

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EVALUACION DEL EFECTO DE FEROMONAS EN EL CONTROL
DE LA POLILLA DE LA PAPA (*Symmetrischema tangolias*) EN
CONDICIONES DE CAMPO EN COMUNIDAD DE YAMORA
MUNICIPIO DE INQUISIVI LA - PAZ**

POR:

Mery Riveros Alanoca

LA PAZ – BOLIVIA

2013

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACION DEL EFECTO DE FEROMONAS EN EL CONTROL DE LA
POLILLA DE LA PAPA (*Symmetrischema tangolias*) EN CONDICIONES DE
CAMPO EN COMUNIDAD DE YAMORA MUNICIPIO DE INQUISIVI - LA PAZ**

*Tesis de Grado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

Mery Riveros Alanoca

Asesores:

Ing. Laoreano Coronel Quispe

Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez

Ing. José Ángel Mercado Gonzales

Tribunal Revisor:

Ing. Rogelio Maydana Apaza

Ing. Víctor Paye Huaranca

Ing. M.Sc. Celia Fernández

V - IX - MM
APROBADA

Director de Carrera:

Dr. Ing. Humberto N. Sainz Mendoza



DEDICATORIA:

Gracias a mis padres Mariano y Victoria, quienes con todo su amor me impulsaron a lograr el sueño de ser profesional se esforzaron para que alcance mis metas trazadas acompañándome en los momentos difíciles del tiempo de estudio brindándome confianza y aliento, a mis hermanas Yoselín y Nancy quienes siempre me dieron cariño y apoyo.

¡Gracias,...!

AGRADECIMIENTOS

A Dios por otorgarme la vida, sabiduría y las fuerzas para seguir adelante.

Especial agradecimiento al Gobierno Autónomo Municipal de Inquisivi, a la gestión del H. Alcalde Walter Calle por brindarme la oportunidad de realizar el presente trabajo.

Mi más sincero agradecimiento a mi tutor del trabajo de investigación: Ing. Carlos Q. Loayza Arana, por la colaboración con su experiencia profesional y la confianza brindada para la elaboración del estudio, pero sobre todo por la gran amistad brindada durante la investigación del trabajo de tesis.

Al plantel profesional del Gobierno Autónomo Municipal de Inquisivi por el apoyo y las colaboraciones prestadas para realizar el presente trabajo un especial agradecimiento a Javier Carrasco A. por la amistad y confianza y sobre todo por el apoyo prestado, y al Agr. Mario Bernal, por las sugerencias y la amistad brindada.

A mis asesores: Ing. Laoreano Coronel Quispe, Ing. Ramiro Ochoa Torrez e Ing. José Ángel Mercado, por el asesoramiento, cooperación y sugerencias brindadas para la realización del presente trabajo.

Al tribunal revisor: Ing. Rogelio Maydana, Ing. Víctor Paye Huaranca e Ing. M.Sc. Celia Fernández, por la revisión, corrección y sugerencias realizadas en el presente trabajo.

También un gran agradecimiento al Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG - La Paz) a los Ing. Julio Quisbert y la Ing. Claudia Jarandilla por el apoyo y el asesoramiento brindado.

CONTENIDO

| | |
|-------------------------|------|
| ÍNDICE DE TEMAS..... | i |
| ÍNDICE DE CUADROS | vi |
| ÍNDICE DE FIGURAS | vii |
| ÍNDICE DE ANEXOS | viii |
| RESUMEN | ix |

ÍNDICE DE TEMAS

| | |
|---|---|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1. Justificación | 2 |
| 1.1.1. Objetivo general..... | 2 |
| 1.1.2. Objetivos específicos | 2 |
| 1.2. Hipótesis..... | 3 |
| 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | 4 |
| 2.1. El cultivo de papa..... | 4 |
| 2.2. Origen..... | 5 |
| 2.3. Descripción botánica y taxonómica..... | 5 |
| 2.4. Distribución | 6 |
| 2.5. Ciclo vegetativo de la planta de papa..... | 6 |
| • Fase de emergencia..... | 6 |
| • Fase vegetativa | 6 |
| • Fase de tuberización | 7 |
| • Fase de madurez..... | 7 |
| 2.5.1. Descripción botánica..... | 7 |
| • Raíces | 7 |

| | |
|--|----|
| • Tallos..... | 7 |
| • Estolones | 8 |
| • Tubérculos..... | 8 |
| • Brotes..... | 8 |
| • Hojas..... | 8 |
| • Inflorescencia y flor..... | 9 |
| • Fruto, semilla..... | 9 |
| 2.6. Plaga | 9 |
| 2.7. Importancia de las plagas en el cultivo de papa..... | 10 |
| 2.8. Origen de la polilla de la papa..... | 10 |
| 2.9. Clasificación Taxonómica de la polilla de la papa | 11 |
| 2.10. Polilla de la papa..... | 11 |
| 2.11. Hábitos de la polilla de la papa | 12 |
| 2.11.1. Alimentación | 13 |
| 2.11.2. Hospedero | 13 |
| 2.12. Distribución geográfica de la polilla de la papa | 13 |
| 2.13. Ciclo biológico..... | 14 |
| 2.13.1. <i>Symmetrischema tangolias</i> | 14 |
| a) Huevo | 14 |
| b) Larva..... | 14 |
| c) Pre – pupa | 14 |
| d) Pupa | 15 |
| e) Adulto | 15 |
| 2.14. Biología y comportamiento..... | 15 |
| 2.14.1. Polilla manchada (<i>Symmetrischema tangolias</i>) | 15 |
| 2.15. Daños | 16 |

| | | |
|---------|---|----|
| 2.15.1. | Daños que produce la polilla | 16 |
| 2.16. | Métodos de control de la polilla de papa | 17 |
| 2.16.1. | Control Etológico..... | 18 |
| 2.16.2. | Control cultural..... | 19 |
| 2.16.3. | Control químico | 19 |
| 2.16.4. | Control biológico | 20 |
| 2.16.5. | Control integrado MIP | 20 |
| 2.17. | Fluctuación poblacional..... | 21 |
| 2.18. | Muestreo de las poblaciones de insectos..... | 21 |
| 2.18.1. | Tipos de muestreo | 22 |
| 2.18.2. | Técnicas de muestreo de insectos | 22 |
| 2.19. | Feromona sexual | 23 |
| 2.19.1. | Atrayente sexual | 23 |
| 2.19.2. | Hormona sexual..... | 25 |
| 2.19.3. | Composición de la feromona sexual..... | 25 |
| 2.19.4. | Uso de feromonas..... | 26 |
| 2.19.5. | Duración de las feromonas sexuales..... | 26 |
| 2.19.6. | Distancia que emite el olor de las feromonas sexuales | 27 |
| 2.20. | Trampas para el uso de feromonas | 27 |
| 2.20.1. | Trampas de color para la captura de polilla..... | 27 |
| 2.20.2. | Trampas contra insectos | 28 |
| 2.20.3. | Usos de las trampas | 28 |
| 2.20.4. | Trampas de agua..... | 28 |
| 2.21. | Evaluación del daño..... | 29 |
| 2.22. | Condiciones climáticas..... | 29 |
| 2.23. | Análisis económico | 30 |

| | |
|--|----|
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS | 31 |
| 3.1. Localización | 31 |
| 3.1.1. Ubicación Geográfica | 31 |
| 3.1.2. Características ecológicas | 33 |
| • Clima | 33 |
| • Suelo | 33 |
| • Flora | 33 |
| • Fauna | 33 |
| 3.2. Materiales | 34 |
| 3.2.1. Materiales de campo | 34 |
| 3.2.2. Material de laboratorio | 34 |
| 3.2.3. Materiales de gabinete | 34 |
| 3.3. Metodología | 35 |
| 3.3.1. Estrategia de estudio en la comunidad | 35 |
| 3.3.1.1. Consultas y concertación con la comunidad | 35 |
| 3.3.1.2. Recolección de información primaria | 35 |
| 3.3.2. Selección de parcelas de estudio | 35 |
| a) Siembra | 37 |
| 3.3.3. Construcción de las trampas | 38 |
| 3.3.4. Instalación de las trampas | 38 |
| 3.3.5. Registro de datos | 39 |
| 3.3.6. Identificación de los especímenes | 40 |
| 3.3.7. Registro de variables climáticas | 41 |
| 3.3.8. Análisis estadístico | 41 |
| 3.3.8.1. Modelo Lineal Aditivo: | 41 |
| 3.3.8.2. Análisis de correlación | 42 |

| | | |
|----------|--|----|
| 3.3.9. | Evaluación del daño ocasionado por la polilla en tubérculos de papa | 43 |
| 3.3.9.1. | Determinación del porcentaje de daño e incidencia..... | 43 |
| 3.3.9.2. | Índice de daño:..... | 43 |
| 3.3.10. | Análisis económico | 44 |
| 4. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 45 |
| 4.1. | Identificación del género y especie de la polilla de la papa | 45 |
| 4.2. | Cuantificación del número de individuos en las fases fenológicas del cultivo de papa | 46 |
| 4.3. | Fluctuación poblacional..... | 48 |
| 4.4. | Análisis de varianza para el número de feromonas utilizados en campo..... | 49 |
| 4.5. | Análisis de correlación entre poblaciones de polilla y factores climáticas..... | 50 |
| 4.5.1. | Temperatura | 50 |
| 4.5.2. | Humedad relativa | 52 |
| 4.5.3. | Precipitación pluvial | 53 |
| 4.5.4. | Velocidad de viento y nubosidad..... | 55 |
| 4.6. | Evaluación de daño al tubérculo ocasionado por la polilla en tubérculos en la Cosecha..... | 56 |
| 4.6.1. | Porcentaje de daño en tubérculo..... | 56 |
| 4.6.2. | Índice de daño..... | 57 |
| 4.6.3. | Porcentaje de severidad..... | 57 |
| 4.7. | Análisis económico de la cosecha de papa..... | 58 |
| 5. | CONCLUSIONES..... | 61 |
| 6. | RECOMENDACIONES..... | 63 |
| 7. | BIBLIOGRAFIA | 64 |
| | ANEXOS | 70 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Productores de la comunidad de Yamora | 36 |
| Cuadro 2. Fecha de siembra en la comunidad de | 38 |
| Yamora Zona I y II..... | 38 |
| Cuadro 3. Cantidades de feromonas sexuales instaladas en las parcelas | 41 |
| Cuadro 4. Escala para evaluar severidad de daño de los tubérculos | 44 |
| Cuadro 5. Identificación del genero de las muestras recolectadas – capturadas en Yamora Zona I y II..... | 45 |
| Cuadro 6. Distribución de género y especie | 46 |
| En el Cuadro 7. Se muestra el análisis de varianza de los tratamientos con feromonas ... | 49 |
| Cuadro 8. Prueba de DUNCAN para bloques..... | 49 |
| Cuadro 9. Porcentaje de daño durante la gestión agrícola 2011 | 56 |
| Cuadro 10. Porcentaje de intensidad de daño ocasionado por las polillas de la papa gestión 2011 | 57 |
| Cuadro 11. Beneficio Costo (B/C) de la producción del cultivo de papa – con (feromonas sexuales) zona I..... | 59 |
| Cuadro 12. Beneficio Costo (B/C) de la producción del cultivo de papa – con (feromonas sexuales) zona II..... | 59 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Fase fenológica del cultivo de papa var. Huaycha (<i>Solanum tuberosum</i>) | 9 |
| Figura 2. Ubicación del Municipio Inquisivi de la Provincia Inquisivi, La Paz | 32 |
| (IGM 2005)..... | 32 |
| Figura 3. Selección de parcelas en la comunidad de Yamora A) zona I y B) zona I | 37 |
| Figura 4. Siembra con tracción animal en la comunidad de Yamora | 37 |
| Figura 5. Diseño y construcción de la trampa para captura de la polilla de la papa A) Diseño de la trampa, B) Componentes de la trampa C) Atrayente sexual (Feromonas) | 38 |
| Foto 6. Instalación de trampas A) Preparado de las trampas B) instalación en el terreno . | 39 |
| Figura 7. Registro de datos de las trampas A) Captura de polillas de la papa B) Limpieza de las trampas y renovado del agua. | 40 |
| Figura 8. Muestreos al azar de 100 tubérculos..... | 43 |
| Figura 9. Presencia de <i>S. tangolias</i> en las distintas fases del cultivo de la papa en las dos zonas de estudio de la comunidad de Yamora..... | 46 |
| Figura 10. Fluctuación poblacional de <i>Symmetrischema tangolias</i> en la comunidad de Yamora (zonas I y II)..... | 48 |
| Figura 11. Promedio de números de capturas de polillas en los tratamientos | 50 |
| Figura 12. Temperatura Max. Vs. Presencia de polillas en los tratamientos en la comunidad de Yamora..... | 51 |
| Figura 13. Humedad Relativa Vs. Presencia de polillas en los tratamientos en la comunidad de Yamora..... | 52 |
| Figura 14. Precipitación Vs. Presencia de polillas en los tratamientos en la comunidad de Yamora..... | 54 |
| Figura 15. Nubosidad y Velocidad de viento Vs. Presencia de polillas en los trata..... | 55 |
| Figura 16. Porcentaje de severidad de daño A) grado 1 B) grado C) grado 5..... | 58 |
| Figura 17. Ingresos netos de los tratamientos en cada zona..... | 60 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Morfología del cultivo de la papa | 71 |
| Anexo 2. Mapa de distribución de la polilla de la papa (<i>Symmetrischema tangolias</i>) en los distintos departamentos de Bolivia..... | 72 |
| Anexo 3. Ciclo biológico de la polilla de la papa (<i>Symmetrischema tangolias</i>) | 73 |
| Anexo 4. Planilla de evaluación para el control de la polilla de la papa | 74 |
| Anexo 5. Guía práctica para la identificación de las especies de polillas más importantes | 75 |
| Anexo 6. Identificación de (<i>Symmetrischema tangolias</i>) en Laboratorio | 78 |
| Anexo 7. <i>Symmetrischema tangolias</i> | 78 |
| Anexo 8 Datos de variables evaluadas y datos climáticos de la gestión agrícola 2011 | 79 |
| Anexo 9. Promedios semanales de las evaluaciones del efecto de feromonas por tratamiento..... | 81 |
| Anexo 10. Consulta y concertación con la comunidad de Yamora | 82 |
| Anexo 11. Etapa de floración del cultivo de la papa | 82 |
| Anexo 12. Trampa con polilla de la papa (<i>S. tangolias</i>) capturados | 83 |
| Anexo 13. Materiales Utilizados para la instalación de la trampa | 83 |
| Anexo 14. Cuadro de correlación realizada entre Temperatura, humedad, nubosidad, velocidad de viento precipitación para el tratamiento uno (una feromona) | 84 |
| Anexo 15. Cuadro de correlación realizada entre Temperatura, humedad, nubosidad, velocidad de viento precipitación para el tratamiento dos (dos feromona) | 85 |
| Anexo 16. Cuadro de correlación realizada entre Temperatura, humedad, nubosidad, velocidad de viento precipitación para el tratamiento tres (tres feromona) | 86 |
| Anexo 17. Relación Beneficio Costo (B/C) para los diferentes tratamientos zona I | 86 |
| Anexo 20. HOJA DE ENCUESTA SOBRE EL MANEJO DE LA POLILLA DE LA PAPA (<i>Symmetrischema tangolias</i>)..... | 88 |

RESUMEN

El presente trabajo se llevo a cabo durante la gestión agrícola 2011 en la Comunidad de Yamora del Municipio de Inquisivi de la Provincia Inquisivi del departamento de La Paz. El objetivo General fue la evaluación el efecto de feromonas en el control de la polilla de la papa (*Symmetrischema tangolias*) en condiciones de campo en comunidad de Yamora municipio de Inquisivi.

El diseño propuesto para evaluar fue Diseños Bloques Completamente al Azar con dos repeticiones, él análisis del porcentaje de daño, análisis del coeficiente de correlación y el análisis económico en condiciones de campo.

En cada zona de la comunidad se implementó tres parcelas de estudio, bajo las condiciones del productor, en las mismas se instalaron 3 trampas por zona (bidones amarillos de 5 litros.) de caída y solución de detergente en agua con sus respectivos atrayentes, las cuales se evaluaron cada siete días con la finalidad de determinar el efecto de feromonas en el control de la polilla.

Las características morfológicas y hábitos de la especie permitieron realizar una evaluación cuantitativa de los adultos machos que fueron atraídos con las feromonas. Así durante el seguimiento se identificó la presencia de *S. tangolias*, es así que se obtiene una población semanal promedio de T1 con 83 individuos en la primera semana y 21 en la última semana, en el T2 con 117 en la primera semana y en la semana decima quinta de evaluación con 30 individuos, en el T3 en la primera semana con 190 y la última semana con 35 individuos de *S. tangolias*.

El análisis de varianza realizado para el estudio determina con la prueba de Duncan que no existe significancia entre tratamientos, pero si entre bloques, si bien no hubo significancia estadísticamente pero si hubo mayor captura en el tratamiento tres hasta la finalización del estudio.

La correlación con respecto a la temperatura, humedad relativa, precipitación, velocidad de viento y nubosidad en las zonas de estudio de la comunidad de Yamora nos dan a conocer que existe una correlación muy baja positiva y negativa lo que representa que no existe significancia.

El mayor porcentaje de daño ocasionado en la cosecha corresponde a la zona I con un 47 % en la cual se verifico la mayor intensidad de daño (71,3%), seguido de la zona II con un daño de 38% y una intensidad de daño (40%) por *S. tangolias*.

En relación al beneficio/costo el más rentable para la producción en el cultivo de papa es del tratamiento tres, (tres feromonas/parcela) con Bs. 2,40 de la zona I de la misma forma en la Zona II con Bs 1,31 es decir se recupera el capital invertido y se genera una ganancia de 0,40 Bs. de la zona I y de la zona II de 0,31 Bs.

1. INTRODUCCIÓN

Bolivia presenta variados pisos ecológicos, desde el Altiplano y Valles Interandinos, donde podemos diferenciar que esta Región de los Valles Interandinos está influenciado por: temperatura, altitud, latitud, topografía, variaciones específicas que no se encuentran en otras latitudes, los cuales son verdaderos centros de reserva en “biodiversidad” de especies silvestres y cultivadas que el hombre ha seleccionado y adaptado de acuerdo a sus necesidades.

El cultivo de la papa, ocupa el cuarto lugar en importancia por el valor en la producción mundial, y se constituye en el alimento básico para cientos de miles de familias campesinas y también para millones de personas en el mundo entero (Tapia, 2007)

En Bolivia, la papa es la principal fuente de ingresos económicos para los agricultores de los valles y del altiplano e involucra alrededor del 60% (300 mil familias), asimismo tiene un significado cultural urbano y rural, al ser un componente principal en la alimentación diaria de la población (Rioja y Barea 2004)

La papa, es el cultivo de mayor importancia en el Municipio de Inquisivi, ya que esta actividad da ocupación a más del 70% de la población y mejora la dieta alimenticia, por tanto es un cultivo cuya dimensión es transversal e involucra el aspecto económico, social y cultural (GAMI 2010)

Varias de las familias, en la zona dependen directamente de esta actividad. Por esta razón, este cultivo es una importante fuente de ingresos para las comunidades rurales y la economía nacional. De acuerdo al diagnóstico realizado, el rendimiento promedio del cultivo de papa es de 180 qq/ha, se considera este rendimiento por que este cultivo en muchas comunidades es producida con riego (GAMI 2010)

Sin embargo, diferentes plagas y enfermedades afectan el cultivo de la papa en el Municipio, causando pérdidas económicas y consecuentes problemas sociales en decenas de familias. El porcentaje de las polillas de la papa (*Lepidóptera: Gelechiidae*) es uno de los grupos que causan mayores daños, tanto en campo como en almacenamiento de un 80%.

Las principales especies de polillas de la papa son: *S. tangolias*. (Turner) y *Phthorimaea operculella* (Zeller). El daño es causado por la larva, penetrando el tubérculo para

alimentarse y haciendo galerías, primeramente superficiales para luego barrenar más profundamente, disminuyendo de esta manera su calidad.

Los daños ocasionados por la polilla al cultivo de la papa, determinan la necesidad de seguir realizando investigaciones, razón por la cual se realizó el presente trabajo de investigación, cuyo propósito fue la evaluación del efecto de feromonas en el control de la polilla de la papa (*Symmetrischema tangolias*) en condiciones de campo.

1.1. Justificación

La polilla de la papa es un insecto plaga muy dañino que ataca al cultivo de la papa en el campo y almacén causando daño en las plantas y los tubérculos en las comunidades del municipio de Inquisivi.

Las feromonas sexuales es una estrategia de control que no ocasiona mayores gastos económicos ni contamina el medio ambiente, como lo hace los productos químicos, que han traído consecuencia la resistencia de plagas e incrementando a las mismas, contaminación del suelo y residuos fijados en los alimentos y el elevado costo de producción, ante estos efectos adversos al agroecosistema se trata de orientar a otras formas de control tales como es el control con feromonas (control etológico) para la cual es de suma importancia realizar trabajos de investigación que permitan obtener información adecuada, con el objetivo de mejorar y más que todo poder aplicar esta alternativa en cada gestión agrícola disminuyendo la plaga hasta alcanzar el equilibrio de no ocasionar daño económico, ya que la mayoría de los productores del municipio se dedican a la producción de papa y a la vez es un medio de sustento para sus familias.

1.1.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de las feromonas en el control de la polilla de la papa (*Symmetrischema tangolias*) en condiciones de campo en comunidad de Yamora municipio de Inquisivi

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de feromonas en el control de la polilla de papa, utilizando trampas en condiciones de campo.

