

Estudio de plagas emergentes por el cambio climático en los cultivos de papa y quinua (conocimiento local)

Authors:

Vivian Vera Delgadillo, Claudia Jarandilla Rodríguez

Universities of Missouri and Kansas State, United States; Universidad Nacional Agraria la Molina and Centro Internacional de la Papa (CIP), Peru

Prepared by:

Sustainable Agriculture and Natural Resource Management Collaborative
Research Support Program (SANREM CRSP)

Office of International Research, Education, and Development
(OIRE), Virginia Tech

E-mail: oired@vt.edu

On the Web: www.oired.vt.edu



This research was made possible by the United States Agency for International Development and the generous support of the American people through the Sustainable Agriculture and Natural Resource Management Collaborative Research Support Program (SANREM CRSP) under terms of Cooperative Agreement EPP-A-00-04-00013-00.

Producto 2. Estudio de plagas emergentes por el cambio climático en los cultivos de papa y quinua (conocimiento local).

Responsables: Vivian Vera Delgadillo y Claudia Jarandilla Rodríguez

Equipo técnico: Miguel Angel Gonzales Aldana, Carola Chambilla Quisbert, Bernardo Baltasar Lopez; Carlos Cladera Ceñi, Juan Sipe Mamani.

Instituciones colaboradoras o socias: Universidades: de Missouri, Kansas State university, (USA), UNALM (Perú), CIP (Perú).

Coordinación interna: Centro Q'ípa Q'ipani (Viacha - La Paz (PROINPA)

Compendio:

Dentro de lo que son plagas emergentes en el cultivo de la quinua y la papa, se trabajó en la identificación de feromonas y recolección de insectos plaga de la quinua (Ticonas - noctuideos) y la papa (Paraschema, moscas) para fines de identificación taxonómica, y observación de sus ciclos de desarrollo. Las recolecciones se realizaron en la comunidad de Vinto Coopani y San Juan circa, del Municipio de Umala, observándose gran cantidad de capturas en las trampas, con el uso de feromonas para *Spodotera frugiperda*, *Heliothis zea* y *Agrotis ipsilon*. Sin embargo, no todos los especímenes colectados están relacionados al cultivo de la quinua y no están identificados, lo cual demanda mayores esfuerzos para obtener las identificaciones correspondientes, ya que podrían ser nuevas especies y géneros pertenecientes a este grupo de noctuideos. Se evidenció que en las condiciones de laboratorio el factor humedad es muy importante, pues si este es demasiada alta se observan problemas de mortandad e infestación de hongos que matan a las larvas. El cambio climático también es un factor importante para que surjan nuevas plagas, y desaparezcan otras ya conocidas y oriundas del lugar.

Palabras claves: Plagas emergentes, cambio climático, papa, quinua

1 Objetivos:

- Estudiar el comportamiento de las plagas emergentes del cultivo de papa y quinua bajo las condiciones actuales de cambio climático.
- Realizar la cría de larvas y observar el ciclo biológico de las plagas emergentes del cultivo de la papa y quinua, bajo condiciones de laboratorio, para su identificación.
- Estudiar la fluctuación poblacional del complejo ticonas de la quinua bajo las condiciones actuales de cambio climático.
- Evaluar la eficiencia de seis feromonas comerciales (No específicas para las plagas de la quinua) en la atracción de ticonas.

2 Hipótesis

- No existe diferencias entre los ciclos biológicos de las plagas emergentes.
- El comportamiento de las ticonas, no es afectado por el factor climático como temperatura, precipitación y humedad relativa.
- La eficiencia de las feromonas es baja para la atracción de ticonas.

3. Revisión de literatura

3.1 Plagas importantes de la quinua

El cultivo de la quinua es afectado por una amplia gama de insectos durante su período vegetativo, de los cuales fueron identificadas 17 especies de insectos que concurren al cultivo de la quinua.

Cuadro 1. Plagas de la quinua

N°	Nombre común	Nombre científico	Familia	Orden	Tipo de daño	Categoría
1	K'caco	<i>Eurysaca melanocampta povolny</i>	Gelichidae	Lepidóptera	Directo Indirecto	Clave
2	Ticona	<i>Copitarsia turbata</i>	Noctuidae	Lepidóptera	Directo Indirecto	Clave
3	Ticona	<i>Feltia sp</i>	Noctuidae	Lepidóptera	Directo Indirecto	Clave
4	Ticona	<i>Heliothis titicaquensis</i>	Noctuidae	Lepidóptera	Directo Indirecto	Clave
5	Ticona	<i>Spodoptera sp.</i>	Noctuidae	Lepidóptera	Directo Indirecto	Clave
6	Gusano cortador	<i>Agrotis spp.</i>	Noctuidae	Lepidóptera	Directo Indirecto	Clave
7	Padre kuru karhua	<i>Epicauta spp</i>	Meloidae	Coleóptera	Indirecto	Ocasional
8	Piki piki	<i>Epitrix sp.</i>	Chrysomelidae	Coleóptera	Indirecto	Ocasional
9	Llaja	<i>Frankliniella tuberosi Moulton</i>	Thripidae	Thysanoptera	Indirecto	Ocasional
10	Pulgón	<i>Myzus persicae</i> Sulzer	Aphididae	Homóptera	Indirecto	Ocasional
11	Q'homer usa	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thomas	Aphididae	Homóptera	Indirecto	Ocasional
12	Mosca minadora	<i>Liriomyza huidobrensis</i> Blanch	Agromyzidae	Diptera	Indirecto	Ocasional
13	Lorito	<i>Empoasca sp</i>	Cicadellidae	Homóptera	Indirecto	Ocasional
14	Gusano medidor	<i>Perisoma sordescens</i> Dog.	Geometridae	Lepidóptera	Indirecto	Ocasional
15	Oruga de las hojas	<i>Mymenia recurvalis</i>	Pyralidae	Lepidóptera	Directo	Ocasional
16	Polilla de la quinua	<i>Pachyzancla bipunctalis</i>	Pyralidae	Lepidóptera	Directo	Ocasional
17	Tunku tunku	<i>Anacuerna centrolinea</i>	Cicalidae	Homóptera	Indirecto	Ocasional

La identificación correcta de una especie es el primer paso para su manejo y/o erradicación científica de la plaga, proporciona una clave para comprender la información sobre la vida, comportamiento y ecología de los insectos y facilita la predicción según la especie de la plaga de que se trate (PROINPA, 2006).

3.2 Daños ocasionados por las plagas.

Los daños que pueden ocasionar las plagas al cultivo de la quinua pueden ser clasificados en daños directos y daños indirectos. Los daños directos, son aquellos ocasionados a la parte de la planta que va a ser cosechado y es el caso de las larvas de polilla de la quinua de la segunda generación y ticonas que atacan el grano en formación. En cambio los daños indirectos, son provocados por aquellas plagas que defolian o se alimentan de la savia reduciendo así la capacidad productiva de la planta. Como ejemplo podemos mencionar a las larvas de K'caco de la primera generación, los mismos que hacen sus nidos en el área foliar y se alimentan de los brotes terminales y panojas en formación y provocan el desarrollo de brotes laterales (PROINPA; 2006).

En el altiplano Central el principal factor limitante que reduce la producción de quinua es el ataque de los insectos-plagas, entre ellos, los gusanos cortadores o ticonas (*Felthia sp.*, *Agrotis sp.* y *Spodoptera sp.*) y la polilla de la quinua (*Eurysacca melanocampta*) en épocas de sequía, pueden causar la pérdida total del cultivo. Las heladas y sequías también afectan los rendimientos significativamente, en el primer caso una

disminución de la temperatura a -3°C en época de floración puede causar la pérdida total del cultivo (Proinpa, 2004).

