Contenido

Pag

Contenido 1

Introducción 2

Producto 1. Se conoce el comportamiento y el daño de las dos plagas clave del cultivo (en época del cultivo y sin cultivo) 3

Actividad 1.1. Fluctuación poblacional de las dos plagas clave del cultivo de la quinua entre el periodo de cosecha y la próxima siembra 3
Actividad 1.2. Estudios del comportamiento de las dos plagas clave entre el periodo de cosecha y la próxima siembra 7
Actividad 1.3. Determinación del Nivel de Daño Económico (NDE) de las dos plagas del cultivo de la quinua 9
Actividad 1.4. Ciclo biológico de ticonas y polilla integrado (época de cultivo y fuera de época de cultivo) 12

Producto 2. Colecta, cría e identificación de insectos clave del cultivo de la quinua 15

Actividad 2.1. Colección de insectos de referencia para el cultivo de la quinua 15
Actividad 2.2. Cría de polillas para fines de identificación, síntesis de feromonas y pruebas de eficacia 17
Actividad 2.3. Cría de "ticonas "para fines de identificación de especies, síntesis de feromonas y pruebas de eficiencia 19
Actividad 2.4. Descripción morfológica e identificación de ticonas en los altiplanos sur y centro 23
Actividad 2.5. Clasificación de las especies del complejo ticonas en base al tipo de plaga (ocasional o clave) 28
Actividad 2.6. Descripción morfológica e identificación de polillas en el altiplano sur y central 31

Producto 3. Feromonas para el complejo ticonas y para la polilla de la quinua son identificadas, sintetizadas y evaluadas en laboratorio y campo 33

Actividad 3.1. Revisión de literatura relacionada a las feromonas de insectos clave 33
Actividad 3.2. Desarrollo de feromonas optimizadas para el complejo ticonas 35
Actividad 3.4. Evaluaciones de feromonas en campo 35
Actividad 3.5. Visita de campo de los especialistas de Pherobank 40

Producto 4. Dos feromonas no específicas para ticonas son validadas participativamente con productores de quinua 41

Actividad 4.1. Validación participativa de dos feromonas no especificas para ticonas 41
Actividad 4.2. Adaptación y validación de prototipos de trampas con feromonas 45

INFORME DEL PROYECTO:

"HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN LA PRODUCCIÓN DE QUINUA ORGANICA"

Componente: 'Investigación para el desarrollo y Aplicación Efectiva de Feromonas para Mejorar la Producción de Quinua Orgánica en Bolivia"

Periodo: Noviembre 2007 a Junio 2008

1. INTRODUCCION

En la producción de quinua orgánica la presencia de plagas insectiles es un factor crítico en la producción porque influyen negativamente en el rendimiento y en la calidad del producto; aspectos muy sensibles para la certificación de la producción de quinua orgánica.

Las pérdidas por causa de los insectos plaga en la quinua oscilan entre el 5 y el 70% e incluso pueden llegar al 100 % si no se realizan los controles y cuidados adecuados, en particular en años secos. Son varios los esfuerzos de investigación en plagas que se han realizado, sin embargo, aun existen vacíos y resulta necesario actualizar la información sobre todo acerca de la determinación de los niveles de daño económico, el comportamiento de los insectos en la época sin cultivo, la cría de insectos con fines de identificación así como el desarrollo y uso de feromonas especificas.

En cuanto al uso de feromonas, la Fundación PROINPA y PRI-Pherobank han iniciado las pruebas de eficiencia en campo de feromonas no específicas para el cultivo de la quinua. Los resultados mostraron la potencialidad de esta herramienta en el manejo integrado de las plagas.

Con los antecedentes mencionados, se ha propuesto a la Fundación AUTAPO el Proyecto Herramientas Para el Desarrollo del Manejo Integrado de Plagas en la Producción de Quinua Orgánica: Componente de Investigación para el desarrollo y Aplicación Efectiva de Feromonas para Mejorar la Producción de Quinua Orgánica en Bolivia. El proyecto se ha ejecutado en las localidades representativas del altiplano Sur y Central así como en el Centro de Facilidades Quipaquipani en el periodo Noviembre 2007 a Junio de 2008 (1ra fase).

El objetivo de este proyecto es identificar y desarrollar feromonas para la polilla de la quinua y otras cuatro plagas importantes conocidas como el "Complejo Ticona de la quinua" como un componente para el manejo integrado de plagas.

El informe del proyecto se encuentra descrito según productos y actividades:

PRODUCTO 1. SE CONOCE EL COMPORTAMIENTO Y EL DAÑO DE LAS DOS PLAGAS CLAVE DEL CULTIVO (EN ÉPOCA DEL CULTIVO Y SIN CULTIVO)

Actividad 1.1. Fluctuación poblacional de las dos plagas clave del cultivo de la quinua entre el periodo de cosecha y la próxima siembra.

Introducción

No se conoce la fluctuación poblacional de los ticonas adultos durante el periodo de la cosecha y la próxima siembra. Todos los trabajos consultados sobre fluctuaciones poblacionales tanto de larvas como de los estados adultos de las plagas se refieren al periodo del cultivo. De acuerdo a estos reportes en el altiplano central las larvas de los ticonas hacen su aparición entre el mes de febrero y marzo junto con la aparición de las larvas de la polilla. En cambio en el altiplano sur las larvas de los ticonas hacen su aparición en dos periodos del cultivo, una en el mes de noviembre y diciembre donde defolian las plantas y otra en el mes de marzo donde atacan el grano de la quinua en proceso de maduración. En estos trabajos se concluyó que las fluctuaciones poblacionales tanto de las larvas de la polilla y del complejo ticona, varían entre una zona a otra.

Objetivos

Evaluar la fluctuación poblacional de las dos plagas clave del cultivo de la quinua entre el periodo de cosecha y la próxima siembra.

Localización

El trabajo se realizó en cuatro comunidades, tres situadas en el Altiplano Sur (Pacocollo, Viroxa y Jirira, ubicadas en el Municipio de Salinas de Garci Mendoza, Oruro), y una en el Altiplano Central (Quipaquipani), ubicado en el Municipio de Viacha, La Paz)

Metodología

Validación de interna de tres prototipos de trampas luz

Se instalaron tres prototipos de trampa luz, trampa luz recargadas a panel solar (foto 1), trampa luz recargadas con energía eléctrica (foto 2) y trampa luz estándar con batería (foto 3) en las comunidades de Quipaquipani, Pacocollo, Viroxa y Jirira y se evaluó la intensidad y duración de las horas luz de las lámparas recargadas a panel solar o energía eléctrica y el número de especimenes atrapados en cada uno de estos prototipos. Estos prototipos evaluados fueron recomendados por estudios anteriores de otras instituciones.

Foto 1. Trampa a panel solar

Foto 2. Trampa a energía eléctrica

Foto 3. Trampa estándar

Fluctuación poblacional de lepidópteros nocturnos

En la comunidad de Quipaquipani se instalaron 3 trampas de luz negra con agua (foto 4) en parcelas de quinua ubicadas en la planicie, las mismas que a mediados del mes de junio fueron remplazadas por 4 trampas de luz blanca estandar (foto 5), dos situadas en la falda del cerro y dos en la planicie. En las comunidades de Pacocollo, Viroxa y Jirira se trabajaron con las lámparas

recargadas con energía eléctrica (foto 6). Las trampas instaladas en la comunidad de Quipaquipani se encendían diariamente entre las 18:00 y las 7:00 de la mañana y el conteo de los especimenes capturados por trampa se los realizaba semanalmente, en cambio en las comunidades de Pacocollo, Viroxa y Jirira las lámparas se prendían una sola vez a la semana entre las 18:00 y las 22:00 horas, se colectaban los especimenes capturados y trasladaban a las oficinas ubicadas en la localidad de Salinas de Garci Mendoza donde se clasificaba y contaba el número de especies y especimenes capturados en ese lapso de tiempo. En estas comunidades las trampas se colocaban algunas veces en parcelas cosechadas de quinua y en otros casos en un campo de tholar. Con los datos obtenidos se elaboraron gráficas que muestran la fluctuación poblacional de las diferentes especies capturados en las diferentes zonas.

Foto 4. Trampa luz negra

Foto 5. Trampa estándar

Foto 6. Trampa a energía eléctrica

Avances y resultados de la actividad

Validación interna de tres prototipos de trampas luz

Los resultados de la evaluación del tiempo de recarga, la duración de las horas luz, la luminosidad y el número de insectos capturados en cada una de las trampas se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tiempo de recarga, la duración de las horas luz, luminosidad y el numero de insectos capturados en los diferentes prototipos de trampas luz evaluados

Fecha	Comunidad	Tipo de carga	Tiempo de carga	Duración (horas)			Luminosidad %			No. insectos		
				T-1	T-2	T-3	1 hr	2 hr	3 hr	T-1	T-2	T-3
20/May/08	Pacocollo	Panel solar	5 horas	3:00	3:00	3:00			100	0	0	0
21/May/08	Viroxa	Panel solar	4 horas	1:10	1:10	1:10			100	0	1 C	0
22/May/08	Jirira	Panel solar	7 horas	1:00	0:45	1:00			100	0	0	0
27/May/08	Pacocollo	Energía eléctrica	5:30 horas	*	1:30	1:50	100	85	75		0	0
28/May/08	Viroxa	Energía eléctrica	8 horas	*	2:00	2:00	100	85	70		1 C	0
29/May/08	Jirira	Energía eléctrica	12 horas	*	3:00	3:00	100	80	75		0	0
03/Jun/08	Viroxa	Energía eléctrica	8 horas	*	2:00	2:00	100	85	70		0	0

* Lámpara quemada

De acuerdo a este cuadro no existe una relación directa entre el tiempo de carga y el tiempo de duración de las horas luz de las lámparas cargadas a panel solar, al parecer depende mucho del ángulo de exposición del panel solar y el estado de la batería de la lámpara. Si comparamos el tiempo de duración de las horas luz entre las lámparas cargadas a panel solar y energía eléctrica podemos percibir que la duración de las horas luz es menor en las lámparas cargadas a panel solar. En cuanto a la luminosidad observamos que las lámparas cargadas con panel solar mantiene su luminosidad en un 100 % por el tiempo de duración de las horas luz, en cambio las lámparas cargadas con energía eléctrica van disminuyendo su luminosidad paulatinamente a

medida que pasa el tiempo, esta puede disminuir a un 70% a las tres horas de ser utilizadas. Por los resultados obtenidos se recomienda el uso de las lámparas que utilizan carga con energía eléctrica.

De las trampas evaluadas en la localidad de Quipaquipani, la denominada estándar que funciona con batería de 12 voltios (foto 3 y 5) y la trampa luz que funciona con la lámpara cargada a panel solar (foto 1 y 6) fueron las que mejor se adaptan al estudio, motivo por el cual cualquiera de las tres lámparas pueden ser utilizados en la ejecución del presente estudio.

Fluctuación poblacional de adultos del complejo ticona en Pacocollo, Viroxa y Jirira
Los datos del cuadro 1, muestran que no hay presencia de ticonas adultas durante este periodo de tiempo aspecto que fue corroborado con los muestreos de pupas de ticonas en los campos de quinua, que mostraron que las pupas de los ticonas permanecen en ese estado en el suelo de las parcelas cosechada de quinua.

Fluctuación poblacional de adultos del complejo ticona en Quipaquipani

En la figura 1 se muestra la fluctuación poblacional de los adultos del complejo ticona capturados en las trampas de luz negra con agua (foto 4).

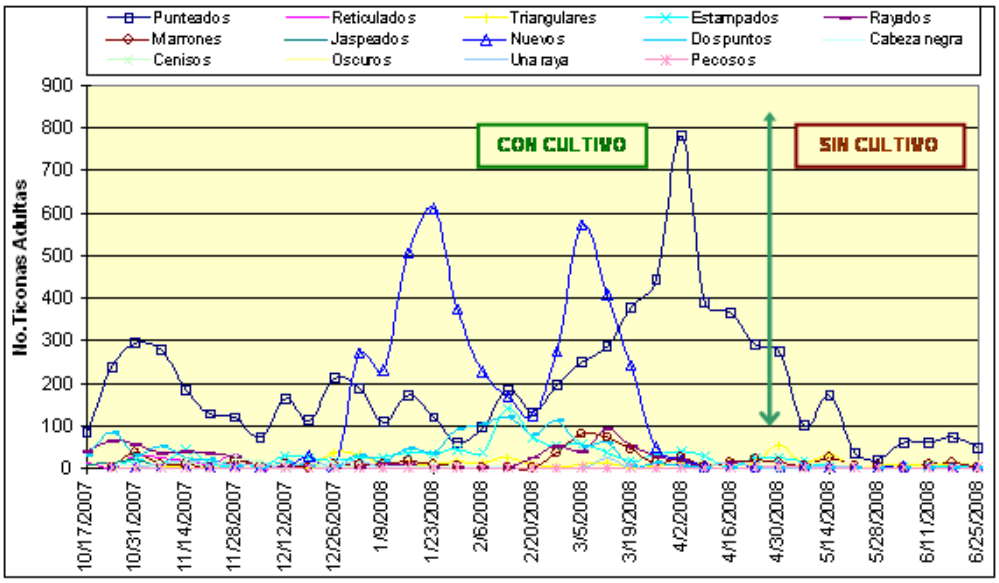


Fig. 1. Fluctuación poblacional de ticonas adultas en épocas con y sin cultivo en la localidad de Quipaquipani

La figura muestra que en la época sin cultivo la población de adultos del complejo ticona se reduce notablemente en relación a la densidad poblacional de la época con cultivo. Aspecto que podría estar relacionado con las bajas temperatura registradas en ese periodo.

En la figura 2 se muestra la fluctuación poblacional de los diferentes morfotipos de ticonas adultos capturados en las trampas de luz blanca en la localidad de Quipaquipani.

