ARTICLE / INVESTIGACIÓN

Trampeo masivo de *Plutella xylostella*: una alternativa ambiental y económicamente beneficiosa para su control en Costa Rica

Mass trapping of *Plutella xylostella*: an environmentally and economically beneficial alternative for its control in Costa Rica

Francisco González-Fuentes*, Steven Niño Narváez, Carlos Rodríguez-Chinchilla, Alejandro Vargas-Martínez, Allan Gonzalez-Herrera

DOI. 10.21931/RB/2023.08.01.6

Laboratorio de Entomología, Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica.
Corresponding author: francisco_gonzalez@chemtica.com

Resumen: *Plutella xylostella* es globalmente la plaga más importante en Brassicaceae. Desgraciadamente, su manejo sigue enfocándose en insecticidas con poco efecto sobre la plaga y con altos costos económicos y ambientales. Esta investigación buscó confirmar reportes sobre su control basado en trampeo masivo con feromona y comparar el costo de esta técnica en contraposición con la aplicación calendarizada de insecticidas. Para esto, en el año 2020, se establecieron seis parcelas experimentales en fincas comerciales de repollo en la provincia de Cartago, Costa Rica. Trampas con feromona para monitoreo se colocaron en todas las parcelas, sin embargo, solamente tres parcelas recibieron el equivalente de 50 trampas/hectárea para establecer el trampeo masivo para control de la plaga, mientras que las otras tres parcelas no tuvieron trampas adicionales a las de monitoreo y el control se basó en la aplicación calendarizada de insecticidas. Para determinar el efecto del trampeo masivo y sus costos se determinaron las capturas en trampas semanalmente durante todo el ciclo, el daño de la plaga y los costos asociados al control de la misma. Los resultados demostraron que las aplicaciones calendarizadas de insecticidas no mantuvieron poblaciones significativamente menores que el trampeo masivo. No obstante, la diferencia más evidente a favor del uso de trampeo masivo como estrategia de control se observó en el porcentaje de daño en planta y los costos involucrados, los cuales fueron significativamente menores en el trampeo masivo que en las aplicaciones de insecticidas. Los resultados obtenidos corroboran reportes sobre la capacidad ecológica y el beneficio económico de la adopción de trampeo masivo como estrategia para el control de la polilla dorso diamante.

Palabras clave: Polilla dorsal del diamante, captura masiva, feromona, insecticidas, costes, insecticidas.

Abstract: *Plutella xylostella* is the most crucial pest in Brassicaceae globally. Unfortunately, its management focuses on insecticides with little effect on the problem and high economic and environmental costs. This research sought to confirm reports on its control based on pheromone mass trapping and compare the price of this technique as opposed to the scheduled application of insecticides. In 2020, six experimental plots were established in commercial cabbage farms in Cartago, Costa Rica. Pheromone traps for monitoring were placed in all plots. However, only three actions received the equivalent of 50 traps/hectare to establish mass trapping for pest control. At the same time, the other three plots did not have additional traps to those for monitoring and control based on the scheduled application of insecticides. To determine the effect of mass trapping and its costs, the captures in traps were chosen weekly throughout the cycle, as the damage of the past and the costs associated with its control. Results showed that scheduled insecticide applications did not maintain populations significantly lower than mass trapping. However, the most evident difference in favor of the use of mass trapping as a control strategy was observed in the percentage of plant damage and the costs involved, which were significantly lower with mass trapping than with insecticide applications. The results corroborate reports on the ecological capacity and the economic benefit of adopting mass trapping to control the diamondback moth.

Key words: Polilla dorso diamante, trampeo masivo, feromona, insecticidas, costos

Introducción

La polilla dorso diamante, *Plutella xylostella* Linnaeus, es la plaga más importante en la producción mundial de los cultivos de consumo humano de la familia Brassicacea, llámense brócoli, coliflor y repollo principalmente. Esta plaga es capaz de ocasionar pérdidas de hasta el 100% del cultivo, sea por daño directo o por afectación de la calidad del producto haciéndolo no comercializable[1]. Por tanto, como medida preventiva y correctiva del riesgo que esta plaga representa, los productores se han enfocado prácticamente de manera exclusiva en las aplicaciones calendarizadas de insecticidas sintéticos[2]. Desgraciadamente, la polilla dorso diamante dada su capacidad reproductiva (con más de 12

