

RMPC-Vol.3. N2. 004

Umbral y nivel de daño económico de polilla (*Eurysacca quinoae*) en quinua del altiplano central

Economic Damage Threshold and Level of the Quinoa Moth (*Eurysacca quinoae*) in Central Altiplano Quinoa

Autores:

Marco Antonio Gutierrez Castillo

Universidad Mayor de San Andrés – Facultad de Agronomía

La Paz – Bolivia

gutierrezc.marco77@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-5185-5775>

Autor de correspondencia: Marco A. Gutierrez Castillo, gutierrezc.marco77@gmail.com

Recepción: 20-septiembre-2026 **Aceptación:** 02-octubre-2026 **Publicación:** 14-octubre-2026

Cómo citar este artículo:

Gutierrez Castillo, M. A. (n.d.). Umbral y nivel de daño económico de polilla (*Eurysacca quinoae*) en quinua del altiplano central. *Revista Multidisciplinaria Perspectiva Científica*.

<https://doi.org/10.68503/99vcsw27>

RESUMEN

El altiplano norte, central y sur de Bolivia se ve afectado por el ataque de una amplia gama de insectos, una de las plagas que más afecta al cultivo de la quinua es la polilla (*Eurysacca* sp), considerada como la plaga más perjudicial de la quinua. El objetivo general del estudio fue determinar el umbral de daño económico (UDE) y el nivel de daño económico (NDE) de polilla (*Eurysacca quinoae*) en quinua.

Para el desarrollo del estudio se utilizaron jaulas entomológicas para aislar las unidades experimentales, casi homogéneas en cuanto a altura de la planta, tamaño de panoja, diámetro de panoja, plantas libres del ataque de plagas, luego se procedió a la infestación de larvas de polilla de quinua utilizando 7 niveles (0-3-6-9-12-15-40 larvas/planta), los tratamientos fueron distribuidos en un diseño experimental de bloques completamente al azar con tres repeticiones.

La determinación del umbral económico fijo mediante porcentaje, fue de 3 larvas de polilla por planta y el nivel de daño económico calculado, obtuvo un valor 5 a 6 larvas por planta.

El umbral y nivel de daño económico de larvas de polilla de quinua, obtuvo un valor de 3.12 y 2.81 larvas/planta, redondeando estos valores se tiene que el umbral económico es de 3 larvas/planta, considerado como el nivel crítico que reduce los rendimientos y calidad del grano de quinua, cuyo daño comienza a no ser tolerado económicamente justificando un manejo integrado de plagas para que esta no alcance el nivel de daño económico.

Palabras clave: umbral de daño económico (UDE), nivel de daño económico (NDE), cultivo de la quinua, polilla de la quinua, *eurysacca quinoae* y *kona kona*.

ABSTRACT

The northern, central, and southern highlands of Bolivia are affected by attacks from a wide range of insects, one of the pests that most affects quinoa cultivation is the moth (*Eurysacca* sp), considered the most harmful pest of quinoa. The general objective of the study was to determine the economic damage threshold (EDT) and the economic damage level (EDL) of the moth (*Eurysacca quinoae*) in quinoa.

For the development of the study, entomological cages were used to isolate the experimental units, which were almost homogeneous in terms of plant height, panicle size, panicle diameter, and plants free from pest attacks. Then, infestation of quinoa moth larvae was carried out using 7 levels (0-3-6-9-12-15-40 larvae/plant). The treatments were distributed in a completely randomized block design with three repetitions.

The determination of the fixed economic threshold using a percentage was 3 moth larvae per plant, and the calculated economic damage level was 5 to 6 larvae per plant.

The threshold and economic damage level for quinoa moth larvae were 3.12 and 2.81 larvae per plant, respectively. Rounding these values, the economic threshold is 3 larvae per plant, considered the critical level that reduces quinoa grain yield and quality, where the damage begins to be economically unacceptable, justifying an integrated pest management approach to prevent it from reaching the economic damage level.

Keywords: economic damage threshold (EDT), economic damage level (EDL), quinoa cultivation, quinoa moth, *Eurysacca quinoae*, and *kona kona*.

1. INTRODUCCIÓN

El altiplano norte, central y sur de Bolivia se ve afectado por el ataque de una amplia gama de insectos, una de las plagas que más afecta al cultivo de la quinua es la polilla (*Eurysacca* sp). Esta plaga se conoce con los nombres de “Thuta” (pegador de hojas), “Kcona Kcona”, “Janco Curo” y “Kjako”, considerada por los agricultores e investigadores como la plaga más perjudicial de la quinua, porque todos los años dañan los cultivos provocando grandes pérdidas económicas en el rendimiento.

Saravia y Quispe (2005), mencionan que la polilla de la quinua “khona khona” pueden causar pérdidas desde 50% hasta la totalidad de la producción cuando no se efectúa controles respectivos.

Debido a la importancia económica que adquiere el estudio de esta plaga clave es necesario, la implementación y ejecución de un programa de manejo integrado de plagas en quinua, que requiere de investigación básica y aplicada, para determinar la relación población-infestación y establecer el Umbral y Nivel de daño económico, son criterios fundamentales para realizar medidas de control.

El objetivo del estudio fue determinar el umbral de daño económico (UDE) y el nivel de daño económico (NDE) de polilla (*Eurysacca quinoae*) en quinua.

Fundamento teórico

(Rasmussen et al. 2000), indica que en la zona andina de Sudamérica, varias especies de *Eurysacca* (*E. media* Povolni, *E. melanocampta* Meyrick y *E. quinoae* Povolny) se encuentran asociadas a la quinua. Investigaciones recientes evidencian que khona khona o qhaqho kuru corresponden a *Eurysacca quinoae* Povolny. Especie fitófaga plaga clave, ocasiona año tras año por su comportamiento trófico, densidad de población, distribución espacial y persistencia ocasionan daños de importancia económica.

Distribución espacial de Insectos Plaga en el cultivo de la Quinua

La distribución espacial de los insectos plaga dentro de un agro ecosistema nos indica como están ubicados los insectos dentro de lo que es un determinado cultivo en nuestro caso la