- Determinar los niveles de daño por incidencia de la polilla de la papa.
- Determinar la relación beneficio costo del control de la polilla de la papa utilizando trampas en condiciones de campo.

1.2. Hipótesis

- Ho. No existe influencia en el establecimiento de feromonas en el control de la polilla de la papa.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. El cultivo de papa

La papa, *solanum tuberosum* L., es uno de los cultivos de mayor importancia en nuestro país, es producida por una gran mayoría de los agricultores campesinas, especialmente de las zonas del altiplano y valles mesotermicos.

PROSEMPA (1990) afirma que el cultivo de la papa constituye el 10% de la superficie nacional cultivada (140,000 ha.), teniendo un rendimiento de 4,4 toneladas /ha 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.

Gutiérrez (2006) señala que la papa es el cuarto cultivo alimenticio en orden de importancia a nivel mundial, después del trigo, el arroz y el maíz. Se encuentra entre los diez alimentos más importantes producidos en los países en vías de desarrollo.

FAOSTAT (2010) señala que la papa (*Solanum tuberosum.*), es uno de los cultivos alimenticios más importantes tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo. En cuanto al valor de la producción mundial que supera los 300 millones de toneladas, ocupa el cuarto lugar, después del trigo (*Triticum vulgare Wuild.*), el arroz (*Oryza sativa L.*) y el maíz (*Zea mays*) hasta el año 2005, los países en desarrollo producían poco más del 20,0%. Sin embargo, en ese año se elevó hasta el 52,0% de la producción, con lo que superó a la del mundo desarrollado.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO 2008) señala que por su valor nutritivo, este cultivo aporta en 100 gramos de papa fresca: 78,0% de humedad, 2,1% de proteína, 18,5% de almidón, 1,0% de cenizas y 0,1% de grasas. Además, contiene minerales (560.0 mg de potasio, 50,0 mg de fósforo, 9.0 mg de calcio, 7,0 mg de sodio y 0,8 mg de hierro) y vitaminas (0,1 mg de Tiamina, 0,04 mg de Ribo flavina, 20,0 mg de vitamina C y 1,5 mg de Niacina), lo cual coloca a la papa como uno de los cultivos estratégicos más importantes para contribuir a solucionar los problemas del hambre en el mundo.

2.2. Origen

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

Ochoa (2002) señala que en los Andes existe una gran diversidad de especies de papa. Se considera que la *Solanum tuberosum* es la más antigua de todas también se ha extendido por todo el mundo. La mayor diversidad genética de la papa se observa entre la Cordillera Blanca de los Andes Centrales del Perú y los vecinales del Lago Titicaca, al Noroeste de Bolivia. Esta es la única zona andina en la que se aprecia la totalidad de especies cultivadas; lo más probable es que allí se haya originado.

Ochoa, 2001 indica que la papa es originaria de los altos Andes en América del Sur. Su cultivo se inició en el área del Lago Titicaca cerca de la frontera actual entre Perú y Bolivia. En estos países se encuentra la mayor variabilidad genética de especies silvestres y variedades cultivadas, lo que se confirma con la existencia 42 especies de *Solanum* existentes en Bolivia

FAO (2007) señala que el centro de domesticación de *Solanum tuberosum* se encuentra a los alrededores del lago Titicaca, cerca de la frontera actual entre Perú y Bolivia. Existe pruebas arqueológicas que prueba que varias culturas antiguas, como los Incas, Tiahuanaco la Nasca y la Mochica, cultivaron la papa y hoy en día cultivaron las regiones templadas de todo el mundo. Luego fue introducido en Europa a partir del siglo XVI siendo hoy el cultivo de mayor consumo en todo el mundo indispensable para la casta familiar.

2.3. Descripción botánica y taxonómica

Naik y Karihaloo (2007) señala que *S. tuberosum* es una planta herbácea, anual tuberosa, perenne en entornos seleccionados a través de sus tubérculos, caducifolia, de tallo erecto o sumí-decumbente, que puede medir hasta 1.0 m de altura. La planta de papa puede llegar a producir frutos con semillas viables, pero la forma de propagación utilizada a nivel de la producción comercial es la vegetativa a través de tubérculos, y le corresponde a la siguiente clasificación taxonómica:

- Reino: *Plantae*
- División: *Magnoliophyta*
- Clase: *Magnoliopsida*
- Subclase: *Asteridae*
- Orden: *Solanales*
- Familia: *Solanaceae*
- Género: *Solanum*
- Especie: *S. tuberosum*

2.4. Distribución

Promoción e Investigación de Productos Andinos PROINPA (1992) afirma que entre los cultivos andinos, la papa es de lejos el más importante por sus contribuciones económicas, nutricionales 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 para la población.

Calderón (2002) señala que 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.

2.5. Ciclo vegetativo de la planta de papa

Palacios y Cisneros (2000) señalan que se puede distinguir cuatro fases de desarrollo de la planta de papa que tienen relaciones espaciales 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 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.

2.5.1. Descripción botánica

Según Huamán (2009) señala que es una planta suculenta, herbácea, que presenta tubérculos (tallos subterráneos), los cuales se desarrollan al final de los estolones que nacen del tallo principal. Los tallos aéreos son de sección angular, y entre las axilas de las hojas y los tallos se forman ramificaciones secundarias.

- **Raíces**

Las plantas de papa pueden desarrollarse a partir de una semilla o de un tubérculo. Cuando crecen a partir de una semilla, forman una delicada raíz axonomorfa con ramificaciones laterales. Cuando crecen de tubérculos, forman raíces adventicias primero en la base de cada brote y luego encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo. Ocasionalmente se forman raíces también en los estolones. En comparación con otros cultivos, la papa tiene un sistema radicular débil. Por eso se necesita un suelo de muy buenas condiciones para el cultivo de la papa. El tipo de sistema radicular varía de delicado y superficial a fibroso y profundo.

- **Tallos**

El sistema de tallos de la papa consta de tallos, estolones y tubérculos. Las plantas provenientes de semilla verdadera tienen un solo tallo principal mientras que las provenientes de tubérculos semilla pueden producir varios tallos. Los tallos laterales son ramas de los tallos principales. En un corte transversal, los tallos de papa presentan formas entre circulares y angulares.

A menudo, en las márgenes angulares se forman alas o costillas. Las alas pueden ser rectas, onduladas o dentadas. El tallos es generalmente de color verde y algunas veces puede ser de color marrón – rojizo o morado.

- **Estolones**

Morfológicamente descritos, los estolones de la papa son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo y partir de yemas de la parte subterránea de los tallos. La longitud de los estolones es uno de los caracteres varietales importantes. Los estolones largos son comunes en las papas silvestres, y el mejoramiento de la papa tiene como una de las metas obtener estolones cortos.

- **Tubérculos**

Morfológicamente descritos, los tubérculos son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de papa. Un tubérculo tiene dos extremos: el basal, o extremo ligado al estolón, que se llama talón, y el extremo opuesto, que se llama extremo apical o distal.

- **Brotes**

Los brotes crecen de las yemas que se encuentran en los ojos del tubérculo. El color del brote es una característica varietal importante. Los brotes pueden ser blancos, parcialmente coloreados. Los brotes blancos, cuando se exponen indirectamente a la luz, se tornan verdes.

- **Hojas**

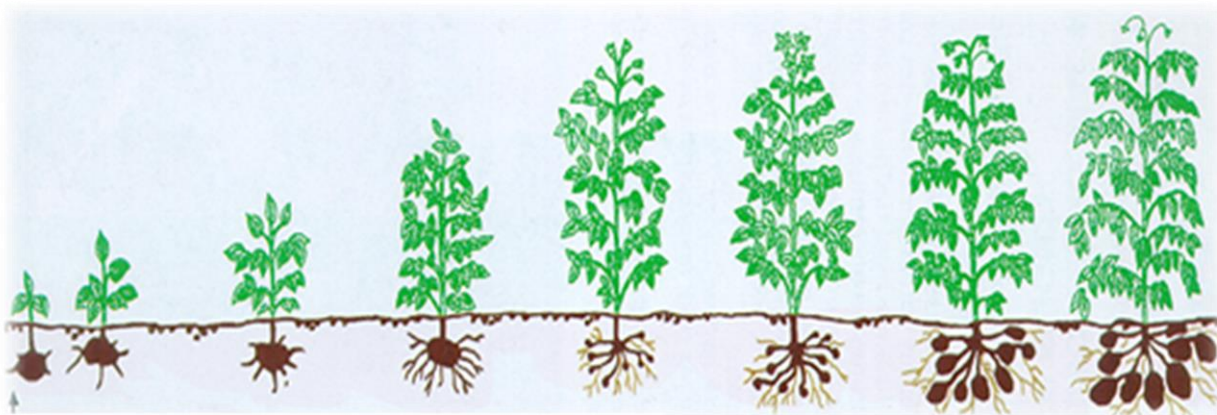
Las hojas están distribuidas en espiral sobre el tallo. Normalmente, las hojas son compuestas, es decir, tienen un raquis central y varios folíolos. Cada caqui puede llevar varios pares de folíolos laterales primarios y un folíolo terminal. La parte del raquis debajo del par inferior de folíolos primarios se llama pecíolo. Cada folíolo quede estar unido al raquis por un pequeño pecíolo llamado peciólulo, o puede estar unido directamente, sin peciólulo, y en este caso se llama folíolo sésil. La secuencia regular de estos folíolos primarios puede estar interceptada por la presencia de folíolos secundarios pequeños.

- **Inflorescencia y flor**

El pedúnculo de la inflorescencia está dividido generalmente en dos ramas, cada una de las cuales se subdivide en otras dos ramas. De esta manera se forma una inflorescencia llamada cimosa.

- **Fruto, semilla**

Al ser fertilizado, el ovario se desarrolla para convertirse en un fruto llamado baya, que contiene numerosas semillas. El fruto es generalmente esférico, pero algunas variedades producen frutos ovoides o cónicos. Normalmente, el fruto es de color verde. En algunas variedades cultivadas, tienen puntos blancos o pigmentados, franjas o áreas pigmentadas (Anexo 1).



| | | | | | |
|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 25 – 30 días | 40 – 45 días | 50 - 55 días | 60 – 65 días | 75 – 100 días | 110 – 130 días |
| Emergencia | Formación de estolones | Inicio de la floración | Inicio de tuberización | Final de la floración | Final de la tuberización |

Fuente: Datos de campo 2011

Figura 1. Fase fenológica del cultivo de papa var. Huaycha (*Solanum tuberosum*)

2.6. Plaga

Vargas (2005) señala que desde el punto de vista antropocéntrico se considera plaga a todo agente biótico que tiene la capacidad de perjudicar el bienestar del hombre. En forma más concreta, en un agro ecosistema se consideran como plagas a los insectos que

perjudican los cultivos del hombre. Las plagas pueden destruir completamente un cultivo o provocar daños menores que reducen el valor comercial de producto, por lo que se reducen sus ingresos económicos.

Sistema Boliviano de Tecnología Agropecuaria (SIBTA 2006) define como plaga a todo aquel organismo (animal o vegetal) que compiten con el hombre por los alimentos, ocasionando daños a los cultivos, provocando reducción en los rendimientos y por consiguiente pérdidas económicas para el productor.

Carvajal (s.f.) en el Manejo Integrado de Plagas (MIP) la plaga es considerada como un constituyente del ecosistema agrícola que mantiene interacciones positivas y negativas con los otros componentes del ecosistema, de modo que mediante el manejo de estos componentes se puede dificultar el desarrollo de plagas o contribuir a su mortalidad natural. Estos componentes, como la resistencia de las plantas, la acción de los controladores biológicos y algunas prácticas agrícolas, tienden a tener efectos duraderos y constituyen la base del sistema.

2.7. Importancia de las plagas en el cultivo de papa

Zener (1986) indica que la protección de un cultivo contra los daños causados por insectos y otros artrópodos es un problema que ha ocupado desde tiempos inmemorables la mente de agricultores e investigadores. El objetivo general en estos casos casi siempre ha sido el de mejorar los procesos de producción mediante el desarrollo de tácticas más efectivas y aceptables para lograr esta protección.

Aparicio (1999) indica que la identificación apropiada de los insectos, en sus diferentes estados de desarrollo, que atacan a los cultivos es de suma importancia en el manejo de estos. Sin embargo muchas veces esto se dificulta por el empleo de términos técnicos que no están al alcance del agricultor del técnico de campo, debido a una insuficiente información bibliográfica por esta razón se observa una fuerte confusión en el reconocimiento y evaluación de plagas.

2.8. Origen de la polilla de la papa

Según Griepink y Visser (1996) indican que *Symmetrischema tangolias* (Gyen) fue reportada por primera vez en América del Sur en el Valle del Mantaro (Perú) (Alcázar et. al.1932) y después en otras zonas de los Andes del Perú, Bolivia y Colombia.

Elías (1989) señala que *S. tangolias* fue reportada por primera vez en Bolivia en julio de 1988, en la localidad de Tolomosa a 1900 msnm (valle central de Tarija). Fue considerada la plaga más dañina del cultivo de papa porque causa serios perjuicios económicos al agricultor, especialmente durante el almacenamiento, mermando la producción en un 45 a 70 % e inclusive en 100% cuando no se aplica ningún método de control.

2.9. Clasificación Taxonómica de la polilla de la papa

Ortega y Fernández (2000), manifiestan que la posición taxonómica de la polilla de la papa es la siguiente:

- Reino *Animal*
- Phylum *Antropoda*
- Clase *Insecta*
- Orden *Lepidóptera*
- Suborden *Frenatae*
- Subfamilia *Gelechiodea*
- Familia *Gelechidae*
- Subfamilia *Gnorimoschemini*
- Tribu *Geechiineae*
- Género *Phthorimae*
- Especie *opeculella (Zeller)*

Nombres comunes:

Polilla de la papa

Palomilla de la papa

Gusano minador de las hojas y tubérculos

“Thuta” (expresión Aimara – Quechua)

2.10. Polilla de la papa

Ruiz (2007) indica que todas las especies involucradas en este complejo afectan al cultivo de la papa, infestando tanto al follaje como al tubérculo, algunas veces se constituyen en plagas claves para los tubérculos de papa almacenado.

Ruiz (2007) citando a Pavolny y Moreira (1957), menciona que dentro del grupo de las polillas de la papa reportadas como de mayor importancia económica se encuentran *Phthorima eopercuella* (Zeller), *Symmetrischema tangolias* (Tuner).

Cervantes (2000) indica que la polilla de la papa *Symmetrischema tangolias*, en los últimos años se ha constituido en una de las principales plagas del cultivo de la papa debido a su rápida dispersión, especialmente en las zonas paperas del país. Esta polilla demuestra mayor rusticidad y agresividad en comparación con *Phthorimaea operculella*, a la cual desplaza cuando ambas se presentan en un mismo hábitat, el principal daño lo realiza las larvas durante el periodo de almacenamiento de tubérculos-semilla causando grandes pérdidas.

2.11. Hábitos de la polilla de la papa

Según Calderón (2002) señala que 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 ovoposición inicia a los 2 o 3 días, después de la copula, una hembra deposita alrededor de 108 huevos durante su vida.

Andrewet al. (1999) señala que el adulto de *S. tangolias* tiene actividad nocturna, durante el día busca lugares oscuros para refugiarse en el almacén y en el campo bajo el follaje, cerca del suelo. Al día siguiente de convertirse adulto, la polilla está en condiciones de copular: la ovoposición inicia a los 2 o 3 días, después de la cópula, una hembra deposita alrededor de 108 huevos durante su vida. En almacén, los huevos son depositados con referencia cerca o sobre los ojos o yemas de los tubérculos y pueden ser colocados en forma aislada o en grupos.

Cisneros (1988) señala que 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 poniendo su valor comercial. Cuando se corta una papa dañada se pueden

2.11.1. Alimentación

King. Saunders (1984) indican que la plaga usualmente ingresa por una yema dejando excremento oscuro en la entrada. Hacen galerías de alimentación, al principio superficialmente y luego en todo el tubérculo. Las larvas recién emergidas minan las hojas y a medida que se desarrollan afectan a los brotes uniéndoles con hilos de seda.

Calderón (2002) indica que el adulto se alimenta de exudados de la planta de papa. Sin embargo puede vivir sin alimentarse.

2.11.2. Hospedero

Grajeda (2000) menciona que la polilla ataca únicamente hospederos de la familia solanáceas entre los cuales se tiene al tabaco (*Nicotina tabacum*), tomate (*Lycopersicon esculentum*) y berenjena (*Solanum melongena*) especies silvestres también pueden ser utilizados como hospederos tales como 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 (hoja y frutos), tabaco (hojas), pimiento (hojas y frutos), berenjena (hojas y frutos) y aji (hojas y fruto), también causa daño a la maleza chamico (*Datura stramonium*) (Grajeda 2000)

2.12. Distribución geográfica de la polilla de la papa

Calderón (2002) afirma que *Symmetrischema tangolias* ocasiona daños de similar intensidad y más severos que *P. operculella*, tanto en zonas altas del departamento de Chuquisaca (300 – 3500 m.s.n.m.) de las provincias Nor Cinti, Sud Cinti y Yamparaez; como en las zonas papares 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.

PROINPA (1998) reporta por primera vez en el valle central de Tarija en 1992, por el flujo irrestricto de tubérculos – semilla en el país, *S. tangolias* llegó a difundirse hacia zonas paperas importantes, distribuidas actualmente en zonas tradicionalmente productoras de papa de las provincias Cercado, Arce, Méndez y Avilés en Tarija; Nor Cinti, Sud Cinti y

Yamparuez en Chuquisaca; Cornelio Saavedra en Potosí; Tiraque, Ayopaya y Chapare en Cochabamba y Sud Yungas en La Paz.

Se ha constatado que *S. tangolias* ocasiona daños de similar intensidad en zonas altas de Yamparuez y Culpina de Chuquisaca (3000 – 3500 m.s.n.m); a diferencia de *P. operculella* cuyos daños en zonas altas son de menor intensidad o importancia (un promedio de 5% de daño). (PROIMPA 1998)

Esta especie se encuentra distribuida en campo y almacenes causando daño a los tubérculos como en los tallos y hojas son de hábitos nocturnos (Anexo 2).

2.13. Ciclo biológico

2.13.1. *Symmetrischema tangolias*

a) Huevo

PROINPA (1999) indica que los huevos son algo aplastados y elípticos, la superficie externa presenta estrías finas, en promedio mide 0,55 mm de largo y 0,25 mm de ancho, la duración promedio del periodo de incubación es de 10,6 días desde el momento de la ovoposición hasta el cuarto día, el huevo es amarillo claro, luego amarillo intenso, para posteriormente tener un color naranja brillante y por último se torna en color plomo claro y se puede observar un punto negro que es la cabeza de la pequeña larva, la eclosión en uno de los polos del huevo.

b) Larva

PROINPA (1999) señala que el estado larval presenta cinco estadios con características bien definidas. Las larvas son de tipo eruciforme, cuerpo blando y de forma cilíndrica, presentan tres pares de patas torácicas y cinco pares de pseudopatas en el abdomen. Este estado tiene un periodo de duración de 30,7 días desde la eclosión hasta antes del estado de pre- pupa. Su tamaño varía de 1 a 12,5 mm de largo.

c) Pre – pupa

PROINPA (1999) menciona que el periodo se inicia cuando la larva se vuelva inactiva y sus procesos metabólicos se reducen al mismo, la larva 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.

d) Pupa

PROINPA (1999) indica que la pupa al inicio es verde y se pueden distinguir franjas guindas en su dorso, luego es marrón claro y finalmente marrón brillante. La pupa es modificada, las patas, las 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 estadio es de 18,7 días.

e) Adulto

PROINPA (1999) muestra que el adulto presenta una expansión alar de 17,8 – 20,2 mm. En hembras 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 genero *Phethorimaea*. El aparato bucal es del tipo chupador y en estado de reposo se enrolla en forma de espiral.

Los machos son más pequeños que las hembras, presentan el abdomen más delgado y tiene una estructura terminal ahusada y curvada hacia arriba en forma de W. en las hembras, el abdomen es ancho y presenta un terminación roma. (Anexo 3).

2.14. Biología y comportamiento

2.14.1. Polilla manchada (*Symmetrischema tangolias*)

Según Rodríguez (1990) señala que es algo similar al de *Phethorimaea operculella*, los adultos son nocturnos, ovipositan sobre hojas, brotes y tallos de la papa. Las larvas pasan por cinco estadios y empupan dentro del canal que han excavado a lo largo del tallo o en el suelo, cerca de la raíz. El ciclo biológico dura alrededor de un mes, y al año se pueden reproducir hasta ocho generaciones. Las plantas hospederas para esta especie son papa, tomate, tabaco, berenjena, pepinillo, ají, tomatillo, chamico y capulí cimarrón.

Los adultos de *Symmetrischema tangolias*, son de actividad nocturna, durante el día su desplazamiento es limitado, escondiéndose en el follaje y rastros del campo y almacén. Presenta cinco estadios bien diferenciados y próximos a la etapa pupal dejan de

alimentarse y empupan dentro del organismo afectado. La cópula lo realizan entre el primer y segundo día de emergencia, las larvas inician el ataque muy próximos al lugar de eclosión, una hembra pone en promedio 125,76 días (Rodríguez 1990)

Para Herbas (1994) la polilla de la papa *Symmetrischema tangolias* es una de las plagas más importantes que ataca al cultivo de la papa. Las larvas barrenan los tallos y minan las hojas, pero más perjudiciales son las galerías que realizan a los tubérculos almacenados causando daños severos que llegan hasta un 100 % en almacenes de agricultores.

