

# Síntesis y desarrollo de feromonas sexuales para dos noctuides, plagas clave del cultivo de la quinua

Raúl Saravia; Luis Crespo; Reinaldo Quispe; Milton Villca

Trabajo financiado por: Fundación AUTAPO, Fundación McKnight, Embajada de Holanda; Fundación PROINPA

E mail: r.saravia@proinpa.org

**Resumen.** El trabajo describe el proceso de síntesis y desarrollo de feromonas sexuales para dos especies de noctuides (*Helicoverpa quinoa* y *Copitarsia incommoda*), consideradas plagas clave del cultivo de la quinua, en un trabajo conjunto entre investigadores de la Fundación PROINPA y la Empresa Pherobank de Holanda. En este marco, PROINPA fue responsable de la cría masiva de las especies en condiciones de laboratorio, la provisión permanente de pupas, las evaluaciones de las protoferomas en campo y el desarrollo de trampas para su uso. Pherobank estuvo a cargo de la identificación de los compuestos, la síntesis de las protoferomonas y la síntesis de las feromonas. Producto de este trabajo coordinado se logró sintetizar feromonas sexuales específicas para *H. quinoa*, plaga importante en el Altiplano Sur y *C. incommoda*, plaga clave en el Altiplano Central y Altiplano Norte.

**Palabras clave:** *Helicoverpa quinoa*; *Copitarsia incommoda*, Manejo Integrado de Plagas

**Summary. Synthesis and development of sex pheromones for two noctuids, key pests of quinoa crop.** The work describes the synthesis and development process of sex pheromones for two species of noctuids (*Helicoverpa quinoa* and *Copitarsia incommoda*), considered the key pests of quinoa crop. It is a joint work between the PROINPA Foundation researchers and the Pherobank Enterprise in The Netherlands. PROINPA was responsible for the mass breeding of species in laboratory conditions, the permanent provision of pupae, evaluations of protophomones in field and the development of traps for its use. Pherobank was responsible for the identification of compounds, the protophomones and pheromones synthesis. Thanks to this coordinated work, it was possible to achieve to synthesize specific sex pheromones for *H. quinoa*, an important pest in the Southern Highlands and *C. incommode*, a key pest in the Northern and Central Altiplano.

**Keywords:** *Helicoverpa quinoa*; *Copitarsia incommoda*, Integrated Pests Management

## Introducción

*Helicoverpa quinoa*<sup>1</sup> y *Copitarsia incommoda* son plagas clave del cultivo de la quinua en el Altiplano Boliviano, donde se producen los mayores volú-

menes de este grano andino, destinado al mercado interno y la exportación. Las larvas de estas especies junto a otras que componen el complejo noctuido (*Helicoverpa titicacae* y *Dargida acanthus*) causan pérdidas considerables, llegando al 30% del rendimiento por año, que se estima en 60 millones de USD para el año 2014. El tipo de

---

<sup>1</sup> Especie denominada anteriormente como *Helicoverpa gelotopoeon*.

daño causado por estas larvas depende principalmente de la especie, del estado fenológico de la planta y del estadio de la larva. Las larvas recién eclosionadas se alimentan de la inflorescencia en formación de la planta de quinua, y cuando las larvas son más grandes se comportan como defoliadores.

Durante las fases fenológicas de floración y madurez fisiológica, producen importantes daños al consumir los granos en formación o al taladrar el raquis de las panojas, ocasionando su caída.

Los mayores daños de estas especies de noctuides son ocasionados en la fase de grano lechoso o grano masoso, que es cuando actúan como consumidores de grano. Los agricultores los combaten mediante el uso de trampas luz y la aplicación de eco-insecticidas o insecticidas químicos, dependiendo del destino de la producción.

Para ofrecer mayores alternativas de control y que éstas sean de fácil aplicación, PROINPA planteó hace cinco años la síntesis y desarrollo de feromonas sexuales, las cuales son señales químicas emitidas por las hembras, para atraer machos de la misma especie. Las feromonas sintetizadas artificialmente, van instaladas en trampas, las que atrapan a los insectos macho, de tal forma que evitan una siguiente generación, reduciendo así la población de la plaga. En la actualidad se utiliza, con buenos resultados, feromonas sexuales de diferentes especies, como un componente del Manejo Integrado de Plagas (MIP).

El objetivo del trabajo fue sintetizar y desarrollar feromonas sexuales para *H. quinoa* y *C. incommoda*, plagas clave del cultivo de la quinua en el Altiplano Boliviano.

**Ciclo biológico de *H. quinoa*.** Según estudios realizados en el Centro Quipaquipani (Viacha, La Paz), el ciclo biológico de *H. quinoa* es particular. De un total de 400 larvas sometidas a observación, un 50% registró una duración de  $223 \pm 36$  días de huevo a adulto (incluida la longevidad del adulto), un 25% permaneció en estado de pupa hasta el próximo periodo agrícola, y un 15% murió antes de llegar a adulto, esto en condiciones de 25°C de temperatura y 65% de humedad relativa.

