

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



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DE NIVELES DE INFESTACIÓN y FLUCTUACIÓN DE LA POLILLA  
(*Eurysacca melanocampta*) EN CUATRO VARIEDADES DE QUINUA  
(*Chenopodium quinoa* Willd.) EN EL ALTIPLANO SUR DE BOLIVIA**

**Reyna Mamani Laime**

**La Paz - Bolivia**

**2011**

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

EVALUACIÓN DE NIVELES DE INFESTACIÓN y FLUCTUACIÓN DE LA POLILLA  
(*Eurysacca melanocampta*) EN CUATRO VARIEDADES DE QUINUA (*Chenopodium  
quinoa* Willd.) EN EL ALTIPLANO SUR DE BOLIVIA

*Tesis de grado presentado como requisito  
Parcial para optar al Título de  
Ingeniero agrónomo*

**Reyna Mamani Laime**

**Asesores:**

Ing. M. Sc. Félix Mamani Reynoso .....

Ing. Edwin Yucra Sea .....

Ing. M. Sc. Teresa Ruiz-Diaz Luna – Pizarro .....

**Tribunal revisor**

Ing. Ph.D. Alejandro Bonifacio Flores .....

Ing. M. Sc Celia Fernández .....

Ing. Eduardo Oviedo Farfán .....

**APROBADA**

**Presidente Tribunal** .....

## **DEDICATORIA**

***A Dios por darme sabiduría para culminar mis estudios y en quien encontré la fuerza para seguir adelante.***

***Al incansable esfuerzo de mis padres Lola e Isidro, por todo el amor brindado durante mi formación personal y académica, a mis hermanos Carlos J., Fanny S., y Uranla M., por su comprensión y confianza, y a mi abuela Carmen por su apoyo constante.***

## **AGRADECIMIENTOS**

EL presente estudio de tesis ha sido posible gracias a la colaboración e interés de las siguientes personas e instituciones que me brindaron su apoyo a quienes expreso mi agradecimiento y reconocimiento.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, por permitirme el acceso a la educación superior, a los docentes por sus conocimientos impartidos y a la colaboración durante mis estudios, logrando mis sueños de ser profesional.

Al Proyecto Quinagua, por darme la oportunidad de desarrollar mis conocimientos a través de una Beca Tesis e interactuar con sus profesionales, además por brindarme su apoyo durante este tiempo.

A los asesores, Ing. M.Sc. Félix Mamani Reynoso, Ing. Edwin Yucra Sea, e Ing. M.Sc. Teresa Ruiz-Díaz Luna-Pizarro. Por la orientación en el trabajo de campo, por corregirme en el camino y asistirme en las dificultades del proceso.

Al Tribunal Revisor: Ing. M.Sc. Celia Fernández, Ing. Eduardo Oviedo, e Ing. Ph.D. Alejandro Bonifacio por las sugerencias y observaciones realizadas para enriquecer el presente trabajo.

A las familias de la Comunidad de Irpnai, por su colaboración en el trabajo de campo, con sus conocimientos y su amistad brindada durante el desarrollo del trabajo.

A mis amigas y compañeros de la Facultad de agronomía, por haberme brindado su amistad y apoyo moral, con quienes compartí la travesía académica. En especial a mis compañeros de tesis, por nuestra valentía de seguir adelante y no dejarnos vencer para culminar un camino y empezar otro destino con más fuerza.

## CONTENIDO

|   |             |
|---|-------------|
| <b>INDICE DE FIGURAS .....</b>  | <b>V</b>    |
| <b>ÍNDICE DE CUADROS .....</b>  | <b>VII</b>  |
| <b>RESUMEN .....</b>  | <b>VIII</b> |
| <b>SUMMARY.....</b>   | <b>X</b>    |
| <br>  |             |
| <b>1. INTRODUCCION.....</b>   | <b>1</b>    |
| 1.1. Objetivos .....  | 2           |
| 1.1.1. General.....   | 2           |
| 1.1.2. Específicos.....   | 2           |
| <br>  |             |
| <b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>                                  | <b>3</b>    |
| 2.1. Cultivo de la quinua.....  | 3           |
| 2.2. Cultivo de quinua en la planicie en el Altiplano Sur.....          | 3           |
| 2.3. Fases Fenológicas del cultivo .....                                | 4           |
| 2.4. Plaga .....  | 7           |
| 2.4.1. Categorías de plagas.....  | 7           |
| 2.5. Principales plagas del cultivo de la quinua.....                   | 8           |
| 2.5.1. Polilla de la quinua .....                                       | 9           |
| 2.5.1.1. Clasificación Taxonómica de la Polilla de la quinua .....      | 9           |
| 2.5.1.2. Morfología y biología de la polilla de quinua .....            | 10          |
| 2.5.1.3. Comportamiento de la polilla de la quinua .....                | 12          |
| 2.5.1.4. Daños ocasionadas al cultivo de la quinua por la polilla ..... | 13          |
| 2.6. Dinámica de poblaciones .....                                      | 14          |
| 2.7. Factores que afectan la fluctuación.....                           | 16          |
| 2.7.1. Temperatura .....  | 16          |
| 2.7.2. Humedad relativa.....  | 16          |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 2.7.3.    | Precipitación .....  | 16        |
| <b>3.</b> | <b>LOCALIZACIÓN.....</b>                                   | <b>17</b> |
| 3.1.      | Características del Altiplano Sur .....                    | 17        |
| 3.2.      | Ubicación de la zona de estudio .....                      | 17        |
| 3.2.1.    | Características ecológicas .....                           | 18        |
| 3.2.2.    | Características del suelo.....                             | 18        |
| 3.3.      | Características climáticas de la zona .....                | 19        |
| 3.3.1.    | Temperatura (°C) .....                                     | 19        |
| 3.3.2.    | Precipitación (mm).....                                    | 20        |
| 3.3.3.    | Humedad relativa (%) .....                                 | 21        |
| <b>4.</b> | <b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>                           | <b>22</b> |
| 4.1.      | Materiales.....  | 22        |
| 4.2.      | Metodología .....  | 22        |
| 4.2.1.    | Diseño Experimental.....                                   | 22        |
| 4.2.2.    | Croquis del experimento .....                              | 23        |
| 4.2.3.    | Procedimiento de cultivo .....                             | 24        |
| 4.2.3.1.  | Preparación de suelos .....                                | 24        |
| 4.2.3.2.  | Siembra .....  | 24        |
| 4.2.3.3.  | Labores culturales .....                                   | 25        |
| 4.2.3.4.  | Cosecha.....   | 25        |
| 4.2.4.    | Procedimiento de estudio .....                             | 26        |
| 4.2.4.1.  | Selección de plantas para niveles de infestación .....     | 26        |
| 4.2.4.2.  | Plantas cubiertas con tul.....                             | 26        |
| 4.2.4.3.  | Recolección de larvas de polilla de quinua .....           | 27        |
| 4.2.4.4.  | Muestreo directo de larvas de la polilla.....              | 27        |
| 4.2.4.5.  | Instalación de trampas de luz .....                        | 27        |
| 4.2.4.6.  | Registro de datos climatológicos .....                     | 28        |
| 4.3.      | Variables de respuesta.....                                | 28        |
| 4.3.1.    | Número de larvas en la fase de inicio de panojamiento..... | 28        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 4.3.2.    | Número de larvas en la fase de floración, grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica..... | 28        |
| 4.3.3.    | Número de polillas adultos capturados por trampa.....   | 28        |
| 4.3.4.    | Rendimiento.....  | 29        |
| 4.3.5.    | Índice de cosecha .....   | 29        |
| 4.3.6.    | Pérdidas de grano por efecto de infestación de larvas .....                                       | 29        |
| 4.3.7.    | Factores climáticos .....   | 29        |
| <b>5.</b> | <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>  | <b>30</b> |
| 5.1.      | Análisis de la fluctuación de la polilla en las condiciones de la zona .....                      | 30        |
| 5.1.1.    | Número de larvas en las fases fenológicas del cultivo de quinua .....                             | 30        |
| a)        | Variedad Negra .....  | 30        |
| b)        | Variedad Puñete .....   | 31        |
| c)        | Variedad Rosa blanca.....   | 32        |
| d)        | Variedad Toledo.....  | 33        |
| 5.1.2.    | Número de polillas adultos capturados en las fases fenológicas del cultivo de quinua .....        | 35        |
| 5.1.3.    | Larvas de la polilla de quinua y factores climáticos .....  | 37        |
| a)        | Temperatura.....  | 37        |
| a)        | Precipitación.....  | 39        |
| b)        | Humedad relativa .....  | 40        |
| 5.1.4.    | Adultos de la polilla de quinua y factores climáticos .....                                       | 41        |
| a)        | Temperatura mínima.....   | 41        |
| b)        | Precipitación.....  | 42        |
| c)        | Humedad relativa .....  | 43        |
| 5.2.      | Rendimiento de grano de cuatro variedades del cultivo de la quinua .....                          | 44        |
| 5.2.1.    | Índice de cosecha .....   | 48        |
| 5.3.      | Comparación de los daños ocasionadas en el grano por el efecto de infestación de larvas.....      | 50        |
| a)        | Variedad Negra .....  | 51        |
| b)        | Variedad Puñete .....   | 52        |

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| c) Variedad Rosa blanca.....    | 53        |
| d) Variedad Toledo.....         | 54        |
| <b>6. CONCLUSIONES.....</b>     | <b>56</b> |
| <b>7. RECOMENDACIONES .....</b> | <b>57</b> |
| <b>8. BIBLIOGRAFIA.....</b>     | <b>58</b> |
| <b>9. ANEXOS.....</b>           | <b>63</b> |



## INDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Ala anterior derecha, vista dorsal. <i>Eurysacca malanocampta</i> (Meyrick, 1971).....  | 10 |
| Figura 2. Temperaturas Mensuales, de noviembre a abril, registradas por estación climática en la Comunidad de Irpani .....                    | 19 |
| Figura 3. Temperaturas medias semanales registradas en la Comunidad de Irpani   | 20 |
| Figura 4. Precipitación registrada por la estación climática. Año agrícola 2008-2009. Estancia Irpani.....                                    | 20 |
| Figura 5. Humedad relativa registrada en Estancia Irpani. Año agrícola 2008-2009.   | 21 |
| Figura 6. Cuatro variedades utilizadas en el estudio.....   | 24 |
| Figura 7. Planta de quinua cubierta con tul .....   | 26 |
| Figura 8. Trampas de luz .....  | 27 |
| Figura 9. Larvas de la polilla en las fases fenológicas del cultivo de quinua, variedad Negra. Año agrícola 2008-2009.....                    | 30 |
| Figura 10. Número de larva de la polilla en las fases fenológicas de la variedad Puñete. Año agrícola 2008-2009.....                          | 31 |
| Figura 11. Cantidad de larvas en las fases fenológicas de la variedad Rosa blanca del cultivo de quinua. Año agrícola 2008-2009.....          | 32 |
| Figura 12. Numero de larvas de la polilla en las fases fenológicas de la variedad Toledo del cultivo de quinua. Año agrícola 2008-2009.....   | 33 |
| Figura 13. Número de Polillas adultos capturados durante los trampeos realizados  | 35 |
| Figura 14. Número de polillas adultos por fases fenológicas del cultivo de quinua..   | 36 |
| Figura 15. Temperatura mínima sobre la fluctuación poblacional de la polilla en las cuatro variedades de quinua .....                         | 38 |
| Figura 16. Temperatura máxima sobre la fluctuación poblacional de la polilla en las cuatro variedades de quinua .....                         | 38 |
| Figura 17. Efecto de la precipitación en la Fluctuación larval de la polilla en las cuatro variedades de Quinua. Año agrícola 2008-2009 ..... | 39 |
| Figura 18. Efecto de la humedad en la fluctuación larval en el cultivo de quinua.....   | 40 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 19. Efecto de la Temperatura mínima en Fluctuación de polillas adultos en el cultivo de la quinua. Año agrícola 2008-2009, Oruro .....     | 42 |
| Figura 20. Efecto de la Precipitación en Fluctuación de polillas adultos en el cultivo de quinua.....   | 42 |
| Figura 21. Efecto de la humedad en la Fluctuación de polillas adultos de la quinua.   | 43 |
| Figura 22. Prueba de Duncan para Rendimiento de grano por variedad. Año agrícola 2008-2009. Estancia Irpani. Salinas de Garci Mendoza, Oruro..... | 45 |
| Figura 23. Prueba de significancia de Duncan para rendimiento de grano limpio por niveles de infestación. Año agrícola 2008-2009 .....            | 46 |
| Figura 24. Rendimiento de variedades de quinua en quintales por hectárea.....   | 48 |
| Figura 25. Índice de cosecha de variedades y niveles de infestación larval. Año agrícola 2008-2009 .....  | 49 |
| Figura 26. Reducción del rendimiento de grano por efecto de los niveles de infestación larval, variedad Negra .....                               | 51 |
| Figura 27. Porcentaje de pérdidas por infestación de larvas en la variedad Negra...   | 51 |
| Figura 28. Reducción del rendimiento de grano por efecto de los niveles de infestación larval, variedad Puñete.....                               | 52 |
| Figura 29. Porcentaje de pérdidas por infestación de larvas en la variedad Puñete .   | 53 |
| Figura 30. Reducción del rendimiento de grano por efecto de los niveles de infestación larval, variedad Rosa blanca .....                         | 53 |
| Figura 31. Porcentaje de pérdidas por infestación de larvas, variedad Rosa blanca   | 54 |
| Figura 32. Reducción del rendimiento de grano por efecto de los niveles de infestación larval en la variedad Toledo .....                         | 54 |
| Figura 33. Reducción del rendimiento de grano por efecto de los niveles de infestación larval en la variedad Toledo .....                         | 55 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|   |    |
|---|----|
| Cuadro 1. Análisis de Correlación de larvas de la polilla de la quinua .....  | 37 |
| Cuadro 2. Análisis de Correlación de adultos de la polilla y factores climáticos.....   | 44 |
| Cuadro 3. Análisis de varianza para el rendimiento de grano de quinua .....   | 44 |
| Cuadro 4. Rendimiento de grano de las cuatro variedades de quinua .....   | 47 |
| Cuadro 5. Rendimiento obtenido en unidades propias del Altiplano Sur.....   | 47 |
| Cuadro 6. Análisis de varianza para el índice de cosecha. Año agrícola 2008-2009<br>.....   | 49 |
| Cuadro 7. Porcentaje de Rendimiento y pérdidas del grano de la quinua por niveles<br>de infestación larval en cada variedad ..... | 50 |

## RESUMEN

En la comunidad de Irpani que pertenece al municipio Salinas de Garci Mendoza de la Provincia Ladislao Cabrera del Departamento de Oruro, durante la gestión agrícola 2008-2009 se llevo acabo el trabajo de investigación titulado Evaluación de niveles de infestación y fluctuación de la polilla (*Eurysacca melanocampta*) en cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el altiplano Sur de Bolivia. El objetivo general de este trabajo fue evaluar los niveles de infestación y fluctuación del insecto plaga en el cultivo de la quinua en las condiciones de la zona.

Se analizó la fluctuación de la polilla en estado larval y adulto, bajo las condiciones de la zona en cuatro variedades de quinua (Negra, Puñete, Rosa blanca y Toledo). De estas variedades se obtuvieron datos de la población larval en las fases fenológicas de panoja, floración, grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica. Los adultos fueron capturados por medio de las trampas de luz verificando la cantidad que cayeron en los bañadores, durante los trampeos realizados.

En la fase de panojamiento se realizó el aislamiento de las plantas de quinua cubriéndolas con tul para infestar con larvas de la polilla y conocer los daños ocasionados en los granos de quinua en las cuatro variedades. También se evaluó el rendimiento de las cuatro variedades de quinua, para conocer los mejores rendimientos de la zona.

El análisis de correlación para larvas de la polilla con respecto a la temperatura, y precipitación, muestran que no existe significancia, en cambio para la humedad muestra que existe significancia que nos indica que hay variación en la población de larvas por efecto de la humedad. Para los adultos de la polilla de quinua no existe significancia con respecto a la temperatura, precipitación y humedad.

En la fase de grano lechoso y grano pastoso se registro la mayor cantidad de larvas de la polilla de quinua, alimentándose para realizar sus actividades fisiológicas y al

mismo tiempo provocando daños a los granos de la quinua, la variedad que mayor población de larvas reporto fue la Toledo.

Durante la fase de ramificación y panojamiento no se registraron adultos de la polilla de quinua. Hacen su aparición en la fase de floración, y reduciendo su población en la fase de grano lechoso, pastoso y madurez fisiológica.

En cuanto al rendimiento como resultados por medio del análisis de varianza tuvimos diferencias significativas para variedades y niveles de infestación larval. Obteniéndose mayores rendimientos en la variedad Toledo y similares rendimientos entre las variedades Rosa blanca, Puñete y Negra.

Con respecto al efecto de niveles de infestación tuvimos mejores rendimientos con el testigo y con los siguientes niveles el rendimiento fue reduciendo. También se obtuvo el porcentaje de pérdidas por infestación de larvas en las cuatro variedades de quinua.

## SUMMARY

In the community of Irpani that belongs to the municipality Salinas de Garci Mendoza of the Department of Oruro, during the agricultural administration 2008-2009 you takes I finish the work of investigation titled Evaluation of infestation levels and fluctuation of the moth (*Eurysacca melanocampta*) in four quinoa varieties (*Chenopodium quinoa* Willd.) in the South highland of Bolivia. The general objective of this work was to evaluate the infestation levels and fluctuation of the insect plagues in the cultivation of the quinoa under the conditions of the area.

The fluctuation of the moth was analyzed in larval and mature state, under the conditions of the area in four quinoa varieties (Negra, Puñete, Rosa blanca and Toledo). Of these varieties the larval population's data were obtained from the cob phase until the phase of physiologic maturity. The adults were captured by means of the traps of light verifying the quantity that you/they fell in the swimsuits; during I swindle them carried out.

In the panojamiento phase he/she was carried out the isolation of the quinoa plants covering them with tulle to infest with insects of the moth and to know the damages caused in the quinoa grains in the four varieties. The yield of the four quinoa varieties was also evaluated, to know the best yields in the area.

The correlation analysis for insects of the moth with regard to the temperature, and precipitation, they show that it is not significant, on the other hand for the humidity it shows that it is significant, that indicates us exists that there is variation in the population of insects for effect of the humidity. For the adults of the quinoa moth significance doesn't exist with regard to the temperature, precipitation and humidity.

In the phase of milky grain and mash grain you registration the biggest quantity in insects of the quinoa moth, feeding to carry out their physiologic activities and at the

same time causing damages to the grains of the quinoa, the variety that bigger population of insects reports was the Toledo.

During the ramification phase and panojamiento adults of the quinoa moth didn't register. They make their appearance in the flowering phase, and reducing their population in the phase of milky, mash grain and physiologic maturity.

As for the yield like results by means of the variance analysis had significant differences for varieties and levels of larval infestation. Being obtained bigger yields in the variety Toledo and similar yields among the varieties Rosa blanca, Puñete and Negra.

With regard to the effect of infestation levels we had better yields with the witness and with the following levels the yield was reducing. The percentage of losses was also obtained by infestation of insects in the four quinoa varieties.