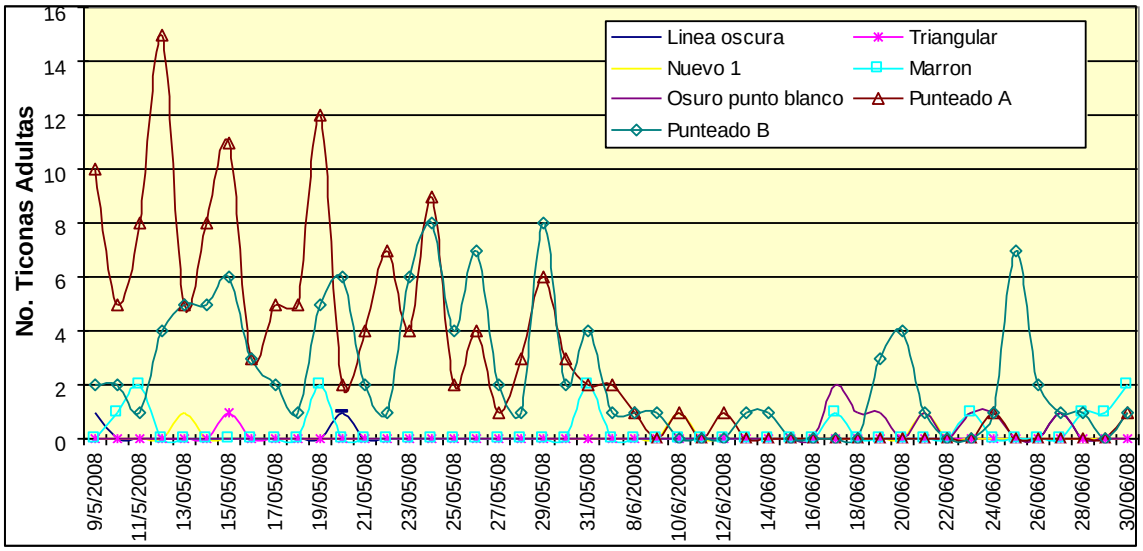


Fig. 2. Fluctuación poblacional de ticonas adultas en la época sin cultivo en la localidad de Quipaquipani

En la figura 2 se observa que las densidades poblacionales de los diferentes morfotipos de adultos del complejo ticona van disminuyendo considerablemente a medida que avanza el periodo invernal, esta tendencia coincide con los resultados obtenidos con las trampas de luz negra con agua.

Actividad 1.2. Estudios del comportamiento de las dos plagas clave entre el periodo de cosecha y la próxima siembra.

Antecedentes

Actualmente se conoce el comportamiento de larvas y adultos de los insectos plaga de la quinua en el periodo comprendido entre la siembra y la cosecha del cultivo, estudios que permiten recomendar épocas oportunas de control de larvas durante este periodo. Por otra parte, según experiencias sobre la fluctuación poblacional utilizando trampas cebadas con feromonas se ha podido conocer que algunas especies de ticonas están presentes durante todo el año en las 3 zonas de producción de quinua, sin embargo, se desconoce el comportamiento de las plagas del cultivo de la quinua desde el periodo de cosecha hasta la próxima siembra del cultivo. Esto refleja que no se conoce con certeza el estado en que pasan estas plagas el periodo sin cultivo, tampoco se conocen cuales son las fuentes de infestacion. El conocimiento de estos aspectos permitirá desarrollar y/o recomendar algún tipo de control preventivo, durante este periodo.

Objetivos

Estudiar el comportamiento de la polilla de la quinua y los ticonas entre en el periodo de la cosecha a la próxima siembra.

Localización

El trabajo se realiza en dos comunidades. En la comunidad de Viroxa, perteneciente al Municipio de Salinas de Garci Mendoza del departamento de Oruro (Altiplano Sur) y en la comunidad de Quipaquipani, perteneciente al Municipio de Viacha del departamento de La Paz (Altiplano Central).

Metodología

En la comunidad de Viroxa (altiplano sur), en fecha 21 de mayo, se instalaron tres jaulas de estructura metálica cubiertas de malla milimétrica de 3 x 3 x 2 m de alto, la primera en una parcela recién cosechada de quinua, otra sobre rastrojos de quinua y la tercera sobre vegetación natural de thola (fotos 1, 2 y 3), en la parcela recién cosechada y la parcela con rastrojo se verificó la presencia de 3 a 4 pupas de ticonas y de 70 a 110 pupas de polilla por hoyo. Con la finalidad de realizar el seguimiento al comportamiento de estas plagas se colocaron 5 pupas de ticonas, colectadas en los alrededores del campo, en dos jaulas pequeñas para realizar el seguimiento adecuado a la fecha de eclosión de estas plagas.

Foto 1

Foto 2

Foto 3

En la comunidad de Quipaquipani (altiplano central), la segunda semana del mes de mayo de 2008, se instalaron también tres jaulas de las mismas características que las que se instalaron en la comunidad de Viroxa, en esta comunidad, una jaula fue instalada en una parcela de quinua recién cosechada, la otra sobre rastrojos de quinua y la tercera sobre un pajonal (fotos 4, 5 y 6), en la jaulas ubicadas en parcela de quinua recién cosechada y sobre el rastrojo de quinua se verificó la presencia de pupas de ticonas y pupas de polilla.

Foto 4 Foto 5 Foto 6

En estas jaulas se realizan observaciones semanales sobre la época de aparición de los adultos tanto de ticonas como de polillas (foto 7), así mismo se realizan muestreos en las proximidades de las jaulas para verificar el estado de las plagas durante el periodo sin cultivo (foto 8).

Foto 7 Foto 8

Avances y resultados de la actividad

Los resultados de los muestreos sobre el estado de las pupas tanto de ticonas como de la polilla de la quinua, en los alrededores de las trampas, se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Resultados de los muestreos en la comunidad de Viroxa, Altiplano Sur

Fecha	Ambiente	Ticonas				Polilla				
		Pupas	Parasitadas	Seca	**Total**	Pupas	Parasitadas	Vacíos	Secos	**Total**
19-jun-08	Parcela cosechada	4	0	0	**4**	10	13	191	6	**222**
	Parcela con rastrojo	3	0	0	**3**					**4**
26-jun-08	Parcela cosechada	3	0	0	**3**					**182**
	Parcela con rastrojo	4	0	0	**4**					**8**
04-jul-08	Parcela cosechada	3	0	0	**3**					**89**
	Parcela con rastrojo	4	0	0	**4**					**2**

De acuerdo al cuadro anterior, de las 222 pupas de polillas recolectadas en la parcela recién cosechada, 13 se encontraban parasitadas, 6 secas, 10 sin eclosionar y 191 estaban vacías (Foto 9), mostrando de esta manera que la mayoría de las pupas de polilla eclosionaron y emergieron para la fecha 19/jun/2008, pero no se conoce el comportamiento de estos adultos, es decir si están en estado de diapausa en algún otro lugar de la zona o si mueren por efecto de las bajas temperaturas. El cuadro 1 muestra también que el número de pupas de ticonas se mantiene constante y permanecen vivas como se muestra en la foto 10 permitiéndonos concluir que estas

especies pasan el invierno en estado de pupa y su comportamiento difiere a los observados para las polillas

Foto 9

Foto 10

El Cuadro 2, muestra el número de pupas de ticonas y polillas encontrados en los muestreos realizados en las parcelas cosechadas de quinua de la comunidad de Quipaquipani. En este cuadro se observa que la cantidad de pupas de ticonas fluctua entre 0 y dos, que la podemos considerar baja en comparación al número de pupas registradas en el altiplano sur.

Cuadro 2. Numero de pupas de ticonas y polillas registrados en los muestreos en la comunidad de Quipaquipani, Altiplano Central

Fecha	Ambiente	Ticonas				Polilla				
		Pupas	Parasitadas	Secas	**Total**	Pupas	Parasitadas	Vacíos	Secas	**Total**
22-May-08	Parcela cosechada	1	0	0	**1**	34	16	26	2	**78**
29-May-08	Parcela cosechada	0	0	1	**1**	28	15	24	2	**70**
06-jun-08	Parcela cosechada	2	1	0	**3**	31	27	27	3	**88**
12-jun-08	Parcela cosechada	0	1	1	**2**	27	23	44	2	**67**
19-jun-08	Parcela cosechada	1	0	0	**1**	19	21	44	4	**88**
26-jun-08	Parcela cosechada	1	0	1	**2**	13	19	38	2	**72**
04-jul-08	Parcela cosechada	0	1	0	**1**	11	54	71	5	**141**

En cuanto a la polilla de la quinua, se observa que la cantidad de pupas vivas va disminuyendo según va avanzando el tiempo de evaluación y el numero de pupas vacías va aumentando en este mismo periodo, mostrando que gran parte de las polillas van eclosionando paulatinamente y pasan el invierno en estado adulto.

Actividad 1.3. Determinación del Nivel de Daño Económico (NDE) de las dos plagas del cultivo de la quinua

Antecedentes

La presencia de larvas de la polilla de quinua y el complejo ticona, durante el proceso productivo de la quinua, causan pérdidas económicas considerables a los agricultores dedicados a este cultivo. La reducción en el rendimiento de grano varía de un lugar a otro, en el altiplano sur, donde la quinua se produce en un sistema de monocultivo, las pérdidas fluctúan entre el 5 y el 67% y en el altiplano central, donde la quinua es parte de un sistema de cultivos que comprende otras especies como la papa, cebada, avena y haba, las pérdidas fluctúan entre el 5 y el 60%, obligando a los agricultores, particularmente del altiplano sur, a emplear algún método de control para no perder su cosecha. Se ha constatado que el momento de aplicación no esta bien definido, algunos sugieren que se debe hacer cuando se observan huevos de las plagas presentes en las hojas otros indican que la aplicación se debe hacer cuando se observa la presencia de larvas en los primeros estadios, pero lo cierto es que los agricultores aplican algún método de control cuando el número de las larvas ya han causado daño al cultivo y las pérdidas son irreversibles. En consecuencia es necesario determinar el momento oportuno para aplicar algún método de control, el cual depende del número de larvas presentes por planta, del grado de eficiencia del insecticida, del precio del insecticida y del precio de la quinua en el mercado.

Objetivos

Determinar la población mínima de larvas por planta que empieza a causar daño económico al cultivo de la quinua.

Determinar la reducción del rendimiento en grano del cultivo de la quinua por efecto del daño causado por cuatro niveles de infestación de la polilla (*Eurysacca quinoae*).

Localización.

El presente estudio se realizo en dos comunidades, una ubicada en la localidad de Viroxa, Municipio de Salinas de Garci Mendoza, Oruro; (Altiplano Sur), y la otra ubicada en la localidad de Jalsuri, Municipio de Viacha, La Paz (Altiplano Centro)

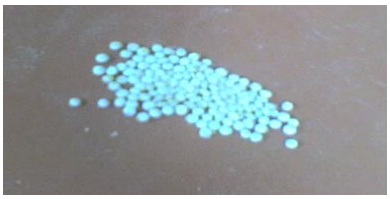
Metodología

Procedimiento experimental

En la localidad de Viroxa se trabajó sobre un cultivo de quinua sembrada con el ecotipo Real Blanca y en la localidad de Jalsuri con la variedad Jacha Grano. Cuando las plantas de quinua se encontraban en la fase fenológica de grano lechoso y cuando se observó una infestación natural de las larvas de la polilla de la quinua, se procedió a aislar 15 unidades experimentales (de 0,4 m2 en Jalsuri y 1 m2 en Viroxa) con jaulas construida en base a fierro de construcción y cubierta por tela tul que en uno de sus lados llevaba un cierre de cremallera para facilitar la manipulación de las plantas y la infestación con las larvas de la polilla de la quinua. Posteriormente se procedió al raleo de plantas y limpieza de las larvas en las plantas, dejando solo 10 plantas casi homogéneas por unidad experimental. La limpieza de larvas presentes en las plantas se realizó sacudiendo las panojas cuidadosamente sobre una manta de tela.

Método y niveles de Infestación

Al día siguiente de haber procedido con el raleo y la limpieza de las larvas se procedió con la infestación, los niveles de infestación considerados en el presente trabajo fueron de 3, 6, 9 y 12 larvas por planta en promedio dentro la unidad experimental, Para proceder con la infestación, se recolectaron larvas de polilla de la quinua de parcelas adyacentes al trabajo en frascos de polietileno que contenían hojas y trozos de panojas, posteriormente con la ayuda de un pincel numero 5 de pelo de marta se procedió a la infestación con larvas de segundo y tercer estadio, a cada una de las unidades experimentales. El trabajo se evaluó bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones (Little y Hills, 1991). Cuando las plantas, en las unidades experimentales, llegaron a la madurez fisiológica se procedió con la cosecha manual de cada una de los tratamientos que consistió en cortar las 10 plantas con hoz y colocarlos en bolsas y bandejas de plástico para poderlas trasladar al laboratorio donde una vez completado el proceso de secado se procedió con la trilla y la extracción del grano limpio de impurezas la misma que fue pesada en una balanza analítica para conocer el rendimiento en grano por unidad experimental, la misma que fue convertida a kg/ha para calcular las perdidas ocasionadas por efecto de la infestacion con las larvas en los distintos niveles.



Determinación del nivel de daño económico.

La determinación del nivel de daño económico para la polilla de la quinua se realizo mediante la formula propuesta por Pedigo (1998), denominada Gain Theshold, fórmula que toma en cuenta el costo de control de la plaga y el valor del producto en el mercado.

$$\text{Gain Theshold} = \frac{\text{Costo del control (Bs/ha)}}{\text{Valor de producto en el Mercado (Bs. /Kg.)}}$$

Los datos considerados para los cálculos fueron los siguientes:
Costo del bioinsecticida (Piretro) = 52.5 Bs/ha (175 Bs/1 lt piretro, 50 cc/20 lt agua, 6 mochilas/ha)
Costo de la aplicación del insecticida = 70 Bs. (35 Bs/jornal, 2 jornales/ha)
Costo del traslado de agua = 10 Bs. (contrato por 120 lt agua)
Costo de alquiler del equipo aspersor = 20 Bs.
Costo actual del producto = 750 Bs./qq de quinua.

Con esta información se determino que el costo de control es igual a 167.5 Bs/ha (52.5+70+10+20).

Aplicando la fórmula Gain Theshold necesitamos salvar 10.17 kg/ha para que la aplicación de control sea rentable.

Avances y resultados de la actividad

Rendimiento de grano limpio en el altiplano central (Jalsuri)

Los rendimientos en grano registrados en cada uno de los tratamientos se muestran en la figura 1. De acuerdo a esta figura, el tratamiento testigo registró el mayor rendimiento, con 1940.75 kg/ha y

d

el tratamiento con 12 larvas de polilla por planta registró el menor rendimiento con solo 1790.75 kg/ha. Según la misma figura se observa claramente que a medida que se incrementa el número promedio de larvas por planta, el rendimiento de grano se reduce.

