

Eficiencia del número de hembras vírgenes en la captura de machos adultos de *Plutella xylostella* L. en el cultivo de Brassicas

Henry, Briceño-Yen^{1*}; Luísa, Alvarez-Benaute²;
Agustina, Valverde-Rodriguez³

Resumen

Para determinar la eficiencia del número de hembras vírgenes (HV) en la captura de machos adultos de *Plutella xylostella* L, se diseñaron y se instalaron trampas delta provista de jaulas conteniendo uno, dos, tres HV y un testigo en blanco (jaula vacía) con tres repeticiones, en los cultivos de las Brassicaceas, a una distancia de 35 m entre las jaulas evitando el rango de traslape de feromonas de la hembra. El registro diario en horas de la mañana durante tres días consecutivos con el recambio de hembras al séptimo día en tres ocasiones permitió determinar la eficacia de los tratamientos. Los tres tratamientos presentaron la captura de adultos siendo el tratamiento con tres HV el que presentó mayor número de adultos capturados (767) por encima de 16 adultos/día, seguido por el tratamiento con dos HV (199), el tratamiento con una HV (22) y finalmente el testigo que no presenta captura, con diferencias significativas comparado con los otros tres tratamientos ($p < 0.05$). Los resultados obtenidos demuestran que la mayor captura está relacionada al número de HV colocadas debido a la concentración de feromona emitida por las hembras vírgenes.

Palabras clave: Hembras vírgenes, trampa, feromona, captura, *Plutella xylostella* L

Efficiency of the number of virgin females in the capture of adult males of *Plutella xylostella* L. in the Brassicas culture

Abstract

To determine the efficiency of the number of virgin females (HV) in the capture of adult males of *Plutella xylostella* L, delta traps with cages containing one, two, three HVs and a blank control (empty cage) with three repeats were designed and installed in the Brassicaceas cultures at a distance of 35 m between the cages avoiding the overlapping range of the female pheromones. Daily recording in the morning for three consecutive days with the replacement of females on the seventh day on three occasions made it possible to determine the effectiveness of the treatments. The three treatments showed the capture of adults, with the treatment with three HVs being the one that showed the highest number of adults captured (767) above 16 adults/day, followed by the treatment with two HVs (199), the treatment with one HV (22) and finally the control that did not show capture, with significant differences compared to the other three treatments ($p < 0.05$). The results obtained show that the highest capture is related to the number of VH placed due to the concentration of pheromone emitted by the virgin females.

Keywords: Virgin females, pheromone, traps, capture, *Plutella xylostella* L.

Recibido: 31 de octubre de 2020

Aceptado: 30 de diciembre 2020

¹ MSc. Producción agrícola; Profesor de Ingeniería Agronómica en Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco, Perú; hbriceno@unheval.edu.pe; <https://orcid.org/0000-0002-0629-3014>

² Ingeniero agrónomo; Profesor de Ingeniería Agronómica en Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco, Perú; lalvarez@unheval.edu.pe; <https://orcid.org/0000-0001-6961-9870>

³ MSc. En ciencias agrarias; Profesor de Ingeniería Agronómica en Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco, Perú; avalverde@unheval.edu.pe; <https://orcid.org/0000-0003-1522-4827>

*Autor para correspondencia: hbriceno@unheval.edu.pe;