## 1. INTRODUCCION

El cultivo de quinua en Bolivia es una de las actividades agrícolas más antiguas, siendo éste producto fundamental dentro de la alimentación de los pobladores de las regiones productoras. La quinua (*Chenopodium Quinoa* Willd) es un cultivo originario de la región andina de América del Sur, se cultiva principalmente en el Altiplano Sur de Bolivia, donde existe un ecosistema especial y apropiado para el cultivo de esta especie lo que permite lograr la mejor producción, tanto en cantidad y calidad.

La quinua es un cultivo muy importante en la evolución socio económico del poblador andino, su rendimiento está determinado por características intrínsecas hereditarias y modificadas por una gran variedad de agentes extrínsecos ambientales como los factores bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (sequia, helada y otros), estos ocasionan pérdidas directas o indirectas (Mujica,2004)

El cultivo de quinua en la región de los salares se inició en las laderas de las serranías aledañas al Salar de Uyuni y representa una tradición tecnológica desde épocas inmemoriales y que los agricultores todavía lo practican. Pueden cultivarse desde el nivel del mar hasta los 3,900 m. Toleran suelos en una amplia gama de pH, de 6 a 8.5. Su período vegetativo varía entre 150 y 240 días con una plasticidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales.

Dada la creciente importancia que va teniendo el estudio de las plagas para su control oportuno, es que se ha producido este documento enfocado en niveles de infestación y fluctuación del lepidóptero mencionado en el cultivo de la quinua.

La quinua como cualquier cultivo y a pesar de su rusticidad es atacada por plagas que ocasionan pérdidas directas e indirectas. De éstos insectos se ha considerado a aquellos que causan perjuicio económico para clasificarlos en tres categorías: insectos plaga clave, ocasionales y potenciales. El trabajo de investigación realizado se dedico a los considerados como plaga clave para el cultivo de la quinua en el



Altiplano Sur: la polilla de la quinua (*Eurysacca melanocampta*), la presencia de esta plaga es más acentuada en la parte sur de nuestro país.

El contenido del presente documento expresa el análisis de la fluctuación del insecto en estado larval y adulto con datos registrados en campo. Por medio de los niveles de infestación larval de la polilla, se obtuvieron datos de rendimiento en cuatro variedades de quinua. Estos datos también nos permitieron comparar los daños ocasionados en el grano por el efecto de la infestación larval. El presente trabajo pretende aportar conocimientos para la implementación de diferentes controles y oportuna para reducir la pérdidas ocasionadas por esta plaga.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. General**

Evaluar los niveles de infestación y fluctuación de la población insecto-plaga en el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en las condiciones agroclimáticas del Altiplano Sur de Bolivia.

### **1.1.2. Específicos**

- Analizar la fluctuación de la polilla de la quinua en las condiciones de la zona.
- Evaluar el rendimiento de grano de las cuatro variedades del cultivo de la quinua.
- Comparar los daños ocasionados en el grano por efecto de infestación de larvas.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Cultivo de la quinua**

Según Mujica (2004), las zonas de producción de la quinua en el área andina, están ubicadas en Perú, Bolivia, Colombia y Ecuador principalmente, aunque se cultiva en Chile, Argentina y Venezuela.

En Bolivia la zona de mayor producción es el área comprendida en el Altiplano Sur, en los salares de Uyuni, Salinas de Garci Mendoza, Coipasa, Llica y Nor Lípez, cuyo cultivo se efectúa en forma tradicional utilizando tecnología ancestral andina y con características excepcionales únicas del cultivo y cosecha, pues es una zona agroecológica donde solamente se produce la quinua con precipitaciones pluviales que no exceden de los 250 mm por año, el cultivo se ha intensificado debido a la demanda de este grano en el exterior sobre todo por sus características de grano grande y producidos en forma natural orgánica, sin embargo la demanda ha disminuido en el exterior por diferentes causas entre ellas el uso excesivo de pesticidas fertilizantes, así como causas de otra índole.

Existe una gran diversidad de variedades de Quinua Real que producen en el Altiplano Sur, pero solo unos cuantos son los que se cultivan con fines comerciales como la Real Blanca, Toledo, Pandela, Pisankalla, Mok'o, Puñete, y otros (PROINPA, 2006).

### **2.2. Cultivo de quinua en la planicie en el Altiplano Sur**

En los años 70's, con la introducción de la maquinaria se intensificó la producción de quinua, ampliándose la superficie cultivada en todas las zonas en proporciones alarmantes, sin planificación adecuada, a veces sin tomar en cuenta la vocación agrícola de los suelos, llegando inclusive a habilitar suelos totalmente marginales que

no eran aptos para el cultivo de quinua, provocando un daño irreversible al ecosistema de la región.

Comparativamente los costos de producción en planicie, son menores que en ladera. El tractor se utiliza para roturar suelos, sembrar, trillar y trasladar la cosecha. Además con maquinaria agrícola, el agricultor puede hacer un cultivo extensivo de quinua, aunque los rendimientos a veces no siempre sean los esperados. (PROINPA, 2005)

### **2.3. Fases Fenológicas del cultivo**

Mújica (2004), mencionan que la fenología son los cambios externos visibles del proceso de desarrollo de la planta, desde la germinación hasta la formación de nuevas semillas, los cuales son el resultado de las condiciones ambientales, cuyo seguimiento es una tarea muy importante para agrónomos y agricultores, puesto que ello servirá para efectuar futuras programaciones de las labores culturales, riegos, control de plagas y enfermedades, aporques, identificación de épocas críticas; asimismo le permite evaluar la marcha agrícola y tener una idea concreta sobre los posibles rendimientos de sus cultivos, mediante pronósticos de cosecha, puesto que el estado del cultivo es el mejor indicador del rendimiento.

La quinua presenta fases fenológicas bien marcadas y diferenciales, las cuales permiten identificar los cambios que ocurren durante el desarrollo de la planta, se han determinado doce fases fenológicas.

- **Emergencia:** es cuando la plántula sale del suelo extiende las hojas cotiledonales, pudiendo observarse en el surco las plántulas en forma de hileras nítidas, esto ocurre de los 7 a 10 días de la siembra, siendo susceptibles al ataque de aves en su inicio, pues como es dicotiledónea, salen las dos hojas cotiledonales protegidas por el episperma y pareciera mostrar la semilla encima del talluelo facilitando el consumo de las aves, por la succulencia de los cotiledones.

- **Dos hojas verdaderas:** es cuando fuera de las hojas cotiledonales, que tienen forma lanceolada, aparecen dos hojas verdaderas extendidas que ya poseen forma romboidal y se encuentra en botón el siguiente par de hojas, ocurre de los 15 a 20 días después de la siembra y muestra un crecimiento rápido de las raíces. En esta fase se produce generalmente el ataque de insectos cortadores de plantas tiernas tales como *Copitarsia turbata*.
- **Cuatro hojas verdaderas:** se observan dos pares de hojas verdaderas extendidas y aún están presentes las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose en botón foliar las siguientes hojas del ápice en inicio de formación de botones en la axila del primer par de hojas; ocurre de los 25 a 30 días después de la siembra, en esta fase la plántula muestra buena resistencia al frío y sequía; sin embargo es muy susceptible al ataque de masticadores de hojas como *Epitrix subcrita* y *Diabrotica* de color.
- **Seis hojas verdaderas:** en esta fase se observan tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledonales se tornan de color amarillento. Esta fase ocurre de los 35 a 45 días de la siembra, en la cual se nota claramente una protección del ápice vegetativo por las hojas más adultas, especialmente cuando la planta está sometida a bajas temperaturas y al anochecer, stress por déficit hídrico o salino.
- **Ramificación:** se observa ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo, las hojas cotiledonales se caen y dejan cicatrices en el tallo, también se nota presencia de inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja, ocurre de los 45 a 50 días de la siembra, en esta fase la parte más sensible a las bajas temperaturas heladas no es el ápice sino por debajo más sensible a las bajas temperaturas que afectan a las plantas, se produce el “Colgado” del ápice. Durante esta fase se efectúa el aporque y fertilización complementaria para las quinuas de valle.

- **Inicio de panojamiento:** la inflorescencia se nota que va emergiendo del ápice de la planta, observando alrededor aglomeración de hojas pequeñas, las cuales van cubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes; ello ocurre de los 55 a 60 días de la siembra, así mismo se puede apreciar amarillamiento del primer par de hojas verdaderas (hojas que ya no son fotosintéticamente activas) y se produce una fuerte elongación del tallo, así como engrosamiento. En esta etapa ocurre el ataque de la primera generación.
- **Panojamiento:** la inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman; asimismo, se puede observar en los glomérulos de la base los botones florares individualizados, ello ocurre de los 65 a 70 días después de la siembra, a partir de esta etapa hasta inicio de grano lechoso se puede consumir las inflorescencias en reemplazo de las hortalizas de inflorescencias tradicionales.
- **Inicio de floración:** es cuando la flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres separados, ocurre de los 75 a 80 días de la siembra en esta fase es bastante sensible a la sequia y heladas; se puede notar en los glomérulos las anteras protegidas por el perigonio de color verde limón.
- **Floración:** la floración es cuando el 50% de las flores de la inflorescencia se encuentran abiertas, lo que ocurre de los 90 a 100 días después de la siembra. Esta fase es muy sensible a las heladas, pudiendo resistir solo hasta -2 °C, debe observarse la floración a medio día, ya que en horas de la mañana al atardecer se encuentran cerradas, así mismo la planta comienza a eliminar las hojas inferiores que son menos activas fotosintéticamente, se ha observado que en esta etapa cuando se presentan altas temperaturas que superan los 38 °C se produce aborto de las flores, sobre todo en invernaderos o zonas desérticas calurosas.
- **Grano lechoso:** el estado de grano lechoso es cuando los frutos que se encuentran en los glomérulos de la panoja, al presionar con los dedos revientan y

dejan salir un líquido lechoso, lo que ocurre entre 100 a 130 días de la siembra, en esta fase el déficit hídrico es sumamente perjudicial para el rendimiento, disminuyéndolo drásticamente.

- **Grano pastoso:** el estado de grano pastoso es cuando los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, lo que ocurre de los 130 a 160 días de la siembra, en esta fase el ataque de la segunda generación de kcona kcona causa daños considerables al cultivo, formado nidos y consumiendo el grano.
- **Madurez fisiológica:** es cuando el grano formado es presionado por las uñas, presenta resistencia a la penetración, ocurre de los 160 a 180 días después de la siembra, el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16 %, el lapso comprendido de la floración a la madurez fisiológica vienen a constituir el período de llenado del grano, asimismo en esta ocurre un amarillamiento completo de la planta y una gran defoliación (Mújica, 2004)

## **2.4. Plaga**

Un insecto u otro organismo se constituye en una plaga cuando ha alcanzado un nivel poblacional que es suficiente para causar pérdidas económicas (Ves, 2005), lo que incluye a vertebrados, artrópodos, moluscos, gusanos, insectos y malezas quienes ocasionan daño, producido por una acción.

### **2.4.1. Categorías de plagas**

No todas las poblaciones fitófagas en un campo agrícola son plagas, ni todas las plagas presentan la misma persistencia en sus daños. De ahí que se distinguen categorías de plagas insectiles de acuerdo al daño que pueden ocasionar en el cultivo y su gravedad. Estas plagas se clasifican en plagas claves, ocasionales y potenciales (Ortiz, 2001)

**Plagas Claves:** Insectos que, en forma constante, año tras año y en grandes poblaciones, se presentan en el cultivo ocasionando daños económicos de importancia; generalmente es solo una o dos especies.

**Plagas Ocasionales;** Son poblaciones de insectos que se presentan en cantidades perjudiciales solamente en ciertas épocas o cuando encuentran condiciones favorables para el crecimiento de su población, estas condiciones pueden ser climáticas, alimenticias, ausencia temporal de represión por enemigos naturales o variaciones en las prácticas culturales.

**Plagas Potenciales:** Insectos que bajo las condiciones naturales del campo no perjudican la producción, debido a su baja población. Pero en condiciones favorables (climáticas, alimenticias) aumentarían su población o cambiarían su hábito alimenticio y pueden pasar a ser plagas ocasionales o hasta claves.

## **2.5. Principales plagas del cultivo de la quinua**

Son muchas las especies que afectan al cultivo de la quinua, así, por ejemplo Ortiz y Zanabria (1979), identificaron 16 especies, las cuales fueron clasificados por su comportamiento en: cortadores de hojas tiernas, minadores y destructores de grano, masticadores, defoliadores y picadores chupadores.

Así mismo Alvarado (1981) y Laura (1980), coinciden en afirmar que las principales plagas de la quinua son los Ticonas y Kcona kcona, y otras especies carecen de importancia, porque se presentan en densidades poblacionales, bajas, no afectan directamente al producto.

Investigaciones realizadas por Sánchez (1995), mencionado por Risi (2007) indica que se han identificado las principales plagas que afectan seriamente al cultivo de quinua en el Altiplano Sur de Bolivia sobre todo los insectos plagas como la kcona kcona (*Eurysacca melanocampta*) y los ticonas (*Felthia* sp. *Agrotis* sp. y *Spodoptera*),

afectando en la producción de granos ocasionando notables pérdidas llegando hasta un 32 % con Ticonas (según Ortiz et al. 1991 citado por Lutino, 2009) y 20 a 45% entre ambas (según Saravia y Aroni citado por Lutino, 2009). En Bolivia, estudios realizados por Saravia y Quispe (2005), coinciden al señalar que las pérdidas causadas por estas plagas oscilan entre 5 a 67%, con un promedio de 33% en el altiplano sur.

### **2.5.1. Polilla de la quinua**

Al estado larval se denomina "kcona kcona", "kjanko" o kcanco-curu" por su hábito alimentario oligofaga, además de tener como principal planta hospedera a la quinua ataca también a la kañawa, ajaras (quinua silvestres), amarantos, haba, tarwi y algunas malezas como el paico especialmente en las épocas que no existe cultivo (Ortiz, 2001).

El nombre común en quechua significa "moledor" o "gusano frotador", las larvas de la segunda generación se alimentan en la fase de grano lechoso y pastoso, ocasionando, polvo blanco al pie de la planta producto de la destrucción de los granos (Ortiz, 2001)

La polilla de la quinua se encuentra en todas las zonas donde se cultiva la quinua, pero en el altiplano sur de nuestro país su presencia es alta, donde se pueden observar hasta 250 larvas por planta.

#### **2.5.1.1. Clasificación Taxonómica de la Polilla de la quinua**

Delgado (1989), citado por Mamani (2009), clasifica a la polilla de la quinua de la siguiente forma:

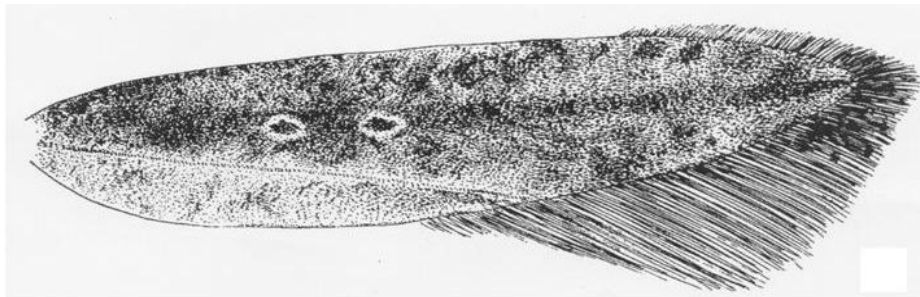
|            |   |             |
|------------|---|-------------|
| Phylum     | : | Arthropoda  |
| Sub-Phylum | : | Mandibulata |
| Clase      | : | Insecta     |



|          |   |  |
|----------|---|--|
| Orden    | : | lepidóptera  |
| Familia  | : | Gelechiidae  |
| Genero   | : | Eurysacca  |
| Especie  | : | <i>Eurysacca melanocampta</i> Meyrick                                    |
| N. Común | : | “Polilla de la quinua” “kcona kcona”, “Kjanko ”<br>pegador de hoja, etc. |

### 2.5.1.2. Morfología y biología de la polilla de quinua

Rasmussen (2001), indica que la especie *Eurysacca melanocampta* presenta: ala anterior gris parduzca oscura, con una estrecha banda central aún más oscura a lo largo; dos manchas oscuras, ovoides, en el centro del ala, nítidamente rodeadas por escamas claras. Estas características mencionadas hacen que sean diferentes con otras especies.



**Figura 1. Ala anterior derecha, vista dorsal. *Eurysacca melanocampta* (Meyrick, 1971)**

Fuente: Rasmussen, 2001

Ortíz (2001), señala que la polilla es un insecto de metamorfosis completa (adulto, huevo, larva y pupa) a continuación se presentan los siguientes estados de la polilla de la quinua:

**Estado Adulto:** la polilla es pequeña, mide de 8 a 9 mm de largo y 14 a 16 mm de expansión alar. Su cabeza es pequeña y tiene dos ojos grandes cubiertos de muchas

escamas, con palpos labiales bien grandes y antenas filiformes largas, que sobrepasan la mitad del tamaño del cuerpo. Tiene dos pares de alas; las alas anteriores son de color gris parduzco, con manchas negruzcas.

En tamaño las alas anteriores son más largas y estrechas que las alas posteriores, presentando en su margen externo una serie de pelos pequeños. Mientras tanto, las alas posteriores son de color gris claro, más cortas y anchas que las anteriores y bordeadas de largos y finos pelo en todo su margen.

Las polillas adultas de la quinua según PROINPA (2006) viven aproximadamente 55 días, mientras que Quispe (1979) citados por Ortiz (2001) y Lutino (2009) indica que los adultos viven de 30 a 35 días. Durante el momento de oviposición (cuando depositan huevos), las hembras ponen entre 40 a 150 huevos (PROINPA, 2006)

**Estado de huevo:** los huevos se caracterizan por ser pequeños, miden de 0.4 a 0.5 mm. Su forma es como un pequeño globo de cáscara lisa, es cremoso en el momento de la oviposición y blanco cenizo dos días antes del nacimiento.

El periodo de incubación de los huevos es aproximadamente nueve días, después del cual nacen pequeñas larvas (PROINPA, 2006)

**Estado de larva:** de tipo eruciforme, que presenta tres pares de patas torácicas y cinco pares de patas abdominales, el cuerpo alargado, el color varía de amarillo verdoso a marrón con manchas rojizas en la región del dorso.

Las larvas pasan por cinco estadios para completar su desarrollo y cambiar de estado.

- El primer estadio dura aproximadamente cinco días y tiene un tamaño máximo de 0.85 mm.
- El segundo estadio dura cuatro días y tiene un tamaño de 2 a 2.5 mm.

- El tercer estadio tienen una duración de cuatro días y un tamaño de 2.5 a 4 mm.
- El cuarto estadio tiene una duración de 8 días y un tamaño de 4 a 7 mm.
- El quinto estadio tiene una duración de 8 días y un tamaño de 10 a 12 mm.

