



# SUSTENTOLOGÍA

XXVI CONGRESO AAPRESID

## FEROMONAS PARA EL CONTROL DE LEPIDOPTEROS

Enrique Lobos

Las feromonas, pertenecen a un grupo mayor de mensajeros químicos, denominados semioquímicos o infoquímicos, que permiten la comunicación entre individuos de la misma o distinta especie. Es decir que entre los individuos existe un intercambio de información a través de sustancias químicas, emitidas al exterior, que determinan cambios en el comportamiento y pueden resultar favorable o no al emisor o al receptor. Hay un grupo particular de moléculas que se podría incluir desde un punto de vista utilitario que se denominan Kairomonas y debe destacarse en especial a los mensajeros químicos que son emitidos por las plantas y que ayudan a las plagas a localizarlas.

Han transcurrido casi 60 años desde el descubrimiento de estos mensajeros químicos que generan comportamientos relacionados con el cortejo, la alarma, el agrupamiento de los individuos sobre la fuente de alimento, etc. Actualmente, los avances tecnológicos en la aparatología de estudio, ha permitido conocer más en detalle los procesos fisiológicos, órganos involucrados y las funciones de estas sustancias, como para evaluar alternativas de uso en la protección de cultivos. La disminución de los costos de producción de los principios activos, formulación y modos de aplicación, han contribuido para tener una mayor expectativa de aprovechamiento de estas sustancias.

Son dos los atributos claves de las feromonas: su ESPECIFICIDAD, que determina que solo la especie indicada será atraída y su SENSIBILIDAD, que significa que los insectos reaccionan a muy bajas concentraciones en el aire; los insectos emiten dosis de feromona en el orden de los nanogramos. En algunas especies, se combinan feromonas sexuales y de agrupación.

Desde un punto de vista práctico, las feromonas se utilizan de diferentes fines:

- a. En técnicas de monitoreo predial o regional: sea para detectar la presencia de una plaga cuarentenaria (*Lobesia botrana* S., *Anthonomus grandis* B., *Tecia solanivora* P., etc).
- b. Para la toma de decisiones de control en base a las capturas en trampas cebadas con la feromonas de la plaga clave (*Pectinophora gossypiella* S.).
- c. Como método de control etológico, para ello existen distintas técnicas:
  - c.1) **Confusión sexual:** cientos de emisores de feromona se distribuyen en el cultivo e interfieren con los machos o hembras en la localización del sexo opuesto, evitando la cópula.
  - c.2) **Trampeo masivo:** Los individuos de un sexo son atraídos por la feromona colocada en la trampa, donde son retenidos, sin poder copular.



# SUSTENTOLOGÍA

XXVI CONGRESO AAPRESID

- C.3) **Atraer y matar:** los individuos atraídos entran en contacto con alguna sustancia insecticida que los mata. En algunos casos el insecticida está mezclado con la feromona o bien es parte de la mezcla de una cobertura de un soporte físico por dónde camina el insecto.
- C.4) **Autoconfusión:** una de las técnicas más recientes, consigue prevenir la cópula impregnando a los machos con partículas cargadas eléctricamente que tienen adsorbida la feromona. Los machos se aproximan a las trampas o tabletas con las partículas atraídos por la feromona; con estas, adheridas al cuerpo, pasan a ser emisores del semioquímico y atraen a otro machos, dificultando el encuentro con las hembras.

En el siguiente cuadro se presentan comparativamente algunas características del control implementado con feromonas en relación a la técnica estándar del control químico:

Característica	Control con feromona	Control Químico
Modo de Acción	Modificación del comportamiento	Biocida
Estrategia de Protección	Preventiva	Supresión
Espectro de control	Específica	No específica
Persistencia	Todo el ciclo del cultivo	Dependiente del producto
Restricciones climáticas	Mínimas	Con restricciones
Facilidad de implementación	Fácil implementación	Fácil implementación
Sistemas productivos	Convencional Diferenciado-Certificado Industria Orgánico	Convencional Diferenciado-Certificado Industria
Compatibilidad con otras técnicas	compatible	Compatibilidad restringida
Requerimientos de maquinaria	Requiere, según la técnica.	Si requiere
Requerimientos de agua	0-100 litros/campaña, según la técnica	100-1000 litros/campaña según la técnica de aplicación.
Requerimiento de EPP	No requiere (solo guantes)	Si requiere
Tiempo de carencia	No tiene	Variable según producto
Requerimiento profesional	Mayor requerimiento	Menor requerimiento
Contaminación ambiental	No contaminante	contaminante
Riesgo de Resistencia	No tiene	Requiere MIR

