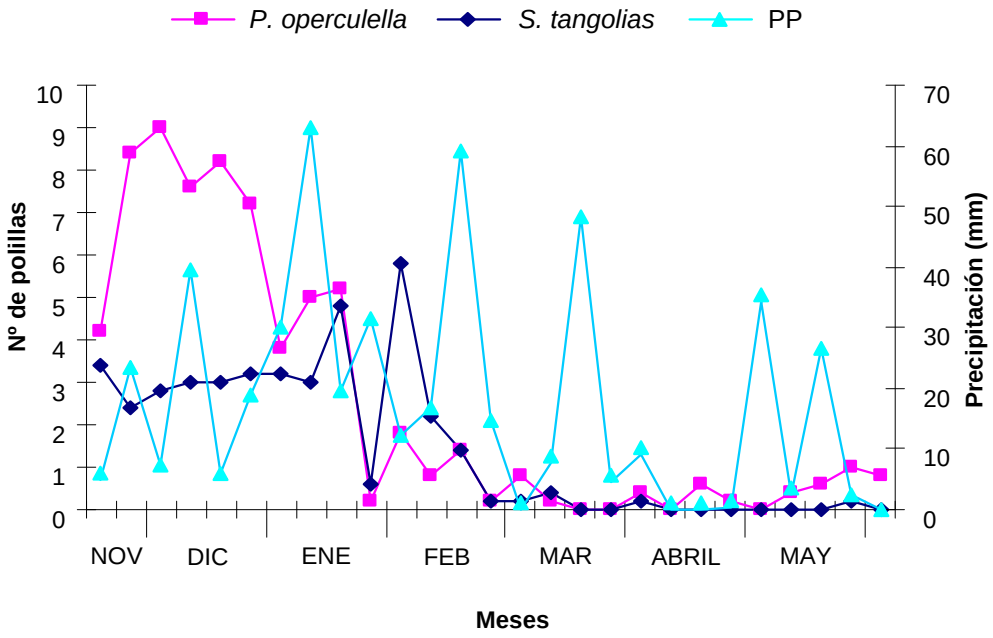


Figura 12 Precipitación vs. Presencia de polillas en la comunidad de Chojñapata

En la Figura 12, se observa que a menor precipitación existe un aumento de la población de polillas de la especie de *P. operculella*, pero en el caso de la *S. tangolias* este fenómeno climático no determina su población.

La correlación realizada entre la precipitación y el número promedio de polillas que se capturaron en las trampas, fue para la comunidad de Chojñapata 0.164 y 0.220 para las especies *P. operculella* y *S. tangolias* respectivamente, en ambos se tiene una correlación positiva no significativa, es decir, la relación entre estas variables de respuesta no establece la población de polillas presentes. En el Anexo 11, se tiene las correlaciones realizadas para cada factor climático agrupados por especie y comunidad.

Según Rogg (2000), la lluvia influye en la actividad y en el comportamiento de los insectos. Muchas veces las lluvias fuertes pueden reducir significativamente una población de plagas en el cultivo.

Las fuertes precipitaciones pluviales de campañas agrícolas lluviosas, tienden a destruir huevos y larvas pequeñas ubicadas en brotes y la cara superior de las hojas (Cisneros, 1996).

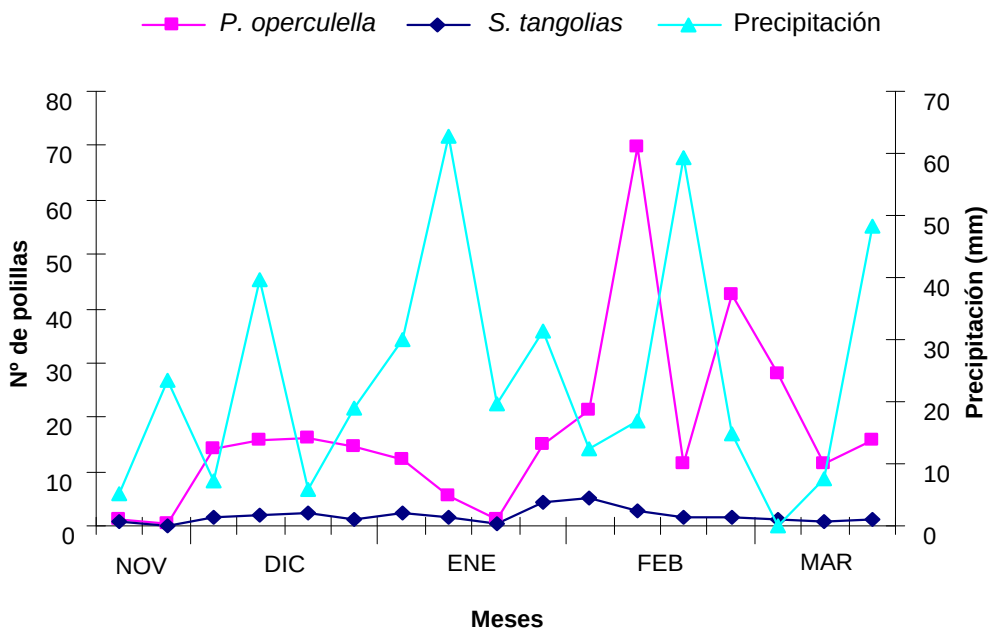


Figura 13 Precipitación vs. Presencia de polillas en la comunidad de Calahuancane Baja

La Figura 13, representa la dinámica poblacional con respecto a la precipitación y el número promedio de polillas capturadas/5 trampas/semana en la comunidad de Calahuancane Baja, donde la correlación es de r = -0.263 y r = -0.060 para las especies de polillas de la papa *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias* respectivamente, no se demuestra correlación positiva para el número de individuos y la precipitación.

Se observó reiteradamente una mayor densidad poblacional de la plaga en los periodos más secos mientras que las bajas densidades de esta polilla han estado asociadas a altas precipitaciones (Niño, 2004).

La Figura 14, representa la dinámica poblacional con respecto a la precipitación y el número promedio de polillas capturadas/5 trampas/semana. En la comunidad de Chinchaya, donde la correlación es de r = 0.134 y r = 0.025 para las especies de

polillas de papa *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias* respectivamente, es decir, la población de polillas para la especie *Phthorimaea operculella* y para la especies *Symmetrischema tangolias* carecen del efecto de la precipitación con respecto a la presencia y aumento en su población.

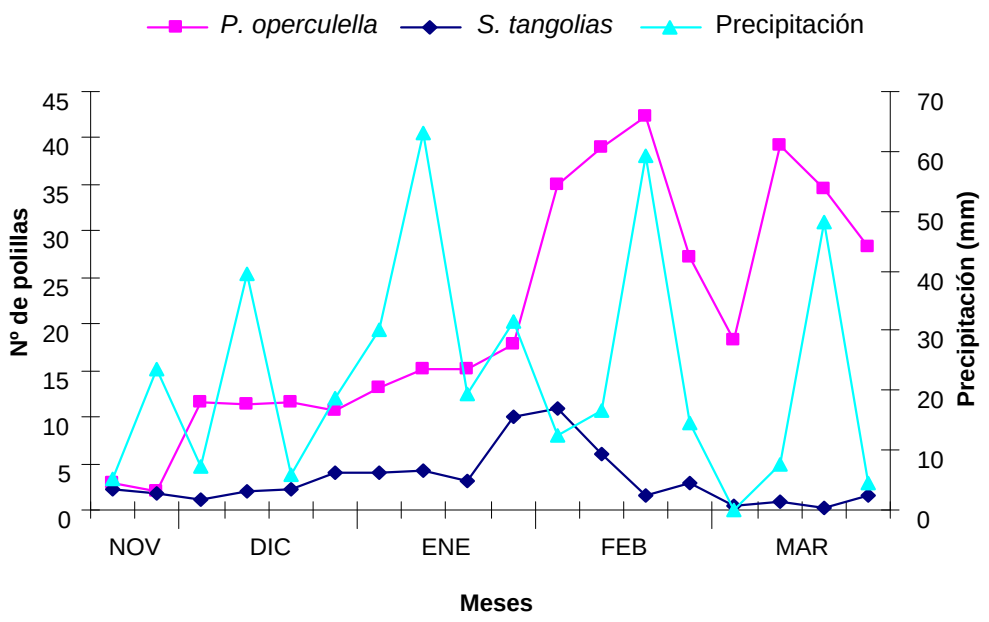


Figura 14 Precipitación vs. Presencia de polillas en la comunidad de Chinchaya

Cisneros (1995), mencionando a Wille (1968), quien indica que las condiciones de sequía favorecen las infestaciones de la polilla de papa, lo cual concuerda con este estudio.

Los datos de temperaturas promedio por semana obtenida de la estación climática automática que se encuentra en la comunidad de Chinchaya, se grafica en la Figura 15.

Figura 15, también muestra las temperaturas de las comunidades de Calahuancane Baja y Chojñapata, que fueron obtenidos de los sensores de temperatura (hobos).

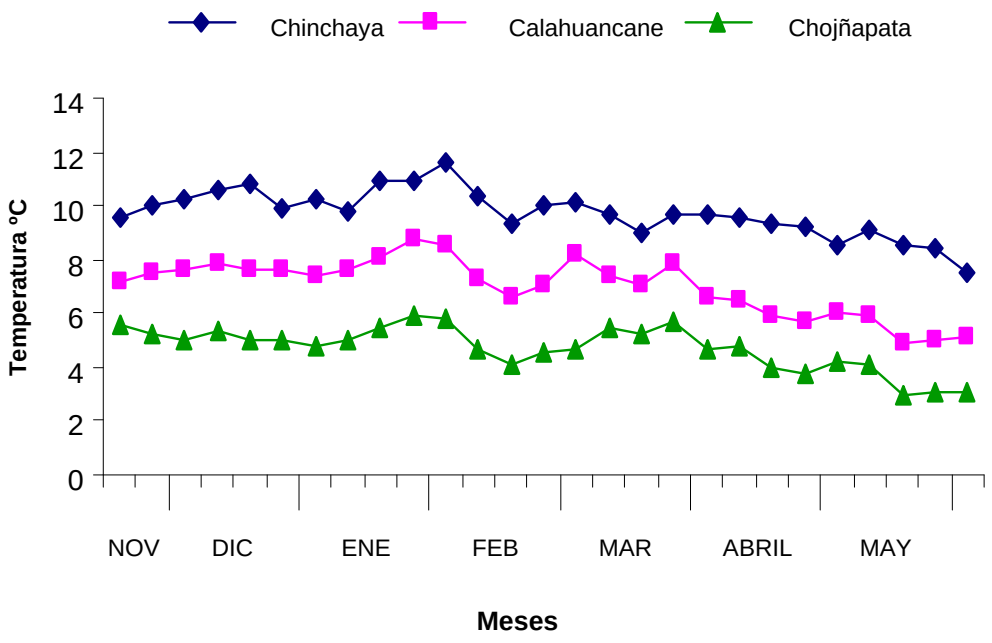


Figura 15 Temperatura promedio semanal en la zona de estudio en la Gestión agrícola 2006 – 2007

La comunidad de Chojñapata presenta las temperaturas más bajas durante toda la gestión agrícola, a comparación de Chinchaya y Calahuancane Baja.

En las tres comunidades, en los meses de diciembre a febrero se tiene poca variación de la temperatura teniendo un promedio de 8°C a 10°C y en el mes de mayo las tres comunidades presentan el descenso de temperatura.

Kalam (1998), refiere que un aspecto fundamental de la adaptación de los organismos es el cambio de la temperatura en el medio exterior.

Gamboa y Notz (1990), mencionan que el porcentaje de mortalidad de la polilla aumenta considerablemente a medida que disminuye la temperatura de 51.85% a 30°C hasta valores de 92.70% a 15°C. El tiempo de desarrollo promedio de larvas se incrementa con la disminución de la temperatura, 17.71 días a 30°C hasta 97.4 días a 15°C.

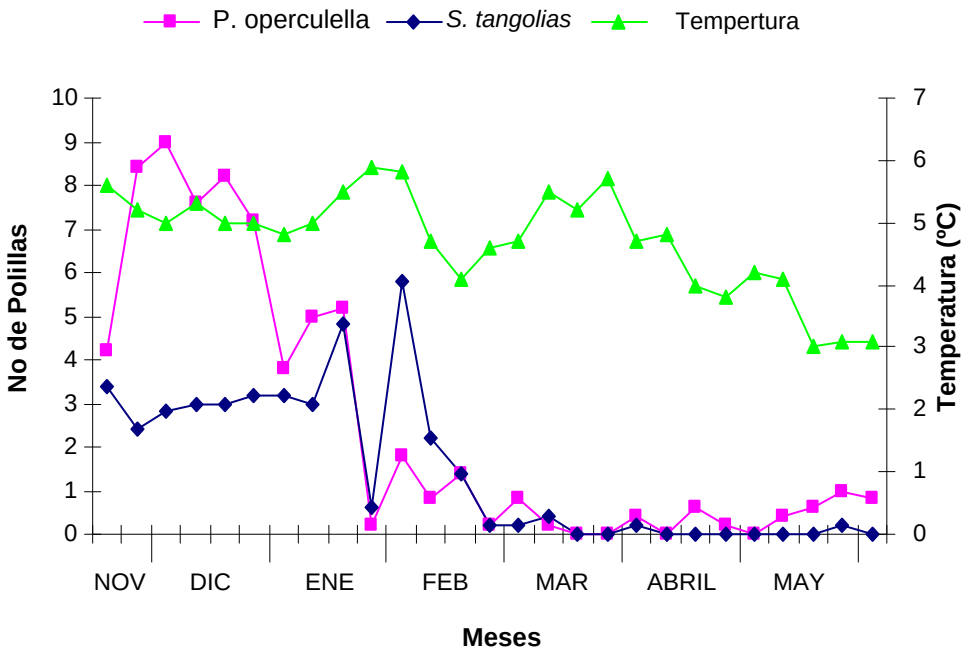


Figura 16 Temperatura vs. Presencia de polillas en la comunidad de Chojñapata

En la Figura 16, se presenta el número de polillas para cada una de las especies y la temperatura en la comunidad de Chojñapata, la correlación obtenida para *P. operculella* tiene un valor de r =0.326, para *S. tangolias* el valor es mayor r=0.0.528 que quiere decir que esta altamente correlacionado, es decir, que existe una influencia diferenciada de la temperatura en la población de polilla existente en la zona de estudio.

