

Estrategia de componentes para el manejo integrado de *Plutella xylostella* L. en brócoli

Agustina, Valverde-Rodríguez¹; Henry, Briceño-Yen^{2*};
Luisa Alvarez-Benaute³; Marco Tineo-Arbi⁴

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue determinar la eficiencia de la agrupación de diversos componentes para el manejo integrado de *Plutella xylostella* L. en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica). Se utilizó el diseño de bloques completamente al Azar (DBCA) con 4 tratamientos: *Bacillus thuringensis* / trampas de luz/ barreras vivas de maíz (T1), *Metharhizium anisopliae* / trampas a colores / barreras vivas de maíz (T2), trampas a colores/ trampas de luz/ barreras vivas de maíz (T3), y control absoluto (Testigo-To) y 3 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: incidencia de la especie y rendimiento en g/planta. Entre los resultados se registran menor número de oviposiciones, larvas y pupas de *P. xylostella* en el tratamiento T1 (*Metharhizium anisopliae* / trampas a colores/barreras vivas de maíz), ocurre lo mismo en el rendimiento, registrándose los mayores promedios de peso 552,0 g y 513,0 g de pella por planta en el T1 y T2 respectivamente, quedando en el último lugar según el orden de importancia, el testigo con 400,6 g.

Palabras clave: Manejo integrado, control etológico, *Plutella xylostella*, barreras vivas, entomopatógenos.

Component strategy for the integrated management of *Plutella xylostella* L. in broccoli

Abstract

The objective of the present investigation was to determine the efficiency of the integration of the components for the integrated management of *Plutella xylostella* L. in the cultivation of broccoli (*Brassica oleracea* var. itálica). The completely randomized block design (DBCA) was used with 4 treatments: *Bacillus thuringensis* / light traps / live corn barriers (T1), *Metharhizium anisopliae* / colored traps / live corn barriers (T2), colored traps / light traps / live corn barriers (T3), and absolute control (Control-To) and 3 repetitions. The variables evaluated were: incidence of the species and yield in g / plant. Among the results, fewer ovipositions, larvae and pupae of *P. xylostella* are recorded in treatment T1 (*Metharhizium anisopliae* / colored traps / live corn barriers), the same occurs in yield, registering the highest weight averages. 552.0 g and 513.0 g of pellet per plant in T1 and T2 respectively, remaining in the last place according to the order of importance, the control with 400.6 g.

Keywords: Integrated management, ethological control, *Plutella xylostella*, living barriers, entomopathogens.

Recibido: 15 de mayo de 2021

Aceptado: 12 de agosto de 2021

¹ M.Sc. Ciencias Agropecuarias Mención Sanidad Vegetal, Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Perú <https://orcid.org/0000-0003-1522-4827>

² M.Sc. Produccion Agricola, Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Perú hbriceno@unheval.edu.pe

³ - M.Sc. Agua.Análisis Interdisciplinario Y Gestión Sostenible, Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Perú <https://orcid.org/0000-0001-6961-9870>

⁴ Bachiller Ciencias Agrarias, Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Perú

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

I. INTRODUCCIÓN

La especie *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) es una plaga cosmopolita altamente destructiva de Brassicas en todo el mundo, cuyo costo anual mundial para su control está en mil millones de dólares estadounidenses (Perry *et al.*, 2020; Zalucki *et al.*, 2012; Li *et al.*, 2016). Su presencia se acentúa en una diversidad de especies de brassicacea cultivadas y silvestres introducidas o nativas en todo el mundo, con altas poblaciones en las regiones tropicales y templadas (Talekar y Shelton, 1993). Asimismo, esta plaga presenta en campo múltiples generaciones, un período de crecimiento corto, alrededor de 18 días, su población puede aumentar hasta 60 veces de una generación a la siguiente (De Bortoli, 2013). En el cultivo del brócoli el nivel de daño económico (NDE) de esta plaga es de 2-3 larvas por hoja en 10 plantas, mientras que el umbral económico es de 1 a 2 larvas en 10 plantas (Fernández *et al.*, 2013), en otros estudios se ha definido que, para brócoli y coliflor el NDE es de 0,5 larvas hasta los primeros 45 días, y 0,2 larvas desde los 45 días hasta el último corte (Bujanos *et al.*, 2013). Además, esta plaga debido a sus características biológicas ha desarrollado con bastante facilidad la resistencia a varios plaguicidas, según Zhao *et al.*, (2014): Kang, (2017). Existen estudios donde se ha registrado la resistencia de *P. xylostella* a la mayoría de los plaguicidas o a múltiples compuestos de insecticidas (Baker, 2011; Mo *et al.*, 2003; Furlong *et al.*, 2013; Endersby, *et al.*, 2008) entre ellas los del grupo espinosinas (Wang *et al.*, 2020) y al clorantraniliprol que ha sido fundamental en el manejo de esta polilla (Wang *et al.*, 2020). El control biológico todavía se centra casi exclusivamente en unas pocas especies de parasitoides himenópteros, una alternativa son los entomopatógenos sin embargo se ha registrado su resistencia a *Bacillus thuringiensis* (Bt) en el campo (Lin *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2020) estos inconvenientes proporcionan la base para enfoques de manejo integrado de plagas (MIP) sostenibles y económicamente viables (Furlong *et al.*, 2013). El MIP consiste en la combinación de varios métodos, estrategias o tácticas para mantener a las plagas a niveles que no causen pérdidas de importancia económica, sin provocar serios perjuicios ambientales ni humanos (Valencia, 2020).