## UTILIDAD DE ESTA TECNOLOGIA:

En nuestro país, pocos cultivos hortícolas y frutícolas tienen ofertas tecnológicas basadas en el uso de feromonas y que resultan clave para el éxito de la protección de los cultivos de plagas claves: *Carpocapsa pomonella*, *Grafolita molesta*, *Lobesia botrana* y *Tuta absoluta*, cuentan con



# SUSTENTOLOGÍA

XXVI CONGRESO AAPRESID

feromonas para el monitoreo, confusión sexual y trapeo masivo, según la especie, que están disponibles comercialmente.

## **Monitoreo de plagas claves:**

En el caso de los cultivos extensivos: soja, maíz, garbanzo, algodón, alfalfa, no existen estos insumos. Su disponibilidad ayudarían a desarrollar sistemas de monitoreo como apoyo a la toma de decisiones de control para *Chrysodeixis includens*, *Spodoptera frugiperda*, *S. cosmioides*, *Helicoverpa gelotopoeon*, *H. zea* y *H. armígera*, entre las más importantes. Al conocer la fluctuación poblacional y abundancia estacional, es posible anticipar acciones que tienen que ver con la administración del esfuerzo de muestreo, la disponibilidad oportuna de la logística de control, etc. Esto redundaría en beneficio de una protección oportuna y eficaz del cultivo. Esta situación es más crítica con las plagas que presentan un comportamiento críptico, es decir que parte o la totalidad de su vida larval, y por lo tanto el daño, lo ocasionan en el interior de los tejidos vegetales, de modo que la oportunidad de la aplicación es clave para el éxito del control.

Sirve de ejemplo para este caso el monitoreo de *H. gelotopoeon* en alfalfa: Esta experiencia se realiza en Guanacache, San Juan, en un campo de alfalfa destinado a la producción de semilla, en el que hubo fuertes e imprevistos ataques de la “bolillera”, produciendo daños graves a la producción de vainas y semilla. En las campañas 2010-11 y 2011-12 se pudo conocer la presencia de la plaga de modo anticipado, mediante la colocación de trampas de aceite, cebadas con feromonas de esa especie. A partir de esto se pudo observar oportunamente los huevos y larvas, logrando controlar químicamente y en forma eficaz a la población larval.

