

Efecto de la densidad y tiempo de liberación de *Trichogramma sp* sobre *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz en la comuna San Marcos

Effect of the density and release time of *Trichogramma sp* on *Spodoptera frugiperda* in the corn crop in the San Marcos community



Arturo Beltrán Gomez¹
Lourdes Ortega Maldonado¹
Mercedes Santistevan Méndez¹
Nadia Quevedo Pinos¹

<https://orcid.org/0000-0002-6222-4902>
<https://orcid.org/0000-0001-7869-0791>
<https://orcid.org/0000-0002-5147-165X>
<https://orcid.org/0000-0002-9994-3652>

¹Universidad Estatal Península de Santa Elena, UPSE | Ecuador | CP 240350

✉ nquevedo@upse.edu.ec

<http://dx.doi.org/10.26423/rctu.v9i1.645>

Páginas: 10- 17

Resumen

El uso de enemigos naturales para el control de insectos plaga como *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz constituye una alternativa viable que reduce considerablemente el impacto ambiental de la agricultura moderna, caracterizada por el uso de agrotóxicos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficiencia de *Trichogramma sp* en el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz. El experimento se instaló en la comuna San Marcos, en el cultivo de maíz híbrido Hércules; se estableció un diseño experimental completamente al azar con arreglo bifactorial 2x3, donde un factor fue la densidad del parasitoide (100 000 $ind\cdot ha^{-1}$ (D1)) y 200 000 $ind\cdot ha^{-1}$ (D2)) y el segundo factor, tres tiempos de liberación (TL) 30, 45 y 60 días después de la germinación (DDG), con cuatro repeticiones. Los datos fueron analizados en el programa estadístico SISVAR, las medias comparadas utilizando el test de Tukey con un 95% de confianza. Se evaluó incidencias (I), grado de afectación por cogollero (GAC) y masa de huevos parasitados (MHP). Los resultados demuestran que el tiempo de liberación afecta directamente a las variables I y GAC, mientras que la variable MHP se relaciona con el tiempo de liberación y la densidad. Entre las tres variables estudiadas sobresale la liberación temprana se intensifica a mayores densidades del parasitoide.

Palabras clave: cogollero, control biológico, manejo integrado de plagas, parasitoide.

Abstract

The use of natural enemies to control insect pests such as *Spodoptera frugiperda* in corn crop is a viable alternative which considerably reduces the negative environmental impact of modern agriculture, characterized by the extensive use of agrochemicals. The objective of this study was to evaluate the efficiency of *Trichogramma sp* in the control of *Spodoptera frugiperda* in corn crops. The experiment was installed in the San Marcos commune in the Hércules hybrid maize crop, an experimental design was established in completely randomized blocks with a 2x3 bifactorial arrangement, where one factor was the density of the parasitoid (100 000 $ind\cdot ha^{-1}$ (D1)) and 200 000 $ind\cdot ha^{-1}$ (D2)) and the second the release times (LT) 30, 45 and 60 days after germination (DDG), with four repetitions. The data obtained were analyzed by the statistical program SISVAR, the means compared by Tukey's test with 95% confidence. Among the variables to be evaluated, the percentage of plants affected (PPA), degree of affectation by armyworm (GAC) and mass of parasitized eggs (MHP) were considered. The results obtained show that the release time directly affects the PPA and GAC variables. While the MHP variable is related to the release time and type of concentration. In the three variables studied, early release always stands out and the effect is intensified when accompanied by higher densities.

Keywords: armyworm, biological control, integrated pest management, parasitoid

Recepción: 21 febrero 2022 | Aprobación: 10 mayo 2022 | Publicación: 30 junio 2022

1. Introducción

El maíz es una gramínea ampliamente producida en el mundo y su cultivo está vinculado a diversos aspectos económicos, sociales y culturales en América Latina. En el 2020 en Ecuador el cultivo de maíz ocupó una superficie de 341 300 hectáreas y la producción fue de 1 358 626 toneladas, con un rendimiento promedio de 3,8 t ha⁻¹, aunque en términos de área hubo un incremento del 5,7% la producción decreció en un 7% con relación al año anterior [1, 2].