Según Figueroa (2004), cita a Gamboa y Notz (1996), quienes concluyen que P. *operculella* es una especie que se adapta mejor a condiciones poco favorables como zonas paperas andinas con temperaturas promedio por debajo de 20ºC.

Lo cual concuerda con los resultados obtenidos en la correlación obtenida para la comunidad de Chojñapata.

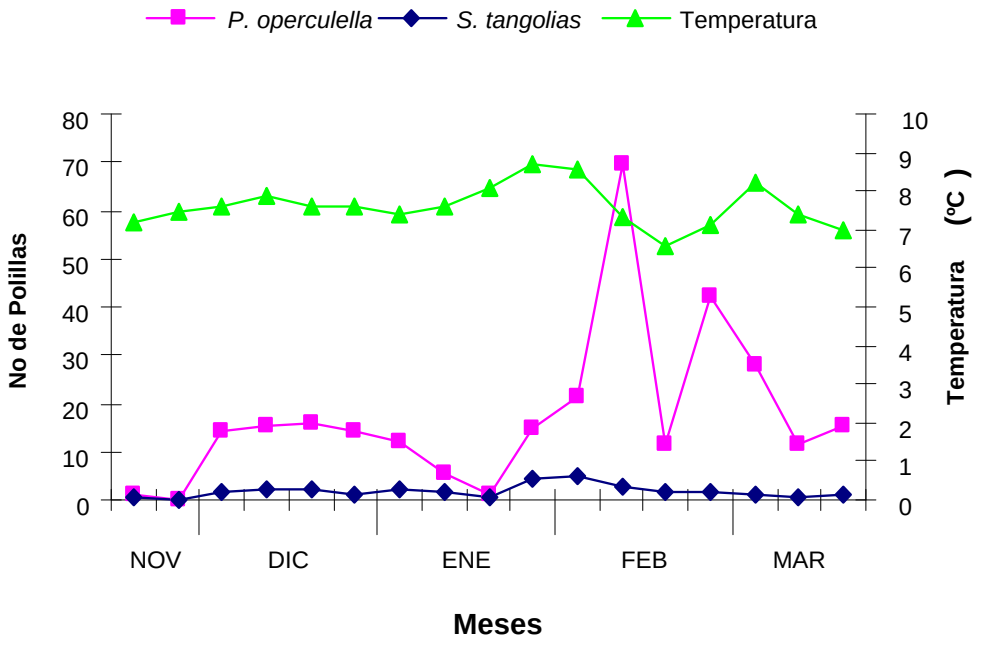


Figura 17 Temperatura vs. Presencia de polillas en la comunidad de Calahuancane Baja

La representación de la Figura 17, nos muestra la presencia de polillas de ambas especies y la temperatura en la comunidad de Calahuancane Baja, donde muestra la correlación correspondiente a r=0.084 para la especie *P. operculella* y r=0.552 para *S. tangolias*, es decir, que existe una correlación menor con proporción a la presencia de *Phthorimaea operculella* con respecto a la temperatura, en cambio *Symmetrischema tangolias* presenta una alta correlación siendo positiva, señalado que un aumento de temperatura podría favorecer a la población de esta especie.

Demostrando que la temperatura no es significativo para *P. operculella* y es altamente significativo para *S. tangolias* en la comunidad de Calahuancane Baja.

Cisneros (1986), señala que las condiciones climáticas influyen sobre las plagas mediante su variaciones estaciónales, estas condiciones determinan en los insectos las posibilidades de alcanzar altas o bajas densidades, como es el caso de la polilla de papa.

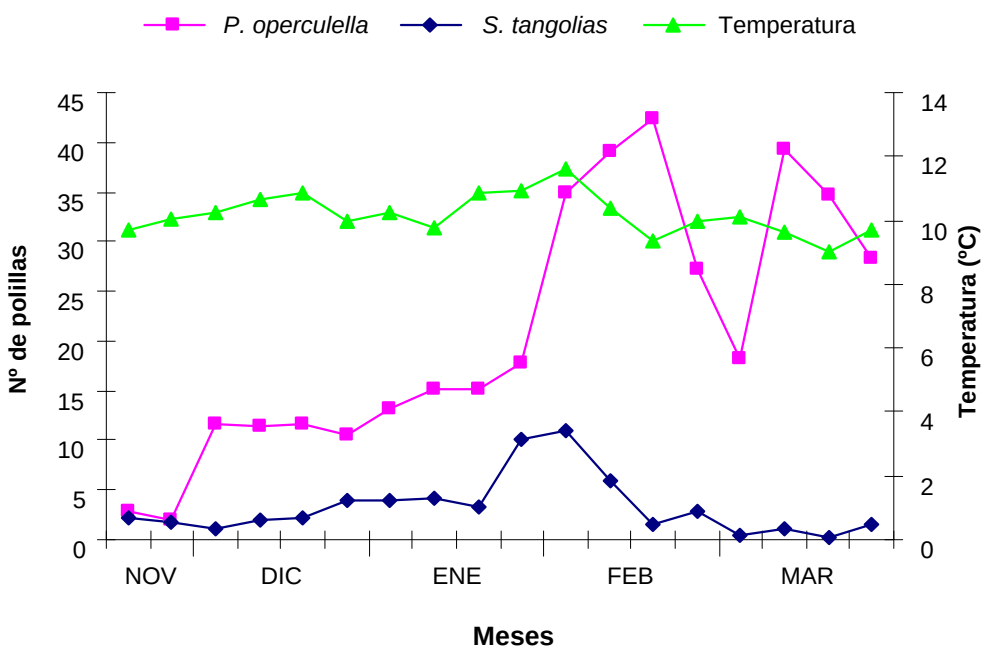


Figura 18 Temperatura vs. Presencia de polillas en la comunidad de Chinchaya

En la comunidad de Chinchaya se tuvo el siguiente comportamiento representado en la Figura 18, donde la presencia de *Phthorimaea operculella* tiene una correlación negativa siendo el valor de r= - 0.188 es decir a un aumento de temperatura existirá una reducción de la población de polillas de la especie *Phthorimaea operculella* y no es significativo.

En el caso de *Symmetrischema tangolias* es lo contrario existiendo una correlación positiva siendo el valor de r = 0.688 que quiere decir que un aumento de temperatura existirá un aumento en la población de la especie *Symmetrischema tangolias* con un resultado altamente significativo, es decir, que la temperatura favorece a esta especie en el aumento de su población en Chinchaya.

Zanabria 1997, menciona que las condiciones secas y cálidas con temperaturas que fluctúan entre 20 y 30 ºC son las más favorables y aceleran el desarrollo del ciclo biológico y la multiplicación de las especies de polillas.

Otro de los factores climático que tienen influencia en las especies plagas es la humedad relativa, es una medida del contenido de humedad del aire, no obstante, los valores de humedad relativa tienen la desventaja de que dependen fuertemente de la temperatura del momento. A continuación se tiene la Figura 19, donde se tiene la humedad relativa de la zona en estudio.

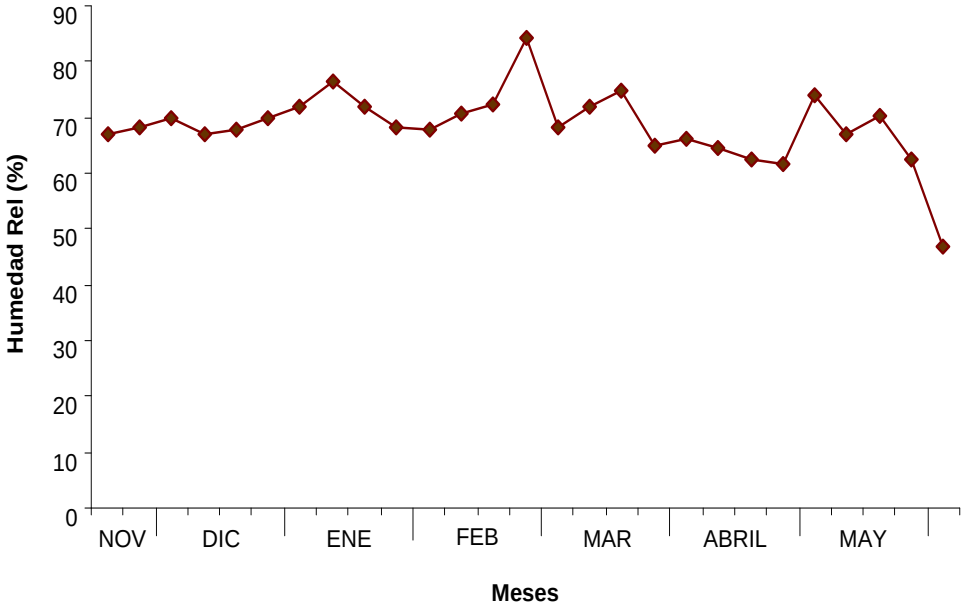


Figura 19 Humedad relativa registrada en la zona de estudio en la Gestión agrícola 2006 – 2007

La Figura 19, representa la humedad relativa obtenida de la estación climática, los datos tomados cada treinta minutos, fueron promediados por semana para realizar esta evaluación de la zona.

La humedad relativa oscila entre 40% y 90% como escalas mínima y máxima, teniendo como promedio 65%.

A continuación se tiene las correlaciones entre población de polillas con respecto a la humedad relativa en las comunidades.

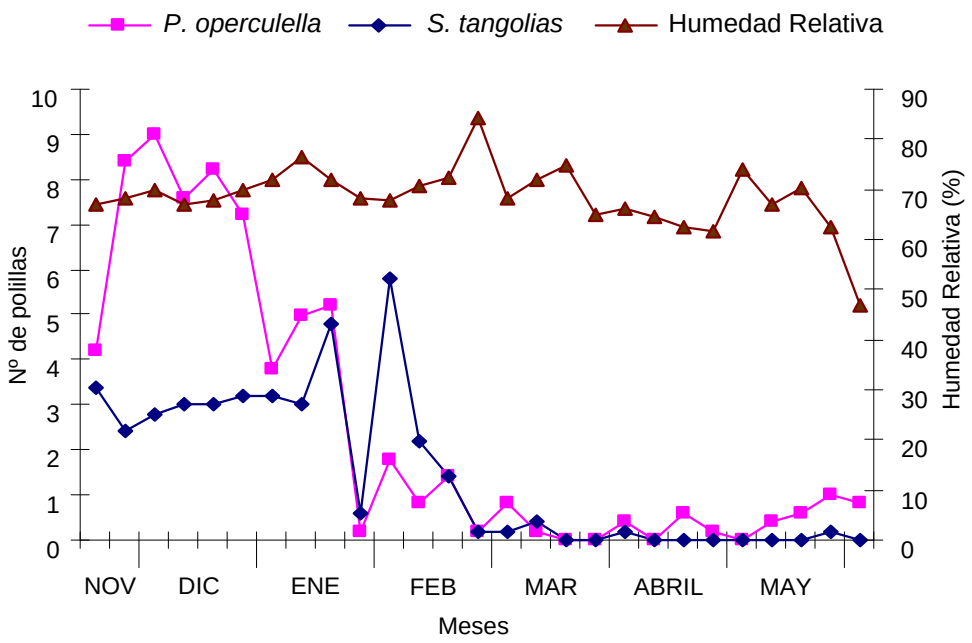


Figura 20 Humedad Relativa vs. Presencia de polillas en la comunidad de Chojñapata

La Figura 20, muestra el comportamiento de las dos especies de polillas con respecto a la humedad relativa del ambiente en la comunidad de Chojñapata, el valor de correlación es 0.095 para *P. operculella* y 0.196 para *S. tangolias,* lo que indica que la humedad relativa del ambiente, no es significativa para la presencia de la población del complejo de polillas de papa siendo una correlación positiva pero cercano al valor de cero por lo cual no se considera representativo.

Cisneros (1996), indica que cualquier población fitófago, constituya plaga o no; está influenciada por el ambiente abiótico (físico y químico) y biológico que lo rodea: el clima, el agua y el suelo, las plantas, otras plagas, los enemigos naturales y las alteraciones que producen las prácticas culturales, así como las aplicaciones de plaguicidas.

La siguiente figura nos muestra la humedad relativa y el comportamiento de la población de polillas en la comunidad de Calahuncane Baja.