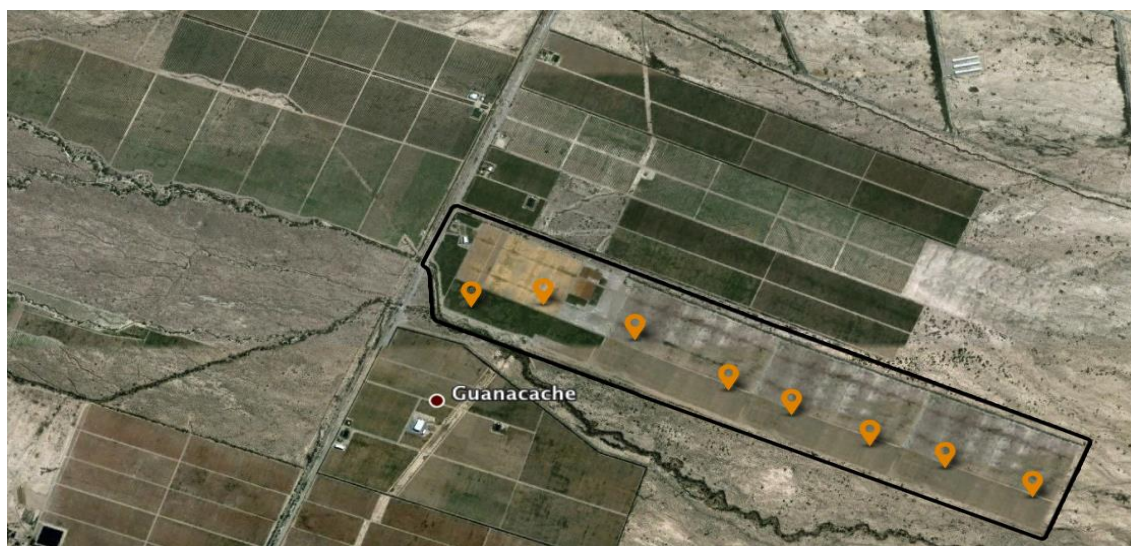


Figura N°1: vista satelital para del área cultivada con alfalfa, donde se instalaron las trampas (marcadas en anaranjado), para el monitoreo de adultos *H. gelotopoeon* en la campaña 2011-2012, localizada en Guanacache-San Juan. (Fuente: Dr. Hugo Zerda-FCF-UNSE).

La localización georeferenciada de las trampas (Figura N°1), permitió un análisis geostatístico de los datos, pudiendo caracterizar temporal y espacialmente la distribución de los adultos en el cultivo. Este tipo de análisis, brinda información adecuada para conocer: área de ingreso de la plaga, modificaciones en su dinámica, inferir sobre factores que favorecen o perjudican la presencia de la plaga, etc.. Si bien este caso esta circunscripto a un solo campo de 160 has implantadas en un oasis o “isla ecológica” (áreas periféricas con vid en este caso), está técnica



# SUSTENTOLOGÍA

XXVI CONGRESO AAPRESID

de monitoreo se puede aplicar a grandes regiones. Pudiendo inferir la información para toda una región y establecer recomendaciones para todos los productores incluidos en la red de monitoreo. Esta experiencia puede progresar hasta convertirse en verdaderos avisos de alarmas; toda vez que se correlacionen los datos de caídas de adultos, con parámetros biológicos de la plaga, su capacidad de daño e información ambiental.

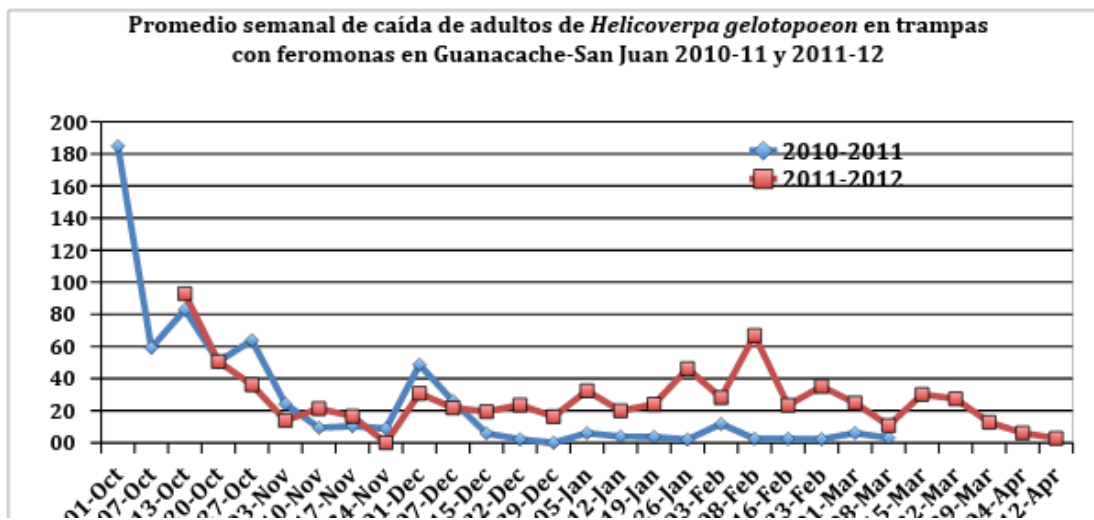


Gráfico N°1: Fluctuación población y abundancia estacional de la caída de adultos *H. gelotopoeon* en el cultivo de alfalfa, en los años 2010-2011 y 2011-2012, localizado en Guanacache-San Juan. (Fuente: Aproagro, gentileza del Ing. Pablo Ribotta).