Citation: González-Fuentes, F.; Narváez-Niño, S.; Rodríguez-Chinchilla, C.; Vargas-Martínez, A.; González-Herrera, A. Trampeo masivo de Plutella xylostella: una alternativa ambiental y económicamente beneficiosa para su control en Costa Rica. Revis Bionatura 2023;8 (1) 6. http://dx.doi.org/10.21931/RB/2023.08.01.6
Received: 26 September 2022 / **Accepted:** 15 October 2022 / **Published:** 15 March 2023
Publisher's Note: Bionatura stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Copyright: © 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

generaciones por año) y su alta capacidad de adaptación ha desarrollado poblaciones con resistencia a la más diversa índole de productos fitosanitarios, incluyendo insecticidas orgánicos como *Bacillus thuringiensis* subs. kurstaki y más recientemente Spinosad[2–4]. Ante esto, los productores, recurren a aplicaciones aún más frecuentes de insecticidas, generando un círculo vicioso en su uso. En un estudio realizado en Costa Rica en 1999 se determinó que, en un ciclo de 3 meses, el número de aplicaciones de insecticidas en repollo para el control de la polilla del repollo iba de 9 a 16 veces por ciclo, lo cual representa 1 y hasta 2 aplicaciones químicas semanales[5]. Dos décadas más tarde, el panorama productivo no es muy diferente en la Región Centroamericana en donde el promedio de aplicaciones de insecticidas es diez, lo cual, consecuentemente, conlleva un efecto negativo importante en salud humana, en la presencia de enemigos naturales y finalmente en la inversión económica necesaria para producir estos cultivos.

Dado que el problema de *P. xylostella* no es nada nuevo, las alternativas para su control se han investigado por más de tres décadas. El control biológico y el control a través del uso de feromonas (monitoreo y trampeo masivo) son las alternativas con mayor potencial, incluso mostrándose como aliados perfectos con efectos sinergistas en programas de manejo integrado de plagas (MIP) que contemplen ambos métodos[1,6–8]. Una alternativa particularmente práctica y fácil de implementar por parte de los productores de brásicas es el uso de umbrales del número de machos de la polilla capturados por noche en trampas cebadas con la feromona como indicadores para la necesidad de realizar aplicaciones químicas. En un trabajo realizado en India, se determinó que la aplicación de insecticida 12 – 24 horas después de que las trampas con feromona capturaban 8, 12 y 16 machos por trampa por noche en repollo, coliflor y col silvestre respectivamente, eran capaces de disminuir más eficazmente la presencia de la plaga en campo, el daño en los vegetales y el rendimiento en comparación a aplicaciones calendarizadas a los 7, 9, 12 y 15 días después de transplante[6]. De manera similar, siempre en India, el trampeo masivo (colocación homogénea de múltiples trampas en alta densidad para capturar la mayor cantidad posible de adultos) se ha demostrado como una alternativa exitosa en múltiples ocasiones con aumentos significativos de producto comercializable, disminución de los gastos asociados al control de la plaga e incrementos en las ganancias brutas por hectárea[8-10].

Aunque las estrategias bio-racionales para el control de *P. xylostella* han sido demostradas en investigaciones académicas por al menos 20 años, la adopción de las mismas por parte de los productores ha sido pobre. Los factores que explican esta tendencia son varios. La prevalencia de insecticidas de amplio espectro imposibilita el establecimiento de enemigos naturales que mantengan a la plaga bajo control, mientras que productos de origen orgánico como Spinosad y *Bacillus thuringiensis* han sido víctimas de su propio éxito de manera tal que los productores hacen uso excesivo de los mismos hasta que pierden efecto y poco a poco regresan a los insecticidas de amplio espectro[7]. En el caso del uso de trampas cebadas con feromona la historia ha sido un poco diferente, dado que la baja adopción se relaciona con desconocimiento del uso y la percepción de que es una tecnología de mayor costo económico y que involucra mayor riesgo de pérdida del cultivo al atraer la plaga al cultivo, ambas razones completamente falsas debido al bajo costo de las feromonas y la imposibilidad de la feromona de atraer hembras al cultivo las cuales son las únicas que pueden causar brotes de la plaga[5].

La presente investigación se llevó a cabo con el objetivo de determinar si el trampeo masivo con feromona y el uso de los umbrales reportados por investigadores en India eran capaces de ser una alternativa a la aplicación calendarizada de insecticidas ampliamente usada por productores comerciales de repollo en Costa Rica para el control de la polilla dorso diamante, *P. xylostella*.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo entre los meses de junio y octubre del 2020, en los distritos de Capellades y Pacayas, del Cantón de Alvarado de la provincia de Cartago, Costa Rica. Se escogieron seis parcelas comerciales de repollo pertenecientes a cinco productores independientes. La distancia entre fincas y por tanto entre parcelas fue variada, con un mínimo de 150 m y un máximo de 5 Km. De igual forma, el tamaño de la parcela en cada finca fue diferente con un mínimo de 2130 m^2 y un máximo de 7000 m^2.

Comparación trampeo masivo versus aplicación calendarizada de insecticidas

Las seis parcelas seleccionadas fueron divididas en dos grupos: un grupo control en el cual se colocaron de 3 a 6 trampas de galón plásticas con agua jabonosa cebadas con feromona (P054-lure, ChemTica, Costa Rica) para monitoreo de *Plutella xylostella* y en las cuales el productor siguió su protocolo tradicional de aplicación calendarizada de insecticidas al menos 1 vez por semana o cuando consideró necesario (ad libitum), y un segundo grupo en el cual se colocaron 6 trampas de monitoreo además de las correspondientes trampas de trampeo masivo cebadas también con la misma feromona comercial y siguiendo la proporción de 50 trampas/ha para trampeo masivo, y en las cuales se realizaron aplicaciones de insecticidas únicamente si las capturas superaron el umbral de 8 polillas por trampa por noche en las trampas de monitoreo. En todas las parcelas por igual se siguieron las prácticas agronómicas normales utilizadas en fincas comerciales (manejo de enfermedades, nutrición, hierbas, riego, etc).

Parámetros evaluados

Semanalmente, en cada parcela se realizaron visitas en las cuales se contabilizó el número total de individuos capturados por trampa de monitoreo, se dio renovación del agua jabonosa y mantenimiento en caso de que la trampa lo requiriese. De cada parcela se obtuvo el promedio de polillas capturadas por trampa por noche y se utilizó como parámetro para decidir si se necesitaban aplicaciones químicas en el caso de las parcelas bajo trampeo masivo. Con cada visita además se realizó un análisis del daño característico en planta debido a la larva de la polilla dorso diamante. Para esto en cada parcela se seleccionaron de manera completamente aleatoria 20 plantas semanalmente distribuidas lo más disperso y equidistante posible en la parcela. En cada planta se clasificó el tipo de daño según la escala reportada de Schuster, Workman y Chalfant[11]. A partir del número de plantas con algún tipo de daño se obtuvo el porcentaje de plantas dañadas por cada parcela y se promedió por tratamiento.

En el caso del análisis económico, se examinó el costo de cada tratamiento en relación a la inversión de los méto-

dos utilizados para el manejo de la plaga, el mantenimiento, instalación, mano de obra, así como el beneficio económico de los rendimientos productivos encontrados. Los costos fueron separados según tratamiento; en el tratamiento de trampeo masivo se contemplaron las feromonas sexuales sintéticas utilizadas en cada parcela, el costo de los insecticidas, además de los objetos utilizados para su instalación y mantenimiento. En el caso del manejo convencional en parcelas control, se consideró el costo de los insecticidas aplicados y el número de aplicaciones, también se incluyó las trampas con feromonas de monitoreo utilizadas. En todas las parcelas los costos fueron ajustados al tamaño de cada parcela de manera que se obtuviera el costo por metro cuadrado de cada una de las alternativas. Para la estimación del beneficio económico, se consultó los rendimientos productivos de cuatro parcelas, dos de cada tratamiento, en las otras dos parcelas se dificultó la obtención de la información respectiva por parte de los productores. Con esto se compararon datos entre tratamientos según producción, el cual se contempló la diferencia de kilogramos cosechados por metro cuadrado entre tratamientos. Seguido a esto se procedió a establecer la diferencia de rendimientos a nivel de hectárea, dicha diferencia se tradujo al beneficio económico comercializando el producto a un precio promedio de referencia establecido a nivel nacional.

