

MANUAL TÉCNICO

# Manejo ecológico

para el control de *Spodoptera frugiperda*  
**en el cultivo de maíz amarillo duro**  
en las regiones de Lambayeque y La Libertad



PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

EL PERÚ PRIMERO







**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO  
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA  
DIRECCIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO AGRARIO**

**Manejo ecológico para el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo  
de maíz amarillo duro en las regiones de Lambayeque y La Libertad**





# Manejo ecológico para el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz amarillo duro en las regiones de Lambayeque y La Libertad

Ministro de Agricultura y Riego  
**Ing. Jorge Luis Montenegro Chavesta**

Viceministro de Desarrollo e Infraestructura Agraria y Riego  
**Econ. Carlos Alberto Ynga La Plata**

Viceministro de Políticas Agrarias  
**Alberto Dante Maurer Fossa, Ph.D.**

Jefe del INIA  
**Jorge Luis Maicelo Quintana, Ph.D.**

**Impreso en:** Vayu Advertising & Communications S.A.C.

**RUC:** 20604037361

**Dirección:** De los Ingenieros Nro. 110 Dpto. 102 - Santiago de Surco

**E-mail:** ventas@vayucunicaciones.com

**ISBN:**

978-9972-44-061-8

© Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA

## **Proyecto 071\_PI**

“Diseño de un paquete de manejo ecológico para el control de *Spodoptera frugiperda* "cogollero" en el cultivo de maíz amarillo duro en las regiones de Lambayeque y La Libertad.”

## **Elaboración de contenido:**

Ing. María Elena Neira de Perales  
Lic. Edgar Darwin Pérez Tesén

## **Editado por:**

Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA  
Equipo Técnico de Edición y Publicaciones  
Av. La Molina 1981, Lima- Perú  
(51 1) 240-2100 / 240-2350  
www.inia.gob.pe

## **Editor general:**

Eliana Alviárez Gutierrez, D.Sc.

## **Revisión de contenido:**

Betty Flores Gonzales  
Heillen Calderón Castillo  
Gabriela Salazar Alvarez

## **Diseño y diagramación:**

Abner Fernando Mio Torrejón  
Luis Carlos Arévalo Mercado  
Jeams Lopez Acaro  
Juan Pablo Gonzales Delgado

## **Publicado:**

Agosto, 2020

## **Primera edición:**

Agosto, 2020

## **Tiraje:**

1 000 ejemplares

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-05235

Prohibida la reproducción de este libro por cualquier medio, total o parcialmente, sin permiso expreso.





# Tabla de contenido

<b>Presentación</b>	<b>6</b>
<b>Introducción</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>ECOLOGÍA DE LA PLAGA</b>	<b>8</b>
<i>Spodoptera frugiperda</i> (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)	8
1. Generalidades	8
2. Ciclo biológico de <i>Spodoptera frugiperda</i>	8
2.1 Huevo	9
2.2 Larvas	9
2.3 Pupa	10
2.4 Adulto	10
3. Taxonomía	11
4. Daño de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz	11
5. Temperatura	13
6. Humedad	13
7. Fuentes de alimento	14
8. Enemigos naturales de <i>Spodoptera frugiperda</i>	14
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>BASES ECOLÓGICAS DEL CONTROL BIOLÓGICO</b>	<b>18</b>
1. Generalidades	18
2. Diversidad en los agroecosistemas	18
3. Características ecológicas de los enemigos naturales como base del control biológico	19
4. Características ecológicas de los controladores biológicos a utilizar en el paquete de manejo ecológico de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz amarillo duro	19





# Tabla de contenido

5.	Crisopas	20
5.1	Definiciones y estadios biológicos	20
5.2	Liberación de crisopas en el cultivo de maíz para el control de <i>Spodoptera frugiperda</i>	21
6.	Nemátodos entomopatógenos (NEP)	23
6.1	Definiciones y aspectos biológicos de los nemátodos entomopatógenos	23
6.2	Preparación y aplicación de nemátodos entomopatógenos para control de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i>	24
<b>CAPÍTULO III</b>		
<b>BASES ECOLÓGICAS DEL CONTROL ETOLÓGICO</b>		<b>27</b>
1.	Características ecológicas del control etológico	27
2.	Uso de trampas dentro del paquete de manejo ecológico para el control de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de maíz amarillo duro	28
<b>CAPÍTULO IV</b>		
<b>CONTROL CULTURAL PARA EL MANEJO DE <i>Spodoptera frugiperda</i> EN EL CULTIVO DE MAÍZ AMARRILLO DURO</b>		<b>31</b>
1.	Generalidades	31
2.	Hospederos de <i>Spodoptera frugiperda</i>	32
3.	Prácticas culturales para el control de malezas en el cultivo de maíz amarillo duro	33
<b>CAPÍTULO V</b>		
<b>EVALUACIÓN DE LA PLAGA <i>Spodoptera frugiperda</i> EN EL CULTIVO DE MAÍZ AMARRILLO DURO</b>		<b>35</b>
1.	Generalidades	35
2.	Evaluación en el campo de maíz	35



# Tabla

de contenido

<b>CAPÍTULO VI</b>	
<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL CAMPO</b>	<b>42</b>
1. Generalidades	42
2. Medidas generales a utilizar en el campo	42
<b>REFERENCIAS</b>	<b>46</b>
<b>ANEXO</b>	<b>49</b>



# Presentación

El maíz es uno de los principales cultivos producidos en el Perú, considerado como un insumo para la nutrición animal y elaboración de alimentos. Las regiones de Lambayeque y La Libertad se destacan por ser las mayores productoras de maíz amarillo duro, sin embargo, su productividad se ha visto afectada por el ataque de *Spodoptera frugiperda*, conocido comúnmente como el cogollero del maíz; considerada como la principal plaga de este cultivo, tanto es así, que la FAO en el 2018 reportó la pérdida de millones de hectáreas de maíz y sorgo afectadas por esta plaga, desde su primera aparición en el continente africano.

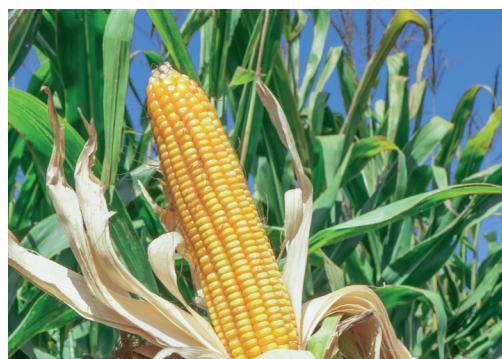
El uso excesivo de agroquímicos además de haber afectado la salud de los agricultores y la calidad del ambiente, ha generado resistencia de esta plaga, por tanto, en los últimos años se viene implementando prácticas recomendadas que contribuyan al manejo ecológico de plagas y paulatinamente minimicen el uso de plaguicidas.

El Ministerio de Agricultura y riego (MINAGRI), a través del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) pone a disposición el **Manual ecológico para el control de *Spodoptera frugiperda***; documento que mediante un lenguaje claro y de fácil comprensión está dirigido a los pequeños y medianos agricultores maiceros de todo el país, así como técnicos, profesionales y público en general que tengan interés en implementar el manejo integrado de plagas que sean sostenibles y ecológicas para su aplicación práctica en el campo.

Nuestro propósito es incentivar el manejo ecológico de plagas en el sector agrícola y beneficiar la cadena productiva del maíz amarillo duro; empleando los resultados obtenidos en el Proyecto 071\_PI “Diseño de un paquete de manejo ecológico para el control de *Spodoptera frugiperda* “cogollero” en el cultivo de maíz amarillo duro en las regiones de Lambayeque y La Libertad”, financiado por el Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA).

**Jorge Luis Maicelo Quintana, Ph.D.**

Jefe del INIA



# Introducción

El cultivo de maíz amarillo duro es uno de los cultivos prioritarios a nivel nacional; se encuentra dentro de los 17 cultivos que representan el 74 % de la superficie sembrada a nivel nacional entre la campaña del 2018 – 2019, que corresponde a un área total de 276 595 ha.

La superficie productiva en el país resalta la importancia que tiene el cultivo de maíz amarillo duro en la cadena agroalimentaria, por lo que es fundamental atender las demandas tecnológicas del cultivo para aumentar su productividad en las zonas productoras de maíz. Una de estas demandas es el manejo de plagas empleando métodos o procedimientos no convencionales y de armonía con el medio ambiente.

Como resultado del estudio participativo en región de Lambayeque, realizado en el año 2015, se concluyó que los agricultores hacen un uso excesivo de insecticidas para el control de plagas como *Spodoptera frugiperda* “cogollero”, considerada endémica, pues siempre se encuentra en mayor o menor cantidad ocasionando daño al cultivo de maíz.

Con la finalidad de generar y poner a disposición tecnologías innovadoras para el control no convencional del “cogollero”, el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) ejecutó el proyecto 071\_PI Diseño de un paquete de manejo ecológico para el control de *Spodoptera frugiperda* “cogollero” en el cultivo de maíz amarillo duro en las regiones de Lambayeque y la Libertad, cuyo objetivo principal fue contribuir al control del gusano cogollero, mediante la aplicación de diferentes tecnologías de manejo ecológico en el cultivo maíz amarillo duro.

Los resultados de las investigaciones obtenidos en la Estación Experimental Agraria Vista Florida, han sido organizadas y detalladas en este manual técnico, con la finalidad de fortalecer las competencias técnicas de los pequeños y medianos agricultores maiceros de las regiones de Lambayeque y La Libertad.





## CAPÍTULO I

# ECOLOGÍA DE LA PLAGA

## *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)

### 1. Generalidades

*Spodoptera frugiperda*, es un insecto originario del continente americano (Rodríguez-Mota et al., 2014) y que se distribuye en áreas tropicales y subtropicales (Castillo, 2013). Se debe describir su biología, taxonomía y el daño que ocasiona en el cultivo de maíz para poder comprender su mejor relación con otros factores bióticos y abióticos. El estudio de la ecología de *Spodoptera frugiperda*, es importante para poder controlar los daños que ocasiona y regular su densidad poblacional.

Con ecología nos referimos a la interacción de la plaga con el medio en donde se desarrolla. Realizar el análisis de las diferentes variables ambientales en relación al efecto en el comportamiento, crecimiento y desarrollo de la plaga; implica la revisión de diferentes parámetros tales como temperatura, humedad, interacción con otros seres vivos como las plantas hospederas (específicamente el maíz como fuente de alimento) y los enemigos naturales que ayudan a regular la densidad poblacional de la plaga.

### 2. Ciclo biológico de *Spodoptera frugiperda*

*Spodoptera frugiperda*, presenta un ciclo de vida compuesto por cuatro fases: huevo (Figura 5A), larva (Figura 5B), pupa (Figura 5C) y adulto (Figura 5D). El ciclo de vida puede ir de 20 a 45 días, dependiendo de la temperatura, humedad y alimento.

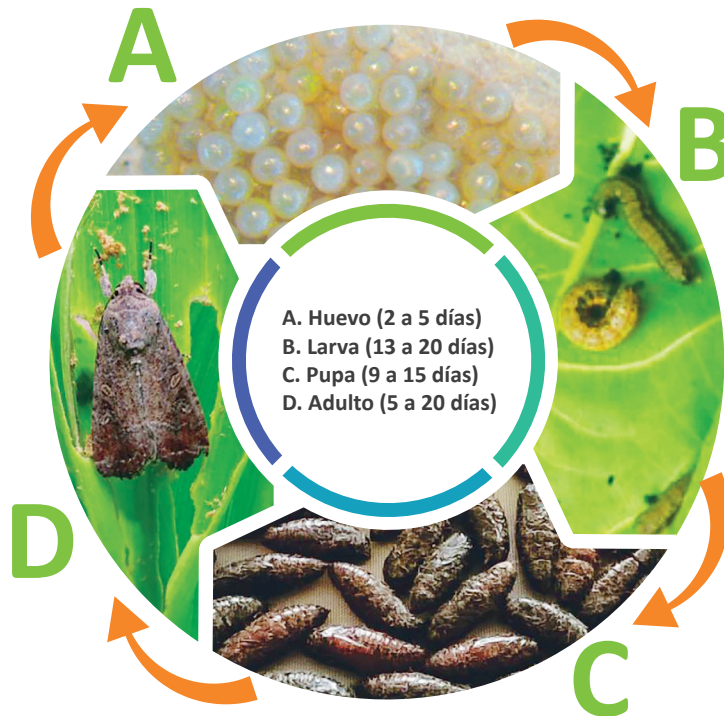


Figura 5. Ciclo biológico de *Spodoptera frugiperda*.

## 2.1 Huevo

Tienen forma oblonga esférica, su coloración va desde blanco sucio hasta verde oscuro (Castillo, 2013). El tiempo de desarrollo del huevo es de 2 a 5 días.

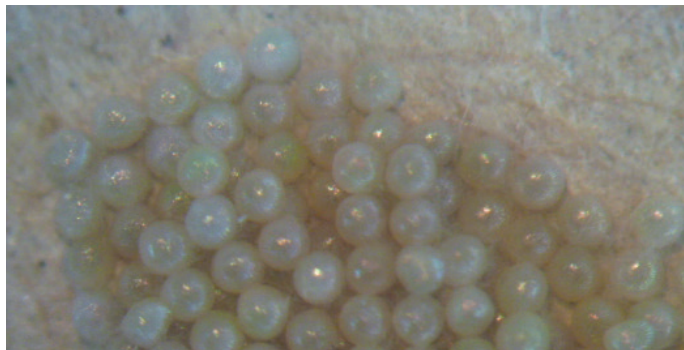


Figura 1. Huevos de *Spodoptera frugiperda* ovipositados en masa.

## 2.2 Larvas

Presentan 6 estadios de desarrollo, empezando por larvas neonatas, larvas del primer estadio hasta larvas de sexto estadio. El tamaño de las larvas es variable de acuerdo al estadio, así las larvas del primer estadio miden de 3 mm, las del segundo estadio 5 mm a 7 mm, tercer estadio entre 8 mm a 10 mm, cuarto estadio entre 11 mm a 15 mm, quinto estadio entre 15 a 20 mm y las del sexto estadio más de 20 mm (Pioneer, 2014).

El color de la larva depende del tipo de alimento, sin embargo en términos generales, el color de las larvas en los primeros estadios es blanquecino vidrioso y las larvas del segundo al cuarto estadio son de color grisáceo en la parte dorsal y verde en el lado ventral con tres líneas pálidas claras, estrechas y longitudinales (Negrete y Angulo, 2003).

A partir del cuarto estadio, en la larva se puede visualizar claramente una sutura epicraneal en forma de Y en la cabeza (Figura 2). En el quinto estadio, la larva presenta un color café oscuro con puntos en el segmento abdominal y en el sexto estadio la larva tiene un tono brillante con una mancha rojiza en el primer segmento del tórax (CIAT, 2016). El tiempo de duración de los estadios larvales va desde 13 a 20 días.



Figura 2. Larva de cuarto estadio de *Spodoptera frugiperda*.

### 2.3 Pupa

Son de color caoba, miden entre 14 mm a 17 mm, presentan dos espinas o ganchos en forma de U invertida en el extremo abdominal (Figura 3) (Negrete y Angulo, 2003). Esta fase tiene un tiempo de duración de 9 a 15 días.

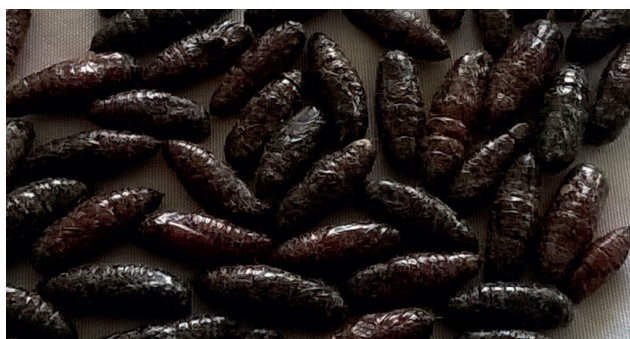


Figura 3. Pupas de *Spodoptera frugiperda*.

### 2.4 Adulto

Los adultos tienen en promedio 3.75 cm de extensión alar; presentan marcas oscuras de color pardo en el macho y oscuras grisáceas en las hembras (Figura 4) (Rodríguez-Mota et al., 2014). Esta fase tiene un tiempo de duración que va desde 5 a 20 días.



Figura 4. Adulto de *Spodoptera frugiperda*.



### 3. Taxonomía

Según Fernández (1994) citado por Galeas (2015), *Spodoptera frugiperda* presenta la siguiente clasificación taxonómica (Figura 6):

Reino	Animal
Phylum	Arthropoda
Subphylum	Mandibulata
Clase	Insecta
Subclase	Endopterigota
División	Pterigota
Orden	Lepidoptera
Suborden	Frenatae
Superfamilia	Noctuidea
Familia	Noctuidae
Subfamilia	Amphipyirinae
Tribu	Prodeniu
Género	<i>Spodoptera</i>
Especie	<i>S. frugiperda</i>

Figura 6. Ubicación taxonómica de *Spodoptera frugiperda*.

### 4. Daño de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz

El daño que puede ocasionar *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz es variado. La intensidad de ataque va depender básicamente de la densidad poblacional presente en el cultivo y de la voracidad de las larvas, factores que a su vez dependen de la temperatura. Un mal manejo agronómico del cultivo puede favorecer las fuentes de alimento alternativas para la plaga.

Las larvas de *Spodoptera frugiperda* en el maíz pueden actuar como gusanos de tierra cortando la planta recién emergidas. Durante los tres primeros estadios se comporta como gusano raspador, alimentándose de la epidermis de las hojas de la planta del maíz. En los últimos estadios, actúa como cogollero ocasionando perforaciones a las hojas de la planta, vive en el cogollo y se puede encontrar excremento de las larvas en las hojas y en el cogollo en forma de aserrín (Figura 7) (ICA, 2004). Además, debido a los diferentes momentos de oviposición de las hembras en el cultivo de maíz se puede encontrar diferentes estadios larvales (Jaramillo, Jaramillo, Bustillo y Gómez, 1989). Una vez que el cogollero está a punto de empupar cae al suelo para terminar con su desarrollo, realizar su metamorfosis y salir a la superficie convertido en adulto.



Es necesario acotar tres puntos fundamentales:

- La hembra oviposita en masa, en diferentes momentos y pueden ovipositar en promedio 1 000 huevos (ICA, 2004); de los cuales una vez emergidas las larvas, por efectos del viento y el propio desplazamiento, se dispersan a las plantas vecinas quedando de una a tres larvas en la planta originaria de la oviposición y en las plantas adyacentes; por lo tanto, el canibalismo es posible si existen dos o tres larvas en la misma planta y estas logran encontrarse en su desplazamiento.
- *Spodoptera frugiperda* puede actuar como “oruga militar tardía”, es decir, puede ocasionar un daño incesante al cultivo de maíz durante el día y la noche, siempre y cuando la población de la plaga sea alta.
- Se ha observado, que a veces el daño de *Spodoptera frugiperda* en las plantas de maíz coincide con el daño de *Diabrotica* sp. , ocasionando entre las dos plagas un grado de daño significativo a las plantas de maíz, este sinergismo negativo debe ser evitado con un buen manejo cultural del cultivo.



Figura 7. Daño ocasionado por *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz. (A) Posturas en hoja de maíz. (B) Larvas recién emergidas. (C) Hojas raspadas de maíz. (D) Larva dañando al cogollo del maíz.

## 5. Temperatura

Este factor permite que el número de ciclos biológico de *Spodoptera frugiperda* aumente o disminuya, debido a que su relación es directamente proporcional. Por lo tanto, en un determinado lapso de tiempo puede haber mayor cantidad de generaciones si la temperatura en el ambiente es de  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , o en el mismo lapso de tiempo haber menos generaciones si la temperatura es de  $17\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Es importante indicar que la temperatura por sí sola no explica el aumento o disminución de generaciones de la plaga, pues también depende de la humedad y de la fuente de alimento alternativo que encuentre; no obstante, es importante el papel que juega la temperatura en las reacciones bioquímicas del insecto y en la tasa de desarrollo del mismo (El Salvador, 2001).

## 6. Humedad

Proporciona a la plaga las condiciones necesarias para que su ciclo de vida se desarrolle con normalidad. En el campo, la humedad, permitirá que las pupas de *Spodoptera frugiperda* que se encuentran en el suelo, eclosionen adecuadamente y que el porcentaje de eclosión sea alto. La humedad juega un papel importante porque le da a las pupas la hidratación necesaria para el desarrollo de su ciclo de vida.

La humedad atmosférica para un buen desarrollo de la plaga es de  $80\% \pm 5\%$ , esto sumado a las condiciones de manejo agronómico particulares del cultivo (exceso de riegos) del maíz, proporciona las condiciones favorables para que la población de la plaga pueda ser alta y ocasione elevado grado de daño en el cultivo.

Es importante señalar que, al igual que la temperatura, la humedad alta por sí sola no explica el aumento o disminución de generaciones de la plaga, es la conjunción de los dos factores, sumado a las fuentes alternativas de alimentos, enemigos naturales y al marco evolutivo lo que explica porque *Spodoptera frugiperda* se encuentre en diferentes etapas del cultivo de maíz tales como la germinación y aparición de hojas. Además, explica también porque incluso la plaga puede presentarse en la etapa de espiga, panoja y maduración del cultivo (SENAMHI y MINAGRI, 2011) (Tabla 1 y 2).

Tabla 1  
Comparativo entre daño e infestación en el cultivo de maíz ocasionado por *Spodoptera frugiperda* y su relación con la temperatura y humedad en tres experimentos realizados en el anexo Paiján - La Libertad

Lugar	Promedio de daño (%)	Promedio de infestación (%)	Temperatura promedio ( $^{\circ}\text{C}$ )	Humedad promedio (%)	Mes y año
	79.8	25.7	26.26	85.02	Mar. 2017
Paiján La Libertad	10.1	5.2	17.64	86	Nov. 2017
	26	16	17.73	89.95	Ago. 2018

Fuente: Compendio de datos de experimentos del Proyecto PNIA 071\_PI y Estación meteorológica Casa Grande-La Libertad.

Tabla 2  
Comparativo entre daño e infestación en el cultivo de maíz ocasionado por *Spodoptera frugiperda* y su relación con la temperatura y humedad en tres experimentos realizados en la EAA Vista Florida

Lugar	Promedio de daño (%)	Promedio de infestación (%)	Temperatura promedio (°C)	Humedad promedio (%)	Mes y año
	72.4	14.4	22	81.06	15 May. al 15 Jun. 2017
Vista Florida Lambayeque	21.9	5.6	24.7	74	Feb. 2018
	8.2	8	19.6	73.18	Set. 2018

Fuente: Compendio de datos de experimentos del Proyecto PNIA 071\_PI, Estación meteorológica INIA Estación Vista Florida.

En las tablas anteriores se observa que puede haber un porcentaje promedio de humedad mayor al 80 % y tener baja infestación de la plaga, si es que la temperatura es baja; y tener una temperatura y humedad promedio aceptable y aún así la infestación de la plaga permanecerá baja. Los datos nos indican que los factores humedad y temperatura no son determinantes para explicar el desarrollo de la plaga, y que es necesario incluir los factores de fuentes alternativas de alimento y los enemigos naturales para que la ecuación o el modelo de explicación del crecimiento poblacional de la plaga este completo.

## 7. Fuentes de alimento

La fuente de alimento del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), no solamente es el maíz, existen otras fuentes de alimento de plantas herbáceas, varias de ellas malezas del cultivo, que permite el desarrollo de la plaga. Además, cogollero tiene hábitos caníbales por lo cual su estrategia de sobrevivencia es muy amplia. La influencia del alimento es muy importante, de nada sirve una temperatura alta sino existen las fuentes de alimento adecuadas. El alimento se encuentra relacionado estrechamente con la humedad del suelo, pues esta última favorece la nutrición de las plantas herbáceas que compiten por nutrientes, humedad, espacio y luz con las plantas de maíz.

## 8. Enemigos naturales de *Spodoptera frugiperda*

En la naturaleza, existen los enemigos naturales que son seres vivos benéficos (insectos y microorganismos), que regulan las plagas (seres vivos que ocasionan perjuicio al agricultor al generar daño a sus cultivos).

El gusano cogollero tiene enemigos naturales que se alimentan de sus estadios biológicos como *Zelus* sp. (Figura 8), que se alimenta de larvas y que en condiciones ideales (un ambiente hipotético sin intervención del hombre para controlar las plagas), sería suficiente para regular la población de *Spodoptera frugiperda*, es decir, la plaga estaría en el cultivo en densidades poblacionales bajas sin ocasionar daño económico.





Figura 8. *Zelus* sp. (A) Posturas. (B) Adulto en hoja de maíz.

Estos enemigos naturales, entre ellos *Podisus* sp. ( Figura 9), arañas (Figura 10) y avispas de la familia Ichneumonidae (Figura 11 ), se encuentran en densidades bajas en el cultivo de maíz, por lo que no son suficientes para controlar *Spodoptera frugiperda* y por ello se debe utilizar control biológico integral, el cual es parte del paquete de manejo ecológico descrito en el presente manual.



Figura 9. Chinche *Podisus* sp. enemigo natural de cogollero. (A) Chinche *Podisus* en maíz. (B) *Podisus* alimentándose de larva de cogollero (círculo rojo). (C) *Podisus* después de haberse alimentado de cogollero en la planta de maíz.





Figura 10. Araña en el cultivo de maíz. Las arañas tejen sus redes en la cual pueden caer larvas de *Spodoptera frugiperda*.



Figura 11. Avispa parasitoide de la familia Ichneumonidae. (A) Pupa de avispa parásita de la familia Ichneumonidae en hoja de maíz (formada a partir de larva parasitada de *Spodoptera frugiperda*). (B) Avispa adulta del género *Campoletis*, que emergió de la pupa, vista al esteroscopio.

En conclusión, podemos decir lo siguiente:

- Cuando la fuente de alimento se mantiene constante, la agresividad del “cogollero” para generar daño en el cultivo de maíz, se encuentra relacionado a la temperatura; ya que, a temperaturas altas la plaga incrementa su voracidad. Se ha observado una alta incidencia de daño e infestación de la plaga en épocas templadas y a pesar de ello el cultivo de maíz ha logrado recuperarse; por el contrario a temperaturas elevadas es posible la muerte de la planta.
- La humedad por mal manejo en los riegos y fertilización, favorece la fuente de alimentos alternativos para *Spodoptera frugiperda* en el agroecosistema del maíz. Se puede decir, que esta plaga es la principal del cultivo de maíz, pero el cultivo de maíz no es la única fuente principal de su alimento.

En la figura 12, se resume la interacción de los factores descritos en el desarrollo de *Spodoptera frugiperda*.



### ALIMENTO

Las fuentes alternativas de alimento explica la permanencia de la plaga en el cultivo de maíz por periodos largos.

### HUMEDAD

Un porcentaje de humedad alta, permite mayor eclosión de pupas y la hidratación de la plaga.

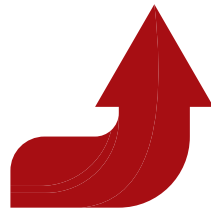


## CICLO BIOLÓGICO de *Spodoptera frugiperda*



### TEMPERATURA

Una alta temperatura, permite mayor número de generaciones y mayor voracidad de la plaga.



### ENEMIGOS NATURALES

Ayuda a regular la densidad poblacional de la plaga de manera natural.



Figura 12. Interacción de factores en el ciclo biológico de *Spodoptera frugiperda*.



## CAPÍTULO II

# BASES ECOLÓGICAS DEL CONTROL BIOLÓGICO

### 1. Generalidades

El manejo de plagas de manera ecológica, resulta una importante estrategia para equilibrar los agrosistemas, en especial en estos tiempos de desequilibrio climático. Por tanto, es necesario que el sistema utilizado para el control de plagas no ocasione pérdidas económicas, que sea sustentable, sin consecuencias negativas para la salud humana y el ambiente.

Por tanto, el fundamento ecológico del control biológico y etológico, se basa en evidencias científicas del paquete de manejo ecológico a ofrecer al agricultor de maíz amarillo duro de las regiones de Lambayeque y La Libertad.

### 2. Diversidad en los agroecosistemas

La diversidad en los agroecosistemas ayuda al mejoramiento del control biológico al ofrecer estabilidad a largo plazo a las poblaciones de insectos y oportunidades ambientales, con una variedad de fuentes alternas de alimento al configurarse sistemas de policultivo, cultivo-maleza y cultivos de cobertura (Nicholls, 2006). Sin embargo, es importante establecer las condiciones particulares de cada agroecosistema, así tenemos que un arreglo vegetacional debe favorecer el equilibrio del complejo enemigo-plaga.

Llevando estas definiciones al plano particular del agroecosistema del cultivo de maíz amarillo duro, el sistema cultivo-maleza favorecería la reproducción de *Spodoptera frugiperda* a diferencia de sus enemigos naturales, por lo que se debe optar por sistemas selectivos alternativos que equilibren y diversifiquen el agroecosistema del cultivo de maíz amarillo duro.



### 3. Características ecológicas de los enemigos naturales como base del control biológico

Existen factores dependientes e independientes de la densidad (Nicholls, 2008), los enemigos naturales se pueden considerar como un factor dependiente de la densidad de la plaga, por lo que para que un enemigo natural, criado en laboratorio sea efectivo, se necesitan ciertas características o atributos que permitan un adecuado funcionamiento regulador en el campo. De acuerdo a Nicholls (2008); Badii, Cerna y Landeros (2010) estas características son:

- Ser de fácil crianza en el laboratorio. La crianza en laboratorio está condicionada a la capacidad de adaptación a los cambios de humedad, temperatura y alimento del enemigo natural.
- Tener capacidad de búsqueda alta del hospedero o presa de tal manera que pueda agruparse en las áreas o zonas específicas en donde se encuentra la plaga, para que esta condición se concrete tiene que haber especificidad del enemigo natural con el huésped o presa.
- Actuar de manera sincrónica con la plaga, es decir, si la plaga incrementa su población el enemigo natural también lo hará, si la plaga decrece el enemigo natural disminuirá con ella. Esta característica ecológica muestra el factor dependiente de la densidad de los enemigos naturales; sin embargo una capacidad de búsqueda alta permitirá la sobrevivencia del enemigo natural cuando la densidad de la presa u hospedero es baja.
- Se debe conservar en la zona del agroecosistema después de la disminución de la plaga.
- Ser accesible y de fácil aplicación por parte de los agricultores.

### 4. Características ecológicas de los controladores biológicos a utilizar en el paquete de manejo ecológico de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz amarillo duro

Si comparamos las características ecológicas de los controladores biológicos empleados en los experimentos para el control de los diferentes estadios de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz amarillo duro, que forman parte del paquete de manejo ecológico desarrollado, se puede decir lo siguiente:

- Los controladores biológicos del paquete de manejo ecológico son las crisopas y los nemátodos entomopatógenos, los cuales se han adaptado a la crianza y producción en laboratorio.
- En ensayos de laboratorio e invernadero, se ha logrado establecer que existe una predación, control significativo por parte de las crisopas a los huevos de la plaga *Spodoptera frugiperda* y parasitación de larvas a partir del tercer estadio de *Spodoptera frugiperda*, por parte de nemátodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis*. Estos controladores llevados al campo cumplen la función de predación y parasitación, respectivamente en menor



porcentaje que los obtenidos en laboratorio y en invernadero por las condiciones climáticas, pero empleando los dos controladores en paquete se complementan significativamente para la disminución de daño e infestación. Esta sinergia artificial positiva, se complementa, a su vez, con trampas mixtas de luz y melaza para la captura de adultos de *Spodoptera frugiperda*, de tal manera que la oviposición de la plaga sea baja en la hojas de la planta de maíz.

- Los adultos de crisopas pueden conservarse en refugios naturales cercanos al cultivo de maíz. Las fuentes alternativas de alimento permiten el mantenimiento del controlador biológico.
- Los trabajos de investigación con estos controladores biológicos han ayudado a establecer procedimientos de fácil aplicación por parte de los agricultores.

Teniendo en cuenta las consideraciones descritas, es necesario detallar de manera individual a los controladores mencionados del “paquete de manejo ecológico para *Spodoptera frugiperda*”.

## 5. Crisopas

### 5.1 Definiciones y estadios biológicos

Crisopa, es el nombre que comúnmente se le da a los insectos depredadores que se encuentran en zonas tropicales y subtropicales de América (Velasquez, 2004), y que taxonómicamente se ubican en la orden neuróptera, en la familia Chrysopidae y en el género *Chrysoperla*, destacando en este género dos especies: *Chrysoperla externa* y *Chrysoperla carnea*. De estas dos especies, son sus estadios larvales (estadio I, II y III) las que se caracterizan por ser predadores, estas presentan mandíbulas externas, largas y curvadas, las cuales actúan como pinzas y que emplean para coger a su presa para luego inyectar una enzima inmovilizante (Debach, 1982; Velasquez, 2004 y García, 2012). Además, poseen un aparato bucal succionador con el cual succionan los jugos de su presa (Nicholls, 2008).

Gracias a este hábito alimenticio de las larvas (Figura 13A), y la voracidad con que se alimentan, es que estas especies pueden ser utilizadas en el control biológico como reguladores de diferentes plagas tales como pulgones, mosca blanca, huevos de lepidóptera, cochinillas, ácaros, trips, escamas y otros insectos de cuerpo blando (García, 2012 y Redolfi, 2014).

Los adultos de crisopas por lo general no son utilizados en el control biológico, pues se alimentan de néctar, polen de las plantas o mielecilla de algunos insectos (Figura 13B) (García, 2012), aunque hay algunas que pueden ser utilizadas para controlar algunas plagas en frutales como la especie *Ceraerochrysa cincta*.

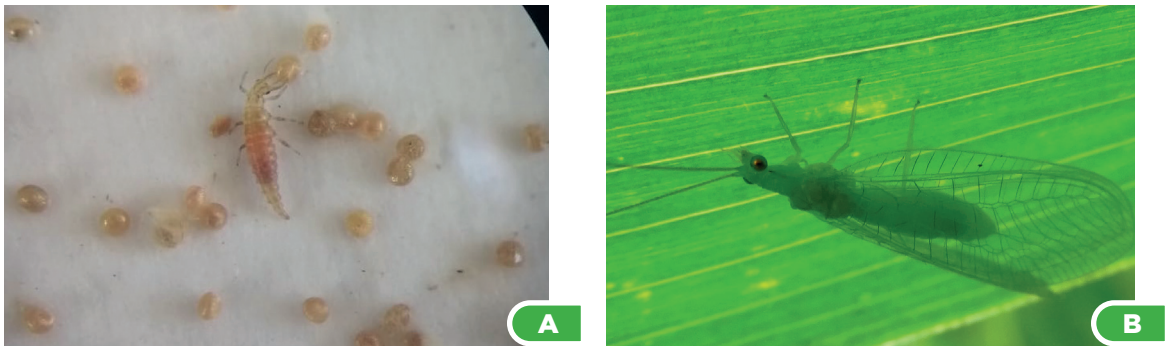


Figura 13. Controlador biológico Crisopas. (A). Larva de crisopas alimentándose de huevos de *Spodoptera frugiperda*. (B) Adulto de crisopa en hoja de maíz.

## 5.2 Liberación de crisopas en el cultivo de maíz para el control de *Spodoptera frugiperda*

Para liberar las larvas de crisopas se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones y procedimientos:

- Las crisopas se emplean para el control de huevos y larvas del primer estadio (neonatas) de *Spodoptera frugiperda* (Figura 14A), por ello es importante, evaluar previamente el campo y determinar el estadio de la plaga. Se liberan 10 millares de larvas de crisopas en estadio II, que tienen una longitud de  $3 \pm 1.5$  mm (Figura 14B) (Nuñez, 1989), por hectárea de maíz amarillo duro.



Figura 14. Plaga y controlador biológico. (A) Larva del *Spodoptera frugiperda* de estadio I. (B) Larva de crisopas de estadio II.

- Se deben liberar las crisopas de manera semanal desde la aparición de 2 hojas bien formadas en la planta de maíz.
- El número total de liberaciones es de 3 a 4 (una liberación por semana), de acuerdo a la presencia de la plaga. Se recomienda realizar liberaciones solo durante los dos primeros meses del cultivo, durante la época de crecimiento lento, donde hacen mayor daño las larvas de cogollero.

- Dejar caer las crisopas suavemente en la planta. Colocar las crisopas en la parte sombreada de la planta, cerca de la plaga, con ayuda de un pincel, brochita o ramita (Figura 15).



Figura 15 Liberación de larvas de estadio II de crisopas en maíz. Nótese la liberación de larvas en la hoja de la planta.

- La liberación se tiene que hacer en forma de zig-zag a lo largo de todo el campo (Figura 16), en horas de la mañana entre las 6 a. m. y 7 a. m.

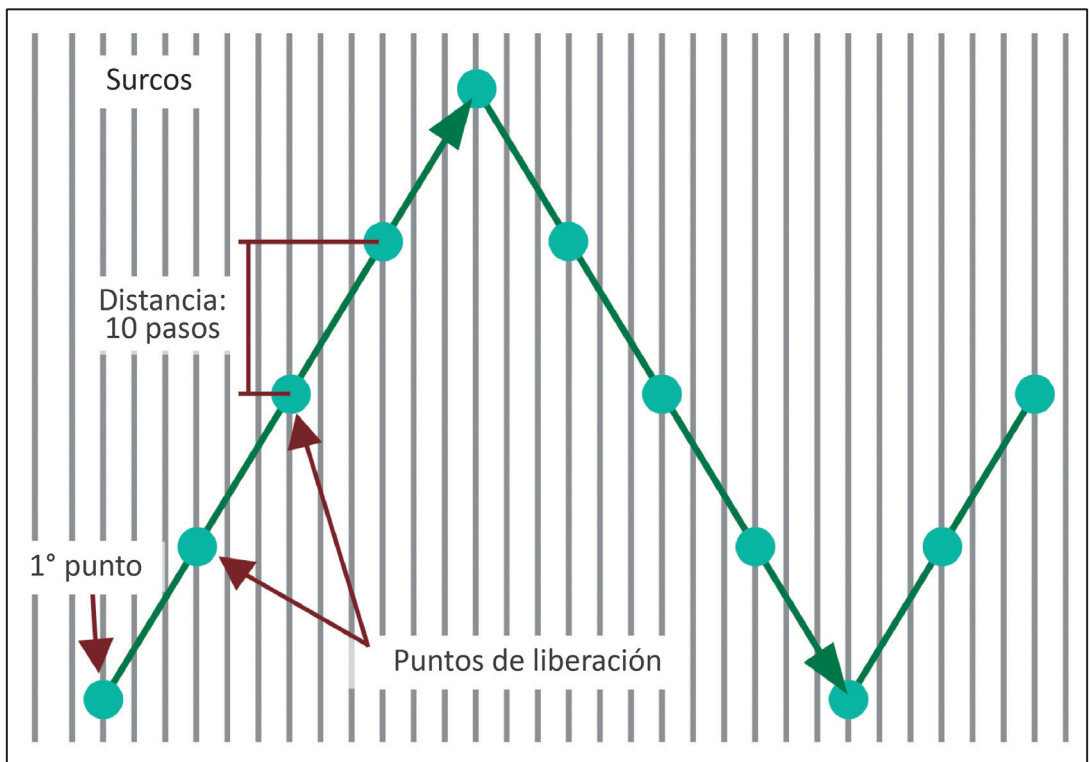


Figura 16. Método de liberación de larvas de crisopas en un campo. Se fija un punto de liberación (un golpe) a partir del tercer surco en el campo de maíz. Una vez liberadas las crisopas en el primer punto debe contarse 10 pasos y desplazarse 3 surcos hacia el interior del campo a fin de establecer el siguiente punto de liberación, hacer esto a lo largo de todo el campo y en forma de zig-zag.

- Distribuir en todo el campo en dirección del viento y de manera uniforme.
- Si se ha aplicado insecticida, esperar una semana hasta que el poder residual del producto químico desaparezca y realizar la liberación.

## 6. Nemátodos entomopatógenos (NEP)

### 6.1 Definiciones y aspectos biológicos de los nemátodos entomopatógenos

Los nemátodos entomopatógenos, son organismos cuya fase infectiva juvenil 1 o 3 (Figura 17), es utilizada en algunos programas de manejo integrado de plagas para el control de larvas plagas de diferentes órdenes de insectos. Tienen características de actuar como depredador, parasitoide y patógeno y pueden ser criados masivamente en laboratorio y aplicados fácilmente en el campo pues no representa riesgos ambientales, por el contrario pueden ser una alternativa ecológica segura y efectiva para el control de plagas agrícolas insectiles de importancia económica (Argotti, Alcazar y Kaya 2010; Sánchez, Christopher, Rodríguez, Gómez y Soler, 2003).



Figura 17. Infeccivos juveniles de nemátodos entomopatógenos (10 x).

Dentro de los nemátodos entomopatógenos existen dos géneros que son comerciales y más estudiados a nivel mundial, estos géneros son los géneros *Heterorhabditis* y *Steinernema*. Los estudios de estos dos géneros, ubicados dentro de las familias de Heterorhabditidae y Steinernetamatidae respectivamente, han sido básicamente para el estudio del control de plagas subterráneas obteniéndose resultados significativos (Quinteros, 2003); sin embargo se han realizado trabajos para la aplicación tecnológica de nemátodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis* y *Steinernema* para el control de larvas del tercer estadio de *Spodoptera frugiperda* (García, Raetano, Leite, 2008).

En la región Lambayeque se realizaron dos trabajos con nemátodos entomopatógenos para el control de larvas de *Spodoptera frugiperda* en maíz, obteniéndose resultados de 23.6 % de larvas enfermas de cogollero (Casusol y Neira, 2011) y mortalidad de 33.04 % (Baca, 2012).

Los nemátodos entomopatógenos son peculiares, porque presentan una relación simbiótica evolutiva con bacterias Gram negativas pertenecientes a la familia de



las enterobacterias, específicamente del género *Photorhabdus* para *Heterorhabditis* y *Xenorhabdus* para *Steinernema*. Estas bacterias se encuentran alojadas dentro de estructuras especializadas, en el caso del género *Steinernema*, se ubican en el receptáculo y *Heterorhabditis* se aloja en lumen del intestino de la fase infectiva I (Flores-Lara., et al., 2007; Stock, 2015), el cual es el único que puede sobrevivir en el ambiente fuera del hospedero y posee la capacidad para parasitar larvas susceptibles a los cuales invade y penetra al hemocele a través de aberturas naturales como la boca, ano y espiráculos.

Una vez dentro del hospedero, los infectivos juveniles liberan las células bacterianas alojadas en su intestino las cuales produce toxinas que matarán al hospedero en un lapso de 48 horas. (Vergara, Rodríguez y Hernández, 2010; Hazir, Keskin, Stock, Kaya y Özcan 2003). Una vez que el hospedero muere los infectivos juveniles se alimentan de los tejidos que empiezan a degradarse progresando su ciclo de vida hasta adulto (Figura 18). En total puede desarrollarse entre 1 a 3 generaciones dentro del hospedero hasta que la fuente de alimento escasea, ese es el momento en que el infectivo juvenil abandona el hospedero en busca de nuevos huéspedes (Stock, 2015).

La especie a utilizar en el paquete ecológico es una especie perteneciente al género *Heterorhabditis*.



Figura 18. Larvas de *Spodoptera frugiperda* parasitadas por infectivos juveniles de nemátodo. (A) Infectadas en laboratorio. (B) Larva infectada en hoja de maíz.

## 6.2 Preparación y aplicación de nemátodos entomopatógenos para control de larvas de *Spodoptera frugiperda*

Los infectivos juveniles de nemátodos entomopatógenos pueden controlar larvas de *Spodoptera frugiperda* a partir del estadio III. Para realizar la aplicación de los nemátodos en campo se tiene que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Aplicar 7 millones de infectivos juveniles de nemátodos entomopatógenos por mochila manual de 20 litros.
- Transportar los infectivos juveniles de nemátodos entomopatógenos en botellas de 1.5 litros.

- Cada botella de 1.5 litros contiene 7 millones de nemátodos y se utiliza una botella por mochila de 20 litros.
- Para el traslado de las botellas, conteniendo los nemátodos, a campo; deberán colocarse en cajas de tecnopor conteniendo hielo en la base a fin de inmovilizar a los nemátodos entomopatógenos (Figura 19).
- Debe tenerse en cuenta que el tiempo de viabilidad de los infectivos juveniles de nemátodos entomopatógenos en las botellas herméticamente cerradas es de 6 horas.
- Es importante medir el pH del agua para la aplicación en campo, ya que debe oscilar entre 6 y 8.
- Es muy importante que antes de la aplicación se vierta el contenido de la botella a un taper y se deje reposar durante 15 minutos (Figura 20A), esta actividad debe realizarse en un recipiente plano a temperatura ambiente y permitirá que los nemátodos empiecen a movilizarse
- La aplicación de nemátodos entomopatógenos (NEP), se debe realizar cuando el cultivo de maíz presente hasta un máximo de 25 % de infestación de larvas de *Spodoptera frugiperda*. Esta aplicación por lo general se da después de que el cultivo de maíz ha cumplido un mes.



Figura 19. Traslado de nemátodos entomopatógenos al campo. (A) Cajas de tecnopor en que son trasladados los infectivos juveniles de nemátodos entomopatógenos. (B) Botellas de 1.5 litros conteniendo solución de infectivos juveniles.

- Pasados los 15 minutos de reposo de la solución de NEP, proceder a la preparación en la mochila manual, para ello seguir los siguientes pasos:
  - Vaciar la solución de nemátodos en la mochila, a razón de 7 millones de NEP por mochila de 20 litros (Figura 20B).
  - Completar con agua, hasta llenar la capacidad de la mochila manual.
  - Agregar una cucharadita de detergente a fin de romper la tensión superficial del agua y ayudar a que los infectivos juveniles de nemátodos entomopatógenos puedan movilizarse adecuadamente (Figura 20C).

- Aplicar la solución de infectivos juveniles de nemátodos entomopatógenos al cartucho de la planta de maíz (Figura 20D). Abrir la boquilla para liberar un chorrillo de la solución dentro del cartucho, no es necesario que se humedezcan toda la hoja. Cada cierto tiempo hay que mover la mochila para que la solución no sedimente.
- La aplicación se debe realizar en horas de la tarde evitando los rayos directos del sol.



Figura 20. Preparación y aplicación de nemátodos entomopatógenos. (A) Reposar los nemátodos entomopatógenos por 15 minutos en un recipiente plano, (B) vaciar la solución en una de mochila de 20 litros, (C) Agregar una cucharada de detergente, (D) aplicar la solución al cartucho de la planta de maíz.





## CAPÍTULO III

# BASES ECOLÓGICAS DEL CONTROL ETOLÓGICO

### 1. Características ecológicas del control etológico

La etología, se refiere al comportamiento de los animales con respecto a su ambiente. El comportamiento que tienen los animales son variados, que va desde las estrategias reproductivas, las formas de acceder a los recursos alimenticios hasta las formas de vivir en grupo o en solitario (Martínez, Avilés y Molina-Morales, 2017).

Un ejemplo de comportamiento en los insectos, es el vuelo de orientación que tienen algunos adultos de insectos con respecto a un estímulo visual, auditivo u olfativo (Franco y Castrejón, 2017). La etología, mediante la manipulación del comportamiento de los insectos, puede ayudar a dos fines fundamentales: regular los insectos plaga y conservar a los insectos en vía de extinción (Cordero-Rivera y Galicia Mendoza, 2017; Franco y Castrejón, 2017). Para que esta manipulación sea efectiva, es necesario tener el conocimiento sobre el comportamiento de los insectos; así con respecto a los estímulos, es la manipulación de estos que nos permiten generar comportamientos inducidos para su captura.

El olfato, por ejemplo, juega un rol importante en los insectos porque permite la localización de alimento, la búsqueda de pareja, la ubicación de sitios de oviposición así como la huida de enemigos naturales; todo esto, gracias a sistemas sensoriales complejos consistentes en neuronas receptoras del olfato localizado en sensilas de la antena y partes de la boca (Gadenne, Barrozo y Anton, 2016).

En este caso son los infoquímicos, moléculas químicas que transmiten la información, que permite la interacción desde el emisor (la planta o la pareja para el apareamiento) a los



receptores del insecto. Entre los infoquímicos tenemos las feromonas, producidos por la pareja para el apareamiento, y los aleloquímicos (alomonas, kairomona, sinomonas y apneumonas) (Badii et al., 2010).

Los infoquímicos, son estímulos manipulables que pueden ser emitidos por un organismo real o artificial y que los insectos no discriminan a pesar de su plasticidad y adaptabilidad a diferentes ambientes.

La visión de algunos insectos puede ser manipulada para su captura, ya que esta le da sentido de orientación en la oscuridad. Los insectos discriminan la intensidad lumínica gracias a ojos simples llamado ocelos y en larvas de lepidópteros se presenta la sensibilidad de la cutícula a la luz por lo que se puede hablar del desarrollo de un sistema de foto receptores dérmicos (Torralba y Pérez, 1997). Es esta sensibilidad de las larvas a la luz lo que permite el desarrollo de hábitos crípticos, por ejemplo en gusanos de tierra e incluso en gusano defoliadores se protegen en partes de la planta que le dan sombra.

## 2. Uso de trampas dentro del paquete de manejo ecológico para el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz amarillo duro

En los campos de maíz, se emplearon trampas mixtas para la captura de adultos de *Spodoptera frugiperda*; para ello se apeló a los dos sentidos sensoriales de los insectos descritos anteriormente, el sentido del olfato y el sentido visual. Los noctuidos se sienten atraídos por la luz y por el olor, por lo que se utilizó como estímulo lámparas recargables tipo led para la visión y melaza para el olfato (Figura 21).



Figura 21. Trampa mixta de luz y melaza.

En la figura 21 se muestra la trampa mixta que forma parte del paquete, el cual presenta las siguientes características:

- La trampa consta de un trípode hecho de carrizos.
- La altura de la fuente de sustrato (melaza) es de 30 cm.
- La altura de la base de la fuente de luz a la fuente del sustrato es de 5 cm.

Las recomendaciones a seguir con la trampa son las siguientes:

- Las trampas se forran con bolsas de polietileno grueso, pueden ser bolsas de fertilizantes. Esto se realiza para impedir que los adultos de las plagas puedan salir una vez próximos a la fuente de luz y del alimento.
- El recipiente en donde se coloca el sustrato es una tina de 5 litros, en el que se coloca 0.5 litros de melaza mezclado con 4.5 litros de agua (melaza al 10 %) (Figura 22).
- Las trampas se colocan a la semana de haber sembrado, dispuestas alrededor del campo en cantidad de 10 trampas por hectárea y el sustrato se cambia semanalmente por el lapso de 6 a 8 semanas, es decir, las trampas permanecen alrededor del campo del cultivo de maíz durante los dos primeros meses, que es el tiempo en que la plaga *Spodoptera frugiperda* ocasiona daño en el cultivo de maíz.



Figura 22. Caída de lepidópteros en trampa mixta. (A) Trampa mixta (dos estímulos: Luz y melaza). (B) Noctuidos capturados en sustrato de melaza.

En la figura 23, se observa el esquema de distribución de trampas en un terreno cuadrado (100 m x 100 m = 1 ha), donde cada punto negro representa una trampa. De tener el campo, otras medidas, los distanciamientos de las trampas se realizarán de tal manera que se mantenga la distribución mostrada.

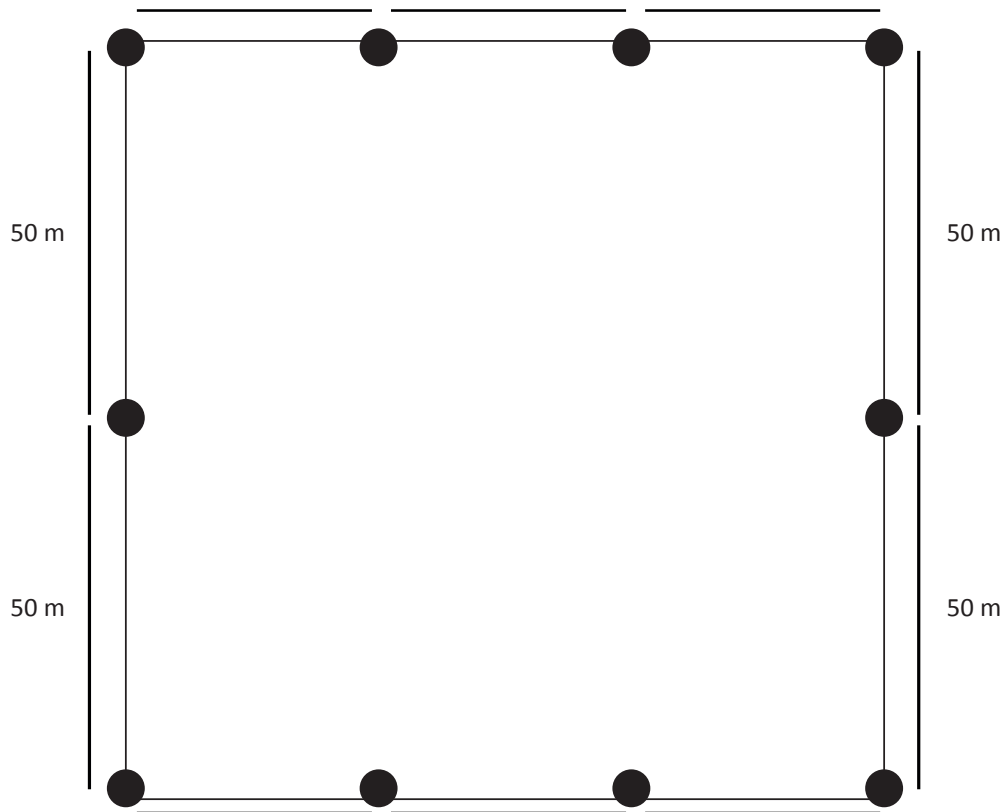


Figura 23. Distribución de trampas en una hectárea de campo de maíz.





## CAPÍTULO IV

# CONTROL CULTURAL PARA EL MANEJO DE *Spodoptera frugiperda* EN EL CULTIVO DE MAÍZ AMARRILLO DURO

### 1. Generalidades

El estudio de diferentes aspectos de la plaga es vital para poder controlarla. En los primeros capítulos de este manual se ha tratado sobre el ciclo biológico de *Spodoptera frugiperda*, taxonomía y sobre la interacción de la plaga con factores ambientales, fuentes de alimento alternativa y enemigos naturales sin embargo, la fuente de alimento fue analizada someramente y en este acápite se tratará con mayor precisión, pues en los trabajos de investigación realizados, se ha llegado a la conclusión, que la persistencia de la plaga *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz se debe a fuentes alternativas de alimento y al mal manejo agronómico del cultivo de maíz, lo que genera el establecimiento de puntos críticos que se tienen que atender de manera adecuada para que la densidad poblacional de la plaga no sea alta y se mantenga en umbrales que no generen perjuicio económico.

El grado de daño ocasionado por la plaga *Spodoptera frugiperda*, no escapa bajo ninguna circunstancia al manejo agronómico del cultivo de maíz, la plaga no se desarrolla aisladamente, sino que obedece a un conjunto de factores que hemos ido desglosando en este manual.

El control cultural, es justamente el que permite un mejor manejo agronómico del cultivo, en este caso de maíz, gracias a la mejora de las prácticas agrícolas. El control cultural ayuda a administrar los recursos a utilizar en el cultivo de manera racional y enfoca el equilibrio en un agroecosistema. Para poder aplicar el control cultural en el cultivo de maíz amarillo duro, es necesario, conocer sobre las plantas hospederas del cogollero, aspectos relacionados a la fenología del maíz y prácticas agrícolas en el mismo.

## 2. Hospederos de *Spodoptera frugiperda*

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) es polífago, se alimenta de diferentes plantas y se han registrado 186 plantas que son hospederas en 42 familias, muchas de esas plantas se encuentran como malezas, crecen espontáneamente y actúan como reservorios de la plaga (Casmuz et al., 2010).

El trabajo de revisión de hospederos de *Spodoptera frugiperda*, llevó a Casmuz et al. (2010) a establecer una tabla de las familias de plantas hospederas frecuentes para esta plaga (Tabla 3), donde se puede observar que en Sudamérica, Centroamérica y Norteamérica, el maíz y el sorgo, son reiteradamente citados en los 3 subcontinentes (Figura 24), adicionalmente existen especies de malezas frecuentes en los campos de maíz (Tabla 4 y 5).

Tabla 3  
Relación de cultivos más citados como plantas hospederas de *Spodoptera frugiperda*

		Argentina	Sudamérica	Norteamérica y Centroamérica
Familias	Poaceae	25.4	32.6	39.5
	Fahaceae	20.3	13.3	12.6
	Solanaceae	8.5	5.1	5.1
	Asteraceae	8.5	3.1	1.7
	Rosaceae	5.1	2.1	3.4
	Chenopodiaceae	5.1	4.1	4.1
	Brassicaceae	1.7	6.1	3.4
	Cyperaceae	1.7	1.1	4.1
	Otras	23.7	32.5	26.1
Cultivos	maíz, sorgo, maní, grama bermuda, caña de azúcar, arroz.	maíz, arroz, sorgo, poroto, algodón, maní.	maíz, soja, algodón, alfalfa, tomate, lino, papa, sorgo.	

Fuente: Casmuz et al., 2010.

Tabla 4  
Malezas asociadas al cultivo de maíz amarillo duro encontradas en el anexo Paijén- La Libertad EEA Vista Florida

Lugar	Nombre común	Nombre científico
Anexo Paijén La Libertad	Pega pega	<i>Setaria verticillata</i> (L.) Beauv.
	Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> (L.)
	Amor seco, cadillo	<i>Bidens pilosa</i> (L.)
	Sorgo chileno	<i>Sorghum bicolor</i> (L.)
	Lechera	<i>Euphorbia heterophylla</i> (L.)



Tabla 5

Malezas asociadas al cultivo de maíz amarillo duro en la EEA Vista Florida Lambayeque

Lugar	Nombre común	Nombre científico
Estación Experimental Vista Florida Lambayeque	Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> (L.)
	Sorgo chileno	<i>Sorghum bicolor</i> (L.)
	Lechera	<i>Euphorbia heterophylla</i> (L.)
	Amor seco, cadillo	<i>Bidens pilosa</i> (L.)
	Pata de gallina	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaerth
	Floripondio	<i>Brugmansia arborea</i> (L.) Lagerheim
	Higerilla	<i>Ricinus communis</i> (L.)

De acuerdo a las investigaciones realizadas, concluimos que existe un amplio rango de fuentes de alimento de *Spodoptera frugiperda*. La herbivoría que manifiesta esta plaga recibe una fuerte influencia de la variabilidad en las estrategias de crecimiento de las plantas y la distribución diferencial de sus recursos; así tenemos que la plaga prefiere especies vegetales de rápido crecimiento que especies de lento crecimiento, ya que las especies de rápido crecimiento presentan características más palatables para ser consumidas por la plaga (Casallas-Pabón et al., 2010). Las malezas son especies de rápido crecimiento debido a que presentan bacterias promotoras de crecimiento del género *Azotobacter* en sus raíces (León y Rojas, 2015); por lo tanto, de acuerdo a las investigaciones y fundamentos descritos, las malezas en el cultivo de maíz tienen que ser controladas a través de las prácticas culturales adecuadas.

Figura 24. Postura de *Spodoptera frugiperda* en sorgo.

### 3. Prácticas culturales para el control de malezas en el cultivo de maíz amarillo duro

Las prácticas culturales que se deben tener en cuenta son las siguientes:

- En el momento de la preparación del suelo, realizar labores de gradeo que permitan la eliminación de las malas hierbas en el área a cultivar y en las zonas colindantes o bordes (25A). Se recomienda además incorporar la materia orgánica al campo.
- Utilizar semillas de calidad, este tipo de semilla permitirá una buena germinación (25B), de tal manera, que se tenga un cultivo homogéneo, es en este punto en donde no es



recomendable la siembra de manera escalonada entre los 15 a 60 días, pues es la etapa crítica en que la plaga se presenta en el cultivo de maíz.

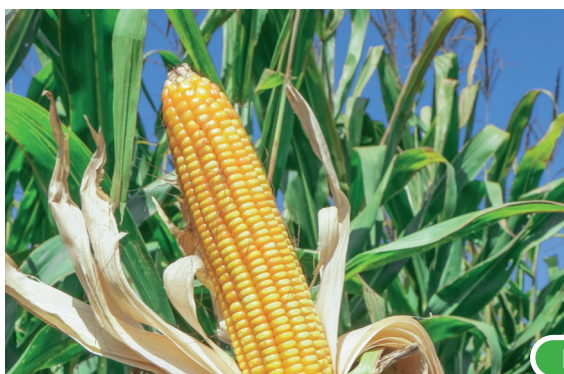
- El riego y la fertilización son puntos críticos que se tienen que manejar adecuadamente, las malezas aprovechan la humedad y los nutrientes, compitiendo con el cultivo de maíz, además de ser fuente de alimento para las plagas. La fertilización se tiene que hacer previo análisis de suelo y no se tiene que incurrir en excesivos riegos.

Se debe tener en cuenta, que la fertilización puede ser considerada como un factor importante en el desarrollo de la plaga, generalizándose, por ejemplo, que altos niveles de nitrógeno tiene un efecto estimulante sobre las poblaciones de varias plagas (El Salvador, 2001). Muchos agricultores sólo utilizan nitrógeno en forma de úrea para fertilizar su campo, incorporando muchas veces exceso de nitrógeno. Es por ello que en la fertilización se tiene que dar un sinergismo y un equilibrio en la proporción de elementos a utilizar en la aplicación de fertilizantes. La planta, aparte del nitrógeno, necesita otros elementos como el fósforo, potasio, magnesio, azufre, calcio y en pequeñas cantidades de boro y cloro. La fertilización balanceada permitirá una buena nutrición y esto repercutirá en la resistencia de la planta frente al ataque de las plagas.

- Después de la fertilización y el riego, observar en el campo si hay crecimiento de malezas para poder realizar deshierbo (25C) y aporques oportunos. No permitir que el campo de maíz se llene de malezas (Figura 25D).



A



B



C



D

Figura 25. Prácticas culturales en el cultivo de maíz. (A) Realizar labores de gradeo en el terreno, (B) utilizar semillas de buena calidad, (C) realizar labores de deshierbo en el campo de maíz.(D) Campo de cultivo de maíz amarillo duro libres de malezas.



## CAPÍTULO V

# EVALUACIÓN DE LA PLAGA *Spodoptera frugiperda* EN EL CULTIVO DE MAÍZ AMARILLO DURO

### 1. Generalidades

La evaluación de las plagas del maíz es fundamental, por este motivo se debe establecer como hábito que los pequeños y medianos agricultores realicen evaluaciones de sus parcelas. Para facilitar esta actividad, los agricultores deben saber la manera práctica para realizar las evaluaciones, en qué momento se tiene que hacer y cuál es el beneficio de esta. Se tiene que contar con un instrumento de evaluación (cartilla de evaluación) que sea práctico para que el agricultor lo adopte dentro del manejo integrado que le de a su cultivo. En esta sección se darán las pautas necesarias para la evaluación de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz amarillo duro. Todo esto contribuye a que las medidas o estrategias de control a tomar parte por los agricultores sean las adecuadas, lo que favorecerá en un mayor rendimiento en sus cultivos.

### 2. Evaluación en el campo de maíz

Para la evaluación del campo de maíz se debe considerar lo siguiente:

- Cubrir todo el campo, para ello se divide el campo de una hectárea en cinco áreas o sectores y de cada área se debe coleccionar 10 plantas al azar, obteniendo al final un total de 50 plantas (Figura 26).

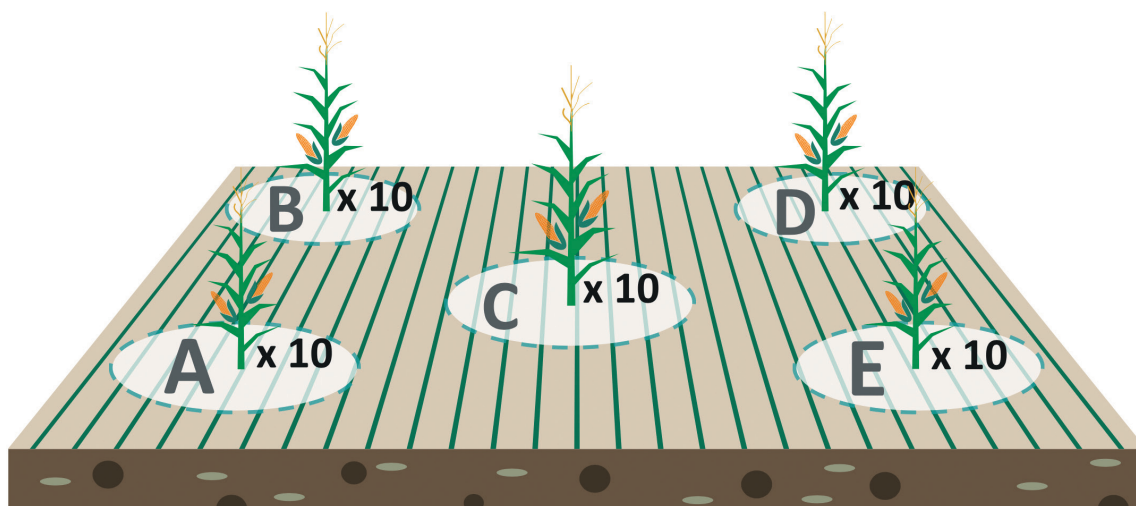


Figura 26. División del campo para la evaluación de *Spodoptera frugiperda*

- Si se tienen parcelas de diferentes variedades, edades o condiciones, éstas deben ser muestreadas de manera diferente, además las evaluaciones deben realizarse por lo menos una vez por semana, sobre todo cuando hay cambios dinámicos (FAO, 2018).
- En la evaluación del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en la planta de maíz, se tiene que tener en cuenta los siguientes puntos:

#### Planta dañada

Se observan raspaduras en plantas de maíz con hojas pequeñas, en las hojas grandes observar la presencia de perforaciones. Determinar si el daño es antiguo o reciente, para ello hay que observar la presencia del excremento fresco de la plaga. Para determinar el control del daño de las plantas por parte de la plaga *Spodoptera frugiperda* considerar planta dañada cuando el daño es reciente.

#### Planta Infestada

Ocurre cuando se observa la presencia de larvas, tener en consideración que la planta pueda estar dañada pero no infestada. En la planta con varias hojas desarrolladas (8 hojas desarrolladas a más) es difícil observar la larva, pues está puede permanecer de manera oculta dentro del cogollo de la planta, por lo tanto, una manera indirecta de saber si la larva está o no está en la planta es la presencia de excremento fresco del gusano cogollero y ver cómo van desarrollándose las hojas. Es importante anotar que puede haber plantas infestadas, pero no dañadas, no es común este caso, pero se da básicamente cuando una larva ha realizado daño a una planta contigua y se ha pasado recientemente a la planta en evaluación. En conclusión, puede haber tres situaciones en las plantas: Planta dañada, planta dañada e infestada y planta solamente infestadas sin daño (esta última es poco común) (Figura 27).



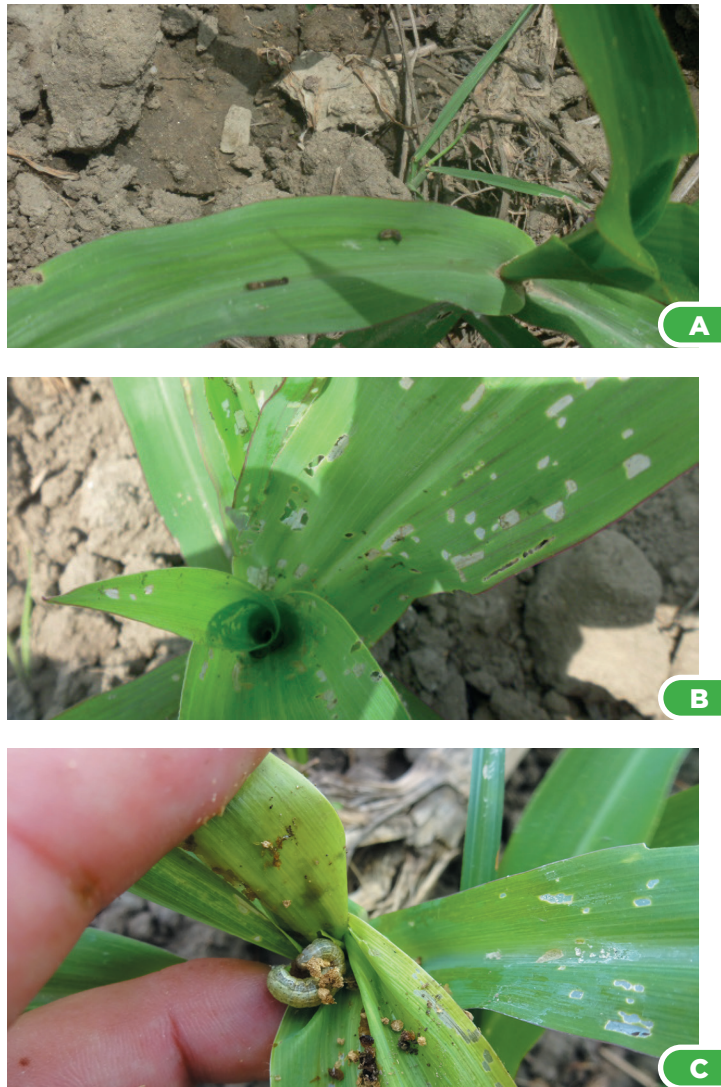







Figura 27. Daño en plantas de maíz. (A) Planta con daño antiguo. (B) Planta dañada, pero no infestada (se observa excremento seco). (C) Planta dañada e infestada (se observa larva).

### Grado de daño

Existen grados de daño en la planta de maíz, la evaluación del grado de daño permitirá tener una mejor precisión, existen escalas de daño como la escala de Davis citado por Pioneer (2014). En este caso, de acuerdo a las investigaciones y a lo observado en campo, tenemos una escala de 0 a 5 (Tabla 6).

Tabla 6

Escala de evaluación del daño de *Spodoptera frugiperda* en plantas de maíz

Grado	Rango	Daño
I	0.5 - 1.4	
II	1.5 - 2.4	
III	2.5 - 3.4	
IV	3.5 - 4.4	
V	4.5 - 5	

Grado I, presenta pequeñas raspaduras de manera aislada e incipiente en la hoja. Grado II, las raspaduras se ven generalizadas en las hojas. El daño de grado I y II es ocasionado por larvas de los tres primeros estadios y se presenta, principalmente, cuando el maíz tiene entre dos a cuatro hojas formadas. Grado III, se puede ver que hay daño en el cogollo, pero todavía no se observan perforaciones. Grado IV, hay perforaciones en el cogollo, pero todavía no hay una destrucción total de la planta, el daño es ocasionado por larvas en estadio de III y IV. Grado V, el daño de la planta es generalizado, las hojas se encuentran cortadas e incluso se puede presentar muerte de la planta. Estos dos últimos grados de daño son ocasionados por larvas de los estadios V y VI.

- Una vez culminado los registros de la evaluación, realizar los cálculos como se describen a continuación:  
Tomando en cuenta los datos proporcionados en la tabla 7, realizar los siguientes cálculos.

Tabla 7  
Ejemplo de evaluación de *Spodoptera frugiperda* en cultivo de maíz

PLANTAS	SECTOR A	SECTOR B	SECTOR C	SECTOR D	SECTOR E
1	PD (I)	PD (I)		PD (I)	
2	PD (II)		PD (I)		PDI (II)
3					
4	PD (II)	PD (II)			PD (II)
5	MH (1)		MH (1)	PDI (II) (2)	
6			PDI (I)		
7	PI	PD (II)	PI		
8					
9					
10			PD (I)		PI
<b>MH</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>PD</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>PDI</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>PI</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Nº DE LARVAS</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>GRADO DE DAÑO</b>	<b>0.4</b>				

Fuente: Elaboración propia.

MH = Masa de huevos.

PD = Planta dañada.

PDI = Planta dañada e infestada.

PI = Planta infestada.

PDI (II): Planta dañada e infestada de grado de daño II (los números romanos significan el grado del daño).

MH (2): Significa que hay dos masas de huevos en la planta evaluada.

PDI (II) (2): Planta dañada infestada de grado II y que presenta dos larvas de *Spodoptera frugiperda*.



a. Conteo total de todos los sectores:

$$\text{MH} : 1+0+1+0+0 = 2$$

$$\text{PDI} : 1+0+2+1+1 = 5$$

$$\text{PD} : 3+3+3+2+2 = 13$$

$$\text{PI} : 2+0+3+1+1 = 7$$

b. Calcular los porcentajes de los resultados anteriores:

$$\text{MH} : 2/50 = 0.06 \times 100 = 6 \% \text{ de masas de huevos}$$

$$\text{PD} : 13/50 = 0.26 \times 100 = 26 \% \text{ de plantas dañadas}$$

$$\text{PDI} : 5/50 = 0.1 \times 100 = 10 \% \text{ de plantas dañadas e infestadas}$$

$$\text{PI} : 7/50 = 0.16 \times 100 = 14 \% \text{ de plantas infestadas}$$

c. Calcular:

$$\text{Número de masas de huevos/planta: } 1+0+1+0+0/50 = 0.04 \text{ masas de huevos /planta.}$$

$$\text{Número de larvas/planta: } 2+0+3+2+2 = 9/50 = 0.18 \text{ larvas/planta.}$$

d. Calcular el grado de daño sumando el número de plantas que tienen el mismo grado por sector, de la siguiente forma:

$$\text{Número de plantas con Grado I: } 1+1+3+1+0 = 6$$

$$\text{Número de plantas con Grado II: } 3+3+1+3+3 = 13$$

$$\text{Número de plantas con Grado III: } 0+0+0+0+0 = 0$$

$$\text{Número de plantas con Grado IV: } 0+0+0+0+0 = 0$$

$$\text{Número de plantas con Grado V: } 0+0+0+0+0 = 0$$

Multiplicar los resultados de la suma, obtenidos anteriormente, por el grado respectivo. Sumar estos nuevos resultados y dividirlos entre el número de plantas muestreadas (50 plantas)

$$\frac{(6 \times 1) + (7 \times 2)}{50} = 0.4 \text{ grado de daño en el cultivo de maíz}$$

De acuerdo al resultado obtenido se puede tomar una decisión para el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz.

En el ejemplo, tenemos un porcentaje de plantas dañadas de 26 %, con infestación de 14 %, con una población de las larvas de cogollero de 0.18 larvas/planta y grado de daño 0.4 que es equivalente a grado 0 por lo que podemos inferir que la agresividad del ataque es muy bajo.

De acuerdo a los resultados de nuestro ejemplo, se puede utilizar el paquete de manejo ecológico descritos en el presente manual, ya que este es aplicable hasta un máximo de

30 % de plantas dañadas, 20 % de infestación, con población de 0.2 larvas/ planta y con un rango de daño de 0 hasta 1 (Tabla 6).

Superado estos límites se tienen que elegir otras medidas de control para la plaga, que puede incluir la aplicación de un insecticida de etiqueta azul o verde.



## CAPÍTULO VI

# MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL CAMPO

### 1. Generalidades

Las medidas de seguridad en el campo, son importantes para evitar accidentes y/o lesiones que incapaciten a los agricultores, ya sea temporal o permanentemente. Se inicia del criterio que, muchas veces los accidentes y enfermedades en el campo están sujetos a factores climáticos, de fauna, densidad poblacional, nivel de educación, formación profesional, desarrollo tecnológico y calidad de los servicios (OIT, 2000). Actualmente los agricultores están más expuesto a herramientas, maquinarias y productos químicos, pero a la vez también se está tomando conciencia por parte de los actores involucrados en todo el proceso de las medidas de seguridad que se tienen que tomar. Existen manuales específicos y boletines que ahondan en el tema, sin embargo, no está demás recalcar y enfatizar ciertas normas fundamentales a la hora de realizar las prácticas agrícolas.

### 2. Medidas generales a utilizar en el campo

- Verificar las zonas de accesos principales al campo, así como las zonas anexas.
- No está permitido el transporte de pasajeros en los tractores, montacargas ni cosechadoras. El conductor de estos vehículos debe ser prudente a la hora de manejarlos y siempre debe utilizar cinturón de seguridad (CEPYME, 2011). Cuando se emplea equipos agrícolas, llevar la camisa dentro del pantalón para evitar enredos. No utilizar joyas colgantes y mantener el cabello recogido dentro de un gorro o sombrero para evitar, también, enredos y protegerse del sol (Bosques-Mendez y Rains, 2010).
- Es importante leer los manuales de los equipos agrícolas antes de utilizarlos por primera vez.



- Antes de utilizar los equipos, como mochilas o atomizadores ya sean manuales o a motor, verificar su estado de funcionamiento, hacer lo mismo que para todos los equipos agrícolas.
- A la hora de tratar o proteger la semilla, utilizar guantes de látex y mascarilla (Figura 28).



Figura 28. Uso de guantes y mascarilla a la hora de tratar la semilla.

- Si se va a emplear productos químicos, no utilizar productos de etiqueta roja bajo ninguna circunstancia por ser extremadamente tóxicos.
- Utilizar los equipos de protección individual a la hora de realizar alguna aplicación con herbicida, fungicida, nematocida e insecticida (Figura 29). Después de aplicar el producto químico se tiene que lavar el equipo de protección individual.

Tener en cuenta que los equipos de protección individual tienen un tiempo de uso determinado, después de ello debe ser inmediatamente reemplazado. Una vez realizada la aplicación, el operario tiene que darse un baño.

- No dejar los envases de productos químicos en el campo. Realizar el triple lavado tanto a las mochilas como a los envases que contenían producto químico, agujerearlos y almacenarlos en un lugar seguro, buscar un centro de acopio de estos envases. Para realizar el triple lavado se tiene que llenar con 0.25 litros de agua, el envase del agroquímico y luego verter el contenido en la mochila de aplicación. Realizar el procedimiento 3 veces.
- Es fundamental contar con un botiquín de primeros auxilios, que se debe cargar en la mochila para llevar al campo. El botiquín debe contener lo siguiente:
  - Alcohol etílico
  - Alcohol yodado
  - Gasa
  - Tijeras

- Algodón
  - Vendas
  - Medicamento genéricos: Ibuprofeno, paracetamol
  - Esparadrapo
  - Termómetro
  - Imperdibles
- Es importante utilizar repelentes y protectores solares.



*Figura 29.* Uso de equipo de protección individual en una aplicación en el cultivo de maíz.

# REFERENCIAS





## REFERENCIAS

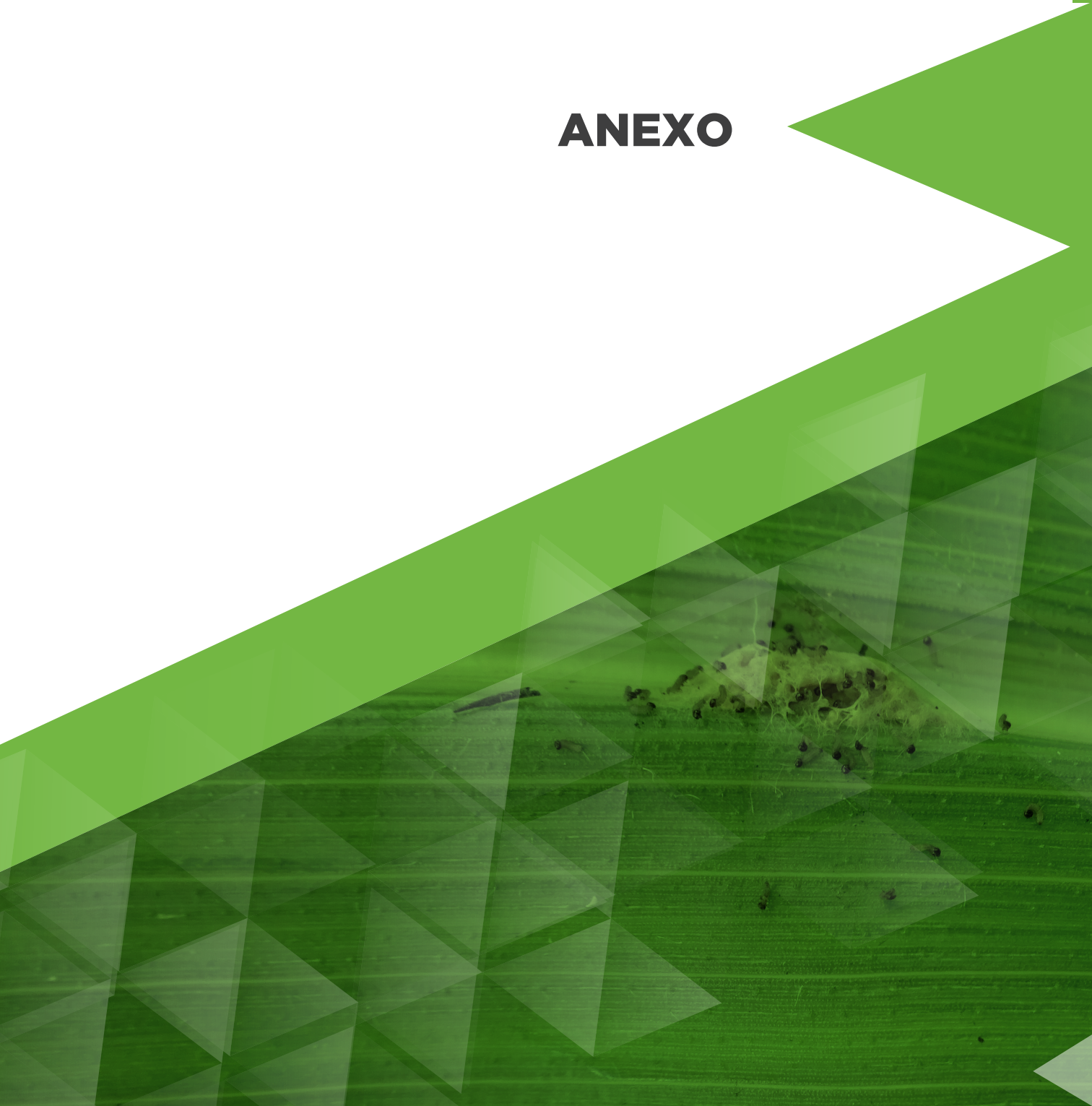
- Argotti, E., P., G., Alcazar, J. y Kaya, H., 2010. Caracterización ecológica de nemátodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis* aislados de *Tecia solanivora*. *Serie Zoológica* (9) 173-184.
- Baca, Y (2012). *Eficiencia parasítica del nemátodo entomopatógeno Heterorhabditis bacteriophora sobre el control de larvas de Spodoptera frugiperda "cogollero del maíz" en Zea mays "maíz" var. marginal bajo condiciones de campo* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú
- Badii, M., Cerna, E. y Landeros, J., 2010. Enemigos naturales: Nociones etológicas. *International Journal of Good Conscience*, 5(1), 256-269.
- Bosques-Méndez, J. H., y Rains, G. C. (2010). Seguridad agrícola: como prevenir accidentes en la finca.
- Casallas-Pabón, D., Rojas-Zamora, O. y Insuasty-Torres, J. (2010). Variación interespecifica de la herbivoría en plantas tropicales con estrategias de crecimiento rápido y lento. *Interacciones Planta-Animal: Ecología Evolutiva y Conservación*. Universidad Nacional de Colombia, pp.4-15.
- Casmuz, A., Juárez, M. L., Socías, M. G., Murúa, M. G., Prieto, S., Medina, S., y Gastaminza, G. (2010). Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 69(3-4), 209-231.
- