
Artículos de Revisión

Influencia de Las Feromonas Para el Manejo Integrado de Plagas, Revisión, 2012-2022



Influence of pheromones for integrated pest management, review 2012-2022

Yuly Paola Sandoval Cáceres

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria,
Agrosavia, Colombia
ysandoval@agrosavia.co

Ginna Natalia Cruz Castilblanco

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria,
Agrosavia, Colombia
gacruz@agrosavia.co

Wilmer Alexander Wilches Ortiz

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria,
Agrosavia, Colombia
wwilches@agrosavia.co

Lorena Mojica Ramos

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria,
Agrosavia, Colombia
smojica@agrosavia.co

Revista Científica de Ciencia y Tecnología El Higo

vol. 13, núm. 2, p. 2 - 17, 2023

Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua

ISSN-E: 2413-1911

Periodicidad: Anual

revistaelhigo@uni.edu.ni

Recepción: 12 septiembre 2023

Aprobación: 30 octubre 2023

URL: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/230/2304895011/>

Resumen: La comunicación en los insectos es mediada por diversos compuestos infoquímicos, los cuales proporcionan información a los individuos y generan una respuesta fisiológica en el receptor. Debido a sus atributos y bajo impacto ambiental, son herramientas que pueden ser integradas en los planes de manejo de diversas especies de insectos potencialmente nocivos. Por ende, el objetivo de este documento es hacer una síntesis de las publicaciones asociadas a feromonas en sistemas productivos. Para el desarrollo de este escrito se hizo una revisión sistemática de información por medio de la base de datos de la biblioteca de la Universidad Nacional de Colombia, mediante un análisis bibliométrico con dos componentes de búsqueda para la franja de los años 2012 al 2022, usando como palabras claves términos asociados al tema principal. Se identificaron un total de 357 documentos de diferentes tipologías, la fuente más relevante asociada al tema consultado es el Journal of Economic Entomology, Insects seguido por el Journal of Chemical Ecology. Los países con mayor número de documentos publicados son Estados Unidos, Italia y Canadá y el autor con mayor número de citas locales es J. F. Campbell. Se encontraron documentos asociados a investigaciones para los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera y Lepidoptera.

Palabras clave: Atrayentes, captura, infoquímicos, trampas.

Abstract: Insects communication is mediated by various infochemical compounds, which provide information to individuals and generate a physiological response in the receptor. Due to their attributes and low environmental impact, they are tools that can be integrated into management plans for several species of potentially harmful insects. Therefore, the objective of this paper is to make a synthesis of the published documents associated with pheromones in productive systems. For the development of this paper, a systematic review of information was made through the database of the library of the National University of Colombia. A bibliometric analysis was carried out with two search components for the period from 2012 to 2022, using terms

associated with the main theme as keywords. A total of 357 different types documents were identified, the most relevant source associated with the topic consulted is the Journal of Economic Entomology, Insects followed by the Journal of Chemical Ecology. The countries with the highest number of published documents are the United States, Italy and Canada, and the author with the highest number of local citations is J. F. Campbell. Documents associated with research were found for the orders Coleoptera, Diptera, Hemiptera and Lepidoptera.

Keywords: Attractants, capture, infochemicals, traps.

INTRODUCCIÓN

En los insectos, los comportamientos asociados a la búsqueda del alimento, pareja, compañeros, presas, hospedantes entre otros, se llevan a cabo principalmente por señales químicas (Antony et al., 2018). Los infoquímicos son sustancias que proporcionan información en una interacción entre dos organismos y producen una respuesta fisiológica en los insectos entre los que encontramos los Aleloquímicos que son de acción interespecífica como las alomonas, las kairomonas y las sinomonas, y las feromonas las cuales tienen una acción intraespecífica (Vilela & Della Lúcia, 2001).

Tecnologías basadas en infoquímicos han sido ampliamente usadas para monitorear y controlar insectos en áreas agrícolas y forestales, al igual que se han observado desarrollos con enfoques en la salud pública. A pesar de que el uso y desarrollo de estas herramientas data de los años 70, se ha observado un aumento en los esfuerzos para su obtención, ya que son amigables con el ambiente y presentan buenos resultados para el manejo de insectos (Cui & Zhu, 2016). Las feromonas sexuales juegan un papel importante en la comunicación sexual de diversos ordenes de insectos, por ende, pueden ser implementadas como agentes de control biológico para monitorear y atrapar diversos grupos de insectos (Xing et al., 2021).

El monitoreo de insectos con trampas de feromonas es un factor clave en los planes de manejo integrado de plagas, pues permite estimar la densidad poblacional para calcular los niveles de umbral económico y así evitar pérdidas en la producción de los cultivos (Porcel et al., 2015). En diversos sistemas productivos, el monitoreo es realizado por medio de las capturas obtenidas a través de trampas cebadas (Akotsen-Mensah et al., 2018).