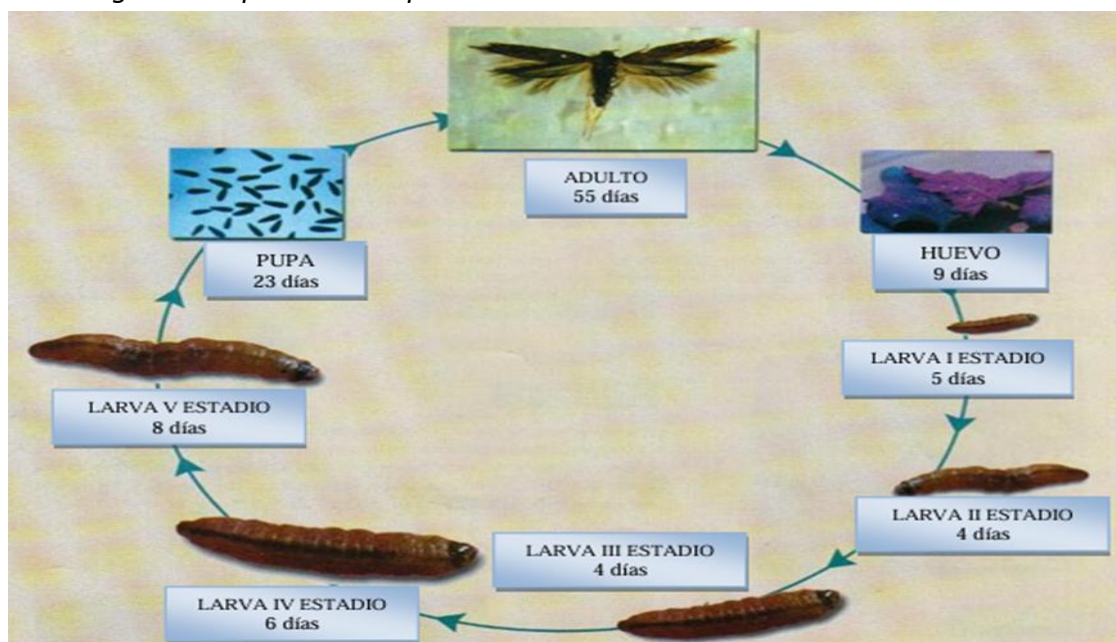
quinua. Avalos (1996), indica que existen tres tipos de distribución de las plagas en el cultivo: a) agregada, b) al azar y c) uniforme.

Ciclo biológico de la polilla de la quinua

Cortés (1994), define el Ciclo Biológico como encadenamiento de todas las actividades, modificaciones de formas y hábitos que sufren los insectos desde el principio de su vida hasta su muerte. El mismo autor, describe que el ciclo de vida de los insectos varía en función de las condiciones ambientales, presentándose en el trópico generación continúa debido a la uniformidad de clima y disponibilidad de alimento. En cambio bajo condiciones inestables, los insectos muchas veces necesitan mejor tiempo para completar su desarrollo, porque pasan por el proceso de invernación ó diapausa como consecuencia de cambios en la temperatura, fotoperiodo y escasez de alimentos.

Figura 1.

Ciclo biológico de la polilla de la quinua



Fuente: Saravia y Quispe (2005)

Importancia del daño económico de la “khona khona”

Pérdidas ocasionadas por las plagas Pacheco (2004), indica que la Polilla de la quinua es considerada como una de las plagas más dañinas de la quinua en todas las zonas

productoras, por tal razón la no aplicación de bioinsecticidas puede traer como resultado la pérdida del 40% de la producción ó en todo caso llegar a tener un rendimiento del 0%. La pérdida del 40% de producción en una hectárea de cultivo de quinoa llega a significar también el 40% de ingresos menos, lo cual significa una considerable pérdida de dinero para el agricultor.

Umbral de daño económico

El Umbral Económico (UE) es el punto de referencia óptimo económicamente que le dice al técnico cuando debe tomar una acción para que la plaga no alcance el Nivel de Daño Económico (NDE) (Ruiz Díaz 2007). Cisneros (1995), menciona que, para la determinación del umbral de daño económico, hay que considerar los siguientes componentes: 1) La relación entre las densidades de la plaga y los niveles de daño que producen a la planta. 2) La respuesta del cultivo a los diversos niveles de daños, expresada en términos de pérdida de rendimiento en calidad y cantidad. 3) El valor de la cosecha en el mercado al tiempo de la venta. 4) El costo de las medidas de control hasta el momento de la cosecha. Por su parte, Vigiani (1990), manifiesta que, se denomina (UDE), al nivel de población de una plaga en el cual las medidas de control se justifican para que esta no alcance el nivel de daño económico. Para utilizar el (UDE) es necesario establecer primero el nivel de daño económico.

Clases de umbrales económicos

Según Pedigo (1986), la mayor parte de estos enfoques se pueden agrupar en dos amplias clases, determinaciones subjetivas y determinaciones objetivas.

UEs Subjetivos. Las determinaciones subjetivas son el enfoque más crudo para el desarrollo de los UEs. Ellos no se basan en un NDE calculado; en cambio, se basan en la experiencia de quien los practica. Ellos han sido llamados umbrales nominales por Poston et al. (1983).

UEs objetivos. Se basan en los NDE calculados y cambian con cambios en las variables primarias de los NDE (por ejemplo, los valores de mercado y los costos de manejo). Con UEs objetivos, se calcula un NDE, y se hacen estimados en relación con la posibilidad de que la población de la plaga exceda el NDE. La decisión final sobre la acción que se debe tomar y

el momento de aplicarla se basa en el incremento esperado de daño. Considerando los diferentes tipos de UEs objetivos, por lo menos se pueden describir tres. Estos tipos pueden ser llamados 1) UEs fijos, 2) UEs descriptivos, y 3) UEs dicótomos.

1) UEs Fijos. Es el tipo más común de UE objetivo. Con este tipo, el UE se establece en un porcentaje fijo del NDE, por ejemplo, 50% o 75%. El uso del término “fijo” no significa que no pueda ser cambiado; quiere decir que el porcentaje del NDE es fijo. Por tanto, cambia constantemente con cambios en el NDE. (Pedigo et al. 1986).

2) UEs Descriptivos. Se hace una descripción del crecimiento de la población, lo mismo que de la necesidad, y el momento de, realizar una acción, lo cual se basa en el aumento futuro esperado de las ratas de daño.

3) UEs Dicótomos. Se pueden desarrollar usando un procedimiento estadístico para clasificar una población de plaga como económica o no económica a partir de muestras tomadas a través del tiempo. El procedimiento se basa en la prueba de la proporción de probabilidad secuencial como en los muestreos convencionales o en los de espacios secuenciales.

Nivel de daño económico

El nivel de daño económico es la densidad mínima de la población de insectos que es capaz de causar perjuicio económico. En tal caso sería la densidad de la plaga cuyo perjuicio iguala al valor del costo de las medidas de control disponibles (Cisneros, 1980). Cisneros (1995) indica que, cuando la población sobrepasa ciertos niveles, dependiendo de las variedades, estado de desarrollo y otros factores, la cosecha disminuye. Estas densidades críticas se denominan comúnmente “niveles de daño económico” o “umbrales de respuesta al daño”. Por su parte, Ruiz Díaz (2007), manifiesta que, el nivel de daño económico (NDE) se refiere a la densidad de la plaga a la cual los costos del tratamiento no se traduce en unidad de aumento en las ganancias, si se las compara con las que resultan al no tratar, es el punto de pérdidas y ganancias iguales.