Análisis estadístico

Para determinar el efecto de los tratamientos sobre las variables de respuesta estudiada (adultos capturados por trampa por noche y porcentaje de daño), se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas en el tiempo bajo la teoría de los modelos lineales mixtos. El modelo lineal para el experimento bifactorial fue el siguiente:

Se utilizó el programa estadístico InfoStat para comprobar los supuestos del ANOVA con gráficos diagnósticos (cuantiles de los términos de error, gráficos de residuos y gráficos de residuos vs. predichos) y se escogió el mejor modelo en función de los criterios de Akaike (AIC) y de información Bayesiano (BIC). En las variables donde existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos, se realizaron las comparaciones de medias por medio de la prueba de Prueba de Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC) ($p \leq 0.05$) permitiendo la formación de grupos excluyentes y no transición entre tratamientos.

Resultados

Las capturas promedio de machos por trampa por noche fueron indicadores directos del nivel poblacional de la plaga en los dos tratamientos evaluados. El método de aplicación calendarizada se mantuvo en el tratamiento control, mediante las constantes aspersiones de insecticidas como Spinosad, Emamectina benzoato y *B. thuringiensis*. No obstante, las poblaciones observadas en las trampas de monitoreo del tratamiento de trampeo masivo no fueron estadísticamente diferentes de las del control a pesar de que las aplicaciones químicas fueron casi nulas en este tratamiento (Figura 1). Es importante destacar que, si bien no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos tratamientos, la diferencia numérica es clara particularmente al observar los resultados de capturas por trampa por noche en cada semana de evaluación en cada parcela, mostrando poblaciones menores en las parcelas con trampeo masivo que en las de manejo convencional (Figura 2).

Al comparar el porcentaje promedio de plantas dañadas por la polilla dorso diamante durante la prueba, se constató que las parcelas control, es decir, con método de control químico únicamente, presentaron valores significativamente mayores a las parcelas con trampeo masivo (Figura 3).

En cuanto al análisis de costos asociados, la inversión en plaguicidas de cada productor en cada uno de los tratamientos fue adicionada al costo de mantener las trampas de monitoreo, así como las trampas de trampeo masivo en aquellas parcelas alternativas al control, y todos los costos fueron relativizados al tamaño de las parcelas evaluadas (Tabla 1). Los resultados mostraron que el costo total aproximado del manejo convencional es en promedio $4200 por hectárea, el cual es mayor al costo del trampeo masivo el cual corresponde a aproximadamente $3100, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$).

Finalmente, al analizar el beneficio económico directamente reflejado en el rendimiento se observó que resultaron superiores los rendimientos de las parcelas con trampeo masivo comparado con el tratamiento control. En las parcelas con trampeo masivo se obtuvo 0.05 kilogramos más de repollo comercializable por cada metro cuadrado, resultando en 500 kilogramos más de repollo por hectárea para este tratamiento. A nivel comercial, dicho dato de 0.05 kilogramos más de repollo cosechado entre tratamientos, y a un precio de 0.28 dólares americanos/kg en el mercado se traduciría en 140 dólares más ganados por hectárea.

Discusión

El uso de feromonas sexuales sintéticas para la captura de adultos de la plaga *Plutella xylostella* en repollo en la provincia de Cartago, Costa Rica, resultaron ser positivos tanto para la captura como para la disminución del daño ob-

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \gamma_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ijk} \text{ con: i} = 1, 2. \quad \text{j} = 1\ldots12. \quad \text{k} = 1\ldots3 \qquad (1)$$

Y_{ijk}: variable de respuesta del i-ésimo tratamiento, j-ésimo semanas de conteo y la k-ésima repetición.
μ: media general
α_i: efecto de la i-ésimo tratamiento.
γ_j: efecto de la j-ésimo tiempo de evaluación
δ_{ij}: efecto adicional (interacción) para la combinación de los niveles i del tratamiento y j tiempo de evaluación.
ε_{ijk}: término de error que se distribuye normal independiente con media cero y varianza constante.

servado en el cultivo, además de un mayor ahorro de dinero e incluso un aumento ligero en los rendimientos productivos, por lo que en términos generales el tratamiento con trampeo masivo fue más satisfactorio para los productores. Las investigaciones realizadas en India a finales de los 90s y principios de la década del 2000 fueron claros ejemplos de la capacidad de conseguir un manejo adecuado de la polilla dorso diamante a través del uso de la feromona sexual de la misma en trampas diseñadas para su monitoreo y trampeo masivo[6,8-12]. No obstante, probablemente por poco acceso a la información y la percepción de mitos infundados sobre costos y riesgos del uso de feromonas, esta tecnología no ha sido ampliamente usada para controlar esta plaga en la región Centroamericana.