**Ciclo biológico de *C. incommoda*.** Según Choquehuanca (2011) el ciclo de vida de *C. incommoda* criado en laboratorio a 25°C de temperatura y 65% de humedad relativa, tiene una duración de 99.91 días incluyendo la longevidad del adulto. El periodo de incubación es de 5.5 días, la duración del estado de larva es de 29.04 días, el estado de prepupa dura 3.03 días y el de pupa 16.3 días; el adulto vive un promedio de 19.85 días.

**Daños y pérdidas causadas por larvas del complejo noctuido.** Los daños causados por las larvas del complejo noctuido son múltiples; las larvas jóvenes minan la inflorescencia en formación, en estados más avanzados defolian las plantas, taladran el tallo a la altura de la base causando la caída de la panoja y consumen los granos. Las pérdidas estimadas por el ataque de larvas del complejo noctuido y la polilla de la quinua, oscilan en 30% del rendimiento (Saravia y Quispe, 2005).

**Distribución geográfica de *H. quinoa* y *C. incommoda*.** Estudios sobre la distribución de estas especies en las regiones de producción de quinua, han mostrado que *H. quinoa* es la especie dominante en el Altiplano Sur de Bolivia, y *C. incommoda* es la especie do-

minante en el Altiplano Central y Norte. En estas regiones se encuentran también las especies *H. titicacae* y *Dargida acanthus*, pero en menores densidades poblacionales.

**Las feromonas.** Son secreciones que causan reacciones específicas en individuos de la misma especie que las perciben (Ramírez, 1996). Pedigo (1996) indica que las feromonas sexuales son señales químicas emitidas por las hembras para atraer machos de la misma especie. Las feromonas de diferentes especies, en la actualidad, pueden ser sintetizadas y utilizadas en el Manejo Integrado de Plagas (MIP).

**Tipos de feromonas.** Existen varios tipos de feromonas, entre las que se mencionan las feromonas sexuales, las de agregación, las de rastreo y las de alarma (Owen, 2013).

Las **feromonas sexuales** son aquellas emitidas por un sexo para atraer al sexo opuesto de la misma especie. Las de **agregación** son emitidas por un sexo y atraen a individuos de ambos sexos de la misma especie. Las de **rastreo** sirven para indicar la localización de una fuente alimenticia y son muy utilizadas por las hormigas. Las de **alarma** son las que señalan la presencia de un individuo herido, dando un mensaje de dispersión a los congéneres. De los diferentes tipos de feromonas, las feromonas sexuales son las más utilizadas en el MIP, porque obliga a un comportamiento definido del insecto que lo percibe.

**Ventajas y desventajas de las feromonas.** Como toda herramienta utilizada en el MIP, las feromonas tienen ventajas y desventajas. Las principales ventajas que se les atribuyen son las siguientes: son específicas y aseguran la

sobrevivencia de los enemigos naturales; no son tóxicas y no dejan residuos químicos en los cultivos, es decir se trata de una tecnología ecológicamente limpia. Son biodegradables y no dañan el medio ambiente. Son fáciles de instalar y manejar. Por todas las ventajas antes mencionadas, las feromonas son aceptadas en la producción orgánica. Entre las desventajas identificadas, destacan las siguientes: solo atraen a los machos, pueden ser afectadas por factores climáticos (vientos) y no proveen información sobre el daño directo al cultivo (Cisneros, 1997).

**Las trampas con feromonas.** Las feromonas deben ser usadas con trampas. Son diversos los tipos de trampas ofertadas por las empresas que producen feromonas, con el fin de incrementar la eficiencia de las mismas, que están diseñadas tomando en cuenta el comportamiento de vuelo de las diferentes especies de plagas. Para la captura de *H. quinoa* se probaron el tipo bidón, el tipo bañador, el cono y diversas variantes del tipo embudo, que pueden funcionar con agua o en seco. De éstas, la más difundida en las zonas productoras de quinua del altiplano, son las del tipo embudo seco por sus diversas características favorables.

## Materiales y métodos

**Cría de noctuidos con fines de síntesis de feromonas.** La síntesis de la feromona sexual de *H. quinoa* y *C. incommoda*, fue iniciada el año 2007 con la cría masiva de estas especies y envío de pupas en varias oportunidades a la Empresa Pherobank de Holanda. La cría de noctuidos se efectuó mediante un protocolo desarrollado en el Laboratorio de Entomología de PROINPA, desde

marzo a diciembre de 2007, siguiendo los pasos detallados a continuación:

Colecta de larvas. Se recolectaron larvas de noctuidos en parcelas de quinua, en diferentes épocas y localidades del Altiplano Sur y Central.