Fluctuación poblacional de la polilla de la quinua

La densidad poblacional es el número de organismo por unidad de área o por unidad de hábitat, y esta determina por procesos aditivos (natalidad e inmigración) y sustractivos (mortalidad y emigración). Por lo tanto podemos decir que las poblaciones no son estáticas sino que estas varían con el tiempo y disponibilidad de alimento (Quezada, 1990) citado por (Asturizaga, 2002).

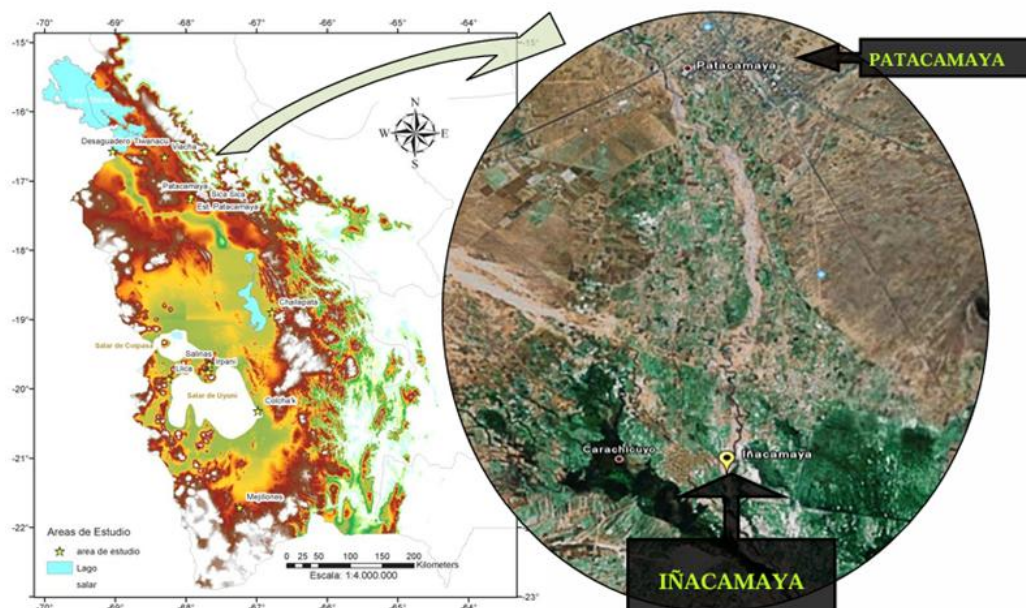
La población de adultos y larvas de la “kcona kcona” no son constantes, desde la preparación del terreno hasta la cosecha ocurren altas y bajas densidades de población. El factor clima y edáfico influyen en la eclosión de pupas invernantes de la segunda generación, en cambio, la eclosión de adultos de la segunda generación son condicionadas por la alta humedad del suelo (Mujica, 2004).

2. METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló en la comunidad de Iñacamaya, situada en el municipio de Umala de la provincia Aroma del departamento de La Paz, distante a 115 Km. de la ciudad de La Paz, ubicada geográficamente entre los paralelos 17° 22' de latitud sud y 67° 54' de longitud oeste y a una altura de 3757 msnm.

Figura 2.

Ubicación de la comunidad de Iñacamaya en el Municipio de Umala



Monitoreo de larvas de khona khona

La evaluación de la población de larvas “khona khona”, se realizó mediante el método de la lona, que consiste en poner en el suelo una lona de color blanco y sacudir cuidadosamente las plantas de quinua con el fin de extraer las larvas de polilla presentes en la planta, para el conteo respectivo (número de larvas/planta). Este muestreo directo se efectuó cada 7 días en horas de la mañana, durante el ciclo vegetativo de la quinua, teniendo un N° total de 60 plantas muestreadas al azar cada semana es decir 30 plantas por variedad.

Monitoreo de insectos plaga polilla en estado adulto

Para detectar la presencia de insecto plaga polilla de la quinua se realizó monitoreo en los diferentes estados fenológicos del cultivo de la quinua el cual consistió en:

a) Instalación de trampas de luz

Una vez realizada la siembra, se procedió a instalar las lámparas portátiles de luz en la segunda semana de diciembre cuando el cultivo se encontraba en la primera fase fenológica, las lámparas se prendieron a horas 19.00 a 11:00 pm. Por la actividad crepuscular y nocturna de las polillas. El intervalo de muestreos se realizó semanalmente durante el ciclo del cultivo de la quinua. Las trampas luz consistieron en lámparas que se introdujeron a una profundidad de 3 cm. de la superficie de los bañadores que contenían agua y detergente esto para romper la tensión superficial del agua, al día siguiente se procedió con el registro de diferentes insectos que cayeron por trampa, para luego clasificarlo en laboratorio.

b) Distribución de trampas de luz

Se emplearon tres trampas de luz en toda la parcela, distribuidos al azar de acuerdo a la superficie en estudio en las dos variedades de quinua.

c) Recolección de plagas adultos

Esta actividad consistió en recolectar polillas adultas capturadas en las trampas luz con la

ayuda de un pincel en frascos recolectores de cada uno de los bañadores.

Descripción de la metodología de infestación artificial

Medir las pérdidas es complicado, es por eso que se comparó rendimientos de plantas protegidas libre del ataque de plagas (testigo) con plantas artificialmente infestadas, conducentes en determinar el Umbral de daño económico (UDE) y el Nivel de Daño Económico (NDE).

El procedimiento experimental utilizado para determinar las perdidas en el rendimiento de grano de quinua se realizó bajo el siguiente orden:

- a) Selección de las plantas para tratamiento
- b) Limpieza de larvas de polilla en panojas de plantas de quinua
- c) Instalación de las jaulas entomológicas tipo manga por planta
- d) Recolección e infestación artificial
- e) Cosecha y trilla de panojas de estudio

Determinación del Nivel de daño económico

El modelo clásico de cálculo del nivel de daño económico propuesto por Pedigo et al. (1996). Adoptándolo para la polilla de la quinua, el modelo queda representado por la siguiente ecuación:

$$NDE = C / P D K$$

Donde:

NDE = Nivel de daño económico expresado como número de larvas.

P= Precio por unidad de producción.

D= Pérdida de producción por insecto (pendiente de la recta).

K= Representa la eficiencia de la medida de control.

C= Costo de la medida de control.

La fórmula propuesta por Pedigo et al. (1996), considera la variable D que representa la pérdida por insecto, por lo que puede ser sustituida por un coeficiente que nos indica la pérdida de producción por insecto. El coeficiente D se obtiene mediante un análisis de regresión estadística:

$$Y = a + bx$$

Donde:

Y: producción / ha

a: constante (intersección con el eje y)

b: pérdida de producción por insecto (pendiente de la recta)

x: número de insectos / ha

Determinación del Umbral de daño económico

Para el umbral de daño económico se utilizó la prueba de significancia de Duncan para producción de grano a nivel de 0.05%, que permitirá una primera aproximación estadísticamente del nivel de infestación que cause el umbral económico (Huanacuni 1997).