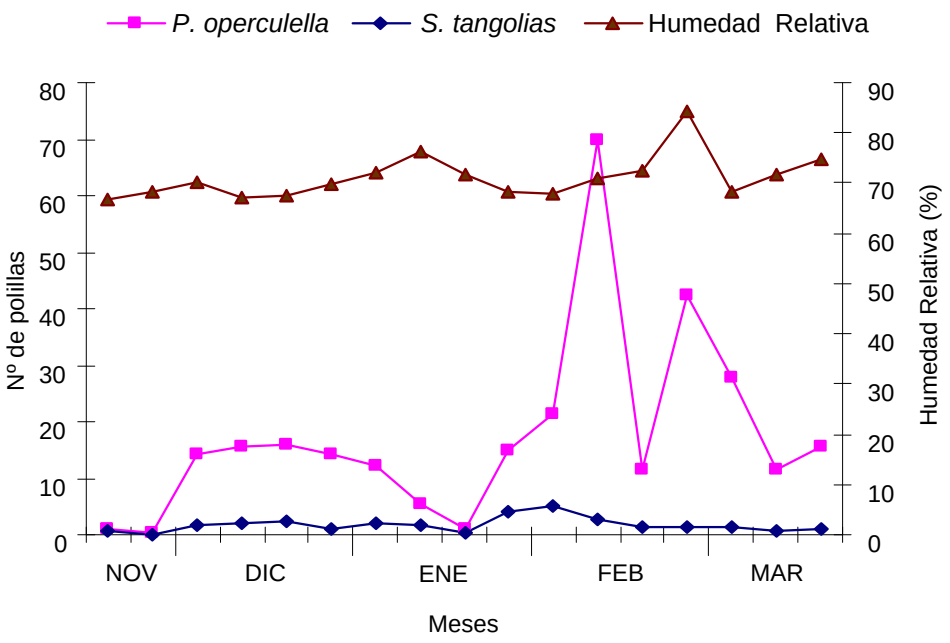


Figura 21 Humedad Relativa vs. Presencia de polillas en la comunidad de Calahuancane Baja

La Figura 21, representa la dinámica poblacional de la polilla de papa en la comunidad de Calahuancane Baja con respecto a la humedad relativa del ambiente.

El valor de correlación es 0.273 para *Phthorimaea operculella* y -0.214 para *Symetrischema tangolias*, existiendo una correlación positiva pero no significativa para *P. operculella* y una correlación negativa pero al igual no significativa para *S. tangolias*, lo cual nos indica que la humedad relativa no influye en la población de las dos especies de polillas presentes en Calahuancane Baja.

Según Zanabria (1997), el suelo y la humedad del mismo, influyen marcadamente en la abundancia e infestación de polillas; así en suelos pesados ante la ausencia de una adecuada humedad sea del agua de riego o de lluvias, se forman grietas, que facilitan un rápido acceso de las polillas adultas a los tubérculos.

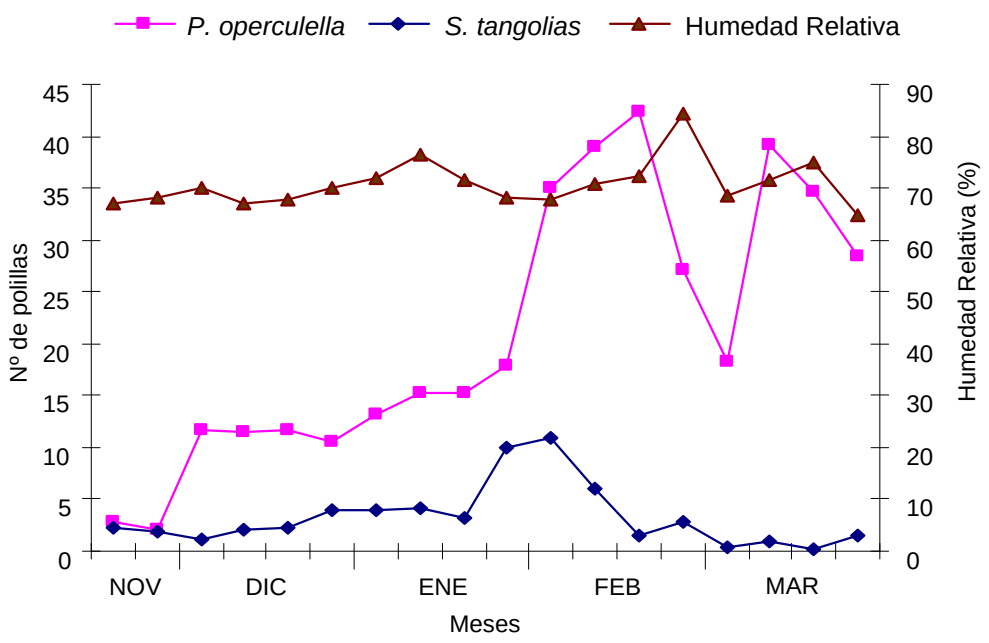


Figura 22 Humedad Relativa vs. Presencia de polillas en la comunidad de Chinchaya

La Figura 22, representa la dinámica poblacional de la polilla de papa en la comunidad de Chinchaya con respecto a la humedad relativa del ambiente, se obtuvo los valores de correlación para *Phthorimaea operculella* r = 0.277 y *Symmetrischema tangolias* con r = -0.102. Existiendo una correlación positiva pero no significativa para *P. operculella* y una correlación negativa pero al igual no significativa para *S. tangolias,* lo que indica que la humedad en Chinchaya no tiene influencia en la población de polillas.

Odum (1972), la temperatura ejerce sobre los organismos un efecto limitante más grave cuando las condiciones de humedad son extremas, muy altas o muy bajas, cuando estas condiciones son más moderadas. Y en forma analógica, la humedad juega un papel más crítico en el caso de temperaturas extremas.

La radiación solar es otro de los factores climáticos que interviene en la presencia de la polilla de la papa y otras plagas. La estación climática instalada en la comunidad de Chinchaya nos proporciono los datos de la radiación solar en la zona de estudio como se muestra en la Figura 23 a continuación.

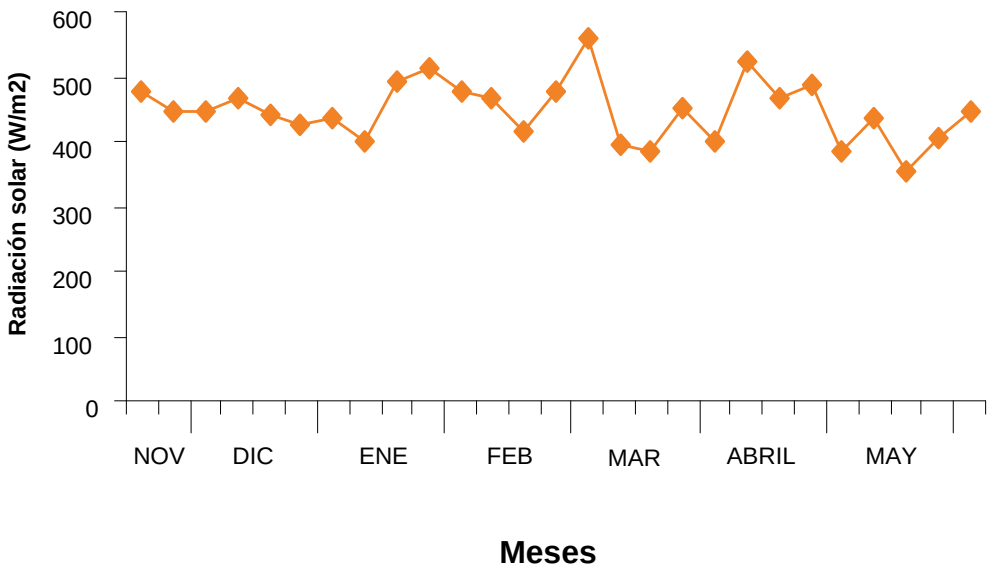


Figura 23 Radiación Solar registrada en la zona de estudio en la Gestión agrícola 2006 – 2007

En la Figura 23, otro de los factores climáticos utilizados para realizar este estudio es la radiación solar el cual en la figura oscila entre 400 y 500 W/m^2 durante los meses de noviembre del 2006 hasta febrero del 2007 y en marzo la radiación esta cerca de los 600 W/m^2.

La radiación natural influye en el crecimiento y la actividad de los insectos; por otro lado, algunos insectos utilizan el campo magnético para su orientación, llamado geotroismo (Rogg, 2000).

Es la cantidad de energía solar que incide sobre una superficie. La radiación solar global diaria es la cantidad de radiación global entre las seis de la mañana y las seis de la tarde y sus valores oscilan entre 500 y 10.000 W*h/m^2 al día.

Los insectos son más sensibles a las radiaciones que los hongos, bacterias y virus y mueren dentro el límite de radiación máxima probada por razones de seguridad (100 Kilorads) es 45 – 60 Kr

La magnitud que mide la radiación solar que llega a la tierra es la irradiancia, que mide la energía que, por unidad de tiempo y área, alcanza a la tierra. Su unidad es el W/m² (vatio por metro cuadrado).

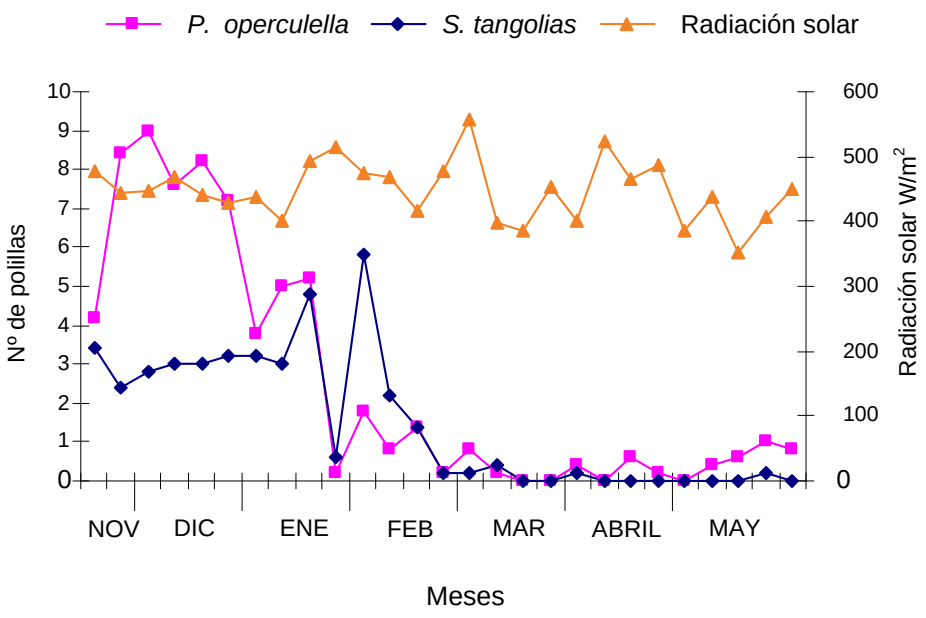


Figura 24 Radiación solar vs. Presencia de polillas en la comunidad de Chojñapata

La radiación solar que se obtuvo no es significativa para la polilla de papa, como se muestra en la Figura 24.

Según Zanabria (1997), los adultos son de actividad nocturna, durante el día se encuentran refugiados entre el follaje de la papa, malezas, debajo de terrones, piedras y residuos de cultivo anterior. Y lo anterior mencionado concuerda con los datos obtenidos ya que la actividad de la polilla se da por las noches.

La correlación obtenida para población de polillas y la radiación en la comunidad de Chojñapata fue *Phthorimaea operculella* 0.009 y *Symmetrischema tangolias* 0.143.

A continuación la Figura 25, nos presenta el comportamiento del as polillas y la radiación.

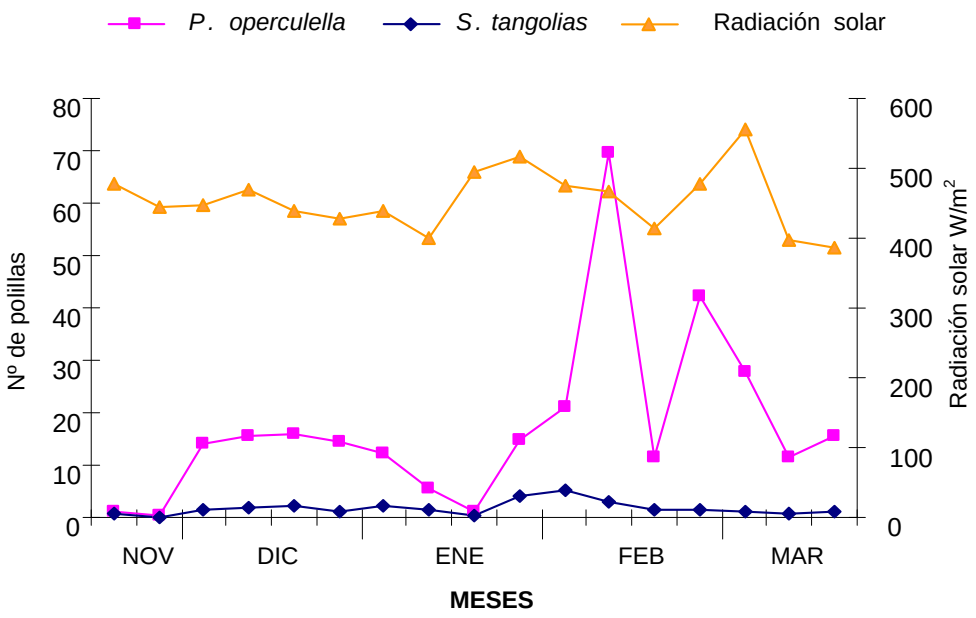


Figura 25 Radiación solar vs. Presencia de polillas en la comunidad de Calahuancane Baja

En la comunidad de Calahuancane Baja no se tuvo influencia de la radiación solar según el análisis de correlación no se encontró nivel de significancia para este factor siendo los valores para la especie *Phthorimaea operculella* -0.240 y *Symmetrischema tangolias* 0.273.

Sin embargo en la Figura 25, en la decimo quinta semana *P. operculella* aumenta su población y *S. tangolias* mantiene su población.

Kalam (1998), indica que todos los parámetros climáticos la radiación solar, la temperatura, la humedad, la intensidad y la dirección del viento, son los parámetros determinantes de la distribución y adaptación de todos los organismos vivos.