La polilla de la quinua está en estado de larva entre 27 a 30 días (PROINPA, 2006)

**Estado de pupa:** son de tipo obtectas, miden de 6 a 8 mm de color marrón claro a oscuro, empupan en el suelo y ocasionalmente en panojas de plantas con madurez fisiológica o en *parvas* (Ortiz, 2001), durante este estado la larva se transforma en polilla dentro de un capullo delgado, inicialmente este capullo es de color verde amarillento, luego se vuelve de un color marrón claro y cuando el adulto está cerca a nacer el capullo cambia un color marrón oscuro, tiene una duración aproximada de 23 días (PROINPA, 2006)

**El ciclo biológico**, de la polilla de la quinua puede variar de 75 (Ortiz y Zanabria, 1979) a 83 días (Zanabria y Benegas, 1997), mientras que PROINPA (2006) afirma que el ciclo de vida de la polilla tiene una duración de 114 días, desde que nace hasta que muere. Con dos generaciones traslapadas por ciclo estacional.

Generalmente, el cuadro de vida en los diferentes estados de desarrollo no es constante, está condicionada por características intrínsecas inherentes a la especie y características extrínsecas del medio físico, en este último, el clima como factor densidad-independiente (limitativo o favorable) tiene acción directa en el ciclo vital (Ortiz, 2001)

### **2.5.1.3. Comportamiento de la polilla de la quinua**

Los adultos son de actividad nocturna es decir, de día permanecen entre las plantas pero si son molestados se les puede ver volando. Depositán los huevos en el envés de las hojas y en los brotes de la planta de quinua en forma aislada o en grupos de dos a seis huevos. Las larvas recién nacidas destruyen el parénquima de las hojas y

el ovario de las flores o los granos que están en estado lechoso. A partir del tercer estadio, las polillas se comportan como pegadoras de hojas y forman una especie de estuche sedoso de color blanco y pegajoso donde se esconden la mayor parte del día.

Estos estuches también se encuentran dentro de la inflorescencia y en el interior de las panojas. La mayor actividad de la larva ocurre durante las primeras horas del día y la noche. Las larvas se reconocen fácilmente porque al ser tocadas mueven la parte terminal del abdomen, como la cola de un pescado. Una vez que las larvas completan su desarrollo empupan en el suelo dentro de las grietas o debajo de la hojas secas y terrones (PROINPA, 2006)

#### **2.5.1.4. Daños ocasionadas al cultivo de la quinua por la polilla**

Las larvas de la polilla según Hidalgo y Jacobse (2007) mencionados por Lutino (2009) indican que hacen su aparición aproximadamente a los 45 días después de la siembra derivando en ataques intensos especialmente en los períodos de sequía y con temperaturas relativamente altas. En este sentido las larvas de la primera generación (noviembre-diciembre) minan y destruyen las hojas e inflorescencias en formación, pegan las hojas tiernas de los brotes y las enrollan. Mientras que las larvas de la segunda generación (marzo-mayo), atacan plantas en maduración se alimentan de los granos pastosos y secos en el interior de las panojas.

También Mujica (2004) menciona que el efecto nocivo de *kona kona* se expresa en dos niveles: daño larval sobre la planta y perjuicio larval a la planta. En el daño larval la capacidad productiva de la planta se reduce. Las larvas de la primera generación minan y se alimentan del parénquima de las hojas, pegan hojas y brotes tiernos, destruyen inflorescencias en formación.

La segunda generación destruye inflorescencias formadas, granos lechosos, pastosos y maduros (Ortiz, 1993). Esta última generación alcanza una tasa de

crecimiento porcentual de 30 a 35, habiendo registrado más de 200 larvas en una planta.

Zanabria y Benegas, citado por Huanacuni (2001) manifiestan que, la planta de quinua es atacada por la “kcona kcona” (polilla de la quinua) durante todo su periodo vegetativo, ocasionando daños múltiples. Durante los meses de noviembre a diciembre de cada campaña agrícola, las plantas jóvenes son dañadas por las larvas correspondientes a la primera generación. Éstas minan el limbo de las hojas para alimentarse del parénquima, destruyendo las inflorescencias en formación y pegan los brotes y hojas tiernas, enrollándolas para construir los estuches sedosos o “escombritos”.

Huanacuni (2001) aporta haciendo notar que en las infestaciones intensas las plantas parecen arropolladas y en pocos días pueden destruir el cultivo, asimismo las larvas de la segunda generación causan daños aproximadamente en el mes de febrero. En la fase de floración, destruyen los botones florales, flores, glomérulos de las inflorescencias y granos lechosos.

Por otro lado PROINPA (2006), afirma que el ataque de esta plaga puede prolongarse en las “parvas” o montones de quinua durante el secado, por tanto, las larvas de la segunda generación son las que ocasionan mayores daños económicos al cultivo de la quinua.

## **2.6. Dinámica de poblaciones**

Silveira (1976), menciona que la dinámica poblacional es la parte que se encarga de estudiar las poblaciones desde el punto de vista numérico, esto es para determinar el tamaño, la abundancia, y la distribución de individuos de una población en cualquier área. Se sabe, que el numero de individuos de cualquier población esta es dependencia directa de los factores del medio ambiente y cuando los factores

favorables sobrepasan a los desfavorables, la población aumenta y al contrario la población disminuye.

Refiriéndose a la fluctuación de las plagas, Cisneros (1980) indica que en el transcurso del tiempo, las poblaciones de insectos presentan fluctuaciones marcadas en que se alternan altas y bajas densidades. Estas fluctuaciones suelen estar asociadas con las variaciones estacionales con la acción de los enemigos naturales y con la relativa disponibilidad de alimentos, el estudio de las fluctuaciones y de los mecanismos que la producen constituyen al tema de la dinámica de poblaciones.

Las fluctuaciones poblacionales en condiciones naturales según Silveira (1976), pueden ser de los siguientes tipos: **fluctuaciones irregulares**, cuando aparecen ciertas poblaciones separadas por muchos años y de manera irregular. **Fluctuaciones regulares**, donde pueden haber fluctuaciones con periodos de varios años; **fluctuaciones anuales**, que corresponden a los datos de fluctuaciones en los diferentes meses del año, de donde se puede determinar los picos poblacionales y las épocas de apareamiento de los insectos y finalmente **fluctuaciones estacionales** donde los insectos presentan una mayor actividad en las estaciones más favorables del año.

Sin embargo Mujica (2004), refiriéndose a la población de adultos y larvas de la polilla de la quinua no es constante, desde la preparación del suelo hasta la cosecha ocurren altas y bajas densidades de poblaciones. La densidad larval durante el desarrollo del cultivo es heterogénea y ascendente, la primera generación es menor en oposición a la segunda generación.

También Mujica (2004), indica que la dinámica poblacional está determinada por factores bióticos (predadores y parasitoides) y abióticos (temperatura, lluvias, etc.)

## **2.7. Factores que afectan la fluctuación**

### **2.7.1. Temperatura**

Los insectos son organismos que no pueden regular su temperatura fisiológica. El proceso de metabolismo produce calor fisiológico de combustión, pero no sirve para mantener la temperatura fisiológica. Los insectos son de organismo poiquilotérmico, comparado con el ser humano que mantienen su temperatura fisiológica, llamado homoiotérmico.

Entonces los insectos dependen en su fisiología, movimiento, comportamiento y reproducción de la temperatura ambiental. Los insectos que viven en áreas nevadas son usualmente de color negro, para optimizar el calor radial del sol, mientras que los insectos del desierto son de color blanco, gris o amarillo para reducir la reflexión de luz (Rogg, 2000)

### **2.7.2. Humedad relativa**

Los insectos tienen que regular activamente su metabolismo de agua. Los insectos tienen, en relación su masa, una superficie muy grande. Las pérdidas de agua se dan por transpiración sobre la superficie del insecto y también por la respiración y excreción. Aunque la cutícula reduce la transpiración a través del integumento y los tubos de Malpighi reducen la pérdida de agua por excreción, el insecto depende de la humedad ambiental (Rogg, 2000)

### **2.7.3. Precipitación**

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

### **3. LOCALIZACIÓN**

#### **3.1. Características del Altiplano Sur**

El Altiplano Sur es una región formada de llanuras y de volcanes se caracteriza por tener suelos arenosos a franco-arenosos, de poca estructura y reducida materia orgánica (0.5 a 1%). Las precipitaciones anuales medias varían de 250 mm/año al norte del Salar de Uyuni a 110 mm/año al sur y oeste del salar y se concentran en un período corto del año (diciembre a abril). La época de estiaje (invierno) se caracteriza por fuertes vientos que pueden llegar a velocidades de 60 km. Las temperaturas medias mensuales fluctúan entre 8 y 20°C (Laguna, 2000)

En la zona norte del Salar se cuenta con 200 a 220 días de heladas por año, mientras que en las demás zonas se pueden alcanzar más de 250 días con temperaturas negativas. Asimismo, abundan microclimas en esta región. Esquemáticamente, se distinguen tres micro-zonas agro-climáticas.

La pampa es la zona con mayor riesgo de heladas y sequía y tradicionalmente dedicada al pastoreo. La ladera baja de los volcanes con menor riesgo de heladas y mayor precipitación es tradicionalmente usada para la agricultura. La parte alta de los volcanes con menor régimen hídrico que la anterior zona y mayor riesgo de heladas se destina esencialmente a la crianza extensiva de llamas (Laguna, 2000)

#### **3.2. Ubicación de la zona de estudio**

El presente estudio fue realizado en el período agrícola 2008-2009 en la Comunidad de Irpani, se ubica a orillas del salar de Uyuni y al pie del volcán Thunupa, en el Cantón Jirira, en la primera Sección del Municipio Salinas de Garci Mendoza, de la provincia Ladislao Cabrera del departamento de Oruro, a una Latitud Sur de 19° 45' 20.6" y una longitud Oeste de 67° 41' 14.1" y su altitud de 3684 m.s.n.m.



### 3.2.1. Características ecológicas

Salinas de Garci Mendoza se encuentra en la eco región correspondiente a la Región Andina y de Puna, en la unidad denominada Puna semiárica a Desértica. Como consecuencia de los factores climáticos extremos, la altitud sobre el nivel del mar, la vegetación del área de estudio tienen un carácter xeromórfico o xerofítico, con algunas variaciones en zonas favorecidas por un microclima local.

La vegetación de la región está bajo presión del hombre que durante mucho tiempo ha estado extrayendo selectivamente los arbustos de los denominados tholares (*Braccharis incarun* y *Paratrephia lepidophylla*) como fuente de leña también en las zonas rocosas la yareta se considera amenazada de extinción (Pacheco, 2004)

A orillas del salar en la zona montañosa la vegetación está caracterizada por especies de la familia Cactaceae, representado por grandes cactus columnares (*Trichocereus pasacana*) de hasta doce metros que fructifican una vez al año; las “pasakanas” (frutos) son parecidos a las tunas y apreciadas por ser de los pocos productos frescos del lugar. También el amañoco o amañoque (*Ombrophytum sp.*) es considerado un fruto comestible.

La fauna silvestre se caracteriza por la presencia de diferentes especies de origen Andino-Patagónico. Podemos mencionar llamas (*Lama glama*), vicuñas (*Vicuña vicugna*), wisk’acha (*Lagidium vicaccia*), zorro andino (*Canis sp.*), suri (*Ptrecnemia pennata*), liebres (*Lepus capensis*), puma (*Felis concolor*) (Pacheco, 2004)

### 3.2.2. Características del suelo

En la provincia Ladislao Cabrera los sedimentos en las zonas planas de los alrededores del salar contienen elevadas cantidades de sales solubles debido al aporte de sales de todas las cuencas y a la concentración paulatina. Estas sales acumuladas en sedimentos contribuyen a la concentración de sales en los suelos

formados a partir de estos materiales. En la época seca se forma afloramientos salinos en la superficie del suelo son imperfectamente drenados anegándose en la época de lluvias (Pacheco 2004)

### 3.3. Características climáticas de la zona

Los datos de la estación meteorológica de Salinas de Garci Mendoza presentado por Pacheco (2004), indica que las lluvias son escasas y distribuidas irregularmente, la precipitación es de 325,4 mm, la temperatura media de 8,9 °C y las temperaturas mínimas anuales son inferiores a 0°C. Los vientos son muy intensos durante casi todo el año, pudiendo alcanzar velocidades superiores a 25 m/s con una dirección predominante del Noreste al sureste.

Los datos climáticos registrados por medio de la estación automática instalada en la Comunidad de Irpani proporcionan datos de temperatura, precipitación y humedad etc., que se muestran a continuación.

#### 3.3.1. Temperatura (°C)

La figura 2 muestra los datos registrados de temperatura diaria en la estación meteorológica automática promediados a mensuales.

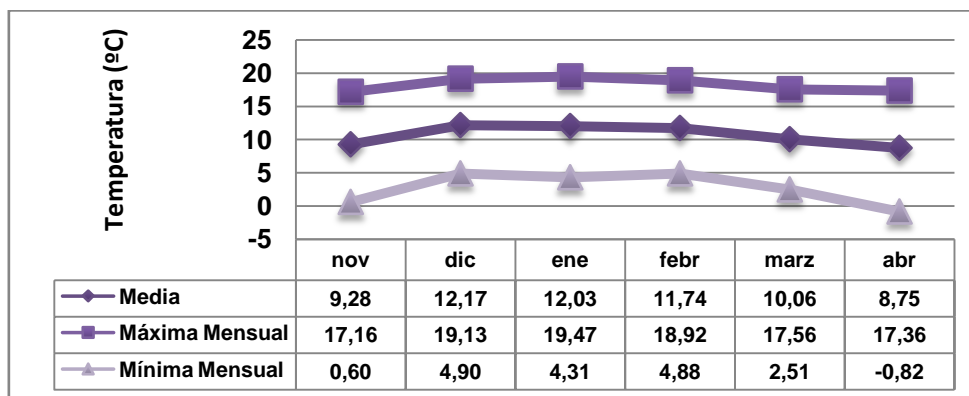


Figura 2. Temperaturas Mensuales, de noviembre a abril, registradas por estación climática en la Comunidad de Irpani

En la presente figura se observa, la variación de la temperatura (media, mínima, máxima) a partir del mes de noviembre del 2008 hasta abril del 2009. Según los registros, se ve claramente que la temperatura varía, es diferente de un mes a otro en el año agrícola que se realizó el estudio.

La figura 3 muestra los datos de temperatura mínima y máxima semanal a partir del mes de noviembre hasta el mes de abril, se observa que la temperatura no es constante se comporta dinámicamente.

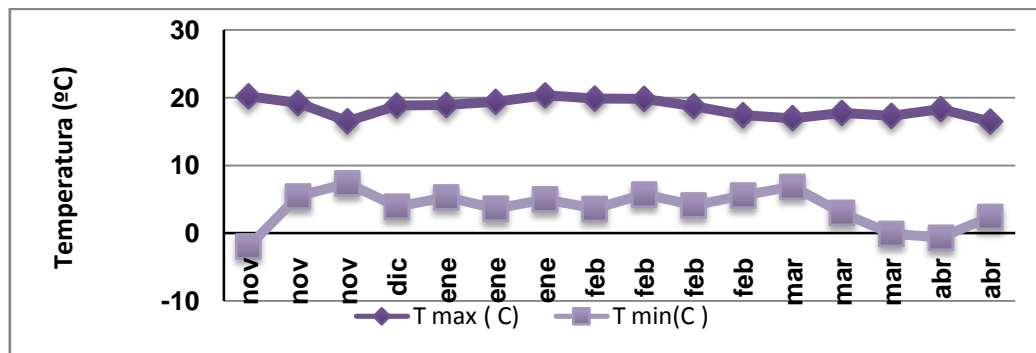


Figura 3. Temperaturas medias semanales registradas en la Comunidad de Irpani

### 3.3.2. Precipitación (mm)

Esta región se caracteriza por presentar épocas lluviosas en los meses de diciembre a febrero (Pacheco, 2004), también Lutino, (2009) indica que se registraron precipitaciones de 287,19 mm en el año agrícola 2007-2008.

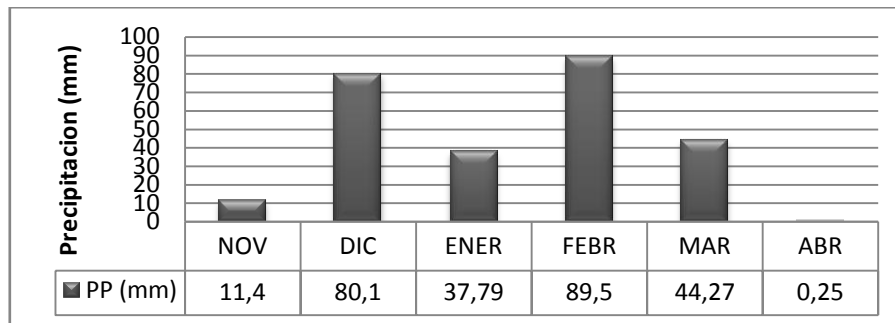
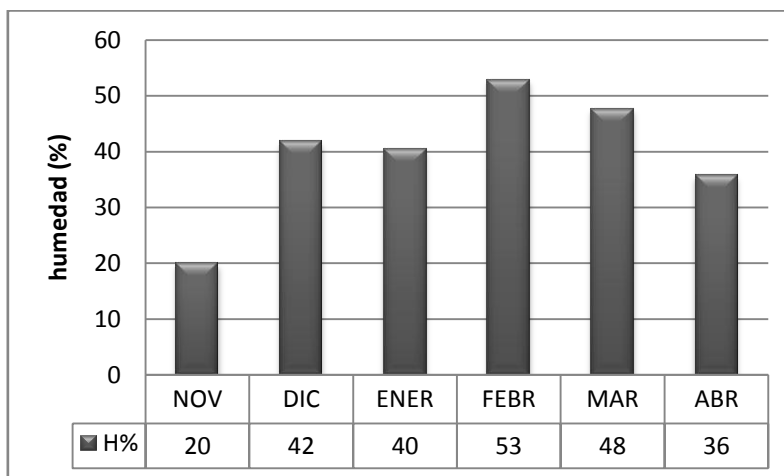


Figura 4. Precipitación registrada por la estación climática. Año agrícola 2008-2009. Comunidad Irpani

Para el año agrícola 2008 – 2009 después de este año agrícola se registraron precipitaciones de 263,31 mm considerando los meses más lluviosos en diciembre 80,1 mm y febrero 89,5 mm, entre el mes de enero y marzo las precipitaciones alcanzaron a 37,79 y 44,27 mm a diferencia de los meses de noviembre y abril donde las precipitaciones son bajas.

### 3.3.3. Humedad relativa (%)



**Figura 5. Humedad relativa registrada en la Comunidad Irpani. Año agrícola 2008-2009**

La humedad relativa obtenida con la estación meteorológica revela que en el mes de febrero el grado de saturación del aire muestra mayor valor (53%) que el resto de los meses.

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. Materiales**

- **Vegetal**

En el estudio se utilizaron cuatro variedades de quinua (Toledo, Negra, Puñete, y Rosa blanca), utilizadas en Comunidad de Irpani.

- **De campo**

Tablero de campo, lámparas de luz, estacas de madera, cinta métrica, flexómetro, linternas, bañadores, detergente en polvo, callapos, pilas recargables, pala, picota, cámara fotográfica, cartulina, vernier, libro de campo, lupa, frascos de plástico, tul, alambres, marcadores indelebles, tela blanca, pinzas.

- **De gabinete y laboratorio**

Computadora, máquina de calcular, planillas, cuaderno de registros, balanza analítica, frascos de vidrio.