El uso de infoquímicos es amplio y variado pues existen diferentes técnicas para el monitoreo y control de insectos. Entre los métodos mediados por infoquímicos se encuentran los de captura en masa, la metodología de atraer y matar, interrupción de la cópula, uso de repelentes, entre otros (Reisenman et al., 2016). El método de atrapar y matar tiene un potencial considerable como táctica en el manejo integrado de las plagas de cultivos agrícolas (Gregg et al., 2018). El uso de infoquímicos sintéticos toma una gran relevancia al ser usado como cebos en trampas para hacer seguimiento de la densidad de poblaciones en campo y tomar decisiones para el manejo de insectos que pueden llegar a representar pérdidas económicas en los sistemas productivos (Reisenman et al., 2016).

La comprensión de la etología de los insectos y del modo de acción de los diversos compuestos químicos (infoquímicos) puede permitir el desarrollo de diferentes herramientas empleadas en planes de manejo de insectos potencialmente nocivos de los sistemas productivos. Debido a esto, el objetivo del presente trabajo es sintetizar las últimas publicaciones relevantes asociadas a feromonas, publicadas entre los años 2012 y 2022 en bases asociadas al buscador Web Of Science.

Como metodología de búsqueda para el desarrollo de este trabajo se hizo una búsqueda sistemática de información definiendo los componentes y las palabras clave relacionadas. Se estableció la ecuación de búsqueda y se seleccionó la base de datos de la biblioteca de la Universidad Nacional de Colombia como fuente de información para realizar la revisión.

Se fijaron dos componentes que fueron empleados para hacer la revisión y las palabras clave relacionadas con el tema a desarrollar. Los componentes fueron agrupados en categorías asociados a las palabras clave.

Los componentes y palabras clave empleados fueron los siguientes:

Componente I - Generalities

Pheromones.

Attractants.

Componente II – Monitoring

Sex-pheromones.

Agregation pheromone.

Insects.

Traps.

La ecuación de búsqueda se definió combinando los componentes I y II y las palabras clave asociadas. Fueron usadas las preposiciones AND y OR para la unión de los componentes y las palabras clave respectivamente. El periodo de tiempo definido fue el comprendido entre los años 2012 al 2022. Se enfatizó en la búsqueda de los términos independientes del componente II.

Se hizo un análisis exploratorio usando métodos e indicadores bibliométricos, de la base de datos Web of Science para obtener los registros asociados con la producción científica de los componentes descritos previamente, para esto se usó la herramienta Bibliometrix (Aria & Cuccurullo, 2017) del software estadístico R (R Core Team, 2020) y la función Biblioshiny, para el importe del conjunto de datos de fuentes bibliográficas de citación como Pubmed y Dimensions (Taqi et al., 2021). Con esta información se construyó el conjunto de datos de información asociada a la producción científica anual, países con mayor productividad en el área de estudio, artículos con mayor índice de citación y autores y revistas con más impacto en el tema de interés. Con los datos recopilados se logró establecer los artículos con mayor importancia para el desarrollo de esta revisión.

DESARROLLO

En la tabla 1 se observa la información asociada al análisis bibliométrico realizado. Se encontró un total de 357 documentos entre artículos, material editorial y revisiones.

Tabla 1. Análisis bibliométrico de la revisión bibliográfica de feromonas

Descripción	Resultados
Franja de tiempo (años)	2012:2022
Documentos	357
Fuentes (revistas, libros, etc.)	137
Promedio de años desde la publicación	4,78
Citas promedio por documentos	10,93
Citas promedio por año por documentos	1,873
Tipo de documentos	
Artículo	317
Artículo; acceso anticipado	9
Artículo; documento de actas	4
Corrección	1
Material editorial	3
Revisión	22
Revisión; capítulo del libro	1

Entre las fuentes más relevantes se destacan el Journal of Economic Entomology, Insects, Journal of Chemical Ecology, Journal of Stored Products Research y Crop Protection como se relaciona en la figura 1.