Para determinar el umbral económico se consideró el nivel de daño económico calculado, expresado como número de larvas por planta de la densidad poblacional que puede causar daño económico.

Posteriormente fue calculado el umbral económico fijo considerado como el tipo más común de umbral económico objetivo, para determinar el umbral económico se procedió al cálculo del 50% o 75% del porcentaje del nivel de daño económico. (Pedigo et al. 1986). Obteniendo un estimado en relación con la posibilidad de que la población de la plaga expresado en número de larvas por planta exceda el NDE.

Calculo de la cantidad de producto necesario para cubrir el costo de una aplicación

Para determinar el cálculo de la cantidad de grano de quinua (kg/ha), que necesitamos salvar para cubrir el costo de una aplicación se recurrirá a la fórmula propuesta por Pedigo (1989) denominado Gain Threshold.

$$\text{Gain Threshold} = \frac{\text{Costo del control (Bs/ha)}}{\text{Valor del producto en el mercado (Bs/kg)}} = \text{kg/ha}$$

Para aplicar esta fórmula se tomara en cuenta los siguientes datos:

Costo de control (Bs/ha) = (costo del insecticida, traslado de agua, alquiler del equipo y jornal) el cual será dividido entre el valor del grano de quinua en el mercado.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fluctuación poblacional de la polilla de la quinua

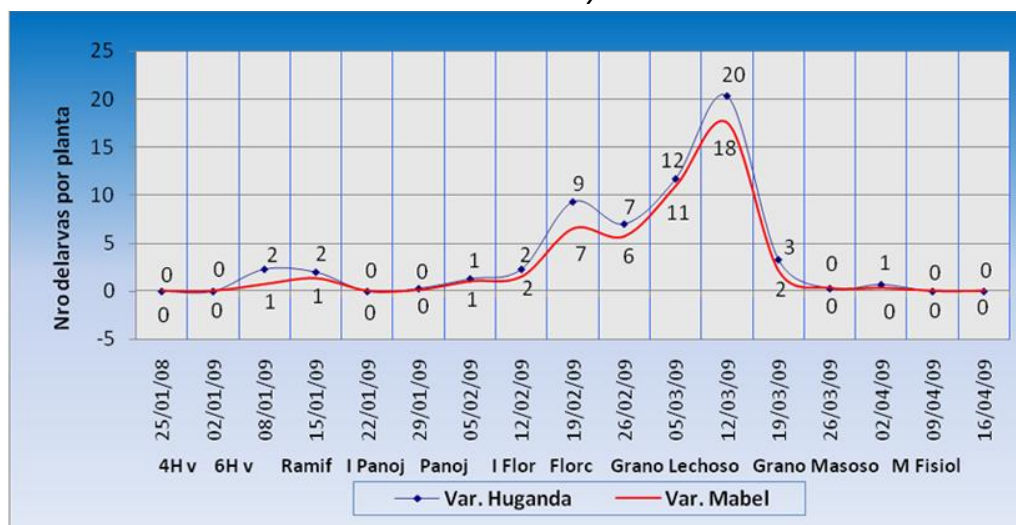
La fluctuación poblacional corresponde a un seguimiento de la Polilla de la quinua desde el mes de diciembre que es cuando se establecieron las plantas, hasta el mes de abril que es cuando las plantas se encontraban en madurez fisiológica.

Población de larvas de Polilla por variedad y fase fenológica

Durante el ciclo vegetativo del cultivo de la quinua se estableció la cantidad de insectos plaga en cada fase fenológica, existiendo diferentes densidades poblacionales de larvas de polilla en la fenología del cultivo, considerándose como la plaga clave de mayor importancia que causo daños en el rendimiento de la quinua.

Figura 3.

Fluctuación de larvas de la Polilla de la Quinua por variedad y fase fenológica en la gestión agrícola 2008 – 2009 en la comunidad de Iñacamaya



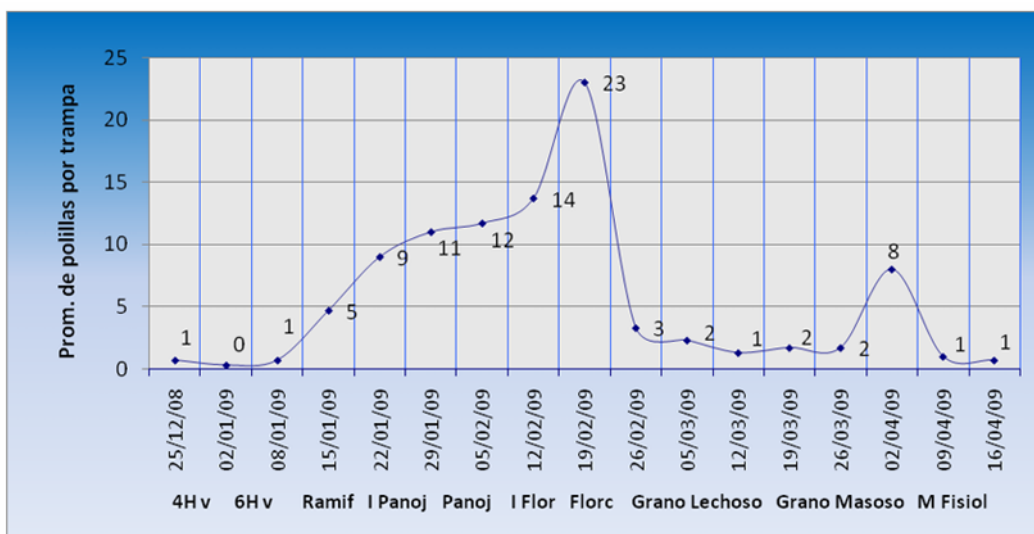
En la figura 3, observamos las fluctuaciones demográficas de Larvas de la Polilla de quinua, las cuales se detallan por variedad. Observándose que la incidencia de las larvas de la polilla de la quinua se inicia en la fase fenológica de seis hojas verdaderas en las variedades (Mabel y Huganda) con promedios de uno y dos larvas/planta respectivamente.

Los resultados de la fluctuación poblacional de las larvas de la polilla de la quinua, muestran altas y bajas densidades poblacionales, es así que la mayor incidencia de larvas de polilla de la quinua en las variedades Mabel y Huganda reportan un máximo de 20 y 18 larvas/planta respectivamente en la fase de grano lechoso. Al respecto Crispin (2009), reporta en la fase de grano lechoso, grano masoso y 53 madurez fisiológica un promedio de 28 larvas por planta en la variedad Huganda para la misma zona.

Fluctuación de la población de Insectos adultos de Polilla en las fases fenológicas del cultivo La evaluación de las fluctuaciones del insecto plaga durante el ciclo vegetativo del cultivo de la quinua, se realizaron con el método de trampas luz, debido a la actividad nocturna y crepuscular de las mismas, que demostraron la presencia de la polilla de la quinua en todas las fases fenológicas del cultivo.