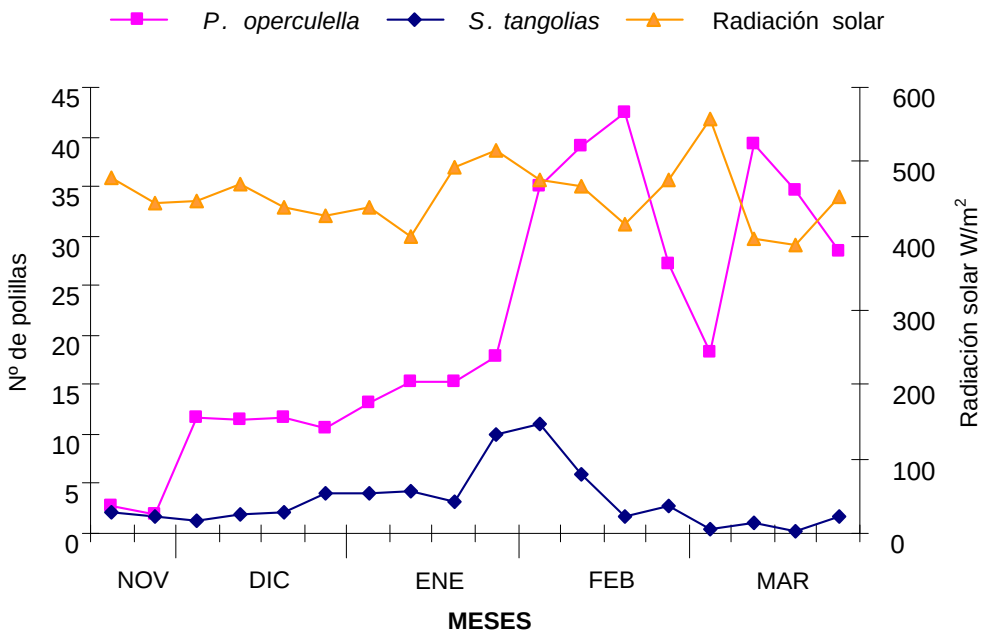


Figura 26 Radiación solar vs. Presencia de polillas en la comunidad de Chinchaya

En la Figura 26, se observa que en la semana trece la población de *P. operculella* aumenta y la radiación se reduce a 400 W/m^2, cuando la radicación aumenta a 560 W/m^2 la población de polillas se reduce a 18 individuos por semana.

El valor de correlación en Chinchaya para *Phthorimaea operculella* es de -0.251 y para *Symmetrischema tangolias* 0.285.

Si bien los investigadores deben proseguir con sus estudios para obtener nuevas conclusiones, surge de su trabajo que los insectos elegirían a las plantas que no fueron afectadas por la radiación UV y que, ante vegetación que fue sometida a esa radiación, la actividad herbívora disminuye (Manrique, 2008).

Se conoce por radiación solar al conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol, el cual se comporta prácticamente como un cuerpo negro que emite energía siguiendo la ley de Planck a una temperatura de unos 6000 K (Inzunza, 2008).

La radiación solar se distribuye desde el infrarrojo hasta el ultravioleta. No toda la radiación alcanza la superficie de la tierra, pues las ondas ultravioletas, más cortas,

son absorbidas por los gases de la atmósfera fundamentalmente por el ozono. (Inzunza, 2008)

5.3. Porcentaje de daño en tubérculos

Palacios (1996), las polillas de papa, *Phthorimaea operculella (Zeller*), *Tecia solanivora* (Povolny), *Symmetrischema tangolias (Gyen)* son consideradas plagas importantes del cultivo de papa.

Las pérdidas que causan en campo ya almacenes cuando su control es deficiente son hasta de un 100%.

El daño económico en la cosecha y post cosecha de los tubérculos realizado por la polilla de papa en las comunidades en estudio, se presenta en la siguiente Tabla 5.

Tabla 5 Porcentaje de daño en tubérculos que se tuvieron en las comunidades en estudio

Plaga / Comunidad	% de Daño por el Complejo de Gorgojo	% de Daño por el Complejo de Polillas de la papa	% de Daño por Otras plagas encontrada
Chojñapata	0	0	6 Ticona
Calahuancane Baja	54	0.25	No se identifico
Chinchaya	28	0	No identificado

Fuente: Elaboración propia

Se tuvo una incidencia de 0.25% en el caso de Calahuancane y 0 % en las comunidades de Chinchaya y Chojñapata, los daños encontrados en los tubérculos corresponden al gusano blanco o también llamado gorgojo para las comunidades de Calahuancane y Chinchaya donde se realizo la cosecha temprana y en el caso de Chojñapata la cosecha se la realizó normalmente encontrándose la presencia de la plaga conocida como Ticona.

Según Rincón (1987), el uso de la feromona sexual ayuda a la disminución de la población de machos. Como recomendación preliminar se deben utilizar 40 trampas por hectárea.

Antezana (1996), citado por Rodríguez (2004), recomienda que se debe cosechar inmediatamente después de constatar la madurez fisiológica, esto evita que el daño causado por la larva sea mayor, además de interrumpir el ciclo de vida del insecto.

Palacios *et al* (1990) mencionado por Zanabria (1997), quien proponen un programa de manejo integrado de polillas de papa, organizando según calendario los métodos y estrategias de control más importantes.

Zanabria (1997), recomienda que en la siembra sea conveniente utilizar tubérculo – semilla sana de buena calidad y con buenos brotes. Una vez que las plantas de papa han emergido del suelo, se debe utilizar 10 trampas con feromona sexual por hectárea de cultivo.

En almacén, la población más alta se presenta a finales del periodo de almacenamiento y las poblaciones más bajas durante el resto del año.

5.4. Otros resultados encontrados

Dentro de las evaluaciones se obtuvieron los siguientes datos de enfermedades:

Tabla 6 Enfermedades encontradas en la evaluación de la cosecha

Enfermedad / Comunidad	Sarna común *Streptomyces scabies* %	Verruga de papa *Synchytrium endobioticum* %	Otras enfermedades %
Chojñapata	11	2	7
Calahuancane Baja	2	0	No se identifico
Chinchaya	3	0	No identificado

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6, se observa que el cultivo de papa en la comunidad de Chojñapata presenta enfermedades como sarna común *Streptomyces scabies* y Verruga de papa *Synchytrium endobioticum* con un 11% y 2% respectivamente, en las comunidades de Calahuancane Baja y Chinchaya solo se tiene la presencia de Sarna común en un porcentaje del 2% y 3% respectivamente.

La enfermedad se presenta siempre que hay condiciones climáticas propicias para el desarrollo del hongo como son lluvias frecuentes, neblina o rocío abundante y temperatura de 9 a 25°C, la lesión puede desarrollarse o expandirse hacia los peciolos y tallos y llegar a los tubérculos, los cuales presentan una coloración parda que se propaga desde la cáscara hacia la pulpa o carne.

La sarna de la papa (*S. scabies*), no es una enfermedad que ocasiona bajas de rendimiento, más bien su daño provoca detrimento de la calidad del tubérculo (Franco, 2002).

CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se obtiene las siguientes conclusiones:

1) Se corroboro la presencia del complejo de polillas de la papa de las especies *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias,* en las tres comunidades donde se realizo el estudio, la especie *P. operculella* es la que tiene mayor representación poblacional dentro de las tres comunidades, de las cuales la mayor población está en Calahuancane Baja, seguida de Chinchaya. La especie *S. tangolias* tiene menor representación poblacional dentro de las comunidades, específicamente en la comunidad de Chinchaya.

2) Las correlaciones con respecto a la precipitación y humedad relativa en las comunidades de estudio nos dan a conocer que es no significativa, es decir, que la población de polillas de la papa no está influenciada directamente por la precipitación y humedad relativa.

3) Con respecto a la temperatura se tiene que existe una mayor correlación entre la presencia de individuos del complejo de polillas y la temperatura en las tres comunidades donde se da a conocer, en Chojñapata para la especie *Phthorimaea operculella* presenta una correlación significativa de r= 0.442 y *Symmetrischema tangolias,* r =0.702 altamente significativo. En las comunidades de Calahuancane Baja y Chinchaya, la temperatura influye en la población de la especie *Symmetrischema tangolias.* Por otro lado *Phthorimaea operculella* presentaría una adaptación en cuanto al cambio climático que sufre el altiplano.

4) La radiación solar no es un factor climático que determine la población de polillas, en ambas especies de polillas encontradas la correlación es no significativa, el hábito de la polilla es nocturno y las larvas están escondidas dentro la planta de papa o en el tubérculo.

5) El daño en cosecha es de 0.25% para la comunidad de Calahuancane Baja y 0% para las comunidades de Chinchaya y Chojñapata, obteniéndose daño en tubérculos por gorgojo de los Andes en estas, dentro de la misma evaluación se encontró enfermedades como ser la sarna común y verruga de la papa, ambas enfermedades presentes en Chojñapata con un índice de 11% y 2% respectivamente. En Calahuancane Baja y Chinchaya solo se encontró sarna común en un índice de 2% y 3% respectivamente.

CAPITULO VII

7. RECOMENDACIONES

Según las conclusiones llegadas se dan algunas recomendaciones:

1) Se recomienda realizar estudios de dinámica poblacional del complejo de polilla de la papa en campo y almacén en las tres comunidades donde se realizo el estudio.

2) El efecto del cambio climático, se hace evidente en la adaptación de las especies de polillas en el altiplano boliviano, las condiciones climáticas se tornan favorables para los cultivos y para sus plagas por lo que se recomienda realizar estudios de dinámica poblacional del complejo de la polilla de papa incorporando un manejo integrado de plagas siendo el más recomendable el uso de su controlar natural.

3) También se recomienda añadir el estudio de dinámica poblacional de los controladores biológicos del complejo de polilla de la papa para conocer la influencia del cambio climático en sus depredadores en el altiplano boliviano en ciclos agrícolas consecutivos.

4) Al ser una especie cosmopolita se recomienda ampliar el área de estudio e identificar a la especie de polilla que se adapte a los distintos ecosistemas encontrados en la zona donde se realizo este trabajo, para posteriormente recomendar métodos de prevención y control.

5) La falta de asistencia técnica en las comunidades hace que las parcelas del agricultor presente mayor incidencia y diversidad de plagas por lo que se recomienda realizar el monitoreo en las parcelas del comunario, utilizando la semillas del lugar y determinar las especies de polillas que se introdujeron por semillas y la migración a esta zona.

CAPITULO VIII

8. BIBLIOGRAFIA

Andrew, R. 1999. Biología y comportamiento de la polilla de la papa *(Phthorimaea operculella)*. Proyecto MIP – Polilla. Fundación PROINPA. 4 p.

Andrew, R. 1999. Biología y comportamiento de la polilla de la papa *(Symmetrischema tangolias)*. Proyecto MIP – Polilla. Fundación PROINPA. Publicación co-financiada por el Proyecto Papa Andina. 4 p.

Cáceres H, E. 1986. Papa, Yuca y Camote. Cultivo y aprovechamiento. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Santiago. Impreso en CEGRA. 54 p.

Calderón, R. 2002. Desarrollo de Componentes del Manejo Integrado de las Polillas de la Papa *(Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias)* en Bolivia y el Bioinsecticida *Bacuolovirus* (Matapol). Fundación PROINPA - Proyecto PAPA ANDINA. Cochabamba – Bolivia. p. 21 -38.

Cárdenas, M. 1989. Manual de Plantas Económicas de Bolivia**.** Amigos del Libro. Cochabamba. – Bolivia. p. 64.

Christianser, J., 1997. Primer Congreso Internacional de Cultivos Andinos. IICA. Bolivia – Perú – Ecuador. 105 p.

Chura, J. 1992. Ciclo Biológico de la Polilla de Papa *Phthorimaea operculella*. (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), en laboratorio. Tesina. Tec. Agr. Universidad Mayor de San Simón. Escuela Técnica Superior de Agronomía "Jorge Trigo Andia". Cochabamba – Bolivia. 56p.

CIEC. (Centro de investigación ecológica cielo). 2006. Uso y manejo de trampas para control de polillas de la papa. 3 p.

Cisneros, F. 1988. Estrategias de control de las polillas de la papa, dentro de un esquema de control integrado. Curso internacional: Manejo integrado de las palomillas (Lepidoptera: Gelechiidae) de la papa. ICA-CIP. Bogotá, Col. 131p.

Cisneros, F. 1995, Control De Plagas Agrícolas, 2ª edición Lima-Perú, impreso en: Full Print s.r.l. 313 pag.

Figueroa 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 U.M.S.A. La Paz, Bolivia. 95 pag.

Franco, J. 2002. El cultivo de la papa en Guatemala *Solanum tuberosum L*. primera edición. Guatemala. 52 pag.

Gamboa, M. y Notz, A. 1990. Biología de *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) en papa (*Solanum tuberosum*). Instituto de Zoología Agrícola, faculta de Agronomía, UCV. Venezuela. 9 de abril de 2007 en linea. http://www.redpav.avepagro.org.ve html.

Gamboa, M. y Notz, A. 1990. Influencia de la temperatura en el desarrollo y oviposición de *Phthorimaea Operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). Instituto de Zoología Agrícola, faculta de Agronomía, UCV. Venezuela. 10 pg. 9 de abril de 2007 en linea. http://www.plagas-agricolas.info.ve/fichas.

Grajeda R. R., 2000, Fluctuación poblacional y control químico de las polillas de la papa *Phthorimaea operculella, Paraschema detectendum y Eurisacca melanocampta* en el cantón Vacas. Tesis de grado. Facultad de ciencias agrícolas y pecuarias "Martín Cárdenas". U.M.S.S. Cochabamba – Bolivia. p. 7 – 24.

Inzunza, J. 2008. Radiación solar y Terrestre**.**Ciencias Integradas. (disponible en http://www2.udec.l/jinzunza/ciencias. consultado el 15 de marzo de 2008).

Kalam, A. 1998. Apuntes de Ecología. Editorial MS DAK. Primera edición. La Paz – Bolivia. 115p.

MDSP. (Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación). 2000. Escenarios Climáticos, Estudio del Impacto y Opciones de Adaptación al Cambio Climático, impreso en La Paz – Bolivia. p 205- 216.