2.15. Daños

2.15.1. Daños que produce la polilla

Grajeda (2000) mencionando a Andrew y Herbas (1991) *P operculella* daña la parte aérea de la planta (brotes, hojas y tallos) y los tubérculos en el campo y en almacén *S. tangolia* daña la parte aérea de la planta (tallos) y los tubérculos en el campo y el almacén.

Según Calderón (2002) indica que 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 el almacén, cuando estas larvas se introducen en los tubérculos realizan galerías irregulares y profundos túneles los cuales son rellenados con excremento, luego estas papas no sirven como alimento ni para los animales.

Valdivieso y Bartra (1993) afirma que el daño es causado por las larvas de polilla que atacan diferentes estructuras de la planta: en el follaje se alimenta del parénquima de los follajes, minan y barrenan nervaduras y tallos, y causan muerte de las yemas apicales, y el mayor daño lo ocasionan en los tubérculos a través de galerías irregulares, produciendo una pudrición seca, el daño causado por esta plaga se diferencia de otras de la papa, por la acumulación de excavación en los agujeros de entrada.

López y Perry (1981) señalan que la primera generación ataca las primeras hojas y los puntos de crecimiento: la segunda aparece cerca de la floración, si él se restringe a las hojas, el daño no es significativo pero si la población es alta ataca barrenando tallos: la tercera aparece próxima a la cosecha, en tubérculos destapados los cuales llevarán la infestación al lugar de almacenamiento.

El daño larval se ha encontrado en tubérculos que más de dos meses de almacenamiento y ocasionan pérdidas tanto en peso como en calidad, los tubérculos se encogen y se arrugan por el incremento de la transpiración y de la infestación secundaria debido a la presencia de microorganismos (López y Perry 1981)

El daño en follaje (hojas) por *S.tangolias* llegan a producir minas lagunares y de forma irregular; en el tallo la larva penetra, preferentemente por las yemas axilares y lo barrena en cualquier sitio, hacia arriba o hacia abajo. El punto de entrada suele presentar un excremento característico unido por finos hilos de seda y acumulados. A medida que aumenta la infestación, la localización de las larvas en la planta también suben, de manera que se pueden encontrar desde la base de la planta hasta los cogollos superiores.

Andrew et al (1999) señala que las larvas recién eclosionadas se desplazan lentamente, en el campo ingresan al tallo, barrenan y se alimentan de la medula perjudicando el flujo de la savia en la planta, luego penetran al tubérculo mediante orificios pequeños que realizan especialmente cerca de los ojos, en almacén el daño a los tubérculos es severo, las larvas ingresan por los ojos, barrenan y realizan galerías donde depositan sus excrementos, estas pueden salir e infestar otros tubérculos. El tubérculo dañado adquiere un sabor amargo y se arruga perdiendo su valor comercial.

Grajeda (2000) mencionando a Andrew y Herbas (1991) los daños que provocan las larvas son galerías profundas en los tubérculos, en estas galerías se observan excrementos de color blanco sucio. A diferencia del daño que ocasionan las larvas de *P. operculella* los excrementos no se vieron en el exterior del tubérculo en el orificio de entrada de la larva y las galerías fueron ligeramente más anchas.

2.16. Métodos de control de la polilla de papa

Según Zanabria (2003) indica que los insectos atacan al cultivo de papa durante su periodo vegetativo, desde que brota del suelo hasta después de la cosecha bajo condiciones de almacén.

Cisneros (2000) indica que la investigación sobre métodos alternativos de control ha indicado que cuando las poblaciones de polilla son altas, ningún método de control

utilizado solo provee una protección adecuada, por ello se debe desarrollar un programa de control integrado.

Raman (1999) afirma que la estrategia de control está orientada a mantener la plaga en poblaciones bajas, prevenir el daño y evitar la migración de la plaga del campo al almacén y del almacén al campo. Para esto se integran medidas de control cultural, etológico, biológico y químico.

Según Valencia (1994) señala que las nuevas estrategias para el control de la polilla de la papa incluyen el uso de: Feromona sexual, uso de barreras físicas, uso de repelentes naturales, uso de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, uso del virus de la granulosis, el cual sólo es efectivo contra *Phthorimaea operculella*, y no es efectivo contra *Symmetrischema plaesiosema*. La polilla de la papa *Phthorimaea operculella* y otras especies de polillas, desarrollan resistencias a organoclorados, organofosforados y piretroides.

2.16.1. Control Etológico

Cisneros (1995) señala que etología es el estudio del comportamiento de los animales en relación con medio ambiente. De modo que por Control Etológico de plagas se entiende la utilización de métodos de represión que aprovechan las reacciones de comportamiento de los insectos. El comportamiento está determinado por la respuesta de los insectos a la presencia u ocurrencia de estímulos que son de naturaleza química, aunque también hay estímulos físicos y mecánicos.

Etología es el estudio del comportamiento de los animales en relación con el medioambiente. De modo que por control etológico de plagas se entiende la utilización de métodos de recepción que aprovechan las reacciones de comportamiento de los insectos a la presencia u ocurrencia de estímulos que son predominantemente de naturaleza química, aunque también hay estímulos físicos y mecánicos. Cada insecto tiene un comportamiento fijo frente a un determinado estímulo. Así una obligado a acercarse a ella. Se trata de una sustancia atrayente. En otros casos el efecto puede ser opuesto; entonces se trata de una sustancia repelente. Hay sustancias que estimulan la ingestión de aumentos, otras que lo inhiben.

Raman (1986) indica que el 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 200 polillas por trampa y por día, se recomienda utilizar 42 trampas por ha.

Cisneros (1995), indican que reducen la población de polilla, si todo 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.

Raman (1980) indica que la captura de machos de la polilla de la papa a partir de trampas cebadas con feromonas sexuales permite decidir aplicaciones de insecticidas más oportunamente reduciendo la población en campo y en almacén.

Informa que en almacenes de papa las feromonas sexuales de la polilla pueden ser usadas para seguimientos de la población y trampeo masal. Un diseño de trampa efectiva como la del tipo embudo, esencialmente deben ser cambiadas en su posición diariamente, incrementándose su eficiencia de trampeo cuando estas son ubicados a la misma altura de las papas almacenadas (Ramán1988),

Villarroel (1997) quien menciona a Ormachea (1979), por el uso de la planta llamada muña (Satureja boliviana) para proteger a la papa almacenada contra la polilla de la papa y el gorgojo de los Andes.

2.16.2. Control cultural

Andrew (1999) señala que en el control cultural, se hace uso de prácticas agronómicas rutinarias, para crear un agro ecosistema menos favorables al desarrollo y la sobrevivencia de la plagas, o para hacer al cultivo menos susceptibles a su ataque.

Mamani (2006) afirma que el control cultural, es de naturaleza preventiva antes que curativa, tiene un efecto extendiendo 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.

2.16.3. Control químico

Los insectos deben ser aplicados correctamente y utilizarlos solo cuando los umbrales económicos de la plaga nos lo indiquen.

Calderón (2002) señala que 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 dirigida al cuello de la planta para proteger la papa en el almacén.

Cisneros (1988) manifiesta que el Centro Internacional de la papa (CIP), se demostró que los piretroides, productos que habían sido señalados en años anteriores como eficientes contra la polilla de la papa; hoy en día presentan altos niveles de resistencia.

2.16.4. Control biológico

Espinoza (1999) menciona a Bustillo y Baker (1990), define que el control biológico como el empleo de órganos vivos para el control de agentes plagas.

Raman (1986) citado por Grajeda (2000), aconseja el uso de insecticida biológico “Dipel”, que contiene esporas activas de *Bacillos thuringiensis*, como medio afectivo contra la polilla de la papa y esta comercialmente disponible en la forma de polvo mojable o insecticida en polvo.

PROINPA (1999) recomienda la utilización del *Baculovirus* (Matapol) polvo a razón de 1 sobrecito para 25 kg. de semilla.

2.16.5. Control integrado MIP

Según Cisneros (1995) 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 polilla 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, insecticida selectivos, riegos frecuentes y ligeros, el aporque.

Cisneros (1988) señala que el control Integrado o Manejo (MIP) es un sistema que trata de mantener las plagas de un cultivo a niveles que no causen daño económico utilizando preferentemente los factores naturales adversos al desarrollo de las plagas, incluidos los

factores de mortalidad natural, y solo en última instancia, recurre al uso de pesticidas como medida de emergencias.

Menciona que los programas de manejo integrado tienen que ser diseñados para las condiciones especiales de una localidad, pues deben responder a muchas variables específicas como; cultivos utilizados, el sistema de cultivo, el complejo de plagas. Las condiciones climáticas, los valores económicos, el nivel de tecnología, la disponibilidad de personal y otros (Cisneros 1988)

Gallo et. al. (1988) mencionado por Ruiz (1998) señala que este control se debe desarrollar causando daños mínimos en el ambiente, la salud humana y organismos benéficos.

2.17. Fluctuación poblacional

Cisneros (1995) menciona que 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 crecen en forma explosiva.

Grajeda (2000) cita a Cisneros (1980), quien menciona que en la naturaleza las poblaciones de insectos, con el transcurso del tiempo, presentan fluctuaciones más o menos marcadas, las que suelen estar asociadas con las variaciones estacionales, 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.

PROINPA (1999) estudios de la fluctuación poblacional de machos adultos de la polilla en el valle de Mizque, indican que el mayor pico de población ocurre en los meses de octubre. Noviembre y diciembre.

2.18. Muestreo de las poblaciones de insectos

Cisneros (1995) afirma que 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 la plagas, generalmente una vez por semana.

Afirma que el seguimiento sistemático de los niveles poblacionales de las plagas se denominan con cierta frecuencia “monitoreo de la plagas” y los sistemas de evaluación se llaman muestreos (Cisneros 1995)

Sarmiento (1997) Señala que los procedimientos que calcular o estimar la densidad de las poblaciones de insectos u otros organismos vivientes se conocen como técnicas de muestreo o evaluación.

Sarmiento, (1981) citado por Espinoza, (1999), el procedimiento de muestreo llamado “mecánica” está en relación con todos los pasos que se realizan para llevar adelante el tipo de muestreo adoptado. Incluye operaciones tales como trampeo, colección de muestras, acondicionamiento, transporte, separación, conteo, anotación de datos, etc. En el caso de especies de ciclo corto y que cambian frecuentemente de micro hábitat, como las poblaciones de lepidópteros que pasan por los estados de huevo, larvas y pupa, en cultivos anuales, se necesitará frecuentes que además tendrán que estar acompañados de registros fenológicos de la plantas.

2.18.1. Tipos de muestreo

Cisneros (1995) afirma que los muestreos pueden ser directos e indirectos. En el muestreo directo se mide una porción de la población en su micro hábitat. 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.

2.18.2. Técnicas de muestreo de insectos

Sarmiento (1997) señala que 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 interface 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 observaciones o conteo indirecto.

2.19. Feromona sexual

Cisneros (1988) indica que las feromonas sexuales son sustancias producidas por un insecto, que tiene el efecto de atraer a otro insecto con fines de apareamiento como en la mayoría de los lepidópteros, Las feromonas de la polilla de la papa son producidas por las hembras en una glándula, cerca del extremo dorsal del abdomen.

Centro Internacional de la Papa CIP (1981) manifiesta que la confusión de los machos es una técnica de control de insectos que esta dado resultados experimentales promisorios en varias partes del mundo y que podría llegar a ser un componente adicional de los sistemas de control integrado. Las feromonas son sustancias volátiles que emiten las hembras de ciertas especies de insectos para atraer al macho con fines de apareamiento, algunas feromonas pueden ser duplicadas químicamente y por ello se encuentran disponibles en grandes cantidades.

Fonda (1975) citado por Villarroel (1997) indica que la feromona sexuales son secretados por las hembras vírgenes y atraen a machos, son activas en cantidades sumamente pequeñas. Se han identificado y/o sintetizado atrayentes sexuales para plagas como la polilla de la papa (*S. tangolias*).

Palacios, Canedo, Valdez, (1995) indican que el olor de las feromonas es tan irresistible que los machos vienen desde grandes distancias para cruzarse.

Cisneros (1995) indica que muchos insectos se comunican entre sí por medio de sonidos, pero la mayoría lo hace por medio de olores. Se trata de sustancias llamadas feromonas que son secretadas por un individuo y son percibidos por otro individuo de la misma especie, el cual reacciona ante el olor con un comportamiento específico y fijo. Hay feromonas que sirven para atraer individuos del sexo opuesto (feromonas sexuales); otra, para producir agregamientos o concentraciones de insectos de la misma especie (feromonas de agregamientos), para señalar el camino que deben seguir otros individuos, o para provocar alarma y dispersión entre la población. La obediencia ciega del insecto a la feromona abre muchas posibilidades para manejar a voluntad su comportamiento.

2.19.1. Atrayente sexual

Cisneros (1995) manifiesta que los atrayentes relacionados con la atracción sexual de los insectos son muy poderosos; pueden ser las mismas feromonas sexuales, naturales o

sintéticas, o sustancias bio análogas (mímicas) de esas feromonas; es decir sustancias que, teniendo una estructura química diferente, producen reacciones similares a las feromonas sexuales.

Villarroel (1997) con respecto a los atrayentes indica que pueden ser alimenticios (cebos) o sexuales (feromonas). Los atrayentes alimenticios, son preparados que sirven para que las plagas se concentren junto a un alimento trampa, como ser; la naranja seca, molida mezclada con Mlathion (10:1) atrae y mata a las hormigas; mientras que los atrayentes sexuales (feromonas) son producidos por los insectos para comunicarse y reproducirse. En almacén los Gelechidae, Anobidae y Dermastidae, pueden ser detectados con trampas de feromonas que solo atrae a individuos de una sola especie. Las feromonas sexuales poseen excelentes características para ser empleadas en programas de control de plagas, son específicas para la plaga que se desea controlar, no tienen efecto nocivo contra parásitos y depredadores y no son tóxicas a la planta y a otros animales.

Boerenet al (1995) indica que se puede eliminar los machos, utilizando feromonas, es una sustancia que emita el olor que despiden las hembras, para atraerlos. Los atrayentes relacionados con las atracciones de los insectos son muy poderosos pueden ser las mismas feromonas sexuales, naturales o sintéticas; o sustancia bio análogas (mímicas) de esas feromonas; es decir sustancias que teniendo una estructura química diferente, producen reacciones similares a las feromonas sexuales. En la mayoría de los casos las feromonas sexuales son secretadas por las hembras vírgenes y atraen a los machos. Las feromonas son activas en cantidades sumamente pequeñas. En condiciones de laboratorio se han logrado reacciones positivas con concentraciones del orden de una millonésima de gramo de feromona por litro de aire. Debido a esta gran poder de atracción es posible detectar con estas sustancias poblaciones muy bajas de insectos. En cierta forma una limitación en el uso de los atrayentes sexuales es que no se logra atraer a las hembras, que son los individuos que depositan los huevos.

Cisneros (1995) señala que las feromonas sexuales de muchas especies de insectos, han sido aisladas e identificadas químicamente. Hasta mediados de la década del 70 estos productos incluían no menos de 50 especies de lepidópteros. Desde entonces el número de compuestos se ha incrementado substancialmente y muchos de ellos se han sintetizado con fines comerciales. Varias compañías se han especializado en la producción de las sustancias activas y de sus formulaciones para usos específicos tales

como muestreo, captura masiva, desorientación de apareamiento y supresión de poblaciones.

2.19.2. Hormona sexual

Cisneros (2000) define que el control etológico como la utilización de métodos de represión que aprovechan las reacciones comportamiento de los insectos. Se hace uso de trampas con feromonas (hormonas sexuales) que atraen a los machos de la polilla para atraparlos y eliminarlos y sirven para identificar a la población de polilla y puedan determinar el momento en el que se debe aplicar insecticida.

2.19.3. Composición de la feromona sexual

Citando a Alcázar (1988) Grajeda (2000) indica que la feromona sexual es liberada por una glándula situada en el último segmento abdominal, Founda y colaboradores (1975), intentaron identificar la feromona y reportaron que el principal componente dado por un Ester acetato de un alcohol de 13 carbonos doblemente saturados. Independientemente en este mismo año, Roelofs logra identificar un componente de la feromona de *P. operculella* el Trans – 4 cis- 7 – tridecadien – 1 – 01 – acetato, denominado PTM1. Posteriormente, Persoons y colaboradores (1976), logran aislar e identificar el segundo componente de la feromona de *P. operculella* el trans- 4, cis – 10 – tridecatrien – 1 – 01- acetato, denominado PTM2, en la actualidad estos componentes se producen comercialmente. Entre los principales componentes de la feromona para *S. tangolias* se encuentra (E, Z)-3,7 Tetra decadienyl acetato y (E)-3- Tetradecenil acetato.

Valencia (1986) menciona que las feromonas sexuales disponibles comercialmente es una mezcla de trans – 4 cis – 7 – tridecadien – 1 – ol – acetato (PTM1) y trans – 4 – cis – 10 – tridecatrien – 1 – ol – acetato (PTM2) (0,4 mg de PTM1 + 0.6 mg de PTM2). Estas feromonas vienen impregnadas en tapones de caucho que se pueden obtener en pequeñas cantidades del CIP – Lima.

Cisneros (1995) señala que la feromona sexual de la polilla disponible comercialmente consiste en trans – 4 cis – 7 – tridecadien – 1 – ol – acetato (PTM1) y trans – 4 – cis – 10 – tridecatrien – 1 – ol – acetato (PTM2) (0,4 mg de PTM1 + 0,6 mg de PTM2).con estas feromonas impregne bajo refrigeración a – 5 °C, los tapones impregnados hasta que los

utilice. Para obtener grandes cantidades de estos tapones, dirigirse al laboratorio para investigación en insecticidas. Marijkewegzz. 670006, wageningen, Holanda.

Estas feromonas es utilizadas principalmente para:

- Ayudar 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.

2.19.4. Uso de feromonas

Cisneros (1995) indica que los primeros usos prácticos se han logrado con feromonas sexuales cuya ocurrencia es entre los insectos. Hay dos modalidades para el uso de las feromonas sexuales que han logrado ser sintetizados y comercializadas. En primer lugar, se utilizan como agentes atrayentes para trampas y cebos. La segunda forma de uso consiste en producir la “confusión de los machos” mediante la inundación o saturación de grandes áreas con el olor de feromonas sexuales. El exceso de feromonas en el medioambiente evita que los machos detecten la feromona secretada por las hembras y consecuentemente, pierden la capacidad de encontrar pareja. Se han reportado casos exitosos en el control de gusano rosado de la India en los campos de algodón y el control de la polilla de la papa.

2.19.5. Duración de las feromonas sexuales

Según el CIP (1981) existe la posibilidad de que diferentes poblaciones de polilla no respondan de igual manera a las diversas proporciones de feromonas. Un milagro de mezcla impregnada en un tapón de jebe de 9 mm de diámetro, mantienen su poder atrayente por más de 90 días. El producto puede guardarse por algunos meses a 5 ° C, sin pérdida sensible del poder atrayente.

Para Raman (1982) el control de machos de polillas con feromonas es de bajo costo, requiere poca inversión en mano de obra, no daña el equilibrio ecológico y biológico del medio y permite la acción de los enemigos naturales de la plaga. El efecto de los corchos con feromonas duran toda una campaña de cultivo, se recomienda colocar 10 trampas /ha cuando su número es peligrosamente alto desde la siembra en lugar donde se tienen registros por varios años.

Refiriéndose a la estabilidad de la feromona, se ha reportado que su eficiencia de captura puede mantenerse por varios meses, CIP (1981), además menciona que Voerman y Roths (1978) indican un año, Shelton y Wyman (1979) dos años.

2.19.6. Distancia que emite el olor de las feromonas sexuales

Cisneros (1995) menciona que las feromonas sexuales han sido estudiadas especialmente en lepidópteros. En menor proporción en Coleópteros y otros órdenes de insectos. Las hembras emiten las feromonas y los machos son capaces de percibir las a distancias muy grandes. Gracias a las feromonas sexuales los machos pueden ubicar a una hembra distante decenas o centenas de metros.

2.20. Trampas para el uso de feromonas

Palacios et al. (1994) sostienen que se pueden utilizar trampas de galonearás vacías de aceite con dos huecos a los costados. En la parte de abajo se coloca agua con jabón o ceniza, y en la parte superior se coloca el corchito con la feromona para atraer y capturar polillas machos.

Sarmiento y Sánchez (1997) afirman que las trampas con feromonas son estacionarias que atraen específicamente a individuos de una misma especie. Utilizando estimuladores olfatorios químicos que usan los insectos para la comunicación específica y que se denominan feromonas. Las trampas con feromonas están compuestas por la trampa propiamente dicha, el soporte y el emisor de la feromona.

2.20.1. Trampas de color para la captura de polilla

Lizárraga y Lannacone (1996) indican que desde tiempos muy pretéritos se conoce que muchas especies de insectos son fuertemente traídos por fuentes de luz y al color amarillo. Esta característica ha permitido el perfeccionamiento de técnicas de trampeo para algunos Lepidópteros, captura de Coleópteros con trampas de luz como también ciertos Dípteros con trampas amarillas. Recomiendan el uso de trampas de agua, preferentemente de color amarillo para el control de la polilla (*Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*) de la papa.

Salas (1989) sugiere que se use como dispositivo de captura, trampas de agua preferiblemente de color amarillo intenso, los cuales han resultado ser las más efectivas

en la captura de adultos machos polillas. El mismo autor recomienda utilizar por lo menos 20 trampas con feromonas por hectárea, colocándolas en los bordes para capturar los insectos que migren dentro de la siembra.