Figura 4.

Fluctuación poblacional de insectos adultos de polilla de la quinua monitoreados en la gestión agrícola 2008 – 2009 en la comunidad de Iñacamaya



La figura 4, muestra el comportamiento demográfico de la polilla en estado adulto donde se reportan altas y bajas densidades de población de plaga. De acuerdo a esta figura se observa que las polillas adultas de la quinua hacen su aparición entre la segunda semana de enero con cinco insectos adultos monitoreados en la fase de ramificación, entrando en la etapa de colonización y multiplicación en las fases de panojamiento e inicio de floración, llegando a un pico de densidad de 23 insectos en estado adulto por trampa en la tercera semana de marzo entre las fases de floración y grano lechoso y una declinación de la densidad poblacional a partir de las fases de grano lechoso y masoso en condiciones del Altiplano central.

Rendimiento de grano

El análisis de varianza se muestra en el cuadro 1, realizado para determinar la producción de gramos por planta obtenidos en dos variedades de quinua bajo niveles de infestación de larvas de kcona kcona, obteniéndose un coeficiente de variabilidad del 9.06 % lo cual indica una confiabilidad aceptable para el experimento en campo.

Cuadro 1.

Análisis de varianza para producción de grano (kg/ha)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft(x=0.05)	Pr>F
BLOQUES	2	39724.74	19862.37	5.56	0.0098	**
VARIEDAD	1	135498.67	135498.67	37.93	0.0001	**
NIVEL-INFES	6	750328.89	125054.81	35.00	0.0001	**
VAR X NIVEL	6	5849.13	974.85	0.27	0.9446	NS
E.E.	26	426.46	16.40			
Total	41	14131.76	C.V 9.06 %			

Nota. ns = no significativo ** = significativo con un grado de error del 0.05

De acuerdo a la prueba de significancia de Duncan a nivel de 0.05%, nos permite identificar cinco grupos diferentes estadísticamente, el primer grupo conformado por el nivel de infestación de 0 larvas por planta, seguido por el segundo y tercer grupo con un nivel de infestación de 3 y 6 larvas por planta, el cuarto y quinto grupo conformado por los niveles de infestación de 12, 15 y 40 larvas por planta, respectivamente.

Cuadro 2.

Prueba de significancia de Duncan para producción de grano (kg/ha), bajo los niveles de infestación larval.

NIVELES DE INFESTACION	PROMEDIO DE RENDIMIENTO kg/ha	SIGNIFICANCIA (5%)
0 LARVAS	848.45	A
3 LARVAS	815.95	B
6 LARVAS	712.89	C
9 LARVAS	636.34	CD
12 LARVAS	599.11	D
15 LARVAS	560.47	D
40 LARVAS	464.99	E

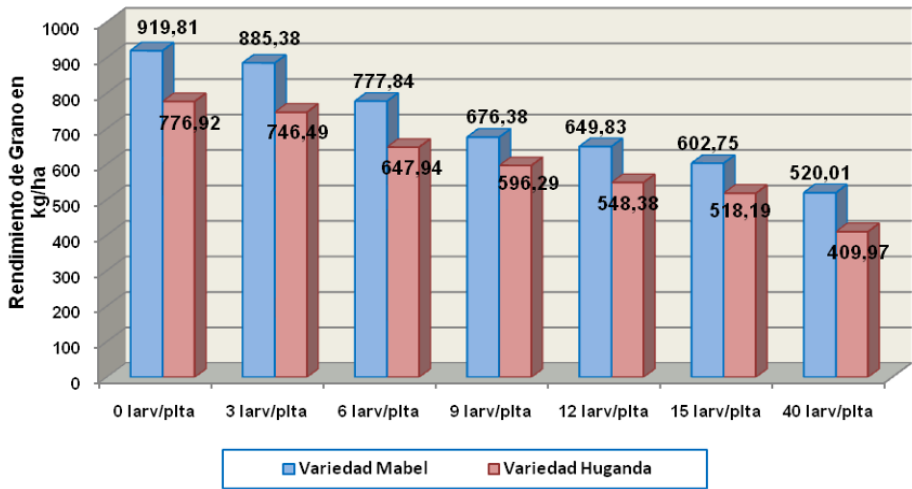
Nota. Los tratamientos con las mismas letras no presentan diferencias significativas.

El cuadro 2, muestra estadísticamente que el tratamiento testigo T1 (0 larvas/planta) reporta una producción superior de 848.45 kg/ha, seguido por T2 (3 larvas/planta) cuya producción es 815.95 kg/ha, T3 (6 larvas/planta) con 712.89 kg/ha y T4 (9 larvas/planta) con 636.34 kg/ha, con respecto a los tratamientos con niveles de infestación de 12, 15 y 40 larvas por planta reportan una producción baja en comparación con los demás tratamientos con 599.11, 560.47 y 464.99 kg/ha respectivamente.

Rendimiento en grano de los tratamientos

Figura 5.

Efecto de la infestación de *Eurysacca quinoae* sobre el rendimiento en grano



En la figura 5, muestra los rendimientos promedio de grano de quinua por tratamiento en las variedades Mabel y Huganda, según esta figura y el cuadro el tratamiento con 0 larvas por planta es el que registro los mayores rendimientos con 919.81 y 776.92 kg/ha respectivamente.

Al respecto Saravia y Quispe (2005), en su trabajo de investigación de nivel de daño económico de la larva de polilla de la quinua, reportan que para el tratamiento con 0 larvas por planta el rendimiento de la variedad Blanquita de quinua es de 912 kg/ha en condiciones del altiplano central de Bolivia.

Determinación del porcentaje de grano dañado

El cuadro 3, muestra el análisis de varianza para la variable de porcentaje de grano dañado, observándose que existen diferencias significativas entre tratamientos y bloques en cambio la interacción de variedades por niveles de infestación y variedades no es estadísticamente diferente, además de que el coeficiente de variación tiene un valor igual a 15.93 % lo cual nos indica que los resultados son aceptables para el experimento en campo.

Cuadro 3.