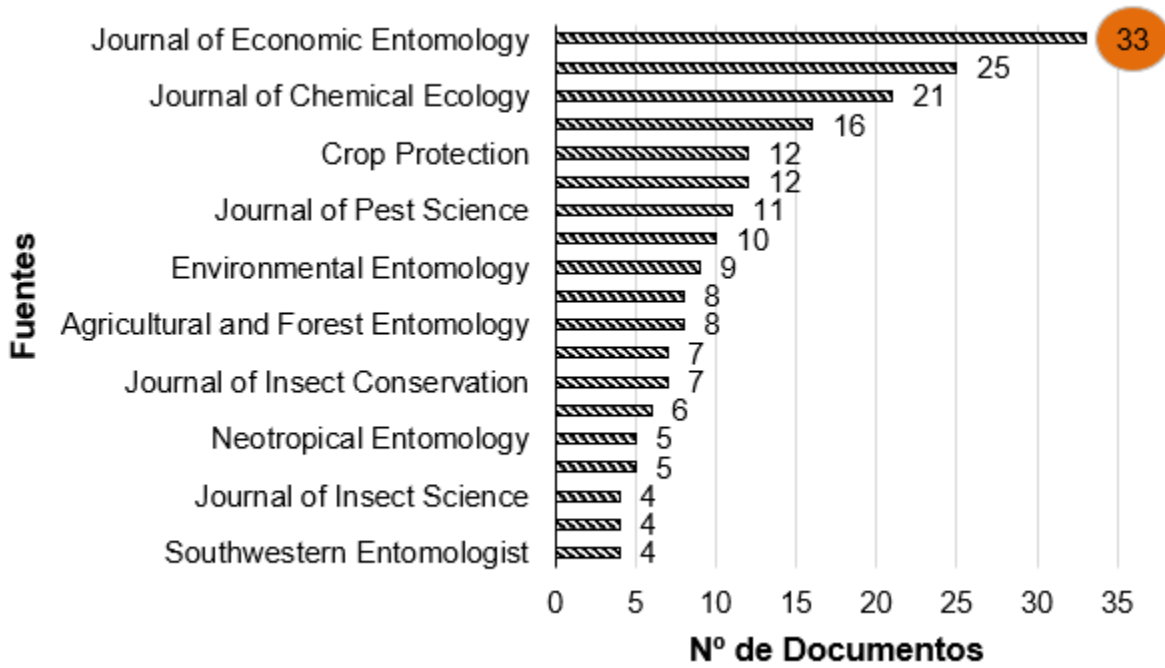


Figura 1. Principales revistas con publicaciones asociadas a feromonas

Los países con mayor publicación de documentos asociados al tema consultado son: Estados Unidos, Italia, Canadá, China, Corea y Suecia (figura 2).

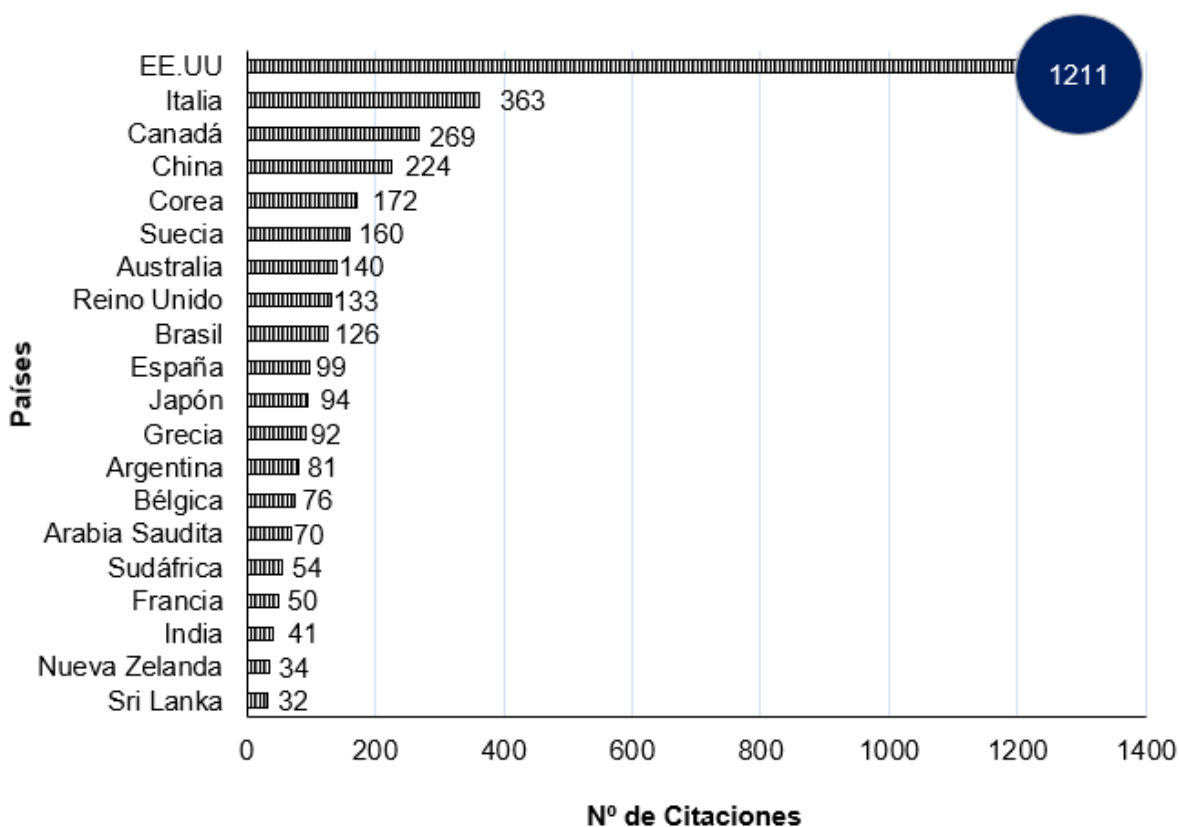


Figura 2. Países con citas asociadas a feromonas de insectos en el mundo.

En la figura 3 se especifican las palabras más empleadas con el tema consultado entre las cuales se encuentran: feromonas, identificación, manejo, Coleoptera, comportamiento, insectos, polillas, trampas como las más relevantes para la búsqueda realizada.



Figura 3. Palabras claves más encontradas en la búsqueda de feromonas de insectos.

En la tabla 2 se encuentran los autores con mayor número de citas asociadas al tema de búsqueda, siendo Campbell J. F., Hedenstrom E., Larsson M. C., Leskey T. C. y Svensson G.P. los que presentan mayor número de citas locales

Tabla 2. Autores con mayor número de citas locales.