Adaptación de las larvas a condiciones de laboratorio. Se separó a las larvas individualmente, en envases de plástico medianos, a fin de evitar el canibalismo. Estas larvas fueron alimentadas con hojas de quinua hasta que lograron empupar (Figura 1), una vez que alcanzaron la fase de pupa fueron desinfectadas y separadas en grupos de diez y colocadas en envases de plástico más grandes, hasta lograr la eclosión de los adultos.



**Figura 1.** Larvas alimentadas con hojas de quinua

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 fueron utilizados como cámaras de reproducción y obtención de huevos (Figura 2). Para facilitar la postura de huevos, se colgaron bandas de papel secante en las paredes laterales de los frascos. Verificada la postura, se procedió a la recolección, cortando las porciones de papel secante que contenían los huevos que fueron colocados en envases medianos, para su maduración, eclosión y obtención de una nueva generación de larvas.



**Figura 2.** Cámara de reproducción

Cría de la nueva generación. La nueva generación de larvas se crió con dieta artificial, desarrollada y ajustada en el Laboratorio de Entomología de PROINPA, colocando 30 larvas recién nacidas por envase con dieta (Figura 3).



**Figura 3.** Cría con dieta artificial

Después de 10 días fueron individualizadas en envases con dieta, donde concluyeron la fase larvaria y alcanzaron la



fase de pupa. Posteriormente se procedió a la cosecha de pupas (Figura 4) que fueron desinfectadas con hipoclorito de sodio al 10% y separadas en grupos de diez individuos y colocadas en frascos de plástico medianos, hasta la emergencia de adultos.



**Figura 4.** Cosecha de pupas

**Síntesis de feromonas.** Para la síntesis de las feromonas se envió pupas de las especies *H. quinoa* y *C. incommoda* a Pherobank en Holanda, donde se procedió a la identificación de los componentes de las feromonas de estas especies, utilizando el método combinado de *Cromatografía de Gas* (CG) ligado a *Espectrometría de Masas* (EM) y *Electroantenografía* (EAG).

Una vez desarrolladas las protoferomonas por Pherobank, fueron enviadas de regreso a Bolivia, para pruebas de campo y ajustes en la formulación de la feromona.

Estas evaluaciones fueron realizadas en la comunidad de Chacala, del municipio de Uyuni y en el Centro Quipaquipani, ubicado en el departamento de La Paz.

## Resultados y discusión

### *Envíos de pupas para identificación y síntesis de feromonas específicas*

Se realizaron varios envíos de pupas a Pherobank, las pupas provinieron de la cría masiva de estas especies en el Laboratorio de Entomología de la Fundación PROINPA. Las muestras estaban contenidas en frascos de plástico, en lotes de 20 o 40 pupas debidamente sexadas (Figura 5).

### *Síntesis de las feromonas*

Como resultado de los trabajos de laboratorio, realizados por Pherobank en Holanda, a fines de abril del año 2008, Pherobank formuló 17 protoferomonas para el complejo noctuido (Figura 6).



**Figura 5.** Envío de pupas en frascos de plástico



**Figura 6.** Protoferomonas enviadas por Pherobank para evaluaciones de campo

En base a la información generada en las pruebas de campo, ejecutadas por personal técnico de PROINPA en el Altiplano Boliviano, hasta junio del año 2009, se sintetizó una feromona para la especie *H. quinoa* y en junio del año 2013 se sintetizó otra feromona para *C. incommoda*.

## Conclusiones

- Se cuenta con protocolos para la cría masiva de *H. quinoa* y *C. incommoda*.
- Se dispone de feromonas sexuales para *H. quinoa* plaga clave del cultivo de la quinua en el Altiplano Sur, *C. incommoda* plaga clave del cultivo de la quinua en el Altiplano Centro y Norte y *Agrotis peruviana*, considerada una plaga potencial del cultivo de la quinua en Bolivia.

## Referencias citadas

Cisneros, A. 1997. Lactonas en síntesis de feromonas. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Universidad Autónoma de Nuevo

León, Facultad de Ciencias Químicas. 106 p.

Choquehuanca M. 2011. Ciclo biológico de *Copitarsia incommoda* Walker plaga del cultivo de la quinua en condiciones de laboratorio. Tesis Ing. Agr. UMSA, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.

Owen, J. 2013. Feromonas: Una herramienta básica en IPM. **En:** III Jornadas internacionales sobre feromonas, atrayentes, trampas y control biológico. Murcia, España.

Pedigo, L. 1996. Entomology and Pest Management. Second Edition. 1996. Prentice-Hall Pub., Englewood Cliffs, NJ. 679 p.

Ramírez P. 1996. Las feromonas de insectos y su aplicación en la agricultura. PALMAS, Volumen 17, Nro. 3.

Saravia R., Quispe, R. 2005. Manejo integrado de las plagas insectiles del cultivo de la quinua. **En:** Módulo 2: Manejo Agronómico de la quinua orgánica. Fundación PROINPA. pp. 53-86.

*Trabajo recibido el 11 de junio de 2014 - Trabajo aceptado el 18 de junio de 2014*