El hecho de que las poblaciones monitoreadas en parcelas con trampeo masivo no fueran significativamente menores que las parcelas control no es desalentador dado que lo que realmente demuestra es que aún sin aplicación

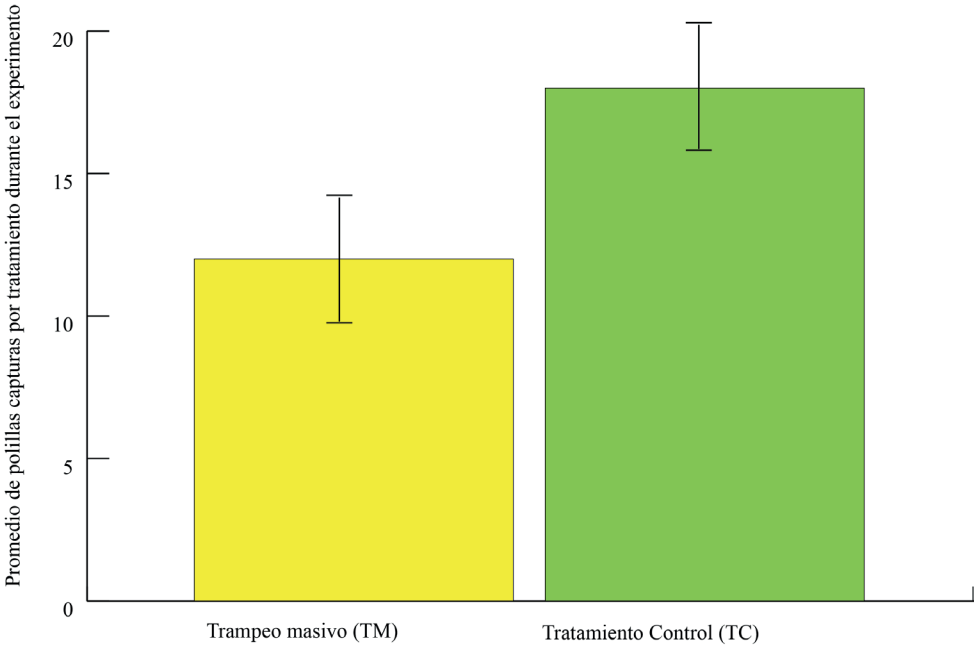

Figura 1. Promedio de capturas de machos de *P. xylostella* por tratamiento en trampas de monitoreo cebadas con feromona sexual de esta plaga. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (P > 0.05).

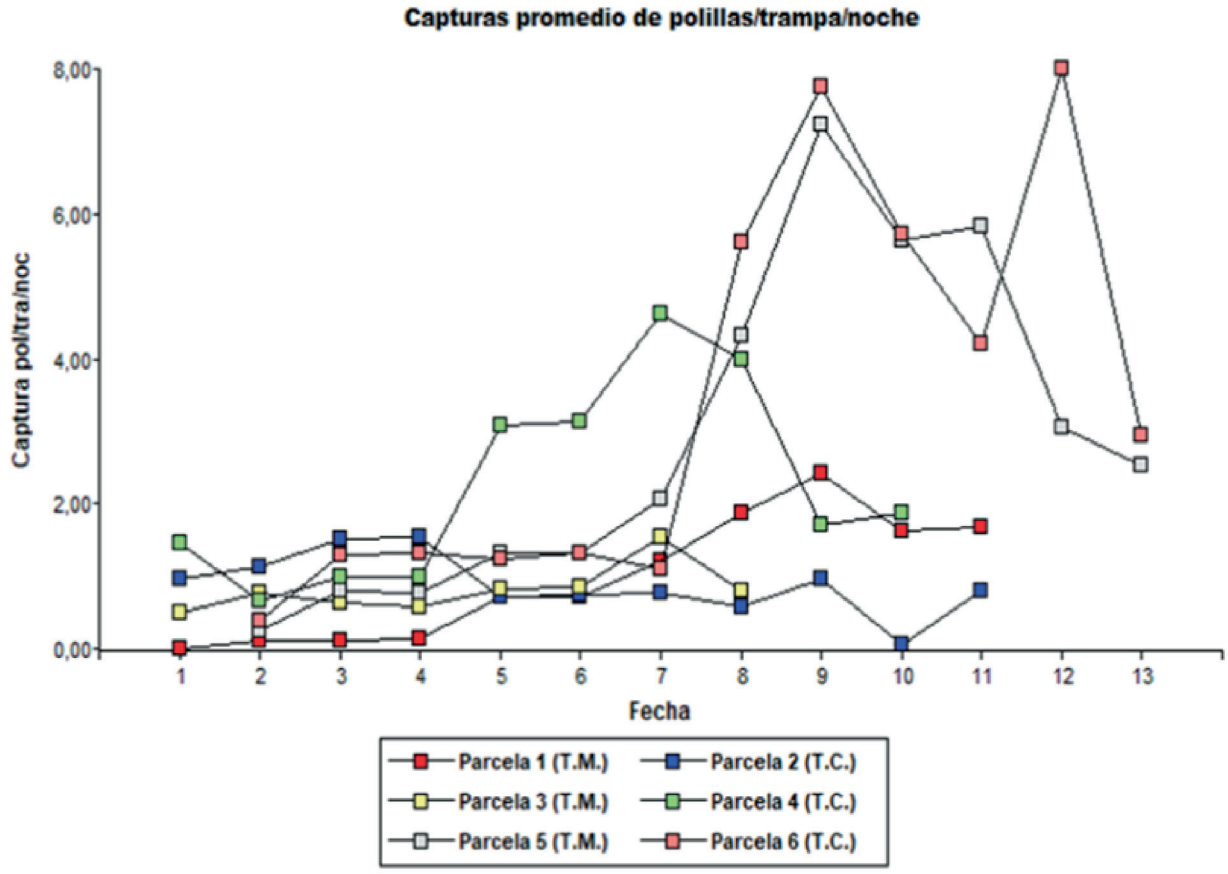

Figura 2. Promedio de captura de polillas/trampa/noche según parcela y semana de evaluación. TM: trampeo masivo; TC: tratamiento control.

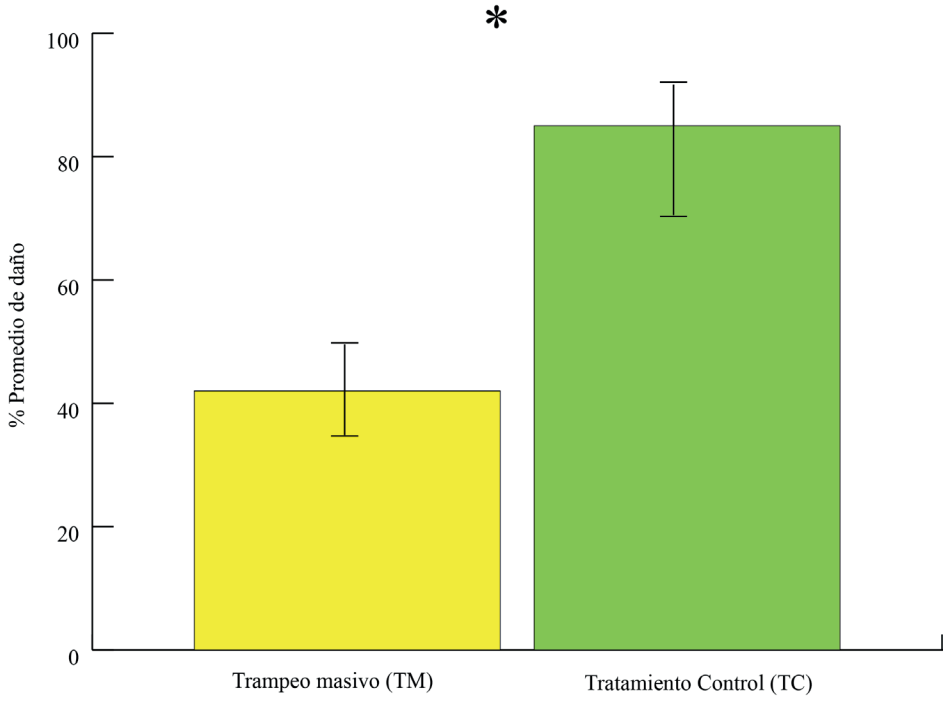

Figura 3. Promedio porcentual de plantas con daño de *P. xylostella* en parcelas control (TC) y parcelas con trampeo masivo (TM). Asterisco entre barras indica diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$).

Parcela (Tratamiento)	Área (m^2)	Inversión Total / m^2 (dólares americanos)
1 (Control)	7000	0.43
2 (Control)	3300	0.37
3 (Control)	2130	0.46
4 (Trampeo masivo)	3500	0.30
5 (Trampeo masivo)	7000	0.34
6 (Trampeo masivo)	3710	0.28

Tabla 1. Promedio de captura de polillas/trampa/noche según parcela y semana de evaluación. TM: trampeo masivo; TC: tratamiento control.

calendarizada de insecticidas el cultivo puede manejarse igual o incluso mejor (diferencias numéricas en capturas) que con el uso exclusivo de insecticidas. Esto se puede relacionar con la aparición de enemigos naturales de control biológico que se desencadena al disminuir la presión por el uso de insecticidas. Este aspecto es especialmente relevante puesto que se ha demostrado que incluso la eficacia misma de los insecticidas se ve beneficiada cuando otras medidas de control se combinan en programas MIP[13]. De manera similar, es esperable que la disminución en la dependencia en aplicaciones calendarizadas de agroquímicos represente un beneficio directo en la salud de los productores y finalmente en el consumidor final[14].

La disminución en el daño, la disminución en los costos para manejar la plaga y el aumento en rendimientos representan promesas sumamente atractivas para los productores. En una de las investigaciones citadas anteriormente en India se determinó que la diferencia en ganancia bruta por hectárea entre parcelas con MIP y parcelas con control convencional de la polilla dorso diamante eran de aproximadamente 330 dólares americanos por hectárea[6]. Nuestro estudio evidencia que desde el punto de vista económico y comparado con los resultados en la India, nuestros resultados son explícitamente más exitosos: aún incluyendo los costos (feromona y trampas, su instalación y mantenimiento y el costo de mano de obra e insecticidas usados cuando fue necesario) la diferencia promedio por hectárea de ahorro en insecticidas es de 1100 dólares americanos por hectárea a lo cual debe sumarse un extra estimado de 140 dólares por incremento en rendimiento, lo cual hace un total de 1240 dólares americanos por hectárea de diferencia. Respecto al rendimiento, es interesante que una disminución en el uso de insecticidas tenga efectos probables en la producción. Algunos autores se han referido a este tema y como algunas interacciones planta-insecto puede terminar siendo beneficiosas en el rendimiento[15].

Es importante considerar que si bien los resultados fueron en general positivos, existen una serie de factores que también pueden ser decisivos en el éxito del programa de manejo de la plaga. El tipo de suelo, la diversidad de las plantas asociadas, la amplitud de la dieta de los insectos plaga, la composición química y física de las plantas huésped, la abundancia de enemigos naturales, y los micro y macro climas presentes en cada área que influyen en la abundancia de la polilla en cada ciclo de cultivo y que se deben considerar para el control biorracional de la plaga[16–18].

Conclusiones

La investigación realizada permitió corroborar reportes

sobre la capacidad del monitoreo y trampeo masivo de la polilla dorso diamante, *Plutella xylostella*, para controlar la plaga con beneficios económicos tangibles para el productor. En lo que se conoce de la literatura científica hasta el momento esta es la primera vez que se da a cabo esta demostración en Centroamérica y abre la puerta para la adopción de esta tecnología por parte de los productores de brásicas en la región.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: FGF, AVM, AGH; metodología: AVM, FGF, SNN; investigación: CRC, SNN; análisis: FGF, SNN, AVM; escritura primer borrador: FGF, SNN, CRC, AVM, AGH, revisición y edición: FGF, SNN, CRC, AVM, AGH. Todos los autores han leído y aceptado la publicación de este manuscrito.