2.20.2. Trampas contra insectos

Palacios, Cisneros. (2000) señalan que el uso de trampas tiene la ventaja de no dejar residuos tóxicos, de operar continuamente, de no ser afectadas por las condiciones agronómicas del cultivo y, en muchos casos, de tener un bajo costo de operación. Una limitación en el uso de las trampas, es que no se conocen agentes atrayentes para muchas plagas importantes. También es una limitación el hecho de actuar solamente contra los adultos y no contra las larvas que son las feromonas en que muchos insectos causan los daños. Las trampas consisten básicamente en fuente de atracción, que puede ser un atrayente químico o físico (la luz), y un mecanismo que captura a los insectos atraídos.

Las trampas son dispositivos que atraen a los insectos para capturarlos o destruirlos comúnmente se utiliza para detectar la presencia de los insectos o para determinar su ocurrencia estacional y su abundancia, con miras a orientar otras formas de control. Ocasionalmente, las trampas pueden utilizarse como método directo de destrucción de insectos – plaga (Palacios y Cisneros1999).

2.20.3. Usos de las trampas

Cisneros (1995) afirma que las trampas pueden utilizarse con fines de detección, o con propósitos de control directo. Cualquiera que sea el objetivo, la ubicación de la trampa y la altura son factores importantes para su eficiencia.

2.20.4. Trampas de agua

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

Este método de control es económico. No presenta riesgos de intoxicación, es muy seguro y duradero.

Grajeda (2000), mencionando a Ramakrishna (1988) reporta resultados de las trampas en relación al color de las bandejas, las trampas de agua de color amarillo con capacidad de dos litros de agua son más efectivas que las de color anaranjado de cuatro litros y finalmente las bandejas de color azul.

Salas (1989) sugiere que se use como dispositivo de capturas, trampas de agua, preferiblemente de color amarillo intenso, las cuales han resultado ser las más efectivas en la captura de adultos machos del minador o polilla *S. tangolias*.

2.21. Evaluación del daño

Copa (2004) mencionando a Ruesink y Kogan citados por Luckman (1990) afirma que la evaluación del daño depende en gran medida de si el insecto es una plaga directa o indirecta. Las plagas directas afectan al producto deseado de un cultivo. Las plagas indirectas dañan partes de las plantas que pueden afectar o no el rendimiento según el órgano atacado, por lo general, el efecto de las plagas indirectas sobre el rendimiento, es mucho más difícil de evaluar, y con frecuencia esa dificultad es causa de decisiones erróneas dentro de los programas de control.

Programa Andino Cooperativo de Investigación en papa PRACIPA (1989) menciona que el cultivo de la papa en la zona Andina se caracteriza por tener una alta incidencia de insectos dañinos, que afectan tanto la cantidad como la calidad de la producción. El control de las principales plagas del cultivo, representa una buena parte de los costos de producción debido no solamente a las prácticas que se deben realizar para su manejo, sino principalmente a la aplicación de insecticidas, esta limitante ha sido reconocida desde los comienzos de la investigación en el cultivo de la papa en los diferentes países, y ha sido así, como gran cantidad de los recursos dedicados a la investigación se ha orientado a la búsqueda de manejo y control adecuado de los principales insectos que atacan el cultivo.

2.22. Condiciones climáticas

Cisneros (1980) señala que las condiciones climáticas influyen sobre las plagas mediante sus variaciones estacionales de temperatura, humedad, lluvia, viento, insolación y fotoperiodo. Varias especies de plagas están adaptadas a condiciones ambientales bien definidas, en ausencia de las cuales no se presentan o lo hacen muy ocasionalmente.

Calderón et. al (2002) mencionan que en condiciones de campo las poblaciones pueden ser evidentes cuando las temperaturas diarias alcanzan 16°C en promedio; estas poblaciones se incrementan rápidamente cuando las temperaturas varían entre 20-25°C.

2.23. Análisis económico

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT 1998) recomienda que para conocer la rentabilidad del cultivo es necesaria una serie de procedimientos de análisis económicos, empleando indicadores bio económicos. El mismo indica que análisis económico del ensayo se realiza de acuerdo al método de evaluación económica aplicando la metodología del enfoque de costos de producción, que son herramientas muy útiles que permiten determinar las implicaciones económicas en costos y beneficios al analizar los resultados.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

3.1.1. Ubicación Geográfica

Citándose a GEOBOL (1985) señala que el Municipio de Inquisivi se encuentra en la provincia geomorfológica de la cordillera Oriental. Esta se caracteriza por presentar paisajes predominantemente de montañas y serranías de origen estructural modeladas por procesos glaciales.

El estudio se desarrolló en la gestión agrícola 2011 en los meses de (julio – noviembre) en la comunidad de Yamora del Municipio de Inquisivi 1ra Sección de la provincia Inquisivi del departamento de La Paz, Bolivia, distante a 260,10 km. de la ciudad de La Paz con una altitud de 2785 msnm. (GAMI 2010).se puede observar en la Figura 2.

Geográficamente se encuentra entre las coordenadas:

66°43'29.49" y 67°17'58. 62" de longitud Oeste.

15°47'34.9" y 17°18'20.46" de latitud Sud

Inquisivi tiene una extensión territorial aproximada de 3,268,00 km cuadrados (380.000,00 ha.), que representa el 59,10 % de la superficie de la provincia Inquisivi, 2,84 % de la superficie departamental y 0,35 % de la superficie nacional (GAMI 2010).



Figura 2. Ubicación del Municipio Inquisivi de la Provincia Inquisivi, La Paz

(IGM 2005)

3.1.2. Características ecológicas

- **Clima**

La zona presenta un clima templado y semicalido, según la Estación meteorológica de Chorocona del Municipio de Inquisivi la temperatura promedio anual es de 19°C registrándose una temperatura máxima de 26,5 °C y una mínima de 2,6 °C (SENAMHI 2011); observándose una humedad relativa de 71% a 88% con presencia de vientos en agosto y octubre.

- **Suelo**

Los suelos son moderadamente profundos, con drenaje superficial, pendientes moderados (3 % - 20%) con erosión tipo hídrico, laminar en surcos y cárcavas. Presenta una clase textural franco – arenoso, con estructuras en bloques sub angulares tiene una permeabilidad rápida y una buena capacidad de retención de la humedad.

- **Flora**

Las especies que predominan son los arbustos de mediano tamaño como el tasake, málico y de gran tamaño y explotación intensiva los eucaliptos (*Eucalyptus globulus*), también se encuentra en la región árboles como el laurel, pino (*Cupressus macrocarpa*), huaycho y en menor cantidad el molle y el algarrobo (*Prosopis juliflora*).

Entre los cultivos de importancia se encuentran: papa (*Solanum tuberosum*), fuente económica para los productores, Zapallo (*cucúrbita sp*) Maíz (*Zea maíz*) y haba (*Vicia faba*), producida principalmente para consumo familiar; entre los cultivos secundarios están la cebada (*Hordeum vulgare*), y alfalfa (*Medicago sativa*) como fuente principal de alimento para el ganado bovino.

- **Fauna**

La fauna está conformada por especies silvestres y domésticas, entre los primeros están: Lagartija (*Liolaemus sp.*), lechuza (*Speotyto cunicularia*), cuy silvestre (*Microcavianiata*), lekeleke (*Vanellus resplendens*), yaca yaca (*Colaptes rupícola*), serpiente, sapo (*Bufo spinulosus*), zorrino (*Conepactus chinga rex*), vizcacha (*Lagidium viscacia*) y otros.

Las especies domesticas están representadas por el ganado bovino y ovino (*Ovis aries*), además de cerdos (*suinos*), gallinas y cuyes (*Cavia porcellus*).

3.2. Materiales

Para la construcción de trampas, para la captura de la polilla de la papa en estado adulto y registro de datos se utilizaron los siguientes materiales:

3.2.1. Materiales de campo

- Corchos con feromonas
- Trampas de caída (Bidones de aceite de 5 litros)
- Agua
- Detergente
- Alambre
- Poste de madera
- Cuaderno de campo, tablero y planillas
- Lápiz y bolígrafo
- Cámara digital
- Etiqueta de identificación

3.2.2. Material de laboratorio

Para la identificación de las especies de polilla de la papa en laboratorio se utilizó:

- Estereoscopio
- Microscopio
- Pinza
- Caja petri
- Frascos de plástico
- Claves taxonómicas (guía de identificación de la especie)

3.2.3. Materiales de gabinete

Para la sistematización y análisis de datos, se emplearon los siguientes materiales:

- Computadora

- Papel bond
- Material de escritorio en general

3.3. Metodología

La metodología utilizada para el trabajo de investigación en el periodo agrícola 2011 (julio – noviembre) consistió en los siguientes pasos: estrategias de estudio en la comunidad, selección de parcelas, diseño y construcción de trampas, instalación de trampas, monitoreo y mantenimiento de trampas, identificación de especímenes, registro de variables climáticas, análisis estadístico y evaluación de daño al tubérculo ocasionado por polilla de papa y por último el análisis económico.

3.3.1. Estrategia de estudio en la comunidad

3.3.1.1. Consultas y concertación con la comunidad

En coordinación con la autoridad (secretario general) y los productores de la comunidad se planteó la realización de la investigación sobre la evaluación del efecto de feromonas en el control de la polilla de la papa, donde se solicitó la autorización correspondiente.

3.3.1.2. Recolección de información primaria

Según Sampieri (1998) indica que para recoger información primaria se emplea como instrumento principal la entrevista estructurada (encuesta), complementada con la entrevista informal y la observación directa.

Se tomo este material de recopilación de datos (entrevista) a toda la comunidad de Yamora, para poder ver cuánto daño ocasionaba esta plaga en el cultivo, así mismo al reporte de los productores, donde se pudo evidenciar que la polilla de la papa es una de las principales plagas en el cultivo y que representa un problema, ya que cuando se tiene daño con las larvas de la polilla tienden a bajar su costo económico para la venta.

3.3.2. Selección de parcelas de estudio

En la comunidad de Yamora las parcelas seleccionadas fueron ubicadas en dos zonas I y II, se implementaron 6 parcelas de estudio, bajo las condiciones del productor.

El estudio se realizó en las parcelas de los siguientes productores:

Cuadro 1. Productores de la comunidad de Yamora

| Nº | NOMBRE DEL PRODUCTOR | COMUNIDAD | Nº DE TRATAMIENTOS | SUPERFICIE DE LAS PARCELAS m ² |
|----|------------------------|------------------|-------------------------------|---|
| 1. | Celso Ayca Poma | Yamora – Zona I | 1 Feromona (trampa) / parcela | 387 m ² |
| 2. | Justino Terrazas | Yamora - zona I | 2 Feromona (trampa) / parcela | 1537 m ² |
| 3. | Teodosio Mamani Mamani | Yamora – Zona I | 3 Feromona (trampa) / parcela | 1035 m ² |
| 4. | Edgar Guzmán Sirpa | Yamora – Zona II | 1 Feromona (trampa) / parcela | 223,50 m ² |
| 5. | Pablo Díaz Terrazas | Yamora – Zona II | 2 Feromona (trampa) / parcela | 223.50 m ² |
| 6. | Teófilo Mallea Calle | Yamora – Zona II | 3 Feromona (trampa) / parcela | 223,50 m ² |



Figura 3. Selección de parcelas en la comunidad de Yamora A) zona I y B) zona I

a) Siembra

La siembra se realizó en forma manual, a una distancia de 0,8 m entre surcos y 0,35 m entre plantas. Se fertilizaron las parcelas al momento de la siembra con la incorporación de abono orgánico y Urea, esta se utilizó por 1qq de papa 1 kg.de urea, las parcelas fueron preparadas con tracción animal como se muestra en la figura 4, la semilla fue obtenida de SEPA Las fechas de siembra se detallan a continuación:



Figura 4. Siembra con tracción animal en la comunidad de Yamora

Cuadro 2. Fecha de siembra en la comunidad de Yamora Zona I y II

| COMUNIDAD | FECHA DE SIEMBRA | VARIEDAD |
|-----------------|---------------------|----------|
| Yamora – zona I | 26 de Julio de 2011 | Huaycha |
| Yamora- zona II | 27 de julio de 2011 | Huaycha |

3.3.3. Construcción de las trampas

Las trampas fueron construidas, utilizando materiales de bajo costo como bidones de aceite de color amarillo (5 litros), en los cuales se realizaron las 3 ventanas a los lados con una medida de 10 x10 cm. Las mismas estuvieron sobre un soporte (estacas) se colocaron en el interior de las trampas difusores de feromona sexual para la polilla de la especie (*Symmetrischema tangolias*), una por cada trampa.



**Figura 5. Diseño y construcción de la trampa para captura de la polilla de la papa
A) Diseño de la trampa, B) Componentes de la trampa C) Atrayente sexual (Feromonas)**

3.3.4. Instalación de las trampas

Una vez sembrado las parcelas de papas, se procedió a instalar las trampas durante la segunda quincena de mes de agosto (16 de agosto) de la gestión agrícola 2011.

La ubicación de trampas fue de 2 m. desde el borde de las parcelas y entre trampas (tratamiento) de 4 m. aproximadamente (PROINPA), las trampas se colocaron en

dirección al viento, esto para que los individuos que se encuentran en las parcelas vecinas migren hacia las trampas. Se instalaron en soportes (estacas) de 1,20 m. para poder incrustar en el suelo que fueron colocados en las dos zonas, se colgaron aprovechando el agarrador de cada bidón y se sujetaron con la ayuda de alambre de amarre, la feromona fue sujeta de igual manera con un alambre para ser introducida por la parte superior del bidón, con una medida de 20 cm aproximadamente.

En la fase de emergencia las trampas se colocaron a 0,15 m. de altura del nivel del suelo esta altura fue aumentando a medida que el cultivo se desarrollaba.

En el interior de las trampas se lleno con un litro de agua preparado con detergente en polvo de un gramo aproximadamente para romper la tensión superficial y evitar que las polillas que entren no tengan la oportunidad de salirse de la trampa y se han capturados para luego ser evaluadas (contadas). Se utilizó feromonas sexuales de carácter específico para *S. tangolias*.



Foto 6. Instalación de trampas A) Preparado de las trampas B) instalación en el terreno

3.3.5. Registro de datos

Las lecturas se realizaron cada semana (siete días) registrando los datos del número de polillas caídas en las trampas (tratamientos) en las dos zonas (bloques) I y II a partir de la instalación del 16 de agosto hasta noviembre de 2011. Posteriormente se realizó la limpieza de las trampas, renovando el agua y detergente. Cómo se muestra en la figura 7



Figura 7.Registro de datos de las trampas A) Captura de polillas de la papa B) Limpieza de las trampas y renovado del agua.

Al momento de evaluar, se contabilizó el número de especímenes capturados por trampa con feromonas, datos que fueron registrados en una planilla con su respectiva fecha. El número total de adultos fue expresado en polillas adultas por trampa por semana. En el anexo 4 se muestra la planilla de campo que se utilizó para el registro de datos.

Las feromonas sexuales de las trampas (figura 2B) fueron repuestas solo dos veces en todo el ciclo del cultivo de la papa, esto para evitar la pérdida de su capacidad de atracción, según recomendaciones señalan que una feromona dura todo el ciclo del cultivo de papa. (PROINPA) Durante el estudio se evidenció la pérdida de una trampa de la zona II esta fue reemplazada de inmediato por una nueva en el mismo lugar, para evitar la pérdida de datos.

La pérdida de trampa se presentó casi al final del estudio, sin embargo gracias a las explicaciones dadas a los productores en la importancia del cuidado de las trampas que representaba, existió un gran apoyo hasta la conclusión del estudio.

3.3.6. Identificación de los especímenes

Los especímenes de polilla de papa, capturados con las trampas instaladas con las feromonas sexuales, fueron observados a través de un estereoscopio en laboratorio a fin de identificar características morfológicas propias de cada especie. En su identificación se emplearon claves taxonómicas de las especies de polillas más importantes propuesta por Carvajal (1992) esta información está en Anexo 5.

3.3.7. Registro de variables climáticas

Para realizar un análisis detallado de la presencia de la polilla de la papa con relación a ciertas variables climáticas, se consideró la temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa y la precipitación pluvial, nubosidad, velocidad del viento como las más importantes que inciden en la biología y el comportamiento de esta plaga. Los datos se obtuvieron de la Estación Meteorológica de la comunidad de Chorocona, dependiente del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrológica de Bolivia (SENAMHI). Como se observa en el Anexo 8.

3.3.8. Análisis estadístico

Los datos de la variable se analizaron a través del modelo que corresponde al Diseño Bloques Completamente al Azar (DBCA), donde se considero tres tratamientos y dos repeticiones (Ochoa, 2009) donde los Tratamientos son:

Cuadro 3. Cantidades de feromonas sexuales instaladas en las parcelas

| TRATAMIENTO | DESCRIPCION | REPETICIONES |
|-------------|-------------------------------|----------------|
| T1 | 1 Feromonas (trampa)/Parcela | 2Repeticiones |
| T2 | 2 Feromonas (trampas)/Parcela | 2Repeticiones |
| T3 | 3 Feromonas (trampas)/Parcela | 2 Repeticiones |

La evaluación de estos tratamientos se efectuó bajo el siguiente modelo lineal aditivo:

3.3.8.1. Modelo Lineal Aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = Una observación cualquiera
- μ = Media poblacional
- β_j = Efecto del j- esimo bloque
- α_i = Efecto del i – esimo tratamiento
- ε_{ij} = Error experimental

3.3.8.2. Análisis de correlación

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).

Reyes (1995) señala 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 grado de asociación.

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

Con los datos obtenidos del estudio se realizó el análisis de correlación y regresión simple. La matriz empleada estuvo constituida por variables climáticas (independientes) temperatura (°C): máxima y mínima; humedad relativa (%) y precipitación pluvial (mm) velocidad del viento (Km/hrs), nubosidad (Octas). Como variable dependiente se utilizó el valor como total de las polillas adultos.

Para determinar el nivel de correlación entre las variables climáticas y la densidad poblacional de polillas adultos, se utilizó el coeficiente de correlación, el cual se obtuvo mediante la fórmula de Pearson (r), de acuerdo al siguiente modelo matemático:

$$r = \frac{\sum XY - (\sum X \sum Y) / N}{(\sum X^2 - (\sum X)^2 / N) (\sum Y^2 - (\sum Y)^2 / N)^{1/2}}$$

Dónde:

- $\sum x$ = Suma total de los valores de una variable
- $\sum xy$ = Suma de los productos de las variables
- $\sum x^2$ = Sumatoria de los cuadrados de los valores de una variable
- $\sum y^2$ = Sumatoria de los cuadrados de los valores de la otra variable
- $(\sum x)^2$ = Cuadrado de la suma total de una variable
- $(\sum y)^2$ = Cuadrado de la suma total de la otra variable
- N = Número total de datos de las variables

3.3.9. Evaluación del daño ocasionado por la polilla en tubérculos de papa

Para determinar el porcentaje de daño de ataque de la polilla de la papa, se realizaron montones de papa cosechada de cada parcela de cada tratamiento y de cada montón se sacó un muestreo en 100 tubérculos seleccionados al azar (muestra). Como se muestra en la figura 8.



Figura 8. Muestreos al azar de 100 tubérculos

3.3.9.1. Determinación del porcentaje de daño e incidencia

Carvajal (1992), señala que para la determinación del porcentaje de daño se recurrió a la siguiente fórmula:

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

3.3.9.2. Índice de daño:

□ La intensidad de daño se calculó mediante la fórmula de Kaspers:

$$\text{ID} = \sum (n*v) * 100$$

I* N

Dónde:

ID = Índice de daño

V = Valor de cada categoría

- I** = Valor de la categoría más alta
- n** = Numero de tubérculos en cada categoría
- N** = Número total de tubérculos investigados

Para el cálculo del porcentaje de severidad causado por la larva de la polilla de la papa la evaluación se efectuó en forma visual previo corte de los tubérculos por la mitad, de acuerdo a una escala en categorías descritas de 1 a 9, propuesto por Chimborazo (2006)

Cuadro 4. Escala para evaluar severidad de daño de los tubérculos

| ESCALA TUBÉRCULO | TUBÉRCULO AFECTADO | CALIFICACIÓN DE LA INTENSIDAD | CLASIFICACIÓN |
|------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | < del 20% | Daño ligero | Utilizable |
| 3 | De 21 – 40 % | Daño regular | Utilizable |
| 5 | De 41 – 60 % | Daño mediano | Limitado |
| 7 | De 61 – 80 % | Daño severo | Difícilmente utilizable |
| 9 | > 81 % | Daño total | No utilizable |

Fuente: Chimborazo 2006 (Departamento Protección Vegetal, INIAP).

Carvajal (1992), citado por Figueroa (2004) para determinar el índice de daño en la cosecha se dividió el tubérculo en dos partes y calificar el índice de daño según la escala visual utilizada.

3.3.10. Análisis económico

Para determinar el Beneficio Costo del rendimiento del cultivo de papa con la aplicación de las trampas con feromonas se realizó con las recomendaciones por (CIMMYT, 1998) tomando en cuenta los costos de producción como: preparación del terreno, semilla, siembra, labores culturales, cosecha.


4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Identificación del género y especie de la polilla de la papa

Durante el año agrícola 2011 (julio- noviembre), estudiada, por un tiempo de 130 días correspondientes al periodo de cultivo de la papa y con 15 evaluaciones de las trampas de cada tratamiento, se llegaron a capturar polillas adultas con las trampas con feromonas sexuales instaladas (bidones amarillos de 5 litros).