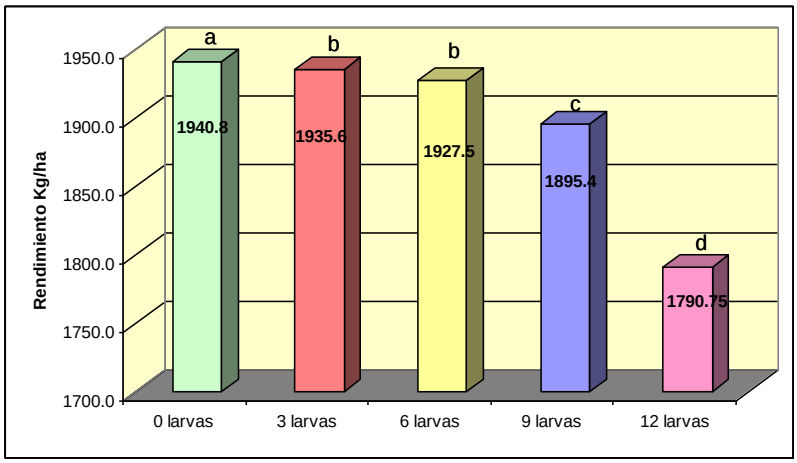


Fig. 1 Rendimiento en grano en los diferentes tratamientos

Los resultados sometidos al ANVA mostraron que existen diferencias significativas entre tratamientos (niveles de infestación) con un coeficiente de variación del 17.41%, y según la prueba de medias Duncan el tratamiento testigo (o larvas/planta) es significativamente superior a los otros tratamientos con un rendimiento promedio de 1940.75 kg/ha (Fig.1).

Calculo del nivel de daño económico

El Cuando 1, muestra la relación de los rendimientos registrados en los diferentes tratamientos y la reducción con relación al tratamiento testigo, donde se observa que a medida que se incrementan los niveles de infestación las perdidas en rendimiento van creciendo. Se obtuvo, por ejemplo, una reducción de 104.67 kg/ha si el nivel de infestación es de 12 larvas por planta, a medida que van disminuyendo los niveles de infestación las perdidas en rendimiento también se reducen llegando a registrar 5.17 kg/ha con 3 larvas/planta, mostrando la existencia de una relación directa entre la reducción del rendimiento y los niveles de infestación.

Cuadro 1. Rendimiento en grano y reducción en el rendimiento

Nivel de infestación	Rendimiento en grano (Kg/ha)	Reducción del rendimiento en relación al testigo (Kg/ha)
0	1940,75	
3	1935,58	5,17
6	1927,50	8,08
9	1895,41	32,08
12	1790,75	104,67

Aplicando la formula de Gain Theshold son necesarios recuperar 10.17 kg/ha para justificar el costo de aplicación, por lo tanto el nivel de daño económico para la polilla de la quinua, en función de los datos del Cuadro 1, es 7.9 larvas/planta, según los actuales precios de la quinua (750 Bs/qq) y para la variedad Jacha Grano.

Los resultados sobre el nivel de daño económico correspondientes al altiplano sur están en proceso de tabulación y análisis de datos.

Conclusiones

El nivel de daño económico de la polilla de la quinua para la variedad Jacha Grano bajo las condiciones de altiplano central (Jalsuri) y los actuales precios de quinua (precio alto) es de 7.9 larvas por plantas.

Actividad 1.4. Ciclo biológico de ticonas y polilla integrado (época de cultivo y fuera de época de cultivo)

Antecedentes

Se conoce el ciclo biológico de la polilla de la quinua y de tres especies que componen el complejo ticonas bajo condiciones de laboratorio, pero no existen trabajos sobre el ciclo biológico de estas plagas en condiciones de campo, motivo por el cual se plantea el presente trabajo para conocer el ciclo biológico de estas plagas bajo condiciones naturales.

Objetivo

Conocer el ciclo biológico de la polilla de la quinua y el complejo ticona bajo condiciones naturales de campo.

Localización

El presente estudio se ha ejecutado en tres localidades, en la localidad de Viroxa perteneciente al municipio de Salinas de Garci Mendoza del departamento de Oruro (Altiplano Sur) y las localidades de Jalsuri y Quipaquipani perteneciente y al municipio de Viacha del departamento de La Paz (Altiplano Central).

Metodología

Para el estudio del ciclo biológico de las plagas claves del cultivo de la quinua, en condiciones de campo, inicialmente se construyeron seis jaulas entomológicas de estructura metálica de 3 m de ancho por 3 m largo y 2 m de alto cubiertos con malla milimétrica. Estas jaulas fueron instaladas en parcelas de quinua de las comunidades mencionadas, dos jaulas por comunidad, una para el seguimiento del ciclo biológico de ticonas y otra para la polilla de la quinua, (foto 1 y 2) entre la última semana de febrero y la primera semana de marzo, en este periodo las plantas se encontraban en la fase fenológica de grano lechoso (foto 1).

Foto 1. Instalación jaulas

Foto 2. Dos jaulas para ticona y polilla

Foto 3. Seguimiento Jaula

Paralelamente, se construyeron e instalaron tres tipos de jaula (foto 4, 5 y 6), en las jaulas, para la evaluación de los estados de huevo, larva y pupa.

Foto 4. Jaula de hoja

Foto 5. Jaula de panoja

Foto 6. Jaula para pupa

Para determinar la duración del estado de huevo se utilizaron 10 jaulas de hoja (foto 4) en la misma cantidad de plantas, en cada jaula de hoja se introdujeron cinco huevos de ticona (procedentes de la cría de laboratorio) en la jaula destinada al estudio del ciclo biológico de los ticonas y cinco huevos de polilla (procedentes de colectas de campo) en la jaula destinada al estudio del ciclo biológico de la de polilla de la quinua. Mas adelante, cuando las larvas empezaron a eclosionar y crecer, las jaulas de hojas se cambiaban periódicamente de hoja para asegurar el alimento a las larvas, Luego, cuando las larvas se encontraban en tercer y cuarto estadio fueron trasladadas a las jaulas de panoja (foto 5), donde completaron su desarrollo. Seguidamente, cuando las larvas empezaban a empupar, fueron trasladados a las jaulas para pupa (foto 6).

Foto 7. Infestación con huevo

Foto 8. Infestación con larvas

Foto 9. Resto de hoja

En todo este periodo se realizaron evaluaciones periódicas que consistieron en anotar el tiempo de duración de cada uno de los estados por las que atraviesan las larvas tanto de ticonas como de la polilla de la quinua.

Avances y resultados de la actividad

Los ciclos biológicos de las plagas aun están en proceso de evaluación, hasta la fecha (30 de junio 2008), para el caso de los ticonas se llegó a determinar la duración de dos estados (huevo y larva) faltando determinar la duración del estado de pupa y adulto, para el caso de la polilla de la quinua se pudo determinar la duración de los cuatro estados, pero el último no al 100 %.

Ciclo biológico del complejo ticona en condiciones naturales de campo

El Cuadro 1, muestra los resultados del ciclo biológico del complejo ticona bajo condiciones naturales para el altiplano central y sur.

Cuadro 1. Relación del periodo de duración del ciclo biológico del complejo ticona bajo condiciones naturales de campo.

Estado del insecto	Rango en días		Promedio en días		% de sobre vivencia
	A. central	A. sur	A. central	A. sur	
Huevo	6 – 12	8 - 12	9	10	64
Larva	34 – 51	15 - 25	43.5	20	45
Pupa	45 -				
Adulto					
Total					

De acuerdo a este cuadro, el periodo de duración del estado de huevo, en el altiplano central, varía de 6 a 12 días, con un promedio de 9 días. En cambio, la duración del estado larval esta entre 34 a 51 días, con un promedio de 42.5 días. Por otra parte, para el estado de pupa, una parte eclosionaron a partir de los 45 días pero el resto continua en proceso de evaluación. También en el mismo cuadro se tiene que los porcentajes de sobre vivencia fueron de 64 % y 45 %, para los estados de huevo y larva, respectivamente.

Los datos registrados en el altiplano sur, muestran que el periodo de duración del estado de huevo fluctúa entre 8 y 12 días y el estado de larva entre 15 y 25 y todavía no se tienen datos de la duración del estado de pupa y adulto porque por la metodología empleada (jaulas de hoja y panoja) las larvas en evaluación no lograron sobrevivir por las bajas temperaturas.

Ciclo biológico de la polilla de la quinua en condiciones naturales de campo

La duración del ciclo biológico de la polilla de la quinua en condiciones campo, tanto para el altiplano central como para el altiplano sur se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Relación del periodo de duración del ciclo biológico de la polilla de la quinua bajo condiciones naturales de campo.

Estado del insecto	Rango en días		Promedio en días		% de sobre vivencia
	A. central	A. sur	A. central	A. sur	
Huevo	8 – 13		10.5		48
Larva	29 – 42	27-40	35.5	33.5	86
Pupa	27 – 51	25-40	39.0	32.5	63
Adulto	22 -				
Total	86 –				

De acuerdo a este cuadro, el estado de huevo, en el altiplano central, tiene una duración de 8 a 13 días, con un promedio de 10.5 días, el estado larval dura entre 29 a 42 días, con un promedio de 35.5 días, el mismo cuadro muestra que el estado de pupa puede variar entre 27 a 51 días, con un promedio de 39 días. Para el caso de los adultos aun no esta concluido la evaluación, sin embargo los primeros adultos que eclosionaron vivieron 22 días el resto esta aun en observación. Sobre el porcentaje de sobre vivencia el mayor porcentaje se registró en el estado larval con 86 %.

Los datos registrados en el altiplano sur, muestran que el periodo de duración del estado de larva varió entre 27 a 40 días y el estado de pupa entre 25 a 40 días.

Producto 2. Colecta, cría e identificación de insectos clave del cultivo de la quinua

Actividad 2.1. Colección de insectos de referencia para el cultivo de la quinua

Antecedentes

No existe una colección de referencia de los insectos que atacan al cultivo de la quinua. El Instituto de Ecología cuenta con una pequeña colección de insectos que no están debidamente identificados motivo por el cual no es de mucha ayuda para realizar trabajos de identificación por comparación. Son muchas las especies que están relacionadas con el cultivo de la quinua, según Ortiz y Zanabria (1985) y PROINPA (2002), existen 18 especies asociados al cultivo de la quinua, de las cuales las larvas de la polilla de la quinua y del complejo ticonas son consideradas plagas claves de este cultivo porque año tras año se presentan en densidades altas y reducen los rendimientos en cantidades considerables (35% de pérdida en promedio). Así mismo existen especies benéficas que actúan como controladores biológicos y posiblemente existan otras especies que aún no han sido catalogadas. La conformación de una colección de referencia de los insectos relacionados con el cultivo de la quinua permitirá la identificación de las especies, además de sus relaciones de convivencia, parasitismo y neutralidad.

Objetivos

Formar una colección de insectos relacionados al cultivo de la quinua.

Localización

El trabajo se realiza en el laboratorio de Entomología de la Fundación PROINPA ubicado en la comunidad de Quipaquipani Municipio de Viacha.

Metodología

Recolección de larvas
Se colectaron larvas de ticonas y polillas en diferentes estadios e insectos benéficos en parcelas de quinua de algunas comunidades del altiplano sur y centro (fotos 1 y 2), los mismos que fueron trasladados al laboratorio de entomología de la Fundación PROINPA situado en Quipaquipani para continuar con la cría hasta la obtención de adultos, los mismos que fueron eliminados utilizando frascos letales e inmediatamente después montados para conformar la colección de referencia. Las larvas colectadas en el altiplano sur fueron remitidas al laboratorio (transporte público y particular) para continuar el proceso de cría mediante la alimentación con hojas de quinua o dieta artificial al igual que las larvas colectadas en el altiplano central.

Foto 1. Colecta de larvas de ticona

Foto 2. Larvas colectadas

Foto 3. Trampa luz

Captura de ticonas adultas
La captura de ticonas adultas se realizó con ayuda de trampas con feromonas y trampas de luz instaladas en campo (foto 3).

Captura de enemigos naturales

La captura de enemigos naturales se realizó en parcelas de quinua con la ayuda de redes entomológicas, frascos aspiradores y frascos de plástico. Las especies capturadas se introdujeron en frascos letales para su posterior montaje.

La eliminación de las especies capturadas se realizó con la ayuda de frascos letales que en su interior contienen cianuro de potasio, este reactivo elimina al insecto lentamente y sin convulsionarse y permite conservar las escamas de sus alas, patas y antenas intactas.

Para realizar los montajes se utilizaron mesas extensoras de alas, minucias para sujetar el tórax del insecto y papel cebolla para extender sus alas (foto 4).

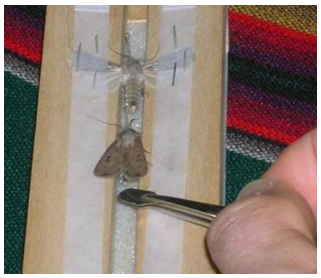


Foto 4. Montaje de insectos

Colecta de pupas

A partir de Mayo de 2008 se realizaron cinco colectas de pupas de ticona en el Altiplano Sur, en parcelas cosechadas de quinua, pupas que también fueron trasladadas al laboratorio para su cría hasta la obtención de los insectos adultos.

Avances y resultados de la actividad

Producto de la cría de larvas de ticona, colectadas en parcelas de quinua tanto del Altiplano Sur y Centro, se obtuvieron 32 insectos adultos, los cuales fueron destinados a formar parte de la colección de referencia (13 del Altiplano Sur y 19 del Altiplano Central).

Respecto a la cría de la polilla de la quinua, desde larvas colectadas en campo, se obtuvieron 20 polillas, las mismas que fueron montadas y destinadas a la colección de referencia. Con el empleo de la trampa luz se capturaron más de 150 individuos correspondientes a 16 morfotipos de adultos de ticona de los cuales el 20 % fue destinado a la colección de referencia. También, se colectaron 569 pupas, del Altiplano Sur, las cuales aún están en proceso de cría para la obtención de adultos que se destinaran a la colección de referencia.