Autor	Citas locales
Campbell J. F.	36
Hedenstrom E.	25
Larsson M. C.	22
Leskey T. C.	20
Svensson G.P.	18
Adams C. G.	15
Gut Lj	15
Byers Ja	14
Bergman Ko	12
Burman J.	12
Milberg P.	12
Miller J.R.	12
Arthur F. H.	11
Lee D. H.	11
Millar J. G.	11
Winde I.	11
Bang J.	10
Graham E. E.	10
Poland T. M.	10
Short B. .D	10

Como resultado de la búsqueda de información realizada, se pudo establecer que los tópicos con mayor relevancia asociados a feromonas son los relacionados con feromonas sexuales y de agregación, identificación de feromonas, trampas y atracción. Igualmente se observó que los órdenes Coleoptera y Lepidoptera son los que presentan mayor número de información en comparación con otros ordenes de insectos (figura 4).

Figura 4. Clústers por acoplamiento de documentos asociados a la búsqueda bibliométrica de la temática de feromonas entre la franja de los años 2012 a 2022.

En la revisión realizada se pudo establecer la documentación de ensayos realizados con insectos del orden Coleoptera para las familias Anobiidae, Bostrichidae, Buprestidae, Cerambycidae, Curculionidae, Dermestidae, Dryophthoridae y Tenebrionidae. Para el orden Hemiptera fueron encontrados estudios asociados a las familias Pentatomidae, Plataspidae y Reduviidae. Para el orden Lepidoptera se encontró asociación con las familias Crambidae, Geometridae, Gelechiidae, Noctuidae, Notodontidae, Pyralidae, Tischeriidae, Tortricidae y Zygaenidae. Asociado al orden Diptera las familias Culicidae y Drosophilidae.

El uso de feromonas es amplio y cubre varias áreas entre las que se destacan el monitoreo, la dinámica de poblaciones, el control con técnicas como la de captura en masa, la interrupción de procesos biológicos asociados la cópula con el uso de feromonas de confusión entre otros.

En ensayos realizados por Gerken & Campbell, (2019) se hizo la predicción de los patrones poblacionales para *Trogoderma variabile* Ballion, 1878 (Coleoptera: Dermestidae) y *Plodia interpunctella* Hübner, 1813 (Lepidoptera: Pyralidae) gracias a datos recolectados por más de diez años, con el uso de trampas con feromonas de cada una de las especies. De su parte, Ferracini et al., (2020) monitorearon poblaciones de *Thaumetopoea pityocampa* (Denis & Schiffermüller, 1775) (Lepidoptera: Notodontidae) en plantaciones de *Pinus sylvestris* Linnaeus, 1753 (Pinales: Pinaceae) con miras a establecer planes de manejo basado en la interrupción del apareamiento y en el uso de entomopatógenos.

Para la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (Lepidoptera: Gelechiidae) se realizó el monitoreo por medio de trampas con cebo de feromonas, para conocer la dinámica espacial y temporal de la especie en el norte de Italia (Masetti et al., 2015). Para las polillas *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) y *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) se evaluó el sistema de auto confusión usando machos contaminados con la feromona sexual de la hembra, logrando una disminución en la población de machos y en la oviposición (Trematerra et al., 2013).

Las feromonas tienen un gran potencial como herramienta que pueda ser incluida en los planes de manejo, pues su blanco biológico es específico y su impacto con otras especies asociadas es mínimo. Belda & Riudavets (2013) llevaron a cabo un seguimiento de los enemigos naturales asociados a insectos potencialmente nocivos en frutos almacenados y cereales procesados, por medio de trampas con feromonas y adhesivas de color azul y amarillo. Identificaron presencia de insectos de las familias Pyralidae, Anobiidae, Dermestidae y Tenebrionidae de los insectos nocivos Braconidae, Bethyridae y de los parasitoides Ichneumonidae y Pteromalidae, demostrando que el uso de feromonas no interfiere en la interacción de los insectos benéficos con su hospedante.

Feromonas sexuales y de agregación

Proculia auraria (Clarke, 1949) (Lepidoptera: Tortricidae) es un insecto nativo y creciente en los huertos de frutas en Chile. Flores et al., (2021) usaron feromonas sintéticas para evaluar en campo la captura de machos, encontrando una alta eficacia del compuesto evaluado, lo que indica que el uso de estos compuestos son factibles para el monitoreo y control de esta especie. Igualmente Lofstedt et al., (2012) estimaron la atracción de un compuesto adicional producido por las hembras de *Dioryctria abietella* (Denis & Schiffermüller, 1775) (Lepidoptera: Pyralidae) para aumentar su eficacia en campo, hallando que el compuesto evaluado presenta sinergia con los componentes principales de la feromona sexual, lo cual aumentó la captura de machos en campo.

Para la familia Zygaenidae, Chen et al., (2021) revisaron 22 composiciones de atrayentes sexuales para 57 especies, comparando las diferencias estructurales de los atrayentes para el monitoreo y control de estas especies. Estudios realizados por Molnar et al., (2012) para la polilla nativa minadora de hoja *Tischeria ekebladella* (Bjerkander, 1795) (Lepidoptera: Tischeriidae) permitieron la identificación de un nuevo compuesto presente en la feromona sexual de las hembras que aumentó la captura de machos en campo.