En el cuadro 5 se describe la especie *Symmetrischema tangolias* capturado en campo, de acuerdo a Carvajal 1992 y Zanabria 1997

Cuadro 5. Identificación del género de las muestras recolectadas – capturadas en Yamora Zona I y II.

| GENERO | Carvajal (1992) | Zanabria (1997) | Observaciones |
|--------------------------------|--|--|--|
| <i>Symmetrichema tangolias</i> | Lepidóptera de coloración gris con pigmentaciones en ella resaltante una mancha triangular oscura en el borde distal del ala anterior, llegando a cubrir casi todo el ancho. | 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. | Mariposa de color plomo oscuro con una mancha en la parte posterior de las alas de color marrón oscuro casi negro.  |

Fuente: Elaboración propia 2011

La identificación de especies capturadas en las zonas de estudio fue realizada con la ayuda de la guía práctica (claves taxonómicas) para la identificación de las especies de la polilla de la papa (Anexo 5) y fueron corroborados en los laboratorios de la Universidad Pública de el Alto de la carrea Ingeniería Agronómica de las dos zonas de estudio. (Anexo 6).

Se confirma que en las zonas I y II de la comunidad de Yamora se presenta la especie de polillas de *Symmetrischema tangolias* las mismas que se presentan en diferentes poblaciones. En el cuadro 6 se muestra la distribución de género y especies por zona.

Cuadro 6. Distribución de género y especie

| COMUNIDAD | GENERO | ESPECIE |
|--------------------|----------------------|------------------|
| Yamora (Zona – I) | <i>Symmetrichema</i> | <i>tangolias</i> |
| Yamora (Zona – II) | <i>Symmetrichema</i> | <i>tangolias</i> |

Fuente: Elaboración propia

4.2. Cuantificación del número de individuos en las fases fenológicas del cultivo de papa

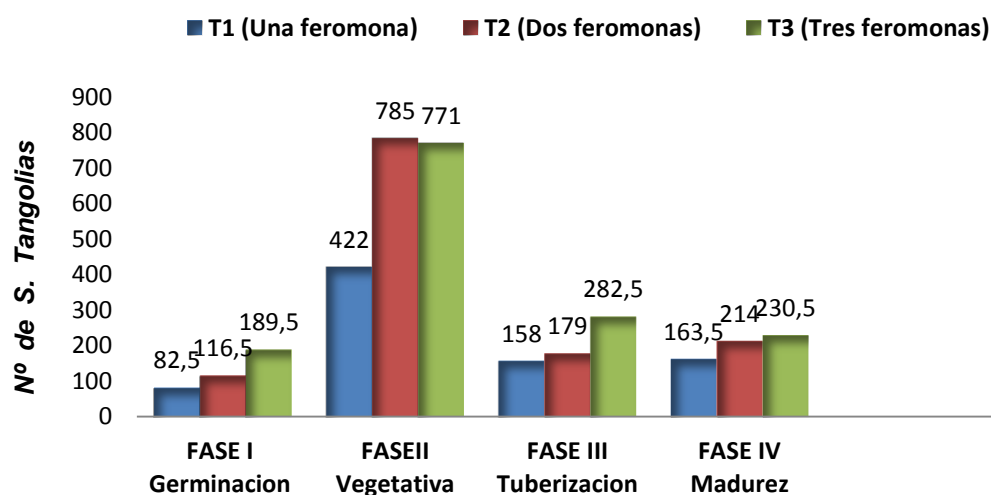


Figura 9. Presencia de *S. tangolias* en las distintas fases del cultivo de la papa en las dos zonas de estudio de la comunidad de Yamora

En la figura 9, muestra la comparación de cuantificación de polillas adultos en el ciclo del cultivo de papa en la comunidad de Yamora en las zonas I y II, los tratamientos instalados en cada zona son: una feromona sexual/trampa que represento el tratamiento uno y el tratamiento dos es dos feromonas sexuales en dos trampas, y el tratamiento tres es de tres feromonas sexuales /trampas instaladas en cada parcela de cada zona.

En la fase I, (periodo entre la siembra y la germinación) del cultivo de papa, el número de polillas encontrados en los tratamientos son: tratamiento uno de 83 individuos seguido del tratamiento dos de 117 individuos y el tratamiento tres de 190 individuos.

En la fase II o también llamada fase vegetativa, (periodo entre el inicio de formación de estolones al inicio de floración) del cultivo, se observó que el número de polillas capturados fue en el tratamiento uno, (una feromona /trampa) de 422 individuos seguidos del tratamiento dos de 785 y el tratamiento tres de 771 individuos.

Fase III o fase de tuberización, periodo entre inicio de tuberización a final de floración del cultivo de papa se aprecia que en el tratamiento uno tuvo 158 individuos y en el tratamiento dos de 179 individuos y por último el tratamiento tres de 283 individuos de polilla

Fase IV o fase de madurez, periodo entre final de tuberización a la senescencia total del cultivo de papa se aprecia que en el tratamiento uno fue de 164 individuos seguido del tratamiento dos de 214 individuos y el tratamiento tres de 231 individuos capturados.

Por lo que en la figura 9 muestra que la mayor presencia (%) de polillas fue dada en la fase II del cultivo, la cual es significativa a comparación de las fases I, III, y IV. La presencia de la polilla en la fase II fue dada debido a que en esta etapa del cultivo presenta susceptibilidad a la escasez hídrica, y abriendo canales subterráneos, donde los individuos aprovechan para ingresar hacia el tubérculo, también debida al ciclo biológico de la polilla de la papa.

Por otro lado Arenas (1995) menciona que el inicio de estolones se inicia cuando las yemas de la parte subterránea de los tallos inician su crecimiento horizontal en forma de ramificaciones laterales, esta fase ocurre aproximadamente a los 15 - 20 días de la emergencia y se caracteriza por presentar alta susceptibilidad a la escasez o falta de agua. En esta etapa constituye serio límite ya que la incidencia de la plaga se da en la parte foliar y en los estolones y raíces. Lo cual concuerda con el trabajo realizado.

Otro factor que podría influir para la presencia o ausencia de la plaga es la característica del suelo, como lo menciona Vargas (2005), que para el estudio del medio terrestre se deben considerar las propiedades físicas y químicas del suelo ya que influyen directamente en el desarrollo de los insectos y la vegetación circundante de la cual se alimentan.

4.3. Fluctuación poblacional

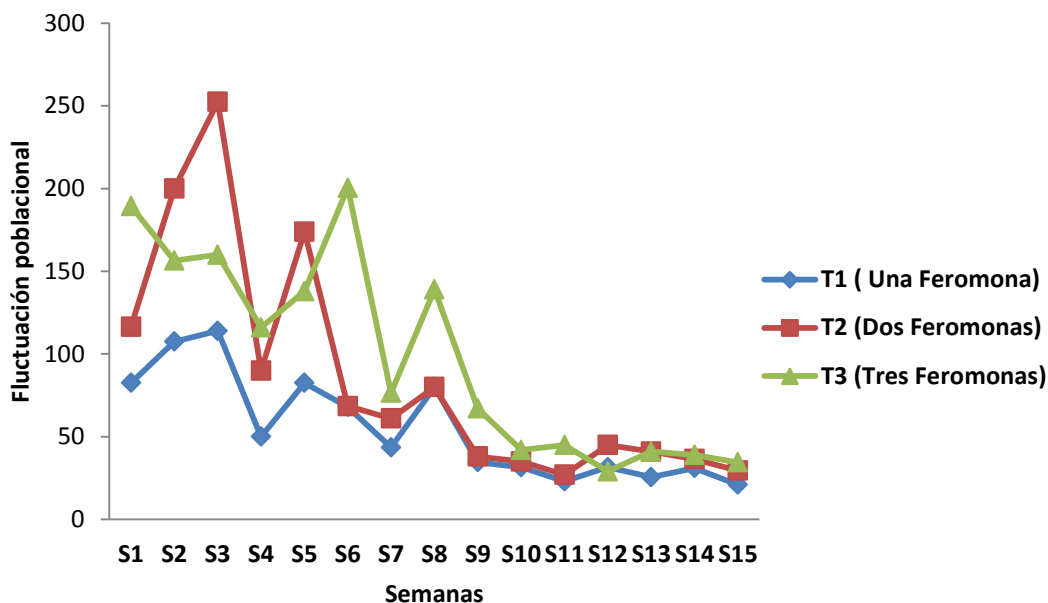


Figura 10. Fluctuación poblacional de *Symmetrischema tangolias* en la comunidad de Yamora (zonas I y II)

Según la Figura 10 podemos observar que la fluctuación de captura de polillas adultos, en las semanas de evaluación se tuvo un pico alto en la segunda semana de evaluación del tratamiento uno que fue de 108 individuos seguido de la tercera semana con un pico alto de 253 individuos del tratamiento dos, lo cual nos permite la determinación de que con la tercera captura, se logra reducir la población de la polilla de una manera eficiente, seguido del pico más alto de 201 individuos, en la sexta semana de evaluación (conteo) del tratamiento tres, esto debido al ciclo biológico de la polilla de la papa que esta alcanza de 60 a 65 días, en el cual puede presentar mayor población de polillas adultos. Si bien el tratamiento dos en las primeras tres semanas fueron eficientes, hubo descenso de captura o de eficacia en las ultimas doce evaluaciones, a comparación del tratamiento tres que se mantiene una captura eficiente hasta la finalización del trabajo.

Por otro lado los resultados obtenidos en el presente estudio son similares a los resultados registrados por PROINPA (1999) quienes indican que los estudios de la fluctuación poblacional de machos adultos de la polilla en el valle de Mizque, indican que el mayor pico de población ocurre en los meses de octubre. Noviembre y diciembre.

4.4. Análisis de varianza para el número de feromonas utilizados en campo

En el cuadro 7, el Análisis de Varianza (ANVA) nos indica que Obteniendo los resultados de las dos zonas de estudio nos permite establecer entre los tres tratamientos con feromonas existe diferencia estadística entre sus promedios de captura / trampa, siendo necesario la aplicación de la prueba de comparación de DUNCAN.

En el Cuadro 7. Se muestra el análisis de varianza de los tratamientos con feromonas

| FV | GL | SC | CM | FC | Pr > F |
|--------------------|----|------------|------------|------|----------|
| Tratamiento | 2 | 447193.00 | 223596.50 | 1.6 | 0.379 NS |
| Bloques | 1 | 5924240.66 | 5924240.66 | 43.2 | 0.022 * |
| Error | 2 | 273844.33 | 136922.16 | | |
| Total | 5 | 6645278.00 | | | |

De acuerdo a los valores de Duncan para la captura de polillas en la (cuadro 8), se aprecia diferencias significativa estadísticas entre los bloques (zonas)

Cuadro 8. Prueba de DUNCAN para bloques

| BLOQUE | MEDIA | Duncan |
|---------------------|---------------|----------|
| I (Zona I) | 2191.7 | A |
| II (Zona II) | 204.3 | B |

La figura 11 muestra que los resultados registrados de los tratamientos determina que en un 99% de confianza se establece que los tratamientos dos y tres son superiores que el tratamiento uno, estadísticamente, no son significativamente diferentes, pero si hubo mayor captura con el tratamiento tres,

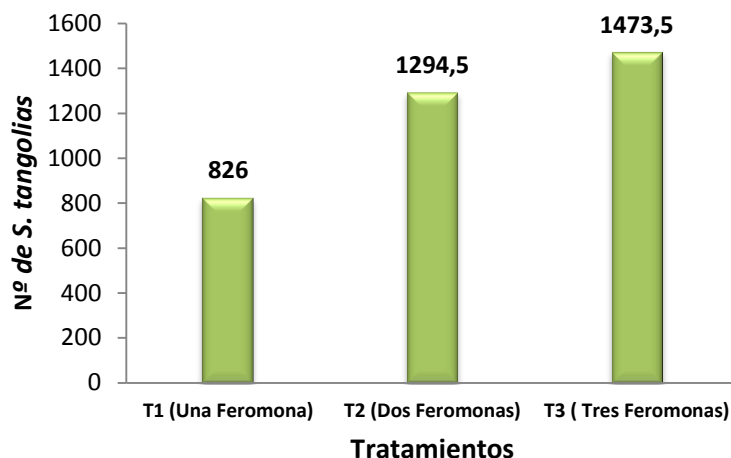


Figura 11. Promedio de números de capturas de polillas en los tratamientos

El promedio de población de polillas en el ciclo del cultivo de papa como se aprecia en la figura 11 el que mayor porcentaje de captura obtuvo fue el tratamiento tres con 1473.5 individuos seguido del tratamiento dos con 1294,5 y por último el tratamiento uno con 826 individuos.

4.5. Análisis de correlación entre poblaciones de polilla y factores climáticas

4.5.1. Temperatura

Los datos climáticos se obtuvieron de la Estación Meteorológica de la comunidad de Chorocona, dependiente del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrológica de Bolivia (SENAMHI).del Municipio de Inquisivi,

Con respecto a la temperatura máxima que se registró 28°C que se presentó en la semana catorce de evaluación, y una temperatura mínima de 10,1°C en la semana sexta de evaluación de la gestión agrícola 2011.

Clavijo (2001) menciona que el clima establece el marco en el que se desarrollarán las poblaciones, tanto de las plagas como de sus enemigos naturales; cada especie animal tiene sus rangos climáticos, no sólo para la vida sino para las diversas actividades que esa vida implica, por lo que las variaciones climáticas del mismo se reflejan en la eficiencia del cumplimiento de esas actividades.

Gamboa y Notz (1990) mencionan que el porcentaje de mortalidad de la polilla aumenta considerablemente a medida que disminuye la temperatura de 51,58% 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.

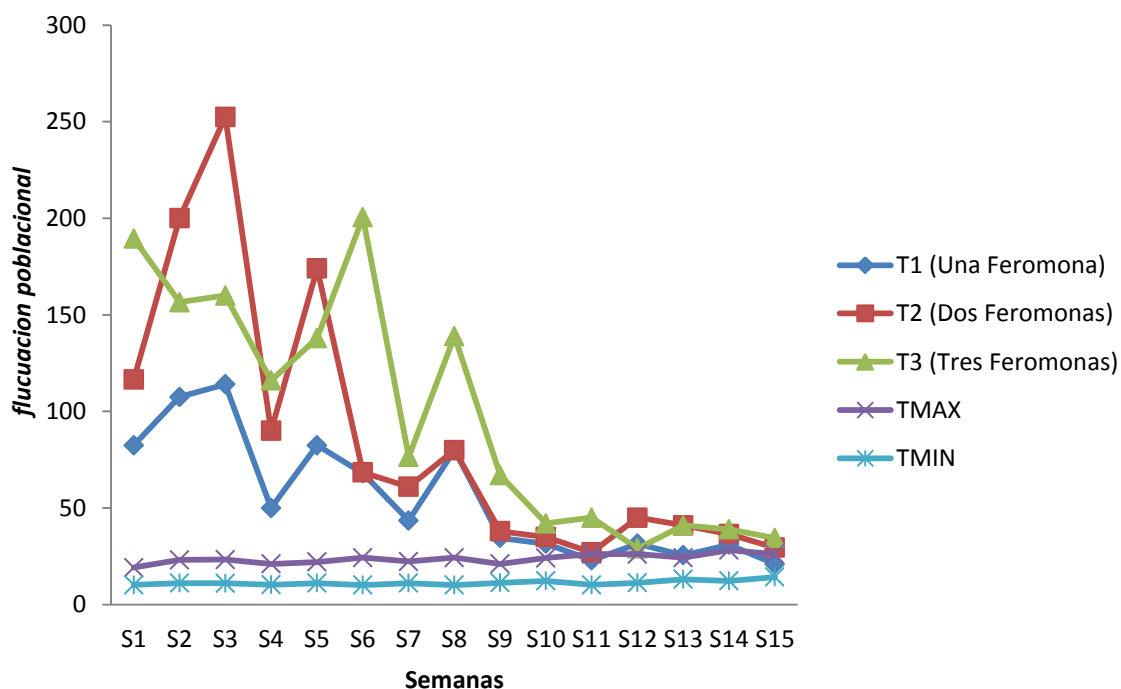


Figura 12. Temperatura Max. Vs. Presencia de polillas en los tratamientos en la comunidad de Yamora.

Los datos registrados en la Figura 12, detalla el comportamiento de la temperatura vs. el número de polillas por tratamiento para la especie de *S. tangolias*. El análisis de correlación entre la temperatura máxima y la densidad poblacional del tratamiento uno presenta un coeficiente de correlación $r = -0.21599$ y para el tratamiento dos de $r = -0.23454$ y por último el tratamiento tres de $r = -0.29375$ lo cual nos indica que existe un coeficiente de correlación muy bajo negativo para los tres tratamientos, es decir que aun aumento de temperatura existirá una reducción de polillas y no es significativo.

Al respecto Cisneros (1986) señala que las condiciones climáticas influyen sobre las plagas mediante su variación estacional, estas condiciones determinan en los insectos las posibilidades de alcanzar altas o bajas densidades, como es el caso de las polillas.

SIBTA (2006), mencionan que dentro de todos los factores climáticos, la temperatura, tiene la mayor importancia para los insectos. La temperatura del cuerpo de los insectos varía de acuerdo con la temperatura del medio, por lo que para la mayoría de ellos, el medio en el que viven es determinante para completar su ciclo de vida.

Mientras Zanabria (1997) menciona que las condiciones secas y cálidas con temperaturas que fluctúan entre 20 y 30 °C son las más favorables y aceleran el desarrollo del ciclo biológico y la multiplicación de las especies de polilla.

4.5.2. Humedad relativa

La humedad relativa registro su mayor porcentaje con 92% en la semana tres y como mínimo de 68% en la semana diez y la humedad relativa promedio teniendo como 86.6% en la gestión agrícola de 2011.

A continuación se tiene las correlaciones entre la densidad de población de polilla de los tratamientos con respecto a la humedad relativa en las zonas de estudio de la comunidad de Yamora.

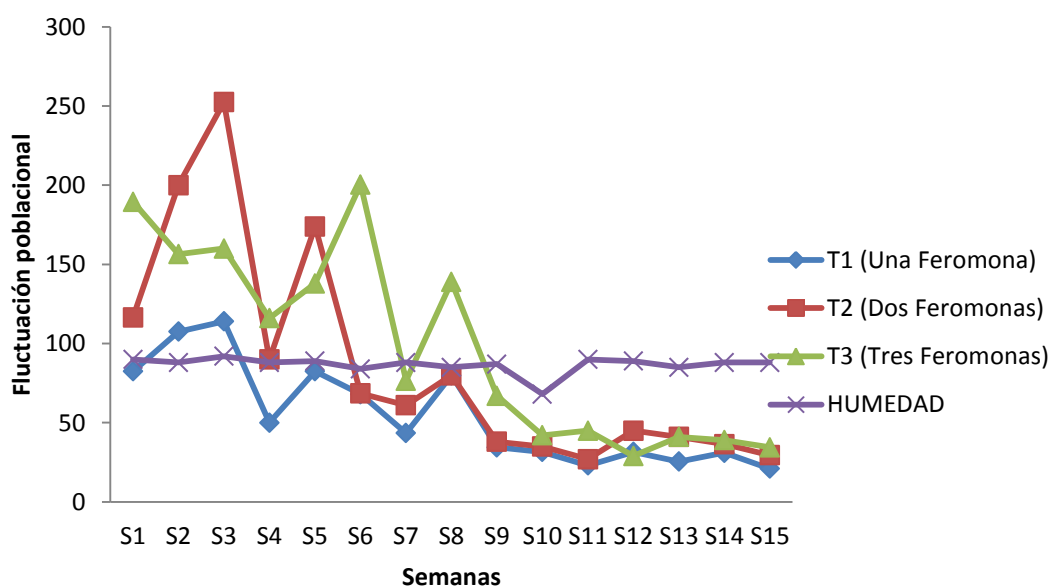


Figura 13. Humedad Relativa Vs. Presencia de polillas en los tratamientos en la comunidad de Yamora.

En la figura 13 muestra el comportamiento de la polilla *S. tangolias* de los tratamientos con respecto a la humedad relativa del ambiente en las zonas de estudio.

El coeficiente de correlación es de $r = 0.13404$ para el tratamiento uno y para el tratamiento dos es de $r = 0.21031$ y seguido de $r = 0.11772$ para el tratamiento tres, lo que nos indica que la humedad relativa del ambiente para los tres tratamientos es de coeficiente muy bajo, por lo que no es significativa para la presencia de la polilla de la papa, siendo una correlación positiva pero cercano al valor de cero del tratamiento tres, lo cual no se considera representativo. En todo el ciclo del cultivo de la papa la población de estos individuos fueron tratamiento uno de 55 individuos, seguidos del tratamiento dos de 86 individuos y por último en el tratamiento tres con 98 individuos.

Al respecto 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.

SIBTA (2006), nos aclaran que los insectos ocupan un lugar de humedad óptima bajo condiciones naturales, la temperatura y humedad influyen al mismo tiempo; igual humedad a distintas temperaturas tiene diferente influencia. La humedad del medio es también un factor ecológico de gran importancia desempeña el papel regulador de la temperatura del cuerpo.

4.5.3. Precipitación pluvial

La precipitación pluvial se registró cada semana por lo que la figura 14 nos muestra que un máximo de precipitación acumulada es de 11,4 mm en la semana dos de evaluación y como mínima de 3,4 en la semana trece de evaluación y promedio en todo el ciclo del cultivo de 21.2 mm. Por lo que también se puede observar que en las siguientes semanas no hubo precipitación con excepción la semana ocho durante el trabajo de evaluación con respecto a la población de la polilla de papa *S. tangolias*.