Mamani, P. 2006. Evaluación de diferentes formas de control para la polilla de la papa, *Phthorimaea operculella Zeller.* Proyecto internacional de la papa.PROINPA. 20 p. (Disponible en http:// redepapa.org/ control2. Consultado el 24 de julios del 2007).

Manrique, A. 2007. A los insectos no les gustan las plantas irradiadas. Agencia C y TA – Instituto Leior. (Disponible en http://elmercuriodigital.es/index2. option=com. consultado el 17 de octubre de 2008).

Niño, L. 2004. Revisión sobre la polilla de la papa *Tecia solanivora* en Centro y Suramérica. Suplemento Revista Latinoamericana de la papa – 200. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Mérida - Venezuela. 18 p.

Odum, E. 1972. Ecología. Editorial Latinoamericana S. A. de C.V. tercera edición. Impreso en México – Printed. 360 pg.

OMM (Organización Mundial de Meteorología); PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente); PCC (Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 1992. Cambio Climático, efectos sobre los ecosistemas 310-340 pp.

Palacios, M. 2006. Manejo integrado de la polilla de la papa en unidades piloto. Bogotá – Colombia. Pág. 10.

PDM (Plan de desarrollo Municipal), 2003 del municipio de Ancoraimes.

PROINPA (Programa de investigaciones de la papa). 1992. Informe anual 1992-1993. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), Centro Internacional de la Papa (CIP), Cooperación Técnica Suiza (COTESU). Cochabamba - Bolivia. 483 p.

PROINPA (Programa de investigaciones de la papa). 1994. Informe anual 1993-1994. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), Centro Internacional de la Papa (CIP), Cooperación Técnica Suiza (COTESU). Cochabamba - Bolivia. p. VII33-VII45.

Pumisacho, M. y Sherwood, S. 2002. El cultivo de la papa en Ecuador. Primera edición. (Instituto Nacional Autónomo de investigaciones agropecuarias) INIAP. Quito –Ecuador. 231 pg.

Pusarico, P. R. 2003. Evaluación de cuatro variedades de Maíz duro (*Zea Mayes*) en cinco épocas de siembra, como medida de adaptación al cambio climático en la región sub tropical de La Paz. Tesis de grado. Facultad de agronomía. U.M.S.A. La Paz-Bolivia. p. 20-24.

Raman, K.V. 1980. La polilla de la papa. Boletín de información No 3. Lima –Perú. 14 p

Raman, K.V. y Booth R.H. 1986. Evaluación de Tecnología para Control Integrado de la Polilla de la Papa en Campos y Almacenes, Centro Internacional de la Papa (CIP) Lima –Perú. 20 p. (Serie de evaluación de tecnología no 12).

Reyes, C., 1995, Bioestadística aplicada: agronomía, biología, química. 2ª ed. México Trillas,

Rogg, H. 2000, Manual de Entomología agrícola de Bolivia. Ediciones Abya Yala. Impreso en Quito – Ecuador. Marzo 2000. p 46-54 136-150.

Ruiz, M. 1998. Estudio sobre los factores bióticos y abióticos que influyen en los parasitoides enemigos de polillas de la papa y áfidos en el altiplano central. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. p. 6, -12.

Sarmiento, J. y Sánchez, G. 1997. Evaluación de Insectos. Departamento de de entomología y fitopatología. Primera edición. Lima – Perú. 117 p.

Silvestre B. I. 1997, Identificación, multiplicación y elaboración de virus granulosis para el control biológico de la polilla de la papa en condiciones de almacenamiento. Facultad de Agronomía. U.M.S.A. La Paz, Bolivia. Pag. 46

Torres W, F. 1989. Principales insectos plagas del cultivo de la papa en Venezuela. FONAIAP-Venezuela. Memorias Seminario Taller: Aspectos entomológicos en el cultivo de la papa. Colombia. p. 11- 13.

Torrico, A. J. 1998. Vulnerabilidad y opciones de adaptación del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) al Cambio Climático para condiciones de altiplano y valles utilizando modelos de simulación. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. p. 6, 8, 12.

Zanabria, H. E. y Banegas, C.M, 1997. Entomología Económica Sostenible. Plagas de los cultivos andinos: papa y quinua y el manejo agroecológico en ecosistemas frágiles de la región andina. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias. Primera Edición. Impreso en AQUARIUM Impresores & Editores. Puno – Perú, Pág. 48 – 68.

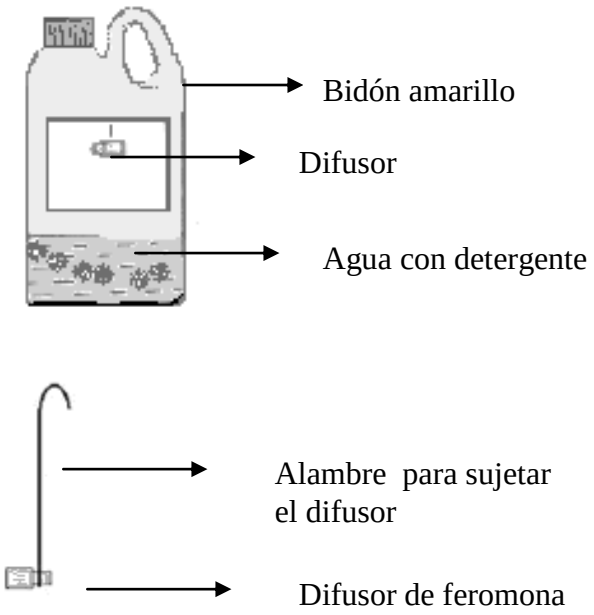
ZONISIG (Proyecto de zonificación agroecológica y establecimiento de una base de datos y red de sistemas de información geográfica en Bolivia).1998. Zonificación agroecológica y Socioeconómica de la cuenca del Altiplano del departamento de La Paz. DHV Consultores – ITC. Cooperación del Gobierno de los Países Bajos. Sierpe. Primera edición. Bolivia. 213 pág.

_____ Feromonas y trampas para la gestión integrada de plagas (MIP). 2006. *Procam ca'n llaneas*. (Disponible en http.//www.procam.com/index.html. Consultado el 5 de marzo de 2007).

_____ La Dinámica poblacional. 2007. Diccionario ecológico. (Disponible en http://www.peruecologico. pe. Consultado el 15 de marzo de 2008).

ANEXOS

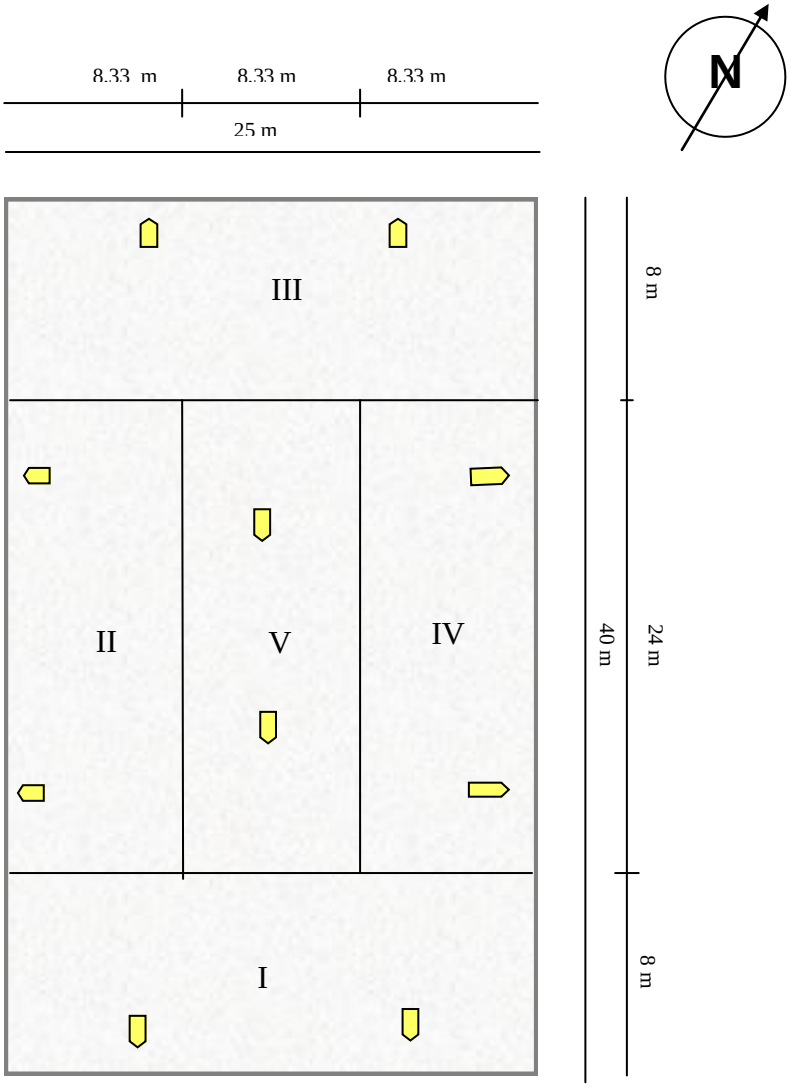
Anexo 1 Diagrama de las trampas construidas



Los difusores son impregnados con el aroma de polilla hembra virgen lista para realizar el apareamiento. Por lo que solo atrae específicamente a los machos adultos de cada especie.

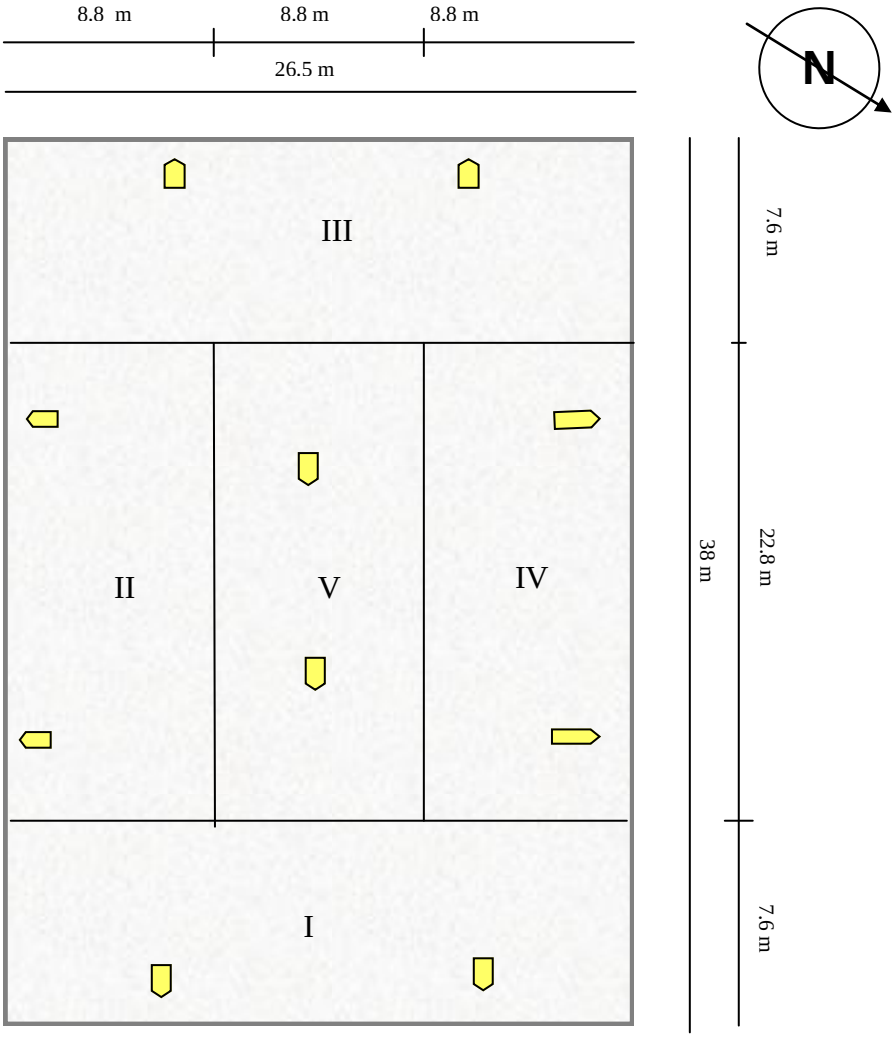
Anexo 2 Croquis de las parcelas de campo en las comunidades