En el campo entomológico, las tácticas se clasifican

en las siguientes categorías: mejoramiento genético, prácticas silviculturales, control biológico, combate etológico y combate químico selectivo (Hilje, 2020). Según Bustillo (2008), se debe considerar la fenología del cultivo, biología y comportamiento de la plaga, el muestreo, controladores biológicos y la dinámica de la población más las diferentes estrategias de manejo, la evaluación individual de los componentes de control, su compatibilidad entre ellas, armonía, eficacia y el impacto que puede producir (Villegas, 2016). Respecto al MIP Martínez (2010), señala que es una opción que hay que considerar en beneficio del ambiente como de la salud de los seres humanos y la FAO (2005) establece que el manejo integrado de plagas es la cuidadosa consideración de todas las técnicas disponibles para combatir las plagas y la posterior integración de medidas apropiadas que disminuyen el desarrollo de poblaciones y mantienen el empleo de plaguicidas y otras intervenciones a niveles económicamente justificados. Castillo (2018) concluye que el MIP es una tecnología que contribuye a mantener la sostenibilidad social, ambiental como económica de los agroecosistemas de producción. Respecto, a la metodología, Correa, (2014) refiriéndose al manejo de lepidópteros con estrategias MIP recomienda monitoreos permanentes, uso de hongos entomopatógenos más extractos vegetales. En tanto Briceño, *et al.*, (2021) recomiendan la utilización de hembras vírgenes de *P. xylostella* como estrategia del manejo integrado de plagas para reducir el daño de la plaga. Padilla y Díaz, (2011) en la investigación Manejo integrado de *P. xylostella* en el cultivo de la col (*Brassica oleracea* L.) evaluaron diferentes alternativas de manejo entre ellas, la aplicación de *Heterorhabditis bacteriophora*, *Bacillus thuringiensis* y Nim; así como la mejor variante química en una y cuatro aplicaciones. De las alternativas evaluadas, se encontró que la combinación de *H. bacteriophora*, *B. thuringiensis*, Nim y Monarca / Malathion en una aplicación redujeron la incidencia de la plaga estudiada y además la propuesta fue económicamente viable. Por su parte Chávez y Hurtado, (2010) ocupan las combinaciones selectas de microtúneles, nematodo entomopatógeno, refugios, y el insecticida Rynaxypyr para el manejo integrado de *P. xylostella* en brócoli, coliflor y repollo. Sin embargo, estas combinaciones no registran altos porcentajes de efectividad; por

lo tanto, determinar las nuevas combinaciones de los componentes es esencial para averiguar, si son viables y eficientes, además de ser económicamente rentables.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en las parcelas hortícolas del centro de Investigación Frutícola Olerícola (CIFO) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, ubicada sobre la margen izquierda del río Huallaga - Cayhuayna, 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 durante los meses de enero a abril del 2019. La población estuvo constituida por 1440 plantas de brócoli y la muestra de 96 plantas por área neta experimental. Se utilizó el diseño de bloques completamente al Azar (DBCA) con 4 tratamientos con tres repeticiones para un total de 12 unidades experimentales, entre los componentes ocupados se tuvo:

Tratamiento T1= Consistió en aplicaciones de los formulados de *Bacillus thuringensis* var. Kurstaki a razón de 40 g/ 20 litros de agua, cada 5 días / trampas de luz en horas de la noche por tres veces a la semana alternadas diariamente / barreras vivas a base del cultivo de maíz amiláceo al contorno de las parcelas de cada unidad experimental.

Tratamiento T2= aplicaciones de los formulados de *Metarhizium anisopliae* a razón de 40 g/ 20 litros de agua, cada 5 días / trampas pegajosas a colores expuestas durante todo el periodo del desarrollo de la planta / barreras vivas a base del cultivo de maíz amiláceo al contorno de las parcelas de cada unidad experimental

Tratamiento T3= trampas pegajosas a colores expuestas durante todo el periodo del desarrollo de la planta / trampas de luz en horas de la noche alternadas diariamente / barreras vivas a base del cultivo de maíz amiláceo al contorno de las parcelas de cada unidad experimental.

Tratamiento T0= No recibió ningún componente, fue el testigo absoluto

La aplicación de los entomopatógenos *Bacillus*

thurigiensis, y *Metarhizium anisopliae* fueron realizados en horas de la tarde, a partir de las 4:00 pm. Se ocupó el acydif para regular el pH del agua, al momento de dosificar el producto también se añadió un adherente a una dosis de 1 cc por 2 litros de agua con la finalidad de mejorar la adherencia del producto en las hojas.

Como trampeo a base de luz, se utilizó un panel solar, que genera energía en los focos led de 5w 12 v colocadas a una altura de 0.40 m con función de iluminar en horas de la noche. Colocando debajo de ello un recipiente (tina) con atrayente alimenticio a base de melaza para provocar la caída y muerte de los insectos adultos de la especie.