El monitoreo sirvió de advertencia para el inicio de los muestreos que servían de punto de partida para definir las pulverizaciones de los lotes semilleros. Finalmente, dos aplicaciones por cada ciclo de cosecha fueron suficientes para un control satisfactorio de las poblaciones de la bolillera.

## **Control etológico en lotes semilleros:**

Dentro de los casos especiales en los que las feromonas pueden ser altamente útiles se puede considerar a la producción de maíz para semilla, en el que las espigas de materiales convencionales y en grado variable los maíces Bt, son dañadas por *H. zea*, que es sumamente difícil de controlar, ya que los productos deben localizarse sobre los estigmas, donde las hembras colocan los huevos y antes que las larvas penetren en la espiga; después de lo cual el control es imposible. Además, la semilla tiene un alto valor agregado y por lo tanto es importante reducir al máximo posible el daño de la plaga; a la vez esto compensa plenamente los gastos erogados en su protección. Normalmente el control se realiza con aplicaciones sucesivas de insecticidas (de distintos grupos químicos), durante el período de floración. Las empresas semilleras aplican de 8-12 aplicaciones con variable suceso, aun en las variedades Bt actualmente en el mercado; aunque cabe aclarar que la susceptibilidad de estas a *H. zea* es variable, según de cual material se trate.

Aun por lo comentado sobre las características de la plaga, resulta difícil realizar pulverizaciones de carácter curativo, que se complementen con la acción preventiva de las feromonas, debe considerarse que si se definen aplicaciones de insecticidas en el período de



# SUSTENTOLOGÍA

XXVI CONGRESO AAPRESID

aparición de los estigmas, se lograría una reducción importante del daño a las espigas ya que con la disminución de la cúpula, habrá menos espigas con huevos-larvas por proteger.

A nivel experimental quedaría por considerar la posibilidad de aplicaciones de atraccidas (Kairomonas de origen floral, mezcladas con insecticidas adulticidas) durante la floración de la espiga, como otro medio de prevenir la oviposición.

Considerando que los cultivos con materiales Bt están expuestos a los riesgos de generación de resistencia por parte de las plagas, la interferencia de la cúpula de adultos resistentes es un beneficio complementario que atrasaría el incremento de la descendencia no susceptible y esto daría de un doble beneficio para el uso de las feromonas en plagas claves de dichos cultivos: Maíz: *S. frugiperda* y *H. zea*; algodón: *P. gossypiella* y *H. gelotopoeon*; soja: *C. includens* y *H. gelotopoeon*.

## **Control etológico en cultivos periurbanos:**

Como es conocido, la problemática de las pulverizaciones en cultivos implantados en las periferias de las ciudades lo que ha generado una grave restricción al desarrollo agrícola en esos lugares. En este punto, las feromonas pueden ser una alternativa para bajar la presión de la plaga disminuyendo el número de aplicaciones, demorando el inicio de las pulverizaciones o evitando las mismas en épocas de baja incidencia poblacional.

## **DISPOSITIVOS DE TRAMPEO:**

Por último, es importante hacer una breve referencia a un elemento clave para el uso de las feromonas como herramienta para el monitoreo o control: esto son los dispositivos de trapeo o simplemente las TRAMPAS. Se han diseñado diferentes tipos, definidos según sus formas, materiales, mecanismos de retención o muerte de los insectos. De modo que podemos encontrar trampas plásticas, de cartón encerado, tela, malla metálica; bidireccionales, omnidireccionales; con pisos pegajosos, con agua+detergente, agua+aceite hidráulico o de motor, con insecticida adsorbidos en goma o pvc, talco, etc.

Debe reconocerse que cada trampa tiene un nivel de eficacia y que, en general, todas ellas pueden usarse para cualquier plaga, pero siempre habrá una que se destaque por su capacidad de orientar al insecto hacia ella, facilitar su entrada y retenerlo, sea para capturarlo o matarlo en el interior. Otros aspectos a considerar son el costo, disponibilidad, facilidad de manejo, nivel de saturación o capacidad de retención, durabilidad, etc.