Comunidad de Chinchaya



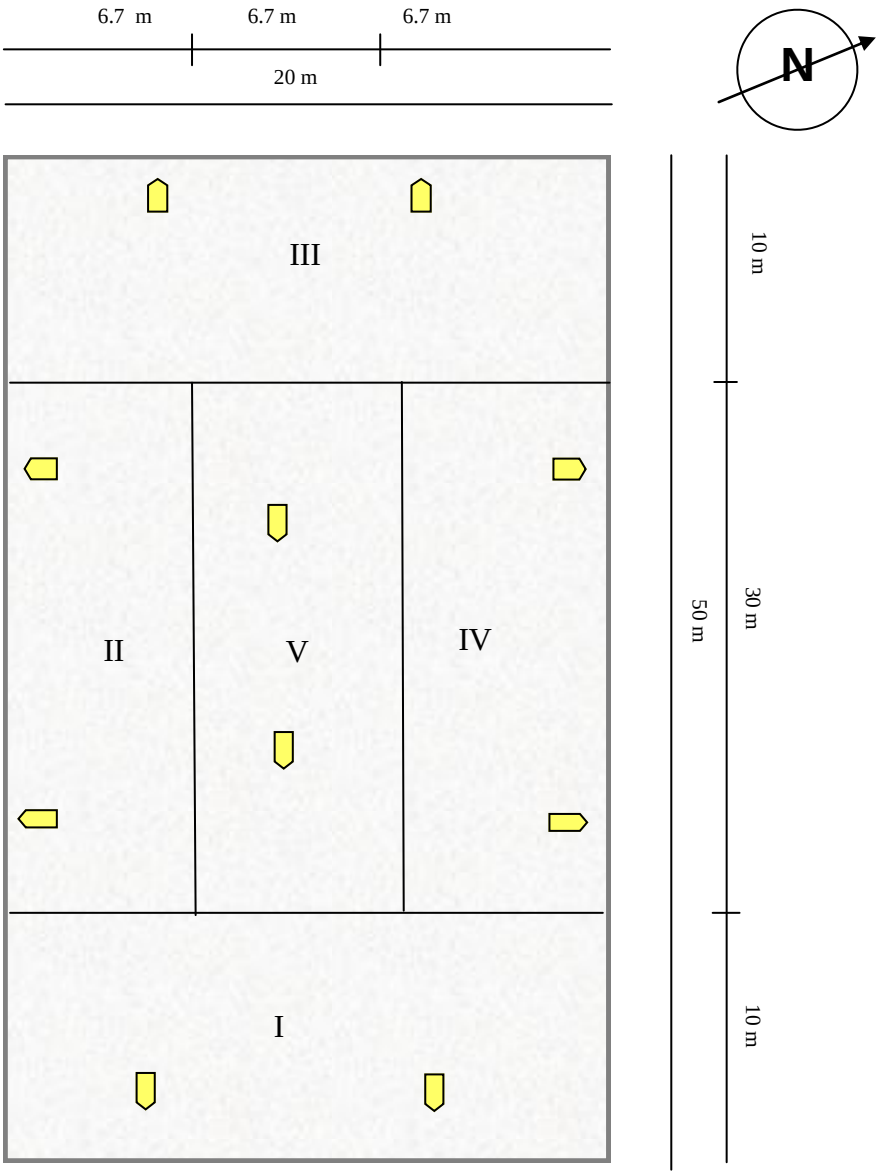
= Trampas amarillas

Croquis de campo de la comunidad de Calahuancane Baja



=Trampas amarillas

Croquis de campo de la comunidad de Chojñapata



= Trampas amarillas

Anexo 3 Manual para control de La polilla de papa

Trampa Amarilla con Feromona

Las trampas amarillas son dispositivos que atraen a los insectos para capturarlos o destruirlos, corresponde a una forma de control etológico.

¿QUÉ ES CONTROL ETÓLOGICO?

Es el control de plagas que se utiliza aprovechando la conducta de algunos insectos, parte de la idea, de que sólo conociendo los aspectos vitales podemos tener las bases para su manejo de una manera racional.

Las aplicaciones del control etológico incluyen la utilización de atrayentes en trampas, cebos, repelentes, inhibidores de alimentación y sustancias diversas que tienen efectos similares.

¿QUÉ ES UNA FEROMONA?

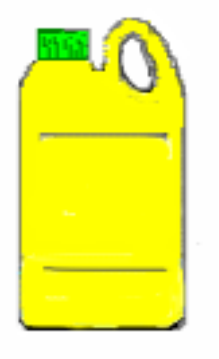
Es la sustancia que desprenden las hembras. Las feromonas son productos orgánicos emitidos por los insectos, que son mensajeros químicos, y que provocan una respuesta en otros individuos de su misma especie que les obliga a adoptar un tipo de comportamiento determinado. Las feromonas sexuales son las más interesantes para su aplicación en el manejo de plagas. Estas substancias, normalmente emitidas por las hembras, se dispersan en el aire a grandes distancias y atraen a los individuos del sexo opuesto de la misma especie para su reproducción.

¿PARA QUÉ SIRVEN LAS TRAMPAS?

- Para estimar la cantidad de insectos presentes y aplicar medidas de control en el momento oportuno.
- Controlar la población de polillas, atrayendo a los machos adultos evitando que se reproduzcan.

MATERIALES NECESARIOS PARA CONSTRUIR UNA TRAMPA

La construcción de trampas requiere de pocos materiales como se observa a continuación:



- ✓ Un bidón plástico amarillo de 5 lt.

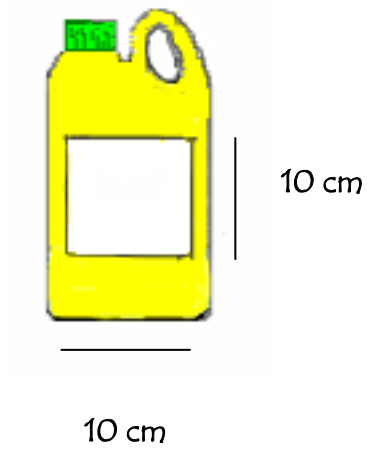
- ✓ Un alambre de 20 cm. de longitud

- ✓ Un difusor de feromona

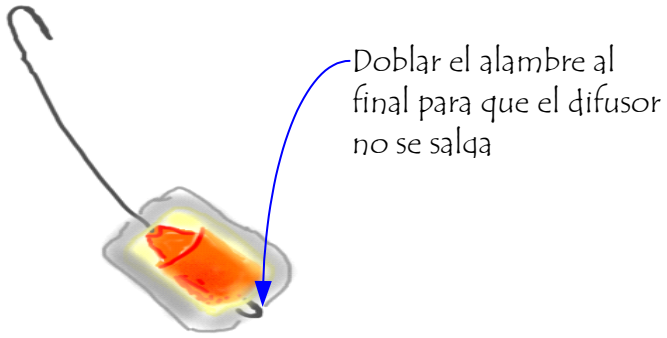
- ✓ Agua y un poco de cualquier detergente

COMO HACER LA TRAMPA

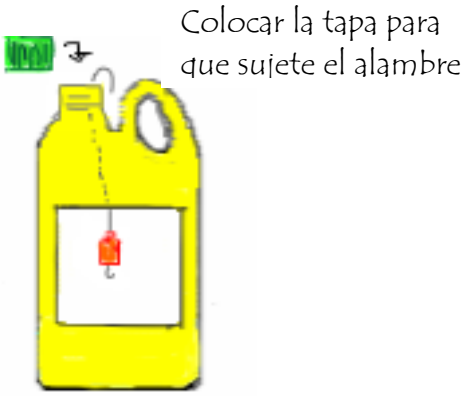
1. Realizar dos aberturas, una en cada lateral del bidón, como se observa en la figura.

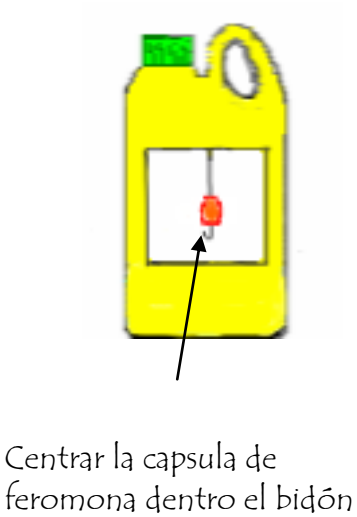


2. Sujetar la capsula de feromona con el alambre, es recomendable no sacarla de su empaque original. para evitar que se moje y pierda su efectividad.

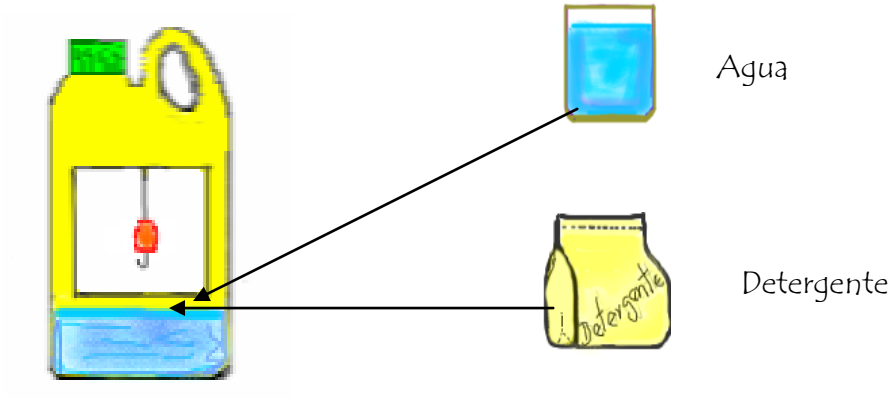


3. Sujetar con la tapa el extremo más largo del alambre, procurando que quede en el centro del bidón para evitar que se moje con la lluvia.



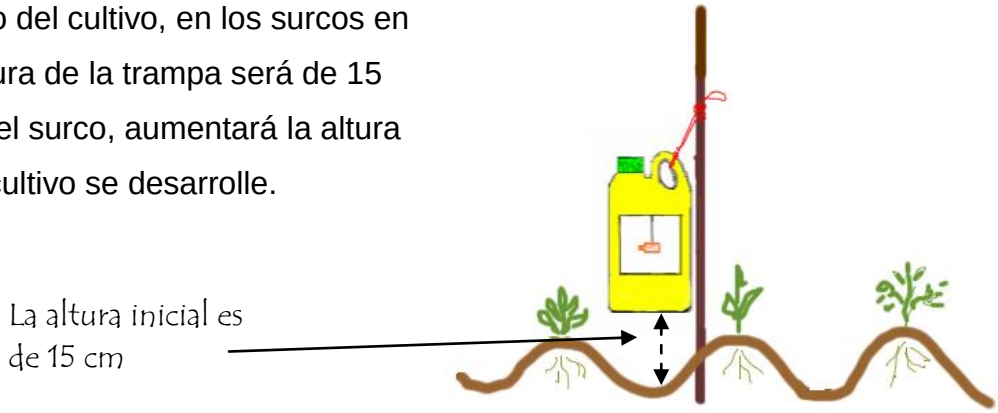


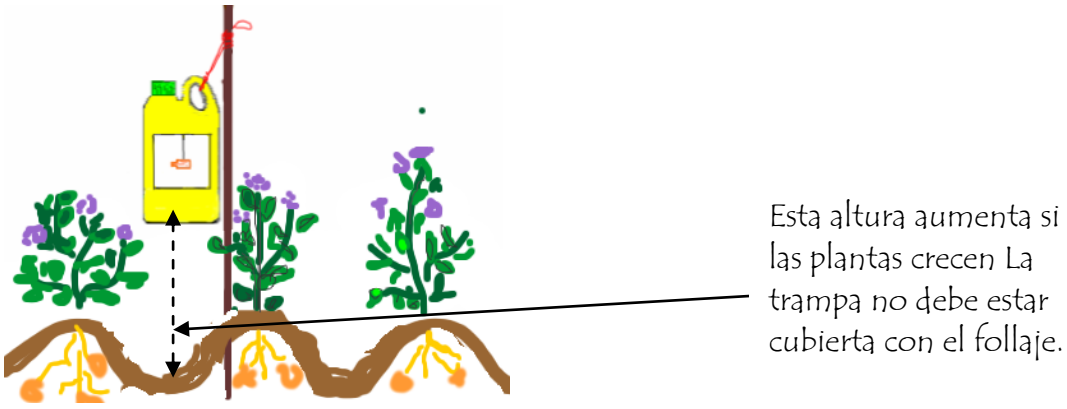
4. Añadir agua al bidón hasta un centímetro por debajo del borde de la abertura, poniendo un poco de detergente.



COMO SE COLOCAN

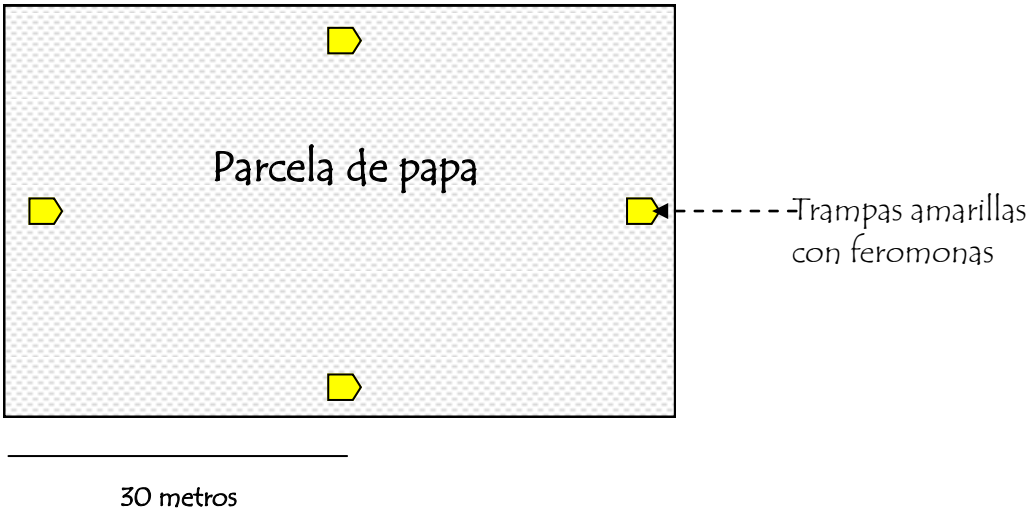
Se colocan dentro del cultivo, en los surcos en un principio la altura de la trampa será de 15 cm. por encima del surco, aumentará la altura a medida que el cultivo se desarrolle.





COMO SE COLOCAN LAS TRAMPAS EN CAMPO

En parcela la distribución de las trampas es como se observa en la figura:



La distancia entre trampas debe ser de 30 metros, Situarlas preferentemente en el borde de la parcela

Si la huerta tuviera más de 30 metros de ancho colocar algunas trampas en el interior del cultivo respetando los 30 metros de distancia.

Colocar como máximo una trampa por cada dos sacos de siembra y como mínimo uno por saco dependiendo del tamaño de las parcelas.

.

En almacén, Colocar al ras del suelo una trampa por almacén, realizar el mismo mantenimiento que en campo

CUIDADO DE LA TRAMPA

NO mojar el difusor de la feromona por que pierde su poder de atracción.