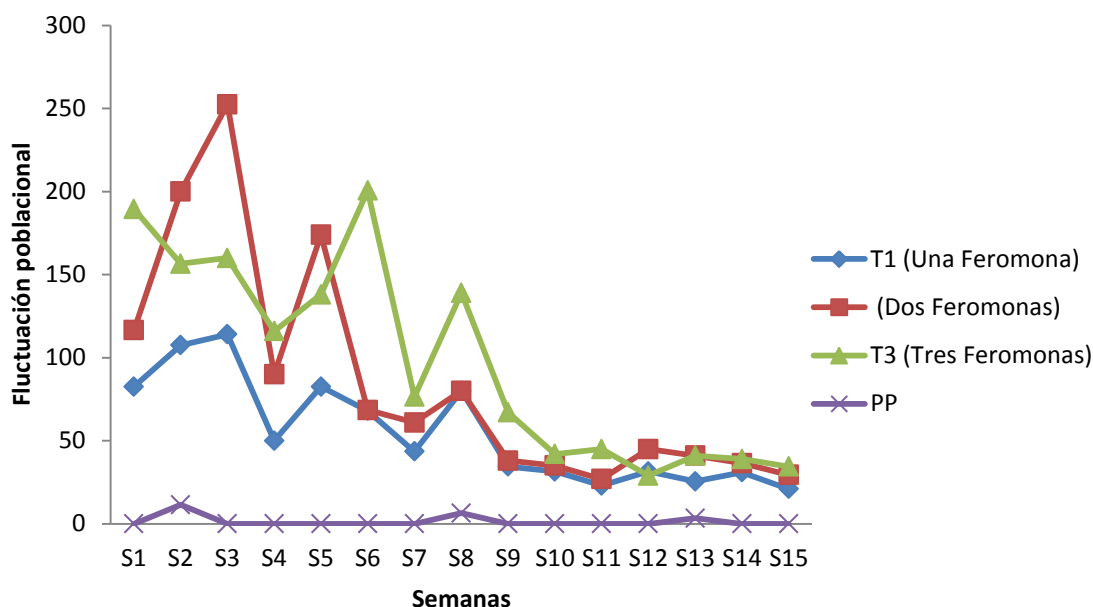


Figura 14. Precipitación Vs. Presencia de polillas en los tratamientos en la comunidad de Yamora.

En la figura 14 se observa la presencia poblacional de la polilla de la papa en los tratamientos con relación a la precipitación, el valor de coeficiente de correlación fue del tratamiento uno $r = 0.21638$ seguidos del tratamiento dos de $r = 0.19956$ y por último el tratamiento tres fue de $r = 0.13274$, por lo que nos indica los tres tratamientos es de coeficiente muy bajo positivo, esto nos quiere decir que no es significativa para la presencia de la polilla de *S. tangolias*.

En la gestión agrícola 2011 la precipitación no tuvo influencia en la población de la polilla ya que se tuvo bajas precipitaciones, por lo que algunos autores mencionan lo siguiente:

SIBTA (2006), indican que ha quedado comprobado que la lluvia cohibe el vuelo de los insectos, por lo que provoca que los individuos de ambos sexos no se encuentren entre sí y no se produzca la copulación. También mencionan que la lluvia tiene un efecto destructivo sobre los insectos; las especies pequeñas pueden ser lavadas de sus plantas hospedantes y morir ahogadas.

Al respecto Ortega y Fernández (1995), aseguran que en las diferentes etapas de su vida la polilla de la papa se encuentra expuesta a factores climáticos que afectan su población; por ejemplo los huevos pueden ser desalojados del sitio donde oviposita por la lluvia.

4.5.4. Velocidad de viento y nubosidad

Otro de los factores climáticos utilizados fueron en este estudio es la nubosidad y velocidad de viento el cual en la figura nos muestra que la nubosidad mayor fue en la semana doce con 6 (octas) y la más bajas fueron en las semanas cinco seguidas de las semanas trece y catorce. Al igual que la velocidad del viento mayor obtenida fueron en las semanas dos con 25.6 (km/h) y la más mínima en la semana cinco con 8.3 (km/h).

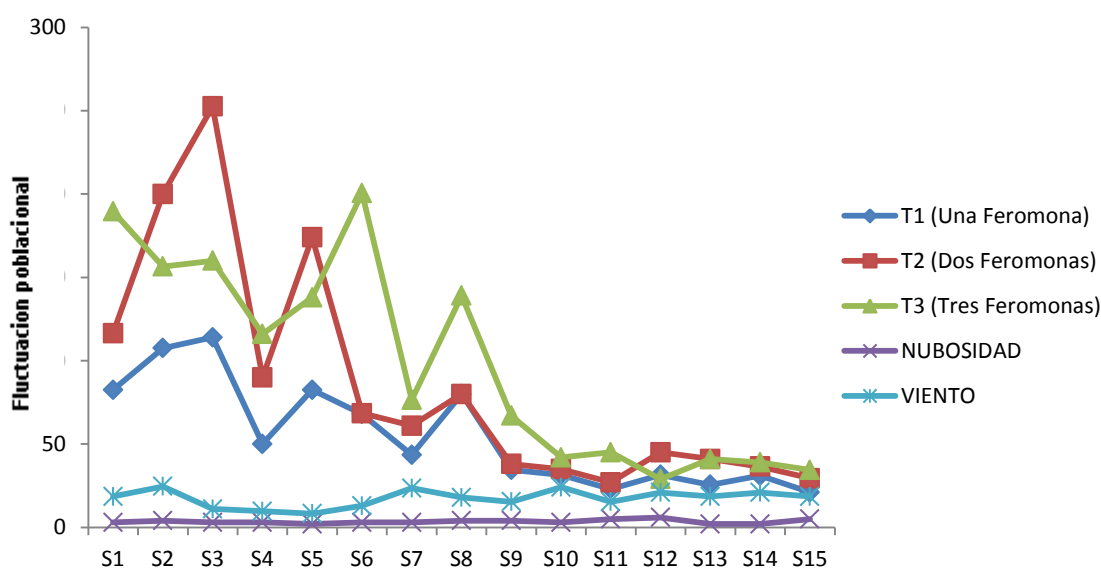


Figura 15. Nubosidad y Velocidad de viento Vs. Presencia de polillas en los tratamientos en la comunidad de Yamora.

La nubosidad que se obtuvo en el coeficiente de correlación en el tratamiento uno fue de $r = -0.10988$, y del tratamiento dos $r = -0.14582$ y por el tratamiento tres de $r = -0.15010$, lo cual esta nos indica que es de coeficiente muy bajo negativo de los tres tratamientos, lo que la nubosidad no influye en la población de las polillas como se puede observar en el figura 15.

El coeficiente de correlación de la velocidad de viento fue de $r = -0.12263$, para el tratamiento uno y el tratamiento dos de $r = -0.19437$ y por ultimo del tratamiento tres fue

de $r = -0.20021$ lo que indica que es de coeficiente muy bajo, siendo una correlación negativa pero cercano a cero de los tratamientos dos y tres lo cual no se representa representativo. Esto también nos quiere decir que el viento no es significativo para la presencia de la polilla de la papa *S. tangolias*

4.6. Evaluación de daño al tubérculo ocasionado por la polilla en tubérculos en la Cosecha

4.6.1. Porcentaje de daño en tubérculo

Con los resultados obtenidos se puede ver en el cuadro 9 donde el mayor porcentaje de daño registrado fue en la zona I con un promedio de 47 % del daño de la comunidad de Yamora seguido de la zona II, con un 38% promedio, la cual nos indica que existe una diferencia significativa entre ambas zonas, en el caso de los tratamientos uno, dos y tres la diferencia no es tanto significativo en el daño en el tubérculo de la zona I, en el caso de la zona II los tratamientos uno, dos y tres tampoco es significativamente diferentes en el daño.

Cuadro 9. Porcentaje de daño durante la gestión agrícola 2011

| COMUNIDAD YAMORA | TRATAMIENTO | % DE DAÑO | % DE DAÑO PROMEDIO |
|---------------------|--------------------------|--------------|--------------------------|
| ZONA - I | T1= 1 feromona sexual | 50 | 47% |
| | T2= 2 Feromonas sexuales | 49 | |
| | T3= 3 Feromona sexuales | 42 | |
| ZONA - II | T1= 1 feromona sexual | 42 | 38% |
| | T2= 2 Feromonas sexuales | 39 | |
| | T3= 3 Feromona sexuales | 32 | |

Fuente: Elaboración Propia con resultados obtenidos

Se debe considerar que en la zona II en el porcentaje de daño promedio que fue de 38% esto debido al manejo de las labores culturales que fue mejor manejado permitiendo obtener menor porcentaje de daño a diferencia de la zona I con 47% promedio de daño.

Por su parte, Mamani (2006) indica que una de las plagas más importantes es la polilla de la papa que produce hasta un 80% de daño y pérdida durante el almacenamiento. La situación se agrava más aun si se tiene que un 97.5 % de los productores producen su propia semilla por lo menos dos años.

4.6.2. Índice de daño

Teniendo como mayor porcentaje de índice de daño en el tubérculo de la zona I con un 71.3% como se puede apreciar en la cuadro 10, esto debido a la alta población de polilla de papa registrada en las evaluaciones y en el momento de la cosecha, a diferencia de la zona II con un índice de daño de 40%, teniendo estadísticamente diferencia significativa en ambas zonas de estudio en el índice de daño.

Cuadro 10. Porcentaje de intensidad de daño ocasionado por las polillas de la papa gestión 2011

| ZONA | INDICE DE DAÑO (%) |
|-------------|--------------------|
| ZONA B - I | 71.3% |
| ZONA B - II | 40% |

Fuente: Elaboración Propia

4.6.3. Porcentaje de severidad

En la evaluación del porcentaje de severidad se consideró el porcentaje de daño de cada Tubérculo que se encontraba afectado por la plaga en Comparación del área total del tubérculo y en base a este resultado se ubicó en la escala correspondiente utilizada por: Chimborazo (2006) con su respectiva calificación y clasificación (Escala para evaluar severidad de daño de los tubérculos provocada por larvas de la polilla de la papa).

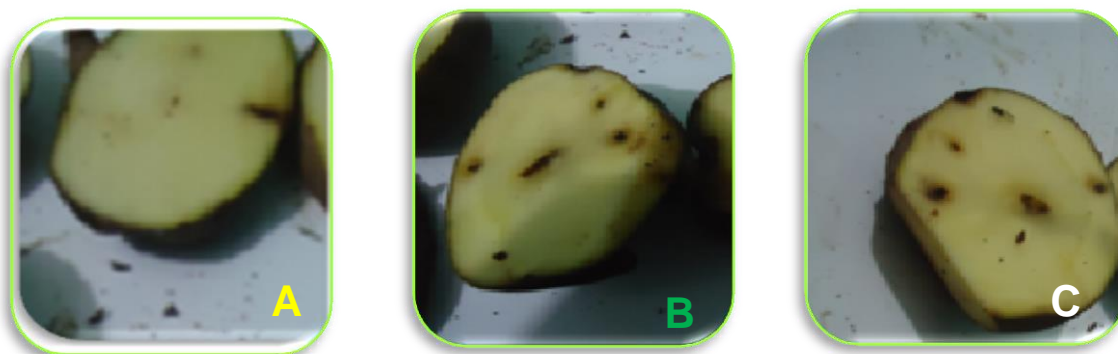


Figura 16. Porcentaje de severidad de daño A) grado 1 B) grado 3 C) grado 5

Los grados 1, 3, 5 (Figura 16), son los que se presentaron con mayor frecuencia en las dos zonas de estudio, es decir que presentaron entre el 20% a 60 % de daño en los tubérculos, lo que indica una pérdida en el valor y calidad del producto, impidiendo así su venta al mercado.

Al tener la intensidad de daño de grados 1, 3, 5 hace que el tubérculo pueda ser limitado para la alimentación, afectando así su calidad y por lo tanto su valor comercial, esta plaga ataca a todas las variedades de papa (Carvajal, 1993).

4.7. Análisis económico de la cosecha de papa

La evaluación económica se realizó siguiendo el método de presupuestos parciales (CIMMYT, 1998), el cual se adecuó a las características del trabajo experimental.

El cuadro 11 demuestra el análisis económico en la producción del cultivo de papa en la aplicación de trampas con feromonas, los resultados de cada tratamiento el análisis de Beneficio Costo (B/C), en sentido la relación de beneficio costo que da un margen de nivel de retorno por cada unidad monetaria.

Cuadro 11. Beneficio Costo (B/C) de la producción del cultivo de papa – con (feromonas sexuales) zona I

| Tratamiento | Producción qq/ha | Precio | Valor del producto Bs/ha | Costo de Producción Bs/ha | Beneficio Neto | Relación B/C |
|---------------------|------------------|--------|--------------------------|---------------------------|----------------|--------------|
| T1 (Una feromona) | 116,70 | 160 | 18672 | 26938,66 | 24832 | 0,92 |
| T2 (dos feromonas) | 196,60 | 160 | 31456 | 15808,87 | 37616 | 2,38 |
| T3 (tres feromonas) | 225,00 | 160 | 36000 | 17593,00 | 42160 | 2,40 |

El análisis económico obtenido del rendimiento de la cosecha de la papa en las zona I de estudio, se determinó que el beneficio rentabilidad según el B/C que corresponde a Bs. 0.92 del tratamiento uno que indica la unidad igual de 0.92 bolivianos y del tratamiento dos de Bs. 2.38 y del tratamiento tres con un B/C de Bs. 2.40 de cada inversión de 1 Boliviano.

Cuadro 12. Beneficio Costo (B/C) de la producción del cultivo de papa – con (feromonas sexuales) zona II

| Tratamiento | Producción qq/ha | Precio | Valor del producto Bs/ha | Costo de Producción Bs/ha | Beneficio Neto | Relación B/C |
|---------------------|------------------|--------|--------------------------|---------------------------|----------------|--------------|
| T1 (Una feromona) | 150,00 | 160 | 24000 | 30603,50 | 30160 | 0,99 |
| T2 (dos feromonas) | 200,00 | 160 | 32000 | 31450,50 | 38160 | 1,23 |
| T3 (tres feromonas) | 225,00 | 160 | 36000 | 32075,00 | 42160 | 1,31 |

En el caso de la zona II el análisis económico de la cosecha muestra según el B/C que corresponde al tratamiento uno Bs. 0.99, seguido del tratamiento dos de Bs. 1.23 y el tratamiento tres de Bs. 1.31.

Por lo que el Beneficio Costo (B/C) nos muestra que el tratamiento tres con (3 feromonas) utilizadas en las dos zonas de estudio tiene mayor beneficio por parcela, lo cual muestra al productor como una nueva alternativa de control para la polilla de la papa (*Symmetrischema tangolias*).

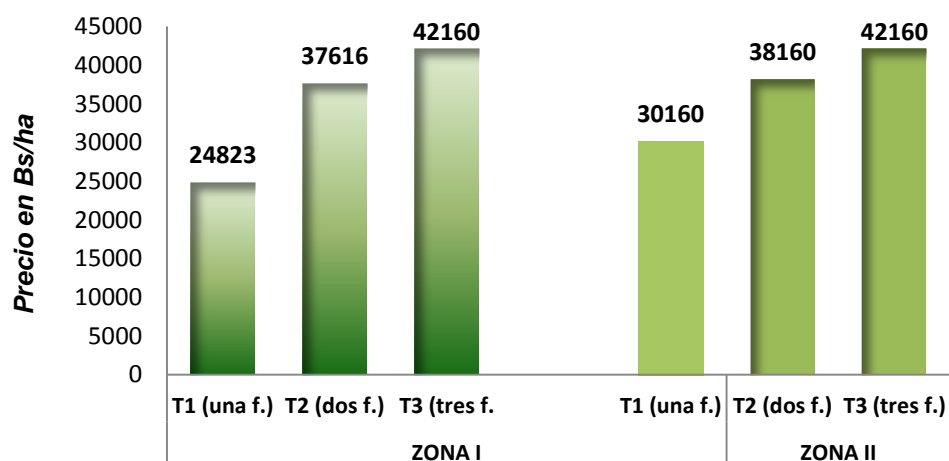


Figura 17. Ingresos netos de los tratamientos en cada zona

De la misma forma se observa el ingreso neto de los tratamientos en la figura 17, donde presentan el tratamiento uno con una feromona con 24823 Bs seguido del tratamiento dos con feromonas de 37616 y por último el tratamiento tres con 42160 en la zona I, de la misma forma en la zona II el tratamiento uno con una feromona con 30160 Bs. y el tratamiento dos con dos feromonas de 38160 Bs y el tratamiento tres con tres feromonas con 42160 Bs.

5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones, que fue desarrollado el estudio así como los resultados obtenidos, se llegan a las siguientes conclusiones:

- Se verificó la presencia de polillas, como plaga del cultivo de papa. La especie de *Symmetrischema tangolias*.
- La presencia de *S. tangolias*, tuvo mayor presencia en la fase II del cultivo de la papa, o también llamado inicio de formación de estolones, debido a la escasez hídrica
- La fluctuación poblacional que presentó los tres tratamientos de *S. tangolias* está presente desde la emergencia hasta el final de la tuberización teniendo como pico poblacional mayor, en la semana tres del tratamiento dos de estudio, seguido del tratamiento tres que tuvo mayor captura del inicio hasta la finalización del estudio.
- La prueba estadística de análisis de varianza muestra que no hubo significancia en los tratamientos estadísticamente, pero si hubo significancia entre zonas (bloques), el uso de feromonas (trampas) en campo tuvo mayor captura de polillas adultos (*S.tangolia*) en el tratamiento tres (tres feromonas).
- Las condiciones climáticas durante el ciclo fenológico del cultivo de papa en la gestión agrícola 2011 en las dos zonas de estudio con relación a la densidad de población de polilla no influyeron.
- En el análisis de correlación con respecto de la humedad relativa, precipitación velocidad de viento y nubosidad vs. la población de polillas no fue significativo en ninguno de los tratamientos, en el caso de la temperatura máxima hubo una reducción de polilla pero no fue significativo, por lo que algunos autores mencionan que los factores climáticos tienden a influir en la densidad de población de la polilla, en el estudio realizado no tuvo alguna significancia los factores climáticos para la disminución de estos individuos.

- El mayor porcentaje promedio de daño fue de (47%) en la zona I en la cual se verificó la mayor intensidad de daño con (71,3%), seguido de la zona II con un daño de (38%), y la intensidad de daño con el (40%) ocasionados por *S. tangolias*.
- Con relación Beneficio Costo (B/C) el mejor de los resultados en los tratamientos fue el tratamiento tres (tres feromonas / parcela) el que mayor rédito ofreció con B/C de Bs. 2,40 de la zona I, al igual de la zona II con B/C de Bs. de 1,31, por cada inversión de 1 boliviano, el control con feromonas es eficiente debido a los bajos costos de aplicación que posee.
- La evaluación del efecto de feromonas u atrayentes sexuales de las polillas machos en campo, obtuvo resultados favorables, logrando de esta manera disminuir la población de polillas (*S. tangolias*) y del daño que estas pueden ocasionar al cultivo de papa (tubérculo) en la comunidad de Yamora.

6. RECOMENDACIONES

Según las conclusiones obtenidas se tiene las siguientes recomendaciones:

- Continuar con el uso de las trampas con feromonas sexuales en campo, para emplearlas en programas de manejo integrado y para la detección de la especie de *Symmetrischema tangolias*, porque demostraron ser eficientes, de fácil manipulación y de bajo costo.
- Se recomienda a los productores de la comunidad que el uso de tres feromonas (trampa), es el mejor para el control de la plaga en el ecosistema. Es una alternativa como método de control etológico, no daña el medio ambiente ni dejar residuos tóxicos y es de fácil manipulación, a diferencia del uso indiscriminado de insecticidas en la zona de estudio que tienen un efecto negativo. Por lo que es importante la instalación de las trampas en los primeros días después de la emergencia de la planta del cultivo de la papa.
- Seguir incentivando prácticas de manejo integrado de plagas (MIP) buscando métodos de participación comunal, donde las familias productoras sean los actores principales en las prácticas de campo, en las diferentes comunidades del municipio que son productores de papa.
- Al ser una especie cosmopolita se recomienda ampliar el área de estudio en diferentes comunidades (zonas) para establecer un mejor control y prevención de estos individuos.
- Tratar de evitar el traslado de semillas no certificadas, para evitar la proliferación de plagas en tubérculo de semilla.
- También se recomienda realizar estudios de la especie *P. operculella* ya que con el control de feromonas para *S. tangolias* tuvo resultado, también se recomienda realizar trabajos de investigación en condiciones de almacén en diferentes comunidades del municipio ya que se tuvo reportes de daño de estas especies. Repetir este trabajo de experimentación en diferentes épocas de siembra debido a que no es una sola, para obtener una mayor información de esta plaga.

7. BIBLIOGRAFIA

Aparicio, S. 1999. Optimización de la multiplicación masiva del *Baculovirus phthorimaea*, ingrediente activo del *bioinsecticida baculovirus* en su hospedero *Phthorimaea operculella* (Zeller). Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Universidad Técnica de Oruro, Bolivia. 87p.

Andrew R., Barea Q., Bejarano C., Calderón R., Cervantes E., y Hervas J., 1999 Biología y comportamiento de la polilla de la papa *Symmetrichema tangolias*. Fundación PROIMPA Cochabamba – Bolivia 4p.

Andrew, R. 1999. Biología y comportamiento de la polilla de la papa *Symmetrischema tangolias* Proyecto MIP – polilla PROIMPA publicación co- financiada por el proyecto papa andina.