3.3 Pérdidas ocasionadas por las plagas

Según los estudios realizados las pérdidas ocasionadas por las plagas pueden oscilar entre 5 a 67 %, con un promedio de 33.37 %, en el altiplano sur y entre 6 a 45 % en el altiplano central, con un promedio de 21.31 % (PROINPA, 2006).

4 Materiales y métodos

4.1 Localización

El estudio de la fluctuación poblacional del complejo ticonas en el cultivo de la quinua, se llevo a cabo en la comunidad de Vinto Coopani, que pertenecen al Cantón de San Miguel de Coopani ubicado a 30Km. al sur de la localidad de Patacamaya y 126 Km. de la ciudad de La Paz.

4.2 Características climáticas

Temperatura promedio	= 11.2°C	Precipitación anual	= 384.13mm
Temperatura mínima (abril-julio)	= 0.8°C	Días con heladas	= 85
Temperatura máxima (oct-nov)	= 17.0°C	Vientos	= 25Km/h

4.3 Material de campo y laboratorio

Para el estudio de complejo de ticonas, se utilizaron, feromonas específicas para cada especie, bidones de aceite, colador de plástico, detergente, estacas (1m), pita de nylon, pinzas, alambre galvanizado y planillas de registro. El trabajo en laboratorio fue desarrollado con los siguientes materiales: alfileres entomológicos, frascos de plástico para muestreo, algodón, agua destilada, estereoscopio, papel secante, pinzas y hojas de registro.

Para el estudio del comportamiento de las plagas en laboratorio, fueron utilizadas estantes metálicos, frascos de plástico grandes, frascos de plástico con tapa (mediano y pequeño), frascos de vidrio de diferente tamaño, red entomológica, papel secante o filtro, algodón, pinzas metálicas, pipeta, atomizadores, evaporizador, termo ventilador, termómetro, tijera, estilete, agujas entomológicas, estereoscopio, microscopio, lupa, marcadores, cinta adhesiva(maskin), formol, agua destilada, alcohol al 70%, lavandina.

Como insumos utilizados para la preparación de alimentos, se tiene a la miel, harina de quinua, soya, germen de trigo, gelatina sin sabor, sorbato de potasio, ácido ascórbico, leche en polvo.

Como material vivo se utilizó, larvas de polilla *Phthorimaea operculella*, larvas de *Parascherma detectendum*, larvas de gorgojo (*Premnotypes ssp.* y *Rygopsidius piercei*), pupas de ticonas (lepidopteros noctuideos). El material vegetal utilizado fue, tubérculos medianos de papa y plantines a partir de brotes.

4.4 Metodología

Este estudio se fraccionó en dos partes:

- A. Fluctuación poblacional del complejo ticonas, en el cultivo de la quinua.
- B. Recolección y crianza de plagas emergentes en el cultivo de quinua y papa.

4.4.1 Fluctuación poblacional del complejo de ticonas en el cultivo de la quinua.

a. Establecimiento de los ensayos de campo

El estudio se llevó a cabo en la comunidad de Vinto Coopani, durante la gestión 2008, en el mes de febrero a mayo, en las parcelas de agricultores. Se utilizaron trampas con feromonas para cuatro especies de ticonas y

una especie de polilla de la papa. Estas feromonas no son específicas de cada especie, lo cual demanda el interés de identificar las especies de lepidópteros que son atraídas por cada feromona. Las feromonas utilizadas fueron:

- *Heliothis zea*
- *Heliothis virescens*
- *Spodoptera frugiperda*
- *Agrothis ipsilon*
- *Phthorimaea operculella* (polilla de la papa)

b. Construcción de trampas

En la elaboración de las trampas se utilizó material reciclado, como bidones de aceite de color amarillo en los cuales se hicieron ventanas a los lados con una medida de 10 x10 cm., los bidones fueron sujetos con estacas de 1m incrustadas al suelo, en la parte superior del bidón, con un alambre se sujetaron los dedales, donde se encuentran las feromonas. En el bidón se puso un poco de agua con detergente en una cantidad de 0.5 gr/lt de agua, para que las polillas (ticonas) que caigan y no puedan volver a volar. También se realizó la construcción de [las bandejas de agua, como testigo](#), con una medida de 50 x 30 x 10 donde se colocó agua con detergente.



Figura 1. Preparación e Instalación de trampas con feromonas en parcelas del cultivo de la quinua en la comunidad de Vinto Coopani del Municipio de Umala.

Se construyeron e instalaron trampas luz para cada parcela, que son consideradas como testigo, (asumiendo que por la luz son atraídas todas las especies de lepidópteros nocturnos) y comparar la caída en las trampas con feromonas, para conocer cuales son atraídas.

Inicialmente se iban a utilizar trampas de luz en forma de farolitos, recomendados por el Centro Q'ipani Q'ipani (Viacha - La Paz), pero, como las parcelas estaban alejadas de las casas, la probabilidad de que sean hurtadas era grande, por lo que se fabricaron trampas con materiales desechables como bidones de 20 botellas desechables de 2 l, etc. (figura 2).



Figura 2. Elaboración de trampas luz, con materiales reciclados y de bajo costo.

Antes de colocar las trampas en la parcela, en una reunión realizada con la comunidad de Vinto Coopani, se explicó los objetivos, para que sirvan las trampas que se instalaron, y que se requería de la colaboración de ellos para que las trampas perduren los meses del trabajo.



Figura 3. Socialización con la comunidad acerca de la instalación de trampas para plagas de la quinua.

c. Registro de los datos

Para el registro se utilizó una planilla fotográfica en la que se observa las diferentes especies que se presumen son plagas de la quinua. Las lecturas se realizaron cada semana registrando el número de ticonas caídos en las trampas, al mismo tiempo se procedió a realizar la limpieza y cambio de agua de las trampas.

d. Fluctuación poblacional y su relación con la fenología del cultivo

Para esta variable se relacionó la fluctuación poblacional del complejo ticona, con las fases fenológicas del cultivo.

4.4.2 Recolección y crianza de plagas emergentes en el cultivo de quinua y papa.

a. Implementación de laboratorio

Para estudiar el ciclo biológico, el comportamiento e identificación de las plagas, se implementó un laboratorio, en la oficina de enlace en Patacamaya. En este laboratorio se estableció la sala de cría, que está dedicado al estudio de plagas como las polillas de papa, gorgojo de los Andes, y lepidópteros nocturnos que son plagas de quinua y papa.



Figura 4. Implementación de laboratorio

b. Recolección de especies emergentes del cultivo de la papa y quinua

Para el estudio de plagas emergentes, se realizó la recolección de larvas, pupas y adultos, de insectos plagas y especies aún no identificadas, que probablemente sean plagas del cultivo de papa y quinua.



Figura 5. Recolección de plagas de la quinua y papa.

4.4.3 Cría de las especies recolectadas en laboratorio

Una vez recolectadas las especies, se procedió a separarlos por etapas, y codificarlos para su mejor manejo, se criaron en condiciones favorables para su desarrollo, en cuanto a temperatura (17° C) y humedad relativa (40 %) para así completar su ciclo biológico. A las especies que se encontraban en la etapa de adulto, en el caso de polilla y ticona, se les crió con miel de abeja y agua destilada, en una relación de 1:10, para que no mueran y resistan algún estrés.