I. INTRODUCCIÓN

Desde tiempo atrás se viene difundiendo que la demanda de alimentos de origen vegetal se verá incrementada considerablemente en los próximos años, debido principalmente al incremento de la población, y además los sistemas de producción agrícola, se enfrentan un serio problema con la competencia generada por las plagas de insectos herbívoros los cuales reducen considerablemente la producción de los cultivos, hecho que ha traído como consecuencia el uso indiscriminado de insecticidas los cuales pueden ser eficaces en un determinado momento, pero por el bajo conocimiento de los productores agrarios quienes utilizan dosis inadecuadas, subdosifican o sobre dosifican, sin respetar los intervalos de aplicación y periodos de carencia a la cosecha, además no hacen uso de otras medidas de control, esto ha conducido a que dichas plagas hayan generado resistencia y contaminación tanto en el medio ambiente, y los alimentos, todo ello debido a su gran capacidad de adaptación. Existen en la actualidad estrategias y mecanismos alternativos que pueden complementarse con la finalidad de reducir los daños ocasionados por las plagas, los cuales se pueden utilizar tanto para evaluar la fluctuación, control y monitoreo poblacional, siendo el uso de feromonas sexuales el más importante. Al respecto, Wyatt (2003) establece que las feromonas ofrecen oportunidades excepcionales para estudiar problemas biológicos fundamentales. El progreso reciente en el campo es rápido. La emoción proviene de la convergencia de técnicas poderosas de diferentes áreas de la ciencia, incluida la química y el comportamiento animal, combinadas con nuevas técnicas en genómica y biología molecular. Quizás por primera vez, ahora podemos investigar cuestiones en todos los niveles: molecular, neurobiológico, hormonal, conductual, ecológico y evolutivo. En tal sentido Gonzales et al (2012) concluyen que la aplicación de feromonas y otros semioquímicos ha demostrado ser útil para el manejo y control de decenas de especies económicamente importantes en la producción agrícola, muchas de ellas del orden Lepidoptera. Más importante, sin embargo, es destacar el potencial aún inexplorado sobre el uso del canal químico de comunicación en insectos para su control.

Uno de los principales problemas en el cultivo

de las crucíferas en todo el mundo es la presencia de la polilla de la col o conocido también como la palomilla dorso de diamante *Plutella xylostella* L, (Lepidoptera: Plutellidae) sostiene Furlog et al (2013), Zhu et al (2018) . Perfora superficialmente las hojas con excepción de las nervaduras, contamina con las heces y mal forman la planta señala Mera (2018). Sin un debido control sus daños son muy altos, reducen el rendimiento y la calidad hasta un 75 % de pérdidas afirman Mera (2018) y; Su (2020). Las larvas son el estado perjudicial, con piezas bucales de tipo masticadora perfeccionadas para raspar o lacerar las hojas de la planta. Es el insecto plaga más destructivo de las brassicáceas en todo el mundo según Bertolaccini et al; (2010) las polillas adultas pueden permanecer en vuelo continuo durante varios días mientras cubren distancias de hasta 1000 km por día, pero no se sabe cómo sobreviven las polillas a temperaturas tan bajas y a gran altitud, afirma al respecto Talekar, (1993).

Facilitado por sus múltiples generaciones, un período de crecimiento corto, alrededor de 18 días, y su población puede aumentar hasta 60 veces de una generación a la siguiente, sostiene , De Bortoli, (2013). La mayor superposición de generaciones y el abuso de varios plaguicidas, ha hecho que esta plaga haya desarrollado con bastante facilidad la resistencia a varios plaguicidas, según Zhan et al,(2014); Kang et al (2017); su capacidad de *Plutella xylostella* L. para alcanzar cierto nivel de resistencia ha sido documentado en varios estudios, afirman Li et al (2016). Por lo tanto, es necesario seleccionar continuamente nuevas estrategias para el control de esta especie; entre las más saludables con el medio ambiente es el Manejo Integrado de Plagas (MIP) y entre sus componentes el uso del Control Etológico a base de Feromonas Sexuales con Hembras Vírgenes (HV). Esta estrategia también ayuda a realizar una predicción oportuna de la aparición de la plaga, usando trampa de feromonas para detectar su infestación temprana, resaltan Witzgall, et al (2010); Fite et al (.2020). Para que el insecto pueda ser controlado en su etapa inicial antes de ocasionar pérdidas económicas a los agricultores.

La feromona de sexual de los lepidópteros se ha utilizado con éxito en los trabajos de monitoreo, captura masiva y alteración del apareamiento de una diversidad de plagas de insectos, afirman

Guerrero et al, (2014); Keathley et al (2013) Spears y Ramirez (2015); Espitia et al (2020), Salazar-Blanco et al (2020). La técnica no tiene efecto sobre los organismos no objetivo, es amigable con el medio ambiente y compatible con programas sostenibles de Manejo Integrado de Plagas (MIP) y con los programas de control biológico, también puede ser económicamente favorable en comparación con los métodos químicos, sostienen Burke et al (2011), Vacas et al (2009) y tiene la ventaja añadida de que los trabajadores no tienen que ser excluidos de la zona durante el tratamiento. Nakanishi et al (2013).