Para la especie *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), Reyes-Prado et al. (2020) establecieron un sistema de monitoreo basado en el uso de feromonas sexuales en cultivos de *Sorghum bicolor* (Linnaeus, 1794) (Poales: Poaceae) resaltando la importancia de considerar la diversidad de plantas e insectos asociados a el cultivo evaluado.

Sandoval-Cáceres et al., (2022) estudiaron el comportamiento sexual del barrenador de la caña *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) en laboratorio, concluyendo que la feromona sexual liberada por la hembra es la principal señal que desencadena los demás comportamientos para la cópula en esta especie.

Otros ejemplos de la manipulación de las sustancias utilizadas por los insectos para su comunicación buscando afectar la dinámica poblacional de insectos nocivos es el trabajo realizado en el gorgojo del maguey *Agave* sp. (Asparagales: Asparagaceae) *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, 1838 (Coleoptera: Dryophthoridae). En este caso, Kirkpatrick et al., (2018) estudiaron la eficacia de atrayentes alimenticios en trampas con cebo de feromonas, encontrando un aumento en el número de gorgojos capturados.

Asimismo, usando trampas de pegamento con cebo de feromona, se monitorearon poblaciones del escarabajo *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Bostrichidae) en molinos, para determinar las épocas críticas de invasión en el año, encontrando presencia de esta especie entre los meses de abril y octubre, coincidiendo el aumento de sus poblaciones a mayor temperatura ambiental (McKay et al., 2017).

Identificación de feromonas

El barrenador de caña de azúcar, *D. saccharalis*, es el principal insecto plaga que afecta cultivos de caña de azúcar en Brasil. Silva et al., (2021) identificaron dos componentes adicionales producidos por las hembras del barrenador que generan una respuesta antenal en los machos señalando una mayor actividad en túnel de viento, en comparación con el compuesto sin estas dos sustancias.

De su parte, diversas especies de lepidópteros comparten la misma mezcla de feromona que consiste en (Z) -11-Hexadecenal (Z11-16: ALD) y (Z) -9-Hexadecenal (Z9-16: ALD) a diferentes proporciones y dosis activas. Para la especie *Chilo suppressalis* (Walker, 1863) (Lepidoptera: Crambidae), Chen et al., (2018) identificaron los compuestos (z) -11-hexadecenol, (Z11-16: OH) y Octadecanal (18: ALD) como componentes minoritarios de la feromona sexual de las hembras.

La polilla de la naranja *Thaumatotibia leucotreta* (Meyrick, 1913) (Lepidoptera: Tortricidae), es un insecto de importancia económica en cítricos y otros cultivos en las áreas subsaharianas de África. Levi-Zada et al., (2020) definieron la presencia de 11 componentes emitidos por la hembra en la fase de llamado logrando así establecer la mezcla ideal de sustancias que pueden ser usadas para monitorear las poblaciones de esta polilla en campo.

Desde la identificación de la feromona sexual *Ectropis grisescens* Warren 1894 (Lepidoptera: Geometridae) no se habían desarrollado y evaluado tecnologías de control efectivo basadas en la feromona sexual de la especie. Luo et al., (2020) optimizaron la proporción y dosis de la feromona al igual que los liberadores y las trampas empleadas, adicionalmente determinaron que los compuestos (Z, Z, Z) -3,6,9-octadecatrieno y (Z, Z) -3,9-cis-6,7-epoxi-octadecadieno, a una proporción de 30:70 presentaban mayor atracción de machos.

Los autores Oleander et al., (2019) hicieron la identificación de la feromona sexual de *Trichopteryx polyommata* (Denis y Schiffermuller, 1775) (Lepidoptera: Geometridae), una especie bioindicadora de importancia en Reino Unido, detectando como componente activo el (Z, Z) -6,9-noadecadieno (Z, Z6,9-19: H) basados en la respuesta obtenida de la antena de los machos por electroantenografía, señalando el potencial de uso del compuesto identificado para ser empleado en planes de monitoreo de esta especie en campo.

Para el picudo *Metamasius spinolae* (Gyllenhal, 1838) (Coleoptera: Dryophthoridae), plaga de importancia económica en el cultivo de nopal, Malo et al., (2020) realizaron ensayos para identificar nuevos compuestos de la feromona de agregación de la especie, determinando que los machos liberan los compuestos 2-metil-4-heptanona, 6-metil-2-hepten-4-one, 2-metil-4-octanona y 2-hidroxi-2-metil-4-heptanon, siendo este último el que presentó mayor atracción en trampas cebadas en campo, permitiendo identificar este compuesto como el componente principal de la feromona de agregación de la especie.

Uso y evaluación de trampas

El uso y evaluación de trampas para monitoreo o control ha sido estudiando para diferentes especies de insectos. Guerrero et al., (2014) compararon la eficacia de 4 trampas con feromonas sexuales para atraer machos de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) señalando que la trampa “cubo” capturó un mayor número de individuos de esta especie, mientras que en las trampas pegajosas fue mayor el número de individuos no blanco como hormigas, moscas y escarabajos.