Como trampas de color amarillo, se ocuparon rótulos de 0,30 x 0,40 impregnando de aceite vegetal con recambio interdiaria, ubicados a una altura aproximada de 0,40 m.

Las evaluaciones de la incidencia de poblaciones en los estados huevo, larva y pupa de *P. xylostella* L se efectuaron con una frecuencia de tres veces por semana. Revisando minuciosamente al azar el envés de las hojas de 10 plantas en cada unidad experimental.

Los resultados se analizaron con el software estadístico InfoStat versión 2013. El cumplimiento de los supuestos de normalidad y de homogeneidad de varianzas se comprobó mediante el test de normalidad de Shapiro-Wilk, Anderson-Darling. Luego los resultados se sometieron a un análisis unidireccional de varianzas seguido de la prueba de comparación de promedios de LSD Fisher ($p < 0.05$) para determinar las diferencias entre los promedios de los tratamientos. un análisis de covarianza para determinar el efecto de las densidades reales de la plaga en el rendimiento, sin necesidad de corregir debido a que no fue significativo.

III. RESULTADOS

En general las poblaciones de *P. xylostella* sobrepasaron el nivel crítico de 3 individuos por planta (Fernández *et al.*, 2013; Bujanos *et al.*, 2013) durante todo el periodo en estudio. En los resultados bajo condiciones de alta presión de la plaga para este estudio se registran diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$) a partir de la segunda semana de evaluación.

Evaluación de la densidad poblacional de oviposturas

El registro de oviposturas de *P. xylostella* por planta para cada tratamiento comenzó a los 7 días de la instalación del ensayo, sin diferencias estadísticas entre los tratamientos en la primera fecha de evaluación (tabla 1). Para luego incrementarse en los posteriores días.

Las oviposturas en el tratamiento T1 y el tratamiento T2 a partir del día 21 de evaluación no fueron significativamente diferentes, registrándose oviposturas entre 2,58 a 8,02 por planta, en tanto, en los tratamientos T3 y T0, el promedio de oviposturas fue estadísticamente superior al resto ($p < 0.05$) con hasta 19,77 en el T0 y 17,69 en el T3 a los 49 días de evaluación.

Tabla 1. Oviposturas de *P. xylostella* en el cultivo de *Brassica oleracea* var. itálica, temporada 2019

Tratamientos	Promedio de huevos de <i>Plutella xylostella</i> en campo pos aplicación								
	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	49 días	56 días	63 días
T1	3,2 a	6,3 b	8,02 a	7,46 a	5,76 a	3,87 a	2,83 a	2,46 a	2,58 a
T2	4,2 a	5,6 a	10,54 a	6,3 a	6,56 a	5,48 a	5,17 a	3,53 a	3,63 a
T3	3,3 a	7,94 c	13,33 b	17,17 c	16,82 b	15,53 b	17,69 c	17,33 b	11,93 b
T0	3,5 a	5,9 ab	10,69 a	13,89 7b	15,02 c	18,47 c	19,77 d	17,69 b	11,61 b
Temperatura	21,5	20,8	21,8	22,1	20,7	20,8	19,9	21,1	19,9
C.V (%)	21,29	3,94	12,11	13,25	8,26	8,44	8,64	9,29	26,45
E.E	0,44	0,15	0,74	0,86	0,53	0,53	0,57	0,55	1,14

Promedios en la misma columna con letras distintas difieren entre sí, Test LSD Fisher ($p < 0.05$).

Se registra una población en incrementos en las tres primeras semanas de evaluación para todos los tratamientos, sin embargo, a partir de esta fecha se observa una caída paulatina en los tratamientos T1 y T2 llegando en promedio a 2,58 y 3,63 (por debajo

del nivel crítico) respectivamente, en tanto ocurre lo contrario en los tratamientos T3 y T0, donde las poblaciones se incrementan hasta llegar a un pik de 17,33 y 18,47 (Figura 1). Se incluye el factor temperatura para determinar la correlación.

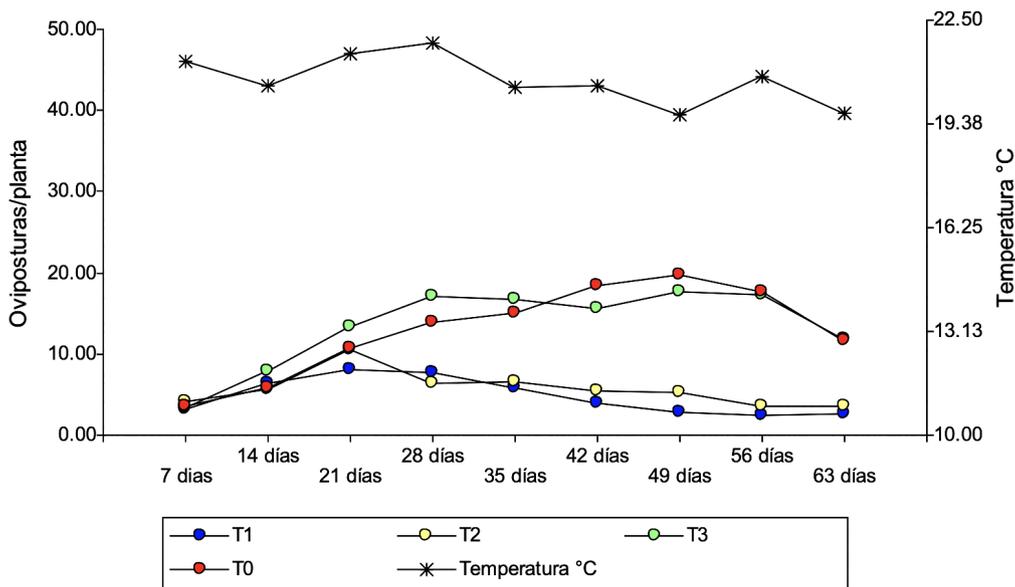


Figura 1. Promedio poblacional de huevos *P. xylostella* en el cultivo de *Brassica oleracea* var. itálica) temporada 2019

Evaluación de la densidad poblacional de larvas

Al evaluar las poblaciones de larvas de *P. xylostella* en los tratamientos, durante todo el estado de desarrollo de la planta, se pudo registrar que menores poblaciones fueron en el tratamiento T1 y T2 con promedios de 3 a 9 y 3,13 a 10 larvas/planta respectivamente y sin diferencias estadísticas significativas entre ambos tratamientos ($p > 0.05$) a

excepción de los reportes en los días 21 y 28 donde se observa un incremento poblacional de hasta 24,80 y 17,783 (T1) y un promedio de 28,30 larvas (21 días) para el T2 (Tabla 2), este incremento posiblemente esta correlacionado con el factor temperatura, que para esas dos fechas fluctuaba en 21,75 °C y 22,1 °C, temperaturas más altas de todo el periodo en estudio. Sin embargo, este factor requiere nuevos estudios para determinar la correlación existente.

Tabla 2. Promedio de larvas vivas de *P. xylostella* en campo, evaluadas a través del tiempo

Tratamientos	Número de larvas vivas de <i>Plutella xylostella</i> en campo pos aplicación								
	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	49 días	56 días	63 días
T1	3,00a	6,50a	24,80b	17,83b	9,00a	6,40a	5,70a	4,77a	4,93a
T2	3,13a	7,63a	28,30b	10,1a	8,20a	7,43a	8,00a	4,53a	4,50a
T3	4,73ab	7,73a	28,03b	28,7c	28,47b	31,93b	30,30b	30,03b	24,2b
T0	6,53b	9,83b	16,83a	31,4c	32,97b	36,13b	31,63b	29,10b	28,33b
Temperatura	21,5	20,75	21,75	22,1	20,7	20,75	19,85	21,05	19,9
C.V (%)	23,64	10,99	10,38	22,33	14,91	22,68	17,29	17,49	20,74
E.E±	0,51	1,47	1,47	2,84	1,69	2,68	1,89	1,73	1,86

Promedios en la misma columna con letras distintas difieren entre sí, Test LSD Fisher ($p < 0.05$).

Las respuestas de las poblaciones de larvas son parecidas a las de oviposuras donde el incremento en las tres primeras semanas de evaluación es para todos los tratamientos, a partir de esta fecha se observa una caída consecutiva en los tratamientos T1 y T2 llegando a promedios de 4,93 y 4,50 respectivamente, distinto es el comportamiento en los tratamientos T3 y T0, donde las poblaciones se incrementan hasta llegar a un pik de 30,30 y 31,96 en

el día 42 de evaluación (Figura 1) para luego decaerse ligeramente. Se incluye el factor temperatura para determinar la correlación.

Entre los tratamientos T3 y T0, no se registran diferencias estadísticas ya que ambos presentan poblaciones altas fluctuantes entre los promedios 4,73 hasta 31,93 y 6,53- 36,13 respectivamente (Tabla 2). Estos resultados muestran una correlación con la alta población de oviposuras existentes en las parcelas de los mismos tratamientos.

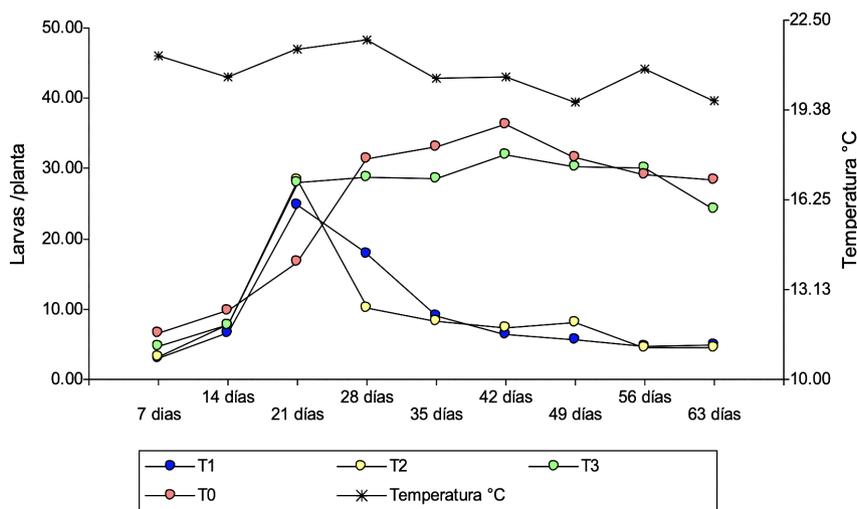


Figura 2. Promedio poblacional de larvas *P. xylostella* en el cultivo de *Brassica oleracea* var. *italica*), temporada 2019.

Evaluación de la densidad poblacional de pupas de *Plutella xylostella* en campo en el cultivo de brócoli.

El registro pupa de *P. xylostella* /planta para cada tratamiento comenzó a los 7 días a partir de la instalación del ensayo, registrándose diferencias estadísticas entre los tratamientos a través del

tiempo, siendo el T1 con menor número de pupas durante todo el periodo (1,46 a 18,02 pupas), y con diferencias estadísticas de los demás tratamientos en estudio ($p < 0.05$). Siendo el T3 con promedios desde 3,12 hasta unas 31,23 pupas por planta seguida por el T0 y sin diferencias estadísticas entre ellas (tabla 3).

Tabla 3. Promedio de pupa de *P. xylostella* en el cultivo de *Brassica oleracea* var. itálica), temporada 2019

Tratamientos	Promedio de pupas de <i>Plutella xylostella</i> en campo pos aplicación									
	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	49 días	56 días	63 días	
T1	1,80 a	8,0 b	13,93 a	18,02 b	6,58 a	1,47 a	1,51 a	1,50 a	1,46 a	
T2	3,28 b	8,12 b	24,20 c	8,87 a	8,53 a	8,00 b	8,48 c	4,60 a	4,27 a	
T3	3,12 b	8,27 b	30,27 c	30,83 c	29,63 b	30,03 c	32,53 c	31,23 b	31,02 b	
T0	3,57 b	5,89a	12,30b	30,67 c	27,23 b	18,33 c	18,97 b	15,53 b	15,47 b	
Temperatura	21,5	20,8	21,8	22,1	20,7	20,8	19,9	21,1	19,9	
C.V (%)	18,82	13,72	11,34	7,7	1,69	10,84	7,92	13,17	18,08	
E.E±	±0,32	±0,6	±1,32	±0,98	±0,18	±0,9	±0,7	±1,01	±1,36	

Promedios en la misma columna con letras distintas difieren entre sí, Test LSD Fisher ($p < 0.05$).

El comportamiento poblacional de las pupas es similar a la de las larvas, los registros se presentan en gráficos de perfiles multivariados con las diferencias

entre el promedio de los tratamientos vs. control absoluto (Figura 3). Se incluye el factor temperatura para determinar la correlación.

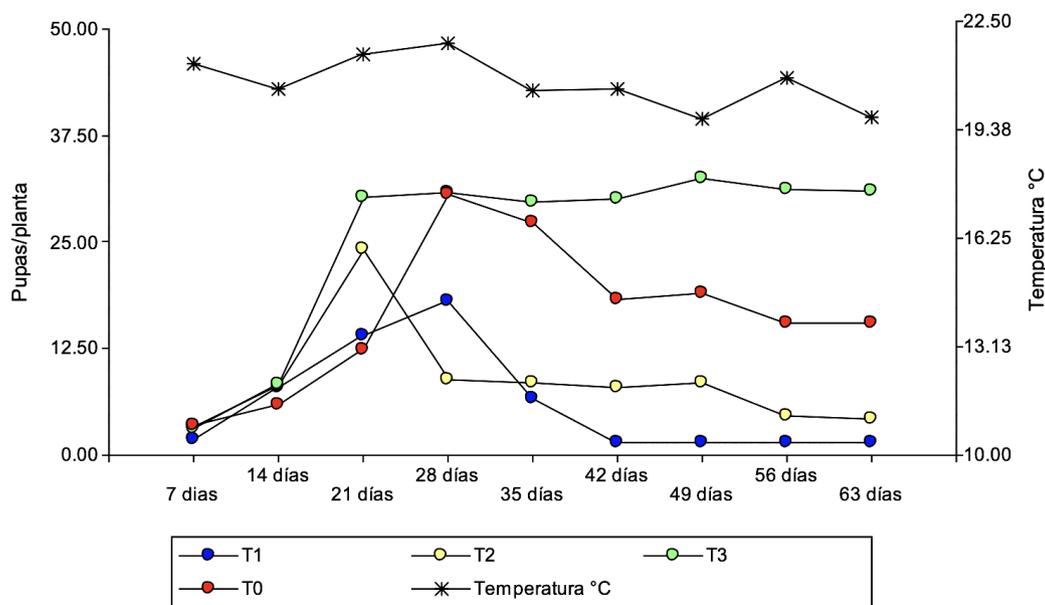


Figura 3. Población de pupas *P. xylostella* en el cultivo de *Brassica oleracea* var. itálica), temporada 2019

Rendimiento del cultivo de Brócoli

El mayor promedio de pesos de pella por planta lo obtuvo el T1 con 552,01 gramos seguida por el T2 con 513,00 gramos amos tratamientos difieren

estadísticamente ($P=0.0018 < 0.05$) del T3 que en promedio el peso de pella es 449,89 gramos y el T0 con 400,58 gramos, ocupando el último lugar según el orden de importancia (figura 4).

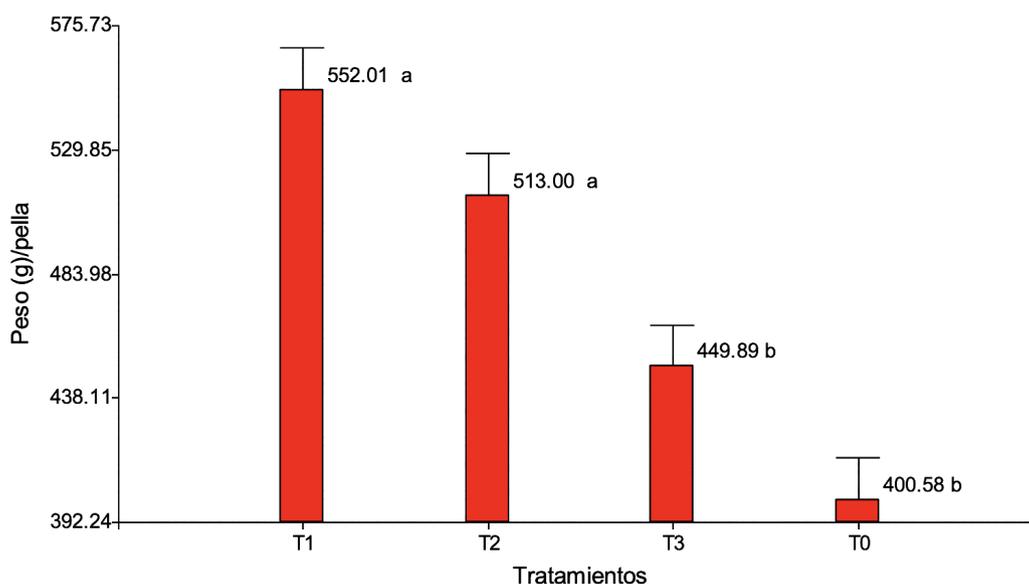


Figura 4. Peso promedio de pella por planta

IV. DISCUSIÓN

Las densidades poblacionales más bajas oviposturas, larvas y pupas de *P. xylostella* se registraron en las parcelas con aplicaciones de los formulados de *B. thuringensis* var. *kurstaki* a razón de 40 g/ 20 litros de agua, cada 5 días / trampas de luz en horas de la noche por tres veces a la semana con días alternadas / barreras vivas a base del cultivo de maíz amiláceo al contorno de las parcelas de cada unidad experimental (T1). Por su parte Ramírez-Rubio *et al.*, (2018) con el empleo de *B. thuringiensis* en el control de *P. xylostella* (L.) en el cultivo de la col reportaron eficiencias de hasta un 98% de efectividad. Debiéndose ello al mecanismo de acción de las esporas o cristales de Bt que son capaces de paralizar las piezas bucales y el intestino conduciendo al insecto al cese de la alimentación, regurgitación y diarrea (Vázquez, 2003; Ramírez-Rubio *et al.*, 2018), también como técnica de manejo se ocupan los cultivos trampa que alejan a las plagas del cultivo comercial (Hasheela *et al.*, 2010). Por su parte Moreno y González, (2007) indican que como parte del manejo agroecológico de plagas se destacan las barreras vivas de maíz y otras plantas. El maíz en particular permite prevenir y/o suprimir el ingreso de las plagas gracias a la envergadura de sus hojas en el desarrollo fenológico (Vázquez

2004^a; Estrada *et al.*, 2019). Las trampas de luz en horas de la noche para el caso de los lepidópteros adultos son eficientes, esta técnica fue empleado por Lazarte y Tupes, (2015) para la captura de adultos de *Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) en tomate, registrándose hasta 27, 56 adultos/semana. La atracción que la luz ejerce sobre los lepidópteros, en particular la luz blanca, ha sido ya demostrada por otros investigadores como Soto (2009).

En cuanto al uso de trampas adhesivas de colores para los adultos, existen varios estudios que demuestran su efectividad, como por ejemplo trampas a colores para la captura de adultos de *Tuta absoluta*, *T. vaporariorum*, *Epiphyas postfijttona* Walke., 1863 y *Cydia pomonella* (Clare *et al.*, 2000; Uchoa-Fernandes y Vilela (1994).

Se ha comprobado la eficacia de *Metarhizium anisoplia* en numerosos ensayos referente al control de *P. xylostella* (Batta, 2013; Ouyang *et al.*, 2015; Zafar *et al.*, 2020; Dong *et al.*, 2016), en el presente estudio también se logra comprobar su eficiencia en el control de lepidópteros, específicamente en la reducción de larvas de *P. xylostella*.

En lo que respecta a los rendimientos promedio obtenidos en este estudio, son similares a los reportados por Puenayan *et al.*, (2010), quienes registraron el mayor peso de las pellas con promedios entre 505,97 y 401,24 g.

V. CONCLUSIONES

Los resultados del estudio permiten concluir que las integraciones MIP a base de los formulados de *B. thuringensis* var. *Kurstaki* / trampas de luz en horas de la noche/ barreras vivas de maíz amiláceo al contorno de las parcelas (T1) y *M. anisopliae* / trampas pegajosas a colores / barreras vivas de maíz (T2), permiten mantener bajas poblaciones de la especie *P. xylostella* en sus diferentes estados de desarrollo biológico.

El rendimiento comercial de brócoli fue superior con la integración de componentes MIP T1 seguida por la integración MIP T2.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Baker, G. J. (2011). Crucifer vegetable insecticide resistance management strategies and issues in Australia. In *The Sixth International Workshop on Management of the Diamondback Moth and Other Crucifer Insect Pests* (eds Srinivasan, R., Shelton, A. M. & Collins, H. L.) 21–25.

Batta, Y. A. (2013). Efficacy of endophytic and applied *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sorokin (Ascomycota: Hypocreales) against larvae of *Plutella xylostella* L. (Yponomeutidae: Lepidoptera) infesting *Brassica napus* plants. *Crop Protection*, 44, 128-134.

Briceño, Y.H., Alvarez B.L.M. Valverde R.A. (2021). Eficiencia del número de hembras vírgenes en la captura de machos adultos de *Plutella xylostella* L. en el cultivo de Brassicas. *Revista Ciencia UNEMI* Vol. 14, N° 35, Enero-Abril 2021, pp. 73 – 80

Bujanos Muñoz, R., Jarillo, A.M., Díaz Espino, L.F., Gámez Vázquez, A.J., Ávila Perches, M.A., Herrera Vega, R., Dorantes González, J.R.A. y Gámez Vázquez, F.P. (2013). Manejo integrado de la palomilla dorso de diamante *Plutella xylostella* (L.) en la región del bajío, México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Centro Campo Experimental Bajío Celaya, México. Folleto Técnico 27. 44pp.

Castillo V. J. R. (2018). Desarrollo de un Programa de Manejo Integrado de Plagas para Espárrago (*Asparagus officinalis* L.) en la irrigación Chavimochic.

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAL_5c07f3b798367142664875b8a5f94ab3

Chávez, G. L., & Hurtado, R. M. (2010). El manejo integrado de *Plutella xylostella* en brócoli, coliflor y repollo con combinaciones selectas de microtúneles, nematodo entomopatógeno, refugios, y el insecticida Rynaxypyr en Zamorano, Honduras.

Clare, G., Suckling, D., Bradley, S., Walker, J., Shaw, P., Daly, J., McLaren, G. & Wearing, C. (2000). Pheromone trap colour determines catch of non-target insects. *Nerl Zealqtd Plant Protection*. 53:216-220.

Correa, G. (2014). Manual del cultivo de las plantas condimentarias de exportación bajo buenas prácticas agrícolas. Primera edición. Gobernación de Antioquia, Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Medellín, 140p.

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.

Dong, T. Y., Zhang, B. W., Weng, Q. F., & Hu, Q. B. (2016). The production relationship of destruxins and blastospores of *Metarhizium anisopliae* with virulence against *Plutella xylostella*. *Journal of Integrative Agriculture*

Endersby, N. M., Ridland, P. M. & Hoffmann, A. A. (2008). The effects of local selection versus dispersal on insecticide resistance patterns: longitudinal evidence from diamondback moth *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) in Australia evolving resistance to pyrethroids. *Bull. Entomol. Res.* 98, 145–157. <https://doi.org/10.1017/S0007485307005494>

Estrada, O. G. D., Arias, A. P., & Cedeño, Q. A. (2019). Manejo agroecológico de plagas en sistemas de cultivos urbanos del municipio Manzanillo, provincia Granma (Original). *Redel. Revista Granmense de Desarrollo Local*, 3(3), 99-111.

- FAO, (2005) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Departamento de Agricultura y Protección al Consumidor .Programa de lucha contra las plagas FAO/OIEA. Manejo integrado de plagas en zonas extensas <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0506sp1.htm>
- Fernández, C., Lietti, M. y Montero, G. (2013). Ensamblajes de insectos herbívoros y benéficos, en Brassicaceae de cultivos y bordes en agroecosistemas extensivos y huertas agroecológicas. II jornadas técnicas de agricultura urbana, Zavalla. DOI: 10.13140/RG.2.2.19398.78407.
- Furlong, M. J., Wright, D. J. & Dossall, L. M. (2013). Diamondback moth ecology and management: problems, progress, and prospects. *Annu. Rev. Entomol.* 58, 517–541. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153605>
- Hasheela, E.B.S., Nderitu, J. H. y Olubayo, F.M. (2010). Evaluation of border crops against Infestation and damage of cabbage by diamondback moth (*Plutella xylostella*). *Tunisian Journal of Plant Protection* 5 (1): 99-106.
- Hilje, L. (2020). En busca de un enfoque preventivo para el manejo del barrenador de 20 las meliáceas (*Hypsipyla grandella*). *Revista de Ciencias Ambientales* 54(2):211-229. DOI: <https://doi.org/10.15359/rca.54-2.13>.
- Kang, S. 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
- Lazarte, J. J. M., & Tupes, A. M. (2015). Trampas de luz con panel pegante para la captura de adultos de *Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) en tomate. *REBIOL*, 34(2), 53-59.
- Li, Z., Feng, X., Liu, S.-S., You, M. & Furlong, M. J. (2016). Biology, ecology, and management of the diamondback moth in China. *Annu. Rev. Entomol.* 61, 277–296. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010715-023622>
- Lin, J., Yu, X. Q., Wang, Q., Tao, X., Li, J., Zhang, S., ... & You, M. (2020). Immune responses to *Bacillus thuringiensis* in the midgut of the diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Developmental & Comparative Immunology*, 107, 103661. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2020.103661>
- Liu Z, Fu S, Ma X, Baxter SW, Vasseur L, Xiong L, et al. (2020) La resistencia a la toxina Cry1Ac de *Bacillus thuringiensis* requiere mutaciones en dos parálogos del transportador de casete de unión a ATP de *Plutella xylostella*. *PLoS Pathog* 16 (8): e1008697. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1008697>
- Martínez, N. (2010). Manejo integrado de plagas: Una solución a la contaminación ambiental. *Comunidad y Salud*, 8(1), 073-082. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-32932010000100010&lng=es&tlng=es.
- Mo, J. H., Baker, G., Keller, M. & Roush, R. (2003). Local dispersal of the diamondback moth (*Plutella xylostella* (L.)) (Lepidoptera: Plutellidae). *Environ. Entomol.* 32, 71–79. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-32.1.71>
- Moreno, L. L. V., & González, E. F. (2007). Manejo agroecológico de plagas y enfermedades en la agricultura urbana. Estudio de caso ciudad de La Habana, Cuba. *Agroecología*, 2, 21-31.
- Ouyang, L., Xu, X., Freed, S., Gao, Y., Yu, J., Wang, S., ... & Jin, F. (2015). Cecropins from *Plutella xylostella* and Their Interaction with *Metarhizium anisopliae*. *Plos One*, 10(11), e0142451.
- Padilla, E. R., & Díaz, A. P. (2011). Manejo integrado de *Plutella xylostella* en el cultivo de la col (*Brassica oleracea* L.) para el municipio de Guantánamo. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 15(4).
- Perry, K.D., Keller, M.A. & Baxter, S.W. (2020). Genome-wide analysis of diamondback moth, *Plutella xylostella* L., from Brassica crops and wild host plants reveals no genetic structure in Australia. *Sci Rep* 10, 12047. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68140-w>

- Puenayan, I. A., Córdoba R. F., Unigarro S. A. (2010) Respuesta del brócoli *Brassica oleracea* Var. Italica L. Híbrido legacy a la fertilización con N - P - K en el municipio de Pasto, Nariño. Revista de *Ciencias Agrícolas*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5104151>
- Ramírez-Rubio, A. G., Rosell-Pardo, R., & Tamayo-Arias, Y. (2018). Empleo del *Bacillus thuringiensis* en el control de *Plutella xylostella* (L.) En el cultivo de la col (original). Redel. Revista Granmense de Desarrollo Local, 2(1), 66-79.
- Soto G. (2009). Trampas de luz pegante. Avo Perú SAC. Irrigación Chavimochic. Trujillo, Perú.
- Talekar, N. S. & Shelton, A. (1993). Biology, ecology, and management of the diamondback moth. *Annu. Rev. Entomol.* 38, 275–301. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.38.010193.001423>
- Uchoa-Fernandes, M. & Vilela, E. (1994). Field trapping of the tomato worm, *Bupalpulex absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) using virgin females- *An. Soc. Entomol. Brqsil* . 23: 27 L -27 6.
- Valencia Tello, R. N. (2020). Manejo integrado del insecto taladrador *Hypsipyla grandella* en Plantaciones Forestales de *Swietenia macrophylla* (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2020).
- Vázquez, M L. (2003). Manejo Integrado de Plagas. Editorial: CIDISAV. Ciudad de La Habana, Cuba. Pág.117, 255-257, 263, 270,274.
- Vázquez LL. 2004a. El Manejo Agroecológico de la Finca. Una estrategia para la prevención y disminución de afectaciones por plagas agrarias. La Habana: ACTAF, 121 pp.
- Villegas Isaza, L. I. (2016). Componentes para el manejo integrado de plagas de *Mentha spicata* en cultivos del Oriente Antioqueño. Escuela de Biociencias.
- Wang, N. M., Li, J. J., Shang, Z. Y., Yu, Q. T., & Xue, C. B. (2020). Increased responses of phenoloxidase in chlorantraniliprole resistance of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal of Insect Science*, 20(4), 2. <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieaa066>
- Wang, X., Ma, Y., Wang, F., Yang, Y., Wu, S., & Wu, Y. (2020). Disruption of nicotinic acetylcholine receptor $\alpha 6$ mediated by CRISPR/Cas9 confers resistance to spinosyns in *Plutella xylostella*. *Pest management science*, 76 (5), 1618-1625.
- Zafar, J., Shoukat, R. F., Zhang, Y., Freed, S., Xu, X., & Jin, F. (2020). *Metarhizium Anisopliae* Challenges Immunity and Demography of *Plutella xylostella*. *Insects*, 11(10), 694.
- Zalucki, M. P., Shabbir, A., Silva, R., Adamson, D., Shu-Sheng, L., & Furlong, M. J. (2012). Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): just how long is a piece of string?. *Journal of economic entomology*, 105(4), 1115-1129. <https://doi.org/10.1603/EC12107>
- 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.