Análisis de varianza del porcentaje de grano dañado de quinua de la variedad Mabel y Huganda

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft($\alpha=0.05$)	Pr>F
BLOQUES	2	487.68	243.84	14.87	0.0001	**
VARIEDAD	1	3.5356	3.5356	0.22	0.6463	NS
NIVEL-INFES	6	13024.46	2170.74	132.34	0.0001	**
VAR X NIVEL	6	189.611	31.601	1.93	0.1141	NS
E.E.	26	426.465	16.402			
Total	41	14131.762	C.V 15.93 %			

Nota. ns = no significativo ** = significativo con un grado de error 0.05

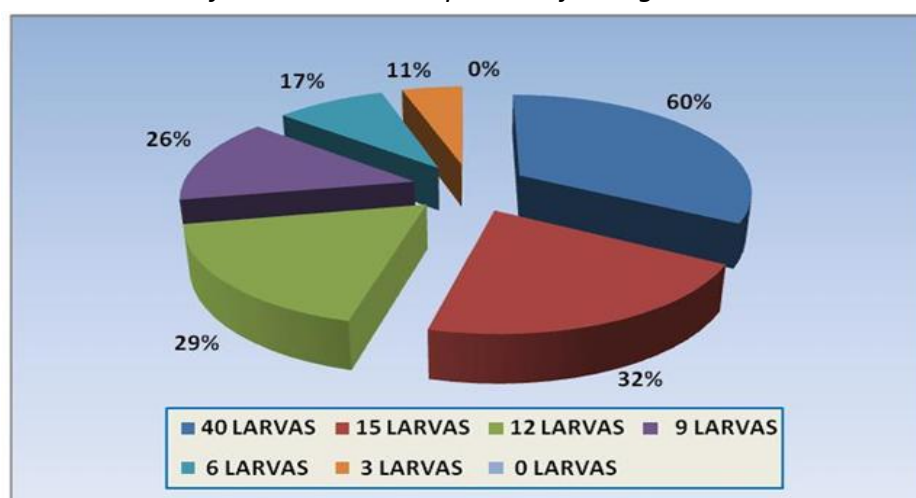
De acuerdo al análisis se observa que con respecto a la producción de grano no existen diferencias significativas entre variedades y la interacción de las variedades por niveles de infestación, sin embargo se puede observar que es significativo entre bloques y niveles de infestación.

Cuadro 4.

Prueba de significancia de Duncan para porcentaje de grano dañado

NIVELES DE INFESTACION	PORCENTAJE DE GRANO DAÑADO	PRUEBA DE DUNCAN
40 LARVAS	60.163	A
15 LARVAS	32.371	B
12 LARVAS	29.503	C
9 LARVAS	26.612	C
6 LARVAS	17.760	D
3 LARVAS	11.546	E
0 LARVAS	0	F

Nota. Los tratamientos con las mismas letras no presentan diferencias significativas

Figura 6.*Influencia de niveles de infestación sobre el porcentaje del grano dañado*

En el figura 6, se puede observar el porcentaje de grano dañado que presentaron los diferentes tratamientos.

Para esta variable el nivel de infestación con 0 larvas muestra el menor porcentaje de grano dañado que corresponde a un valor de 0 % en promedio, existiendo porcentajes intermedios que fluctúan entre 26.60 y 29.50% para los niveles de infestación de 9 y 12 larvas por planta respectivamente, en cambio se registro 60.16% para el tratamiento con 40 larvas por planta, siendo el mayor valor de porcentaje de grano dañado.

En la figura se muestra con claridad que el porcentaje de grano dañado se incrementa y es creciente a medida que aumenta el número de larvas de polilla de quinua por planta, influyendo en la calidad de grano expresado en porcentaje de grano dañado.

Determinación del umbral y nivel de daño económico

Datos considerados para la determinación del umbral y nivel de daño económico.

a) Costo de control

El cuadro 5, muestra los datos considerados para el cálculo del costo de control de las larvas de polilla, plaga clave del cultivo de la quinua.

Cuadro 5.

Costo de control

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (Bs)	COSTO TOTAL (Bs)
1	Insecticida Success	cc	1	120	120
2	Aplicación del Insecticida	Jornal	2	50	100
3	Traslado de agua	Jornal	3	30	90
4	Alquiler de la mochila	Jornal	4	20	40
5	Otros gastos				190
Costo de aplicación = Items (1+2+3+4+5)					540 Bs/ha

Nota. Cálculo del costo de control de las larvas de polilla. Elaboración propia.

De acuerdo a este cuadro el costo de control, utilizando el insecticida (Success) llega a 540 Bs/ha.

Determinación del nivel de daño económico mediante la fórmula propuesta por Pedigo et al. (1996).

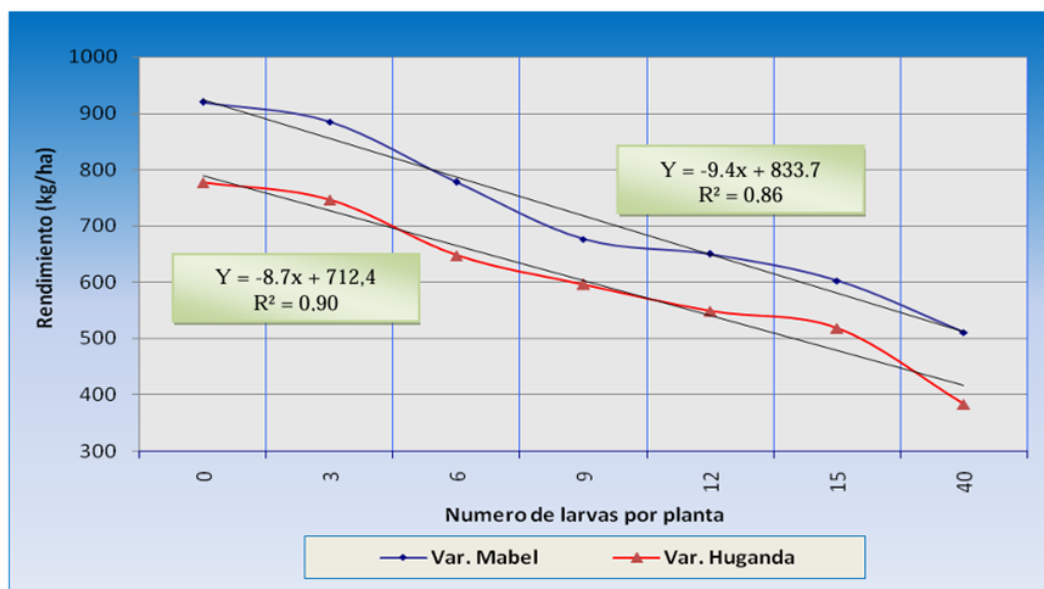
Perdida de cosecha producida por unidad de plaga

La figura 7, muestra el cálculo de regresión estadística para obtener el coeficiente d que indica la perdida de cosecha para una producción de grano de quinua, con un coeficiente de correlación de $R^2 = 0.86$ y 0.90 de las variedades Mabel y Huganda respectivamente.

El análisis de regresión para las variables densidad de larvas de polilla de quinua y rendimiento de grano de quinua, resultó en las siguientes ecuaciones: $Y = -9.4x + 833.7$ para la variedad Mabel, $Y = -8.7x + 712.4$ para la variedad Huganda.

Figura 7.

Calculo de regresión estadística utilizada para hallar el valor d pérdida de cosecha producida por unidad de plaga. Adaptado de Pedigo (1996).