Entre los insectos benéficos se tiene para la colección de referencia tres especies de avispas (hymenópteros) parasitoides de la polilla de la quinua, dos especies de moscas (dípteros) parasitiodes de ticonas y tres especies de escarabajos (coleópteros) predatores de la polilla de la quinua, los parasitoides proceden de la cría de larvas y pupas de polilla y ticona en laboratorio y los predatores proceden de colectas realizadas en parcelas de quinua.

Actividad 2.2. Cría de polillas para fines de identificación, síntesis de feromonas y pruebas de eficacia

Introducción

La cría de insectos es una fase importante para la identificación y síntesis de feromonas. Existen algunos trabajos donde se ha tratado de criar la polilla de la quinua en condiciones de laboratorio, los reportes indican la dificultad de obtener huevos en suficiente cantidad como para continuar con el establecimiento de la colonia, estos reportes indican también que no existen problemas en criar larvas colectadas en campo hasta la obtención de pupas. El no poder obtener huevos en laboratorio ha dificultado de alguna manera la búsqueda de alternativas tecnológicas dirigidas al manejo integrado de esta plaga, motivo por el cual se intentará nuevamente la cría masiva de esta plaga con fines de identificación y pruebas de eficacia de las feromonas que se pretende desarrollar.

Objetivos

Criar la polilla de la quinua en condiciones controladas.
Identificar la polilla de la quinua para facilitar la síntesis de feromonas.

Ubicación

La cría de las polillas se viene realizando en el laboratorio del Centro Quipaquipani, de la Fundación PROINPA. Sin embargo, el material biológico (larvas) provienen de zonas productoras de quinua del altiplano Sur y Centro

Metodología

La cría masiva de la polilla de la quinua se inició con la recolección de larvas en campos de quinua del altiplano sur (Salinas de Garci Mendoza, Oruro y Uyuni, Potosí) y centro (La Paz y Oruro) (foto 1), las mismas que fueron introducidas al laboratorio de entomología del Centro Quipaquipani donde se continuó con la cría hasta la obtención de pupas (foto 2), para luego ser trasladadas a una jaula de 2 x 2 x 2 m cubierto con tela tul ubicado en el interior de un invernadero, la jaula tenía en el interior plantas de quinua en la fase de floración como fuente de estimulo al apareamiento y la oviposición (foto 3). Para tener a disposición plantas de quinua en la fase fenológica de floración se procedió a la siembra escalonada de quinua en macetas (invernadero).

Foto 1. Colecta de larvas de polilla

Foto 2. Cría de polilla en laboratorio

Foto 3. Jaula con macetas de quinua

Avances y resultados de la actividad

Se obtuvieron más de 600 pupas (foto 4) y más de 100 insectos adultos de la polilla de la quinua (foto 5), sin embargo es bueno hacer notar que al menos el 10% de las larvas presentaron parasitismo natural de tres especies de hymenópteros de las cuales uno corresponde a *Copidosoma sp*. (foto 6) y las otras dos están en proceso de identificación.

Foto 4. Pupas de polilla

Foto 5. Polillas adultas

Foto 6. Larvas parasitadas

Las polillas criadas en laboratorio y enviadas al museo entomológico del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos fueron identificados como *Eurysacca quinoae* Povolny por el Dr. M. Pogue.

Por otra parte, se enviaron 100 pupas de polilla al Dr. F. Grieping, responsable del banco de feromonas del PRI-Pheronank, de la Universidad Wageningen de Holanda, para que inicie la síntesis de la feromona para esta especie.

Actividad 2.3. Cría de "Ticonas "para fines de identificación de especies, síntesis de feromonas y pruebas de eficiencia.

Antecedentes

La cría de las especies que componen el complejo ticonas es factible en condiciones de laboratorio. Varios estudios han demostrado que no existen problemas en la cría de ticonas en laboratorio. En la época de cultivo se puede criar usando como alimento las hojas de quinua pero también se han desarrollado dietas artificiales que facilitan la cría masiva de las diferentes especies que forman parte del complejo ticonas. Las feromonas sexuales son secreciones producidas por glándulas especificas situadas en el aparato genital de las hembras que inducen a un comportamiento especifico del macho, este comportamiento esta siendo utilizado en la implementación de estrategias de manejo integrado de las plagas. Pruebas preliminares con feromonas de las especies reportadas como plagas del cultivo de la quinua mostraron que los insectos atraídos por estas feromonas no corresponden a dicha a la especie de la que proviene la feromona, poniendo en duda la veracidad de la identificación de estos insectos plagas del cultivo de la quinua. En consecuencia se hace evidente la importancia de la identificación de las especies del complejo ticona que atacan al cultivo de la quinua para introducir el uso de las feromonas como una alternativa en la estrategia del manejo integrado de esta plaga. La obtención de feromonas específicas para las plagas de la quinua permitirá la utilización de esta tecnología en el manejo integrado

Objetivos

Identificar las especies de ticonas relacionadas con el cultivo de la quinua y síntesis de feromonas

Ubicación

La cría de ticonas se realiza en el Laboratorio de Entomología del Centro de Facilidades Quipaquipani dependiente de la Fundación PROINPA.

Metodología

La cría de Ticonas se ha efectuado mediante un protocolo desarrollado en el laboratorio de Entomología de la Fundación PROINPA desde Marzo a Diciembre de 2007, y consistió en los siguientes pasos.

Colecta de larvas
Consistió en recolectar larvas de ticonas en diferentes épocas y localidades del Altiplano Sur y Central.

Adaptación al Laboratorio
Consistió en separar las larvas individualmente en envases de plástico pequeños para evitar el canibalismo, estas larvas fueron alimentadas con hojas de quinua hasta lograr que empupen, una vez que alcanzaron la fase de pupa fueron desinfectadas y separadas en grupos de diez y colocados en envases de plástico mas grandes hasta lograr la eclosión de los adultos.

Foto 1. Adaptación de larvas al laboratorio

Foto 2. Separación de pupas, post desinfección

Reproducción

Los adultos eclosionados fueron instalados en grupos de 10 a 16 individuos en frascos de plástico de 3800 cc de volumen recomendados por Quispe (2000), estos frascos son utilizados como cámaras de reproducción y obtención de huevos (foto 1). Para facilitar la postura de huevos se colgaron bandas de papel secante en las paredes laterales de los frascos. Verificado la postura, se procedió a la recolección del papel secante que contenían los huevos, las porciones de papel que contenían los huevos fueron cortadas con tijeras y colocadas en envases medianos para su maduración, eclosión y obtención de una nueva generación de larvas.

Foto 1. Cámara de reproducción

Cría de la nueva generación

La nueva generación de larvas se cría con dieta artificial, y se coloca 30 larvas recién nacidas por envase de dieta (foto 2), después de 10 días son separadas en envases individuales de dieta donde concluyen la fase larvaria (foto 3) y alcanzan la fase de pupa. Posteriormente se procede a la cosecha de pupas (foto 4) cuando el 50% de las larvas han alcanzado esta fase y se procede a la desinfección con hipoclorito de sodio al 10% después de la cual se separan en grupos de diez individuos y colocan en los frascos de plástico medianos hasta que se inicie la eclosión.

Foto 2. Cría con dieta artificial

Foto 3. Pupa dentro de la dieta

Foto 4. Cosecha de pupas de la dieta

Para la identificación de las especies se enviaron especimenes montados, producto de las crías en laboratorio, al Dr. M. Pogue, especialista del museo de entomología del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Para la síntesis de feromonas se enviaron de pupas al laboratorio del PRI-Wageningen, Holanda quienes están encargados de la síntesis de feromonas para las plagas clave del cultivo de la quinua.

Avances y resultados de la actividad

Resultados de la primera cría (Periodo Marzo 2007 a Diciembre 2007)

De las 400 larvas colectadas en las localidades de Chacala y Lia del Altiplano Sur se lograron obtener 350 pupas, de las 350 pupas 98 pupas abortaron, 195 lograron eclosionar ha adultos y 57 pupas permanecen en este estado como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Relación de sobre vivencia eclosión de adultos y numero de pupas en espera

Nº total de larvas colectadas	Nº de larvas que llegaron a pupa	Numero de pupas que abortaron	Nº de adultos eclosionados	Nº de pupas en espera
400	350	98	195	57

De los 195 adultos eclosionados, la totalidad corresponde al morfotipo denominado Punto Negro identificado como *Helicoverpa gelotopoeon*. El 92% de los adultos (84 individuos) eclosionaron entre Julio y Octubre de 2007 y fueron destinados para desarrollar el protocolo de cría, el 8% restante (16 individuos) eclosionaron entre los meses de marzo a junio de 2008, los mismos que se destinaron a montajes para su identificación.

Resultados de las colectas realizadas en Diciembre – Abril 2008

En el cuadro 2 se muestra el número de colectas, la procedencia, la fecha de recepción en laboratorio y el porcentaje de sobre vivencia de las larvas colectadas

Cuadro 2. Relación de las colectas y la cantidad de pupas obtenidas en laboratorio

Nº	Procedencia	Fecha recepción	Cantidad larvas recepcionadas	Pupas obtenidas
1	Chacala, Uyuni	27/01/08	150	15
2	Chacala, Uyuni	5/03/08	240	45
3	Chacala, Uyuni	16/03/08	260	46
4	Viroxa, SalinasGM	24/03/08	130	17
5	Chacala, Uyuni	28/03/08	112	25
6	Viroxa, SalinasGM	31/03/08	170	47
7	Chacala, Uyuni	3/04/08	99	45
8	Alapaxa, SalinasGM	17/04/08	15	15
Total			**1176**	**255**

El cuadro muestra que 1176 (100%) larvas fueron recepcionadas en laboratorio de los cuales solo 255 (22%) lograron empupar, en consecuencia el 78% de las larvas murieron, esto se debe posiblemente por las condiciones de traslado de campo al laboratorio no fueron las mas adecuadas (medio de transporte). De las 255 pupas, 21 eclosionaron corresponden al morfotipo punto negro identificado como *Helicoverpa gelotopoeon* y de 234 pupas aun no eclosionan los adultos. De los 21 adultos eclosionados, ocho fueron destinados a la cría y reproducción, de donde se obtuvieron 200 larvas neonatas de primera generación, de los cuales 45 lograron empupar, 120 murieron con síntomas del ataque del virus de la poliedrosis nuclear, y 35 larvas permanecen en este estado como se observa en el Cuadro 3, mostrando una gran variabilidad en el tiempo que requieren para empupar. Es bueno hacer notar que se registró mortalidad en la fase de pre–pupa, abortando en el momento de empupar, esto posiblemente se deba al comportamiento de la especie.

Cuadro 3 Resultados de la primera generación de la cría del morfotipo punto negro (*Helicoverpa gelotopoeon)*

Fecha	Nº larvas 1ª generación	Nº larvas que empuparon	Nº larvas muertas	Nº larvas en espera
05/05/08 al 11/05/08	200	45	120	35
Porcentajes	100%	22,5%	60%	17,5%

Ciclo biológico del Morfotipo Estampado *(Copitarsia incommoda)* en laboratorio

El ciclo biológico del morfotipo estampado *(Copitarsia incommoda)* en laboratorio se muestra en el cuadro 4

Cuadro 4. Ciclo biológico del morfotipo “Estampado” en condiciones de laboratorio Quipaquipani

No	Estadios	Rango (días)
1	Huevo	5 a 7
2	Larva	24 a 25
3	Pre pupa	3 a 4
4	Pupa	17 a 25
5	Adulto	12 a 15
Total		61 a 76
Promedio		68.5

De acuerdo al Cuadro 4 el ciclo biológico d el morfotipo estampado en condiciones de laboratorio tiene una duración promedio de 68.5 días.

Envíos de pupas para identificación de especies y síntesis de feromonas

A mediados del mes de marzo se enviaron diez ejemplares del morfotipo Estampado procedente del Altiplano Central y 10 ejemplares del morfotipo Punto Negro procedentes del Altiplano Sur al Dr. Michael Pogue, especialista del USDA de EEUU.

Para la síntesis de feromonas se enviaron 50 pupas de cada morfotipo (Estampado y Punto Negro) procedentes de ambos altiplanos al laboratorio del PRI-Wageningen, Holanda, para la síntesis de nuevas formulaciones de feromonas.

Foto 5. Envió de pupas al PRI-Wageningen

Actividad 2.4. Descripción morfológica e identificación de ticonas en los altiplanos Sur y Centro.

Antecedentes

Los insectos que componen el complejo ticonas han sido identificadas como *Spodoptera frugiperda*, *Copitarsia turbata*, *Agrotis sp*, *Heliotis sp*. Estos nombres se manejan cuando se refieren a las plagas que atacan al cultivo de la quinua y las descripciones corresponden a estas plagas que también atacan a otros cultivos en otras latitudes, sin embargo parecería que existe una confusión en la identificación de estos insectos porque las feromonas de estas especies no atraen a los adultos identificados con estos nombres, motivo por el cual se pretende realizar una descripción morfológica minuciosa de las especies que atacan al cultivo de la quinua tanto en el altiplano sur como central y recurrir a diferentes medios para su identificación o confirmación de su identificación.

Objetivos

Describir los diferentes morfotipos de ticonas.

Ubicación

El trabajo se realizará en el laboratorio de entomología de la Fundación PROINPA situado en el Centro Quipaquipani ubicado en las cercanías del municipio de Viacha.

Metodología

Con la finalidad de obtener insectos adultos de las diferentes especies de ticonas que atacan el cultivo de la quinua se realizaron colectas masivas de larvas que estaban atacando los cultivos de quinua de las zonas del Altiplano Central y Sur del país, las mismas que fueron trasladadas al laboratorio para continuar con la cría hasta la obtención de adultos (foto 1 y 2). Una parte de estos insectos fueron montados y enviados al museo de entomología del departamento de agricultura de los Estados Unidos de Norte América para su identificación (foto 3).

Foto 1. cria de larvas

Foto 2. Cria de adultos

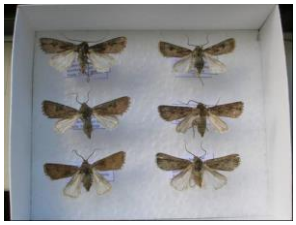


Foto 3. Adultos montados

La descripción morfológica consintió en describir las características sobresalientes de los huevos, larvas y pupas de los especimenes adultos obtenidos en laboratorio, trabajo que fue realizado en el laboratorio de la entomología de la Fundación PROINPA (Quipaquipani).