Ensayos en campo para establecer el espacio activo, o radio de atracción de las trampas usadas para la especie *Eoreuma Loftini* (Dyar, 1917) (Lepidópteros: Crambidae), un conocido barrenador que afecta especies de gramíneas de importancia económica en los Estados Unidos, Wilson et al., (2016) encontraron que al aumentar la distancia de las trampas fue mayor la captura de adultos, señalando que el espacio activo del material evaluado se encuentra entre los 50 y 100 metros.

También en un ensayo en campo, Williams et al., (2013) evaluaron dos tipos de trampa para monitorear la polilla *Thaumetopoea processionea* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Notodontidae) indicando que las trampas de embudo capturaron seis veces más machos, comparado con la trampa delta.

De su parte, el cogollero *S. frugiperda* es monitorizado en campo con gran variedad de trampas comerciales cebadas con feromonas sexuales. Malo et al., (2018) evaluaron el efecto del diseño, tamaño y color de las trampas empleadas para monitorear machos en cultivos de *Zea mays* Linnaeus, 1753 (Poales: Poaceae) en México, sugiriendo el uso de la trampa de jarra de plástico amarillo, para monitorear a los machos puesto que esta mostró mayor eficacia comparada con las demás trampas evaluadas.

Para el caso de cultivos de papa *Solanum* spp. (Solanales: Solanaceae), *Tecia solanivora* (Povolný, 1973) (Lepidoptera: Gelechiidae) es un insecto de gran importancia agrícola. Wilches-Ortiz et al., (2022) emplearon trampas cebadas con feromonas sexuales para capturar adultos de esta polilla, durante tres ciclos de cultivo con el fin de determinar su fluctuación logrando identificar importantes correlaciones de las poblaciones del insecto con variables climáticas como temperatura y precipitación

Finalmente, Zhao et al., (2013) evaluaron en campo diez combinaciones diferentes de trampas variando el color y tamaño para el monitoreo de la polilla oriental de la fruta *Grapholita molesta* (Busck, 1916), una especie ampliamente investigada en China, sin encontrar diferencias significativas en la eficacia entre las trampas de diferentes colores. Adicionalmente, concluyeron que las capturas disminuyeron al aumentar el área de superficie.

CONCLUSIONES

El análisis bibliométrico pone en evidencia un interés creciente en el uso y comprensión del modo de acción y las interacciones y respuestas fisiológicas que generan las feromonas en los insectos, de cara a la creación de herramientas eficientes y altamente específicas para el monitoreo y control de insectos potencialmente nocivos con menores impactos ambientales.

El análisis de las categorías de búsqueda permitió identificar tres temas de investigación prevalentes en el área de las feromonas: estudios asociados a feromonas sexuales y de agregación, identificación de feromonas y evaluación de trampas que permiten realizar un seguimiento de la dinámica poblacional y tomar decisiones acertadas para el manejo y control de insectos potencialmente nocivos. Asimismo, se identificó que los órdenes de insectos más estudiados son lepidóptera y coleóptera, por lo que hay un amplio rango de interacciones a nivel de órdenes de insectos para explorar.

A pesar de la exhaustiva revisión realizada, la calidad descriptiva de este ámbito del manejo integrado de insectos nocivos, podría enriquecerse en la medida en que se utilicen otros repositorios, herramientas de análisis o nuevas técnicas estadísticas.

AGRADECIMIENTOS

A la biblioteca de la Universidad Nacional de Colombia – UNAL por el acceso a las bases de datos. A todos los revisores anónimos de este manuscrito. A la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia) por la generación de espacios de investigación e innovación en las ciencias agrícolas y fortalecimiento de las capacidades de los autores.