De la producción nacional de maíz, la provincia de Santa Elena aporta con 21 528 t y una superficie de 3 327 ha con un rendimiento medio de 6,47 t ha⁻¹ [3]. Debido a la gran expansión de la frontera agrícola y simplificación de los agroecosistemas, los cultivos se han visto más susceptibles al ataque de plagas [4]. Dentro de estas plagas se destaca el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Smith) el cual es un insecto nativo de América y extendido hacia África [5], Asia [6] y Europa [7].

Actualmente se lo considera una plaga clave en el cultivo de maíz y la más destructiva de América [8], ya que al alimentarse del tejido foliar de la planta causa reducciones del rendimiento de entre el 15 al 60% y de hasta el 100% en plantas jóvenes [9]. Su aparición en el cultivo de maíz se da después de la emergencia de las plantas y durante todo el periodo del cultivo, sin embargo, el periodo de mayor susceptibilidad de la planta es alrededor de los 40 días después de la siembra [10].

S. frugiperda se caracteriza por tener una reproducción acelerada, alta actividad migratoria, gran poder de aclimatación y capacidad de alimentarse de diversas especies, lo que hace que su control sea complejo [11].

De manera histórica, el control del gusano cogollero se ha realizado usando insecticidas de amplio espectro; sin embargo, su uso intensivo ha generado la aparición de resistencia, además de los efectos de estos en la resurgencia de plagas, contaminación ambiental e intoxicación de quienes los aplican [12, 13, 14]. Para reducir el efecto negativo del control químico es necesario se desarrollen de manera constante investigaciones que involucren tácticas de control alternativo dentro del manejo integrado de plagas (MIP) como lo son metabolitos secundarios, entomopatógenos, parasitoides, depredadores y otros que ya tienen eficiencia comprobada [15].

Dentro del control biológico como método en el MIP, resaltan los parasitoides, los cuales son usados para control específico de insectos plaga debido a su comportamiento caracterizado por capacidad de búsqueda y especificidad [16] y que conforman hasta el 76% de la entomofauna benéfica [17]. El empleo de especies del género *Trichogramma* en el control biológico de lepidópteros está ampliamente distribuido en el mundo [18].

Por lo tanto, el objetivo de la investigación fue evaluar la eficacia del *Trichogramma sp.* como controlador biológico de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz en la comuna San Marcos, parroquia Colonche.

2. Materiales y Métodos

La investigación se realizó en la comuna San Marcos, de la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena entre enero y abril de 2020.

Se estableció un cultivo con semillas de maíz híbrido Hércules previamente tratadas con fungicida, se colocó 2 semillas por hoyo en un marco de plantación de 1,15 metros entre hileras x 0,15 metros entre plantas, para una densidad de 58 823 plantas ha⁻¹. El cultivo se fertilizó vía edáfica a los 15 días después de germinadas las plantas (DDG) con urea. El riego se mantuvo de manera regular. Se realizaron tres controles manuales de malezas a los 15, 30 y 45 días después de haber emergido las plantas. A los 20 DDG se procedió a realizar una aplicación de insecticida con la finalidad de reducir la presencia de *S. frugiperda* en la plantación y tener condiciones similares en todas las unidades experimentales.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 2*3 (seis tratamientos), con 4 repeticiones. Cada unidad experimental estuvo conformada por un área de 70 m² compuesta por seis hileras de maíz de 10 m de largo. El primer factor corresponde a dos densidades de individuos de *Trichogramma sp.* (D1=100 000 y D2=200 000 individuos ha⁻¹) y el segundo a tres tiempos de liberación del parasitoide (TL1 = 30 días, TL2 = 45 días y TL3= 60 días) como se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1: Tabla de coches disponibles

Tratamiento	Factor A Densidad (D)	Factor B Tiempo de liberación (TL)	Código
T1	100 000	30	T1D1Rn
T2		45	T2D1Rn
T3		60	T3D1Rn
T4	200 000	30	T4D2Rn
T5		45	T5D2Rn
T6		60	T6D2Rn

Como controlador biológico se usó el *parasitoide Trichogramma sp.*, proveniente del centro de producción de entomófagos del laboratorio BIOSEDINSA.S.A. ubicado en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena. La presentación del parasitoide fue en forma de cartuchos de una pulgada cuadrada conteniendo 100 000 huevos (Figura 1).



Figura 1: Presentación comercial del parasitoide *Trichogramma sp.* en forma de cartucho de una pulgada cuadrada.