Figura 6. Diversidad de especies criadas en laboratorio

4.4.4 Preparación del alimento

Esta preparación es exclusivamente para el primer estadio de larva, para que no sufra estrés alguno. El preparado de alimento esta a base de Harina de quinua, germen de trigo, leche en polvo, levadura seca, sorbato de potasio, gelatina sin sabor o agar, harina de soya, ácido ascórbico, formol, agua destilada. La formulación de la ración del alimento fue proporcionada por el Centro Q'ipa Q'ipani (Viacha - La Paz)



Figura 7. Ingredientes para la preparación del alimento de las plagas.

4.4.5 Registro de los datos

La evaluación se realizó todos los días, y se elaboro un registro fotografico, que nos muestra en imágenes el cambio de estado de las especies en estudio. Al mismo tiempo se controlaron los datos de humedad y temperatura del laboratorio, para que no varíen mucho y se de las condiciones favorables a los especímenes capturados.

5 Resultados y discusión

5.1 Fluctuación poblacional del complejo de ticonas en el cultivo de la quinua.

5.1.1 Fluctuación poblacional del complejo ticonas de la quinua

Durante la actual campaña agrícola 2008, se encontraron 6 tipos de ticonas, que están clasificadas de acuerdo a su morfología, y catalogadas mediante letras y nombres de acuerdo al aspecto que presenta cada una; sin embargo, aún no se encuentran identificadas.

Figura 8. Especies encontradas durante la campaña 2008



La presencia de las diferentes especies de ticonas de la quinua, fue heterogénea, pero de forma general en las tres feromonas no específicas, cayeron la especie catalogada como "A Punteado", durante toda la fase de desarrollo de la quinua, siendo mayor en la fase de floración, las otras especies tuvieron su presencia esporádicamente, en distintas fechas (Figura 9).

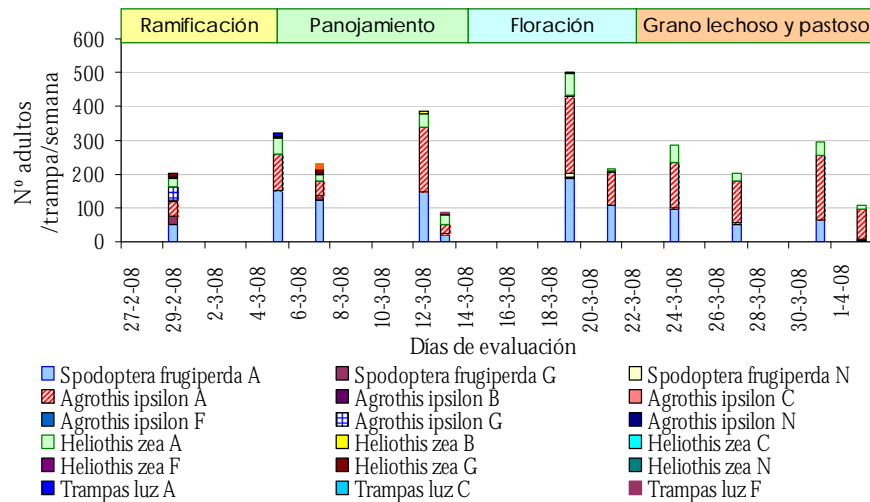


Figura 9. Presencia de ticonas durante el desarrollo del cultivo

5.1.2 Fluctuación poblacional respecto al factor climático

■ *Spodoptera frugiperda*

En el cuadro 3, se observa las tres especies que cayeron con la feromona de *Spodoptera frugiperda*, catalogadas como Punteado (A), Estampado (G) y Nuevo 2 (D), de las cuales la Punteada, fue la que mayor número de individuos reporto.

Figura 10. Especies encontradas en la trampa con feromona de *Spodoptera frugiperda*.



Respecto al factor climático no existe relación importante, principalmente porque no se puede determinar en que momento influye en la población, (ninguna especie es parecida en su comportamiento). En cuanto a la precipitación no tiene ninguna correlación con la población, la humedad relativa, en la última fase es baja y la población aumenta un poco, pero la fase fenológica del cultivo también es un factor importante para la aparición de plagas (Figura10 y 11).

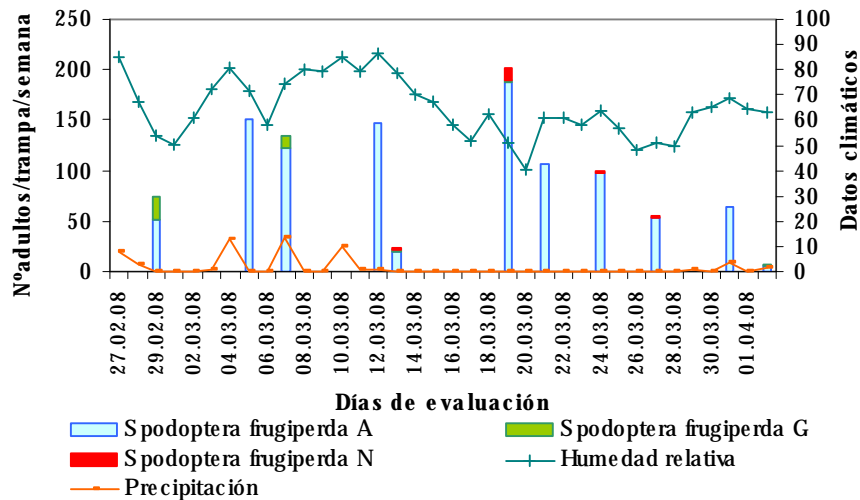


Figura 11. Fluctuación poblacional de *Spodoptera frugiperda* en relación a la humedad relativa y precipitación

La temperatura mínima no influye en la población, como se muestra en la figura 10, existe temperaturas mínimas debajo de 0° C, pero la población de la especie A punteados es elevada, es decir no le afecta en su desarrollo, pero en la última fase se ve que la temperatura máxima es más elevada y la población de A punteado disminuye, por lo que se puede asumir que tiene una relación baja.

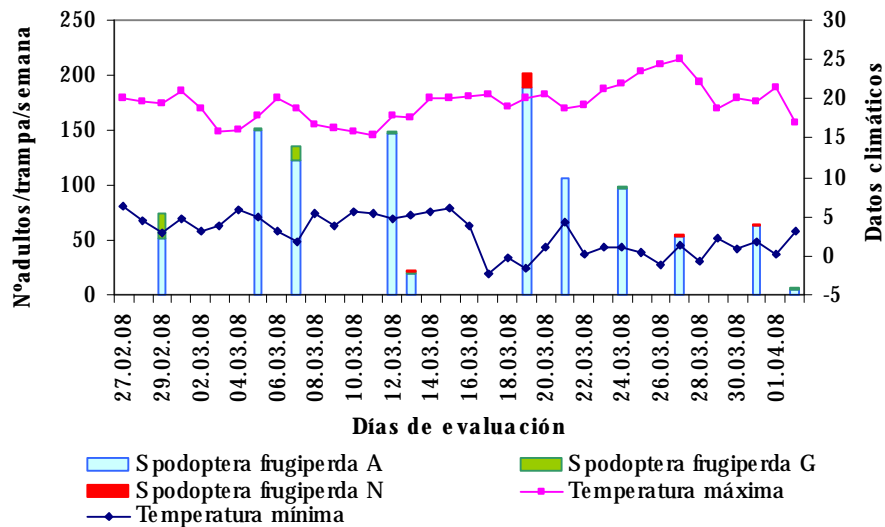


Figura 12. Fluctuación poblacional de *Spodoptera frugiperda* en relación a la temperatura.

■ *Heliothis zea*

Para el caso de la trampa con feromona de *Heliothis zea*, se encontraron seis diferentes especies A Punteada, en mayor número de adultos, seguida de la especie G Estampada, la especie D Nuevo 2, que tuvo poca presencia al igual que las especies F Rayado, C Marron y B Nuevo 1 (Cuadro 3).