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

Calderón R. 2002. Desarrollo de Componentes del Manejo Integrado de las Polillas de la Papa (*Phthorimaea operculella* y *Symmetrichema tangolias*) en Bolivia y el *Bioinsecticida Baculovirus (matapol)*. Fundación PROIMPA – Proyecto PAPA ANDINA Cochabamba – Bolivia. 21- 38p.

Carvajal. O. s.f. Biología y control del gorgojo de los Andes. Afiche 3. La Paz, Bolivia.

Carvajal, C. 1993. Biología y distribución geográfica, fluctuación poblacional y control del gorgojo de los Andes *Premnotrypes latithoraxen* la localidad de Aguirre. Tesis Ing. Agr. UMSS. Facultad de Agronomía. Cochabamba – Bolivia.

CYMMYT 1998. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica ediciones completamente revisadas. México 79p.

Cisneros, F. 2000. Control de Plagas Agrícolas, Segunda Edición Lima - Perú, impreso en Full Prints.r.l. 313p.

Clavijo, S. 2001. Introducción al Manejo de Plagas. Módulo II. Instituto Interamericano recuperación para la Agricultura, IICA. Curso de Capacitación Básica en Sanidad Vegetal Sistema Descentralización de Sanidad Agropecuaria. La Paz Bolivia.

Cervantes, M. 2000. "Ciclo biológico, etológico y control de la polilla de la papa (*Symmetrischema tangolias*)". Tesis de grado, Universidad Mayor Real y pontifica de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Carrera de Ingeniería Agronómica. Sucre, Bolivia. 125p.

Cisneros F. 1995. Control de Plagas Agrícolas, Segunda Edición Lima – Perú, impreso en Full Prints.r.l. 248 – 257 - 313p.

Cisneros, F. 1988. Estragáis de control de la polilla de la papa, dentro de un esquema de control integrado. Curso internacional: Manejo Integrado de las palomillas (*Lepidópteras: Gelechidae*) de la papa, ICA – CIP, Bogotá – Colombia. 131p.

CIP (Centro Internacional de la Papa). 1987. Informe Anual del Centro Internacional de la Papa. 1986. Lima- Perú. 232p.

Clavijo, S. 2001. Introducción al Manejo de Plagas. Módulo II. Instituto Interamericano recuperación para la Agricultura, IICA. Curso de Capacitación Básica en Sanidad Vegetal Sistema Descentralización de Sanidad Agropecuaria. La Paz Bolivia.

Copa, L. 2004. Identificación de géneros del gorgojo de los Andes y fluctuación poblacional en la comunidad de Paranko, Altiplano norte de La Paz. U.M.S.A. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.

Espinoza, R. 1999. Transferencia de tecnología del control biológico de la polilla dela papa (*Phthorimaea operculella*), utilizando (*Baculovirus Phthorimaea*) en la comunidad de Huaraco. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Carrera de ingeniería Agronómica. La Paz, Bolivia.

Gamboa M. Notz 1999. Influencias de la temperatura en el desarrollo y ovoposición de *P. operculella* (Lepidoptera; Gelechidae) Instituto de zoología agrícola, Facultad de Agronomía, UCV MARACAY – Venezuela 5p.

Gutiérrez, A. 2006. Estrategias Para Mejorar la Comercialización de la Papa en Venezuela ULA- FACES- CIAAL. Mérida, Venezuela. Disponible en: http://www.saber.ula.ve/db/ssaber/Edocs/centros_investigacion/ciaal/publicaciones/presentaciones/agutierrez_papa_1p

Grajeda, R. 2000. Fluctuación poblacional y control químico de las polillas de la papa *P. operculella*, *Parachema detectendum* y *eurysaccamelano campta* en el cantón Vacas. Tesis de Grado. Facultad de ciencias Agrícolas y Pecuarias “Martin Cárdenas. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba – Bolivia 7 - 24 - 87p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación) 2008 Año Internacional de la Papa. [En línea] En <http://www.potato2008.org/es/index.html>. Consultado 23 noviembre 2012.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación) 2007 tesoro enterrado de la papa.

FAOSTAT 2010. Venezuela Producción de Papa. [En línea] En: <http://FAOSTAT.FAO.org/siete/567/> Consultado 23 Noviembre 2012.

Herbas, J. 1994. Ensayo en almacenes de agricultores, desinsectación de almacén, tratamientos y evaluaciones en Tarija. En: informe Anual 1993-94 IBTA-PROINPAS. Cochabamba - Bolivia 44-46p.

Huamán, Z. 2009 Botánica Sistemática y Morfológica de la papa (*Solanum tuberosum*) segunda edición revisado por el Centro Internacional de la Papa Lima – Perú 22p.

King. A., B. y Saunders, J. L. 1984. Las plagas invertebrados de cultivos anuales alimenticios de América Central. Administración de desarrollo Costa Rica. 33p.

Lizárraga, T.A.; Iannacone, O.J. 1996. Manejo de Feromonas en el Control de Plagas Agrícolas. Editorial RAAA. Lima - Perú. 194p.

López, A. y Perry, M., 1981. La palomilla de la papa plaga que causa grandes daños IICA informes 15- 7 – 11p.

Mamani, P. 2006. Evaluación de diferentes formas de control para la polilla de la papa, *P. operculella*. Proyecto internacional de la papa PROINPA. 19 - 20p.

Naik, PS, Karihaloo, JL. 2007. Micro propagation for production of quality potato seed in Asia-Pacific. Asia-Pacific Consortium on Agricultural Biotechnology, New Delhi, India.

Ochoa, C. 2002. La papa, tesoro de los Andes, de la Agricultura a la Agricultura. Boletín de la papa. Vol.4 N°13. Red de papa-Corpoica.

Ochoa, C. 2001 La Papa de Sudamérica: Primera Edición. Plural. La Paz– Bolivia 40p.

Ochoa, T. R.R. 2009. Diseños Experimentales. 1 ed. La Paz, Bolivia. 61p..

Ortega, E. Fernández, S. 2000, Manejo de la polilla minadora de la papa *Phthorimaea operculella*, Información Agropecuario IICA ACT Ecuador Quito 45p.

Ortega E., Fernández S., 1995. Manejo de la Polilla Minadora de la Papa *P.operculella* Zeller. FONAIAP. (Programa Cooperativo de Investigación de la Zona Andina. Programa Andino Cooperativo de Investigación en Papa. PROCINDINO.

PDM (Plan de Desarrollo Municipal) Gobierno Autónomo Municipal de Inquisivi 1-8p.

Palacios, M.; Raman, K. V.; Alcázar J.; Cisneros, F. 1994. Control Integral de la Polilla de la Papa. CIP. Lima-Perú.17p.

Palacios, M., Canedo V., y Valdez A., 1995. Así se controla la polilla de la papa CARE – Perú, CIP. Audio visual.

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

Palacio M. y Cisneros F. 2000. Fases de desarrollo del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) Segunda Edición Lima – Perú, 55p.

Pumisacho, M. y Sherwood, S. 2002. El cultivo de la papa en Ecuador Primera Edición (Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria) INIA Quito–Ecuador, 231p.

PRACIPA, 1989. Memorias de la v reunión anual. Cochabamba – Bolivia

PROINPA (Programa de Investigación de la Papa). 1998. Informe Anual (1996-1997) Cochabamba Bolivia

PROINPA (Programa de Investigación de la Papa).1999.Ficha Técnica N° 1 Proyecto MIP – Polilla Cochabamba – Bolivia 4p.

PROINPA (Programa de Investigación 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.

Raman, K. V., 1980. La polilla de la papa información técnica. N° 3 Lima - Perú. 14 p.

Raman, K. V. 1988. Manejo Integrado de Plagas de los países del tercer mundo. Centro Internacional de la Papa. Circular Vol. 16 N° 1 Marzo. Lima - Perú. 17p.

Raman, K. V., y Booth R.H. 1999. Evaluación para la tecnología para Control Integrado de la Polilla de la Papa en Campos y Almacenes, Centro Internacional de la papa (CIP) Lima – Perú 20p.

Ruiz D. M. 2007, Estudio sobre los factores bióticos y abióticos que influyen en los parasitoides endémicos de polillas de la papa y áfidos en el Altiplano Central. Tesis de Grado UMSA Facultad de Agronomía La Paz - Bolivia. 5 – 30p.

Rodríguez A. 1990. Ciclo Biológico de *Symmetrischema* (Tuner 1919) y evaluación de Daños en 16 cultivares de papa bajo condiciones de laboratorio Tesis Ing. Agr. Kayra – Cusco.

Salas, J. 1989. Manejo Integrado de Plagas. Enfoque de un Programa Integrado a Insectos – Plagas en siembras de tomates y papa del Estado de Lara. Estación Experimental de Lara. FONA-IAP, PRACIDA. Estado de Lara, Venezuela66p.

Sampieri, R. Fernández, C. & Bautista, P. 1998. Metodología de Investigación segunda Edición. McGraw-Hill Interamericana editores. México D.F., 501p.

Sarmiento, M. J.; Sánchez, V. G. 1997. Evaluación de Insectos. 1ra. Edición. Departamento de Entomología y Fitopatología. Lima - Perú.117p.

SIBTA. (Sistema Boliviano de Tecnología Agropecuaria). 2006. Manejo Integrado de Plagas. MAPA-USAID/ Bolivia. Proyecto Acceso a Mercados y Alivio a la pobreza. Cochabamba, Bolivia. 18-19p.

Tapia, M. E. YA. M. Frías 2007. Guía de campo de cultivos Andinos. FAO. ANPE. Lima - Perú. 25-28p.

Valencia L. 1994 Las Palomillas de la Papa (*Lep. Lechinedae*) identificación, control y Distribución memorias del curso sobre Control Integrado CIP Colombia

Valdivieso, J. L. y Bartra, P. C. 1993. Control Biológico, Tecnología Ecología para controlar Plagas R.R.A.A. Lima - Perú 135p.

Vargas, M. 2005. Introducción a la Entomología General y Agrícola. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Instituto de Investigaciones Agrícolas El Vallecito. Editorial universitaria. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

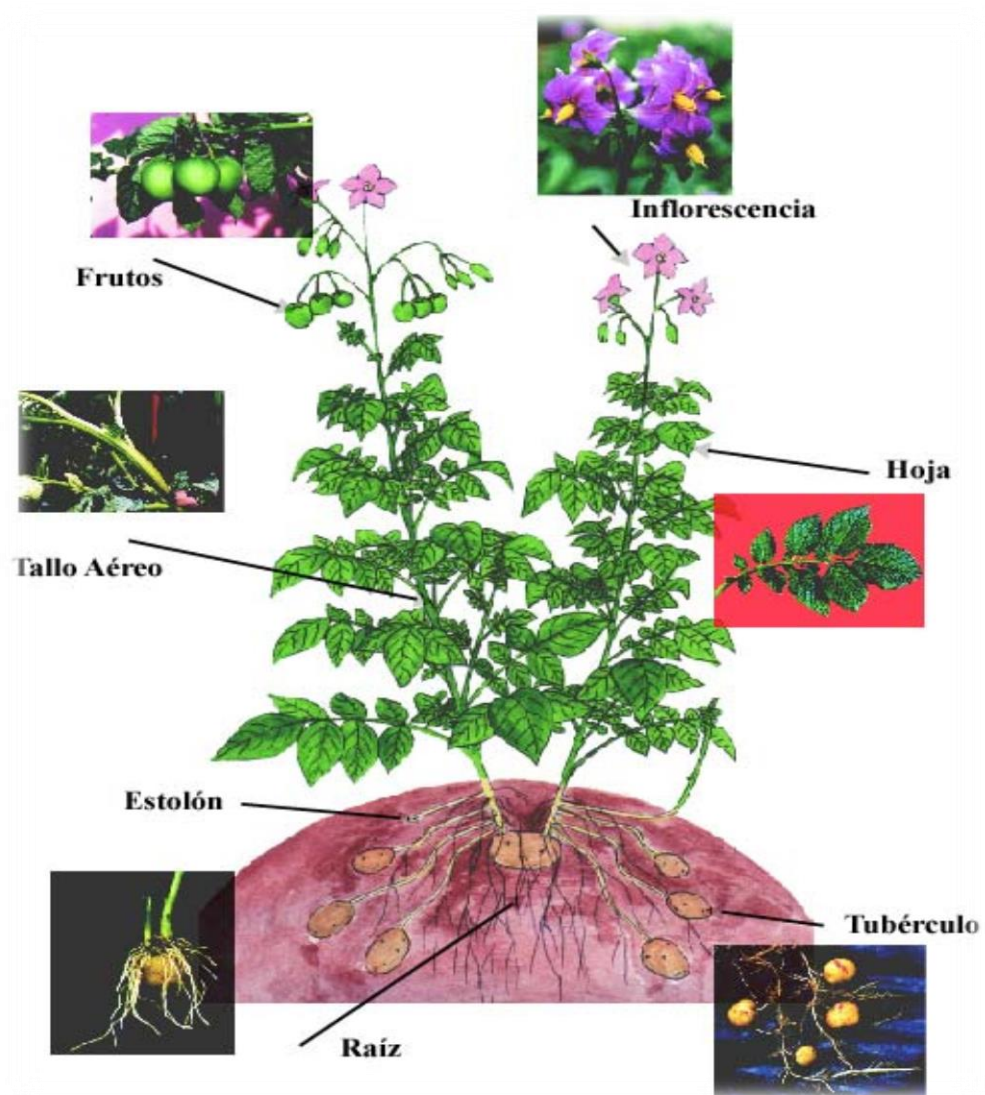
Villarroel, D. 1997 manejo integrado de plagas: Tomo ICANDIA BILANCE Cochabamba – Bolivia. 140p.

Zanabria, E. 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. Puno, Perú. 48 – 68p.

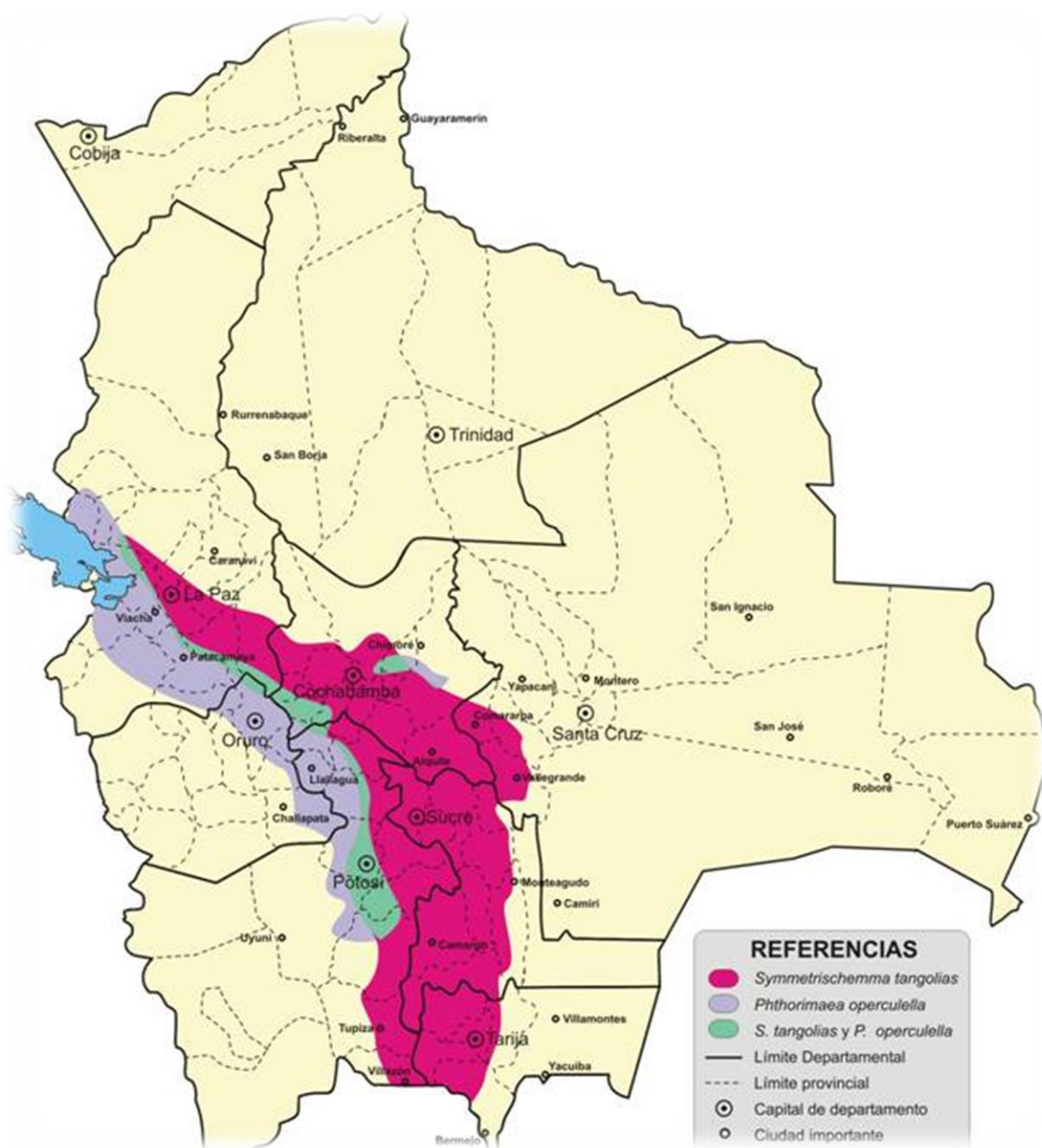
Zener de Polania, I. 1986. Guía de Manejo de Plagas en el cultivo de la papa. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá, Colombia 36p.

ANEXOS

Anexo 1. Morfología del cultivo de la papa

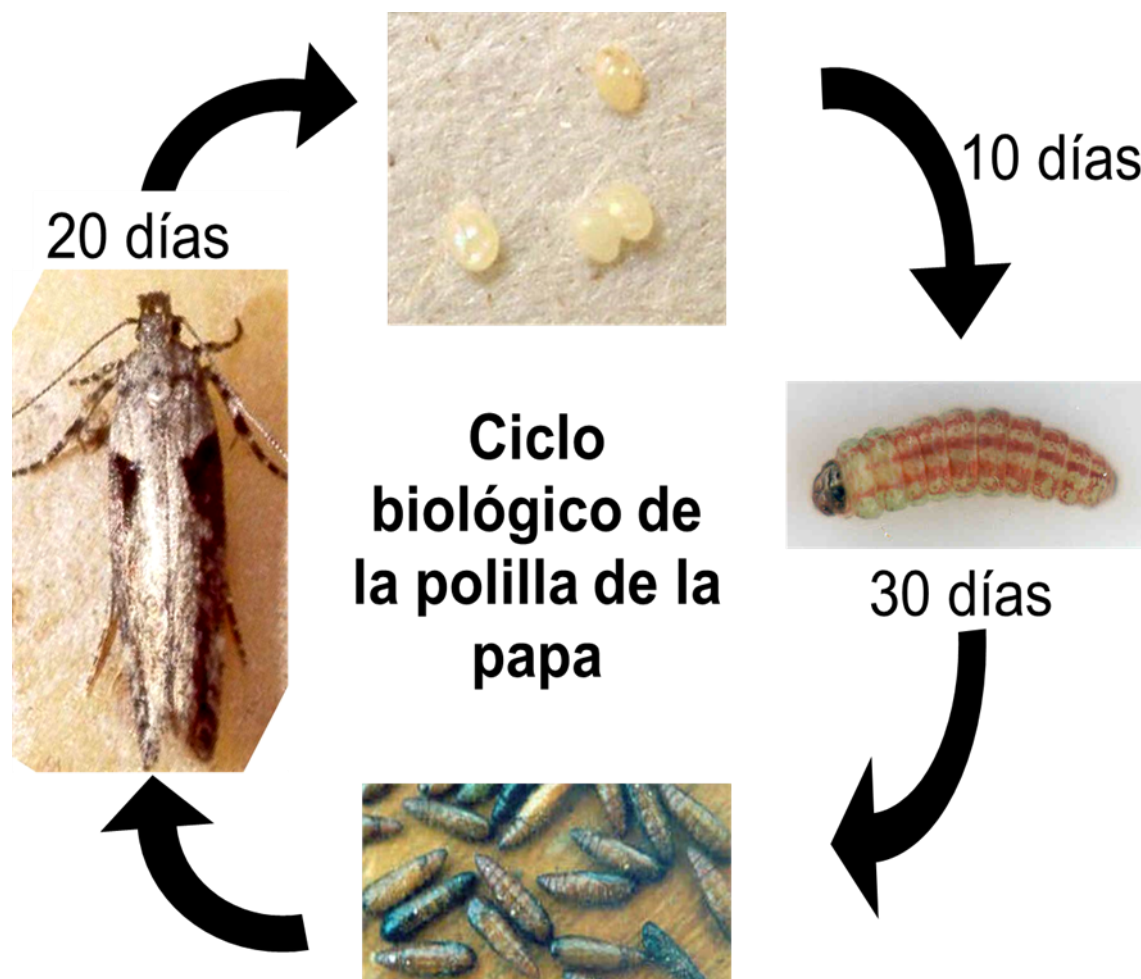


Anexo 2. Mapa de distribución de la polilla de la papa (*Symmetrischema tangolias*) en los distintos departamentos de Bolivia



Fuente: PROIMPA (2006)

Anexo 3. Ciclo biológico de la polilla de la papa (*Symmetrischema tangolias*)



Anexo 5. Guía práctica para la identificación de las especies de polillas más Importantes

Se muestra a continuación (Carvajal 1992)

1. Especies generalmente atacan follaje y tubérculo.....

Especies que generalmente atacan 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.....