Avances y resultados de la actividad

Los morfotipos enviados al museo entomológico del departamento de agricultura de los estados Unidos de Norte América fueron identificados como *Copitarsia incommoda* al morfotipo "Estampado", procedente del altiplano central y como *Helicoverpa gelotopoeon* al morfotipo denominado como "Punto Negro" procedente del Altiplano Sur. Finalmente, el morfotipo triangular ha sido identificado como *Dargida acanthus*

Caracterización morfológica de los morfotipos obtenidos en laboratorio

***Descripción Morfología de Copitarsia incommoda* Walker**

Huevos

Loa huevos de *Copitarsia incommoda*, recién depositados son de color crema blanquecino. A los tres días cambian de color en el interior del huevo mostrando anillos de color vino que indican su maduración, los huevos maduros conservan el color externo pero en el interior presentan una pequeña esfera negra que llega a ser la cabeza de la larva como se muestra en las fotos 4, 5 y 6

Foto 4. Huevos

Foto 5. Huevos

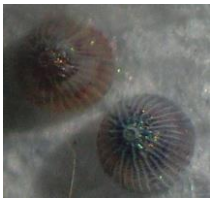


Foto 6. Huevos

Larvas

La larva de *C. incommoda recién eclosionada es de color gris oscuro y* presenta pequeños lunares pilosos en el dorso y los costados de la parte toráxica y abdominal de la larva, los vellos son negros y visibles, que conforme pasa de estadio se reducen hasta pasar desapercibidos. A partir del segundo estadío los lunares van desapareciendo dándole a la larva un color uniforme en el dorso, los vellos son blancos poco notorios y se denotan claramente tres líneas dobles paralelas a lo largo de su cuerpo. En los costados presenta una franja amarilla con naranja que diferencian cada segmento de su cuerpo. Como se muestra en las fotos 7, 8 y 9.

Foto 7. Larva neonata

Foto 8. Larva *C. incommoda*

Foto 9. Larva *C. incommoda*

Pupa

La pupa de *C. incommoda* es gruesa en su estructura corporal cubierta por una cutícula rígida de color café rojizo, el abdomen largo y grueso culmina en trece cremasters dispuestos en los últimos segmentos del abdomen, seis de ellos en el noveno segmento, cuatro en el décimo y 3 en el onceavo. En la naturaleza las pupas se encuentran descubiertas al interior del suelo como se observa en la foto 10.

Foto 10. Vista cremaster

Foto 11. Pupa *C. incommoda*

Las características de la pupa se presentan en el siguiente Cuadro 1:

Cuadro 1. Características de las pupas de *C. incommoda*

Características de pupa	cm. (media, DE)
Largo mm	19,83 ± 0,89
Largo cm	1,98 ± .09
Diám. mm	5,99 ± 0,36
Diám.cm	0,6 ± 0,04

Adulto

La morfología de la especie fue descrita en base a especimenes recolectadas, criadas y preparadas y consultando bibliografía publicada (Angulo y Olivares, 2003, Flores-Perez et. al. 2004; Flores et. al. 2005, Suarez-Vargas et. al. 2006) El adulto presenta la cabeza y tórax de color castaño oscuro o grisáceo. Las antenas son ligeramente plumosas. Las alas anteriores son castaño-oscuros. Mancha orbicular circular castaño claro, con un punto castaño oscuro en el centro y bordeada de una línea castaño oscuro. Mancha reniforme poco evidente de color negruzco bordeada de líneas castaños claros y luego de castaño oscuro. La expansion alar es de 4.36 cm (SD 0.34). Los fémures de las patas, en su parte dorsal, presentan escamas blanquecinas y oscuras, con escamas filiformes largas. El abdomen de color castaño grisáceo. (foto 12).

Foto 12. Adulto *C. incommoda*

Descripción morfológica de *Helicoverpa gelotopoeon* Dyar

Huevos

Los huevos de *Helicoverpa gelotopoeon* recién ovipositados son de color amarillo intenso, a los tres días cambian de color en el interior del huevo mostrando anillos de color naranja que indican su maduración, los huevos maduros conservan el color externo pero en el interior presentan una pequeña esfera negra que llega a ser la cabeza de la larva (foto 13 y 14).

Foto 13. Huevo

Foto 14. Huevo

Larva

La larva de *H. gelotopoeon* recién eclosionada es de color crema semi transparente con pequeños lunares pilosos de color rojizo en el dorso y los costados del abdomen, los vellos son negros y visibles, que conforme pasa de estadío se agrandan y son muy notorios. A partir del segundo estadío los lunares van creciendo dándole a la larva un aspecto moteado, en el dorso, los lunares y los vellos son negros y vistosos, el dorso presenta líneas delgadas alternadas entre blanco y café que llegan a tornarse más oscuras (negras) conforme se acercan a la muda. En los costados presenta una franja blanca gruesa (foto 15, 16 y 17).

Foto 16. Larva *H. gelotopoeon*

Foto 17. Larva *H. gelotopoeon*

Foto 18. Larva *H. gelotopoeon*

Pupas

La pupa de *H. gelotopoeon* es delgada en su estructura, cubierta por cutícula rígida que puede variar desde un color café anaranjado a un café rojizo, el abdomen es largo delgado y culmina en dos cremasters unidos como una aguja. En la naturaleza se encuentran descubiertas al interior del suelo. Las dimensiones de la pupa se presentan en el siguiente Cuadro 2.

Cuadro 2. Dimensiones de la pupa de *H. gelotopoeon*

Característica de pupa	cm. (media, DE)
Largo mm	19,65 ± 0,91
Largo cm	1,97 ± 0,09
Diám. mm	5,17 ± 0,25
Diám. cm	0,52 ± 0,02

Adulto

La expansión alar es de 3.08 cm (DE 0.22), siendo las hembras mas grande que los machos. Las alas anteriores presentan color amarillento a pardo anaranjadas con un doble filete de color pardo suave. El margen anterior con presencia de 6 a 7 puntos pequeños de color pardo oscuros tendiendo a negro. Mancha reniforme de color negro (foto 19). Las alas posteriores con una franja pardo oscura en el margen externo, este margen externo se interrumpe en la mitad posterior por un sector más amarillento. También posee una mancha correspondiente a la reniforme del ala anterior, amplia oblicua y de color pardo oscuro. Las venas son contrastables con el color general del ala debido a las escama castañas.

Foto 19. Adulto *H. gelotopoeon*

Descripción morfológica de *Dargida acanhtus* (Herrich –Schaffer)

La especie identificada por comparación con especimenes preparados, examen en laboratorio y consulta a especialistas en sistemática de noctuideos. La descripción morfológica que se presenta fue elaborada en base al examen de las características morfológicas y la referencia bibliográfica encontrada sobre la especie (Rodriguez y Angulo, 2005) y la comunicación personal de Pogue (2008). La forma distintiva de esta especie es la forma triangular cuando esta en reposo. Los adultos presentan probóscide muy desarrollada, palpo oblicuo. El abdomen con presencia de algunos pelos, en la base del dorso pero no llevan crestas. La expansión alar es de 3.68 cm (DE 0.19)

Foto 20. Adulto morfotipop triangular *Dargida acanhtus*

Morfología externa de pupas de una probable nueva especie

La pupa de la posible nueva especie es gruesa, recubierta por una cutícula delgada y débil (foto 21), que la hace frágil al tacto, de color café naranja claro, presenta el abdomen corto y contraído que culmina con dos cremasters muy reducidos casi innotables. En condiciones naturales, se encuentran dentro de una estructura similar a cocones de tierra de forma oval (foto 23). Posiblemente esta estructura le ayuda a la protección de las pupas y de esa forma sobrevivir a pesar a la fragilidad de su estructura.

Foto 21. Pupa nueva especie

Foto 22. Pupa nueva especie

Foto 23. Cocones

Bibliografía consultada

Angulo, A. y T.S. Olivares. 2003 Taxonomic update of the species of *Copitarsia* Hampson, 1906 (*Lepidoptera: Noctuidae: Cuculliinae*). Gayana . 7667(1):33-38

Flores-Perez, L. N. Bautista, J. Vera, J. Valdez y Angulo, A. 2004. Ciclo de vida y tasas de superviviencia y reproducción de *Copoitarsia incom*oda Waler (*Lepidoptera: Noctuidae*) en tres cultivares de *Brassica oleracea* L.

Vargas Suarez, D. N. Bautista-Martinez, J. Valdez-Carrasco, A. Angulo_Ormeño, R. Alatorre-Rosas, J. Vera-Graziano, A. Euihua-Mrtinez y V. Manuel-Pinto. 2006. Fluctuaron poblacional de Copitarsia decolora y su asociación con crucíferas comerciales. Agrociencia 40: 501-5009.

Comparación de dos técnicas de medición de cápsulas cefálicas para separar estadios larvales de *Copitarsia incommoda* (Walter) (*Lepidoptera: Noctuidae*). 2005. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 21(2):109-113.

Rodriguez, M. y A, Angulo. 2005. Catálogo crítico y nominal del género *Dargida* Walter 1856 (*Lepidoptera, Noctuidae, Hadeninae*). Gayana 691): 10-21.

Actividad 2.5. Clasificación de las especies del complejo ticona en base al tipo de plaga (ocasional o clave)

Antecedentes

Entre los insectos considerados plagas clave del cultivo de la quinua están las polillas y el complejo ticona, sin embargo dentro de este complejo no se ha establecido cuáles son las especies que se presentan en altas y bajas densidades poblacionales durante el ciclo biológico del cultivo, por lo que la identificación de los insectos clave del cultivo de la quinua generará información importante para establecer herramientas que aporten a un Manejo Integrado del Cultivo.

Objetivo

Determinar las especies que pueden ser consideradas plagas claves y ocasionales del cultivo de la quinua.

Localización

El trabajo se realiza en el laboratorio de entomología del Centro de Facilidades Quipaquipani dependiente de la Fundación PROINPA.

Metodologia

Para clasificar las especies de ticonas en claves u ocasionales se colectaron larvas en parcelas de quinua de los departamentos de Potosí, Oruro y La Paz (foto 1). Las colectas fueron trasladadas al Laboratorio de Entomología de la Estación Experimental de Quipaquipani para continuar con la cría hasta la obtención de adultos bajo un registro numérico y fotográfico (Fig.1). Los adultos que lograron eclocionar fueron clasificados en claves y ocasionales tomando en cuenta la densidad poblacional, con este objetivo se contabilizo el numero de los diferentes morfotipos eclosionados.

Foto 1. Colecta de larvas

LARVA	PUPAS		Caracteristicas morfologicas sobresalients			SEXO	ADULTO
			Abdomen:	Grueso	Vigorosa	♂	
			Nº de cremasters:	13			
-			Abdomen:	Delgado	Sana pero poco móvil.	♂	
			Nº de cremasters:				
			Abdomen:	Delgado	Vigorosa	♀	
			Nº de cremasters:	2			

Figura 1. Registro numérico y fotográfico de las larvas de ticonas colectas en campo

Avances y resultados de la actividad

Clasificación de los ticonas procedentes del Altiplano Centro

Se realizaron dos colectas en el Altiplano Central, la primera en las localidades de Jalsuri (enero-marzo 2008) y la segunda en la localidad de Konani (abril 2008). En consecuencia se analizo los resultados en forma separada. De las 230 larvas colectadas en la localidad de Jalsuri, 139 llegaron a empupar y el resto murieron entre la fase de larva y prepupa. De las 139 pupas, 53 murieron, 19 adultos eclosionaron y 67 permanecen en estado de pupa. De los 19 adultos eclosionados todos corresponden al morfotipo estampado (foto 3) identificado como *Copitarsia incommoda* por el Dr Pogue.

De las 120 larvas colectadas en la localidad de Konani, 44 murieron con síntomas del virus de la poliedrosis nuclear y 76 lograron empupar. De estas 76 pupas 18 murieron, 6 eclosionaron como adultos y 52 permanecen en estado de pupa. De los 6 que eclosionaron como adultos, 3 corresponden al morfotipo denominado punto negro (foto 2), 2 al estampado y 1 a una mariposa diurna (foto 4). El numero de adultos eclosionados es bajo, motivo por el cual no se puede todavía clasificar las plagas en claves u ocasionales.

Foto 2.Estampado

Foto 3. Punto Negro

Foto 4. Mariposa diurna

Clasificación de ticonas procedentes del Altiplano sur

En marzo del 2007 se colectaron 400 larvas de ticonas en las comunidades de Chacala y Salinas de Garci Mendoza. De estas 400 larvas, 50 murieron y 350 lograron empupar, de las 350 pupas, 98 murieron y solo 252 fueron catalogados como pupas sanas. De las 252 pupas sanas, 195 eclosionaron y 57 permanecen en estado de pupa. De las 195 que eclosionaron, 193 corresponden al morfotipo punto negro (foto 5), dos al morfotipo denominado estampado (foto 3).

Durante el periodo Enero – Abril 2008 se realizaron ocho colectas de larvas de ticonas en las localidades de Chacala, Viroxa, Salinas de Garci Mendoza y Lía, y se logro colectar 1176 larvas, de las cuales 921 murieron y 255 lograron empupar. De las 255 pupas, 21 lograron eclosionar y 235 permanecen en estado de pupa. De los 21 eclosionados, 20 corresponden al morfotipo denominado punto negro (foto 5) y uno al morfotipo x (foto 6), en consecuencia de los resultados obtenidos en las dos fechas de recolección se puede concluir que el punto negro, identificado como *Helicoverpa gelotopoeon* por el Dr. M. Pogue, es una de las plagas claves del cultivo de la quinua en el altiplano sur y el morfotipo x se la podría clasificar preliminarmente como ocasional.

Foto 5. Punto negro

Foto 6. Morfotipo x

Bibliografía consultada

Angulo, A. y T.S. Olivares. 2003 Taxonomic update of the species of *Copitarsia* Hampson, 1906 (*Lepidoptera: Noctuidae: Cuculliinae*). Gayana . 7667(1):33-38.

Flores-Perez, L. N. Bautista, J. Vera, J. Valdez y Angulo, A. 2004. Ciclo de vida y tasas de superviviencia y reproducción de *Copoitarsia incom*oda Waler (*Lepidoptera: Noctuidae*) en tres cultivares de *Brassica oleracea* L.