### **4.2. Metodología**

#### **4.2.1. Diseño Experimental**

Para el análisis de la fluctuación de las polillas se hizo por medio de correlaciones y para comparar el rendimiento de grano de quinua en las cuatro variedades, se utilizó el diseño bloques completos al azar con dos factores.

## Modelo lineal aditivo

$$X_{IJ} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} + \varepsilon_{Ijk}$$

$X_{IJ}$  = Una observación cualquiera

$\mu$  = Media general

$\beta_j$  = Efecto del k-ésimo bloque

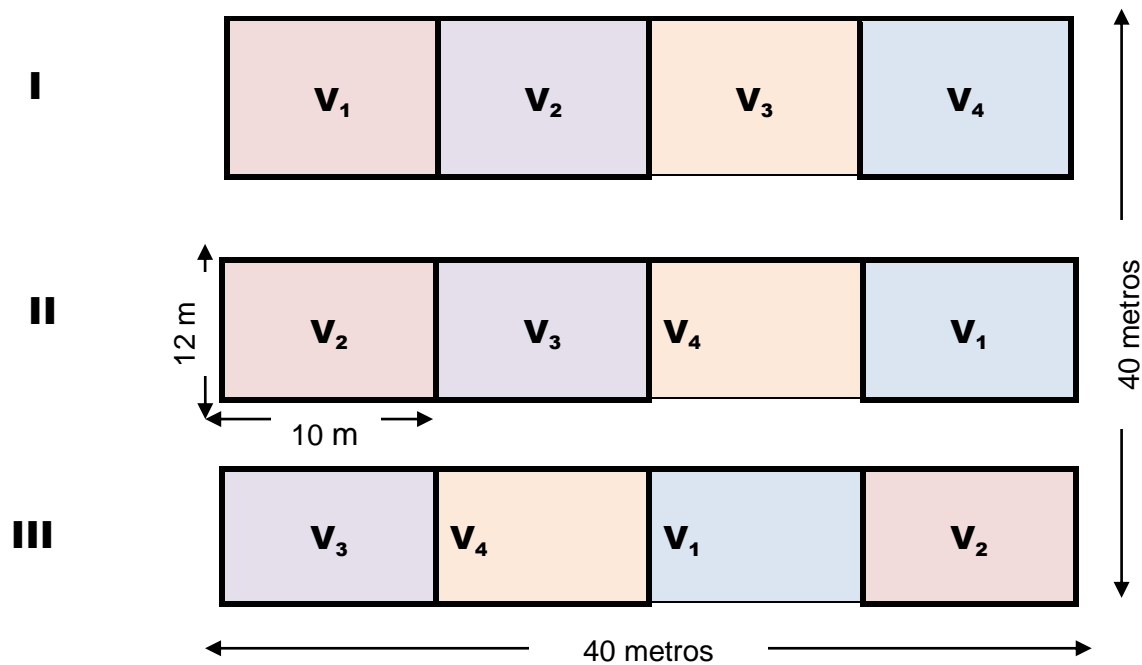
$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo factor V (Variedades)

$\gamma_j$  = Efecto de j-ésimo factor N (Niveles de infestación larval)

$(\alpha\gamma)_{ij}$  = Interacción del i-ésimo factor V con el j-ésimo nivel N

$\varepsilon_{ij}$  = Error Experimental

### 4.2.2. Croquis del experimento



### Factores de estudio

#### Factor: Variedades (V)

- $v_1$  = variedad Negra
- $v_2$  = variedad Puñete
- $v_3$  = variedad Rosa blanca
- $v_4$  = variedad Toledo

#### Factor: Niveles de infestación de larvas (N)

- $n_1$  = Testigo (0 Larvas)
- $n_2$  = 5 Larvas
- $n_3$  = 10 Larvas
- $n_4$  = 15 Larvas
- $n_5$  = 20 Larvas

### 4.2.3. Procedimiento de cultivo

#### 4.2.3.1. Preparación de suelos

La preparación del terreno fue realizado en el mes de enero 2008, siguiendo las practicas realizadas por los agricultores, que consiste en arar la tierra con el tractor de arado de discos y dejarla en este estado durante un tiempo, para capturar la humedad del suelo, que depende mucho de las precipitaciones que existe en la zona, siendo indispensable para la germinación de la semilla.

También se realizó el abonamiento de las parcelas en el mes de enero con estiércol de llama facilitando nutrientes al cultivo de la quinua en el siguiente año agrícola.

#### 4.2.3.2. Siembra

La siembra se realizó con el tractor y la sembradora utilizando las semillas de las siguientes variedades: Toledo, Rosa blanca, Puñete, y la variedad Negra que son utilizadas en la zona. La sembradora deposita aproximadamente 50 semillas por golpe. La distancia entre plantas es de un metro y entre surcos un metro.

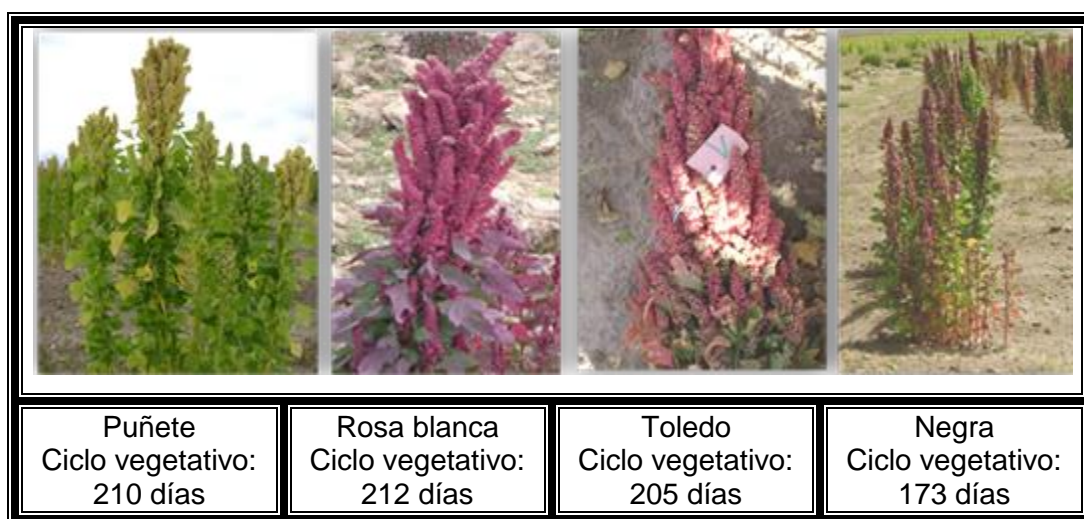


Figura 6. Cuatro variedades utilizadas en el estudio

#### 4.2.3.3. Labores culturales

El cultivo de la quinua no requiere de muchos cuidados, ya que en la zona la existencia de malezas es baja, debido a la poca precipitación del lugar. El control de plagas y enfermedades se efectúa manualmente; en caso de ser necesarias.

#### 4.2.3.4. Cosecha

La cosecha de la quinua de la variedad negra fue realizada el 29 de marzo y en las otras variedades se realizó el 14 de abril, juntamente con los productores de acuerdo a la madurez fisiológica de los granos. Las plantas muestreadas fueron cosechadas para verificar la presencia de larvas. Y realizar las comparaciones de rendimiento entre variedades de quinua.

- **Siega o corte**, se lo realizó cuando las plantas llegaron a la madurez fisiológica y empezaron a caer las hojas. Para el corte de la planta se hizo con la utilización de hoz.
- **Secado de la planta**, luego del corte se acomodan las plantas, en el piso sobre tela blanca, ordenando las panojas por variedades, permaneciendo así hasta que los granos logren la humedad adecuada para la siguiente etapa.
- **Trilla**, para el estudio se realizó manualmente de acuerdo las plantas muestreadas. En una tela blanca de aproximadamente un metro cuadrado.
- **Tamizado**, Para el estudio el tamizado se realizó por muestras, con un pequeño tamiz fabricado manualmente (de largo 30 cm y de ancho 25 cm)
- **Venteo y limpieza**, es el proceso de separación o limpieza del grano, por medio de corrientes de aire, porque el grano tiene mayor peso que las impurezas.



- **Secado del grano**, se hizo naturalmente, colocando en bolsas, que exponiéndolos a la acción del aire, en sombra, por un tiempo de 15 días aproximadamente.

#### **4.2.4. Procedimiento de estudio**

##### **4.2.4.1. Selección de plantas para niveles de infestación**

La selección de plantas de quinua para la infestación se realizó a los 100 días después de la siembra, en la fase de inicio de floración, para ello se selecciono plantas casi similares, libre de ataque de plagas en las cuatro variedades del cultivo de la quinua. En Cada planta que se infesto con larvas de polilla y cada planta fue cubierta con tul.

##### **4.2.4.2. Plantas cubiertas con tul**

Para cubrir las plantas de quinua se utilizo como soporte maderas delgadas y alambre. La madera tenía una altura de 1,5 m, además en la parte superior, por medio de clavos se colocó alambre, en forma circular, con un diámetro de 50 cm, para que sostenga la tela tul y finalmente proteger a la planta en estudio.



**Figura 7. Planta de quinua cubierta con tul**

#### **4.2.4.3. Recolección de larvas de polilla de quinua**

Para realizar la infestación se recolectaron larvas con las hojas de la quinua, en frascos para conservarlas (dentro de los frascos se colocaron hojas de quinua). Las larvas de la polilla fueron introducidas en la fase de grano lechoso, en las plantas de quinua que ya fueron cubiertas con tul (Infestación artificial)

#### **4.2.4.4. Muestreo directo de larvas de la polilla**

El muestreo de la polilla de la quinua en estado larval se la realizó por variedad con la finalidad de conocer el número de larvas por planta y realizar la interpretación correspondiente de la fluctuación larval. El procedimiento consistió en colocar mantas entomológicas, al pie de cada planta de quinua, luego se procedió a sacudir cuidadosamente las plantas, hasta lograr que las larvas presentes, caigan sobre la manta, para su conteo respectivo y registrar los datos en planillas, esta labor se realizó cada ocho días.

#### **4.2.4.5. Instalación de trampas de luz**

Cada trampa de luz, se fabricó con una lámpara y bañador, como se puede ver en la figura 8, para sostener las lámparas se utilizó el trípode de callapo de 1,5 m de longitud. En el recipiente se añadió agua y detergente para la caída de polillas en estado adulto.



**Figura 8. Trampas de luz**

Las trampas de luz fueron instaladas en las parcelas del cultivo de la quinua, los trampeos se realizaron por las noches durante dos horas entre las 19:00 a 21:00, cada ocho días.

#### **4.2.4.6. Registro de datos climatológicos**

Se registraron datos con la ayuda de la estación meteorología automática, instalada en la comunidad Irpani, obteniéndose datos de temperatura, humedad y precipitación, etc., cada 15 minutos. Los datos fueron recuperados cada 20 días, con los datos se analizaron la fluctuación de las larvas de la polilla de la quinua por efecto de las variaciones climáticas de la zona.

### **4.3. Variables de respuesta**

#### **4.3.1. Número de larvas en la fase de inicio de panojamiento**

Se realizó el conteo de larvas al iniciar la fase de panojamiento en las cuatro variedades de quinua en estudio.

#### **4.3.2. Número de larvas en la fase de floración, grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica**

Las plantas de quinua en estudio, fueron expuestas al sacudido para que caigan a la manta entomológica y proceder al conteo de las mismas y registrar la cantidad de larvas en el libro de campo.

#### **4.3.3. Número de polillas adultos capturados por trampa**

El número de polillas capturadas en el cultivo de quinua se realizó con las trampas de luz, conociendo así la cantidad de adultos polillas.

#### **4.3.4. Rendimiento**

Una vez concluida la cosecha, la trilla, el venteado se obtuvo el grano de quinua, por planta de cada variedad, se registró los datos en gramos por planta. También se realizó la cosecha por metro cuadrado para evaluar el rendimiento de grano de las cuatro variedades.

#### **4.3.5. Índice de cosecha**

El índice de cosecha es la relación entre el peso de grano limpio, respecto al peso total de la planta (grano, mas hojas y tallos sin tomar en cuenta la raíz) en el momento de la cosecha.

#### **4.3.6. Pérdidas de grano por efecto de infestación de larvas**

Para comparar los daños ocasionados en el grano por efecto de infestación de larvas por planta se calculó la reducción del rendimiento de los tratamientos en relación al testigo y el porcentaje de grano dañado.

#### **4.3.7. Factores climáticos**

Con los datos registrados por medio de la estación climatológica, se obtuvo datos de temperatura, humedad precipitación, etc. En base a estos registros se analizaron el grado de correlación entre los factores climáticos y el insecto-plaga de la polilla (larvas-adultos) que resultan para el objetivo dos.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Análisis de la fluctuación de la polilla en las condiciones de la zona

#### 5.1.1. Número de larvas en las fases fenológicas del cultivo de quinua

##### a) Variedad Negra

La figura 9, muestra los datos de la cantidad de larvas de la polilla en la variedad Negra en sus diferentes fases fenológicas.

En la fase de panojamiento, no se registraron larvas. De la misma forma en la fase de floración. A mediados de la fase grano lechoso se registró 1 larva/planta, entre la fase de grano lechoso y grano pastoso se cuantificaron entre 10 larvas/planta respectivamente.

Llama la atención que durante la fase de grano pastoso se observa que hay un descenso en la población de larvas. La cantidad máxima que se tuvo en la fase de grano pastoso es de 4 larvas/planta. Cuando el cultivo llegó a la fase de madurez fisiológica se cuantificó 0 larvas/planta.

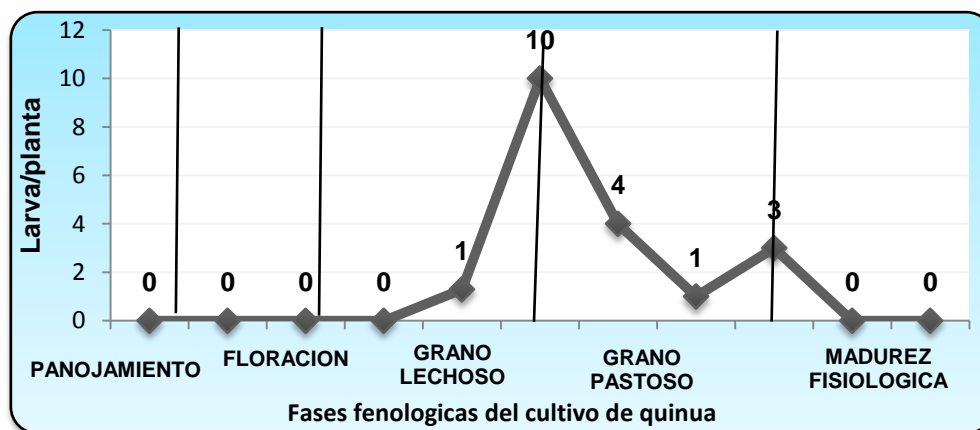
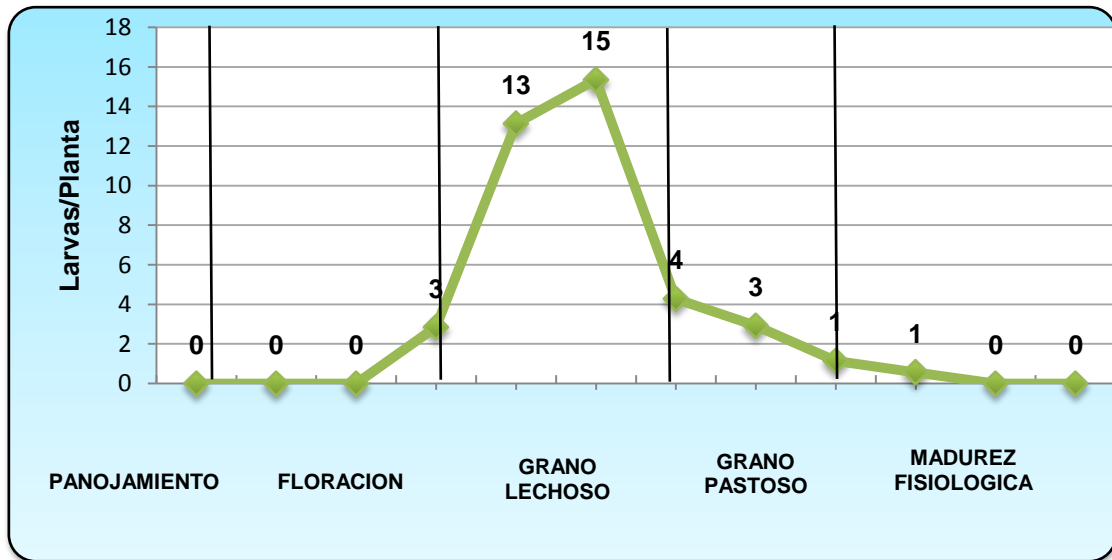


Figura 9. Larvas de la polilla en las fases fenológicas del cultivo de quinua, variedad Negra. Año agrícola 2008-2009.

En la figura 9, se identifica que la preferencia de las larvas para su alimentación es entre la fase de grano lechoso y grano pastoso. Durante la fase de grano pastoso las larvas siguen alimentándose en el interior de la panoja destruyendo a los granos de la quinua. También es muy importante aclarar que al descender la cantidad de larvas se ha observado la presencia de pupas al pie de las plantas de quinua.

### b) Variedad Puñete

En el caso de la variedad Puñete en la fase de panojamiento no se registraron larvas, en cambio en la fase floración se distingue claramente que hubo presencia de 3 larvas/planta, pero en la fase de grano lechoso hay mayor población alcanzó a 15 larvas/planta. Entre la fase de grano lechoso y grano pastoso se registró 4 larvas/planta, el alimento disponible favorece al insecto-plaga. (Figura 10)



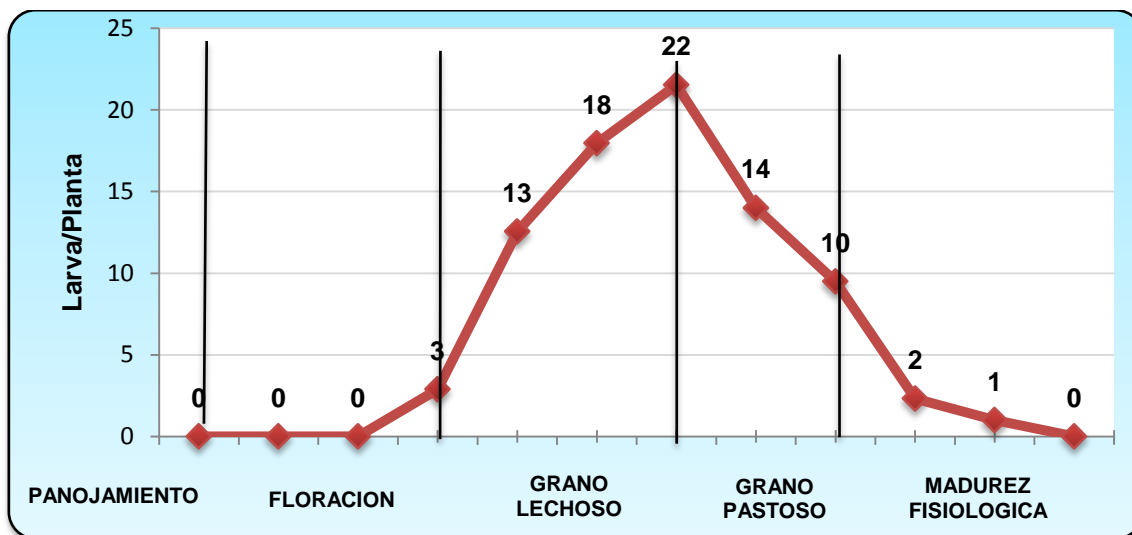
**Figura 10. Número de larva de la polilla en las fases fenológicas de la variedad Puñete. Año agrícola 2008-2009.**

En la fase de grano pastoso la población larval se redujo, obteniéndose como resultados entre 2 a 1 larva/planta, cuando las plantas se encontraban en la fase de madurez fisiológica se registraron de 1 a 0 larvas/planta, pero observándose la presencia de pupas.

Según Lutino (2009) menciona que esto se debe a los granos maduros, que al endurecer han disminuido la preferencia alimenticia que buscan las larvas, que ha apresurado su empupamiento como los fenómenos de invernación, donde el insecto consume todo cuanto puede para preservar sustancia nutritivas para completar su ciclo y además se debe a las variaciones ambientales que lo rodea.

### c) Variedad Rosa blanca

La figura 11, muestra que a finales de la fase de floración se ha registrado 3 larvas/planta. En la fase de grano lechoso se ha registrado de 13 a 18 larvas/planta, alcanzando una población máxima de 22 larvas/planta entre la fase de grano lechoso y grano pastoso. En esta variedad se aprecia que a partir de la floración se tiene la presencia de larvas de la polilla, gracias a las condiciones favorables de alimentación la población de larvas incrementó en la fase de grano lechoso y grano pastoso, a medida que van pasando los días.



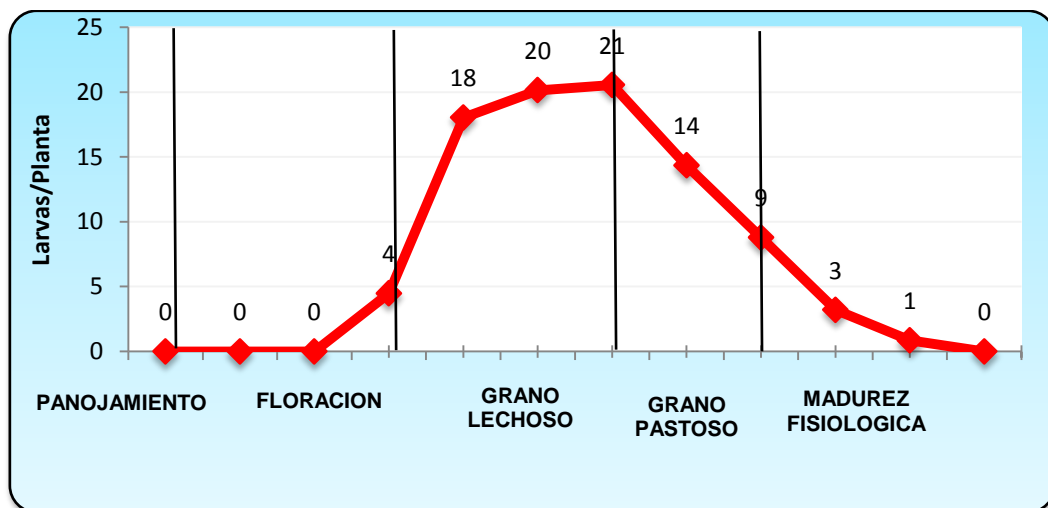
**Figura 11. Cantidad de larvas en las fases fenológicas de la variedad Rosa blanca del cultivo de quinua. Año agrícola 2008-2009**

Cuando las plantas del cultivo de la quinua llegaron a la fase de grano pastoso se observa de 14 a 10 larvas /planta, alimentándose al interior de la panoja y al mismo tiempo destruyendo los granos de quinua por tener el aparato bucal masticador.

Mientras que en la fase de madurez fisiológica la población descendió hasta 1 larvas/planta, y observándose cero larvas al momento de la cosecha. Este suceso se atribuye al empupamiento apresurado de larvas, pues también, de acuerdo a datos climáticos, comienza un descenso en la temperatura de 10,05 °C en el mes de marzo a 8.74 °C en el mes de abril, también se observó que las larvas de las polillas son sensibles al toque, tal como la cola de un pescado y se desprenden de la planta mediante un hilo.

#### d) Variedad Toledo

En el caso de la variedad Toledo, en la figura 12 se observa la población larval de la polilla. En la fase de floración se registraron 4 larvas/planta, en la fase de grano lechoso se distingue claramente que la población de larvas se ha incrementado de 18 a 20 larvas/planta, manteniendo poblaciones altas en esta fase fenológica del cultivo de quinua. La máxima población llegó a 21 larvas/planta entre la fase de grano lechoso y grano pastoso.



**Figura 12. Numero de larvas de la polilla en las fases fenológicas de la variedad Toledo del cultivo de quinua. Año agrícola 2008-2009**

Durante la fase de grano pastoso la población larval descendió de 14 a 9 larvas/planta, pero aun así siguen realizando sus actividades fisiológicas se



alimentan produciendo daños en el grano en el interior de las panojas. Cuando las plantas de quinua llegaron a la fase de madurez fisiológica la población larval bajó de 3 larvas/planta hasta 1 larva/planta. Y por último registrándose cero larvas por planta como ocurrió en las anteriores variedades al cosechar las plantas de quinua.

La variedad Negra es la menos afectada con 10 larvas/planta como su valor máximo registrado entre la fase de grano lechoso y pastoso. Le continúa la variedad Puñete con 15 larvas/planta hallado en la fase grano lechoso. Le sigue la variedad Toledo con 21 larvas/planta, pero este valor fue registrado entre la fase de grano lechoso y grano pastoso. Por último la variedad que más larvas presentó fue la Rosa blanca, con 22 larvas/planta también registrada entre la fase de grano lechoso y grano pastoso.

En las cuatro variedades del cultivo de la quinua al llegar a la fase de madurez fisiológica la cantidad de larvas fue descendiendo de 3 larvas/planta hasta registrar cero larvas por planta en el momento de la cosecha.

Es claro que las larvas cumplen con su ciclo biológico, porque cuando la población larval fue disminuyendo se observó al pie de las plantas la presencia de pupas y también adultos de la polilla de quinua quienes.

Lutino, (2009) menciona que las poblaciones larvales han alcanzado sus niveles más altos en la fase de grano lechoso y grano pastoso, disminuyendo así su población al llegar a la fase de maduración del grano.

Mamani, (2009) afirma que la variedad Toledo presenta la mayor población de polillas de la quinua en estado larval.

### 5.1.2. Número de polillas adultos capturados en las fases fenológicas del cultivo de quinua

Los trampeos no se realizaron por variedades, el método utilizado es indirecto debido a que la luz era percibida a más de mil metros de distancia, no se conoce con exactitud la procedencia de los insectos adultos, por la habilidad de volar podrían trasladarse de planta a planta, de variedad a variedad o de zona a zona, razón por la cual las trampas se ubicaron en distintos puntos en el cultivo de la quinua.

En los trampeos realizados también se capturó moscas, avispas y adultos del complejo de ticonas desde el mes de noviembre a abril. En el mes de noviembre se observó 17 adultos/trampa de Ticonas al encontrarse la mayoría de las variedades en la fase de ramificación a inicio de panojamiento antes del periodo de precipitación, a partir de la fecha la población de adultos descendió durante la floración y grano pastoso en 1 adulto/trampa.

En la figura 13, se muestra que en la fase de ramificación y panojamiento no se capturaron polillas adultas. Mientras que en la fase de floración se capturó la mayor población que llegó a 13 adultos/trampa, en esta fase hubo ascensos y descensos entre 10 a 1 adulto/trampa del insecto-plaga en estudio.

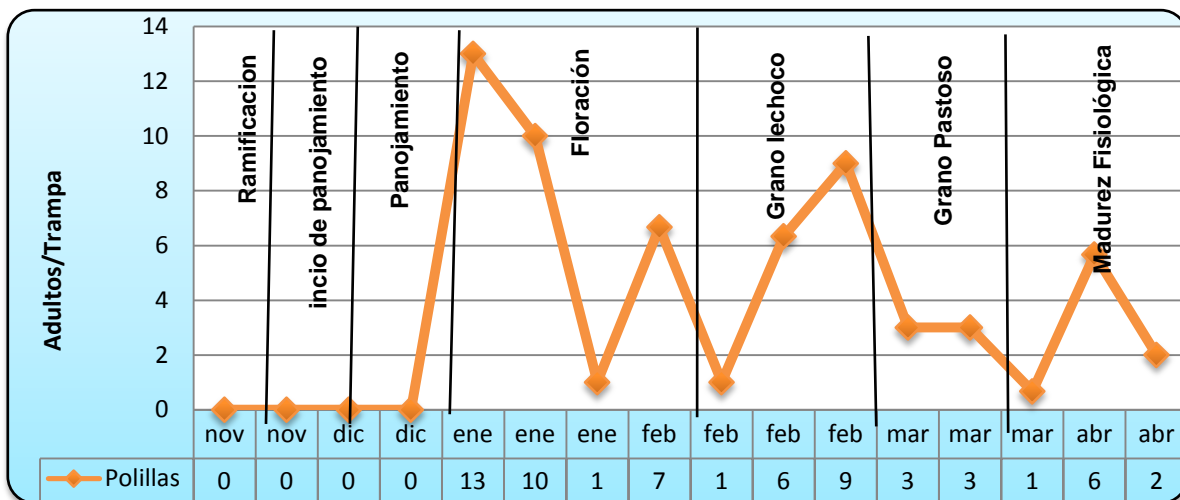
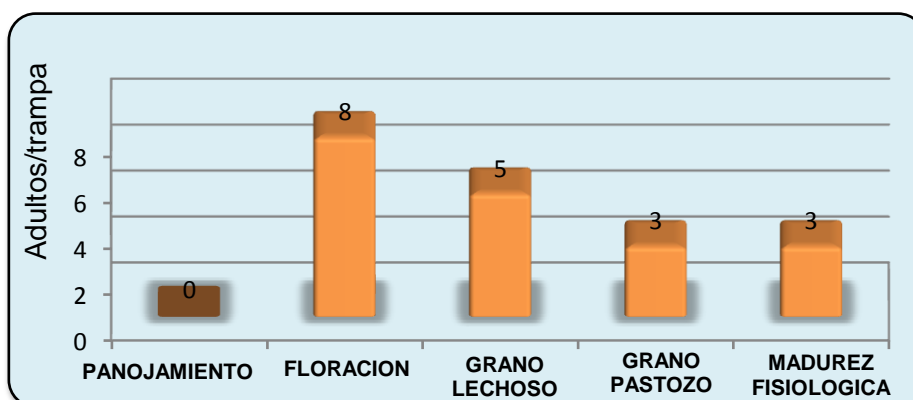


Figura 13. Número de Polillas adultos capturados durante los trampeos realizados

A principios de la fase de grano lechoso se observa el descenso de la población hasta 1 adulto/trampa, y teniendo como una máxima población de 9 adultos/trampa capturada durante la noche.

La fase de grano pastoso presenta una población máxima de 3 adultos/trampa, porque cumplieron con su ciclo de vida y dan paso a las nuevas generaciones, para entonces las larvas están empupando y se transforman en adultos. Durante la madurez fisiológica que se tienen descensos y ascensos de la población llegado a una máxima de 6 adultos/trampa respectivamente.

La figura 14, nos muestra el promedio de los adultos capturados en las fases fenológicas del cultivo de quinua.



**Figura 14. Número de polillas adultos por fases fenológicas del cultivo de quinua**

En la fase de panojamiento no se reporto la presencia del insecto en estado adulto. Durante la fase de floración se ha observado 8 adultos/trampa, se debe a la disponibilidad de alimento que proporcionan las flores, por otra parte en la fase de grano lechos se ha registrado en promedio 5 adultos/trampa la disponibilidad de alimento va reduciendo, además se tienen registros de la mayor población larval.

Durante la fase de grano pastoso tenemos 3 adultos/trampa. Las larvas que llegaron a empupar se transforman en adultos que reaparecen durante la madurez fisiológica, alcanzando a 3 adultos/trampa.

Crispín (2009), indica, que en la fase de floración registró en promedio 7 adultos/trampa que coincide con la disponibilidad de alimento. Arroyo (1991), sostiene de los adultos se alimentan del néctar de las flores y de polen.

Por otro lado Lutino (2009), indica que después de la floración entre la fase de grano lechoso y grano pastoso, ha capturado 5 adultos/trampa, durante la madurez fisiológica en promedio de 3 adultos/trampa. Durante el periodo de la cosecha su población es afectada por perturbaciones y movimientos de las plantas de quinua para la formación de parvas.

### 5.1.3. Larvas de la polilla de quinua y factores climáticos

La fluctuación de larvas de la polilla, en el cultivo de quinua, puede ser afectada por factores abióticos (temperatura, la humedad relativa, la precipitación) como también por factores bióticos (controladores biológicos) en la población de polilla de la quinua.

Razón por lo que se hizo el análisis de correlación entre los factores climáticos y la población de la polilla en estado larval. Como se muestra en el cuadro siguiente.

**Cuadro 1. Análisis de Correlación de larvas de la polilla de la quinua**

|   | T máxima<br>(°C) | T mínima<br>(°C) | Precipitación<br>(mm) | Humedad<br>(%) |
|---|------------------|------------------|-----------------------|----------------|
| <b>LARVAS</b>   | -0,03            | 0,54             | 0,56                  | 0,64           |
| <b>Nivel significancia<br/><math>\alpha = 0,05</math></b> | NS               | NS               | NS                    | *              |

N=12

#### a) Temperatura

En el cuadro 1, se observa el análisis del coeficiente de correlación de larvas y factores climáticos, a un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$  para la temperatura máxima

y mínima tenemos como resultado no significativo. Razón por la cual asumimos que este factor no presenta una influencia directa.

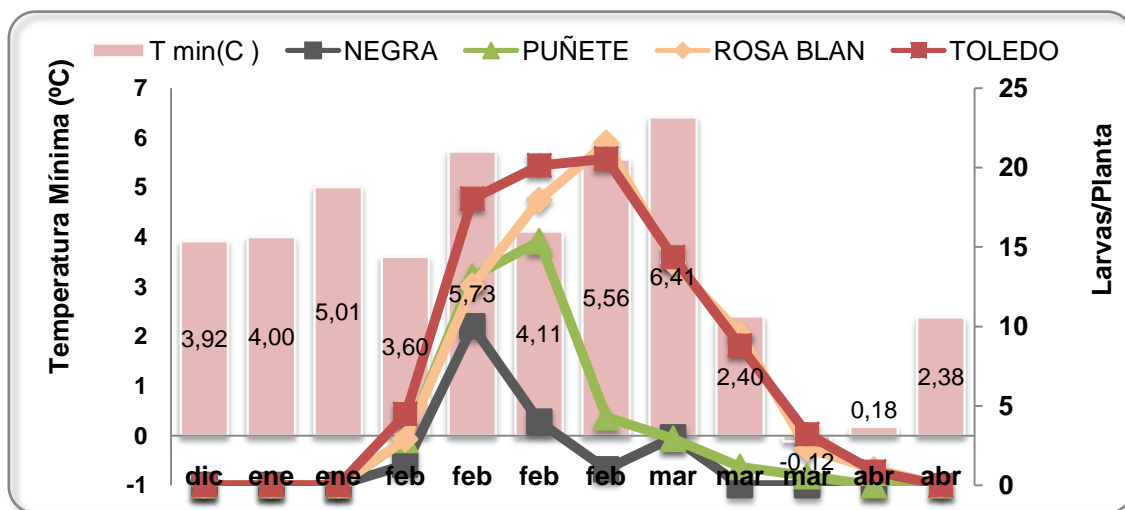


Figura 15. Temperatura mínima sobre la fluctuación poblacional de la polilla en las cuatro variedades de quinua

Aun cuando las temperaturas máximas y mínimas varíen hay población de larvas que coincide con la fase de grano lechoso y grano pastoso donde se tiene disponibilidad de alimento. También nos hace notar que depende mucho de la fase fenológica del cultivo y del ciclo biológico de la polilla de quinua.

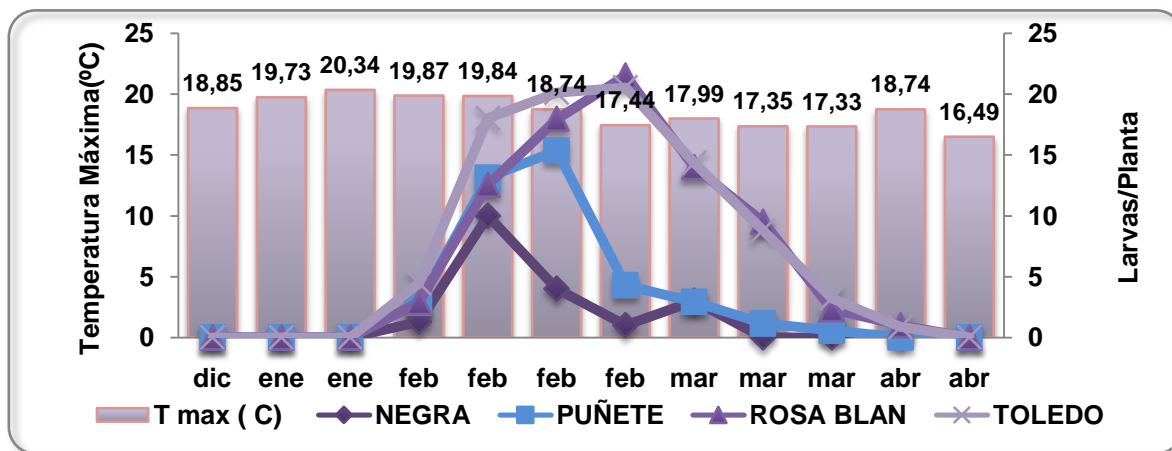


Figura 16. Temperatura máxima sobre la fluctuación poblacional de la polilla en las cuatro variedades de quinua

Lutino (2009) afirma que las larvas de la polilla de la quinua soportan sin problemas temperaturas mínimas de cero grados sin ningún problema ya que demostró que para tal temperatura existe de 5 a 6 larvas/planta.

Sin embargo Arroyo (1991) indica que el insecto tiene la capacidad de adaptarse a temperaturas muy elevadas o muy frías.

### a) Precipitación

Al igual que la temperatura, la precipitación presenta un grado de correlación no significativa, no influye en la población de larvas. En la figura 17, se observa la variación de la precipitación y la fluctuación larval de la polilla de la quinua.

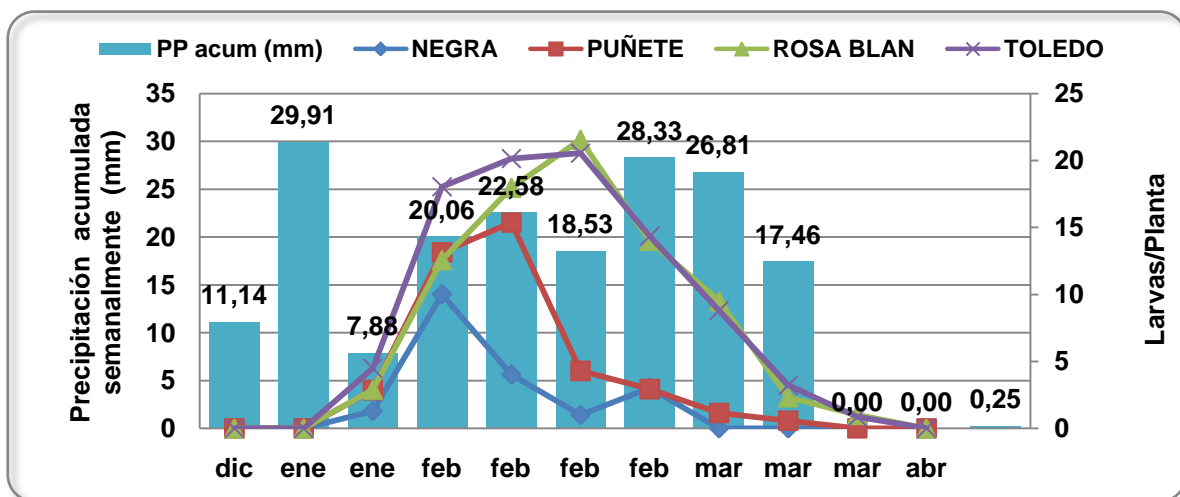


Figura 17. Efecto de la precipitación en la Fluctuación larval de la polilla en las cuatro variedades de Quinua. Año agrícola 2008-2009

Este análisis es corroborado por Crispín (2009), afirma que la precipitación no influye en la población de larvas de la polilla de la quinua. La precipitación no implica una real importancia en el aumento y disminución de la población de larvas.

Según Avalos (1996), menciona que la precipitación influye negativamente debido a que ahoga a las larvas de la polilla con el lavado. Lutino (2009), afirma que las precipitaciones intensas lavan posturas y causan la muerte de larvas pequeñas,

reci3n eclosionadas, ubicadas en el 3rea foliar e inflorescencias, los huevos ovipositados en el env3s de las hojas u otras partes donde la lluvia no haya podido afectar han desarrollado con normalidad al terminar esta 3poca de lluvia.

### b) Humedad relativa

Las variaciones que se produce en la humedad relativa, afecta en la poblaci3n de larvas de la polilla de quinua, debido a que los resultados de la correlaci3n muestra que es significativo (cuadro 1).

Como se observa en la figura 18, los primeros registros de la poblaci3n se observ3 a una humedad de 39 % de 1 a 4 larvas/planta, cuando la humedad relativa comprende entre 54 a 67% existe mayor poblaci3n de larvas que coincide con la fase de grano lechoso y grano pastoso.

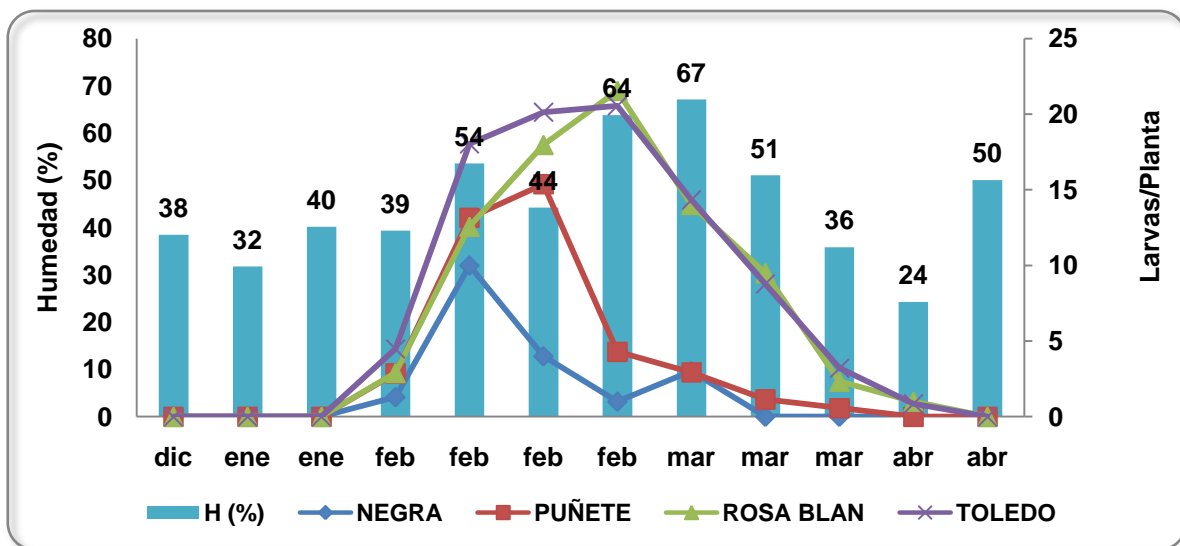


Figura 18. Efecto de la humedad en la fluctuaci3n larval en el cultivo de quinua.

Cuando la humedad relativa desciende de 51 a 24% la poblaci3n larval disminuye gradualmente a hasta cero larvas por planta y el cultivo de la quinua se presenta en la etapa de madurez fisiol3gica. Este an3lisis nos permite indicar que el 40,79% de

la variación que existe en la población de la polilla de quinua en estado larval se debe a la humedad relativa.

Por otro lado Roog (2000), indica que los insectos pierden humedad por, respiración y excreción y llegan a depender de la humedad ambiental que son necesarias para las actividades fisiológicas del insecto.

La población de la polilla de la quinua está cumpliendo con su metamorfosis, por lo que en su desarrollo va cambiando de forma, de estado larval a estado de pupa, muchos se mantienen en este estado conocido como diapausa, para luego continuar con el ciclo y protegerse de las temperaturas mínimas, de las precipitaciones y de la humedad.

#### **5.1.4. Adultos de la polilla de quinua y factores climáticos**

##### **a) Temperatura mínima**

El cuadro 2, muestra los cálculos de la correlación entre los factores climáticos y la población de la polilla en estado adulto. El efecto de la temperatura y la población de la polilla en estado adulto no son significativos, razón por la cual no influye en la población de adultos de la polilla de quinua.

La relación entre la población de polillas adultos y la temperatura mínima varia, según los datos obtenidos en los trampeos realizados, ya que a diferentes temperaturas mínimas se encontró diferentes poblaciones de adultos. Como se observa en la figura 19.

Crispín (2009), indica que la temperatura máxima, mínima y media en la población de la polilla en estado adulto no es significativo, asume que este factor no presenta una influencia directa.



Lutino (2009), muestra que la población de adultos y la temperatura, registra un coeficiente de correlación de 0,34, mismo que considera un valor bajo y no merece un mayor análisis.

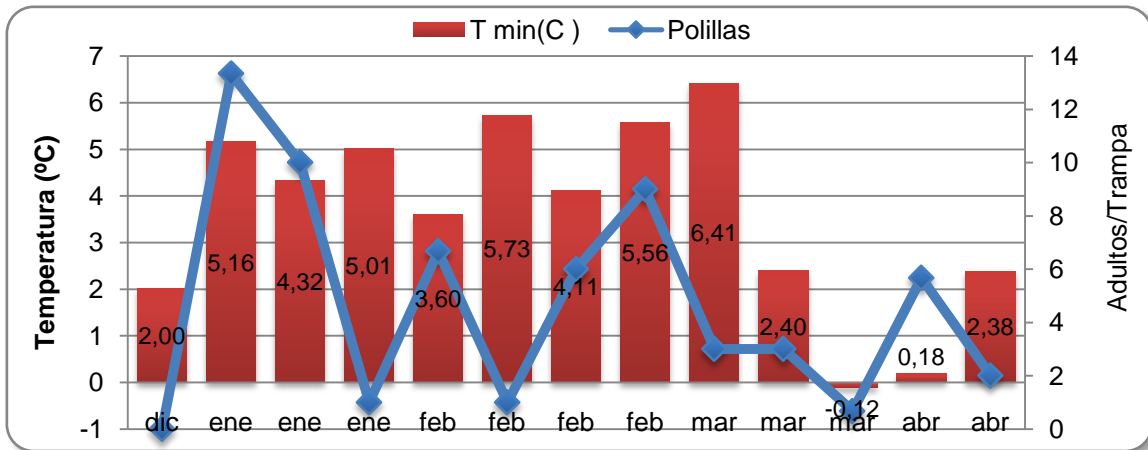


Figura 19. Efecto de la Temperatura mínima en Fluctuación de polillas adultos en el cultivo de la quinua. Año agrícola 2008-2009, Oruro

### b) Precipitación

En el cuadro 2, se muestra el análisis de significancia de la fluctuación de polilla en estado adulto y la precipitación. Presenta un grado de correlación no significativa, se muestra que la precipitación no influye en la fluctuación de adultos, estos resultados se confirman al observar y analizar los datos graficados en la figura 20.

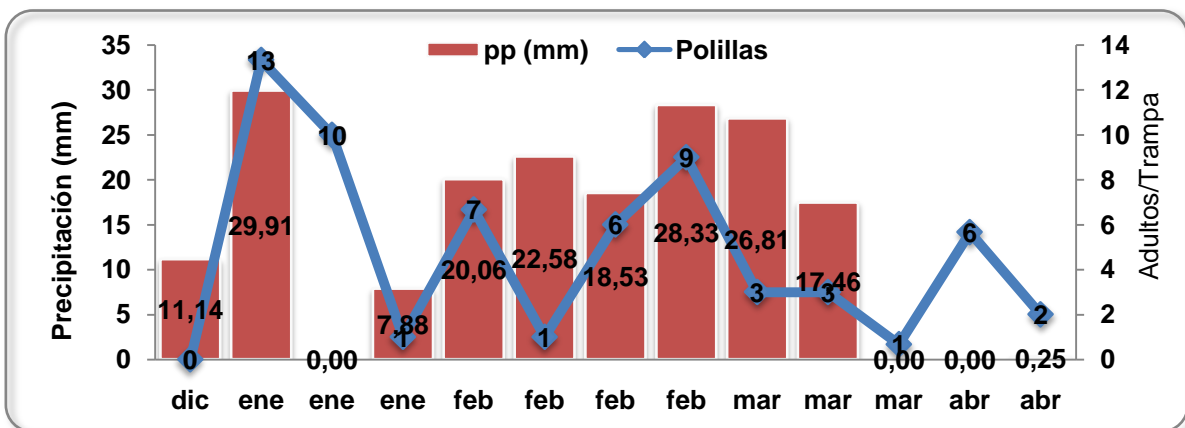


Figura 20. Efecto de la Precipitación en la Fluctuación de polillas adultos en el cultivo de quinua

Luego de presenciar precipitaciones acumuladas del mes de enero de 27,37 mm se tuvo en promedio 13 adultos/trampa pero cuando no hubo precipitaciones se tuvo 10 adultos/trampa y al finalizar las lluvias se ha identificado entre 1 a 6 adultos/trampa respectivamente.

Después de precipitaciones de 20,6 mm se registraron 7 adultos/trampa bajo estas, pero cuando tenemos 22,58 mm 1 adulto/trampa y cuando no hubo registro de precipitaciones se cuantificaron en promedio 6 adultos/trampa. La variación de la precipitación no afecta la población de adultos.

Avalos (1996), menciona que la precipitación influye negativamente debido a que no permite el vuelo para formar las parejas del estado adulto de la polilla de la quinua.

### c) Humedad relativa

Al realizar el análisis de correlación para la fluctuación de polillas en estado adulto y humedad relativa tenemos como resultados no significativos, la humedad no afecta la fluctuación de polillas adultos. De acuerdo a los resultados obtenidos por Crispín (2009), indica que los insectos adultos de la polilla, muestran un grado de correlación no significativo, razón por cual los insectos adultos no se ven afectados de manera directa por la variación de la humedad relativa.

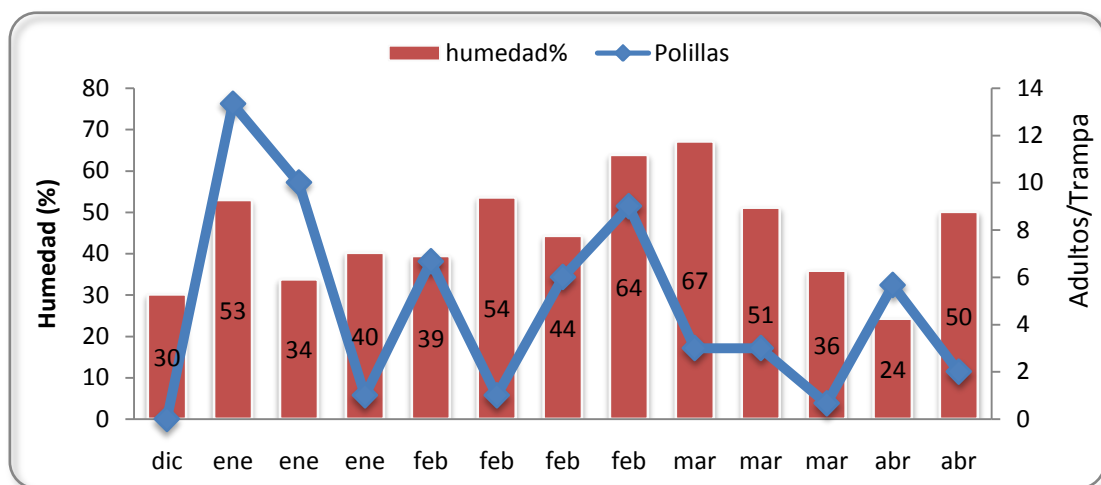


Figura 21. Efecto de la humedad en la Fluctuación de polillas adultos de la quinua

En la figura 21, se detalla el comportamiento de la precipitación y la fluctuación de los insectos adultos de la polilla en las diferentes evaluaciones realizados.

**Cuadro 2. Análisis de Correlación de adultos de la polilla y factores climáticos**

|  | T máxima<br>(° C) | T mínima<br>(°C ) | Humedad<br>% | Precipitación<br>(mm) |
|--|-------------------|-------------------|--------------|-----------------------|
| <b>Adultos</b>   | -0,08             | 0,32              | 0,28         | 0,41                  |
| <b>Nivel de significancia<br/><math>\alpha = 0,05</math></b> | NS                | NS                | NS           | NS                    |

N=13

## 5.2. Rendimiento de grano de cuatro variedades del cultivo de la quinua

A causa del ataque de los insectos, como es la polilla de quinua considerada una plaga clave, de gran amenaza para la producción del grano que afecta en el rendimiento, se tuvo la necesidad de realizar la evaluación (gramos por planta) de las plantas identificadas para conocer el rendimiento de grano en las cuatro variedades de quinua.

El rendimiento de grano (gramos/planta), de las variedades Toledo, Rosa blanca, Puñete y Negra, como respuesta a las condiciones climáticas y al ataque de las larvas de la polilla de la quinua presentes en la Comunidad de Irpani.

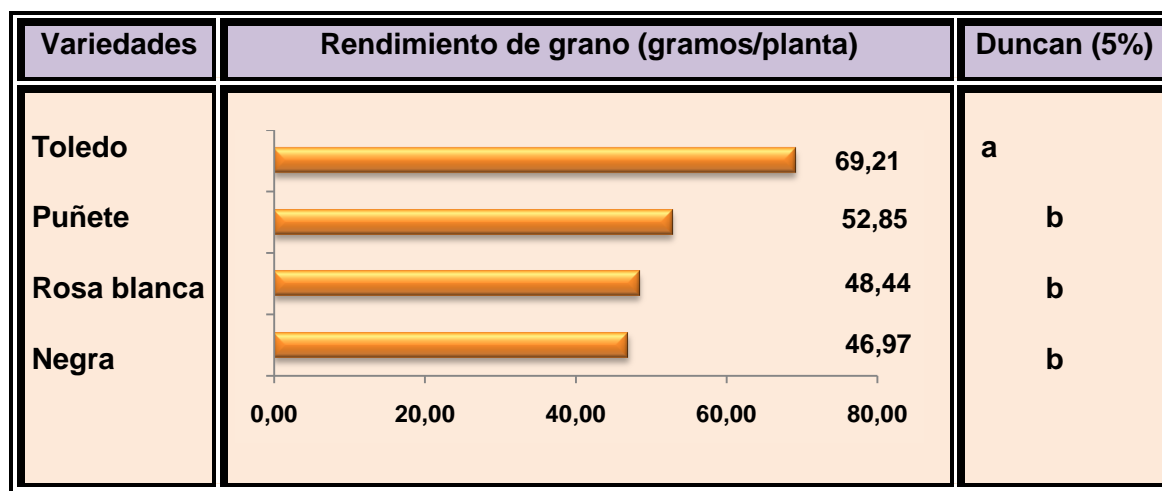
**Cuadro 3. Análisis de varianza para el rendimiento de grano de quinua**

| FV               | GL | SC       | CM       | Fc    | Pr >F  |    |
|------------------|----|----------|----------|-------|--------|----|
| <b>Bloque</b>    | 2  | 41322,00 | 20661,00 | 50,58 | 0,0001 | *  |
| <b>Variedad</b>  | 3  | 4684,87  | 1561,62  | 3,83  | 0,0173 | *  |
| <b>Nivel</b>     | 4  | 18271,90 | 4567,97  | 11,18 | 0,0001 | *  |
| <b>Var*Nivel</b> | 12 | 1499,91  | 124,99   | 0,31  | 0,9843 | NS |
| <b>Error</b>     | 38 | 15523,57 | 408,52   |       |        |    |
| <b>Total</b>     | 59 | 81302,25 |          |       |        |    |

El cuadro 3, muestra análisis de variancia, realizado para comparar el rendimiento de en las cuatro variedades. Se observa que existen diferencias altamente

significativas entre bloques ( $0.0001 < 0,05$ ), significa que hubo justificación en usar bloques en el diseño para controlar la variabilidad. Tenemos diferencias significativas entre variedades de quinua y los niveles de infestación larval.

Se realizó las comparaciones múltiples de Duncan a la probabilidad de 5% para variedades, que se tiene en la figura 22 que nos indica la diferencia de rendimientos entre las variedades del cultivo de quinua.

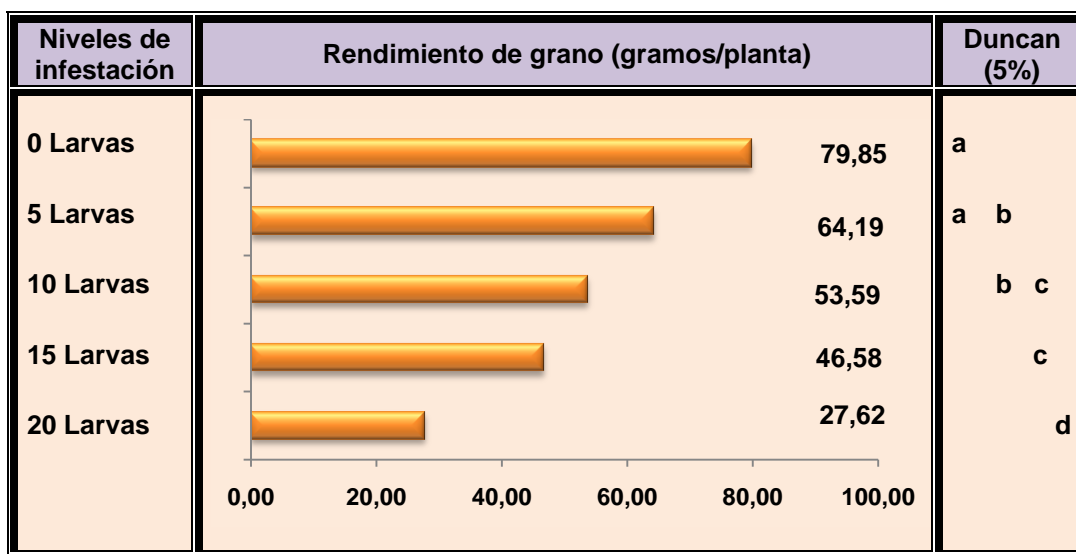


**Figura 22. Prueba de Duncan para Rendimiento de grano por variedad. Año agrícola 2008-2009. Estancia Irpani. Salinas de Garci Mendoza, Oruro**

Al aplicar la prueba de significancia de Duncan, forman dos grupos considerando que la variedad Toledo supera a las demás variedades en rendimiento con 69,2 gramos/planta, estadísticamente la variedad Toledo difiere de la variedad Puñete, Rosa blanca y Negra pero las cuales son similares entre sí respecto al rendimiento de grano.

Pero por otro lado se puede distinguir que la variedad Toledo presenta mejores rendimientos (69,2 gramos/planta), con respecto a todas las variedades en estudio seguido por la variedad Puñete con 52,85 gramos/planta), la siguiente es la variedad Rosa blanca quien presenta un rendimiento de 48,44 gramos/planta siendo casi similares entre la variedad Negra que presenta el rendimiento bajo de 46,97 gramos/planta con respecto a la variedad Toledo.

En la figura 23 se observa las comparaciones múltiples de Duncan a la probabilidad de 0,05 para niveles de infestación larval, además demuestra que el tratamiento considerado como testigo ( $N_1 = 0$  larvas/planta) supera ampliamente a los demás tratamiento cuyo rendimiento de grano limpio es 79,85 gramos/planta, seguido por nivel ( $N_2 = 5$  larvas/planta) que tiene un rendimiento de 64,19 gramos/planta, estadísticamente es similar con el testigo pero que difiere del tratamiento con nivel de infestación 10 larvas/planta.



**Figura 23. Prueba de significancia de Duncan para rendimiento de grano por niveles de infestación. Año agrícola 2008-2009**

El tratamiento con nivel de infestación 15 larvas/planta presenta rendimiento de 46,58 gramos/planta pero que difiere con respecto al nivel 20 larvas/planta con 27,62 gramos/planta pero que estadísticamente es diferente a los demás tratamientos.

De acuerdo a la prueba de significancia de Duncan a nivel de 5% muestra que el nivel de infestación con 20 larvas/planta tiene menor rendimiento de grano debido al ataque de las larvas de la polilla de la quinua con respecto al testigo (0 larvas/planta) que tiene los mejores rendimientos. A partir del testigo los rendimientos de grano limpio en gramos/planta van disminuyendo por efecto de infestación de larvas.

**Cuadro 4. Rendimiento de grano de las cuatro variedades de quinua**

| Variedades         | Gramos/planta | Gramos/m <sup>2</sup> | Kg/ha   | qq/ha | Tn/ha |
|--------------------|---------------|-----------------------|---------|-------|-------|
| <b>Negra</b>       | 46,97         | 107,27                | 1072,75 | 23,32 | 1,07  |
| <b>Puñete</b>      | 52,85         | 204,33                | 2043,30 | 44,41 | 2,04  |
| <b>Rosa blanca</b> | 48,44         | 111,10                | 1111,00 | 24,15 | 1.11  |
| <b>Toledo</b>      | 69,21         | 213,74                | 2137,40 | 46,46 | 2,13  |

El cuadro 4, muestra el rendimiento de grano de las cuatro variedades del cultivo de quinua. El rendimiento obtenido se expresa en gramos por planta y metro cuadrado.

Por medio de cálculos se obtuvo el rendimiento en kilogramos, quintales y toneladas por hectárea, nos indica que la variedad Negra presenta el menor rendimiento, seguido por la variedad Rosa blanca y la variedad Puñete, comparando con los rendimientos de la variedad Toledo quien alcanzo los mejores rendimientos en grano.

Los datos obtenidos de rendimiento en el estudio nos permiten realizar una comparación con los rendimientos obtenidos por los agricultores como se explicara a continuación.

En el cuadro 5, se observa el rendimiento de grano en quintales por tarea, a partir de estos datos se obtiene quintales por hectárea. El menor rendimiento se ha registrado en la variedad Negra de 20,31 qq/ha, seguido por la variedad Rosa blanca con 21,87 qq/ha, luego por la variedad Puñete con 26,56 qq/ha y finalmente la variedad Toledo con 28,12 qq/ha tiene mejor rendimiento que las demás variedades.

**Cuadro 5. Rendimiento obtenido en unidades propias del Altiplano Sur**

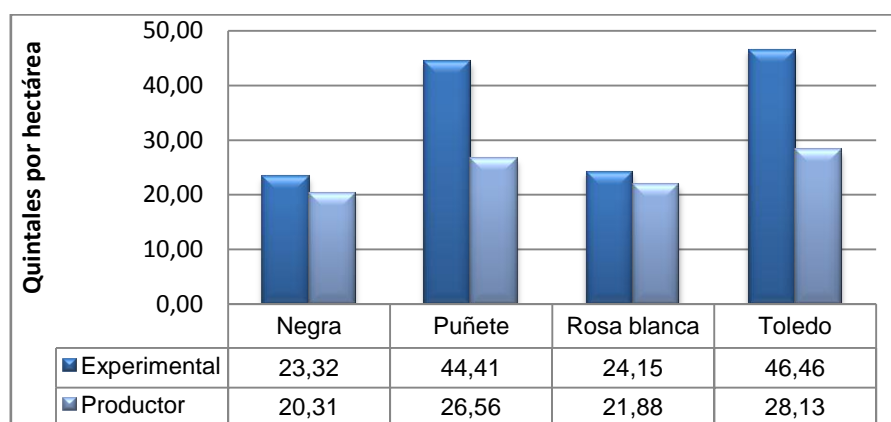
| Variedades         | qq/tarea <sup>1</sup> | Kg/ha   | qq/ha | Tn/ha |
|--------------------|-----------------------|---------|-------|-------|
| <b>Negra</b>       | 13                    | 934,38  | 20,31 | 0,93  |
| <b>Puñete</b>      | 17                    | 1221,87 | 26,56 | 1,22  |
| <b>Rosa blanca</b> | 14                    | 1006,25 | 21,87 | 1,00  |
| <b>Toledo</b>      | 18                    | 1293,75 | 28,12 | 1,29  |

<sup>1</sup> Tarea, comprende un área de 80 por 80 metros, equivale a 6400 m<sup>2</sup> (utilizado en el Altiplano Sur de Bolivia)

Al realizar las comparaciones se obtuvieron una gran diferencia del rendimiento de grano con la parcela experimental y la producción a nivel productor. Los rendimientos que obtuvieron los agricultores fueron menores a los que se obtuvo en el estudio.

Esta diferencia de producción de grano se explica por la maduración des uniforme, ataque de plagas, durante la cosecha, arrancado o corte, el emparve, pérdidas durante la trilla ya que esta se realiza con la utilización vehículos (Marconi, 2007)

En cambio en las parcelas experimentales se tiene un manejo adecuado del cultivo el cual nos permite tener mejores rendimientos como se muestra en el cuadro 4.



**Figura 24. Rendimiento de variedades de quinua en quintales por hectárea**

A pesar de estas diferencias se ha identificado que la variedad Toledo es la mejor en rendimiento, seguido por la variedad Puñete y finalmente por las variedades Rosa blanca y Negra. Como se muestra en la siguiente figura 23, el rendimiento en quintales por hectárea en la parcela experimental y del productor.

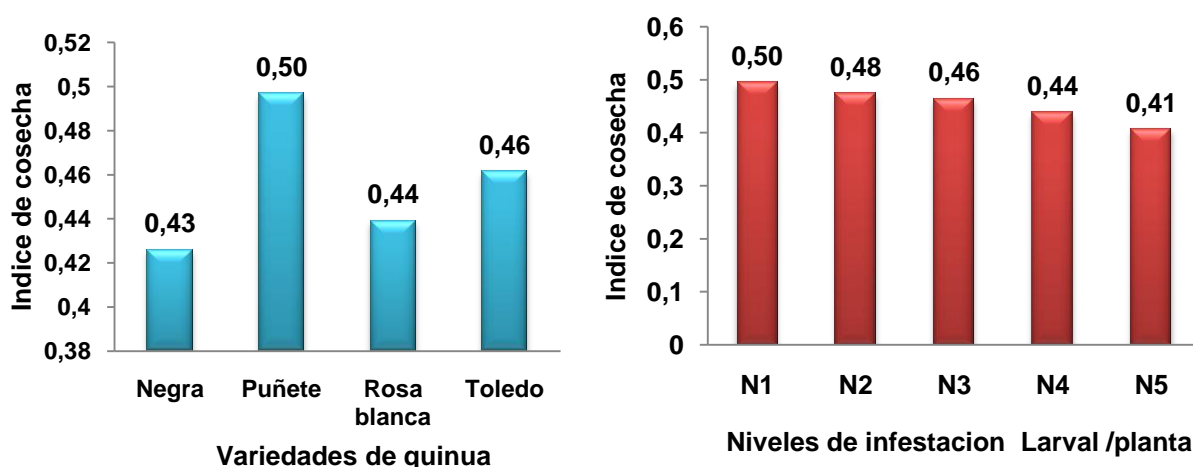
### 5.2.1. Índice de cosecha

Para realizar el análisis de varianza de índice de cosecha se utilizó el peso de los granos y el peso total de la planta sin tomar en cuenta la raíz.

**Cuadro 6. Análisis de varianza para el índice de cosecha. Año agrícola 2008-2009**

| FV           | GL | SC        | CM              | F cal    | Pr > F |           |
|--------------|----|-----------|-----------------|----------|--------|-----------|
| Bloque       |    | 2         | 0,076839        | 0,038419 | 7,01   | 0,0026 *  |
| Variedad     |    | 3         | 0,043031        | 0,014344 | 2,62   | 0,0649 NS |
| Nivel        |    | 4         | 0,056104        | 0,014026 | 2,56   | 0,0541 NS |
| Var * Nivel  |    | 12        | 0,061375        | 0,005115 | 0,93   | 0,5252 NS |
| Error        |    | 38        | 0,020825        | 0,00548  |        |           |
| <b>Total</b> |    | <b>59</b> | <b>0,445601</b> |          |        |           |

El cuadro 6, muestra los datos del análisis de varianza para el índice de cosecha en la cual se observa que existe diferencia estadísticas entre bloques, indica que hubo justificación en usar bloques en el diseño para controlar la variabilidad. Pero en cambio para variedades, nivel, y la interacción variedad por nivel no existe diferencias significativas con respecto al índice de cosecha.



**Figura 25. Índice de cosecha de variedades y niveles de infestación larval. Año agrícola 2008-2009**

En la figura 24 se observa que para la variedad Negra tenemos un índice de cosecha de 0,43 que significa que el 43% corresponde a los granos de quinua y el 57% de la planta corresponde a tallos, hojas, ramas, y jipi, y el resto comprende el grano, similar comportamiento para la variedad Rosa blanca. Por otro lado la variedad Puñete y Toledo tiene mayor índice de cosecha esto significa que es favorable para la producción de granos de quinua.



### 5.3. Comparación de los daños ocasionados en el grano por el efecto de infestación de larvas

Con los datos de rendimiento de grano por niveles de infestación en las cuatro variedades de quinua se obtuvo el porcentaje de pérdida. El cual nos permite conocer si hubo algún efecto al realizar la infestación como se puede observar en el siguiente cuadro.

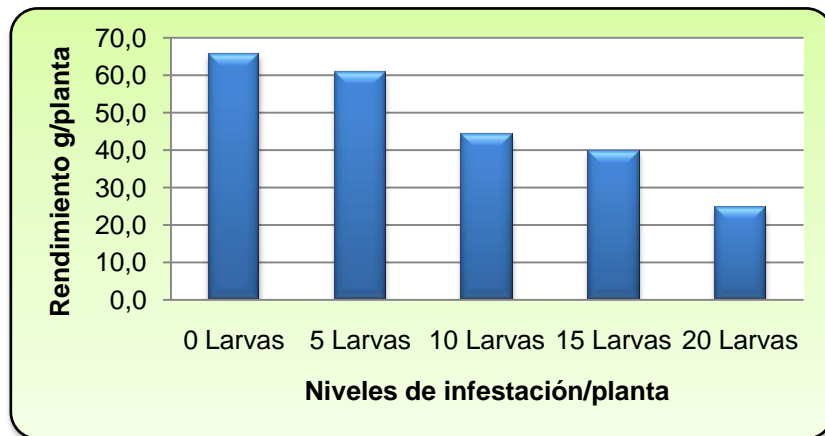
**Cuadro 7. Porcentaje de Rendimiento y pérdidas del grano de la quinua por niveles de infestación larval en cada variedad**

| <b>VARIEDAD</b>    | <b>Niveles de infestación</b> | <b>Peso (gramos/planta)</b> | <b>% Rendimiento</b> | <b>Pérdidas (gramos)</b> | <b>% de pérdidas</b> |
|--------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| <b>NEGRA</b>       | 0 Larvas                      | 65,6                        | 100,00               | -                        | -                    |
|                    | 5 Larvas                      | 60,7                        | 92,48                | 4,9                      | 7,47                 |
|                    | 10 Larvas                     | 44,2                        | 67,38                | 21,4                     | 32,62                |
|                    | 15 Larvas                     | 39,8                        | 60,72                | 25,8                     | 39,33                |
|                    | 20 Larvas                     | 24,6                        | 37,45                | 41                       | 62,50                |
| <b>PUÑETE</b>      | 0 Larvas                      | 77,4                        | 100,00               | -                        | -                    |
|                    | 5 Larvas                      | 66,6                        | 85,96                | 10,9                     | 14,04                |
|                    | 10 Larvas                     | 53,5                        | 69,13                | 23,9                     | 30,87                |
|                    | 15 Larvas                     | 42,8                        | 55,23                | 34,7                     | 44,77                |
|                    | 20 Larvas                     | 23,9                        | 30,91                | 53,5                     | 69,09                |
| <b>ROSA BLANCA</b> | 0 Larvas                      | 73,1                        | 100,00               | -                        | -                    |
|                    | 5 Larvas                      | 48,9                        | 66,85                | 24,2                     | 33,15                |
|                    | 10 Larvas                     | 46,7                        | 63,93                | 26,4                     | 36,07                |
|                    | 15 Larvas                     | 42,6                        | 58,28                | 30,5                     | 41,72                |
|                    | 20 Larvas                     | 30,9                        | 42,27                | 42,2                     | 57,73                |
| <b>TOLEDO</b>      | 0 Larvas                      | 103,3                       | 100,00               | -                        | -                    |
|                    | 5 Larvas                      | 80,7                        | 78,11                | 22,6                     | 21,89                |
|                    | 10 Larvas                     | 69,9                        | 67,69                | 33,4                     | 32,31                |
|                    | 15 Larvas                     | 61,1                        | 59,20                | 42,1                     | 40,80                |
|                    | 20 Larvas                     | 31,1                        | 30,08                | 72,2                     | 69,92                |

En el cuadro 6 se observa el porcentaje de la pérdida de granos en las variedades del cultivo de quinua por niveles de infestación larval que nos ayudo a identificar en que variedad y nivel de infestación hubo mayores pérdidas en el rendimiento de grano. Las siguientes figuras nos permiten realizar una mejor interpretación.

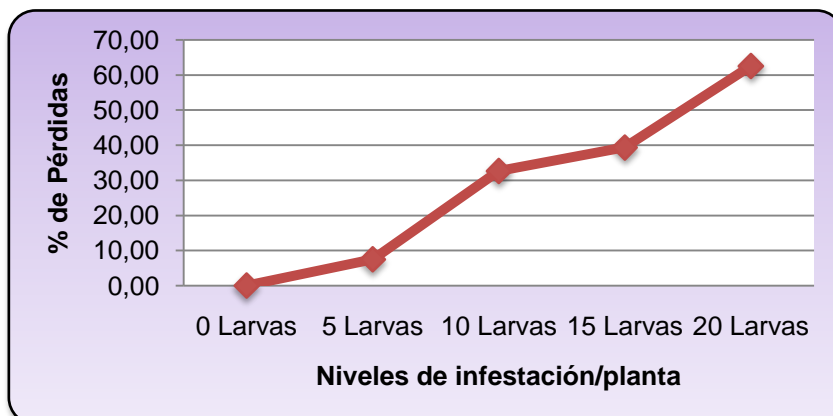
### a) Variedad Negra

En la figura 26, se grafica los rendimientos promedio de grano de quinua por niveles de infestación, muestra claramente que a medida que se aumenta el nivel de infestación de larvas de la polilla de la quinua por planta, también reduce el rendimiento de grano (Datos del cuadro 6)



**Figura 26. Reducción del rendimiento de grano por efecto de los niveles de infestación larval, variedad Negra**

La figura 27 muestra las pérdidas de grano en porcentaje, que nos indica que a medida que aumenta el nivel de infestación de larvas de la polilla de quinua por planta, aumenta también las pérdidas de grano.

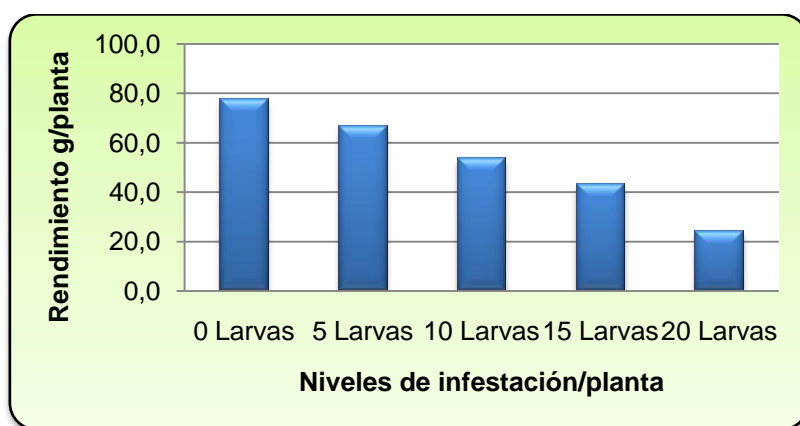


**Figura 27. Porcentaje de pérdidas por infestación de larvas en la variedad Negra**

Para el nivel 0 larva/planta se ha calculado 0% de pérdidas de grano de quinua, para el nivel 5 larvas/planta se ha registrado (cuadro 6) pérdidas de grano de 4,9 g que corresponde a 7,47 %, en cambio para 10 larvas/planta tenemos 21,4 gramos que representa el 32,7% la pérdida de granos, para el nivel 15 larvas/planta la pérdida es de 25,8 g que corresponde al 39,33 % el nivel que mayores pérdidas presento fue con 20 larvas/planta de 41 g que equivale al 62,5 % de pérdidas de grano de la variedad Negra.

### b) Variedad Puñete

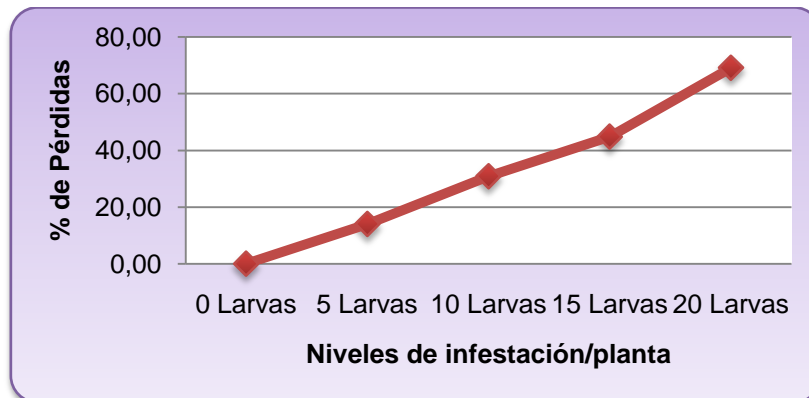
De acuerdo a la figura 28 se observa que el rendimiento de grano de quinua se ve afectado, cuando el número de larvas se va incrementando en los distintos niveles de infestación, ya que se produjo reducción en los rendimientos, como resultado del efecto de la destrucción de los granos de quinua por la actividad de alimentación de las larvas.



**Figura 28. Reducción del rendimiento de grano por efecto de los niveles de infestación larval, variedad Puñete**

En la figura 29, se muestra el porcentaje de pérdidas ocasionadas en el grano, por consecuencia de las larvas de la polilla de la quinua. La mayor pérdida (cuadro 6) que se registró fue con el nivel 20 larvas/planta con 53,5 gramos/planta que representa el 69,09 %, entre los niveles 15 y 10 larvas/planta se registró pérdidas de 34,7 y 23,9 que corresponde al 44,77 y 30,87% la menor pérdida que se tuvo fue en el nivel 5 larvas/planta llegando a 14,04% de pérdidas de grano y finalmente para el

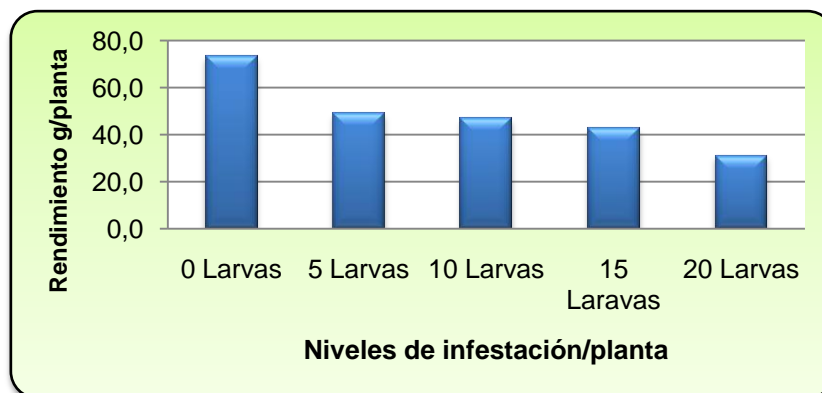
nivel 0 larvas/planta no se tiene pérdidas de grano de quinua, siendo este de mejor rendimiento.



**Figura 29. Porcentaje de pérdidas por infestación de larvas en la variedad Puñete**

### c) Variedad Rosa blanca

De acuerdo al cuadro 6 y como también se puede observa en la figura 30, a medida que el número de larvas se va incrementando de 0 a 20 larvas por planta, los rendimientos en grano se reducen de 73,1 a 30,9 gramos/planta como efecto de la destrucción de los granos de quinua por la actividad de alimentación de larvas.



**Figura 30. Reducción del rendimiento de grano por efecto de los niveles de infestación larval, variedad Rosa blanca**

En esta variedad la mayor pérdida registrada (figura 31), es en el nivel 20 larvas/planta con 42,2 gramos/planta que corresponde al 57,73% entre los niveles 15 y 10 larvas/planta se registraron pérdidas del 30,5 y 26,4 g que corresponde al 41,72 y 36,07% respectivamente.

Con el nivel 5 larvas/planta se registró pérdidas en promedio de 24,2 g que equivale en porcentaje al 33,15 de pérdidas de grano de quinua por consecuencia de las larvas de la polilla y con respecto 0 larvas/planta no se registraron pérdidas a causa de la alimentación del insecto-plaga.

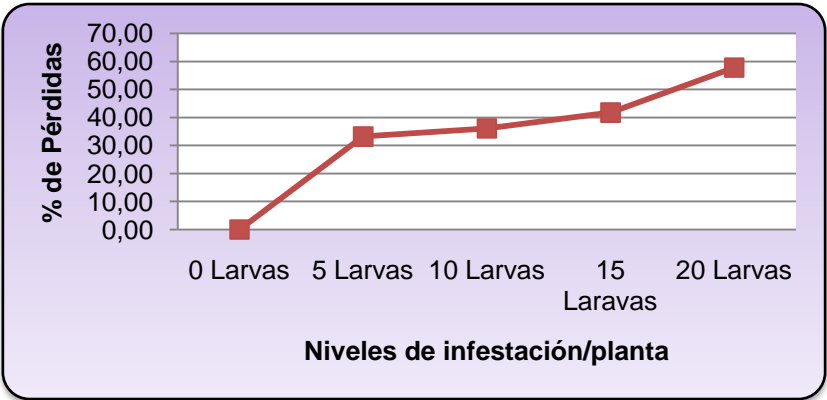


Figura 31. Porcentaje de pérdidas por infestación de larvas, variedad Rosa blanca

**d) Variedad Toledo**

En la figura 32, se observa que el rendimiento de grano por niveles de infestación se reduce a medida que se va incrementando el número de larvas, de 0 larva/planta se tiene 103,3 gramos/planta que disminuye a 31,1 gramos/planta cuando el nivel de infestación es de 20 larvas/planta.

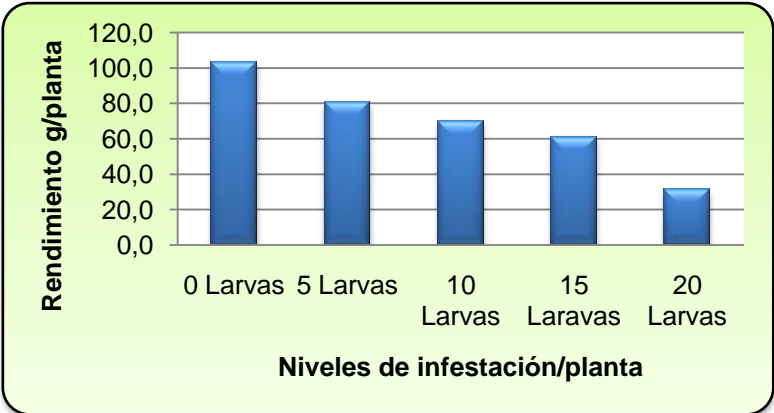
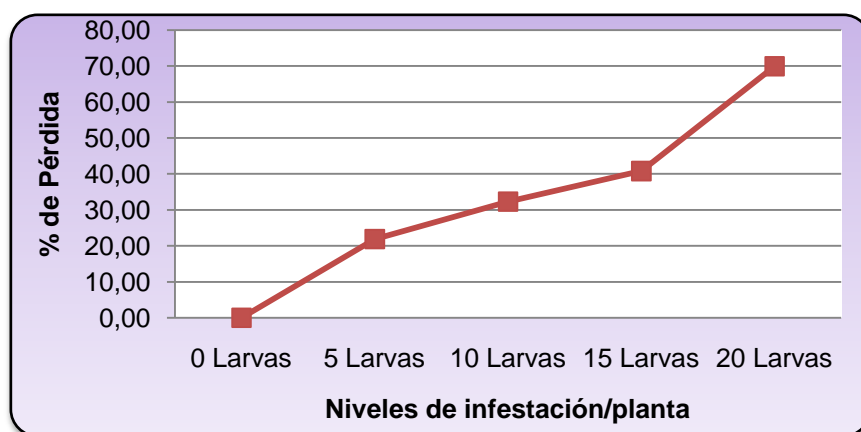


Figura 32. Reducción del rendimiento de grano por efecto de los niveles de infestación larval en la variedad Toledo

En la figura 33, como también se puede observar en el cuadro 6 para la variedad Toledo se tiene el porcentaje de grano dañado que presentaron los diferentes tratamientos, porcentajes que fluctúan entre 0% para el tratamiento 0 larvas/planta y 69,92% para el tratamiento 20 larvas/planta que corresponde a una pérdida de 72,2 gramos perdidos del grano de quinua.



**Figura 33. Reducción del rendimiento de grano por efecto de los niveles de infestación larval en la variedad Toledo**

Las mayores pérdidas se registraron en la variedad Puñete y Toledo entre 69,09 a 69,92 % respectivamente, en cambio la variedad Negra se encontró el 62,5 %, la variedad Rosa blanca fue la menos afectada, presentando el 57,73% de pérdidas para el mayor nivel de infestación (20 larvas/planta) con respecto al testigo que presenta 0% de pérdidas.

La infestación de 15 larvas/planta registró menor porcentaje de pérdida al de 20 larvas/planta. Las mayores pérdidas alcanzo 44,77% en la variedad Puñete, seguido por la variedad Rosa blanca y finalmente la variedad Toledo y Negra.

Con 10 larvas/planta se perdió el 30,87 a 36,07% pero para 5 larvas/planta la menor pérdida se tuvo en la variedad Negra de 7,47%, seguido por la variedad Puñete con 14,04% en cambio en la variedad Rosa blanca se registro una pérdida del 33,25% que supera a la variedad Toledo.

## 6. CONCLUSIONES

Una vez analizados los resultados en el presente estudio, se tienen la siguiente conclusión:

El análisis realizado para la fluctuación de polillas en estado larval, la mayor población se ha registrado entre la fase de grano lechoso y grano pastoso, atacando y provocando daños a los granos de quinua, llegando a la madurez fisiológica la población larval descendió y al momento de la cosecha se registro cero larvas por planta.

En la variedad Toledo se ha observado la mayor población de larvas, seguido por la variedad Rosa blanca, luego por la variedad Puñete y la menos afectada fue la variedad Negra.

Los adultos de la polilla mostraron su aparición cuando el cultivo estaba en la fase de floración llegando a un promedio de ocho adultos por trampa, la captura de adultos no fue constante tuvo sus variaciones en cada fase fenológica.

Los rendimientos obtenidos, en grano, en cada variedad son diferentes, la variedad Toledo alcanzó los mejores rendimientos a pesar de que se tuvo mayor presencia de la población larval, seguido por la variedad puñete, luego por la variedad Rosa blanca y finalmente la variedad Negra. Es importante aclarar que no simplemente depende de la infestación larval también de las características genéticas de cada variedad y las condiciones edafoclimáticas de la zona.

Los mayores daños o pérdidas que se registraron en los niveles de infestación fue en el nivel con veinte larvas por planta, a partir de este nivel fueron descendiendo las pérdidas, hasta cero larvas por planta. Registrándose los mayores rendimientos en el nivel con cero larvas por planta lo mismo sucedió en las cuatro variedades del cultivo de quinua.

## **7. RECOMENDACIONES**

Realizar más estudios, que contengan información acerca del desarrollo de la polilla de la quinua, para actuar con las medidas pertinentes de control y rebajar la población en la fase de grano lechoso y pastoso.

Conocer las características de coloración del grano y saber si es atractivo para la preferencia de consumo de la plaga, porque es evidente que los granos de la variedad negra no son apetecibles por el insecto. Ya que esta variedad presento menor cantidad de larvas de la polilla de la quinua.

Complementar el estudio en la misma comunidad durante 2 a 3 campañas agrícolas, para analizar la fluctuación y niveles de infestación de la polilla, para tener resultados más confiables, con las mismas variedades de quinua.

Para evitar granos dañados se debe actuar con un manejo adecuado del cultivo, porque no simplemente puede estar dada por la infestación de larvas, también factores como las características genéticas de la quinua, el manejo durante la cosecha y trilla.



## 8. BIBLIOGRAFIA

Avalos, F. 1996. Ciclo biológico, fluctuación poblacional e identificación de la kcona, plaga del cultivo de quinua. Tesis Lic. Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 96 p.

Chambilla, M.C. 2007. Evaluación agronómica y participativa del comportamiento de seis variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la comunidad de Salviani del Altiplano Central. Tesis Lic. Ing. Agro. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 109 p.

Cisneros, V.F. 1980. Principios del control de las plagas agrícolas. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima Grafica Pacific. Press. 189 p.

Crispín, M.A. 2009. Impacto de la fluctuación poblacional de la polilla (*Eurysacca melanocmpta* Meyrick) y complejo Ticonas en el rendimiento productivo de cuatro variedades de quinua en la comunidad Iñacamaya del departamento de La Paz. Tesis Lic. Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 65 p.

Hruska, A.J. y Rossett, P.M. 1987. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. Manejo integrado de plagas (Costa Rica). 5: p. 30-44.

Huanta, R. 2008. Evaluación de diferentes niveles de abono orgánico y riego deficitario sobre el desarrollo y rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en el altiplano central. Tesis Lic. Ing. Agro. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 72 p.

Hunacuni U. 2001. Determinación del umbral y nivel de daño económico de k'cona k'cona (*Eurysacca melanocampta* Meyrick) en quinua (*Chenopodium quiona* Willd). Tesis Ing. Agro. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 60 p.

INE (Instituto Nacional de Estadística), COSUDE (Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación), CID (Centro de Información para el Desarrollo) 1994. Bolivia un mundo d potencialidades, Atlas estadístico de Municipios. La Paz, Bolivia. pp. 338.

Laguna, PF. 2000. El impacto del desarrollo del mercado de la quinua en los sistemas Productivos y modos de vida del Altiplano Sur. Sistematización de la experiencia de ANAPQUI. Estudio para ANAPQUI. La Paz, Bolivia.

Lutino, S. 2009. Evaluación de la incidencia poblacional de la polilla (*Eurysacca melanocampta* Meyrick) y complejo Ticonas en cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Salinas de Garci Mendoza, departamento de Oruro. Tesis Lic. Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 94p.

Marconi, J.L. 2007. Evaluación de métodos de cosecha de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) para determinar pérdida y grado de contaminación del grano comercial comunidad Sangramaya, provincia Ingavi. la Paz, Bolivia. Tesis Lic. Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 76p.

Mújica, A., Izquierdo, J., Jacobsen, S. 2004. Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivo ancestral alimento del presente y el futuro. FAO, CIP, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

Oscó, SV. 2009. Productividad de variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), con la aplicación de diferentes niveles de fertilización orgánica en la localidad de tiwanacu. Tesis Lic. Ing. Agro. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 114 p.

Ortiz, R. 1993. Entomología económica de cultivos andinos en waru waru: Investigaciones y propuestas: Resultados de investigación de la campaña agrícola en

waru waru 1991-1992. PIWA: Convenio PELT/INADE-IC/COTESU. Puno, Perú. 198p.

Ortiz, R. *et al.* 2001. Capítulo V: Plagas y enfermedades. FAO. (en línea), consultado 28 de nov. 2009. Disponible en:

<http://www.infoquinua.bo/folios/contenido/libro03/cap.5.htm>

Ortiz, R. y Zanabria, E. 1979. Plagas en: Quinua y Kañiwa, cultivos andinos. Editorial IICA. Bogotá, Colombia. 136p.

Pacheco, A. 2004. Quinua Bolivia modelo Estadístico para el análisis y diagnóstico de la producción. Facultad de Ciencias Económicas y financieras. Universidad Mayor de San Andrés. 1º Edición. Plural Editores. 210 p

Pascale, J., 2005. Producción de granos y bases funcionales para su manejo. Buenos Aires, Argentina. 783 p.

Pedigo, L.P. 1996. Umbrales Económicos y Niveles de Daño Económico. Departamento de Entomología. Universidad del Estado de Iowa Ames (en línea) Consultado 26 ago. 2010. Disponible en:

<http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/PedigoSp.htm>

PROINPA y fundación AUTAPO. 2006. La vida y comportamiento de la Polilla de Quinua. Ficha técnica para agricultores N° 17. La Paz, Bolivia. 4 p.

Quino, E., 2000. Comportamiento de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), con abonamiento de humus de lombriz roya californiana (*Eisenia foetida*) y su efecto sobre las propiedades físicas del altiplano central. Tesis UMSA La Paz, Bolivia. 172p.

Rasmussen, C., Jacobsen, S., Lagnaoui, A. 2001. Las polillas de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Perú: *Eurysacca* (Lepidoptera: Gelechiidae) (en línea). Perú. Consultado 10 dic. 2010. Disponible en:  
[http://www-u.life.uiuc.edu/~clausr/rasmussen2001\\_1182\\_eurysacca.pdf](http://www-u.life.uiuc.edu/~clausr/rasmussen2001_1182_eurysacca.pdf)

Silveira, SN. *et al.*1976. Dinámica poblacional. In: Manual de ecología 2 insectos. Piracicaba agronómica Ceris. pp.175 – 287

Ves Lozada, J. 2005, Manual de pasturas, Bayber Cropscience 11-16 E.E.A. INTA Anguil (en línea) Consultado 4 mayo 2010. Disponible en:  
[Http: // www.produccion.animla.com.ar/www.produccionbovina.com](Http://www.produccion.animla.com.ar/www.produccionbovina.com)

# **ANEXOS**

## 9. ANEXOS

### Anexo 1. Galería de fotos



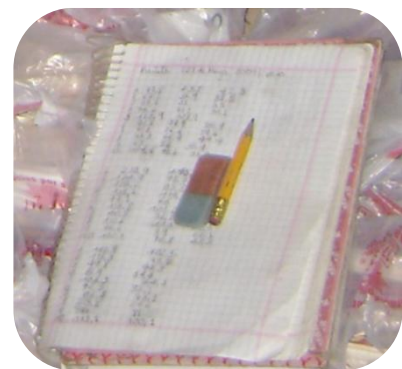
**Variedades de quinua (Utilizadas en la Siembra)**



**Lápiz y goma**



**Libro de campo**



**Cuaderno de campo**



**Lámparas de luz**



**bañador para las trampas de luz**



Larvas de la polilla de la quinua



Larvas y Pupas de la polilla



Pupas de la polilla de la quinua



Polilla de la quinua



Larvas y restos de grano de quinua



Larva de polilla parasitada



Larva en la fase de grano lechoso



Larva en la variedad Rosa blanca



Recolección de larvas para la infestación artificial



Planta encapuchada con tul





Rosa blanca (Floración)



Toledo



Puñete



Negra



Peso de las plantas de las plantas de quinua



Cernidor para separar granos de quinua

## Anexo 2. Actividades realizadas por los agricultores de la comunidad de Irpani



Emparve de quinua variedad Puñete



Emparve de quinua variedad Negra



Lona para trillar



plantas de quinua acomodadas para trillar



Pisado de la plantas de quinua



Trilla semi mecanizada con tractor o vehículos



Volteo de plantas hasta que se desprendan solo ramas gruesas y seguir pisando con el tractor



Cernidor para separar la broza, el jipi y el grano con la manipulación de dos personas



Venteadado manual



Venteadado semimecanizado



Sacos con granos de quinua



Las faldas del volcán Thunupa