Especies con una decoración característica.....

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

Fácil de identificar por la genetalia masculina.

Phethorimaea operculella

(Zeller)

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

Symmetrichema tangolias

(Tuner)

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

Paraschema detectendum

(Povolny)

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

Teciasolanivora (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 promedio del adulto es 8.3 mm.

No ocasiona a la planta de la papa.

Pupa: son del tipo obtecta 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 fuertemente 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 excremento 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 de un capullo de seda 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 a la 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 marcando 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 anteriores.

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 coloración ni franjas, la cabeza es de color marrón.

Los dañados 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 del tubérculo de mayor grosor.

Anexo 6. Identificación de (*Symmetrischema tangolias*) en Laboratorio



Anexo 7. *Symmetrischema tangolias*



Anexo 8 Datos de variables evaluadas y datos climáticos de la gestión agrícola 2011

Datos climáticos obtenidos de la estación meteorológica de Chorocona muestran las lecturas por semana de evaluación de los tratamientos,

| TRAT | SEMANA | TRATAMIENTO | NOCAP | TMAX | TMIN | HR | NUBO | VEVIE |
|------|--------|-------------|-------|------|------|----|------|-------|
| T1 | S1 | T1 | 82,5 | 19,2 | 10,2 | 90 | 3 | 18,5 |
| T1 | S2 | T1 | 107,5 | 23,1 | 11,1 | 88 | 4 | 24,6 |
| T1 | S3 | T1 | 114 | 23,3 | 11 | 92 | 3 | 11 |
| T1 | S4 | T1 | 50 | 21,1 | 10,3 | 88 | 3 | 9,7 |
| T1 | S5 | T1 | 82,5 | 22,1 | 11,1 | 89 | 2 | 8,3 |
| T1 | S6 | T1 | 68 | 24,3 | 10,1 | 84 | 3 | 13 |
| T1 | S7 | T1 | 43,5 | 22,3 | 11,1 | 88 | 3 | 23,5 |
| T1 | S8 | T1 | 80 | 24,3 | 10,1 | 85 | 4 | 18 |
| T1 | S9 | T1 | 34,5 | 21,1 | 11,3 | 87 | 4 | 15,4 |
| T1 | S10 | T1 | 31,5 | 24,1 | 12,3 | 68 | 3 | 24,1 |
| T1 | S11 | T1 | 23 | 26,1 | 10,2 | 90 | 5 | 15,4 |
| T1 | S12 | T1 | 31,5 | 26,1 | 11,3 | 89 | 6 | 20,9 |
| T1 | S13 | T1 | 25,5 | 24,3 | 13,1 | 85 | 2 | 18,5 |
| T1 | S14 | T1 | 31 | 28,2 | 12,3 | 88 | 2 | 20,9 |

| | | | | | | | | |
|----|-----|----|-------|------|------|----|---|------|
| T2 | S1 | T2 | 116,5 | 19,2 | 10,2 | 90 | 3 | 18,5 |
| T2 | S2 | T2 | 200 | 23,1 | 11,1 | 88 | 4 | 24,6 |
| T2 | S3 | T2 | 252,5 | 23,3 | 11 | 92 | 3 | 11 |
| T2 | S4 | T2 | 90 | 21,1 | 10,3 | 88 | 3 | 9,7 |
| T2 | S5 | T2 | 174 | 22,1 | 11,1 | 89 | 2 | 8,3 |
| T2 | S6 | T2 | 68,5 | 24,3 | 10,1 | 84 | 3 | 13 |
| T2 | S7 | T2 | 61 | 22,3 | 11,1 | 88 | 3 | 23,5 |
| T2 | S8 | T2 | 80 | 24,3 | 10,1 | 85 | 4 | 18 |
| T2 | S9 | T2 | 38 | 21,1 | 11,3 | 87 | 4 | 15,4 |
| T2 | S10 | T2 | 35 | 24,1 | 12,3 | 68 | 3 | 24,1 |
| T2 | S11 | T2 | 27 | 26,1 | 10,2 | 90 | 5 | 15,4 |
| T2 | S12 | T2 | 45 | 26,1 | 11,3 | 89 | 6 | 20,9 |
| T2 | S13 | T2 | 41 | 24,3 | 13,1 | 85 | 2 | 18,5 |
| T2 | S14 | T2 | 36,5 | 28,2 | 12,3 | 88 | 2 | 20,9 |
| T2 | S15 | T2 | 29,5 | 26,1 | 14,3 | 88 | 5 | 18,5 |
| T3 | S1 | T3 | 189,5 | 19,2 | 10,2 | 90 | 3 | 18,5 |
| T3 | S2 | T3 | 156,5 | 23,1 | 11,1 | 88 | 4 | 24,6 |
| T3 | S3 | T3 | 160 | 23,3 | 11 | 92 | 3 | 11 |
| T3 | S4 | T3 | 116 | 21,1 | 10,3 | 88 | 3 | 9,7 |
| T3 | S5 | T3 | 138 | 22,1 | 11,1 | 89 | 2 | 8,3 |
| T3 | S6 | T3 | 200,5 | 24,3 | 10,1 | 84 | 3 | 13 |
| T3 | S7 | T3 | 76,5 | 22,3 | 11,1 | 88 | 3 | 23,5 |
| T3 | S8 | T3 | 139 | 24,3 | 10,1 | 85 | 4 | 18 |
| T3 | S9 | T3 | 67 | 21,1 | 11,3 | 87 | 4 | 15,4 |
| T3 | S10 | T3 | 42 | 24,1 | 12,3 | 68 | 3 | 24,1 |
| T3 | S11 | T3 | 45 | 26,1 | 10,2 | 90 | 5 | 15,4 |

| | | | | | | | | |
|----|-----|----|------|------|------|----|---|------|
| T3 | S12 | T3 | 29 | 26,1 | 11,3 | 89 | 6 | 20,9 |
| T3 | S13 | T3 | 41 | 24,3 | 13,1 | 85 | 2 | 18,5 |
| T3 | S14 | T3 | 39 | 28,2 | 12,3 | 88 | 2 | 20,9 |
| T3 | S15 | T3 | 34,5 | 26,1 | 14,3 | 88 | 5 | 18,5 |

Anexo 9. Promedios semanales de las evaluaciones del efecto de feromonas por tratamiento

| Semana | Tratamiento | NOCAP |
|--------|-------------|-------|
| S1 | T1 | 82,5 |
| S2 | T1 | 107,5 |
| S3 | T1 | 114 |
| S4 | T1 | 50 |
| S5 | T1 | 82,5 |
| S6 | T1 | 68 |
| S7 | T1 | 43,5 |
| S8 | T1 | 80 |
| S9 | T1 | 34,5 |
| S10 | T1 | 31,5 |
| S11 | T1 | 23 |
| S12 | T1 | 31,5 |
| S13 | T1 | 25,5 |
| S14 | T1 | 31 |
| S15 | T1 | 21 |

| Semana | Tratamiento | NOCAP |
|--------|-------------|-------|
| S1 | T2 | 116,5 |
| S2 | T2 | 200 |
| S3 | T2 | 252,5 |
| S4 | T2 | 90 |
| S5 | T2 | 174 |
| S6 | T2 | 68,5 |
| S7 | T2 | 61 |
| S8 | T2 | 80 |
| S9 | T2 | 38 |
| S10 | T2 | 35 |
| S11 | T2 | 27 |
| S12 | T2 | 45 |
| S13 | T2 | 41 |
| S14 | T2 | 36,5 |
| S15 | T2 | 29,5 |

| Semana | Tratamiento | NOCAP |
|--------|-------------|-------|
| S1 | T3 | 189,5 |
| S2 | T3 | 156,5 |
| S3 | T3 | 160 |
| S4 | T3 | 116 |
| S5 | T3 | 138 |
| S6 | T3 | 200,5 |
| S7 | T3 | 76,5 |
| S8 | T3 | 139 |
| S9 | T3 | 67 |
| S10 | T3 | 42 |
| S11 | T3 | 45 |
| S12 | T3 | 29 |
| S13 | T3 | 41 |
| S14 | T3 | 39 |
| S15 | T3 | 34,5 |

Anexo 10. Consulta y concertación con la comunidad de Yamora



Anexo 11. Etapa de floración del cultivo de la papa



Anexo 12. Trampa con polilla de la papa (*S. tangolias*) capturados



Anexo 13. Materiales Utilizados para la instalación de la trampa



Anexo 14. Cuadro de correlación realizada entre Temperatura, humedad, nubosidad, velocidad de viento precipitación para el tratamiento uno (una feromona)

| Coeficientes de correlación Pearson, N = 30 | | | | | | | |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Prob > r suponiendo H0: Rho=0 | | | | | | | |
| | NOCAP | TMAX | TMIN | HR | NUBO | VEVIE | PP |
| NOCAP | 100.000 | -0.21599 0.2516 | -0.24091 0.1997 | 0.13404 0.4801 | -0.10988 0.5632 | -0.12263 0.5186 | 0.21638 0.2508 |
| TMAX | -0.21599 0.2516 | 100.000 | 0.43589 0.0160 | -0.08810 0.6434 | 0.27109 0.1473 | 0.27983 0.1342 | -0.01142 0.9522 |
| TMIN | -0.24091 0.1997 | 0.43589 0.0160 | 100.000 | -0.23652 0.2083 | -0.01680 0.9298 | 0.33913 0.0668 | -0.07581 0.6905 |
| HR | 0.13404 0.4801 | -0.08810 0.6434 | -0.23652 0.2083 | 100.000 | 0.16037 0.3972 | -0.38262 0.0369 | 0.00109 0.9954 |
| NUBO | -0.10988 0.5632 | 0.27109 0.1473 | -0.01680 0.9298 | 0.16037 0.3972 | 100.000 | 0.22532 0.2312 | 0.08215 0.6661 |
| VEVIE | -0.12263 0.5186 | 0.27983 0.1342 | 0.33913 0.0668 | -0.38262 0.0369 | 0.22532 0.2312 | 100.000 | 0.38015 0.0382 |
| PP | 0.21638 0.2508 | -0.01142 0.9522 | -0.07581 0.6905 | 0.00109 0.9954 | 0.08215 0.6661 | 0.38015 0.0382 | 100.000 |

Anexo 15. Cuadro de correlación realizada entre Temperatura, humedad, nubosidad, velocidad de viento precipitación para el tratamiento dos (dos feromona)

| Coeficientes de correlación Pearson, N = 30 | | | | | | | |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Prob > r suponiendo H0: Rho=0 | | | | | | | |
| | NOCAP | TMAX | TMIN | HR | NUBO | VEVIE | PP |
| NOCAP | 100.000 | -0.23454 0.2122 | -0.18706 0.3223 | 0.21031 0.2646 | -0.14582 0.4420 | -0.19437 0.3034 | 0.19956 0.2904 |
| TMAX | -0.23454 0.2122 | 100.000 | 0.43589 0.0160 | -0.08810 0.6434 | 0.27109 0.1473 | 0.27983 0.1342 | -0.01142 0.9522 |
| TMIN | -0.18706 0.3223 | 0.43589 0.0160 | 100.000 | -0.23652 0.2083 | -0.01680 0.9298 | 0.33913 0.0668 | -0.07581 0.6905 |
| HR | 0.21031 0.2646 | -0.08810 0.6434 | -0.23652 0.2083 | 100.000 | 0.16037 0.3972 | -0.38262 0.0369 | 0.00109 0.9954 |
| NUBO | -0.14582 0.4420 | 0.27109 0.1473 | -0.01680 0.9298 | 0.16037 0.3972 | 100.000 | 0.22532 0.2312 | 0.08215 0.6661 |
| VEVIE | -0.19437 0.3034 | 0.27983 0.1342 | 0.33913 0.0668 | -0.38262 0.0369 | 0.22532 0.2312 | 100.000 | 0.38015 0.0382 |
| PP | 0.19956 0.2904 | -0.01142 0.9522 | -0.07581 0.6905 | 0.00109 0.9954 | 0.08215 0.6661 | 0.38015 0.0382 | 100.000 |

Anexo 16. Cuadro de correlación realizada entre Temperatura, humedad, nubosidad, velocidad de viento precipitación para el tratamiento tres (tres feromona)

| Coeficientes de correlación Pearson, N = 30 | | | | | | | |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Prob > r suponiendo H0: Rho=0 | | | | | | | |
| | NOCAP | TMAX | TMIN | HR | NUBO | VEVIE | PP |
| NOCAP | 100.000 | -0.29375 0.1151 | -0.33243 0.0727 | 0.11772 0.5355 | -0.15010 0.4285 | -0.20021 0.2888 | 0.13274 0.4844 |
| TMAX | -0.29375 0.1151 | 100.000 | 0.43589 0.0160 | -0.08810 0.6434 | 0.27109 0.1473 | 0.27983 0.1342 | -0.01142 0.9522 |
| TMIN | -0.33243 0.0727 | 0.43589 0.0160 | 100.000 | -0.23652 0.2083 | -0.01680 0.9298 | 0.33913 0.0668 | -0.07581 0.6905 |
| HR | 0.11772 0.5355 | -0.08810 0.6434 | -0.23652 0.2083 | 100.000 | 0.16037 0.3972 | -0.38262 0.0369 | 0.00109 0.9954 |
| NUBO | -0.15010 0.4285 | 0.27109 0.1473 | -0.01680 0.9298 | 0.16037 0.3972 | 100.000 | 0.22532 0.2312 | 0.08215 0.6661 |
| VEVIE | -0.20021 0.2888 | 0.27983 0.1342 | 0.33913 0.0668 | -0.38262 0.0369 | 0.22532 0.2312 | 100.000 | 0.38015 0.0382 |
| PP | 0.13274 0.4844 | -0.01142 0.9522 | -0.07581 0.6905 | 0.00109 0.9954 | 0.08215 0.6661 | 0.38015 0.0382 | 100.000 |

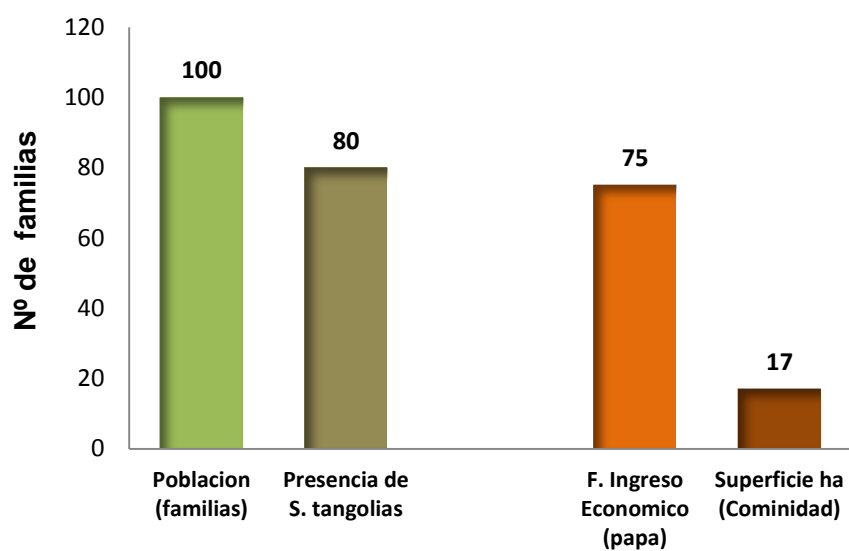
Anexo 17. Relación Beneficio Costo (B/C) para los diferentes tratamientos zona I

| Tratamientos | Costos | Semilla qq | Producción papa qq | Precio en el mercado papa | Total papa | Semilla | Total semilla | Total Beneficio | B/C |
|---------------------|----------|------------|--------------------|---------------------------|------------|---------|---------------|-----------------|------|
| T1 (una feromona) | 26938,66 | 28 | 116,7 | 160 | 18672 | 220 | 6160 | 24832 | 0,92 |
| T2 (dos feromonas) | 15808,87 | 28 | 196,6 | 160 | 31456 | 220 | 6160 | 37616 | 2,38 |
| T3 (tres feromonas) | 17593 | 28 | 225 | 160 | 36000 | 220 | 6160 | 42160 | 2,40 |

Anexo 18. Relación Beneficio Costo (B/C) para los diferentes tratamientos zona II

| Tratamientos | Costos | Semilla qq | Papa qq | Papa | Total papa | Semilla | Total semilla | Total | B/C |
|---------------------|----------|------------|---------|------|------------|---------|---------------|-------|------|
| T1 (una feromona) | 30603,50 | 28,00 | 150,00 | 160 | 24000 | 220 | 6160 | 30160 | 0,99 |
| T2 (dos feromonas) | 31450,50 | 28,00 | 200,00 | 160 | 32000 | 220 | 6160 | 38160 | 1,23 |
| T3 (tres feromonas) | 32075,00 | 28,00 | 225,00 | 160 | 36000 | 220 | 6160 | 42160 | 1,31 |

Anexo 19. Porcentaje de ataque de polilla (*S. tangolias*) en la comunidad de Yamora



Anexo 20. HOJA DE ENCUESTA SOBRE EL MANEJO DE LA POLILLA DE LA PAPA (*Symmetrischema tangolias*)

Nombre y Apellido del Productor:.....

Edad:.....

Municipio:.....

Comunidad:.....

Fecha:.....

1. ¿Cuál es la plaga de mayor importancia por el daño que ocasiona en el cultivo de la papa?

- | | |
|---|-----|
| a) <i>Premnotrypes spp</i> (gorgojo de los andes) | () |
| b) <i>Symmetrischema tangolias</i> (polilla de la papa) | () |
| c) <i>Epatrix spp</i> (pulguilla de la papa) | () |
| d) Otros | () |

2. ¿Qué estado de la polilla de la papa conoces?

- | | | |
|-----------|--------|--------|
| a) Huevo | Si () | No () |
| b) Larva | Si () | No () |
| c) Pupa | Si () | No () |
| d) Adulto | Si () | No () |

3. ¿Cuáles son las señales del ataque de la polilla en el cultivo de la papa?

- | | | |
|-----------------------------------|--------|--------|
| a) Daña los brotes y hojas | Si () | No () |
| b) Presencia de pulgón | Si () | No () |
| c) Hace un túnel dentro del tallo | Si () | No () |
| d) No sabe | Si () | No () |

4. ¿Cuáles son las señales del ataque de la polilla antes de la cosecha, en los tubérculos de la papa?

- | | | |
|--|--------|--------|
| a) Las hojas están enrolladas | Si () | No () |
| b) Presencia de larvas de polilla | Si () | No () |
| c) Damos por hecho que está atacado por la polilla | Si () | No () |

5. ¿Qué métodos culturales de control de la polilla de la papa conoces?

- | | | | |
|-----------------------------------|----------|-----------|----------|
| a) Remoción de focos de infección | Poco () | Mucho () | Nada () |
| b) Cosecha oportuna | Poco () | Mucho () | Nada () |
| c) Eliminación de k`ipas | Poco () | Mucho () | Nada () |
| d) Aporques altos | Poco () | Mucho () | Nada () |
| e) Variedades resistentes | Poco () | Mucho () | Nada () |

6. ¿La eliminación de los tubérculos infestados y el destino que le da a los mismos?

- a) Chuño () Tunta () cerdo () Semilla () Basura ()

7. ¿Qué métodos de base etológicos de control de la polilla de la papa conoces?

- | | | |
|--------------------------------|--------|--------|
| a) Uso de feromonas atrayentes | Si () | No () |
| b) Uso plantas repelentes | Si () | No () |
| c) Otros | Si () | No () |

8. ¿Cuál es la fuente principal de ingreso económico en la comunidad?

- a) Maíz
- b) Papa
- c) Zapallo, arveja
- d) Papa, zapallo

9. ¿Qué métodos químicos de control de la polilla de la papa conoces?

a) Empleo de insecticidas Poco () Mucho () Nada ()

10. ¿hace cuantos años utilizas insecticidas para controlar la polilla de la papa?

a) Aproximadamente haceaños

11. ¿Para qué usas estas medidas de control (aplicación de insecticidas), y no los otros?

a) Reduce el daño

b) No conoces otras medidas de control

c) Otros son difíciles de poner en práctica

d) No opina

12. Antes ¿qué insecticidas utilizabas?

a) Aldrin

b) Folidol

c) Tamaron

d) Karate

e) otros

e) No aplica ()

13. ¿Cuántas veces has fumigado con insecticida?

.....vez

No fumiga ()

14. ¿A qué altura de plantas aplicas el insecticida para controlar la polilla de la papa?

a) Primera aplicación a.....cm

b) Segunda aplicación a.....cm

c) Tercera aplicación a.....cm

15. ¿si no aplicaras insecticida ¿cuál es el porcentaje de pérdida o daño a los tubérculos que tendrías?

- a) Cuarta parte () b) mitad () c) Mas de la mitad () Todo ()

16. Las técnicas de control de la polilla de la papa son:

- a) Accesibles
- b) Caras
- c) Muy caras

17. ¿de dónde obtienes La semilla de la papa?

- Feria
- La Paz
- De otro lugar

18. Desde cuando conoces que hay polilla de en la papa?

- Recién
- Hace años
- Siempre

19. ¿El daño ocasionado por la polilla de la papa donde se encuentra más frecuente?

.....

.....

¿Cómo reconoces que el tubérculo ha sido atacado por la polilla de la papa?

.....

.....

¿Cuál es la fuente principal de ingreso económico en su familia?

.....

.....

¿Qué métodos de control le gustaría utilizar?

.....

.....