Figura 13. Especies encontradas en la trampa con feromona de *Heliothis zea*.



La relación con el factor climático es la misma que la anterior, no se puede determinar con exactitud porque varía de acuerdo a la especie, a un inicio la del tipo B Nuevo 1, se presentó en mayores cantidades, pero ya finalizando el tipo A punteado fue aumentando su población (figura 13).

Se puede asumir que la precipitación influye en la especie G estampado, porque cuando existe precipitación, esta especie presenta elevada población, y cuando deja de llover la especie desaparece, las demás especies actúan normal a este cambio, no hay relación alguna (figura 10).

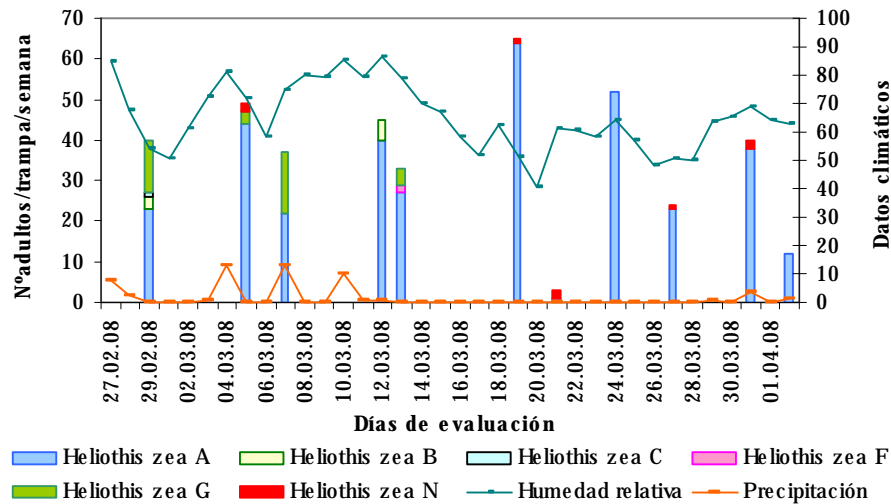


Figura 14. Fluctuación poblacional de *Heliothis zea* en relación a la humedad relativa y precipitación

La temperatura máxima influye en la población de la especie G estampado, temperaturas por encima de 20 ° C, no existe presencia de dicha especie, temperatura entre 18 a 22 ° C son las más favorables para la presencia y posterior reproducción de las plagas (figura 14).

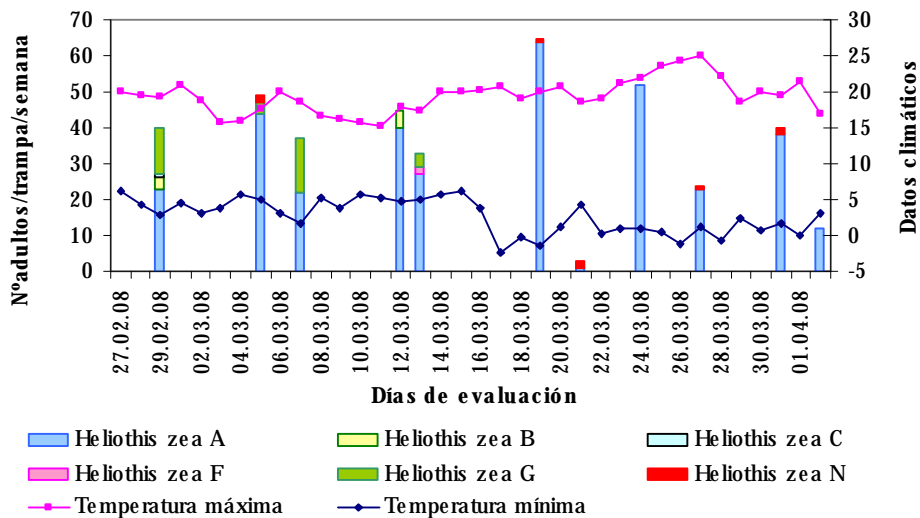


Figura 15. Fluctuación poblacional de *Heliothis zea* en relación a la temperatura

■ *Agrothis ipsilon*

En el cuadro 5 se observa las especies que cayeron en las trampas de *Agrothis ipsilon*, la especie A Punteada que es la de mayor población y en mayor número, seguida de las demás especies que fueron irregulares como G estampada, D Nuevo 2, F rayado, B Nuevo 1 y C Marron.

Figura 16. Especies encontradas en la trampa con feromona de *Agrothsis ipsilon*.



Dentro de los factores climáticos, la precipitación influye en la fluctuación poblacional de la especie A Punteada, es decir que cuando llueve mucho, la población disminuye, como se aprecia en la figura 16, lo mismo con la humedad, mientras más humedad menor población. La ocurrencia de las demás especies fue irregular.

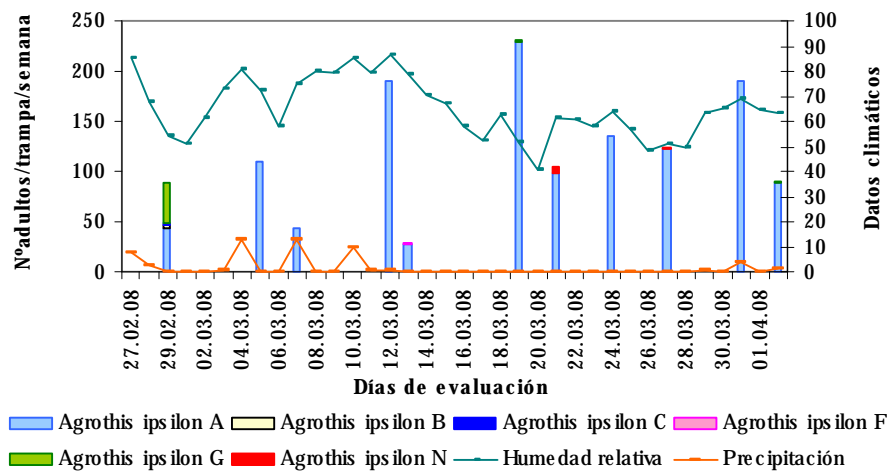
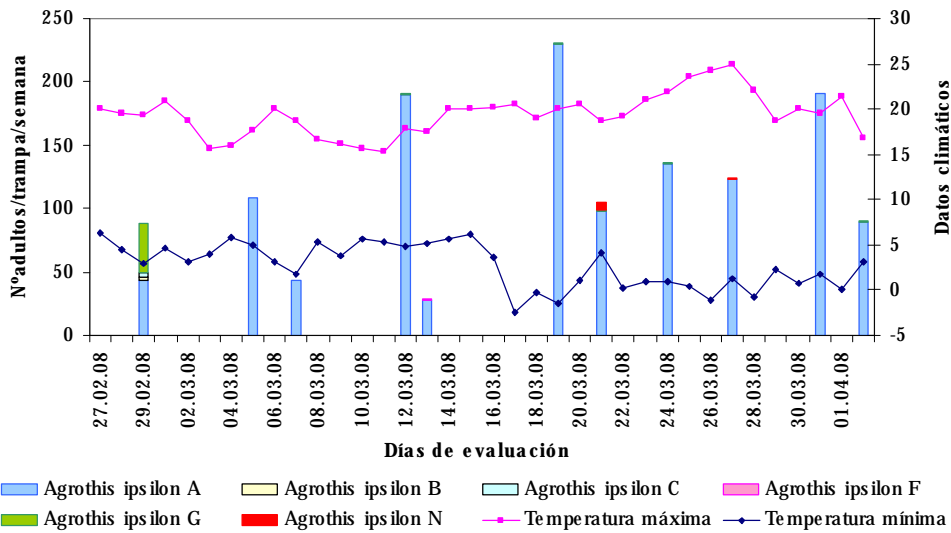


Figura 17. Fluctuación poblacional de *Agrothsis ipsilon* en relación a la humedad relativa y precipitación

Como se ve en la figura 18, la población es baja a mayores temperaturas.