Examinando el análisis de regresión estadística se obtuvo que Y representa la producción/ha esperada, 833.7 y 712.4 es la constante de rendimiento de grano (intersección con el eje Y) para las variedades Mabel y Huganda respectivamente, x: número de insectos/ha y d (coeficiente de regresión) que es igual a 9.4 kg/insecto para la variedad Mabel y 8.7 kg/insecto para la variedad Huganda, traduciéndose en la pérdida de producción en kilogramos por insecto en una hectárea, valor utilizado para el cálculo del nivel de daño económico.

Calculo del nivel de daño económico

El cuadro 6, muestra el nivel de daño económico calculado siguiendo el procedimiento planteado por Pedigo et al. (1996).

Cuadro 6.

Nivel de daño económico propuesto por Pedigo et al. (1996)

Procedimiento	Producción orgánica	
	Variedad Mabel	Variedad Huganda
Costo de la medida de control (C)	540 Bs/ha	540 Bs/ha
Precio por unidad de producción (p)	15,20 Bs/qq	15,20 Bs/qq
Perdida de producción por insecto (d)	9,4 kg/insecto	8,7 kg/insecto
Eficiencia de la medida de control (k)	0,82	0,82
$NDE = c/(d*d*k)$	4.6 larvas/planta	5,0 larvas/planta

El cuadro muestra que el nivel de daño económico para la variedad Mabel y Huganda es de 4.6 y 5.0 larvas por planta respectivamente, redondeando los resultados se tiene que el nivel de daño económico, cuando se hace uso del insecticida Success para el control de la población de larvas de polilla de quinua es de 5 larvas de polilla de quinua por planta en ambas variedades.

Determinación del umbral económico fijo mediante porcentaje propuesto por Pedigo et al. (1986)

El UE fijo se establece en un porcentaje fijo del NDE, por ejemplo, 50% o 75%. El uso del término “fijo” no significa que no pueda ser cambiado; quiere decir que el porcentaje del NDE es fijo. Por tanto, cambia constantemente con cambios en el NDE. Pedigo et al. (1986). El cuadro 7, muestra la determinación del umbral económico mediante porcentaje del nivel de daño económico, de la población de larvas de polilla de quinua (*Eurysacca quinoae*). Como se puede observar el umbral económico obtenido es de 2.87 y 3.12 larvas de polilla por planta para las variedades Mabel y Huganda respectivamente, redondeando los resultados se tiene que el umbral económico es de 3 larvas/planta en ambas variedades para la gestión agrícola 2009.

Cuadro 7.

Umbral económico fijo propuesto por Pedigo et al. (1986), para la gestión agrícola 2009.

Variedades	Porcentaje NDE 50 o 75%			Umbral Económico
	NDE	NDE 50%	NDE 75%	

Mabel	4,6	2,3	3,45	2,87
Huganda	5,0	2,5	3,75	3,12

Cuadro 8.

Umbral y nivel de daño económico de la larva de polilla de quinua para diferentes campañas agrícolas

Campaña Agrícola	Insecticida Success		Umbral de daño económico
	Nivel de daño económico	NDE 50 o 75	
2009 (700 Bs/qq)	5 larvas/planta	3.12	3.12 larvas/planta
2010 (750 Bs/qq)	4,5 larvas/planta	2.81	2.81 larvas/planta

Calculo de la cantidad de producto necesario para cubrir el costo de una aplicación

El cuadro 9, muestra la cantidad de grano de quinua en kilogramos que se debe salvar por hectárea para poder cubrir el costo de control de la larva de polilla de quinua. Hablando en términos de rendimiento del grano de quinua el punto donde se inicia el daño económico se denomina Gain Threshold esto significa, que no se deben aplicar medidas de control antes de que se anticipe una pérdida de aproximadamente 35.52 kg/ha.

Cuadro 9.

Gain Threshold para la producción de grano de quinua

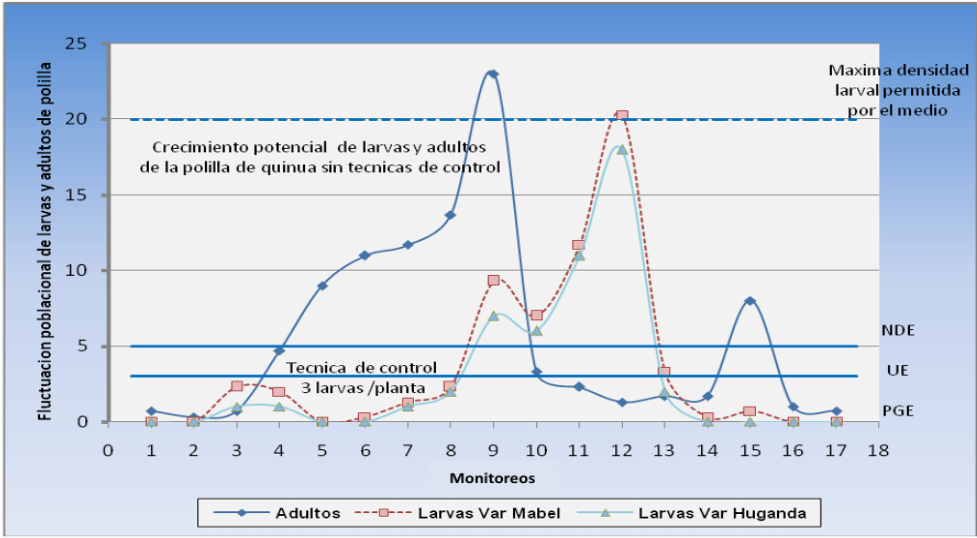
Procedimiento	Insecticida Success
	Variedades Mabel y Huganda
Costo de control (c)	540 Bs/ha
Valor del producto en el mercado (p)	15.20 Bs/qq
Gain Threshold = (c/p)	35.52 kg/ha

Analizando el resultado del cuadro 9, muestra que 35.52 kg/ha de grano de quinua necesitan ser salvados con la aplicación de una medida de control para que el tratamiento sea económicamente rentable, en consecuencia es la cantidad de producto necesario que cubre el costo de control de larvas de polilla de quinua para las variedades Mabel y Huganda.

La figura 8, muestra en forma visual la estrategia de control consistente en reducir los máximos poblacionales de las larvas de polilla de quinua que empiezan a causar daño económico, que se utiliza cuando se posee el umbral económico y la posición general de equilibrio (PGE) baja en relación con el nivel económico de daños.

Al respecto Ruiz Díaz (2007) indica que, para introducir un MIP, es necesario tomar en cuenta dos puntos de referencia: El nivel de daño económico (NDE), El Umbral Económico (UE).

Figura 8.
Estrategia de control consistente en reducir la población larval de la polilla de quinua



Escala de pérdidas causada por larvas de polilla de quinua Eurysacca quinoae

De acuerdo a los resultados del cuadro 10, muestra la escala de pérdidas del rendimiento expresados en porcentaje originados por diferentes densidades poblacionales de larvas de polilla de quinua.