Vargas Suarez, D. N. Bautista-Martinez, J. Valdez-Carrasco, A. Angulo_Ormeño, R. Alatorre-Rosas, J. Vera-Graziano, A. equihua-martinez y V. Manuel-Pinto. 2006. Fluctuaron poblacional de Copitarsia decolora y su asociación con crucíferas comerciales. Agrociencia 40: 501-5009.

Comparación de dos técnicas de medición de cápsulas cefálicas para separar estadios larvales de *Copitarsia incommoda* (Walter) (*Lepidoptera: Noctuidae*). 2005. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 21(2):109-113.

Actividad 2.6. Descripción morfológica e identificación de polillas en el Altiplano Sur y Central.

Antecedentes

El qh'aqo o kona-kona son estados larvales de polillas. Las larvas de polilla constituyen plaga clave de la quinua en el Altiplano Sur y Centro. La intensidad del ataque es más severo en los últimos años, lo cual se atribuye a una serie de factores tales como los cambios en los factores del clima, la extensión del monocultivo de la quinua, el desequilibrio entre plagas y sus controladores, etc. La clasificación taxonómica para esta especie reporta varios nombres tales como *Gnorimoschema sp, Scrobipalpula sp. Eurisacca melanocampta y Eurisacca quinoae*. Numerosos documentos técnicos y tesis de grado mencionan a las dos últimas especies indistintamente como plaga de la quinua. Para el manejo de plagas, es importante la correcta identificación de las especies y su interacción con sus hospederos. Por tanto, es necesario identificar la identificación de la polilla de la quinua.

Objetivos

Identificar la polilla plaga de la quinua
Describir las características morfológicas de la especie identificada

Localización

El trabajo se realizará en el laboratorio de entomología de la Fundación PROINPA situado en el Centro Quipaquipani ubicado en las cercanías del Municipio de Viacha.

Métodos

Para la identificación de especies de polilla se ha procedido a recolectar estados larvarios de polillas en campos de quinua. Las colectas de larvas se realizaron de plantas de quinua en fase de llenado de grano, además se realizaron colectas complementarias de pupas del suelo, específicamente en los sitios que circundan a la raíz de la planta de quinua en campos cosechados.

Unas 2000 larvas fueron llevadas al laboratorio para proseguir con los posteriores estadios del ciclo biológico de la polilla. De la misma forma, unas 1000 pupas recolectadas fueron incluidas al proceso de cría en laboratorio. Tan pronto los especimenes emergieron de las pupas, estos fueron introducidos al frasco letal. Inmediatamente muertas las polillas fueron montadas. Las muestras montadas han sido remitidas al laboratorio especializado del Departamento de Agricultura de Estados Unidos. Por otra parte, centenares de pupas fueron enviados al laboratorio de Pherobank-PRI de Holanda para fines de identificación y síntesis de feromonas sexuales.

Foto 1. Colecta de larvas

Foto 2. Polilla en campo

La descripción morfológica de la polilla de la quinua se la realizo revisando las publicaciones de Rasmussen y *et al* 2000 y Rasmussen, C y A. Lagnaoui, 2000.

Avances y resultados de la actividad

Identificación

Los especimenes adultos de la polilla de la quinua, recolectadas en parcelas de quinua tanto del Altiplano Sur como del Altiplano Centro, fueron identificadas como *Eurisacca quinoae* Povolny por el Dr. M. Pogue, especialista del Museo Entomológico del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

Descripción morfológica

Los adultos de *Eurisacca quinoae* Povolny son de color gris parduzco. Las antenas largas que superan la mitad de la longitud corporal. La característica morfológica que distingue de *Eurisacca melanocampta* Meyric, es la presencia de puntos oscuros o negros en el centro del ala anterior.

Foto 3. Adulto de polilla *E. quinoae*

Bibliografía consultada

Rasmussen, C, S-E. Jacobsen, A. Lagnaoui, A. Mujica, R. Ortiz y P. Esbjerg. 2000. Plagas de la quinua (Chenopodium quinoe Willdenov) en la zona Andina . Iquique, Chile.

Rasmussen, C y A. Lagnaoui, 2000. Las polillas de la quinua en el Perú. Especies de *Eurisacca* (Lepidóptera Gelechiidae) en la quinua (Chenopodium quinoa Willdenow). Tarapoto, Perú.

Producto 3. Feromonas para el complejo ticonas y para la polilla de la quinua son identificadas, sintetizadas y evaluadas en laboratorio y campo

Actividad 3.1. Revisión de literatura relacionada a las feromonas de insectos clave.

Antecedentes

La información disponible sobre el uso de feromonas en el manejo integrado de las plagas del cultivo de la quinua es escasa y dispersa.

En realidad, no existen reportes del uso de feromonas específicas para las plagas del cultivo de la quinua,

Objetivos

Buscar información relacionada al uso de feromonas

Ubicación

El trabajo se realiza en las oficinas de La Paz y el laboratorio del Centro Quipaquipani, de la Fundación PROINPA.

Metodología

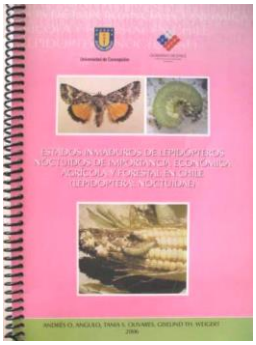
La metodología consistió en visitar las bibliotecas de la Facultad de Agronomía de la UMSA y la Casa de la Agricultura y contactar investigadores de EEUU y Holanda relacionados con el tema feromonas. Los documentos adquiridos fueron compilados y será difundido entre las instituciones interesadas. Por otra parte, se esta buscando artículos científicos especializados en otras especies emparentadas a las plagas de la quinua.

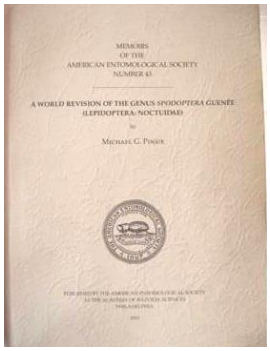
Avances y resultados de la actividad

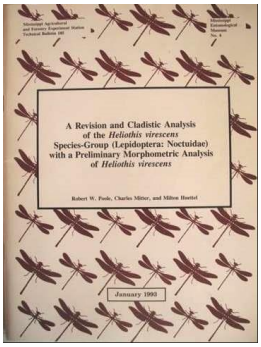
Hasta el presente se ha podido recopilar los siguientes documentos:

No	Titulo	Autor	Año	Tipo de documento
1	Utilización de Feromonas en la predicción fenológica de *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidóptera; Noctuidae)	Izquierdo, Josep	1998	Tesis Doctoral, Universidad de Lleida, España
2	Estados inmaduros de lepidopteros noctuidos de importancia economica agrícola y forestal en Chile (Lepidoptera: Noctuidae)	Angulo, A., Olivares T. y Weigert G.	2006	Libro, Concepción, Chile
3	A Word revision of the genus spodoptera gene (Lepidoptera: Noctuidae)	Pogue, Michael	2002	Libro,Philadelphia, EEUU
4	A Revision and cladistic anaysis of the *Heliothis virescens* Species-Group (Lepidoptera: Noctuidae) with a preliminary morphometric análisis of *Heliothis virescens*	Poole,R.,Mitter,C. and Huettel M.	1993	Boletín técnico, Mississippi, EEUU
5	Identily of a sugar cane pest, *Scolecocampa mochisa* (Schaus), in Mexico, and a new generic Synonym (Lepidoptera; Noctuidae)	Pogue, Michael	2002	Boletin técnico, Soc. Ent. EEUU
6	Redescricion of two often-confused noctuid pest, *Copitarsia decolora* and *Copitarsia incommode* (Lepidoptera: Noctuidae: Cuculliianae)	Simmmons, R. and Pogue M.	2004	Boletín técnico, Soc. Ent.EEUU
7	A new species of *Schinia* Hubner from riparian	Pogue,	2004	Boletín técnico

	habitats in the Grand Canyon (Lepidoptera: Noctuidae: Heliothinae)	Michael		ZOOTAXA
8	Systematics of *Shinia chrysellus* (grote) complex: revised status of *Schinia alencis* (Harvey) with a description of two new species (Lepidoptera; Noctuidae: Heliothinae)	Pogue M, and Harp C.	2005	Boletín técnico, ZOOTAXA







Actividad 3.2. Desarrollo de feromonas optimizadas para el complejo ticonas

Antecedentes

No existen en el mercado feromonas específicas para las plagas del cultivo de la quinua.

Pruebas preliminares, utilizando feromonas no especificas para las plagas del cultivo de la quinua han demostrado que dos feromonas (*Agrotis ipsilon* y *Spodoptera frugiperda*) son especificas para una especie de ticona, nominada eventualmente como "punteado", las otras (*Heliothis zea*, *Heliothis virescens*, y *Spodoptera exigua*) se comportaron como poco especificas porque atraen una gran variedad de especies. Con estos antecedentes el objetivo del presente trabajo es optimizar estas feromonas consideradas específicas para esta especie nominada como "punteado".

Objetivos

Desarrollar feromonas específicas para las plagas del cultivo de la quinua.

Localización

El trabajo se realiza en el laboratorio de entomología de Pherobank

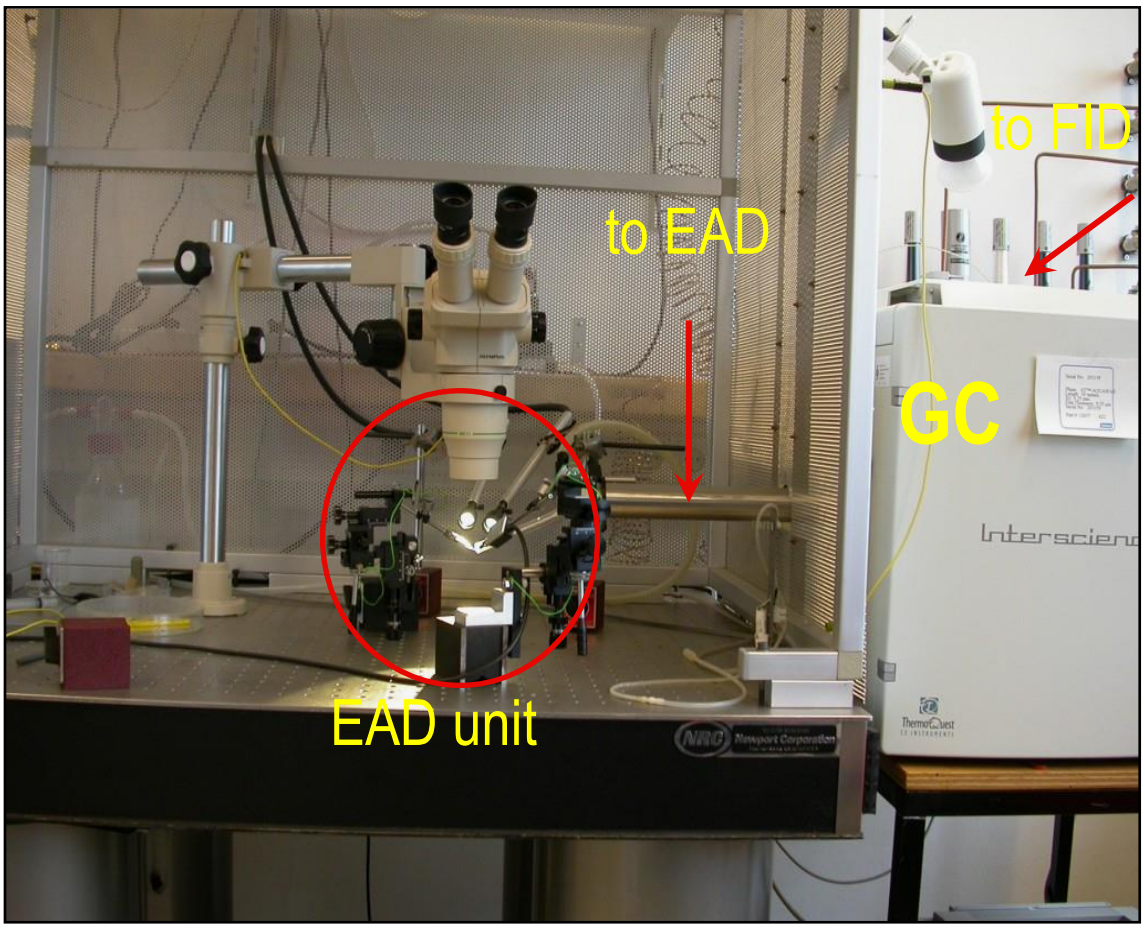
Metodología

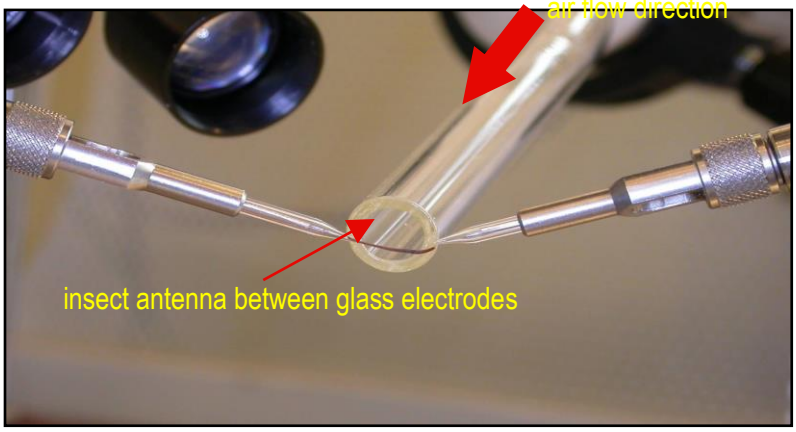
Para el desarrollo de las feromonas optimizadas del complejo ticona se viene criando estos insectos en el laboratorio de Quipaquipani, para su envío al PRI-PHEROBANK.

Pherobank emplea el sistema Gas Chromatography – Electro Antennography Detection (GC-EAD) (ver Anexo 1).

La obtención de feromonas es un proceso relativamente largo, donde la optimización comprende la primera fase, luego será la síntesis de feromonas específicas. Inicialmente PRI-Pherobank ha formulado 17 feromonas en base a una combinación de componentes para noctuidos, los mismos que fueron entregados a PRONPA durante la visita del Dr. Griepink (14 de abril de 2008)

También se viene recolectando larvas de la polilla de la quinua para su cría en laboratorio y posterior envió de muestras a Pherobank-Holanda.