Para la liberación de las dos densidades (100 000 y 200 000 individuos·ha⁻¹) de *Trichogramma sp.*, se consideraron tres tiempos relacionados con el estadio vegetal del cultivo en que es más susceptible al ataque de *S. frugiperda*. Se hizo una liberación temprana a los 30 DDG, en pleno desarrollo vegetativo del cultivo; una segunda liberación semi-tardía a los 45 DDG, y una liberación tardía a los 60 DDG, cuando el cultivo comenzó su etapa de floración. En la Figura 2 se observa un esquema temporal del experimento.

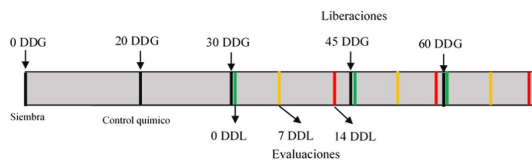


Figura 2: Esquema del experimento realizado para la evaluación de los tratamientos con dos densidades del parasitoide *Trichogramma sp.* (100 000 y 200 000 individuos·ha⁻¹), en tres tiempos de liberación después de la germinación de las plantas (30, 45 y 60 DDG).

Los insectos fueron liberados en cartuchos de una pulgada cuadrada, donde cada cartucho contenía en media 3 200 huevos del depredador (Figura 3), cada tratamiento estuvo constituido por la liberación de 32 cartuchos, que equivalen a 100 000 huevos·ha⁻¹, en los tratamientos dobles se utilizaron 64 cartuchos. Los cartuchos se colocaron en la lígula de la planta como se aprecia en la Figura 3. Al momento de realizar la aplicación del parasitoide se consideró las recomendaciones de BIOSEDINSA.S.A.



Figura 3: Colocación de los cartuchos conteniendo huevos de *Trichogramma sp.* en la lígula de la planta de maíz.






Al momento de realizar las liberaciones de los cartuchos del parasitoide *Trichogramma sp.*, se dividió el área experimental en 4 franjas, en cada franja se seleccionaron 2 hileras, en cada hilera 4 puntos y, por último, se dejó un borde de entre 5 a 10 metros entre cada área.

Se evaluaron a los 0, 7 y 14 días después de la liberación de los parasitoides (DDL) las variables Incidencia (% I), Grado de Afectación por Cogollero (GAC) y Masa de Huevecillos por Planta (MHP). La incidencia se determinó usando la siguiente fórmula:

$$\%Incidencia = \frac{Número\ de\ plantas\ afectadas}{Número\ de\ plantas\ evaluadas} * 100 \quad (1)$$

El grado de afectación por cogollero (GAC) se determinó mediante una escala visual de 0 a 4 según lo propuesto por Davis and Williams [19], considerando el 0 como daño ligero sin perforaciones y el 4 con mayor daño. En la Figura 4 se puede observar los valores establecidos en la escala.

Figura 4: Escala visual para la atribución de valores de 0-4 del nivel de daño de *S. frugiperda* en el cultivo de maíz [19].

Nivel de daño <i>Spodoptera frugiperda</i>	
Grado: 0	Grado: 1
Descripción: El cogollo está sano. No presenta hojas esqueléticas.	Descripción: Cogollo con hojas esqueléticas. Plantas con 0% del cogollo destruido, pero con hojas esqueléticas.
	
Grado: 2	Grado: 3
Descripción: Cogollo levemente destruido, planta con 1% a un 25% del cogollo destruido.	Descripción: Cogollo moderadamente destruido, con un 25% a un 50% del cogollo destruido.
	
Grado: 4	
Descripción: Cogollo totalmente destruido. Planta con más del 50% del cogollo destruido.	
	

Con la información aportada por la escala visual se procedió a calcular el Grado de Afectación por Cogollero (GAC) utilizando la fórmula propuesta por [20].

$$GA = \left(\frac{\sum a * b}{n * k} \right) * 100 \quad (2)$$

Donde:

GA: Grado de ataque o severidad.

$\sum (a * b)$: Sumatoria del número de plantas afectadas según el grado de afectación.

n: Número de plantas evaluadas.

k: Valor o grado de la escala.

Finalmente, se evaluó la masa de huevecillos de *S. frugiperda* por planta (MHP) siguiendo la escala propuesta por INSAI, 2011 en [21] (Figura 5).

Área	Cantidad
	100
	150
	200
	300
	450
	500

Figura 5: Escala para determinar el número de huevos de *S. frugiperda* [22].

Los resultados fueron sometidos a análisis de normalidad de Kruskal-Wallis y luego análisis de varianza en el programa estadístico SISVAR [23]. Cuando los efectos fueron significativos se realizó el Test de Tukey para comparaciones de medias con un nivel de significancia $p < 0,05$. Los gráficos fueron elaborados en Microsoft Excel 2010.

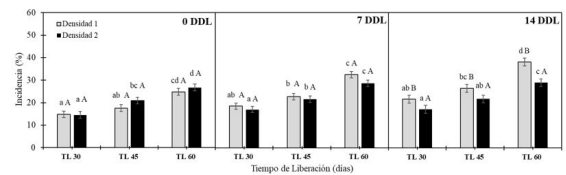
3. Resultados y Discusión

3.1. Incidencia

El porcentaje de incidencia de *S. frugiperda* sobre el cultivo de maíz se relacionó con el tiempo de liberación, independientemente de la densidad de *Trichogramma sp.* en los tres momentos evaluados. Liberaciones tempranas representaron reducciones del 10, 14 y 16% cuando comparadas con liberaciones

tardías para bajas densidades y del 12% para densidades mayores a los 0, 7 y 14 DDL (Figura 6). Por otro lado, la densidad de individuos de *Trichogramma sp.* tuvo un efecto significativo sobre la reducción del porcentaje de incidencia de *S. frugiperda* únicamente durante la última evaluación a los 14 DDL (Figura 6). En los tres tiempos de liberación la densidad más alta de individuos de *Trichogramma sp.* (D2) redujo en 4,4%, 4,7% y 9,1% el %I cuando se compara con la densidad más baja (D1).

La eficiencia de las densidades de *Trichogramma sp.* está relacionada con las densidades de la plaga y el número de liberaciones, densidades de 22 500 individuos por hectárea han reportado parasitismo del 92% en México [24].



Nota: Medias seguidas de letras mayúsculas iguales entre densidades y minúsculas entre tiempos de liberación no difieren estadísticamente entre sí por el test de Tukey ($p < 0,05$).

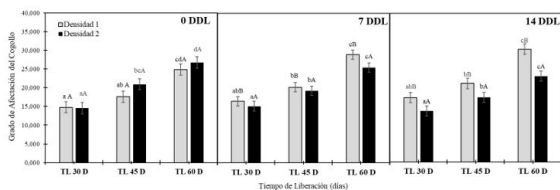
Figura 6: Escala Porcentaje de Incidencia de *S. frugiperda* en plantas de maíz bajo el efecto de dos densidades del parasitoide *Trichogramma sp.* (100 000 y 200 000 individuos·ha⁻¹) en tres tiempos de liberación (30, 45 y 60 días) evaluados a los 0, 7 y 14 días.

3.2. Grado de afectación por cogollero (GAC)

En relación con la variable grado de afectación por cogollero (GAC) resultó que mientras menor sea el tiempo en que se realice las liberaciones del entomófago, esta será independiente al grado de afectación por cogollero (GAC), disminuyendo de manera significativa durante las tres evaluaciones. De los tres tiempos de liberación evaluados, los que disminuyeron de manera significativa el GAC fueron los tratamientos D1TL30 Y D2TL30. En términos relativos significó la reducción en GAC de 10 y 12,2% a los 0 DDL, 14 y 11,6% a los 7DDL y 16,4 y 11,7% a los 14 DDL (Figura 7) para los tratamientos de densidades D1 y D2, siendo estos los mejores resultados comparados con los tiempos de liberación mayores (TL 60).

Durante la última evaluación realizada a los 14 DDL (Figura 7), se apreció que la densidad de *Trichogramma sp.* tuvo un efecto significativo en la reducción de *S. frugiperda* controlando de óptima manera el GAC. Demostrando así, que los tiempos de liberación del parasitoide más cortos controlan de

manera significativa la población de *S. frugiperda*, es decir que la liberación de 30 días fue más favorecedora en la reducción de esta variable, a la vez, esta se ve intensificada cuando la densidad de *Trichogramma sp.* es mayor (D2) reduciéndolo en un 4,4 %, 4,7 % y 9,1 % el GAC cuando es comparado con la densidad más baja (D1). El comportamiento observado podría estar relacionado con que altas densidades del parasitoide tendrían mayor posibilidad de infectar mayor cantidad de larvas de *S. frugiperda* aun en liberaciones tardías acentuándose ese efecto con los días después de la liberación. Lo cual coincide con lo expresado por Castillo *et al.* (2006), quienes observaron que altas densidades del parasitoide incrementaron hasta en un 45 % el índice de parasitismo en el día 16 después de la liberación [25].



Nota: Medias seguidos de las letras mayúscula iguales entre densidades y minúsculas entre tiempos de liberación no difieren estadísticamente entre sí por el test de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 7: Escala Grado de afectación del cogollo por *S. frugiperda* bajo el efecto de dos densidades del parasitoide *Trichogramma sp.* (100 000 y 200 000 individuos- ha^{-1}) en tres tiempos de liberación (30, 45 y 60 días) evaluados a los 0, 7 y 14 días.

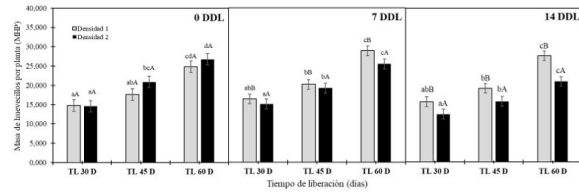
3.3. Masa de huevecillos por planta (MHP)

Con relación a la variable Masa de huevecillos por Planta, se observaron diferencias significativas para el TL 30 durante las tres evaluaciones, mientras que el factor densidad solo fue significativo cuando fue evaluado a los 7 y 14 DDL. Las liberaciones tempranas del parasitoide *T. sp.* redujeron en un 6,8 y 2,6% en las densidades D1 y D2, siendo esta liberación la ideal en comparación a las liberaciones medias y tardías. En el caso de las liberaciones medias (TL 45) se observa un aumento promedio de 4,83 % para ambas densidades, pero la diferencia más notoria se presentó en la liberación tardía en donde la D1 no logra controlar MHP en comparación a la D2.

La mayor densidad del parasitoide (D2) a los 7DDL redujo significativamente la MHP, con valores de 2,5 %, 1 %, 1,9% para las liberaciones TL30, TL-45 y TL60 (Figura 8) respectivamente, cuando son comparadas con las densidades más bajas (D1).

A los 14 DDL las reducciones significativas de la MHP fueron de 2,6 %. 1 % y 2,12 % para las liberaciones TL30, TL45 y TL60 con la densidad más alta. En

cambio, la densidad estándar (D1) termino con una reducción de 6,8 %, 8,8 % y 13,2 % en las liberaciones TL30, TL45 y TL60. Demostrando que durante los tres tiempos de liberación la densidad más alta (D2) redujo el MHP cuando es comparada con la densidad más baja (D1) (Figura 8).



Nota: Medias seguidas de las letras mayúscula iguales entre densidades y minúsculas entre tiempos de liberación no difieren estadísticamente entre sí por el test de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 8: Escala Masa de huevecillos por planta *S. frugiperda* bajo el efecto de dos densidades del parasitoide *Trichogramma sp.* (100 000 y 200 000 individuos- ha^{-1}) en tres tiempos de liberación (30, 45 y 60 días) evaluados a los 0, 7 y 14.

La reducción significativa del PPA y del GAC de plantas de maíz afectada por *S. frugiperda* en el presente estudio se relaciona con liberaciones tempranas, ya que permiten al parasitoide parasitar en distintas etapas del desarrollo del insecto plaga [26]. Resultados positivos también se logró con liberaciones tempranas [27, 28].

Por otro lado, las densidades fueron significativas en la última evaluación, observándose porcentajes de parasitismo de 74,4 % y 82,9% para las densidades D1 y D2, respectivamente, valores considerados altos. Algunos autores consideran que la dosis ideal es aquella cuya densidad logre un rango de 60 a 92 % de parasitismo [29, 30].

En cambio, la reducción significativa del MHP, tiene una relación significativa con las liberaciones tempranas y altas densidades de *Trichogramma sp.*, observando resultados desde la primera semana después de la liberación [31]. Altas densidades de parasitoides reflejan una mayor eficacia [32, 33, 34], coincidiendo con la D2 (200 000 individuos- ha^{-1}) que denota un parasitismo de 82,9

Aunque los tiempos de liberación del parasitoide más cortos redujeron la presencia del *S. frugiperda*, el efecto fue intensificado cuando se acompañó de mayores densidades del parasitoide, sobre todo cuando se evaluó a los 14 DDL donde se observaron diferencia significativa para el tratamiento D2TL30 cuando son comparadas con los otros tratamientos. Coincide con la mayoría de los autores anteriormente citados, ya que al detectar de manera temprana la presencia del *S. frugiperda* se logra controlar. Esto se llegó apreciar en el campo al observar el corion (masa de huevo) de una tonalidad oscura y el nivel de afectación que tiene

el cogollero dentro del cultivo. Pero en cambio al ser detectado de manera tardía el parasitoides se dificultará el control del *S. frugiperda*.

4. Conclusiones

Liberaciones tempranas (TL 30) de *Trichogramma sp.*, tienen influencia en el control efectivo de *S. frugiperda* independientemente de la densidad de parasitoides que se usen. En cambio, altas densidades de *Trichogramma sp.*, tienen efecto positivo en el control de *S. frugiperda* cuando se realizan de manera tardía.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen al Ing. Fermín Fuente Sandoval, Gerente de los laboratorios BIOSSEDINSA.S.A. por facilitar los parasitoides. A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por el financiamiento del Proyecto “Generación e Innovación Tecnológica para la producción maicera en la provincia de Santa Elena”, del cual se derivó este estudio.

6. Referencias

1. CORPORACIÓN FINANCIERA NACIONAL, CFN. *Ficha Sectorial Cultivo De Maíz Subgerencia De Análisis De Productos Y Servicios*. Quito, 2021.
2. Ficha Sectorial Cultivo de Maíz Subgerencia de Análisis de Productos y Servicios.
3. ECUADOR. *Superficie, producción y rendimiento. MAGAP*. [En línea]. Quito, 2020 [Consulta: 12 mayo 2022]. Disponible en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/sipa-estadisticas/estadisticas-productivas>.
4. GALLARDO, Fabiana y SUAREZ, Lorena. Parasitoides de Sudamérica asociados a las plagas invasoras *Drosophila suzukii* y *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) y su potencial como agentes de control biológico. *Semiárida. Revista de la Facultad de Agronomía*. [En línea]. septiembre 2019 [Consulta: 12 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/339850123>.
5. GOERGEN, Georg; KUMAR, Lava; SANKUNG, Sagnia; TOGOLA, Abou y TAMÓ, Manuele. First Report of Outbreaks of the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a New Alien Invasive Pest in West and Central Africa. *PLOS ONE* [En línea]. 1 octubre 2016, vol. 11, n.º 10, págs. 1-9 [Consulta: 12 mayo 2016]. Disp. desde DOI: 10.1371/JOURNAL.PONE.0165632.
6. SRIKANTH, J; GEETHA, N; SINGARAVELU, B; RAMASUBRAMANIAN, T; MAHESH, P; SARAVANAN, L; SALIN, K; CHITRA, N y MUTHUKUMAR, M. First Report Of Occurrence Of Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* In Sugarcane From Tamil Nadu, India.
7. DAY, Roger. *Informe Anual de Acción sobre Invasores 2020 - CABI.org*. [En línea]. [Consulta: 12 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.cabi.org/cabi-publications/action-on-invasives-annual-report-2020/>.
8. MURUA, M. y VIRLA, E. Presencia Invernal de *Spodoptera frugiperda* (Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) en el Área Maicera de la Provincia de Tucumán, Argentina. *revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*. [En línea]. 2004, vol. 105, n.º 2, págs. 42-56 [Consulta: 12 mayo 2022]. Disponible en: <https://core.ac.uk/reader/301036570>.
9. SZWARC, Diego. *Dispersión y mortalidad de larvas de Spodoptera frugiperda J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) en híbridos de maíz convencional y transgénico Bt*. [En línea]. [Consulta: 12 mayo 2022]. Buenos Aires: Universidad Nacional de La Plata, 2018.
10. MONNERAT, Rose; MARTINS, Erica; MACEDO, Cristina; QUEIROZ, Paulo; PRAÇA, Lilian; SOARES, Carlos; MOREIRA, Helio; GRISI, Isabella; SILVA, Joseane; SOBERON, Mario y BRAVO, Alejandra. Evidence of Field-Evolved Resistance of *Spodoptera frugiperda* to Bt Corn Expressing Cry1F in Brazil That Is Still Sensitive to Modified Bt Toxins. *PLOS ONE*. [En línea]. 1 abril 2015, vol. 10, n.º 4, págs. 1-12 [Consulta: 12 mayo 2022]. Disp. desde DOI: 10.1371/JOURNAL.PONE.0119544.
11. VÁSQUEZ Carlos y CARRANZA, Galo. [En línea]. Ambato-Ecuador : Universidad Técnica de Ambato, 2020., [Consulta: 12 mayo 2020]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/31415>.
12. DIEZ, Gabriela y OMOTO, Celso. Herança da Resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a Lambda-Cialotrina. *Neotropical Entomology*. 2001, vol. 30, n.º 2, págs. 311-316.
13. FIGUEIREDO, Daniel; NIJSSEN, Rosalie; KROP, Esmeralda; BUIJTENHUIJS, Daan; GOOIJER, Yvonne; LAGESCHAAR, Luuk; DUYZER, Jan; HUSS, Anke; MOL, Hans y VERMEULEN, Roel. Pesticides in doormat and floor dust from homes close to treated fields:

- Spatio-temporal variance and determinants of occurrence and concentrations. *Environmental Pollution*. 15 mayo 2022, vol. 301, págs. 1-14. Disp. desde DOI: 10 . 1016 / J . ENVPOL . 2022 . 119024.
14. ZHAO, Yun; HUANG, Jing; NI, Huan; GUO, Di; YANG, Feng; WANG, Xin; WU, Shun y GAO, Cong. Susceptibility of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), to eight insecticides in China, with special reference to lambda-cyhalothrin. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 1 septiembre 2020, vol. 168, págs. 1-8. Disp. desde DOI: 10 . 1016 / J . PESTBP . 2020 . 104623.
 15. JARA, Junior; DELGADO, Jorge; TESÉN, Edgar; DE PERALES, María y ARIAS, Carmen. Control biológico de *Spodoptera frugiperda* en cultivo de *Zea mays*: Uso de nematodos entomopatógenos. *Scientia Agropecuaria* [En línea]. 2019, vol. 10, n.º 4, págs. 551-557 [Consulta: 12 mayo 2022]. Disp. desde DOI: 10 . 17268 / SCI . AGROPECU . 2019 . 04 . 12.
 16. SALAS, Manuel y SALAZAR, Eduardo. Importancia del uso Adecuado de Agentes de Control Biológico.
 17. HERNÁNDEZ, Antonia; ESTRADA, Benigno; RODRÍGUEZ, Raúl; GARCÍA, José; PATIÑO, Sara y OSORIO, Eduardo. Importancia del control biológico de plagas en maíz (*Zea mays* L.). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. [En línea]. 21 junio 2019, vol. 10, n.º 4, págs. 803-813 [Consulta: 12 mayo 2022]. Disp. desde DOI: 10 . 29312 / REMEXCA . V10I4 . 1665.
 18. PARRA, José y ZUCCHI, Roberto. Trichogramma in Brazil: Feasibility of Use after Twenty Years of Research. *SP Neotropical Entomology*. 2004, vol. 9, n.º 3, págs. 271-281.
 19. DAVIS, F. y WILLIAMS, W. Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm. *Technical bulletin (Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station)*. 1992, n.º 186.
 20. FIGUEROA, Ana; CASTRO, Edgar y CASTRO, Hans. Bioplaguicide Effect of Vegetal Extracts to Control of *Spodoptera frugiperda* in Corn Crop (*Zea mays*). *Acta biol. Colomb.* [En línea]. 2019, vol. 24, n.º 1, págs. 58-66 [Consulta: 12 mayo 2022]. Disp. desde DOI: 10 . 15446 / abc . v24n1 . 69333.
 21. DE CARRERA, Andreina y CASTILLO, Vélez. Universidad Nacional De Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables.
 22. INSTITUTO NACIONAL DE SALUD AGRÍCOLA INTEGRAL (INSAI). Procedimiento para el uso seguro del parasitoid *Telenomus remus*. Laboratorio Municipal de Producción de Biocontroladores “Barbarita de la Torre”. *Brazilian Journal of Biometrics*. 2011, pág. 2.
 23. FERREIRA, Daniel. SISVAR: A Computer Analysis System to Fixed Effects Split Plot Type Designs. *Brazilian Journal of Biometrics*. [En línea]. Diciembre 2019, vol. 37, n.º 4, págs. 529-535 [Consulta: 12 mayo 2022].
 24. GARCÍA, Gerardo y TARANGO, Socorro [En línea]. Chihuahua-México, 2009 [Consulta: 12 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.compucampo.com/tecnicos/manejobiorracionalgusanocogollero-maiz.pdf>.
 25. CASTILLO, Alfredo; CÉSAR, Julio; VALLE, Francisco; JAVIER, Y; ESPINOZA, A; VALLE, JF y VALLE, J. Dispersion of the African parasitoid *Phymastichus coffea* LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) on a new coffee plantation. *Folia Entomol. Mex.* 2006, vol. 45, n.º 3, págs. 319-327.
 26. LÖHR, Bernhard; DÍAZ, María; MANZANO, María; NARVÁEZ, Consuelo; MARÍA, GÓMEZ; CARABALI, Arturo; VARGAS, Germán; KONDO, Takumasa y ALEX., BUSTILLO [En línea]. Bogotá, Colombia, 2018. Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/34075/CB%20CAPITULO%2010%20-%20WEB.pdf?sequence=4>.
 27. VÁZQUEZ, Luis. El control biológico integrado al manejo territorial de plagas de insectos en Cuba. *Agroecología*. [En línea]. 7 mayo 2018, vol. 12, n.º 1, págs. 39-46 [Consulta: 12 mayo 2022]. Disponible en: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/330331>.
 28. PINZÓN, Diego; MARTÍNEZ, John y CASTRO, Mayerly. Efecto parasítico de *Trichogramma* y del depredador *Chrysoperla* sobre huevos de *Compsus viridivittatus*, plaga de *Vitis vinifera*, en laboratorio. [en línea] [En línea]. [Consulta: 12 mayo 2022]. Disp. desde DOI: 10 . 17584 / rcch . 2018v12i2 . 7786.
 29. ARAGÓN, Sandra; RODRÍGUEZ, Daniel y CANTOR, Fernando. Criterios de liberación de *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) para el control de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) en tomate. *Agronomía Colombiana*. [En línea]. julio 2008, vol. 26, n.º 2,

- págs. 1-12 [Consulta: 12 mayo 2022]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652008000200012.
30. SÁNCHEZ, Óscar; GARCÍA, Oswaldo; MYARTSEVA, Svetlana; RUIZ, Enrique y CARAPIA, Vicente. Parasitismo natural de Aphelinidae (Hymenoptera) sobre Aleuropleurocelus aff. acaudatus Drews & Sampson (Aleyrodidae), en aguacates criollos del sur de Coahuila, México. *Acta zoológica mexicana*. [En línea]. agosto 2015, vol. 31, n.º 2, págs. 5-8 [Consulta: 12 mayo 2022]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0065-17372015000200003&script=sci_arttext.
 31. *SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO*. Santiago de Chile-Chile, 2018.
 32. SAUCEDA, Carlos; LUGO, Gabriel; VILLASEÑOR, Héctor; PARTIDA, Leopoldo y REYES, Álvaro. Un método preciso para medir severidad de roya de la hoja (*Puccinia triticina* Eriksson) en trigo. *Revista fitotecnia mexicana*. [En línea]. 2 septiembre 2015, vol. 38, n.º 4, págs. 427-434 [Consulta: 12 mayo 2022]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802015000400011&script=sci_abstract&tlng=es.
 33. HARO, Emeli. *Efecto de dos dosis de Trichogramma exiguum Pinto y Platner sobre huevos de Diatraea saccharalis Fabricius*. Trujillo-Perú : Universidad Nacional de Trujillo, 2016.
 34. CICERO, J; LOMAS, C; LOEZA, E; SÁNCHEZ, M y ARREDONDO, H. *Control del psílido asiático de los cítricos mediante el parasitoide Tamarixia radiata en el sureste de México*. México, 2017.



Artículo de **libre acceso** bajo los términos de una **Licencia Creative Commons Atribución - No comercial - Sin derivar 4.0 Internacional**. Se permite, sin restricciones, el uso, distribución, traducción y reproducción del documento, siempre que la obra sea debidamente citada.