Figura

Agrothsis ipsilon A Agrothsis ipsilon B Agrothsis ipsilon C Agrothsis ipsilon F
 Agrothsis ipsilon G Agrothsis ipsilon N Temperatura máxima Temperatura mínima

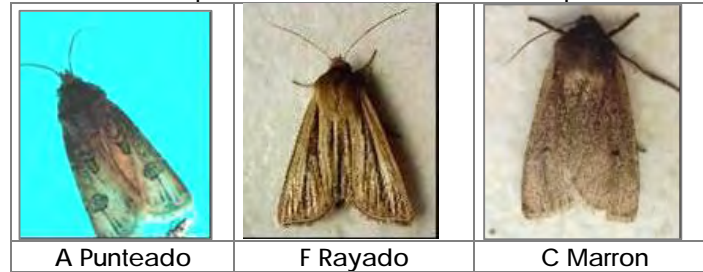
Fluctuación poblacional de *Agrothsis ipsilon* en relación a la temperatura

18.

■ Trampas luz

Respecto a las trampas luz (testigo), no hubo una recolección importante de ticonas adultas, como se lo habría esperado, simplemente se registraron dos especies, la A Punteada en poca cantidad y las especies F Rayado y C Marrón, en una sola ocasión y en las mismas cantidades.

Cuadro 19. Especies encontradas en las trampas de luz.



Relación con el factor climático, no es tan relevante, porque la presencia de las especies es irregular, debido tal vez a la poca eficiencia de la luz (figura 20).

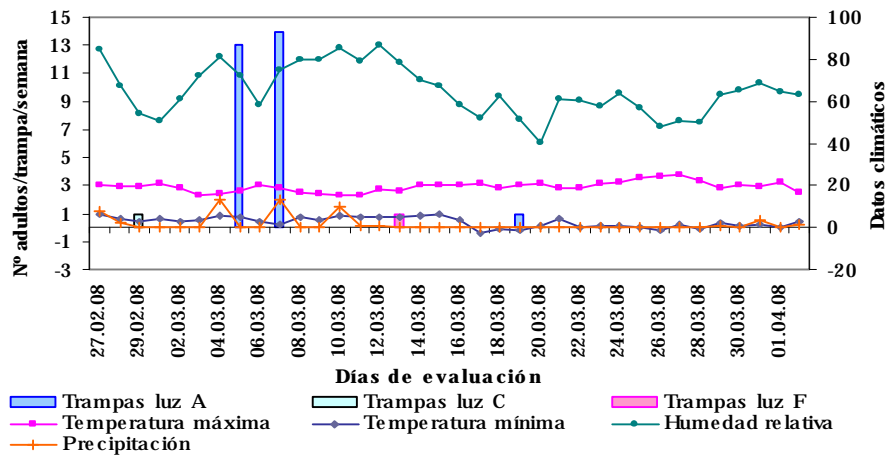


Figura 20. Fluctuación poblacional de *Heliopsis zea* en relación al factor climático

5.1.3 Eficiencia de atracción de las feromonas

Se pudo determinar cuales de las seis feromonas fueron más efectivas en la captura de ticonas, de las cuales fueron elegidas tres feromonas (*S. frugiperda*, *A. ipsilon* y *H. zea*).

Cuadro 21. Eficiencia de atracción de tres feromonas

Feromonas	A Punteado	B Nuevo 1	C Marrón	D Nuevo 2	E Triangular	F Rayado	G Estampado	Total
<i>S. frugiperda</i>	1004	0	0	19	0	0	43	1066
<i>A. ipsilon</i>	1279	2	3	7	0	1	45	1337
<i>H. zea</i>	346	8	1	8	0	2	35	400
Trampas luz	28	0	1	0	0	1	0	30
Total	2657	10	5	34	0	4	123	

*Evaluación realizada desde el 29 de febrero al 2 de abril.

En el cuadro 21, se puede apreciar las seis especies encontradas en la provincia Aroma, de las cuales la especie A Punteada, es la que se presentó en grandes cantidades llegando a un total de 2657 adultos atrapados, seguido de la especie G Estampado con 123 adultos atrapados, nótese también que la especie A Punteado, se presentó en las trampas con feromonas de *Spodoptera frugiperda* y *Agrotis ipsilon*.

5.1.4 Fluctuación poblacional de las diferentes especies de ticonas

La fluctuación poblacional nos ayudara a conocer cual de las especies encontradas podría presentarse como plaga del cultivo de la quinua. Como se puede apreciar en la figura 22, la especie denominada A Punteada se encuentra presente y de forma constante durante todo el lapso de tiempo en el que se tomaron las lecturas y en todo el ciclo fenológico de la planta; lo cual nos lleva a pensar que esta no sería la plaga de la quinua.

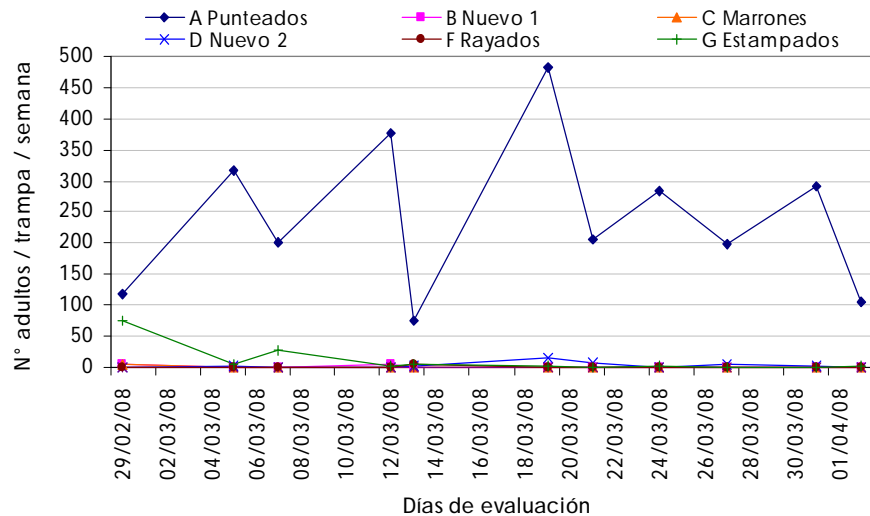


Figura 22. Fluctuación poblacional de las diferentes especies de ticonas presentes en el altiplano Central (gestión 2008)

En la figura 23, sacando la población de A punteado, podemos apreciar que las especies que podrían ser consideradas como plagas, serían la denominada Estampado (G) y Nuevo 2 (D), debido a que se presentan cuando el cultivo se encuentra en la etapa fenológica donde existe el mayor ataque de plagas de la ticona, y la población desciende de acuerdo al ciclo del cultivo.

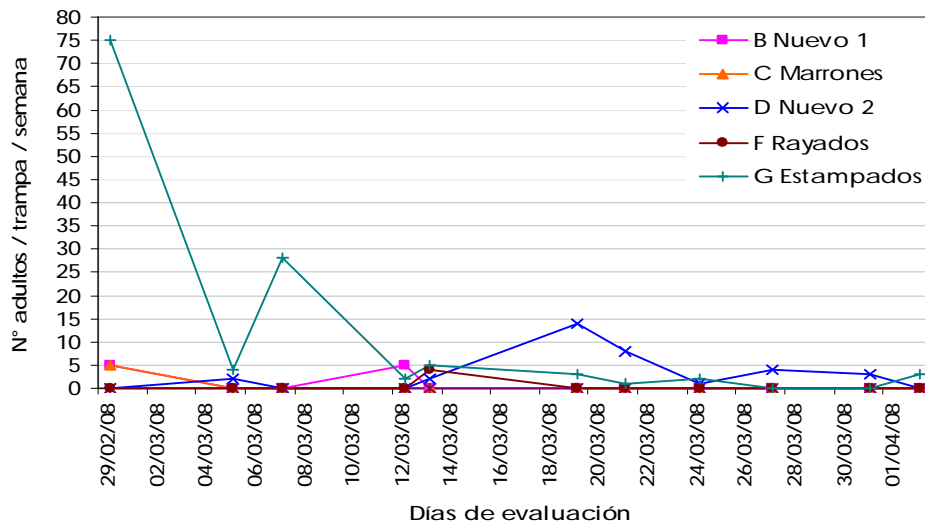


Figura 23. Fluctuación poblacional de las diferentes especies de ticonas presentes en el altiplano Central (gestión 2008)

6 Recolección y crianza de plagas emergentes en el cultivo de quinua y papa.

En esta parte se realizó la cría de 7 especies recolectadas, dos especies de polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*, *Paraschema detectendum*), dos especies de gorgojo (*Premnotrypes spp*, *Rhigopsidius piecei*), Complejo ticonas de la quinua, moscas de la papa aún no identificadas y larvas parasitadas.

6.1 Cría de polilla (*Phthorimaea operculella*)

6.1.1 Estado de huevo:

La recolección de huevos de *Phthorimaea operculella* fue de la oviposición que se realizó en la sala de cría de una pareja de adultos de esta especie, traídos de una parcela de papa los cuales fueron llevados a un frasco de plástico de 10 x 10cm donde se tapo con tul y por encima un círculo más grande de papel secante asegurado por una banda elástica por encima se introdujo un pedazo de algodón humedecido en miel, los huevos fueron ovipositados de forma grupal de 22 huevos la primera postura, 25 huevos la segunda postura y 18 la tercera postura, fueron observados previamente por el estereoscopio para ser contados y registrados.

Recolectados los huevos se los llevó a otros frascos donde se colocó un círculo de papel secante con un pedazo de algodón humedecido con agua destilada, en el frasco se colocó la fecha de la deposición y el tipo de muestra, se reguló la temperatura y la humedad dentro la sala de cría se observó que el algodón permanezca húmedo.

Debido al exceso de humedad en el segundo frasco, los huevos fueron atacados por la humedad y solo se rescató 5 huevos, no solo ocurrió en este frasco también en los otros pero no fue tanto como en el frasco mencionado.



Figura 24. Huevos de polilla

Los huevos recién puestos son de color crema claro brillante, de forma elíptica, pasado unos días toman un color anaranjado luego cuando ya están por eclosionar cambian a un color gris, debido a la cabeza de la larva.

6.1.2 Estado de larva:

El primer frasco de huevos que eclosionaron fue a los 11 días de ovipositados, a temperatura de 17.7 °C y humedad de 32%, según estudios realizados el tiempo de huevo dura de 5 a 7 días hasta la eclosión, bajo temperatura de 24°C y una humedad no controlada.

Cuando eclosionaron los huevos y salieron las larvas a estas se las llevó con la ayuda de un pincel a un frasco donde se colocó tubérculos de papa de tamaño mediano, se colocaron 10 larvas por tubérculo luego se registró el frasco con la fecha de eclosión.

Se verificó cada semana que el tubérculo no se deshidrate se mantenga fresco y el envase limpio, luego se siguió observando hasta el cambio de la siguiente fase.

El tiempo de larva hasta la próxima fase duró 30 días en el primer frasco, 32 días en el segundo frasco, y en el tercer frasco 33 días.



Figura 25. Periodos larvales de polilla

Se observó que en esta fase las larvas de *P. operculella* son más dañinas en el tubérculo, las larvas en su primer estadio ingresan por los ojos del tubérculo luego se ubican superficialmente, a medida que fueron desarrollándose sus galerías fueron extendiéndose hacia el centro quizá por que en un tubérculo se encontraban de 5 a 10 larvas.



Figura 26. Periodos pupales de la polilla

Cuando las larvas presentaron un color verde claro con el dorso rosa, se colocó en los frascos arena esterilizada y un tubérculo por que se observó que ya querían formar sus cocones para entrar a la fase de pupa.

6.1.3 Estado de pupa:

Se observa que al realizar el cambio de estado larval a pupa las larvas dejaron de comer y disminuyen su actividad, entonces empiezan a elaborar su capullo de seda con la ayuda de partículas de arena, su color es de marrón claro pasando a oscuro.

Las pupas que entran en esta fase se separan a un frasco donde se introdujo un círculo de papel secante y un pedazo de algodón humedecido con agua destilada, hasta que terminaron todas a entrar a la fase de pupa en su cocón, para observarlas mejor se abrió algunos de los cocones y registrar el cambio que presentan en la coloración a medida que maduran.



Figura 27. Periodos de pupa de la polilla

Se registro la fecha de inicio de pupa, y se controló la humedad dentro el frasco para que no pudiera afectar en su emergencia a adulto.

La fase de pupa en los primeros frascos fue de 12 - 14 días, algunas pupas cambiaron de color de marrón a negro debido a que fueron atacados por hongos a causa de alta humedad.



Figura 28. Fases de la larva de polilla

6.1.4 Estado de adulto:

Después de que empezaron a salir los adultos de las pupas, se los llevo a un frasco más grande para que puedan volar y no dañar sus alas, se colocaron cinco polillas tratando de que sea una hembra y cuatro machos, pero se observo en los adultos que existen mas machos que hembras, de 12 polillas del primer frasco 9 eran machos y 3 eran hembras, la diferenciación de sexo se lo realizó mediante observaciones en el estereoscopio.



Figura 29. Etapa de Transición de pupa a adulto en la polilla

En los frascos donde se encontraban las polillas adultos se introdujo un pedazo de algodón sopado en agua con miel, por encima se colocó un pedazo de tul y luego un círculo de papel secante después se agarró con una banda elástica.

A los 5 días se observó las primeras posturas de huevecillos de polilla, de forma grupal y en algunos lugares individualmente.



Figura 30. Adultos machos y hembras en los frascos

Se volvió a distribuir los huevos en diferentes frascos dando las determinadas condiciones para su desarrollo y se registraron. Las polillas adultas tienen una vida entre 15 a 20 días machos y hembras.

6.1.5 Ciclo biológico de *Phthorimaea operculella*

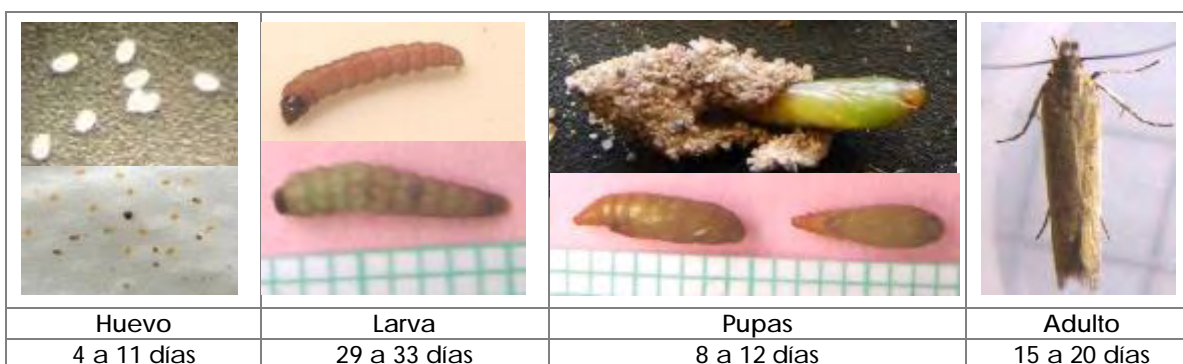


Figura 31. Ciclo biológico de la polilla *Phthorimaea operculella* en laboratorio

Los datos obtenidos en laboratorio son a temperatura de 17.7° C y humedad de 32 %, se comprueban con datos obtenidos por Gamboa, 1990, a temperaturas de 20 – 25 ° C y humedad no controlada, notándose cierta variación en el tiempo de desarrollo de cada una de las fases.

Cuadro 2. Ciclo Biológico

Huevo	Larvas	Pupa	Adulto
5 a 7 días	9 y 10 días	11 y 13 días	8 y 11 días

Manuel Gamboa, Armando Notz

6.2 Cría de polilla (*Paraschema detectendum*):

6.2.1 Estado de larva:

Con respecto a esta especie se obtuvieron larvas de tubérculos de papas traídas de las comunidades de Vinto Coopani, Kellhuiri y San Juan Circa. Se vio que las galerías son más grandes que la otra especie de polilla en estudio, las larvas son de color blanco cremoso sin coloraciones ni franjas pigmentadas en el dorso

de la larva, existe diferencia entre macho y hembra lo cual caracteriza a esta especie, la hembra es más grande que el macho.

Como se las recolectó en estado de larva, no se pudo determinar cuanto tiempo es la fase de larva, se colocaron de 6 a 10 larvas en cada frasco con arena desinfectada y con un tubérculo de papa para su alimentación.



Figura 32. Etapa larval de la polilla *Paraschema detectendum*

6.2.2 Estado de pupa:

También se pudo observar que las pupas de esta polilla muestran la diferencia sexual en su tamaño, iniciaron su fase de pupa a partir del 20 al 28 de mayo, son de color marrón, la hembra mide 1 cm. y el macho mide 0.6 - 0.7cm, cuando iniciaron la fase de pupa se las trasladó a un frasco donde se colocó un disco de papel secante y un pedazo de algodón humedecido en agua.

Estos frascos se los registró, con la ayuda de una pinza se sacaron las pupas del capullo para poder observarlas mejor.



Figura 33. Etapa pupal de la *Paraschema*

6.2.3 Estado de Adulto:

Empezaron a emerger los adultos desde el 17 hasta el 25 de junio continuamente en cada frasco se pudo observar que la mayoría eran hembras, estas mismas no vuelan solo dan pequeños saltos y el macho es más pequeño y delgado por la baja presencia de machos, cada frasco se puso uno con varias hembras y en algunos frascos no hubo presencia de macho por lo cual no se produjo huevos fertilizados.

También se pudo observar que la hembra y el macho no presentan ninguna mancha en las alas, de la hembra son más pequeñas que del macho.



Figura 34. Etapa de adulto de la *Paraschema*

6.2.4 Estado de Huevo (de las posturas)

Se empezó a recolectar huevos, desde el 24 de junio pero no todos fueron fertilizados ya que en algunos frascos solo había hembras por la falta de machos, ellas pueden poner de igual manera huevos pero infértiles.

Se recogieron huevos con la ayuda de un pincel se los observó para ser contados y luego pasados a un frasco donde se puso un círculo de papel secante y un pedazo de algodón humedecido en agua destilada.



Figura 35. Huevos de polilla *Paraschema*

6.2.5 Estado de Larva:

Las primeras eclosiones de las larvas de *P. detectendum* se observó a partir del 03 de julio, pero solo en un frasco, donde se introdujo un tubérculo y con la ayuda de un pincel se observó solo 15 larvas del primer estadio los otros huevos todavía no eclosionaron y en algunos se observó que no cambiaron de color, esto nos indica que son huevos infértiles.



Figura 36. Etapa larval de *Paraschema*

6.2.6 Ciclo biológico de la polilla *Paraschema detectendum*

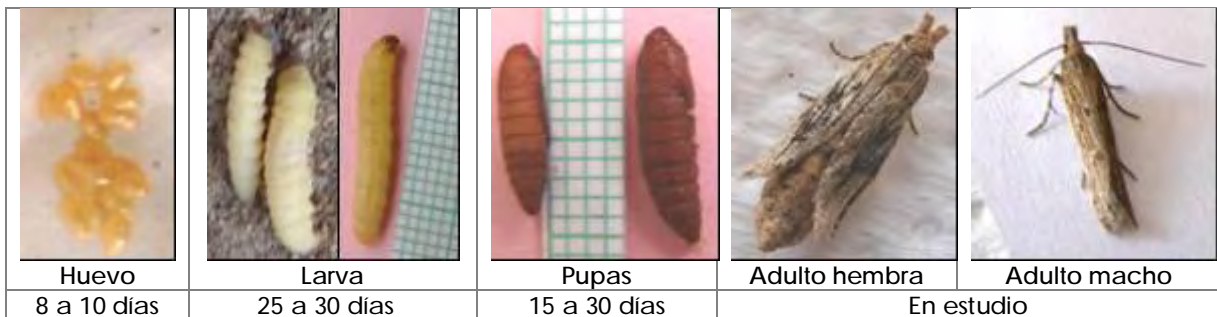


Figura 37. Ciclo biológico de *Paraschema detectendum* en laboratorio

6.3 Cría de Gorgojos (*Premnotypes* y *Rhygopsidius*):

Debido a la presencia de humedad en los frascos se perdieron los huevos de gorgojo *Rhygopsidius*, solo se tienen 8 individuos en observación, y en la especie *Premnotypes* se perdieron en la fase de larva debido a

cuando se realizaba el conteo de población estos disminuyeron cuando se los cambio a otro tubérculo más fresco para que puedan alimentarse y determinar su desarrollo. Por el momento solo se tienen 10 individuos cada uno en un pequeño frasco donde la mayoría se encuentra en estado de pupa.

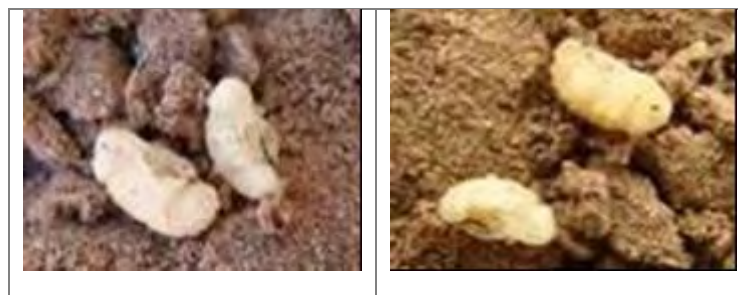


Figura 38. Pupas del gorgojo

6.3.1 Ciclo biológico del gorgojo de los Andes





			
Huevo	Larva	Pupas	Adulto
38 a 45 días	60 a 68 días	30 a 35 días	En evaluación

Figura 39. Ciclo biológico de *Premnotypes spp* en laboratorio

Los datos estudiados en laboratorio no se parecen a los que determinó Laura et al, que son más reducidos, pero no se sabe a que temperatura se hicieron ni en que lugar, un factor a considerar en la cría de las larvas para esta especie, es que se debe tratar de no manipular en exceso a las larvas y los diferentes estados de desarrollo del gorgojo, pues se ocasiona la muerte de estos.

Cuadro 3. Ciclo Biológico

Huevo	Larvas	Pupa	Adulto
112 días	37 días	41 días	

Laura et al. 2004

6.4 Cría de pupas de Ticonas:

La cría de las pupas se realizó desde el mes de mayo, como se tienen pupas de desarrollo tardío todavía no emergieron, para poder observarlas e identificarlas y determinar su comportamiento.

El seguimiento que se hizo con estas especies se inicia desde la fase de larva hasta llegar a obtener las pupas, el objetivo de esta cría es para poder identificarlas y determinar si son plagas de quinua o solo plagas ocasionales.

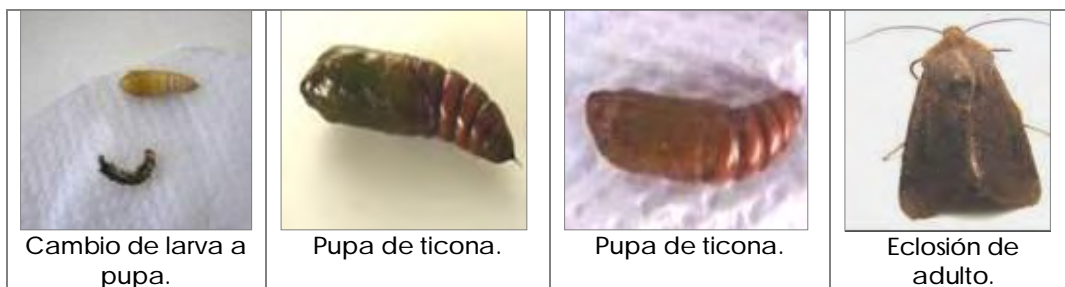


Figura 40. Etapa de desarrollo de la ticona de la quinua

Las primeras larvas iniciaron su fase de pupa a partir del 18 de Abril hasta el 30 del mismo mes. Para poder observar las pupas se las puso en frasco de 10 x 13 cm de forma individual, dentro el frasco se puso un círculo de papel secante y un pedazo de algodón sopado en agua destilada. Solo se observó la eclosión de un adulto pero su deceso fue muy repentino y no se pudo obtener resultados en su reproducción ni tampoco en su identificación.

6.4.1 Ciclo biológico de la ticona de la quinua

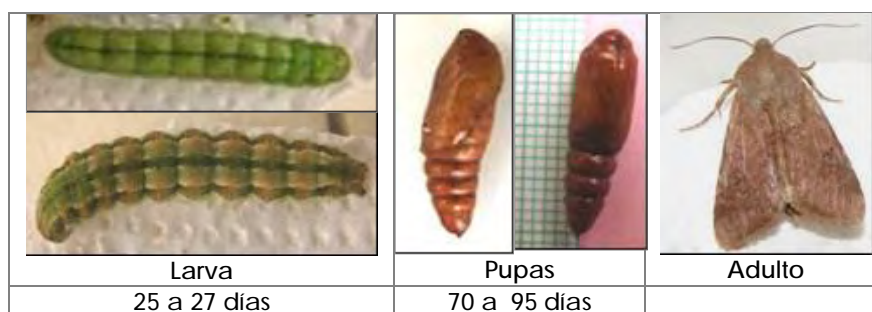


Figura 41. Ciclo biológico de una de las especies de ticona de la quinua en laboratorio

El complejo ticona, no ha sido estudiado a detalle, por ese motivo no se puede comparar el ciclo biológico, con otro autor, cada especie se comporta diferente a otro.

6.5 Cría de moscas:

Con respecto a la cría de las pupas de moscas hasta el momento no se observó ninguna eclosión de adultos, se recolectó desde el 15 de Abril en estado de larva, luego continuaron con su fase de pupa y hasta el momento no se vio ninguna diferencia, estas pupas se encuentran en un frasco con arena esterilizada para evitar hongos u otro enemigo para su desarrollo.

Las pupas aún no emergieron, talvez la temperatura y humedad no sea la adecuada.



Figura 42. Etapa de larva y pupa de la mosca.

6.6 Cría de larvas parasitadas

Los huevos parasitados en larvas, aún no eclosionaron por lo que no se conoce las especies de entomopatógeno que las parasita, se presume que son avispa, algo para tomar en cuenta es que se observa esta infestación de larvas en aquellas recogidas de *Paraschema detectendum*. Aun no se tiene el resultado de esta observación.



Figura 43. Larvas parasitadas.

7 Conclusiones

- De acuerdo a los resultados obtenidos, fueron encontradas seis especies nuevas de ticonas, aparte de las ya identificadas como parte del complejo ticonas. Estas especies aún están en proceso de ser identificadas, y se cree que al menos dos serían plagas del cultivo de la quinua.
- La especie que se reporta en mayor número es la denominada Punteada (A), la cual no sería considerada plaga de la quinua, por presentarse con mayores poblaciones indistintamente al ciclo del cultivo.
- El mayor número registrado de la especie Punteada (A), fue de 1279 adultos encontrados en la trampa con feromona de *Agrothia ipsilon*, seguida de 1004 adultos en la trampa con feromona de *Spodoptera frugiperda*.
- Las feromonas evaluadas difieren en el grado y la eficiencia de atracción.
- Según los datos obtenidos el factor climático no influye demasiado en el tamaño de la población de ticonas, en menor escala afecta la precipitación y la temperatura máxima.
- Podemos mencionar que la implementación de una sala de cría para plagas en una determinada zona reproducción es una gran ayuda para poder realizar o implementar un buen manejo integrado de estas plagas.
- También podemos resaltar que la implementación de una sala de cría nos ayuda a la identificación de una plaga específica en determinados cultivos.
- Durante el desarrollo de las especies, se pudo determinar, el ciclo completo de *Phthorimaea operculella*, *Premnotrypes spp*, estando en proceso de evaluación, las demás especies.
- Otro factor beneficioso en el uso de la sala de cría es que nos ayuda para poder conocer el comportamiento de los insectos dañinos observando desde su crecimiento y desarrollo (huevo-adulto).
- Lo más importante en la instalación de una sala de cría es de tratar de obtener una mayor cría masiva de plagas en estudio.

8 Recomendaciones

- En cuanto a las trampas de luz, utilizar la adecuada para cada lugar.
- Implementar un laboratorio con mejores condiciones de cría, que ayudara a tener información del comportamiento de los insectos con factores de temperatura y humedad controlados.

9 Bibliografía consultada

PROINPA, 2004. Estudio de los impactos sociales, ambientales y económicos de la promoción de la quinua en Bolivia. La Paz – Bolivia.

PROINPA, 2005. Manejo Agronómico de la quinua orgánica. Programa apoyo a la cadena quinua Altiplano sur. Modulo 2. La Paz – Bolivia.

MUJICA, A., 1997. "Cultivo de quinua". Ministerio de Agricultura. Instituto de Investigación agraria. Lima – Perú.

Manuel Gamboa; Armando Notz, 1990. Biología de *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) en papa (*Solanum tuberosum*). Instituto de Zoología Agrícola, Facultad de Agronomía, UCV. Apartado 4579 Maracay 2101A. Venezuela.

Laura Niño, Eduardo Acevedo, Felipe Becerra, Migny Guerrero.2004. Aspectos de la biología y fluctuación poblacional del gusano blanco de la papa *Premnotrypes vorax* Hustache (Coleoptera: Curculionidae) en Mucuchies, estado Mérida, Venezuela. *Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Mérida. Avda Urdaneta, Edif. MAT, 2do piso Oficina INIA Mérida. lnino@inia.gov.ve.*