

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN APLICACIONES DE MEDIOS BIOLÓGICOS

ENTOMÓFAGOS Y ENTOMOPATÓGENOS PARA
CULTIVOS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN LA
PROVINCIA DE SANTA ELENA



RECONOCIMIENTO

Reconocemos al señor prefecto de la provincia de Santa Elena, doctor José Daniel Villao; al señor embajador de España en Ecuador, excelentísimo Enrique Yturriaga Saldanha; a la AECID en Ecuador; a la directora nacional de la Fundación Heifer Ecuador, la señora Rosa Rodríguez, y al gerente del proyecto El Futuro de la Alimentación, el señor Juan Pablo Escobar, por apoyar proyectos agroecológicos con el objetivo de promover la producción agrícola sin la intervención de insumos químicos y crear las bases para materializar este objetivo, con la construcción de un laboratorio de producciones biológicas que ofrece, a través de las direcciones del Medio Ambiente y Fomento Productivo, técnicas científicas para establecer crías de insectos benéficos. Esto se suma como una solución para promover un cambio en la estrategia fitosanitaria, aplicando métodos de control de plagas, siendo más nobles, menos agresivos al ser humano, animales domésticos y al ambiente.

Entomófagos y entomopatógenos para cultivos de importancia económica en la provincia de Santa Elena

Una publicación de la Fundación Heifer Ecuador y la Prefectura de Santa Elena bajo el proyecto El Futuro de la Alimentación.

Prefecto de Santa Elena

José Daniel Villao

Responsable de Programas AECID

Jordi Galbe

Responsable de Proyectos de Desarrollo Rural AECID

Elena Cuevas

Directora Heifer Ecuador

Rosa Rodríguez

Gerente Proyecto El Futuro de la Alimentación Heifer Ecuador

Juan Pablo Escobar

Autor

Fermin Fuentes Sandoval

Coautores

Franklin Rolando Eusebio Rivera
Joffre Guillermo de la A Salinas
Rafael Chiadó Caponet Talbot

Colaboradores

José Daniel Villao
Rosa Rodríguez Jaramillo
Bertha Carpio Intriago
Emilio Julio Montanel Quintero

Agradecimiento

Stalin Márquez López
María de los Angeles Quiroga Ordóñez

Edición

Silvana González

Fotografías

Gabriel Granja / Archivo Heifer Ecuador
Jonathan Chicaiza

Diseño y diagramación

Carlos Troya Flores
GEC Agencia Digital y Publicitaria - Marco Cortez

ISBN

978-9942-824-05-9

Quito – Ecuador, 2025

Se autoriza la reproducción citando la fuente.

Fundación Heifer Ecuador

José Luis Tamayo N24-587 y Salazar

(593 2) 250 1427

www.heifer-ecuador.org

     HeiferEcuador



ÍNDICE

1	Introducción.....	7
2	Antecedentes.....	9
3	Factores fundamentales a tener en cuenta en las aplicaciones de medios biológicos en el campo.....	11
4	Ventajas de las estrategias de utilización de medios biológicos.....	13
5	Métodos biológicos de aplicación de entomófagos y entomopatógenos	
	5.1. Entomófagos parasitoides y depredadores.....	15
	5.1.1. <i>Trichogramma spp.</i>	15
	a) Taxonomía	
	b) Biología	
	c) Ecología.....	17
	d) Plagas que controla.....	18
	e) Cultivos que pueden ser tratados con <i>Trichogramma spp.</i>	19
	f) Formas de aplicación.....	20
	g) Procedimiento.....	21
	h) Dosis de aplicación.....	22
	i) Métodos evaluativos	
	5.1.2. <i>Chrysopa spp.</i>	23
	a) Taxonomía	
	b) Biología	
	c) Ecología.....	25
	d) Plagas que controla.....	26
	e) Cultivos en los que puede emplearse.....	27
	f) Formas de aplicación	
	g) Métodos evaluativos.....	28

5.1.3. <i>Telenomus remus</i> Nixon	30
a) Taxonomía	
b) Biología	
c) Ecología.....	31
d) Formas de aplicación	
e) Métodos evaluativos	
5.1.4. <i>Tetrastichus howardi</i> Olliff.....	32
a) Taxonomía	
b) Biología	
c) Ecología.....	33
d) Plagas que controla.....	34
e) Cultivos en los que se aplica	
f) Formas de aplicación.....	35
g) Métodos evaluativos.....	36
5.2. Entomopatógenos bacterias.....	37
5.2.1. <i>Bacillus thuringiensis</i>	37
a) Clasificación	
b) Biología	
c) Ecología.....	38
d) Plagas que controla.....	39
e) Formas de aplicación	
f) Métodos evaluativos.....	40

6 Referencias bibliográficas	41
---	----



Introducción

Foto: Comuneros reciben taller de aplicación de medios biológicos.



INTRODUCCIÓN

El presente manual es la continuidad de la “Guía Práctica para el Control Biológico de Plagas Agrícolas en la Provincia de Santa Elena” (Fuentes et al.), publicada en noviembre de 2022, con el apoyo de la Fundación Heifer Ecuador, la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Santa Elena (GADPSE) a través del Proyecto: Fomento del Desarrollo Productivo en el Territorio Demostrativo de Cereza Bellavista - Santa Elena, con enfoque de derechos, sostenibilidad ambiental e igualdad de género.

Esta guía de procedimiento recoge los resultados obtenidos del trabajo dedicado del ingeniero Fermín Fuentes Sandoval, especialista cubano en sanidad vegetal durante su permanencia en la provincia, junto con el equipo de especialistas en control biológico de la Prefectura de Santa Elena.

Los resultados técnico-científicos positivos obtenidos en la provincia de Santa Elena, a través de la instauración del control biológico mediante insectos benéficos fueron realizados con el establecimiento de parcelas demostrativas en diferentes zonas

agroclimáticas. Esto permitió concluir en la necesidad de instalar centros de producción de insectos benéficos. Sin embargo, los laboratorios creados no lograron sostenerse debido a diversos factores como la comercialización, la pandemia del COVID-19, entre otros. Durante este periodo, se llevó a cabo la formación de productores mediante cursos de manejo integrado de plagas con énfasis en control biológico.

Actualmente, debido a la experiencia obtenida en el sector productivo al evaluar la eficacia del manejo en campo, es imprescindible facilitar la normativa para regular esta actividad y propagarla, esto permitirá una mejor comprensión y solidez en su establecimiento y transformación fitosanitaria.

Por esta razón, este manual juega un rol fundamental para pequeños, medianos y grandes productores, así como para técnicos agrícolas y todas las personas relacionadas con el agro. Su objetivo es permitir una correcta distribución de los enemigos naturales de las plagas, en los momentos y condiciones adecuadas, considerando la identificación en campo de los organismos benéficos específicos para las plagas de sus cultivos (Fuentes, 1994).



2

Antecedentes

Foto: Localización de puesta de huevos de *Diatraea saccharalis* parasitados por *Trichogramma*, taller de aplicación de medios biológicos.

ANTECEDENTES

En Ecuador, no existe un centro de referencia nacional que oriente las actividades de control biológico y las estrategias para utilizar los bioreguladores, instancias que sí están presentes en otros países.

En la provincia de Santa Elena, se han ejecutado proyectos agrícolas en diferentes etapas, en los cuales se ha incluido, dentro del manejo agronómico, el uso de controladores biológicos bajo el seguimiento de la Prefectura de Santa Elena a través del Programa Provincial de Control Biológico. En una primera fase, las zonas de estudio se ubicaron en: Las Balsas, El Azúcar, Sube y Baja, Zapotal y Cerezal. Posteriormente, se realizaron actividades en: San Marcos, Salanguillo, Cerezal Bellavista y Manantial de Guangala.



Foto: Impulsores del control biológico en la provincia de Santa Elena, José Daniel Villao (prefecto) y Rafael Chiadó Caponet (jefe de la unidad de conservación de recursos naturales).

3

Factores fundamentales
en las aplicaciones de
medios biológicos en
el campo

Foto: Campo de maíz tratado con medios biológicos.



FACTORES FUNDAMENTALES EN LAS APLICACIONES DE MEDIOS BIOLÓGICOS EN EL CAMPO

- a Las aplicaciones biológicas son preventivas, no curativas.
- b Se deben realizar en las horas frescas de la mañana y la tarde (hasta las 11:00 y desde las 16:00).
- c No aplicar con lluvia ni con alta probabilidad de precipitaciones, según pronósticos oficiales o evidencias visuales.
- d Durante el traslado, los medios biológicos deben estar protegidos de temperaturas altas. Se recomienda el uso de cavas térmicas (hieleras) para mantener una temperatura fresca.
- e Prohibido exponer el material directamente a la luz solar.
- f Los entomófagos deben protegerse del ataque de depredadores. Se recomienda liberarlos en estado adulto o, si están en forma de huevo, protegerlos de las hormigas.
- g Si se realiza una aplicación química cerca de una parcela tratada biológicamente, los medios biológicos no deben aplicarse hasta 48 horas después.
- h En un manejo integrado de plagas, cuando se aplique un producto químico, no se debe aplicar el biológico en un lapso menor a cinco días.
- i Después de aplicar enemigos naturales, se debe evitar el uso de productos químicos por al menos diez días, para permitir que el insecto entomófago cumpla su función.
- j Es necesario llevar un monitoreo fitosanitario de las parcelas. Esto permitirá evaluar la estrategia de aplicación en función de la frecuencia de la plaga y la presencia del entomófago.
- k En el caso del *Bacillus*, si no se aplica de inmediato, debe conservarse en una temperatura de 5 a 20 grados centígrados (Fuentes, 1994 y Fuentes et al., 2012).



4

Ventajas de las
estrategias de
utilización de
medios biológicos

Foto: Finca agroecológica (diversificada).

VENTAJAS DE LAS ESTRATEGIAS DE UTILIZACIÓN DE MEDIOS BIOLÓGICOS



Económicamente viable, con tendencia a reducir costos una vez establecido.



Favorece la nutrición del suelo, promoviendo la biodiversidad microbiológica.



No contamina el ambiente.



No daña la fauna benéfica.

Mejora la calidad de vida del ser humano.



Las plagas no generan resistencia a estos productos.



Protege a las abejas y polinizadores.



Evita la proliferación de plagas secundarias.



Foto: Liberación de medios biológicos en parcela de maíz.

A detailed close-up photograph of a Chrysopa larva, also known as a praying mantis larva, resting on a vibrant green leaf. The larva has a segmented, light brown body with darker brown spots and is covered in fine, hair-like spines. Its long, spiny legs are spread out, and its prominent, raptorial front legs are visible at the bottom. The leaf's veins are clearly visible in the background.

Métodos biológicos
de aplicación de
entomófagos y
entomopatógenos

5

Foto: Larva de *Chrysopa*.



MÉTODOS BIOLÓGICOS DE APLICACIÓN DE ENTOMÓFAGOS Y ENTOMOPATÓGENOS

5.1

Entomófagos

parasitoides y depredadores

5.1.1 *Trichogramma spp*

a Taxonomía:

Reino: *Animalia*

Clase: *Insecta*

Orden: *Hymenoptera*

Familia: *Trichogrammatidae*

Género: *Trichogramma*

Especie: *Trichogramma pretiosum*



Foto: *Trichogramma* macho.

Existen más de 145 especies de este género

b Biología:

Este insecto, descubierto por Wesdwood en 1833, presenta metamorfosis completa (huevo, larva, ninfa y adulto). Se desarrolla dentro del embrión del huevo de la plaga. Su ciclo biológico varía en función de la temperatura y la humedad relativa, pudiendo completar hasta tres generaciones por mes. Algunas especies muestran especificidad en su parasitación, como *Trichogramma fuentesis* Torre, que se especializa en el género *Diatraea* (Torre, 1980 y Fuentes, 1994).



Foto: *Trichogramma* hembra.

La duración del ciclo biológico del parasitoide es:

-  **Huevo:** 3 días
-  **Larva:** 5 días
-  **Pupa:** 3 días
-  **Adulto:** 5 días

Parámetros de calidad biológica que debe cumplir:

Porcentaje de parasitismo superior al 70%.

Porcentaje de nacimiento del 90%.

Máximo 5% de individuos atípicos.

Longevidad de los adultos:
5 días.

Relación de sexo: 1 macho por cada 2 hembras.

Ciclo biológico del *Trichogramma*:



Puede parasitar más de 200 especies de huevos de lepidópteros y competir con otras especies del mismo género en condiciones naturales (Harmonía, 2004 y Fuentes, 2022).



C Ecología: *Trichogramma* spp.

Factores ambientales clave para *Trichogramma* spp.:

1 Temperatura: El desarrollo de *Trichogramma* es directamente proporcional a la temperatura, siendo 25 - 30°C el rango óptimo. Temperaturas extremas, por encima de 35°C, pueden invertir la relación de sexo.



2 Humedad: Niveles de humedad entre 60% y 80% son cruciales para la supervivencia y actividad de los adultos. La baja humedad puede causar deshidratación y reducir su capacidad de búsqueda de huéspedes, mientras que la alta humedad favorece el apareamiento de hongos perjudiciales.



3 Viento: El viento juega un papel ambiguo. Si bien facilita la dispersión a nuevas áreas, vientos fuertes pueden obstaculizar su vuelo y la localización de huevos para parasitar.



4 Vegetación: La vegetación es un microhábitat esencial. Sirve como refugio contra depredadores y condiciones adversas, además de proveer fuentes de alimento como néctar y polen. También influye en la presencia de hospederos al atraer distintas especies de lepidópteros.



5 En resumen, la interacción de estos factores es compleja y determinante para la eficacia de *Trichogramma*. Comprenderlos y considerar las condiciones específicas de cada entorno es fundamental para el éxito de los programas de control biológico. Puede dispersarse hasta 15 metros dependiendo de la velocidad del viento, la cobertura y densidad del cultivo.



d Plagas que controla:

No.	Nombre científico	Nombre común
1	<i>Heliothis virescens</i>	Gusano bellotero del algodón
2	<i>Heliothis zea</i>	Gusano de la mazorca del maíz
3	<i>Alabama argillaceae</i>	Gusano de la hoja de algodón
4	<i>Trichoplusia ni</i>	Falso medidor
5	<i>Trichoplusia includens</i>	Falso medidor
6	<i>Sacadodes pyralis</i>	Gusano rosado colombiano
7	<i>Diatraea spp.</i>	Barrenador de la caña
8	<i>Pococera atramentalis</i>	Gusano telarañero del sorgo
9	<i>Pleuroprucha asthenaria</i>	Gusano medidor de la panoja
10	<i>Anticarsia gemmatilis</i>	Gusano del follaje de la soya
11	<i>Omiodes indicata</i>	Gusano pegador de hojas de soya
12	<i>Semiothisa atrydata</i>	Medidor de la soya
13	<i>Maruca testulalis</i>	Gusano perforador de vainas de soya
14	<i>Erinnyis ello</i>	Gusano cachón de la yuca
15	<i>Tuta absoluta</i>	Gusano cogollero del tomate
16	<i>Diaphorina spp</i>	Gusano perforador del melón
17	<i>Agraulis vanillae</i>	Gusano gregario de las pasifloráceas
18	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Gusano cogollero del maíz

e Cultivos que pueden ser tratados con *Trichogramma spp.*:

Nombre científico	Nombre común
<i>Saccharum officinarums</i>	Caña de azúcar
<i>Zea mays</i>	Maíz
<i>Oryza sativa</i>	Arroz
<i>Sorghum bicolor</i>	Sorgo
<i>Glycine max</i>	Soya
<i>Citrus spp.</i>	Cítricos
<i>Gossypium hirsutum</i>	Algodonero
<i>Cucumis melo</i>	Melón
<i>Citrullus lanatus</i>	Sandía
<i>Cucurbita maxima</i>	Zapallo
<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa
<i>Olea europaea</i>	Olivo
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frijol
<i>Solanum tuberosum</i>	Papa
<i>Solanum lycopersicum</i>	Tomate
<i>Passiflora edulis</i>	Maracuyá
<i>Manihot esculenta</i>	Yuca
<i>Persea americana</i>	Aguacate

f Formas de aplicación:

1 Manual

Puede distribuirse en bolsas de papel, frascos con acordeones de papel, bolsas plásticas o tarjetas de cartón de una pulgada cuadrada (Harmonía, 2004).



2 Mecanizada

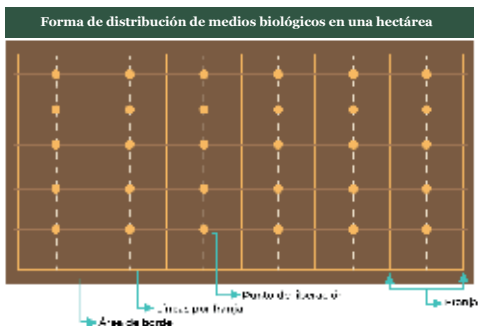
- Aviación con dispersión de papellillos o similares.
- Tractores con dispersadores de cápsulas.
- Pistolas dispersoras de cápsulas (Harmonía, 2004).



Foto: Evaluación en parcela de maíz, finca demostrativa.

9 Procedimiento:

- 1 | Dividir la hectárea en seis franjas.
- 2 | Seleccionar una línea o surco por franja.
- 3 | Distribuir cinco puntos de liberación en cada surco.
- 4 | Contabilizar 30 puntos por hectárea.
- 5 | Dejar un espacio de 5 a 10 metros desde el borde hasta el primer punto de aplicación.
- 6 | En cada aplicación, tomar surcos o líneas nuevas para evitar repeticiones.
- 7 | Distribuir las franjas de manera uniforme en la hectárea.



h Dosis de aplicación:

Cultivo	Dosis de individuos por hectárea
Caña y maíz	100.000 ind/ha
Pastos	15.000 - 50.000 ind/ha
Tomate	400.000 ind/ha
Hortalizas	20.000 – 400.000 ind/ha

i Métodos evaluativos:

- 1 Determinación del porcentaje de parasitismo en la pacela, el cual debe ser superior al 70%. Se puede aplicar la fórmula de Townsend y Heuberger (1943) para evaluar el daño de *Spodoptera frugiperda* en maíz.



- 2 Evaluación del rendimiento del cultivo en la cosecha y la pérdida ocasionada por la plaga.



Foto: Evaluación en parcela de aguacate.

5.1.2 *Chrysopa* spp.

a Taxonomía:

Reino: *Animalia*
Clase: *Insecta*
Orden: *Neuroptera*
Familia: *Chrysopidae*
Género: *Chrysoperla*
Especie: *Chrysoperla carnea*



Foto: Crisálida (cocón) de *Chrysopa*.



Foto: Adulto de *Chrysopa*.

b Biología:

Chrysopa es uno de los depredadores más empleados en los programas de control biológico de plagas agrícolas. Sus larvas son conocidas como "León de los áfidos" por su alta capacidad depredadora sobre los insectos plaga, además de atacar huevos e insectos pequeños de cuerpo blando (Alayo, 1968 y Núñez, 1998a).



Su ciclo de vida comprende:

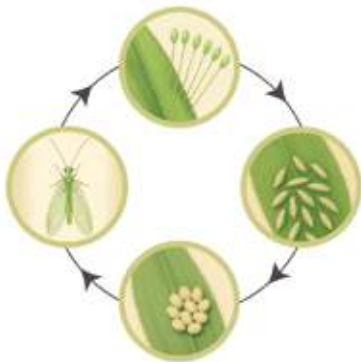
-  **Huevo:** 5 días
-  **Larva:** 10 días
-  **Pupa:** 10 días
-  **Adulto:** hasta 30 días

1 Huevos: Son pedunculados de color verde depositados sobre un filamento en diferentes formas: aislados, agrupados o en racimos. Esta característica permite diferenciar las distintas especies dentro del género.

2 Larvas: Son depredadoras desde su nacimiento y pueden canibalizarse entre sí, si no encuentran alimento inmediatamente.

3 Pupas: Se encuentran dentro de un capullo de seda, donde sufren una metamorfosis completa hasta transformarse en adultos.

4 Adultos: Son de color verde, sus alas tienen abundantes nerviaciones, miden entre 1 y 1,5 cm, tienen ojos dorados y cuerpo frágil. Algunas especies adultas también depredan insectos (Núñez, 1988b).



Ciclo biológico de *Chrysopa*: Huevo, larva, crisálida (cocón) y adulto (Núñez, 1988b).

C Ecología: *Chrysopa spp.*

- 1** Habitan en cultivos y ecosistemas con vegetación densa, prefiriendo humedades del 50 - 80%. Son controladores biológicos clave en la regulación natural de plagas, influenciados por temperatura, humedad y disponibilidad de presas (Solagro, 2021).



- 2** Son depredadoras con alto grado de adaptabilidad y se encuentran en climas fríos, templados y tropicales. Su mayor actividad ocurre durante la noche. Son tolerantes a ciertos productos químicos, lo que facilita su integración en un manejo integrado de plagas.



- 3** La aplicación de *Chrysopa* varía entre 10.000 y 50.000 individuos por hectárea. Los huevos pueden conservarse a temperaturas de $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta por 15 días sin alterar su tasa de mortalidad. Temperaturas inferiores pueden causar su muerte (Torre y Gerdling, 2004 y Cedillo et al., 2018).



d Plagas que controla:

No.	Nombre científico	Nombre común
1	<i>Phyllocnistis citrella</i>	Minador de los cítricos
2	<i>Frankliniella williamsi</i>	Trips de las hortalizas
3	<i>Thrips tabaci</i>	Trips de la cebolla
4	<i>Mononychellus tanajoa</i>	Ácaro verde de la yuca
5	<i>Tetranychus spp.</i>	Araña roja
6	<i>Heliothis virescens</i>	Cogollero del tabaco
7	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Cogollero del maíz
8	<i>Aphis gossypii</i>	Pulgón del algodón
9	<i>Rhopalosiphum maidis</i>	Pulgón de las hojas del maíz
10	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Mosca blanca de los invernaderos
11	<i>Omiodes indicata</i>	Mosca blanca del tabaco
12	<i>Aleurothrixus floccosus</i>	Mosca blanca algodonosa
13	<i>Diatraea saccharalis</i>	Barrenador de la caña
14	<i>Diatraea lineolata</i>	Barrenador del maíz

Foto: Adulto de *Chrysopa carnea*.

e Cultivos en los que puede emplearse:

Nombre científico	Nombre común
<i>Citrus x latifolia</i>	Limón persa
<i>Manihot esculenta</i>	Yuca
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frijol
<i>Solanum lycopersicum</i>	Tomate
<i>Persea americana</i>	Aguacate
<i>Allium cepa</i>	Cebolla
<i>Zea mays</i>	Maíz
<i>Saccharum officinarum</i>	Caña de azúcar
<i>Oryza sativa</i>	Arroz
<i>Elaeis guineensis</i>	Palma de aceite

f Formas de aplicación:

1 Manual

Se emplean frascos plásticos transparentes con 100 a 200 adultos recién emergidos. En caso de larvas, se utilizan bolsas de papel con material dispersante (cascarilla de arroz, café, etc.) para evitar el canibalismo (Harmonía, 2004).



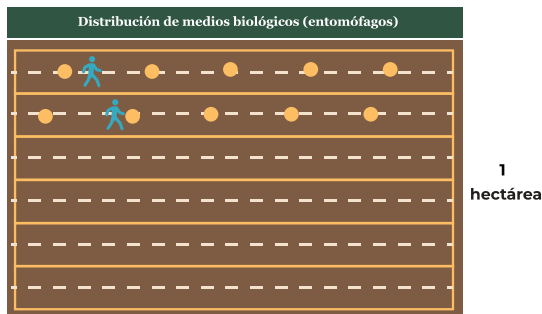
2 Frecuencia de liberación

Entre 8 y 15 días.



9 Procedimiento:

- 1 La parcela se divide en 6 franjas.
- 2 Se selecciona un surco por franja.
- 3 En cada surco se liberan 5 puntos a lo largo de toda su extensión.
- 4 En total, se distribuyen 30 puntos por hectárea.
- 5 En cada punto se liberan 500 larvas de *Chrysopa*.
- 6 Se evita repetir la aplicación en el mismo surco.
- 7 Se mantiene un espacio de 5 a 10 metros desde el borde hasta el primer punto de aplicación.



h Métodos evaluativos:

- 1 Determinación del porcentaje de depredación en la parcela, el cual debe ser superior al 70%. Se puede aplicar la fórmula de Townsend y Heuberger (1943) para evaluar la intensidad del daño causado por *Spodoptera frugiperda* en cultivos de maíz.



- 2 Evaluación del rendimiento del cultivo en la cosecha y la pérdida ocasionada por la plaga.



Foto: Huevos de *Chrysopa* sobre hoja de maíz.

5.1.3 *Telenomus remus* Nixon

a Taxonomía:

Reino: *Animalia*

Clase: *Insecta*

Orden: *Hymenoptera*

Familia: *Scelionidae*

Género: *Telenomus*

Especie: *Telenomus remus*



Foto: Adulto de *Telenomus remus*.

b Biología:

Telenomus remus es un parasitoide de huevos de lepidópteros, especialmente *Spodoptera frugiperda*. Las hembras ovipositan en los huevos del hospedador, donde las larvas se desarrollan hasta emerger como adultos en 8 - 14 días. Su ciclo de vida dura aproximadamente 10 - 14 días, con alta tasa reproductiva y capacidad de parasitismo masivo (Dos Reis Fortes et al, 2023)



Foto: *Telenomus remus* parasitando huevos de *Spodoptera frugiperda* (cogollero del maíz).



c Ecología: *Telenomus remus* Nixon

Este parasitoide prospera en agroecosistemas tropicales con temperaturas entre 20 - 30°C y humedades relativas del 60 - 80%. Se adapta a diversas condiciones ambientales, con una temperatura óptima entre 25 - 27°C y humedad entre 60 - 80%.



d Formas de aplicación:

Se recomienda liberar entre 5.000 y 10.000 parasitoides por hectárea en 30 puntos, con intervalos de ocho días.



e Métodos evaluativos:

1

Determinación del porcentaje de parasitismo en la parcela, que debe superar el 70%.



2

Evaluación del rendimiento del cultivo en la cosecha y el impacto de la plaga.



5.1.3 *Tetrastichus Howardi* Olliff

a Taxonomía:

Reino: *Animalia*

Clase: *Insecta*

Orden: *Hymenoptera*

Familia: *Eulophidae*

Género: *Tetrastichus*

Especie: *Tetrastichus howardi*

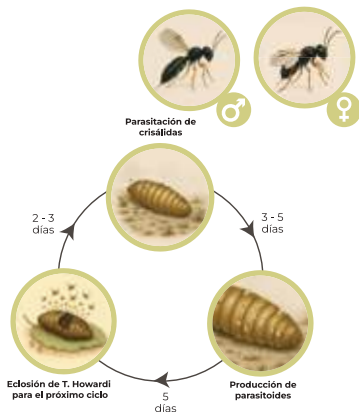
b Biología:

Tetrastichus howardi es un parasitoide de crisálidas gregario registrado como parasitoide primario o hiperparasitoide facultativo de diversas especies de lepidópteros, especialmente barrenadores de tallo en cereales (Salla et al., 2007). Su ciclo de vida sigue el patrón holometábolo con las fases de huevo, larva, pupa y adulto.

Los machos adultos tienen los flagelos de las antenas de color blanco y solo la masa de color negro, mientras que las hembras presentan todo el flagelo y la masa de color negro.

Su ciclo de vida es corto a 28°C y transcurre en 16 días. Puede manejarse de forma integrada con parasitoides larvales y de huevos de plagas. Una hembra puede generar más de 150 descendientes, de los cuales el 90% son hembras.

Puede conservarse a una temperatura de 9 - 12°C durante 7 días sin afectar sus cualidades biológicas (Álvarez, 2017 y Fuentes, 2018).



Ciclo biológico de *Tetrastichus howardi*

C Ecología: *Tetrastichus Howardi* Olliff

Tetrastichus howardi es un parasitoide gregario de pupas de lepidópteros, que desempeña un papel clave en la regulación natural de plagas agrícolas. Su ecología está vinculada a cultivos donde habitan sus hospedadores, siendo influenciado por factores ambientales como temperatura, humedad y disponibilidad de presas. Compite con otros parasitoides y es susceptible a depredadores naturales. Se encuentra en ecosistemas tropicales y subtropicales, contribuyendo al equilibrio ecológico y al manejo integrado de plagas. Su presencia y eficacia dependen de la abundancia de pupas de insectos plaga, lo que lo convierte en un agente valioso para la agricultura sostenible y el control biológico (Álvarez, 2017).



Foto: Hembra de *Tetrastichus howardi* parasitando crisálida.

d Plagas que controla:

No.	Nombre científico	Nombre común
1	<i>Diatraea saccharalis</i>	Barrenador de la caña
2	<i>Galleria mellonella</i>	Polilla de la cera
3	<i>Diatraea lineolata</i>	Barrenador del maíz
4	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Cogollero del maíz
5	<i>Mocis latipes</i>	Falso medidor
6	<i>Erinnyis ello</i>	Primavera de la yuca
7	<i>Heliothis virescens</i>	Cogollero del tabaco
8	<i>Herse cingulata</i>	Primavera del boniato
9	<i>Feltia annexa</i>	Cachazudo común
10	<i>Leucania latiuscula</i>	Oruga del cogollo de la caña

e Cultivos en los que se aplica:

Nombre científico	Nombre común
<i>Saccharum officinarum</i>	Caña de azúcar
<i>Oryza sativa</i>	Arroz
<i>Zea mays</i>	Maíz
<i>Sorghum bicolor</i>	Pastos sorgo
<i>Persea americana</i>	Aguacate

f Formas de aplicación:

1

Liberación en siembra

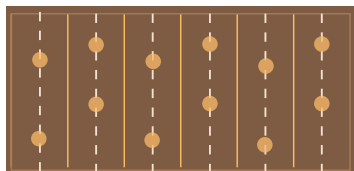
- La hectárea se divide en 6 franjas.
- En la franja se selecciona una línea o surco.
- En la línea se toman 2 puntos de liberación.
- Se busca uniformidad en toda la parcela.

2

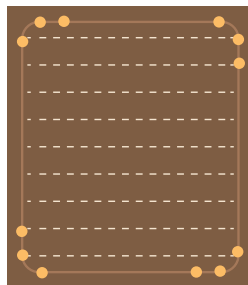
Liberación antes de la siembra

- En la hectárea vacía, se liberará alrededor de donde haya vegetación.
- Se distribuirán uniformemente 16 puntos de liberación.
- En cada lado del campo se liberarán 4 puntos.
- Si falta vegetación en un lado, se aumentará la liberación en las áreas con vegetación.

Distribución de *Tetrastichus howardi* en parcelas



Después de la siembra



Antes de la siembra

g Métodos evaluativos:

1

Determinación del porcentaje de parasitismo en la parcela, que debe superar el 70%.



2

Evaluación del rendimiento del cultivo en la cosecha y el impacto de la plaga.

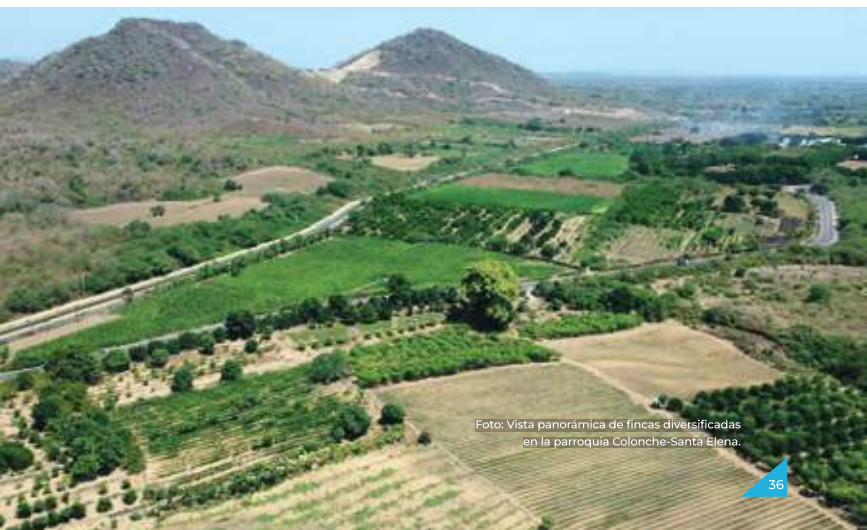


Foto: Vista panorámica de fincas diversificadas en la parroquia Colonche-Santa Elena.

5.2**Entomopatógenos**

Bacterias

5.2.1 *Bacillus thuringiensis***a Taxonomía:****Filo:** *Bacillota***Clase:** *Bacilli***Orden:** *Bacillales***Familia:** *Bacillaceae***Género:** *Bacillus***Especie:** *Bacillus thuringiensis*

Bacillus thuringiensis (Bt) es un microorganismo ampliamente utilizado en el control de larvas de lepidópteros en la agricultura y salud pública. Actúa por ingestión, causando la muerte de larvas mediante una toxina que paraliza su intestino y provoca septicemia letal. Su concentración en biopreparados debe ser superior a 10^7 esporas por ml para ser efectiva (Agricultura Biológica, 2004).



Foto: Larva de *Spodoptera frugiperda* tratada con *Bacillus thuringiensis*, sin síntomas visibles.

b Biología:

El *Bacillus* tiene una espora estructurada para reproducirse y un cristal que es el que posee las toxinas.

Se clasifica como una bacteria gran positiva de la familia *bacillaceae* que agrupa 43 serotipos distribuidos en 34 subespecies de acuerdo a su antígeno flagelar (Harmonía, 2004).

El tamaño de los bacillus oscila entre 3 a 5 micras de largo y 1 a 1,2 micras de ancho, es anaerobio y quimiorganotrofo y con actividad de catalasa. Tiene forma de bastón y capacidad para formar esporas resistentes, como se aprecia en la siguiente figura.



Foto: *Bacillus thuringiensis*.

C Ecología: *Bacillus thuringiensis*

Bacillus thuringiensis (Bt) es una bacteria grampositiva ampliamente distribuida en diversos ecosistemas terrestres y acuáticos. Se encuentra de manera natural en suelos, hojas de plantas, agua, insectos y restos orgánicos en descomposición. Su ciclo de vida incluye una fase vegetativa, en la que se multiplica en medios ricos en nutrientes y una fase esporulada, en la que produce esporas resistentes y proteínas cristalinas (δ -endotoxinas) tóxicas para ciertos insectos.

1 Factores climáticos: Bt se desarrolla en un rango de temperatura óptimo entre 25 - 37°C, aunque puede sobrevivir en condiciones extremas mediante esporulación. Su actividad es favorecida en humedades del 50 - 80%, pero puede persistir en ambientes secos en estado de spora.



2 Distribución geográfica: Está presente en todo el mundo, especialmente en suelos agrícolas y ambientes donde habitan insectos hospedadores. Se ha aislado en ecosistemas tropicales, templados y desérticos, lo que demuestra una gran adaptabilidad ecológica. Su capacidad de persistencia en el ambiente depende de la temperatura, la radiación UV (que degrada sus toxinas) y la disponibilidad de materia orgánica.



