

FEROMONAS SEXUALES: UNA ALTERNATIVA EN EL CONTROL DE PLAGAS

E. Teófilo Chire y Richard P. Korswagen*

Las plagas se encuentran entre los problemas más diversos y complejos que tienen que enfrentar los agricultores. Por tanto, la aplicación de productos químicos para la protección de las plantas contra los insectos se puede considerar tan arcaica como la misma agricultura. Así, por ejemplo, antiguamente se han utilizado como insecticidas extractos vegetales de veratrina, nicotina, rotenona, etc. Posteriormente se aplicaron, en la prevención de daños de las cosechas, especialmente de algodón, derivados arsenicales de cobre, plomo y calcio. Y así, se continuaba la búsqueda de nuevas sustancias químicas con propiedades insecticidas.

Fue en el año 1939, en que P. Mueller descubrió el DDT como insecticida. Este fue el comienzo del desarrollo de una serie de productos orgánicos sintéticos aplicados al control de plagas [1].

La industria de los pesticidas tuvo un rápido desarrollo debido a sus nuevas aplicaciones, donde los organoclorados (DDT, aldrin, hexacloruro de benceno, etc) y los organofosforados (malathion, parathion, metil-parathion, etc) ocupan un lugar predominante.

Actualmente los pesticidas son de tan fundamental importancia para el hombre, tanto para la producción de adecuadas cantidades de alimentos y

* PUCP, Departamento de Ciencias, Sección Química.

fibras, así como para la adecuada preservación de la salud pública, que nadie prevé aún la fecha en que su uso no será requerido.

Por otro lado, a pesar de las muchas ventajas de los insecticidas en el control de plagas, su uso frecuentemente resulta en grandes desventajas, básicamente tales como [2, 3]

- desarrollo de resistencia por parte de las plagas en las cuales se han usado estos insecticidas
- incremento de plagas secundarias
- efectos adversos sobre especies beneficiosas
- peligros generados por los residuos de pesticidas
- peligros directos debido al uso de insecticidas.

Frente a estas desventajas, surge el desarrollo de insecticidas más específicos e identificación de compuestos bioquímicos naturales, los cuales puedan ser usados en el control de poblaciones de insectos.

Es en el año 1959 en que Karlson y Luscher emplean por primera vez el término feromona, para referirse a los agentes químicos emitidos por un organismo que producen respuestas de comportamiento específico o cambios fisiológicos entre los demás miembros de una misma especie [1].

Las feromonas, de acuerdo a los tipos de comportamiento que ellas provocan en el organismo receptor, pueden ser clasificadas en: feromonas sexuales, feromonas de agregación, feromonas de alarma, etc.

¿Qué son feromonas sexuales?

Las feromonas sexuales son sustancias químicas que median el comportamiento reuniendo los sexos; precisando más, aquéllas que incrementan la probabilidad de un apareamiento exitoso [5].

En los insectos, las señales olorosas, quizá más que las visuales, juegan un papel primordial en la vida y la supervivencia de las especies. Así, por ejemplo, se sabe que muchas especies de lepidópteros dependen de feromonas sexuales para la copulación.

Generalmente la hembra, sexualmente madura, evierte una glándula abdominal especializada, la cual emite muy pequeñas cantidades de feromona

sexual hacia el exterior; luego, esta sustancia, al ser percibida por el macho, provoca en él la iniciación del vuelo siguiendo el gradiente de concentración y arribando eventualmente cerca de la hembra.

De acuerdo a Shorey y otros, las posibilidades para el uso directo de feromonas sexuales en el control del comportamiento de los insectos, pueden dividirse en dos categorías opuestas [3]:

1. Estimulación del comportamiento.
2. Inhibición del comportamiento.

En la primera categoría se incluye la detección de poblaciones y eliminación mediante trampas. En ésta, se aprovecha la demostrada habilidad de las feromonas sexuales de causar la orientación de los insectos hacia una trampa. Aunque el éxito depende de la competencia entre la feromona presente en la trampa con la feromona liberada por la población de hembras presentes en el área.

La segunda categoría consiste en la liberación de una alta concentración de la feromona sexual en el ambiente, para causar la adaptación de los receptores del macho de modo que fisiológicamente no pueda responder a la hembra, o habituar el sistema nervioso central del macho, a través de la continua exposición a tales niveles de feromona, que éste sea incapaz de localizar la pequeña cantidad liberada por la hembra.