Por ninguna razón la trampa debe quedar sin agua, renovarla semanalmente, esto es para evitara que los insectos escapen de la trampa.

Sugerencias

Es conveniente dejar las trampas en el campo con el debido mantenimiento

La feromona dura aproximadamente 6 meses, una gestión agrícola.

Anexo 4 Hoja de evaluación para monitoreo con trampas de agua con feromona

PLANILLA DE CAPTURA

Comunidad:…….. Variedad ……

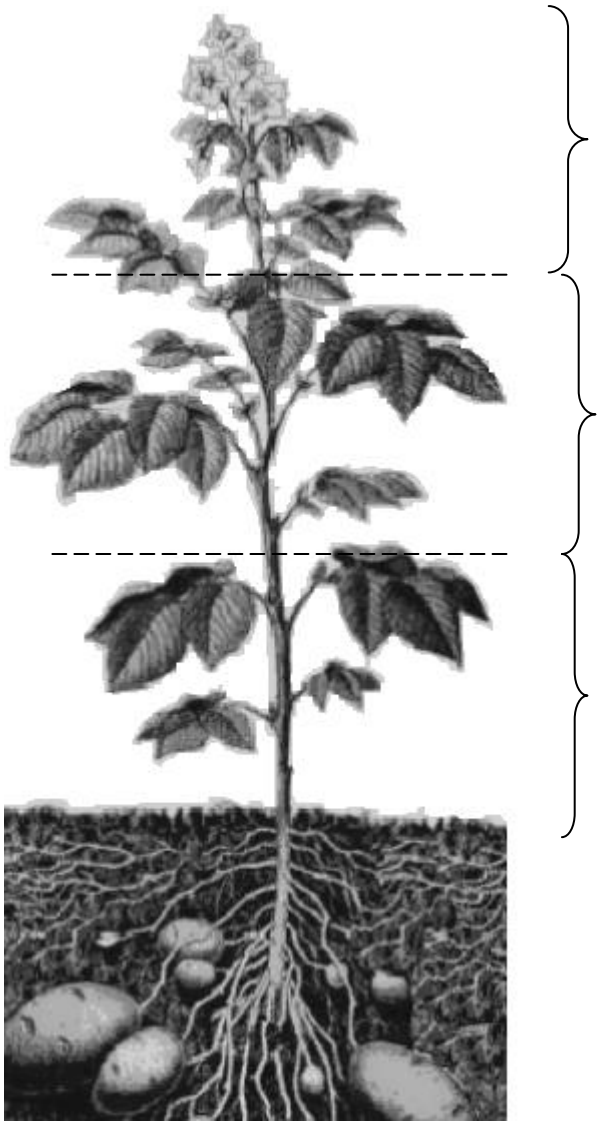
Provincia: …….. Fecha de inicio:

		Sector 1		Sector 2		Sector 3		Sector 4		Nº total polillas capturadas
Semana	Fecha de lectura	Nº P. o	Nº S. t.	Nº P. o	Nº S. t.	Nº P. o	Nº S. t	Nº P. o	Nº S. t.	

P.o. = Phthorimaea operculella *S.t. = Symmetrischema tangolias*

Anexo 5 Estratos de evaluación en parte foliar

Especificando las unidades de muestreo en la parte foliar de la planta de papa tendremos:



- **Terminal o superior** : brote mas tres hojas
- **Medio:** dos hojas, uno arriba y el otro abajo
- **Bajo**: dos foliolos tomados al azar en una de las hojas

Anexo 6 Guía práctica para la identificación de las especies de polillas más importantes.

Se muestra a continuación (Carvajal 1992)

1. Especies que generalmente atacan follaje y tubérculos …….……2

Especie que generalmente ataca follaje de plantas de papa y otras solanáceas; polilla pequeña no mayor de 7 mm de largo.

Scrobipalpula absoluta

(Meyrick)

2. Especies sin decoración definida en las alas anteriores…….3

   Especie con una decoración característica……..……...4

3. Especies de distribución cosmopolita, tamaño mediano (aproximadamente 8 mm).

   Fácil de identificar por la genitalia masculina

Phthorimaea operculella

(Zeller)

4. Especie que presenta una mancha marrón oscuro en la parte media del ala anterior

Symmetrischema tangolias

(Tuner)

Especie de marcado dimorfismo sexual, no presenta manchas en las alas anteriores

Paraschema detectendum

(Povolny)

Polilla grande (aproximadamente 12mm). Especie reportada en Centroamérica, Venezuela y Colombia

Tecia solanivora

(Povolny)

Carvajal (1992), indica que se puede utilizar por lo menos tres criterios en la identificación de las polillas de la papa. Primero el criterio biológico, segundo el color y decoloraciones de las alas anteriores y el tercer criterio es la genitalia de los machos.

Para la identificación de los estados larvales en laboratorio, se procede a utilizar criterios biológicos de acuerdo a la descripción realizada por Carvajal (1992)

Descrita a continuación:

i) Phthorimaea operculella

Adulto: es un lepidóptero, con el cuerpo y las alas posteriores de color marrón claro plateado, con finísimos puntos negros. La longitud promedios del adulto es 8.3 mm.

No ocasiona daños a la planta de la papa.

Pupa: son del tipo obtecta o momificada y al inicio de su formación presenta un color blanco-cremoso y al final es de color marrón claro y están cubiertas de un capullo de seda con tierra y pequeñas piedras adheridas. No ocasiona daño a la planta de papa.

Larvas: Son de color claro o verdoso con cabeza marrón oscuro que contrasta fuerte mente con el resto del cuerpo. Al final del desarrollo miden 12 mm. de largo y son de color verde rojizo.

Las larvas barrenan los tubérculos llenándolos de excrementos, por encima el tubérculo presenta orificios de ingreso de la larva excrementos de color negro.

ii) Symmetrischema tangolias

Adulto: es un lepidóptero, de color gris con pigmentación en todo el borde del ala; en ella es resaltante una mancha triangular oscura en el borde distal del ala anterior, llegando a cubrir casi todo el ancho; expansión alar 18,3 mm.

Pupa: Obtecta o momificada, son de color marrón oscuro, tienen una longitud de 9 mm. y también están cubiertas de un capullo de sedad con adherencia de tierra y pequeñas piedras, o puede permanecer en los tallos.

Larva: Presenta coloración general verdosa, con tres franjas bien engrosadas de color rojizo-rosado: una dorsal y dos laterales; la cabeza es de color marrón oscuro muy bien diferenciada. En su máximo desarrollo llega a medir 9,3 -13 mm.

Las larvas hacen galerías muy irregulares bien sea en forma superficial o profunda, externamente, por lo general, se observa un excremento característico en los puntos de entrada a las galerías. El daño larval se ha concentrado en tubérculos que tiene más de dos meses de almacenamiento y ocasionando pérdidas tanto en peso como en calidad, los tubérculos se encogen y arrugan por el incremento de la transpiración y de la infección secundaria debido al a presencia de microorganismos. Los tubérculos infestados muestran un alto contenido de agua, adquieren un sabor amargo, pierden su valor alimenticio y comercial.

iii) Paraschema detectendum

Adulto: Lepidóptero de color marrón pajizo, no presenta ninguna mancha en las alas anteriores, presentan dimorfismo sexual marcado en tamaño: la hembra de mayor tamaño (1,0 cm) y más robusta que el macho (0,9 cm) y presenta una ligera elevación en la punta de las alas anterior.

Pupa: la pupa hembra mide 1,1 cm., la pupa macho mide 0,7 mm y son de color marrón oscuro.

Larvas: presentan dimorfismo sexual marcado, la larva hembra (1,6 cm) mide casi el doble que el macho (0,9 cm) y ambas son de color blanco cremoso uniforme sin presencia de coloraciones ni franjas pigmentadas, la cabeza es de color marrón.

Los daños que efectúan las larvas en los tubérculos son galerías profundas con presencia de excrementos de color blanco sucio. A diferencia del daño ocasionado por *P. operculella*, no se observan excrementos exteriores en el orificio de ingreso de la polilla y las galerías dentro él tubérculo fueron de mayor grosor.

Anexo 7 Datos climáticos de la gestión agrícola 2006 – 2007

Los datos climáticos obtenidos de la estación climática se muestran resumidos por semana en el siguiente cuadro:

Fechas	Nº semana	Temperatura	Precipitación	Humedad. Relativa.	Radiación solar
20 - 26 /11/2006	1	9,69	5,06	66,89	478,03
27/11/06- 3/12/06	2	10,06	12,66	68,10	445,14
4 - 10 / 12 /2006	3	10,24	10,88	70,00	447,17
11 -17 /12/2006	4	10,64	20,05	67,16	468,82
18 - 24 /12/2006	5	10,82	3,8	67,66	439,99
25 -31/12/2006	6	9,94	9,4	69,93	427,23
1 -7 /01/2007	7	10,26	19,01	71,94	437,80
8 -14/01/2007	8	9,74	31,46	76,43	400,11
15 - 21 / 01/ 2007	9	10,87	19,54	71,72	493,55
22 - 28 /01/ 2007	10	10,93	19,52	68,26	515,35
29/01/ - 04/02/2007	11	11,59	6,32	67,80	474,98
05 - 11 /02 /2007	12	10,39	8,38	70,75	467,34
12 - 18 /02 /2007	13	9,32	37,32	72,33	414,96
19 - 25 / 02 / 2007	14	10,00	13,17	84,37	476,62
26/02/07 - 04/03/07	15	10,08	0	68,38	556,60
05 -11/03 /2007	16	9,65	3,8	71,72	396,62
12 - 18 / 03 /2007	17	9,02	24,13	74,75	386,54
19 -25/ 03/ 2007	18	9,70	2,28	64,76	451,68
26/03/07 - 1 / 04/07	19	9,62	9,12	66,20	401,07
02-08/04/2007	20	9,53	0	64,54	524,95
9 - 15/04/2007	21	9,34	0	62,65	466,65
16 -22/04/2007	22	9,25	0,25	61,76	487,58
23 - 29/04/2007	23	8,57	23,31	73,95	386,43
30/04/07 - 6/05/07	24	9,14	2,29	67,05	438,08
7 -13/05/2007	25	8,55	20,56	70,09	352,00
14 - 20 /05/2007	26	8,42	2,28	62,49	406,90
21 -27/05/07	27	7,51	0	46,67	448,53

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8 Actividades realizadas en las comunidades

Siembra con yunta en la comunidad de Chinchaya

Desmalezado y aporque de la parcela experimental en la comunidad de Chinchaya

Cosecha en la comunidad de Chinchaya

Selección de la papa en la comunidad de Chinchaya

Larva de la polilla de papa especie *Phthorimaea operculella* Esta plaga se la encontró en la comunidad de Chinchaya semanas antes de la cosecha.

Foto de la parcela y las trampas de la comunidad de Calahuancane Baja.

Trampa amarilla con polillas sumergidas en la solución de agua y detergente

Parcela de papa de Calahuancane Baja afectada por la falta de lluvia.

Cultivo de papa en Calahuancane Baja afectada por epitrix, daño en la hoja.

Trampas amarillas instaladas en la parcela de papa para la captura de polillas comunidad de Chojñapata

Parcela de Chojñapata afectada por la helada

Cosecha en la comunidad de Chojñapata

Selección de la papa en la comunidad de Chojñapata

Papa con presencia de plaga Ticona encontrada durante la cosecha de la comunidad de Chojñapata

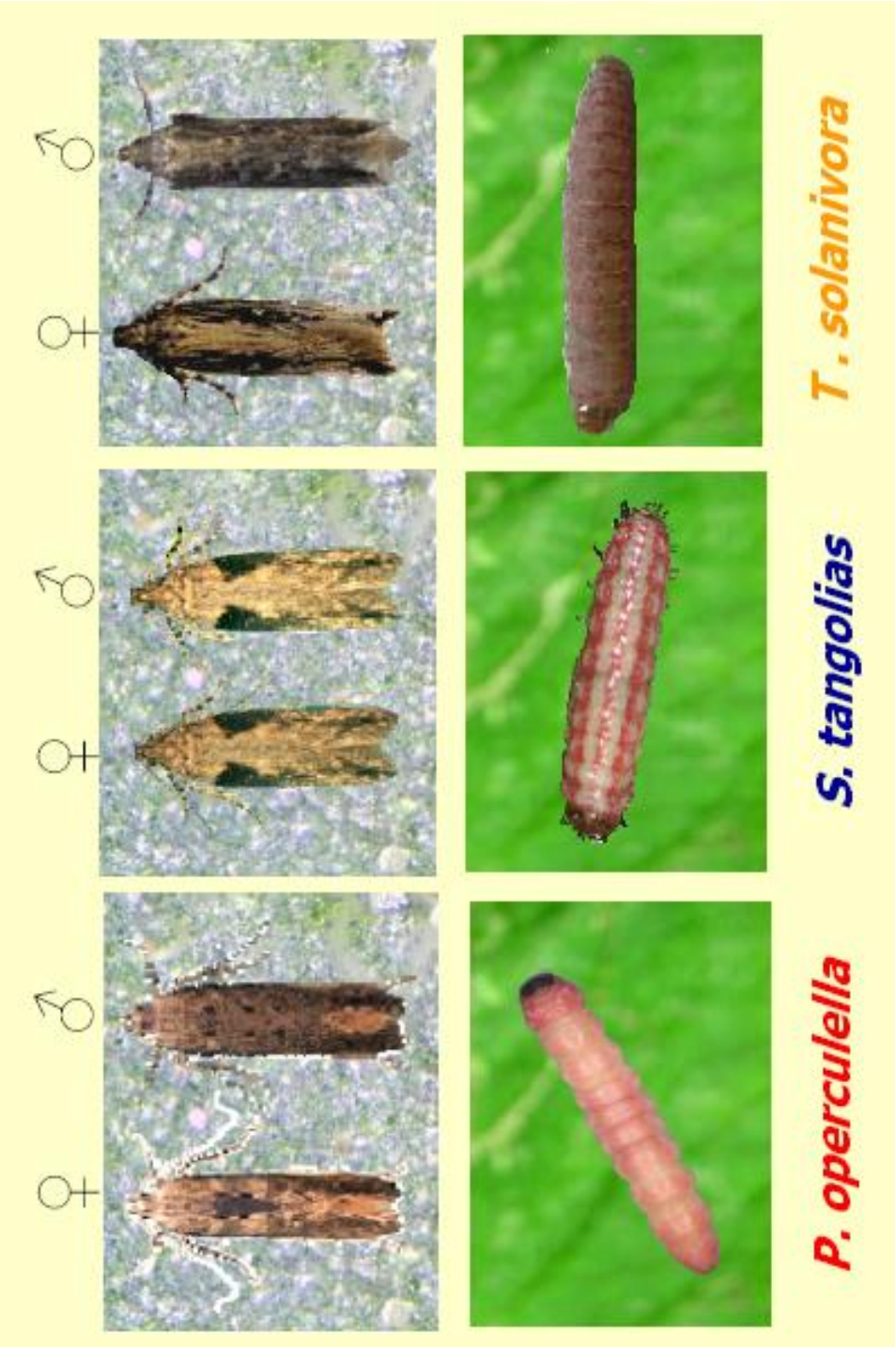
Anexo 9 Identificación de polillas

Universidad Mayor de San Andrés
Ingeniería Agronómica
Laboratorio de Sanidad Vegetal