Cuadro 10.
Escala de pérdidas causadas por “kcona kcona” Eurysacca quinoae

Rango de población de larvas de polilla	Porcentaje (%) de perdida en el rendimiento por insecto - plaga
3	4
4 – 6	15

7 – 9	25
10 – 12	29
13 – 15	33
> 40	46

Nota. Escala de pérdidas del rendimiento. Elaboración propia.

En el cuadro 10, se puede observar que a medida que se incrementa el número de larvas de polilla las pérdidas del rendimiento son graduales, si el rango del número de larvas de polilla de quinua es igual a 3 larvas/planta, la pérdida del rendimiento es igual a 4 %, si los rangos de infestación varían entre 4 a 6 y 7 a 9 larvas/planta se puede esperar una pérdida del 15 y 25 % respectivamente, si el número promedio de larvas/planta es de 10 a 12 y 13 a 15 las pérdidas registradas llegan a 29 y 33 % correspondientemente, con respecto a una densidad de 40 larvas/planta se tiene una pérdida del 46 % de la producción total.

El porcentaje de pérdidas del rendimiento se debe principalmente a los niveles de infestación aplicados en el estudio de investigación los cuales afectan de manera directa en el rendimiento de grano de quinua, donde el rendimiento disminuye de manera paulatina conforme aumenta el número de larvas de polilla de quinua.

4. CONCLUSIÓN

1. El umbral económico de la población larval de *Eurysacca quinoae* es de 3 larvas por planta, para las variedades Mabel y Huganda, considerado como el nivel crítico que reduce los rendimientos y calidad del grano de quinua, cuyo daño comienza a no ser tolerado económicamente justificando la aplicación de estrategias de un manejo integrado de plagas para que esta no alcance el nivel de daño económico.
2. El nivel de daño económico para las variedades Mabel y Huganda es de 5 a 6 larvas por planta, bajo condiciones del altiplano central, considerándose como la mínima densidad poblacional larval que puede causar daño económico, cuyo perjuicio económico iguala al valor del costo de las medidas de control disponibles.
3. EL umbral y nivel de daño económico representan valores dinámicos que varían de acuerdo a los costos de la medida de control, al precio del producto en el mercado,

a los factores climáticos, al genotipo utilizado y al procedimiento empleado para su determinación.

4. A medida que se incrementa el número de larvas por planta de polilla *Eurysacca quinoae* se producen pérdidas progresivas del rendimiento de manera proporcional, es así que los niveles de infestación con 3, 6, 9, 12, 15 y 40 larvas/planta resultaron diferentes en comparación a las densidades con 0 larvas/planta.
5. Las fluctuaciones demográficas de larvas y adultos de polilla de quinua, reportan altas y bajas densidades poblacionales en el agroecosistema quinua, debido al efecto de los factores climáticos tal el caso de la humedad relativa, al ciclo biológico de la plaga y al comportamiento por la disponibilidad de alimento.
6. Las estrategias de control consistente en reducir las densidades de población de *Eurysacca quinoae*, demanda la integración de varios métodos de control compatibles con el equilibrio ecológico del agroecosistema quinua, a partir del control cultural y complementados con el control biológico natural, etológico y ecológico sin embargo, si los umbrales y niveles de daño económico ameritan se puede recurrir al control químico. De forma selectiva y racional convirtiendo el uso de los plaguicidas como el último de los recursos a utilizar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asturizaga, L. Eficiencia del Uso de Success como alternativa en el control de la polilla de la quinua (*Eurysacca Melanocampta* Meyrick). Tesis de Ing. Agr. La Paz - Bolivia. UMSA; 2002.
- Crispin, A. Impacto de la fluctuación poblacional de la polilla (*Eurysacca melanocampta* Meyrick) y complejo ticonas en el rendimiento productivo de cuatro variedades de quinua en la comunidad Iñacamaya altiplano central Tesis Lic.Agr. UMSA La Paz - Bolivia 84 p. 2009.
- CISNEROS, F.H. Control de plagas agrícolas. Editorial AGCIS – Eelectronic, 2da Edición. Lima – Perú. 137 – 141 Pp. 1995.

- LUTINO, S. 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.Agr. UMSA La Paz - Bolivia 94 p. 2009.
- PACHECO, A. Quinoa en Bolivia Modelo Sistémico para el análisis y diagnóstico de la producción. Facultad de Ciencias Económicas y Financieras. UMSA. 1ª Edición Plural Editores. 210 p. 2004.
- PEDIGO, L.P. Entomology and Pest Management. Ed. Macmillan Publishing Company. New York. EE.UU. pp 243 - 270. PEDIGO, L.P. 1996. Entomology & Pest Management. 2nd ed. Prentice Hall. New Jersey; 1989.
- PEDIGO, L.P. 1996. Umbrales Económicos y Niveles de daño económico Departamento de Entomología Universidad del Estado de Iowa Ames. Citado el 1 marzo 2009. Disponible en: <http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/PedigoSp.htm>
- RASMUSSEN, C, S-E. Jacobsen, R. Ortiz, A. Mujica, A. Lagnaoui y P. Esbjerg. Plagas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en la zona andina. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 9 p. 2000.
- RUIZ - Diaz T. Texto guía de Terapéutica Vegetal. Ediciones PLAGBOL La Paz – Bolivia. 188 p. 2007.
- SARAVIA, R. y Quispe, R, Modulo 2, “Manejo Agronómico de la Quinoa Orgánica”, Fascículo 4. Manejo Integrado de las plagas insectiles del cultivo de la quinua. PROINPA y AUTAPO. La Paz – Bolivia; 2005.

Conflicto de Intereses: Los autores afirman que no existen conflictos de intereses en este estudio y que se han seguido éticamente los procesos establecidos por esta revista. Además, aseguran que este trabajo no ha sido publicado parcial ni totalmente en ninguna otra revista.

FINANCIAMIENTO

Los autores no recibieron financiamiento para el desarrollo de esta investigación.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA:

Autores e iniciales: Marco Antonio Gutierrez Castillo

1. Planteamiento de la idea: Marco Antonio Gutierrez Castillo
2. Estructuración metodológica: Marco Antonio Gutierrez Castillo
3. Levantamiento y gestión de información: Marco Antonio Gutierrez Castillo
4. Sistematización de datos: Marco Antonio Gutierrez Castillo
5. Procesamiento e interpretación de resultados: Marco Antonio Gutierrez Castillo
6. Verificación de la información: Marco Antonio Gutierrez Castillo
7. Elaboración de recursos visuales: Marco Antonio Gutierrez Castillo
8. Coordinación del estudio: Marco Antonio Gutierrez Castillo
9. Redacción inicial del manuscrito: Marco Antonio Gutierrez Castillo
10. Corrección académica y edición final: Marco Antonio Gutierrez Castillo
11. Todos los autores revisaron y aprobaron la versión final del manuscrito.

© 2026; Los autores. Este es un artículo en acceso abierto, distribuido bajo los términos de una licencia Creative Commons (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>) que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea correctamente citada.