Cuando se elige una trampa para ser utilizada en el monitoreo de una plaga, puede optarse por aquellas que usan en otras zonas o países a fin de contar con datos comparables con lecturas realizadas en otros lugares. Este es el caso de la **Delta trap**, que se adoptó para muchas plagas cuarentenarias en distintos cultivos y lugares del mundo: por ejemplo, mosca de las frutas, *Cydia pomonella*, *L. botrana*, etc. Si bien no es una trampa muy eficiente, es barata y de fácil fabricación. Esta trampa retiene a los insectos en un piso pegajoso, que para cuando hay altas poblaciones se satura rápidamente por lo que requiere mayor frecuencia de lecturas y recambio del piso. Considerando que el monitoreo con trampas cebadas con feromonas es un método relativo de estimación de las poblaciones reales, se puede elegir trampas de media eficacia para no contar tantos insectos, ya que es posible obtener similar información que con otra mas eficiente. Cualquier



# SUSTENTOLOGÍA

XXVI CONGRESO AAPRESID

cambio en el modelo de trampa a usar, exige una calibración en relación a la trampa estandarizada; a los fines de la comparación de los datos de captura.

Gráfico N°2: Porcentaje del total (n=1118 insectos) de adultos de *H. gelotopoeon*, caídos en tres días de monitoreo, en un cultivo de tomate en Fernandez-Santiago del Estero. (valores calculados sobre la captura en cinco trampas de cada modelo). (Fuente: Lobos & Whitfield, no publicado)



Cuando se desea realizar trampeo masivo, la prioridad es que la trampa tenga la máxima eficiencia de captura; de modo que la eficacia de control sea la más alta posible. En el gráfico N°2 se muestra la capacidad de captura de cinco modelos de trampas cebadas con feromonas de *H. gelotopoeon* e instaladas en un cultivo de tomate para industrias. Se deduce por el gráfico, que la **Trampa de aceite** es la de mayor capacidad de retención de adultos. A su vez, este modelo es de bajo costo de fabricación y mantenimiento mínimo. Por estos atributos sería altamente elegible para el monitoreo y el trampeo masivo.

## Consideraciones finales

La tecnología de feromonas empleadas para el monitoreo de adultos de una plaga o su control preventivo por confusión, trampeo masivo, atraer y matar o autoconfusión, debe estar incorporada al conjunto de medidas de un buen programa de manejo integrado en muchos países de la región y en aquellos con más conciencia social sobre la problemática derivada del uso indiscriminado de insecticidas. Si bien no están difundidas popularmente, mucha de las plagas existentes en nuestros cultivos tienen o pueden tener feromonas con las que podemos generar alternativas de uso como las indicadas en párrafos anteriores. Cabe aclarar el marco legal para el registro de las feromonas en el SENASA es el mismo que tienen los productos agroquímicos convencionales, aunque pueden tener trato diferenciado; que no necesariamente implica que el trámite sea sencillo. Se podría esperar que en el mediano plazo pueda adecuarse la normativa pertinente para que las feromonas tengan una gestión más expeditiva. Resulta importante destacar que se requiere un registro que asegure la protección legal de la tecnología y evitar así que simplemente su disponibilidad implique, solamente, la entrega de un insumo supeditada al buen



# SUSTENTOLOGÍA

XXVI CONGRESO AAPRESID

criterio del usuario, con todo el riesgo que haya una incorrecta aplicación y el método se desprestigie.

Por supuesto que falta mucho por andar para lograr propuestas comerciales, pero también esta claro que resulta necesario que los profesionales comiencen a ver en esta herramienta su capacidad real y potencial para resolver los problemas directos e indirectos de la protección vegetal en los cultivos extensivos. La existencia de empresas de monitoreo abre una posibilidad concreta para el uso de las feromonas de plagas claves como los lepidópteros como *Pseudoplusia includens* G; *S. frugiperda*, *H. zea*, entre otras. Ello redundaría en una gestión profesional que racionalice el uso del tiempo y de recursos operativos; ofreciendo ventajas competitivas y comparativas; beneficios económicos, ambientales y sociales, al productor y a la región.

Nota: parte del contenido de esta presentación fue publicada en 8º Encuentro de Monitoreo y Control de 2012, en un trabajo de mi autoría.