Las feromonas en insectos son compuestos orgánicos volátiles liberados por la hembra y específicos para cada especie, reportan Mori et al (2013, Panzavolta et al (2014), Aurelian et al (2015.). Estos compuestos son sintetizados químicamente, aplicados en dispensadores y colocados en el campo para la atracción y captura específica de los machos de la especie a la cual corresponde la feromona. (Salazar et al 2020). Por lo que el uso de las hembras vírgenes con capacidad de emitir los compuestos volátiles como señales químicas sexuales para la atracción de machos resulta exitoso. Esta comunicación sexual en Lepidópteros esta mediada por feromonas, que son liberados por las hembras para atraer a los machos e inducir la pre-cópula o el apareamiento. Concluyen Cañas et al (2017) y Sandoval (2020).

En una investigación sobre el uso de Feromonas sexuales para el control de la polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick). Núñez et al (2009), señalan que en el testigo las capturas son significativamente menores en trampas con hembras vírgenes respecto a trampas con feromonas, asimismo afirman que las feromonas sexuales afectan el comportamiento de machos y pueden ser una herramienta importante para el control de esta plaga, además afirman que en cuanto al uso de trampas con hembras vírgenes como indicador de la desorientación de los machos, las capturas registradas son al menos 10 veces inferiores a aquellas registradas en trampas de feromonas.

La emisión de la feromona esta mediada por un comportamiento típico en hembras conocido como “llamado”, el cual ocurre cuando estas realizan la exposición de la glándula sexual ubicada en la región

caudal, liberando la feromona sexual como estímulo para atraer al sexo opuesto, afirman Sandoval (2020), Carde y Haynes (2004). Para que el sistema de detección y monitoreo sea eficiente se debe tomar en cuenta la cantidad de compuestos químicos.

En tal sentido el objetivo de la investigación fue determinar la eficiencia del número de hembras vírgenes (emisores de la feromona natural) de *Plutella xylostella* L. para la captura de machos adultos en el cultivo col (*Brassica oleracea* var. capitata) y coliflor (*Brassica oleracea* var. Botrytis).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro de Investigación Frutícola Olerícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, ubicado en el distrito de Pilleco Marca, de la provincia y región Huánuco, dentro de las coordenadas 09° 45' LS; 76° 26' W y a una altitud de 1947 msnm, cuya temperatura media anual es 18.7 °C y la precipitación es 388 mm. El estudio abarco un área de 5 hectáreas donde se tenían sembríos de col y coliflor, que se encontraban en la etapa crítica de daño de la larva y una mayor incidencia de adultos de *Plutella xylostella* L, y se realizó entre los meses julio a agosto 2019., asimismo se tienen parcelas colindantes establecidas de palto y otros frutales, además de cultivos de maíz y camote. Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar con cuatro tratamientos HV1, HV2, HV3 y HVO (tres números diferentes de HV más un testigo sin HV) y tres repeticiones. Se instalaron trampas delta provista de jaulas conteniendo 1, 2 y 3 hembras vírgenes y un testigo en blanco (jaula vacía), en sentido contrario al viento para evitar el estrés de la hembra, a una distancia de 35 m entre las jaulas evitando así el rango de alcance de la feromona de la hembra. Se realizó la revisión diaria a las 8:00 am para cuantificar la captura de adultos, por un periodo de tres días consecutivas y en tres ocasiones con un nuevo recambio de hembras a los 7 días. Los datos fueron analizados a través del ANOVA y para determinar el efecto de los tratamientos a través de la significancia existente se ocupó la prueba de comparación de Duncan y el análisis de correlación de Pearson y Coeficiente de Determinación para

verificar la correlación positiva o negativa entre sus variables y la relación existente.

III. RESULTADOS

Evaluación de la eficacia de hembras vírgenes de *Plutella xylostella* L. en campo.