REFERENCIAS

- Akotsen-Mensah, C., Kaser, J. M., Leskey, T. C., & Nielsen, A. L. (2018). *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) Responses to Traps Baited With Pheromones in Peach and Apple Orchards. *JOURNAL OF ECONOMIC ENTOMOLOGY*, *111*(5), 2153–2162. <https://doi.org/10.1093/jee/toy200>
- Antony, B., Johnny, J., & Aldosari, S. A. (2018). Silencing the Odorant Binding Protein RferOBP1768 Reduces the Strong Preference of Palm Weevil for the Major Aggregation Pheromone Compound Ferrugineol. *Frontiers In Physiology*, *9*. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00252>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, *11*(4), 959–975. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Belda, C., & Riudavets, J. (2013). Natural enemies associated with lepidopteran pests in food and feed processing companies. *Journal Of Stored Products Research*, *53*, 54–60. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2013.02.006>
- Chen, Q. H., Zhu, F., Tian, Z. H., Zhang, W. M., Guo, R., Liu, W. C., Pan, L. M., & Du, Y. J. (2018). Minor Components Play an Important Role in Interspecific Recognition of Insects: A Basis to Pheromone Based Electronic Monitoring Tools for Rice Pests. *INSECTS*, *9*(4). <https://doi.org/10.3390/insects9040192>
- Chen, X. M., Wang, X. Y., Lu, W., & Zheng, X. L. (2021). Current understanding of the development of sex attractant-based biocontrol in burnet moths. *Journal Of Asia-Pacific Entomology*, *24*(3), 933–939. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2021.08.002>
- Cui, G. Z., & Zhu, J. J. (2016). Pheromone-Based Pest Management in China: Past, Present, and Future Prospects. *Journal Of Chemical Ecology*, *42*(7), 557–570. <https://doi.org/10.1007/s10886-016-0731-x>
- Ferracini, C., Saitta, V., Pogolotti, C., Rollet, I., Vertui, F., & Dovigo, L. (2020). Monitoring and Management of the Pine Processionary Moth in the North-Western Italian Alps. *FORESTS*, *11*(12). <https://doi.org/10.3390/f11121253>
- Flores, M. F., Bergmann, J., Ballesteros, C., Arraztio, D., & Curkovic, T. (2021). Development of Monitoring and Mating Disruption against the Chilean Leafroller *Proeulia auraria* (Lepidoptera: Tortricidae) in Orchards. *INSECTS*, *12*(7). <https://doi.org/10.3390/insects12070625>
- Gerken, A. R., & Campbell, J. F. (2019). Using Long-term Capture Data to Predict *Trogoderma variabile* Ballion and *Plodia interpunctella* (Hubner) Population Patterns. *INSECTS*, *10*(4). <https://doi.org/10.3390/insects10040093>
- Gregg, P. C., Del Socorro, A. P., & Landolt, P. J. (2018). Advances in Attract-and-Kill for Agricultural Pests: Beyond Pheromones. En M. R. Berenbaum (Ed.), *Annual Review Of Entomology, Vol 63* (Vol. 63, pp. 453–470). <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-031616-035040>
- Guerrero, S., Brambila, J., & Meagher, R. L. (2014). Efficacies Of Four Pheromone-Baited Traps in Capturing Male *Helicoverpa* (Lepidoptera: Noctuidae) Moths in Northern Florida. *florida entomologist*, *97*(4), 1671–1678. <https://doi.org/10.1653/024.097.0441>
- Kirkpatrick, D. M., Gut, L. J., & Miller, J. R. (2018). Estimating monitoring trap plume reach and trapping area for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Michigan tart cherry. *Journal of economic entomology*, *111*(3), 1285–1289.
- Levi-Zada, A., Fefer, D., Madar, R., Steiner, S., & Kaspi, R. (2020). Evaluation of pheromone of false codling moth *Thaumatorhiza leucotreta* in Israel by sequential SPME/GCMS analysis and field trials. *Journal Of Pest Science*, *93*(1), 519–529. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01138-0>

- Lofstedt, C., Svensson, G. P., Jirle, E. V., Rosenberg, O., Roques, A., & Millar, J. G. (2012). (3Z,6Z,9Z,12Z,15Z)-pentacosapentaene and (9Z,11E)-tetradecadienyl acetate: sex pheromone of the spruce coneworm *Dioryctria abietella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal Of Applied Entomology*, 136(1–2), 70–78. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2011.01619.x>
- Luo, Z. X., Magsi, D. H., Li, Z. Q., Cai, X. M., Bian, L., Liu, Y., Xin, Z. J., Xiu, C. L., & Chen, Z. M. (2020). Development and Evaluation of Sex Pheromone Mass Trapping Technology for *Ectropis grisescens*: A Potential Integrated Pest Management Strategy. *INSECTS*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/insects11010015>
- Malo, E. A., Cruz-Esteban, S., Gonzalez, F. J., & Rojas, J. C. (2018). A Home-Made Trap Baited With Sex Pheromone for Monitoring *Spodoptera frugiperda* Males (Lepidoptera: Noctuidae) in Corn crops in Mexico. *Journal Of Economic Entomology*, 111(4), 1674–1681. <https://doi.org/10.1093/jee/toy128>
- Malo, E. A., Gutierrez-Escobar, V., Castrejon-Ayala, F., & Rojas, J. C. (2020). The Aggregation Pheromone of *Metamasius spinolae* (Coleoptera: Dryophthoridae) Revisited: Less is More. *Environmental Entomology*, 49(4), 803–809. <https://doi.org/10.1093/ee/nvaa054>
- Masetti, A., Butturini, A., Lanzoni, A., De Luigi, V., & Burgio, G. (2015). Area-wide monitoring of potato tuberworm (*Phthorimaea operculella*) by pheromone trapping in Northern Italy: phenology, spatial distribution and relationships between catches and tuber damage. *Agricultural And Forest Entomology*, 17(2), 138–145. <https://doi.org/10.1111/afe.12089>
- McKay, T., White, A. L., Starkus, L. A., Arthur, F. H., & Campbell, J. F. (2017). Seasonal Patterns of Stored-Product Insects at a Rice Mill. *Journal Of Economic Entomology*, 110(3), 1366–1376. <https://doi.org/10.1093/jee/tox089>
- Molnar, B. P., Troger, A., Toshova, T. B., Subchev, M., van Nieuwerkerken, E. J., Koster, J. C., Szocs, G., Toth, M., & Francke, W. (2012). Identification of the Female-Produced Sex Pheromone of *Tischeria ekebladella*, an Oak Leafmining Moth. *Journal Of Chemical Ecology*, 38(10), 1298–1305. <https://doi.org/10.1007/s10886-012-0184-9>
- Oleander, A., Hall, D. R., Bray, D. P., & Burman, J. P. J. (2019). Identification of Female Sex Pheromone for Monitoring the Barred Tooth Striped Moth, *Trichopteryx polycommata*, a Priority Conservation Species. *Journal Of Chemical Ecology*, 45(8), 649–656. <https://doi.org/10.1007/s10886-019-01093-1>
- Porcel, M., Sjöberg, P., Swiergiel, W., Dinwiddie, R., Rämert, B., & Tasin, M. (2015). Mating disruption of *Spilonota ocellana* and other apple orchard tortricids using a multispecies reservoir dispenser. *Pest management science*, 71(4), 562–570.
- R Core Team. (2020). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing.
- Reisenman, C. E., Lei, H., & Guerenstein, P. G. (2016). Neuroethology of Olfactory-Guided Behavior and Its Potential Application in the Control of Harmful Insects. *Frontiers in physiology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00271>
- Reyes-Prado, H., Segura, A. J. G., Martinez-Peralta, C., & Sosa, P. R. G. (2020). Non-target Insects Captured in Sex Pheromone Traps of *Spodoptera frugiperda* in Sorghum Surrounded by Other Crops and Weeds. *southwestern entomologist*, 45(3), 643–648. <https://doi.org/10.3958/059.045.0307>
- Sandoval-Cáceres, Y. P., Cruz-Castiblanco, G. N., Diaz-Ortiz, M. C., & Barreto-Triana, N. (2022). Bases conductuales para la identificación de la feromona sexual de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) en Cundinamarca, Colombia. *Revista Chilena de Entomología*, 48(3).

- Silva, M. R. da, Cortes, A. M. P., Svensson, G. P., Löfstedt, C., Lima, E. R., & Zarbin, P. H. G. (2021). Identification of Two Additional Behaviorally Active Gland Constituents of Female *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae). *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 32, 225–230. <https://doi.org/10.21577/0103-5053.20200171>.
- Taqi, M., Rusydiana, A. S., Kustiningsih, N., & Firmansyah, I. (2021). Environmental accounting: A scientometric using biblioshiny. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(3), 369–380. <https://doi.org/10.32479/ijeep.10986>
- Trematerra, P., Athanassiou, C. G., Sciarretta, A., Kavallieratos, N. G., & Buchelos, C. T. (2013). Efficacy of the auto-confusion system for mating disruption of *Ephestia kuehniella* (Zeller) and *Plodia interpunctella* (Hubner). *Journal of Stored Products Research*, 55, 90–98. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2013.07.001>
- Vilela, E. F., & Della Lúcia, T. M. C. (2001). Introdução aos semioquímicos e terminologia. *Feromônios de insetos: Biologia, química e emprego no manejo de pragas. Ribeirão Preto: Holos*, 206p, 9–12.
- Wilches-Ortiz, W. A., Espitia-Malagón, E. M., & Vargas-Díaz, R. E. (2022). Elementos del clima y su relación con la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (Povolný, 1973) (Lepidoptera: Gelechiidae) en cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Agronomía Mesoamericana*, 48552. <https://doi.org/10.15517/am.v33i3.48552>
- Williams, D. T., Straw, N., Townsend, M., Wilkinson, A. S., & Mullins, A. (2013). Monitoring oak processionary moth *Thaumetopoea processionea* L. using pheromone traps: the influence of pheromone lure source, trap design and height above the ground on capture rates. *Agricultural And Forest Entomology*, 15(2), 126–134. <https://doi.org/10.1111/afe.12005>
- Wilson, B. E., Beuzelin, J. M., Allison, J. D., & Reagan, T. E. (2016). The Active Space of Mexican Rice Borer Pheromone Traps. *Journal Of Chemical Ecology*, 42(9), 888–895. <https://doi.org/10.1007/s10886-016-0767-y>
- Xing, Y., Thanasirungkul, W., Aslam, A., Niu, F., Guo, H. R., & Chi, D. F. (2021). Genes involved in the Type I pheromone biosynthesis pathway and chemoreception from the sex pheromone gland transcriptome of *Dioryctria abietella*. *Comparative Biochemistry And Physiology D-Genomics & Proteomics*, 40. <https://doi.org/10.1016/j.cbd.2021.100892>
- Zhao, Z. G., Rong, E. H., Li, S. C., Zhang, L. J., Kong, W. N., Hu, R. S., Zhang, J. T., & Ma, R. Y. (2013). Research on the practical parameters of sex pheromone traps for the oriental fruit moth. *Pest Management Science*, 69(10), 1181–1186. <https://doi.org/10.1002/ps.3592>

AmeliCA

Disponible en:

<https://portal.amelica.org/ameli/ameli/journal/230/2304895011/2304895011.pdf>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en portal.amelica.org

AmeliCA

Ciencia Abierta para el Bien Común

Yuly Paola Sandoval Cáceres,
Ginna Natalia Cruz Castilblanco,
Wilmer Alexander Wilches Ortiz, Lorena Mojica Ramos
**Influencia de Las Feromonas Para el Manejo Integrado de
Plagas, Revisión, 2012-2022**
**Influence of pheromones for integrated pest
management, review 2012-2022**

Revista Científica de Ciencia y Tecnología El Higo
vol. 13, núm. 2, p. 2 - 17, 2023
Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua
revistaelhigo@uni.edu.ni

ISSN-E: 2413-1911