Financiamiento

Este manuscrito no recibió financiamiento externo.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los ingenieros e ingenieras de Walmart Centroamérica, particularmente a Sofía Ramírez y Luis Mata. De la misma manera, extendemos nuestro agradecimiento a todos los productores involucrados en el estudio.

Conflictos de Interés

Los autores declaran no conflicto de interés.

Referencias bibliográficas

1. Macharia I, Löhr B, de Groote H. Assessing the potential impact of biological control of Plutella xylostella (diamondback moth) in cabbage production in Kenya. J. Crop Pro. 2005, 24(11):981–9.
2. Perez CJ, Shelton AM. Resistance of Plutella xylostella (Lepidoptera: Plutellidae) to Bacillus thuringiensis Berliner in Central America., J. Econ. Entomol.1997, 90(1): 87–93.
3. Agboyi LK, Ketoh GK, Martin T, Glitho IA, Tamó M. Pesticide resistance in Plutella xylostella (Lepidoptera: Plutellidae) populations from Togo and Benin. Int J Trop Insect Sci. 2016, 36(4):204–10..
4. Sarfraz M, Keddie BA. Conserving the efficacy of insecticides against Plutella xylostella (L.) (Lep., Plutellidae). J Entomol Nematol. 2005, 129(3):149–157.
5. Araya L, Monge L, Carazo E, Cartín V. Diagnóstico del uso de insecticidas para el combate de Plutella xylostella en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas 1999, 52:49–61.
6. Reddy GVP, Guerrero A. Optimum timing of insecticide applications against diamondback moth Plutella xylostella in cole crops using threshold catches in sex pheromone traps. Pest Manag Sci. 2001, 57(1):90–4.
7. Furlong MJ, Wright DJ, Dosdall LM. Diamondback moth ecology and management: Problems, progress, and prospects. Annu Rev Entomol. 2013, 58(1):517–41.
8. Reddy GV. Comparative effect of integrated pest management and farmers' standard pest control practice for managing insect pests on cabbage (Brassica spp.). Pest Manag Sci. 2011, 67(8):980–985.
9. Reddy GVP, Guerrero A. Pheromone-based integrated pest management to control the diamondback moth Plutella xylostella in cabbage fields. Pest Manag Sci. 2000, 56:882–8.
10. Reddy G, Urs K. Mass trapping of diamondback moth Plutella xylostella in cabbage fields using synthetic pheromones. Int. Pest Control 1997, 39(4):125–6.
11. Schuster DJ, Workman RB, Chalfant RB. Evaluation of a visual damage threshold for management of lepidopterous larvae on cabbage with pyrethroid insecticides. J. Agric. Entomol. 1984, 1:318 – 322.
12. Reddy GV. Comparative effect of integrated pest management and farmers' standard pest control practice for managing insect pests on cabbage (Brassica spp.). Pest Manag Sci. 2011, 67(8):980–985.
13. Anjum F, Wright D. Relative toxicity of insecticides to the crucifer pests Plutella xylostella and Myzus persicae and their natural enemies. J. Crop Prot. 2016, 88:131–6.
14. Shakeel M, Farooq M, Nasim W, Akram W, Khan FZA, Jaleel W, et al. Environment polluting conventional chemical control compared to an environmentally friendly IPM approach for control of diamondback moth, Plutella xylostella (L.), in China: a review. Environ. Sci. Pollut. 2017, 24(17):14537–14550.
15. Poveda K, Díaz MF, Ramirez A. Can overcompensation increase crop production? Ecol. 2018, 9(2):270–280.
16. Baur ME, Kaya HK, Thurston GS. Factors affecting entomopathogenic nematode infection of Plutella xylostella on a leaf surface. Entomol Exp Appl. 1995, 77(3):239–250.
17. Badenes-Perez FR, Shelton AM, Nault BA. Evaluating Trap Crops for Diamondback Moth, Plutella xylostella (Lepidoptera: Plutellidae). J. Econ. Entomol. 2004, 97(4):1365–72.
18. Braga L, Diniz IR. The Abundance of Specialist and Generalist Lepidopteran Larvae on a Single Host Plant Species: Does Spatial Scale Matter? Fla Entomol. 2015, 98(3):954–61.