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS DE POLILLAS

Nº	TIPO DE MUESTRA	ETIQUETA	RESULTADO IDENTIFICADO	OBSERVACIONES
1	Polilla adulta en frasco	Polilla	No identificada	Alas desechas, color marrón con manchas color negro
2	Cocon de pupa en frasco	Pupa Chinchaya	No identificado	Ninguna
3	Polilla adulta en frasco	Polilla Chinchaya	*Symmetrischema tangolias*	Manchas de forma triangular en la parte posterior de las alas, 15 mm de expansión
4	Polillas adulta en frasco	Polilla parcela	No identificado	Alas color marrón claro con puntos negros bordes quebrados, expansión alar 7mm.
5	Pupa en frasco	Pupa	Pupa	Pupa color rojizo, quebrada, sin ningún hospedero
6	Polilla en frasco	Polilla parcela 1	No identificado	Color marrón oscuro aproximadamente de 7 mm.
7	Polilla en frasco	Polilla parcela 2	No identificado	Alas color gris a marrón sin presencia de manchas aprox. de 12 mm.
8	Polilla en frasco	Polilla parcela P.o.	*Phthorimaea operculella*	Alas de color marrón con puntos negros de 10 mm
9	Polilla en frasco	Polilla parcela P.	*Phthorimaea operculella*	Alas color marrón con puntos negros de 11mm
10	Polilla en frasco viva	Polilla parcela S. t.	*Symmetrischema tangolias*	Especie viva, alas color marrón con mancha en forma de triangulo de 15 mm
11	Polilla en frasco viva	Polilla parcela P.o. 2	*Symmetrischema tangolias*	Viva Especie viva, alas color marrón con mancha en forma de triangulo de 18 mm

Anexo 10 Fotografías encontradas de tres especies de polillas para realizar comparaciones



Fuente: Kroschel, 2006

Anexo 11 Tabla de correlaciones realizadas para cada comunidad

Tabla de correlaciones realizadas entre temperatura, humedad relativa y precipitación para la comunidad de Chinchaya

		Temp ºC	HR	PP
Nº *P. operculella*	Correlación de Pearson	-0,188	0,277	0,134
	Sig. (bilateral)	0,454	0,266	0,597
	N	18	18	18
Nº *S. tangolias*	Correlación de Pearson	0,698(**)	-0,102	0,025
	Sig. (bilateral)	0,001	0,687	0,921
	N	18	18	18

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla de correlaciones realizadas entre temperatura, humedad relativa y precipitación para la comunidad de Calahuancane Baja

		Temp ºC	HR %	PP mm
Nº *P. operculella*	Correlación de Pearson	0,084	0,273	-0,263
	Sig. (bilateral)	0,636	0,749	0,307
	N	17	17	17
Nº *S. tangolias*	Correlación de Pearson	0,552(*)	-0,214	-0,060
	Sig. (bilateral)	0,022	0,410	0,819
	N	17	17	17

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).
* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla de correlaciones realizadas entre temperatura, humedad relativa y precipitación para la comunidad de Chojñapata

		Temp ºC	HR %	PP mm
Nº *P. operculella*	Correlación de Pearson	0,326	0,095	0,164
	Sig. (bilateral)	0,097	0,636	0,415
	N	27	27	27
Nº *S. tangolias*	Correlación de Pearson	0,528(**)	0,196	0,220
	Sig. (bilateral)	0,005	0,328	0,270
	N	27	27	27

* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).
** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Correlaciones de Radiación solar en las comunidades de Chinchaya, Calahuancane Baja y Chojñapata

		Chinchaya	**Calahuancane Baja**	**Chojñapata**
P. operculella	Correlación de Pearson	-0,251	0,240	0,009
	Sig. (bilateral)	0,316	0,355	0,964
	N	18	17	28
S.tangolias	Correlación de Pearson	0,285	0,273	0,143
	Sig. (bilateral)	0,251	0,289	0,467
	N	18	17	28

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Anexo 12 Número promedio de polillas /trampa/semana encontradas en las comunidades

	Chojñapata		**Calahuancane Baja**		**Chinchaya**	
meses	*P. operculella*	*S. tangolias*	*P. operculella*	*S. tangolias*	*P. operculella*	*S. tangolias*
NOV	4,2	3,4	1	0,8	2,8	2,2
NOV	8,4	2,4	0,2	0	2	1,8
DIC	9	2,8	14,2	1,6	11,6	1,2
DIC	7,6	3	15,6	2	11,4	2
DIC	8,2	3	16	2,4	11,6	2,2
DIC	7,2	3,2	14,4	1	10,6	4
ENE	3,8	3,2	12,2	2,2	13,2	4
ENE	5	3	5,4	1,6	15,2	4,2
ENE	5,2	4,8	1	0,4	15,2	3,2
ENE	0,2	0,6	14,8	4,2	17,8	10
FEB	1,8	5,8	21,2	5,2	35	11
FEB	0,8	2,2	69,8	2,8	39	6
FEB	1,4	1,4	11,4	1,4	42,4	1,6
FEB	0,2	0,2	42,4	1,4	27,2	2,8
MAR	0,8	0,2	27,8	1,2	18,2	0,4
MAR	0,2	0,4	11,6	0,6	39,2	1
MAR	0	0	15,6	1	34,6	0,2
MAR	0	0	Cosecha	Cosecha	28,4	1,6
ABRIL	0,4	0,2			cosecha	cosecha
ABRIL	0	0				
ABRIL	0,6	0				
ABRIL	0,2	0				
ABRIL	0	0				
MAY	0,4	0				
MAY	0,6	0				
MAY	1	0,2				
MAY	0,8	0				

Anexo 13 Total polillas encontradas en las trampas por semana en las comunidades

	CHOJñAPATA		CALAHUANCANE BAJA		CHINCHAYA	
meses	***P. operculella***	***S. tangolias***	***P. operculella***	***S. tangolias***	***P. Operculella***	***S. tangolias***
NOV	21	17	5	4	14	11
NOV	42	12	1	0	10	9
DIC	45	14	71	8	58	6
DIC	38	15	78	10	57	10
DIC	41	15	80	12	58	11
DIC	36	16	72	5	53	20
ENE	19	16	61	11	66	20
ENE	20	15	27	8	76	21
ENE	26	24	5	2	76	16
ENE	1	3	74	21	89	50
FEB	9	29	106	26	175	55
FEB	4	11	349	14	195	30
FEB	7	7	57	7	212	8
FEB	1	1	212	7	136	14
MAR	4	1	139	6	91	2
MAR	1	2	58	3	196	5
MAR	0	0	78	5	173	1
MAR	0	0			142	8
ABRIL	2	1				
ABRIL	0	0				
ABRIL	3	0				
ABRIL	1	0				
ABRIL	0	0				
MAY	2	0				
MAY	3	0				
MAY	5	1				
MAY	4	0				

Anexo 14 Hoja de evaluación para monitoreo con trampas de agua con feromona

PLANILLA DE CAPTURA

Comunidad: Chinchaya Variedad Huaycha

Provincia: Omasuyos Fecha de inicio: 21/11/06

		Sector 1		Sector 2		Sector 3		Sector 4		Sector 5		Nº total polillas capturadas
Semana	Fecha de lectura	Nº P. o	Nº S. t.	Nº P. o	Nº S. t.	Nº P. o	Nº S. t	Nº P. o	Nº S. t.	Nº P. o	Nº S. t.	
1	21-11-06	5	2	3	2	4	2	1	5	1	0	25
2	28-11-06	3	1	2	1	3	0	1	4	1	3	19
3	05-12-06	11	0	10	1	11	2	13	1	13	2	64
4	12-12-06	9	1	9	3	13	1	10	3	16	2	67
5	19-12-06	8	2	13	2	12	2	11	2	14	3	69
6	26-12-06	8	1	8	4	9	1	12	10	16	4	73
7	02-01-07	6	3	11	2	11	1	10	9	28	5	86
8	09-01-07	7	4	12	5	14	2	13	8	30	2	97
9	16-01-07	10	0	10	1	10	2	13	11	33	2	92
10	23-01-07	16	4	14	3	14	4	16	13	29	26	149
11	30-01-07	21	11	48	5	43	6	32	12	31	21	230
12	06-20-07	7	9	57	7	76	4	21	1	34	9	225
13	13-02-07	23	1	69	1	74	3	22	1	24	2	220
14	20-02-07	26	4	39	4	26	2	14	2	31	2	150
15	27-02-07	17	0	35	1	12	0	10	0	17	1	88
16	05-03-07	32	1	47	1	68	2	32	1	17	0	201
17	12-03-07	28	0	47	1	58	0	28	0	12	0	174
18	19-03-07	14	2	40	2	49	1	13	1	26	2	150
19	Cosecha											

P.o = Phthorimaea operculella *S.t = Symmetrischema tangolias*

HOJA DE EVALUACIÓN PARA MONITOREO CON TRAMPAS DE AGUA CON FEROMONA
PLANILLA DE CAPTURA

Comunidad: Calahuancane Baja Variedad huaycha

		Sector 1		Sector 2		Sector 3		Sector 4		Sector 5		Nº total polillas capturadas
Semana	Fecha de lectura	Nº P. o	Nº S. t.	Nº P. o	Nº S. t.	Nº P. o	Nº S. t	Nº P. o	Nº S. t.	Nº P. o	Nº S. t.	
1	22-11-06	1	1	0	0	0	1	2	1	2	1	9
2	29-11-06	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
3	06-12-06	10	1	12	3	16	2	19	1	14	1	79
4	13-12-06	9	2	13	1	17	3	21	2	18	2	88
5	20-12-06	12	2	16	2	21	2	17	3	14	3	82
6	27-12-06	10	1	14	1	14	1	23	1	11	1	77
7	03-01-07	13	1	11	3	18	4	9	1	10	2	72
8	10-01-07	0	3	10	2	0	0	1	1	16	2	35
9	17-01-07	0	0	0	0	1	0	2	1	2	1	7
10	24-01-07	11	6	16	9	16	3	21	2	10	1	95
11	31-01-07	20	10	21	10	22	2	20	2	23	2	132
12	07-02-07	24	3	26	3	6	6	156	1	137	1	363
13	14-02-07	13	0	28	0	4	2	11	0	1	5	64
14	21-02-07	61	3	48	0	49	3	45	0	9	1	219
15	28-02-07	57	1	14	0	12	2	24	2	32	1	145
16	07-03-07	21	1	12	0	6	0	13	1	6	1	61
17	14-03-07	12	3	6	0	20	2	9	0	31	0	83
18	Cosecha											

HOJA DE EVALUACIÓN PARA MONITOREO CON TRAMPAS DE AGUA CON FEROMONA
PLANILLA DE CAPTURA

Comunidad: Chojñapata Variedad

		Sector 1		Sector 2		Sector 3		Sector 4		Sector 5		Nº total
Seman	Fecha de	Nº P. o	Nº S. t.	Nº P. o	Nº S. t.	Nº P. o	Nº S. t	Nº P. o	Nº S. t.	Nº P. o	Nº S. t.	polillas
1	23-11-06	5	2	6	2	5	2	3	5	2	6	38
2	30-11-06	7	1	8	2	10	3	13	2	4	4	54
3	07-12-06	7	2	7	3	9	2	16	2	6	5	59
4	14-12-06	8	2	9	2	8	2	10	1	3	8	53
5	21-12-06	9	1	10	2	11	1	9	2	2	9	56
6	28-12-06	7	1	11	3	9	2	8	3	1	7	51
7	04-01-07	5	2	6	1	4	2	2	5	2	6	35
8	11-01-07	6	3	5	1	3	2	4	2	2	7	35
9	18-01-07	5	4	4	2	4	3	5	2	8	13	50
10	25-01-07	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	4
11	01-02-07	1	2	1	6	2	4	3	5	2	12	38
12	08-02-07	1	1	0	3	1	0	1	3	1	4	15
13	15-02-07	2	2	2	1	1	0	2	2	0	2	14
14	22-02-07	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15	01-03-07	1	1	0	0	2	0	1	0	0	0	5
16	08-03-07	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	3
17	15-03-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	22-03-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	29-03-07	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	3
20	05-04-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	12-04-07	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
22	19-04-07	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
23	26-04-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	03-05-07	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
25	10-05-07	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3
26	17-05-07	1	1	0	0	2	0	1	0	1	0	6
27	24-05-07	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	4