Tomando como ejemplo de aplicación la palomilla de la papa, *Phthorimaea operculella* (Zeller), una de las plagas más dañinas de la papa. Como una alternativa a la dependencia del uso de insecticidas para el control de esta plaga, se ha usado feromonas sexuales. La feromona sexual de esta plaga es una mezcla de (E)-4-(Z)-7-tridecadienilacetato y (E)-4-(Z)-7-(Z)-10-tridecatrienilacetato. Esta mezcla se usa en una proporción de (1:1.5) respectivamente, para una mayor actividad biológica. Frecuentemente las feromonas se impregnan en tapones de caucho y éstos van junto a trampas [6]. La feromona sexual se puede usar como ya se mencionó anteriormente, principalmente:

- como ayuda en el seguimiento de las poblaciones de campo de la palomilla de la papa.
- para facilitar el uso adecuado de los insecticidas, cuando y donde sean necesarios, y
- como una ayuda en el control directo de la palomilla.

Las últimas experiencias de control de poblaciones de insectos plaga, usando feromonas sexuales en varias plagas, demuestran que se puede reducir hasta un 60% la cantidad de insecticida [3].

Veamos cómo es la química de estas sustancias.

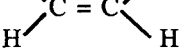



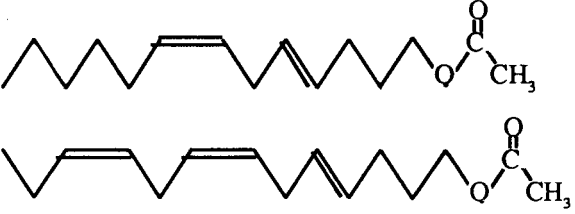
Durante los últimos años, hay mucho interés en la identificación química y síntesis de feromonas sexuales, para proveer alternativas al uso de insecticidas para el control de poblaciones de insectos. La identificación de una feromona sexual y el desarrollo de una síntesis química práctica, permite la investigación biológica y así determinar si tal sustancia puede ser usada para interferir el comportamiento normal de las especies de insectos y ayudar en el control de plagas [7].

Actualmente se sabe que la mayoría de feromonas sexuales están constituidas por mezclas complejas. Generalmente, los componentes de éstas son cadenas largas insaturadas con grupos acetato, alcohol y aldehído que presentan una elevada actividad biológica, pudiendo en algunos casos, ser detectados por el macho en cantidades de hasta 10^{-7} μg . La geometría del doble enlace debe de tenerse muy en cuenta, ya que, en muchos casos, sólo una de las configuraciones (cis ó trans) posee actividad biológica. Asimismo, algunas feromonas sexuales constan de isómeros posicionales e isómeros ópticos en proporciones definidas.

A continuación se mencionan algunas feromonas sexuales comercialmente accesibles (Tabla 1).

En realidad, se conocen pocas feromonas sexuales de insectos, de modo que, a medida que se identifiquen y sintetizen las de otros insectos plaga, podrá detectarse las sustancias que estos últimos producen y, por tanto, reducir el uso de insecticidas.

TABLA 1: Feromonas sexuales comercialmente accesibles.

Especie	Compuesto	Estructura
Mosca común (<i>Musca doméstica</i>)	(Z)-9-tricoseno	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{12}-\text{C}=\text{C}-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}_3$ 
Polilla de la manzana (<i>Laspeyresia pomonella</i>)	(E, E)-8, 10-dodecadienol	
Oruga de la naranja (<i>Amyelois transitella</i>)	(Z,Z)-11, 13-hexadecadienal	
Oruga de la col (<i>Trichoplusia ni</i>)	(Z)-7-dodecenilacetato	
Polilla de la papa (<i>Phthorimaea operculella</i>)	(E, Z)-4, 7-tridecadienilacetato y (E,Z,Z)-4, 7, 10-tridecatrienil- acetato (1: 1.5).	

REFERENCIAS

1. García Herruzo, F., Cordero Alcántara, T., Rodríguez Jiménez, J. (1986), *Ing. Química*, año XVIII (206), 147-154.
2. Bouguerra, M.L. (1986), *Mundo Científico* 6, 59
3. Saume, R. (1979), *Rev. Fac. Agron. (Maracay)*, X (1-4): 71-94.
4. Masson, C., Brossut, R. (1981), *Mundo Científico* 4, 360.
5. Birch, M.C., Haynes, K.F. (1982), **Insect pheromone**. The Institute of Biology's. Studies in Biology N° 147 London.
6. Raman, K. V. (1988), *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 21, 85-99.
7. Henrick, C. A. (1977), *Tetrahedron* 33, 1845-1889.