La eficacia de cada uno de los tratamientos fue evaluada mediante la comparación del sumatorio total de capturas de machos adultos/tratamiento vs Capturas en la trampa control y la comparación de capturas entre todas las trampas.

Para el tratamiento HV1. La primera semana de estudio, se tuvo siete machos de *Plutella xylostella* L. caídas en las trampas distribuidos en los diferentes bloques. En la segunda y tercera semana se registra un ascenso ligero, esto puede ser debido a la mayor cantidad de adultos sobrevolando en el área del

huerto.

En el caso del tratamiento HV2, la primera semana del estudio hubo un efecto atractivo notable, observándose hasta 38 machos capturados, con el mayor incremento en las siguientes dos semanas, siendo las capturas de 77 y hasta 84 machos caídos en las trampas respectivamente (Fig. 1). Esto debido por la tasa de liberación de la feromona provocada por las dos hembras vírgenes por trampa.

Para el caso de los tratamientos HV3, los efectos de las trampas es bastante notable desde la primera semana de evaluación, las capturas fluctúan entre 208, 233 y 326 respectivamente. Según estos resultados se podría explicar que los machos de *P. xylostella* L interactúan estrechamente con la cantidad de la feromona liberada, a mayor cantidad resulta que tiene un mayor efecto atractivo.

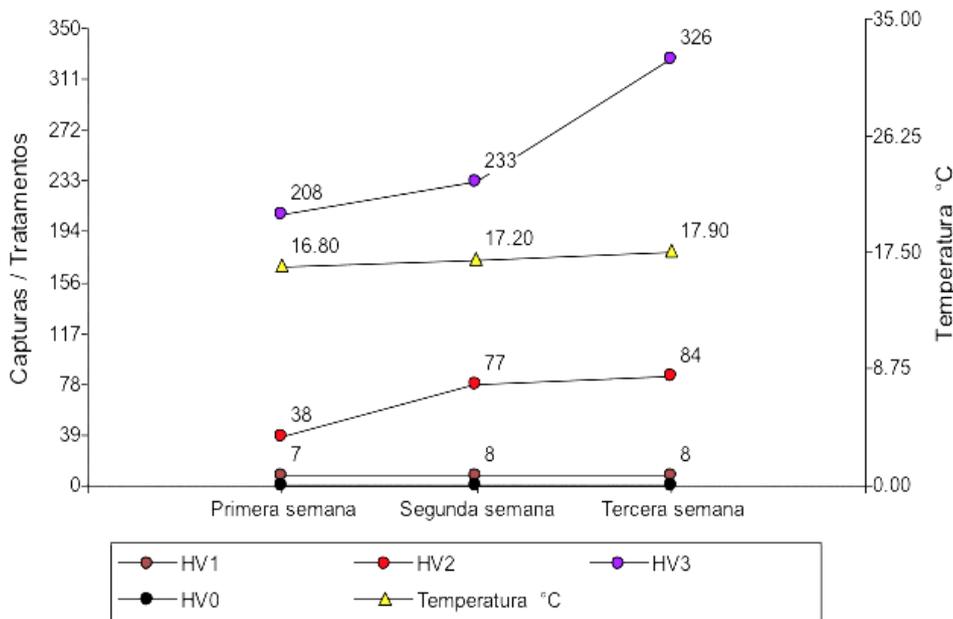


Figura 1. Capturas de polillas por trampa/semana en parcelas con tratamiento. HV1 (una hembra virgen), HV2 (dos hembra vírgenes), HV3 (tres hembras vírgenes) HV0 (Control. Cero hembras vírgenes).

El tratamiento HV3 se diferencia estadísticamente de los demás tratamientos (Test de LSD Fisher, $P < 0,05$), con altas capturas, siendo mayor en las tres evaluaciones realizadas, seguida por el tratamiento

HV2 que también registra atracción y captura de machos en comparación con el tratamiento testigo que no registra ningún dato cuantitativo. Tabla 1.

Comparación de medias entre tratamientos

Tabla 1. Registro de capturas (media ± EE) de machos adultos de *Plutella xylostella* L. en los huertos bajo diferentes tratamientos de trampas con hembras vírgenes, 2019

Tratamientos / hembra / trampa	Semana.1 (media ± EE)	Semana.2 (media ± EE)	Semana.3 (media ± EE)
HV3 tres	69.3 ± 0.81 a	77.7 ± 1.51 a	109.00 ± 2.08 a
HV2 dos	12.7 ± 0.81 b	25.7 ± 1.51 b	28.00 ± 2.08 b
HV1 uno	2.33 ± 0.81 c	2.33 ± 1.51 c	2.67 ± 2.08 c
HV0 Jaula vacía/control	0.00 ± 0.81 c	0.00 ± 1.51 c	0.00 ± 2.08 c

Valores que comparten letras distintas presentan diferencias significativas según la prueba de comparaciones múltiples Test de LSD Fisher ($p < 0.05$).

A corto plazo, los tratamientos HV1, HV2 Y HV3 son eficaces en la captura de machos, a excepción de la HV0, que no resulta ser atractivo para machos adultos de *Plutella xylostella* L.

IV. DISCUSIÓN

Según las comparaciones estadísticas entre los tratamientos, a mayor número de hembras vírgenes dispuestas en trampas delta, resulta ser suficiente para capturar mayor número de individuos machos de la especie e impedir la copula de la misma. Esto explica que a mayor número de hembras mayor es la concentración de feromona sexual emitida, posiblemente esto incremente el radio de alcance feromonal y por ende mayor captura. Las diferencias en los resultados obtenidos a mayor número de hembras vírgenes son similares a los registrados en una investigación realizada por León y Banner (2018), al evaluar tres números diferentes de hembras de *Elasmopalpus lignosellus* por trampa (1, 2 y 3 HV+ Testigo). Los tres tratamientos presentan captura de adultos sin embargo el tratamiento con tres Hembras Vírgenes fue el que presentó mayor número de adultos totales capturados. Sin embargo, el éxito de control de poblaciones no fue evaluada en el presente estudio. Varios estudios señalan que el tipo de emisor de feromonas empleado, las altas temperaturas, los fuertes vientos frecuentes aceleran la liberación de feromonas y/o aumentan la tasa de emisión, provocando una reducción importante en la cantidad presente en las trampas, sostienen Angeli et al (2007). En caso del presente estudio se ha empleado como emisor las hembras vírgenes, que posiblemente simula el comportamiento exacto dado en la naturaleza, sin embargo, las hembras podrían estar con cierto estrés por el mecanismo de enjaulamiento que se ocupa en esta técnica. Existen

escasos antecedentes al respecto al uso de hembras vírgenes, sin embargo se registran numerosos trabajos del uso de feromonas sexuales sintéticas, tal como se reportan en los estudios de Luo et al., (2020). quienes probaron cuatro dosis para determinar la mayor efectividad en el número de capturas de machos, estas proporciones de feromonas sexuales produjeron resultados diferentes en los experimentos de campo, el aumento de la dosis de 0.1, 0.4, 0.7 a 1 mg / septum aumentó el tamaño de las capturas de polillas masculinas.

La densidad de la feromona o la tasa de liberación, tipo de dispensador y la altura del dispensador de feromona son importantes para la aplicación adecuada y rentable de la técnica ya sea la captura masiva o disrupción sexual de la plaga con fines de control (Epstein *et al.*, 2011 ; Sunil *et al.*, 2014). Por ejemplo, en estudios con polilla de la manzana (*Cydia pomonella*) se observó que, el porcentaje de interrupción de la orientación del macho hacia las trampas cebadas con feromonas aumentó significativamente en función del aumento de la densidad de los fuentes de liberación (desde 0 a 1.000 /ha), mientras que otro ensayo con el objetivo de determinar la dosis mínima de feromona y la óptima distribución de dispensadores para la confusión sexual efectiva de Chilo suppressalis (Lepidoptera: Pyralidae), utilizó varias densidades del compuesto 12.4, 10, 6.4 g de i.a./ha respectivamente comparados con un tratamiento de 20.4 g de i.a./ha (recomendación estándar) y un tratamiento químico (insecticidas) Los resultados sugieren que con la menor cantidad de feromonas/ha el mecanismo de confusión sexual es exitoso, lo que conllevaría a una reducción significativa en el coste de los tratamientos (Alfaro *et al.*, 2009 [35]). Otros estudios como los de Gordon, (2005), quien evaluó 2 diferentes dosis

de feromona 165 y 110 g / ha., y según los resultados, las comparaciones del % de disrupción para cada tratamiento fue similar, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambos tratamientos por lo que una baja concentración de feromona es suficiente para mantener un buen control de pequeñas poblaciones de *L. botrana*.

Durante el desarrollo de las evaluaciones en el periodo de estudio las temperaturas fluctuantes estuvieron entre 16,50 a 17,90 °C. Estos datos no son tan lejanas a los reportados por otros autores y en otras especies de polillas; Por ejemplo, el rango óptimo de temperatura para el apareamiento de *C. pomonella*, va de 12,5°C a 33,0°C y la actividad de vuelo de la generación invernante ocurre cuando las temperaturas superan los 15°C y entre las 18:30 y las 02:00 h (Fernández, 2012). Asimismo en el caso de *Lobesia botrana* (Lepidoptero: Tortricidae) los adultos de la primera generación emergen cuando la temperatura ambiente sobrepasa un umbral de 10 ° C. e inician los vuelos cuando las temperaturas sobrepasan los 12°C. (Thiery y Moreau, 2005).

V. CONCLUSIONES

Existe relación directa entre número de hembras vírgenes con la emisión de feromona sexual hecho que se evidencia en la mayor captura de machos de la especie *Plutella xylostella* L.

El tratamiento con tres HV presentó mayor número de adultos capturados (767), el tratamiento con dos HV (199) y el tratamiento con una HV (22). El testigo sin HV no registro captura.

El método utilizado puede considerarse como parte de una estrategia de control de la plaga en los cultivos de Brassicas.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alfaro, C., Navarro-Llopis, V., & Primo, J. (2009). Optimization of pheromone dispenser density for managing the rice striped stem borer, *Chilo suppressalis* (Walker), by mating disruption. *Crop Protection*, 28(7), 567-572.

Angeli, Gino., Anfora, Gianfranco., Baldessari, Mario., Germinara, G. S., Rama, F., De Cristofaro, A., & Ioriatti, C. (2007). Mating disruption of codling moth *Cydia pomonella* with high densities of Ecodian

sex pheromone dispensers. *Journal of applied entomology*, 131(5), 311-318.

Aurelian, V. M., Evenden, M. L., & Judd, G. J. R. (2015). Diversity and abundance of arthropod by-catch in semiochemical-baited traps targeting apple clearwing moth (Lepidoptera: Sesiidae) in organic and conventional apple orchards in British Columbia, Canada. *The Canadian Entomologist*, 147(2), 227-243.

Bertolaccini, I.; Sánchez, D. y Arregui, C. (2010) Incidencia de algunos factores naturales de mortalidad de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), en el área centro-este de Santa Fe, Argentina. *Horticultura Argentina* 29(68): Ene.-Abr. 2010

Burke, A. F., Cibrián-Tovar, D., Llanderal-Cázares, C., PLASCENCIA-GONZÁLEZ, A., & López-Pérez, I. (2011). Adiciones y aportaciones para el género *Enoclerus* Gahan (Coleoptera: Cleridae) en bosques de clima templado en México. *Acta zoológica mexicana*, 27(1), 145-167.

Cañas-Hoyos, N.; Lobo-Echeverri, T; Saldamando-Benjumea, C. I. (2017). Chemical Composition of Female Sexual Glands of Spodoptera frugiperda 1 Corn and Rice Strains from Tolima, Colombia. *South western Entomologist*, 42(2), 375-394.

Cardé, R. T.; Haynes, K. F. (2004). Structure of the pheromone communication. *Advances in insect chemical ecology*, 283.

De Bortoli, S. A., Polanczyk, R. A., Vacari, A. M., De Bortoli, C. P., & Duarte, R. T. (2013). *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758)(Lepidoptera: Plutellidae): Tactics for integrated pest management in Brassicaceae. Weed and pest control-conventional and new challenges. Rijeka: InTech, 31-51.

Epstein, D. L., Stelinski, L. L., Miller, J. R., Grieshop, M. J., & Gut, L. J. (2011). Effects of reservoir dispenser height on efficacy of mating disruption of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in apple. *Pest management science*, 67(8), 975-979.

- Espitia, E., Wilches, W., Barreto- Triana, N., Cely-Pardo, L., Fuentes, J. C., Herrera, C., ... & Diaz, M. C. (2020). Implementación del manejo integrado de la polilla guatemalteca en parcelas demostrativas en Colombia. Comité organizador y científico.
- Fernández, D. E., Avilla Hernández, J., & Ribes Dasi, M. (2012). *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). Aspectos de su taxonomía, comportamiento y monitoreo aplicados a programas de control en grandes áreas.
- Fite, T., Damte, T., Tefera, T. y Negeri, M. (2020). Evaluación de tipos de trampas comerciales y señuelos sobre la dinámica poblacional de *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) y sus efectos sobre insectos no objetivo. *Cogent Food & Agriculture*, 6 (1), 1771116.
- Furlong, MJ, Wright, DJ y Dosdall, LM (2013). Ecología y manejo de la polilla del dorso de diamante: problemas, avances y perspectivas. *Revisión anual de entomología*, 58 , 517-541.
- González R, A.,Altesor, P., Sellanes, C & Rossini, C. (2012). Aplicación de Feromonas Sexuales en el Manejo de Lepidópteros Plaga de Cultivos Agrícolas. 343-360. En: J. C. Rojas y E. A. Malo (eds.). *Temas Selectos en Ecología Química de Insectos. El Colegio de la Frontera Sur. México.* 446 p.
- Gordon, D., Zahavi, T., Anshelevich, L., Harel, M., Ovadia, S., Dunkelblum, E., & Harari, A. R. (2005). Mating disruption of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae): effect of pheromone formulations and concentrations. *Journal of economic entomology*, 98(1), 135-142.
- 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.
- Kang, S. M., M. Waqas, M. Hamayun, S. Asaf, A. L. Khan, A. Y. Kim, Y. G. Park, and I. J. Lee. 2017. Gibberellins and indole3-acetic acid producing rhizospheric bacterium *Leifsonia xyli* SE134 mitigates the adverse effects of copper-mediated stress on tomato. *J. Plant Interact.* 12: 373-380.
- Keathley, C. P., Stelinski, L. L., & Lapointe, S. L. (2013). Attraction of a native florida leafminer, *Phyllocnistis insignis* (Lepidoptera: Gracillariidae), to pheromone of an invasive *Citrus leafminer*, *P. Citrella* : Evidence for mating disruption of a native non-target species. *Florida Entomologist*, 96(3), 877–886.
- León, N., & Banner, E. (2018). Eficiencia del número de hembras vírgenes en la captura de adultos de *Elasmopalpus lignosellus*, Zeller.(Lepidoptera: Pyralidae) en espárrago (*Asparagus officinalis* L.).
- Li, Z., Zalucki, M. P., Yonow, T., Kriticos, D. J., Bao, H., Chen, H., ... & Furlong, M. J. (2016). Population dynamics and management of diamondback moth (*Plutella xylostella*) in China: the relative contributions of climate, natural enemies and cropping patterns. *Bulletin of entomological Research*, 106(2), 197.
- Luo, M., Fu, Liang, Y. Y., Zheng, X. G., Wei, H. Y. (2020). Mating Disruption of *Chilo suppressalis* From Sex Pheromone of Another Pyralid Rice Pest *Cnaphalocrocis medinalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Insect Science*, 20(3), 19.
- Mera Enríquez, E. J. (2018). Determinación de los factores asociados en la presencia de polilla del repollo (*Plutella xylostella* L.), en el cultivo de col (*Brassica oleracea* L), en la provincia de Imbabura cantón Antonio Ante sector Sagrado Corazón de Jesús (Bachelor's thesis, El Angel: UTB, 2018).
- Mori, B. A., & Evenden, M. L. (2013). Factors affecting pheromone-baited trap capture of male *Coleophora deauratella*, an invasive pest of clover in Canada. *Journal of Economic Entomology*, 106(2), 844–854
- Nakanishi, T., Nakamuta, K., Mochizuki, F., & Fukumoto, T. (2013). Mating disruption of the carpenter moth, *Cossus insularis* (Staudinger)(Lepidoptera: Cossidae) with synthetic sex pheromone in Japanese pear orchards. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 16(3), 251-255.

- Núñez, P., Zignago, A, Paullier, J., & Núñez, S. (2009). Feromonas sexuales para el control de la polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). *Agrociencia Uruguay*, 13(1), 20-27.
- Panzavolta, T., Bracalini, M., Bonuomo, L., Croci, F., & Tiberi, R. (2014). Field response of non-target beetles to *Ips sexdentatus* aggregation pheromone and pine volatiles. *Journal of Applied Entomology*, 138(8), 586–599.
- Salazar-Blanco, José Daniel, Cadet-Piedra, Eduardo y González-Fuentes, Francisco. (2020). Monitoreo de Spodoptera spp. en caña de azúcar: uso de trampas con feromonas sexuales. *Agronomía Mesoamericana*, 31 (2), 445-459.
- Sandoval Cáceres, Y. P (2020) Comportamiento sexual y éxito reproductivo del barrenador de la caña *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794)(Lepidoptera: Crambidae) en laboratorio.
- Spears, L. R., & Ramirez, R. A. (2015). Learning to love leftovers: Using by-catch to expand our knowledge in entomology. *American Entomologist*, 61(3), 168–173.
- Su, C., & Xia, X. (2020). Sublethal effects of methylthio-diafenthionuron on the life table parameters and enzymatic properties of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.)(Lepidoptera: Plutellidae). *Pesticide biochemistry and physiology*, 162, 43-51.
- Sunil, T., Leskey, T. C., Nielsen, A. L., Piñero, J. C., & Rodríguez-Saona, C. R. (2014). Use of pheromones in insect pest management, with special attention to weevil pheromones. Integrated pest management, current concepts and ecological perspective. *Abrol*, DP (Editor), 141-168.
- Talekar N, Shelton A (1993) Biology, ecology, and management of the diamond back moth. *Annu Rev Entomol* 38:275–301
- Thiery, D., & Moreau, J. (2005). Relative performance of European grapevine moth (*Lobesia botrana*) on grapes and other hosts. *Oecologia*, 143(4), 548-557.
- Vacas, S., Alfaro, C., Navarro-Llopis, V., & Primo, J. (2009). The first account of the mating disruption technique for the control of California red scale, *Aonidiella aurantii* Maskell (Homoptera: Diaspididae) using new biodegradable dispensers. *Bulletin of entomological research*, 99(04), 415-423.
- Witzgall, P., Kirsch, P., & Cork, A. (2010). Sex pheromones and their impact on pest management. *Journal of Chemical Ecology*, 36(1), 80–100.
- Wyatt, T. (2003). Prefacio. En Feromonas y comportamiento animal: comunicación por olfato y gusto (p. Xiii). *Cambridge: Cambridge University Press*. DOI:10.1017/CBO9780511615061.001
- Zhao Qihong, Ying Wang, Ye Cao, Anguo Chen, Min Ren, Yongsheng Ge, Zongfan Yu, Shengyun Wan, Anla Hu, Qingli Bo, Liang Ruan, Hang Chen, Shuyang Qin, Wenjun Chen, Chuanlai Hu, Fangbiao Tao, Dexiang Xu, Jing Xu, Longping Wen, Li Li. (2014). Potential health risks of heavy metals in cultivated topsoil and grain, including correlations with human primary liver, lung and gastric cancer, in Anhui province, Eastern China. *Science of the Total Environment*. Volumes 470–471, Pages 340–347.
- Zhu, L., Li, Z., Zhang, S., Xu, B., Zhang, Y., Zalucki, MP, ... y Yin, X. (2018). Dinámica de la población de la polilla del dorso de diamante, *Plutella xylostella* L., en el norte de China: los efectos de la migración, los patrones de cultivo y el clima. *Ciencia del manejo de plagas*, 74 (8), 1845-1853.