Avances y resultados de la actividad

Hasta el presente PRI-Pherobank ha formulado 17 combinaciones de feromonas para el complejo ticonas.

Actividad 3.4. Evaluaciones de feromonas en campo.

Antecedentes

Para conocer la efectividad de las herramientas desarrolladas, estas deben ser probadas tanto en laboratorio como en campo. Una vez que se tenga información y material útil para obtener feromonas, el material inicial que se obtenga debe ser probado en campo para validar su efectividad, dicho trabajo será desarrollado en las principales áreas de impacto.

Objetivos

Evaluar veinte nuevas formulaciones de feromonas para las plagas de la quinua.

Localización

El trabajo se ejecuta en los predios de la Estación Experimental Choquenaria de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) ubicada en el Altiplano Central y en las comunidades Viroxa, Lia, Jirira y Pococollo (Altiplano Sur).

Metodología

En Choquenaira, las trampas con las 20 nuevas formulaciones de feromonas se instalaron en el contorno de de parcelas de cebada y quinua cosechadas, como se muestra en la foto 1, las trampas se ubicaron en lugares estratégicos para obtener datos que permitan interpretar con más exactitud la especificidad de captura de las feromonas.

Foto 1. Trampa en campo

Foto 2. Conteo de morfotipos

Las trampas estaban separadas unas de otras en amenos 80 m, las evaluaciones de las trampas fueron diarias registrándose el tipo y numero de morfotipos capturados por trampa.

En las comunidades de Viroxa, Jirira, Lia y Pacocollo la metodología consistió en instalar 5 trampas con 5 diferentes feromonas nuevas de forma indistinta en cada comunidad, con la finalidad de hacer participar en las evaluaciones a mayor parte de productores. En estas comunidades las evaluaciones fueron semanales registrándose el tipo y numero de morfotipos capturados por trampa y también se realizaba el mantenimiento de la trampa con agua y un poco de detergente.

Avances y resultados de la actividad

Altiplano Central

La figura 1 muestra el número de insectos adultos del morfotipo punteado capturados en cada una de las trampas con las feromonas optimizadas.

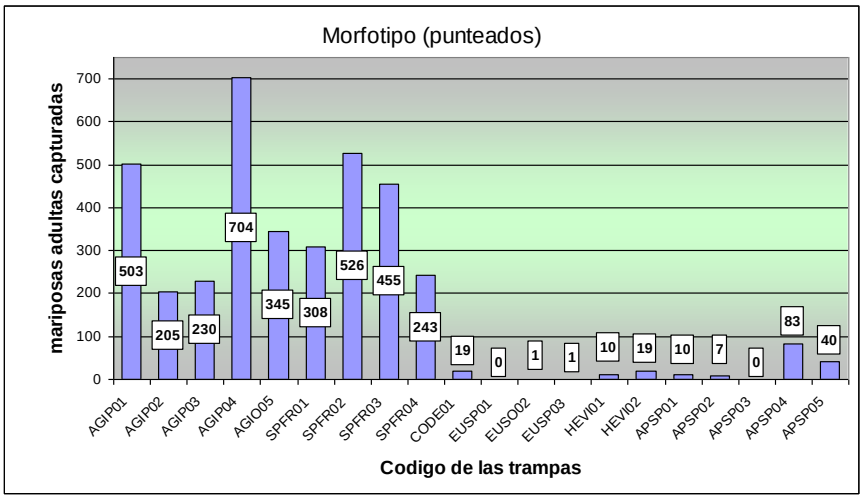


Figura 1. Número de insectos adultos del morfotipo punteado capturados por las nuevas feromonas en Choquenaira

De acuerdo a esta figura las trampas con las feromonas identificadas como AGIP04, SPFR02 y AGIP01 fueron las mas eficientes en la captura del morfotipo punteado registrando valores de 704, 526 y 503 individuos por trampa, respectivamente, en el periodo de mayo y junio de 2008.

El Cuadro 1 muestra los resultados de dos meses de evaluación (mayo y junio de 2008) de las 20 nuevas formulaciones de feromonas, establecidas en la comunidad de Choquenaira. Es importante resaltar la especificidad de los grupos AGIP (1 al 5) y SPFR (6 al 9) en la captura del insectos adultos de ticonas en comparación al resto de la feromonas, por tal razón estas feromonas pueden ser consideradas como especificas en la captura el morfotipo punteado.

Cuadro 1. Numero de insectos adultos capturados por las 20 nuevas feromonas en Quipaquipani (Altiplano Central)

Nº	Cod	P	T	LO	M	N	R	Re.	E.	P B	OBS
1	AGIP01	503	3	0	0	0	3	0	0	0	E
2	AGIP02	205	0	0	0	0	0	0	0	0	E
3	AGIP03	230	0	0	0	0	0	0	0	0	E
4	**AGIP04**	**704**	2	0	2	1	2	1	0	0	E
5	AGIO05	345	0	1	0	0	0	0	0	0	E
6	SPFR01	308	0	0	2	0	0	0	1	0	E
7	**SPFR02**	**526**	1	0	0	1	2	0	1	2	E
8	SPFR03	455	1	0	0	2	2	0	1	2	E
9	SPFR04	243	8	0	8	0	0	0	1	3	E
10	CODE01	19	1	0	0	0	0	1	1	1	N E
11	EUSP01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
12	EUSO02	1	1	0	2	0	0	0	0	0	X
13	EUSP03	1	0	0	0	0	0	0	0	0	X
14	HEVI01	10	1	0	5	1	0	1	0	0	N E
15	HEVI02	19	3	0	5	0	0	0	1	0	N E
16	APSP01	10	0	7	5	1	2	0	0	0	N E
17	APSP02	7	0	1	2	3	1	0	0	0	N E
18	APSP03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	N E
19	APSP04	83	4	0	0	1	0	0	1	0	N E
20	APSP05	40	0	0	36	0	0	0	0	1	N E

P=punteado, T=triangular, LO=línea oscura, M=marron, N=nuevo, R=rayado, Re=reticulado, E=estampado, PB=punto blanco; E= especifico, N E = no especifico

El mismo cuadro muestra también que en las trampas con las feromonas AGIP y SPFR, dos de ellas sobre salen por ser las mas eficientes por capturar 704 (AGIP04) y 526 (APFR02) insectos adultos de ticonas, en el periodo de mayo a junio de 2008.

Altiplano Sur

En el cuadro 2 se muestra los resultados de la evaluación de las nuevas feromonas en el Altiplano Sur, donde se observa que ninguna feromonas se comporta como especifica ya que los especimenes capturamos son muy pocos o ningunos en la mayoría. Efecto que podría estar directamente relacionado a las bajas temperaturas invernales que se registran en la zona, factor que no favorece a la eclosión de los adultos ya que en este periodo los ticonas aun permanecen en estado de pupa.

Cuadro 2. Número de insectos adultos capturados por las 20 nuevas feromonas en el Altiplano Sur

No	CODIGO	P	N1	M	O	T	R	E	PN	N2	N3	OBS
1	AGIP01	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	X
2	AGIP02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
3	AGIP03	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
4	AGIP04	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
5	AGIO05	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
6	SPFR01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
7	SPFR02	11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	X
8	SPFR03	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
9	SPFR04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
10	CODE01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
11	EUSP01	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
12	EUSO02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
13	EUSP03	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
14	HEVI01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
15	HEVI02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
16	APSP01	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
17	APSP02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
18	APSP03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
19	APSP04	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	X
20	APSP05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X

P=punteado, T=triangular, LO=línea oscura, M=marron, N=nuevo, R=rayado, Re=reticulado, E=estampado, PB=punto blanco; E= especifico, N E = no especifico

Actividad 3.5. Visita de campo de los especialistas de PHEROBANK

Antecedentes

El presente proyecto de investigación involucra científicos y laboratorios de un país desarrollado y otro en vías de desarrollo, además que el tema de investigación es complejo, por tanto, el acompañamiento del proceso de investigación es importante. En ese sentido, la visita de los especialistas de Pherobank a las zonas de trabajo y campos de producción es necesaria para facilitar una coordinación y adecuación de las metodologías en prueba.

Objetivos

Conocer las zonas donde se evalúan las feromonas.

Localización

El Dr, Frans Griepink de PRI-Pherobank, visitó las comunidades de Jalsuri, Quipaquipani y Konani ubicadas en el altiplano Central, y las comunidades de Lia, Viroxa y Jirira-ubicadas en el altiplano Sur.

Metodología

Según lo programado, la segunda semana del mes de abril del presente año, el Dr. Frank Greipink del PRI-PHEROBANK de Holanda, en representación de su equipo técnico, ha realizado una visita a nuestro país por cinco días, en especialista visitó las zonas productoras de quinua del altiplano sur y central, con el objetivo de realizar el seguimiento a las pruebas de validación de trampas con feromona. Visita que coincidió con la llegada del Dr. Michael Pogue del USDA de EEUU, especialista en la identificación de noctuidos, quienes han podido interactuar directamente con el equipo técnico de PROINPA abordando la identificación de los morfotipos de ticonas y la problemática de las plagas de la quinua.

Resultados de la actividad

El experto en compañía del equipo técnico del proyecto visitó las dos zonas (altiplano centro y sur) donde se ejecuta el proyecto.

Las reuniones entre el experto y el equipo técnico permitieron intercambiar experiencias a cerca de las técnicas de la cría de insectos y las pruebas que se requieren en la formulación de las feromonas, tipos de trampas, posición de feromonas, etc.

La visita de M. Pogue permitió profundizar las relaciones entre PROINPA y el Departamento de Entomología Sistemática del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) quienes nos colaboran en la identificación de los especimenes capturados en las trampas luz y los provenientes de las crías en laboratorio.

Producto 4. Dos feromonas no específicas para ticonas son validadas participativamente con productores de quinua.

Actividad 4.1. Validación participativa de dos feromonas no especificas para ticonas.

Antecedentes

Durante el año agrícola 2006-2007, la Fundación PROINPA evaluó 5 feromonas no especificas para las plagas del cultivo de la quinua, los resultados mostraron que dos feromonas (*Agrotis ipsilon* y *Spodoptera frugiperda*) se comportaron como especificas para una especie de noctuideo nominado "Punteado", la cantidad de insectos adultos atraídos por esta feromona y capturados en las trampas de agua llegaron a un máximo de 680 en una semana, mostrando así un potencial en el uso de esta feromona con fines de control de esta plaga. Con estos antecedentes se plantea la presente actividad para validar los resultados en otras áreas de producción de quinua de los altiplanos central y sur.

Objetivos

Validar participativamente la eficiencia de atracción de dos feromonas no específicas para los ticonas del cultivo de la quinua.

Localización

El trabajo se llevo a cabo en 10 comunidades, 3 del altiplano centra (Jalsuri, Ichuraya y Quipaquipani) y 7 del Altiplano Sur (Lia, Alapaxa, Viroxa, Villa ParaPara, Chacala y Aguaquiza), como se describe en el Cuadro1, abarcado comunidades representativas de los departamentos de Oruro, Potosí y la Paz.

Cuadro 1. Relación de las zonas y comunidades donde se validaron las dos feromonas no especificas para ticonas adultas

Zona	Departamento	Provincia	Municipio	Comunidad	Ambientes
Altiplano Sur	Oruro	L.Cabrera	Salinas GM	Lia	Cultivo
				Alapaxa	
				Viroxa 1	
				Viroxa 2	
	Potosi	A.Quijarro	Uyuni	V. ParaPara	Descanso
				Chacala	Cultivo
		Nor Lipez	Nor Lipez	Aguaquiza	
Altiplano Centro	La Paz	Ingavi	Viacha	Jalsuri	Descanso
				Ichuraya	
				Quipaquipani	
Total	3	4	4	10	2

Metodología

En las comunidades de Jalsuri, Hichuraya, Quipaquipani, Viroxa y Chacala la validación de las feromonas se realizo a través de la acción directa de tecnicos de PROINPA, y en las comunidades de Lia, Viroxa, Alapaxa, Villa ParaPara y Aguaquiza con organizaciones y/o productores.

En las comunidades mencionadas, en coordinación con productores innovadores, se instalaron trampas tipo bidón con agua y feromonas de *Agrotis ipsilon* y *Spodoptera frugiperda* sobre parcelas en descanso y con cultivo de quinua, estas trampas estaban distanciadas en al menos 50 m uno del otro, las cuales se evaluaban semanalmente registrando el número de insectos adultos

capturados (ticonas adultas). Al mismo tiempo se realizo la verificación del nivel de agua en la trampa y el cambio de la feromona cada tres meses.

Foto 1. Instalación de trampas

Foto 2. Cambio de feromonas

Para que las observaciones sean comparables entre las comunidades se organizaron talleres informativos dirigidos a los promotores de ANAPQUI y AOPEB y productores innovadores de las comunidades seleccionadas. En estos eventos se capacitaron a los participantes sobre el uso de las feromonas y las técnicas de evaluación. En esa oportunidad se les distribuyo a los promotores y agricultores innovadores las dos feromonas y un material de apoyo consistente en un juego de módulos de capacitación, fichas técnicas, baldes, tamices, pinzas y boletines de registros con su guía fotográfica para la diferenciación de los morfotipos de ticonas adultas. Los cursos de capacitación se llevaron a cabo en Challapata (Oruro) en dos oportunidades (Octubre de 2007 y Febrero de 2008) y estuvo dirigido a promotores de ANAPQUI y en Marzo de 2008, en Quipaquipani (La Paz) que estuvo dirigido a promotores de AOPEB y productores innovadores

Foto 3. Distribución de materiales

Foto 4. Verificación trampas

Foto 5. Evaluación trampas

También se realizaron giras de seguimiento por las comunidades donde se instalaron las trampas bajo responsabilidad de promotores de ANAPQUI y AOPEB con una frecuencia de dos o tres meses con el objeto de cambiar las feromonas por otras nuevas y verificar el funcionamiento de las trampas.

Avances y resultados de la actividad

Validación con acción directa de PROINPA

Validación de dos feromonas no especificas en el Altiplano Sur

Los resultados de la validación de las feromonas en las comunidades del altiplano sur con acción directa de PROINPA durante el periodo de nueve meses (octubre de 2007 a junio del 2008) se muestra en la figura 1.
En esta figura se observa que las trampas cebadas con la feromona de *Agrotis ipsilon* capturaron un mayor numero de ticonas en comparación a la trampas cebadas con la feromona de *Spodoptera frugiperda*, esta figura muestra también que las trampas ubicadas en las parcelas en descanso de las comunidades de Chacala y Viroxa capturaron el mayor número de ticonas en comparación a los ubicados en la parcela con cultivo.