3 Bt es clave en el control biológico de plagas y su aplicación ha sido crucial en cultivos como maíz y algodón transgénico.



d Plagas que controla:

Cultivo	Nombre científico	Nombre común	Dosis
Maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Cogollero del maíz	1 - 1,5 kg/ha
Tabaco	<i>Heliothis sp., Manduca sexta</i>	Gusano bellotero del algodón	400 - 600 gr/ha
Palma de aceite	<i>Opsiphanes cassina, Stenoma sp., Euclea diversa</i>	Gusano cabrito de la palma, pasador del fruto del aguacate	700 - 1000 gr/ha
Plátano/Banano	<i>Opsiphanes sp.</i>	Gusano cabrito	700 - 1000 gr/ha
Hortalizas	<i>Pieris brassicae, Pseudoplusia includens, Plutella xylostella</i>	Oruga de la col, oruga falsa medidora	500 gr/ha
Forestales	<i>Lymantria dispar, Malacosoma, Euproctis</i>	Pollilla esponjosa, oruga de librea	500 gr/ha

e Formas de aplicación:

1 Manual

- Se recomienda aplicar 1 - 1,5 Kg/ha en 200 litros de agua mediante mochilas pulverizadoras, cubriendo completamente el follaje.



2 Mecanizada

- Mediante maquinaria agrícola o aviación.



f Métodos evaluativos:

- 1 Determinación del porcentaje de infestación de las larvas en la parcela (superior al 70%).



- 2 Evaluación del rendimiento del cultivo tras la aplicación del biopreparado.



Foto: Larva de *Spodoptera frugiperda* afectando cultivo de maíz.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agricultura Biológica (2004) *Ficha técnica de insumo biológico para una agricultura ecológica y moderna*. Folleto inédito, Buga, Valle, Colombia.
- Alayo, P. (1968) *Los Neurópteros de Cuba*. La Habana, Cuba: Poeyana, Instituto de biología.
- Álvarez, J. (2017) *Metodología de producción de Tetrastichus howardi*. Matanzas, Cuba: Estación experimental de Jovellanos de la caña de azúcar.
- Cedillo, K.; Castillo, P. y Núñez, E. (2018) *Especies de crisópidos (Neuropteros chrysopidae) presentes en plantaciones de limón sutil (Citrus aurantipolia) en la región de Tumbes*. Tumbes, Perú: Revista peruana de entomología.
- Dos Reis Fortes, A.; Coelho, A.; Amorim, D.; Demetrio, C. y Parra, J. (2023) *Biology and quality assessment of Telenomus remus (Hymenoptera: Scelionidae) and Trichogramma spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in eggs of Spodoptera spp. for augmentative biological control programs*, *Journal of Insect Science*, Volume 23, Issue 5, September, 5, <https://doi.org/10.1093/jisesa/iead047>
- Fuentes, F. (1994) *Producción y Uso de Trichogramma como regulador de plagas*. RED de Acción en Alternativa al uso de agroquímico (RAAA). Lima Perú.
- Fuentes, F. (2018) *Ficha Técnica de Tetrastichus howardi*. Trabajo inédito. Provincia Santa Elena, Ecuador.
- Fuentes, F. (2022) *Ficha Técnica de Trichogramma spp.* Trabajo inédito. Provincia Santa Elena, Ecuador.
- Fuentes, F.; Chiadó, R.; Eusebio, F.; Santiestevan, L.; Mora, J. y Santiestevan, E. (2022) *Guía práctica para el control biológico de plagas agrícolas en la provincia de Santa Elena*. Santa Elena, Ecuador: Fundación Heifer Ecuador.
- Fuentes, F.; Ferrer, F. y Aguilar, S. (2012) *Reseña Histórica del Control Biológico en Centroamérica y el Caribe*. Editorial Academia Española.

- Harmonía. (2004) *Guía de insumo biológico para el Manejo Integrado de Plagas*. Cali, Colombia.
- Núñez, E. (1988a) *Ciclo Biológico y Crianza de Chrysoperla externa y Ceraeochrysa cincta (Neuróptera, Chrysopidae)*. Estación Experimental Agrícola La Molina, Lima, Perú.
- Núñez, E. (1988b) *Chrysopidae (Neurópteros) del Perú y sus especies más comunes*. Estación Experimental Agrícola La Molina, Lima, Perú.
- Salla, J.; Volk, W. y Polaszaek, A. (2007) *Afrotropical species of the Tetrastichus howardi species group (Hymenoptera: Eulophidae)*. African Entomology 15, 45-56.
- Solagro. (2021) *Chrysoperla carnea: Conoce su ciclo biológico*. <https://solagro.com.pe/blog/ciclo-biologico-de-chrysoperla-carnea/>
- Torre, S. (1980) *Revisión de Trichogramma de Cuba, con la descripción de tres nuevas especies y una variedad*. Departamento de Zoología, Facultad de Biología Universidad de la Habana.
- Torre, C. y Gerdling M. (2004) *Chrysopa, Insecto benéfico para el control de pulgones*. Instituto de investigaciones agropecuario, Centro regional de investigaciones Quilumapu.
- Townsend, R. y Heuberger, V. (1943) *Methods for estimating Losses Caused by diseases in fungicide experiments*. The Plant Disease Reporter, 27. 340-343.