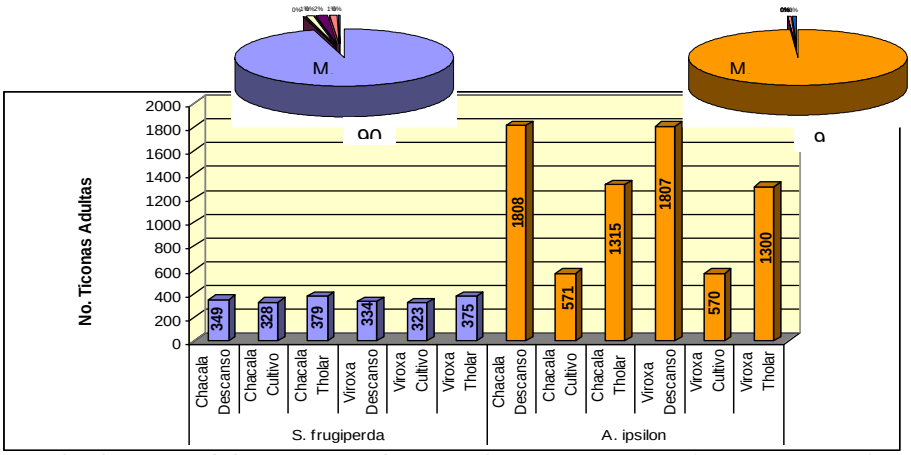


Fig. 1 Numero de ticonas adultas capturadas, por las trampas con feromonas *S. frugiperda* y *A. ipsilon* en comunidades del Altiplano Sur en el periodo de 9 meses (octubre de 2007 a junio de 2008)

La Figura 1, muestra también la proporción de los diferentes morfotipos capturados por cada feromona. En el caso de *S. frugiperda* el 90% de los especimenes capturados corresponde al morfotipo punteado y el 10 % a un complejo que agrupa a 7 morfotipos. En el caso de *A. ipsilon* el 95 % de los especimenes capturados corresponden al morfotipo punteado y el 5 % a otros morfotipos, corroborando los datos obtenidos por PROINPA durante el año agrícola 2006-2007 en un estudio preliminar sobre las mismas feromonas.

Validación de dos feromonas no especificas en el Altiplano Central

Los resultados de la validación de las feromonas en las comunidades del altiplano central con acción directa de PROINPA durante el periodo de nueve meses (octubre de 2007 a junio del 2008) se muestra en la figura 2.

En esta figura se observa que las trampas cebadas con la feromona *Agrotis ipsilon* capturo un mayor numero de ticonas en comparación al capturado en las trampas cebadas con la feromona de *Spodoptera frugiperda*.

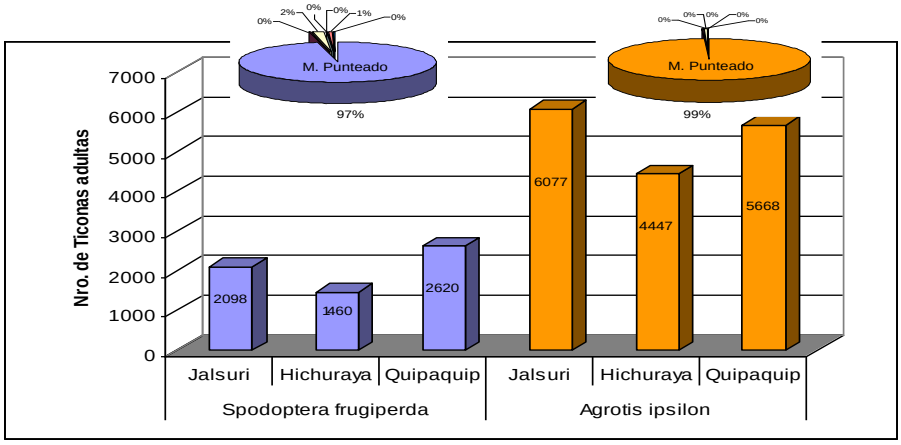


Fig. 2 Numero de ticonas adultas capturadas, por las trampas con feromonas *S. frugiperda* y *A. ipsilon* en comunidades del Altiplano Centra en el periodo de 9 meses (octubre de 2007 a junio de 2008)

Al igual que en el altiplano sur, las trampas con la feromona *A. ipsilon* capturo el mayor numero de especimenes en relacion a las trampas cebadas con la feromona *S. frugiperda.* De los especimenes capturados por las trampas con *A. ipsilon* el 99 % corresponden al morfotipo punteado y 1 % a otros morfotipos, y en la trampa con la feromonas y *S. frugiperda* el 97 % corresponde al morfotipo

punteado y el 3 % a otros morfotipos. Mostrando nuevamente la especificidad de estas feromonas para atraer al morfotipo punteado.

Validación de dos feromonas no especificas en el Altiplano Sur a través de organizaciones y/o productores

En el cuadro 2 se muestra el periodo de la validación, la comunidad y el ambiente donde fueron ubicados las trampas cebadas con las feromonas de *Agrotis ipsilon* y *Spodoptera frugiperda.*
De acuerdo a este cuadro la validación vario entre 3 a 6 meses.

Cuadro 2 Relación de las comunidades del altiplano sur donde se realizaron las validaciones a través de organizaciones y/o productores de las dos feromonas no específicas para ticonas

Periodo	Comunidad	Ambiente
Ene-Jun (6 meses)	Aguaquiza*	Cultivo
Feb-Jun (5 meses)	V. ParaPara **	Descanso
Mar-Jun (4 meses)	Lia**	Cultivo
Abr-Jun (3 meses)	Alapaxa**	Cultivo
	Viroxa**	Cultivo
Total	**5**	**2**

* a través de ANAPQUI, ** a través de productores lideres

Los resultados de la validación se muestran en la figura 3, esta figura muestra nuevamente que las trampas cebadas con la feromona de *Agrotis ipsilon* fue la mas eficiente en la captura del morfotipo punteado en comparación a las trampas con la feromona de *Spodotera frugiperda.*

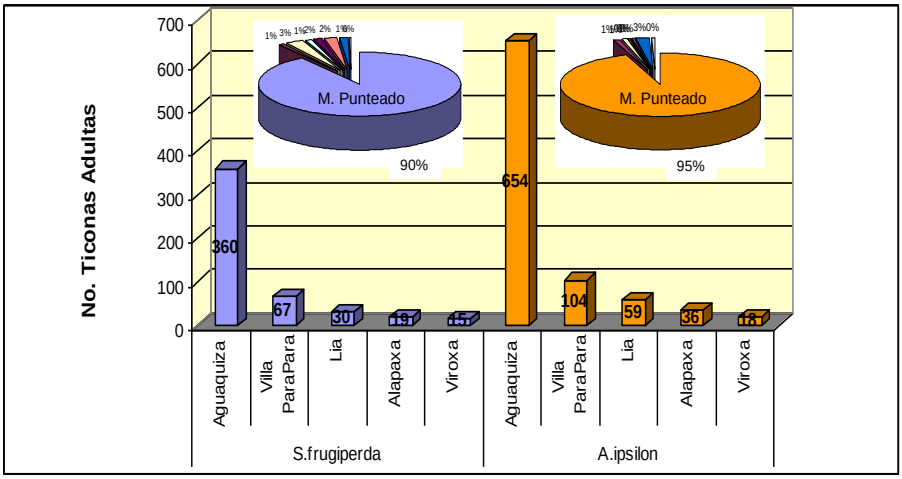


Fig. 3 Numero de ticonas adultas capturadas, por las trampas con feromonas *S. frugiperda* y *A. ipsilon* en comunidades del Altiplano Sur a través de productores y/o organizaciones.

Con el fin de realizar el acompañamiento de la validación, entre la segunda semana del mes de Febrero del 2008, se ha efectuado una gira de seguimiento a la actividad y el cambio de las feromonas en localidades pertenecientes a las regionales de ANAPQUI, tanto en Oruro como en Potosí.

Validación de dos feromonas no especificas en el Altiplano Central a través de organizaciones y/o productores

	Konani		Ayzaqollo	
Fecha	A. ipsilon	S. frugiperda	A. ipsilon	S. frugiperda
20/03/2008	144	97	221	177
28/03/2008	121	75	210	168
03/04/2008	118	65	162	142
10/04/2008	79	51	72	77
17/04/2008	82	48	38	62
24/04/2008	64	39	42	58
01/05/2008	54	36	36	46
08/05/2008	67	54	33	37
15/05/2008	58	63	31	31
22/05/2008	39	42	29	34
29/05/2008	36	39	26	29
05/06/2008	39	37	19	21
12/06/2008	27	34	16	17

Actividad 4.2. Adaptación y validación de prototipos de trampas con feromonas.

Antecedentes

La utilización de una trampa, construida de un bidón de aceite de color amarillo y cebada con una feromona sexual, para la captura de ticonas adultas mostró algunas desventajas en el periodo de evaluación. Una desventaja observada fue que la cantidad de agua que contiene la trampa no es suficiente para una semana, es decir el agua se evapora rápidamente y al final del periodo de evaluación no queda lo suficiente para garantizar la captura de los insectos adultos, otra desventaja observada fue que bajo condiciones del Altiplano Sur, durante el periodo invernal el agua se congela a las pocas horas de la entrada del sol, impidiendo de esta manera la captura de los insectos.

Objetivos

Adaptación y validación de prototipos que garanticen la captura de los insectos adultos de ticona durante todo el periodo de evaluación.

Localización

El trabajo se realiza en las comunidades de Quipaquipani (Altiplano Central) y Lia (Altiplano Sur).

Metodología

El trabajo se dividió en dos fases. En la primera se diseño, evaluó y selecciono los prototipos de trampas con la feromona *Agrothis ipsilon*. El diseño consistió en construir prototipos que subsanen las desventajas exhibidas por la trampa construida de un bidón de aceite, así como probar la mejor ubicación de la feromona para mejorar la eficiencia de atracción y captura de las trampas, la selección consintió en escoger tres prototipos: trampa tipo bidón (foto 1), trampa tipo bañador (foto 2) y trampa tipo embudo (foto 3). En los prototipos tipo bidón y bañador donde se utiliza agua como fuente de captura se probó también diferentes concentraciones de anticongelante en refrigeradora para evitar el congelamiento del agua.

Foto 1. Trapa tipo bidón

Foto 2. Trapa tipo bañador

Foto 3. Trampa tipo embudo

En la fase dos se evaluaron los tres prototipos seleccionados en la primera fase. Con esta finalidad los prototipos fueron distribuidos en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, las evaluaciones fueron diarias y consistió en contar el numero de ticonas adultos capturados en cada una uno de los prototipos (foto 4).

Foto 4. Evaluaciones de la trapa tipo bañador

Avances y resultados de la actividad

Fase 1

En un principio se disminuyo la ventana del bidón del aceite e incremento la capacidad del volumen de agua en la trampa (foto 5). Estas innovaciones permitieron que el nivel de agua en la trampa sea lo suficiente para capturar ticonas adultas por una semana.

Foto 5. Trazo del la ventana

Se diseño una trampa denominada tipo embudo que en la parte terminal del embudo llevaba una bolsa de nylon, posteriormente se construyo una trampa tipo embudo tomando como modelo un pluviómetro, a la cual se le agrego un techo, una estructura debajo del techo y se jugo con el ancho del embudo (foto 6) y la ubicación de la feromona (Foto 7).

Foto 6. Protopitos de trampa tipo embudo

Foto 7. Ubicación de la feromona

De los prototipos evaluados se descarto al modelo tipo embudo que utilizaba como fuente de captura la bolsa de nylon, por su falta de estabilidad en días de viento, la acumulación de humedad (rocío) y agua en días de lluvia.

También se construyo un prototipo denominado bañador, que llevaba una estructura de vidrio en x en el interior de este (Foto 2), en este tipo de trampa se jugo con la altura y el ancho de la estructura de vidrio.

De las concentraciones de anticongelante probadas a las concentraciones de 50% 25% y 10% (fotos 5 y 6), la concentración al 10% funciona muy bien sin embargo para las pruebas finales se descarto el uso de este aditivo por tratarse de un producto químico y no aceptado en la producción orgánica.

Foto 5. Anticongelante

Foto 6. Pruebas del anticongelante en refrigeradora

Fase 2

Los prototipos seleccionados fueron el tipo bidón (foto 7), tipo embudo (foto 8) y el tipo bañador (foto 9)

Foto 7. Trampa de tipo bidón

Foto 8. Trampa de tipo embudo

Foto 9.Trampa tipo bañador

Eficiencia de captura

De los tres prototipos de trampas evaluadas, la trampa de bañador con una "x" de vidrio es el que registro los mejores resultados con 2583 individuos capturados seguido de la trampa tipo embudo que capturo 835 ticonas adultos y quedando en ultimo lugar la trampa de bidón con 771 individuos capturados en toda la etapa de evaluación (Figura 1).

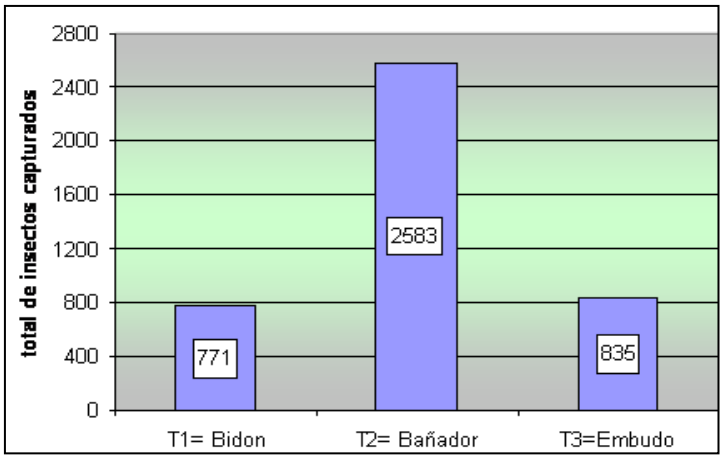


Fig. 1. Numero de especimenes capturados por los tres prototipos de trampas con feromona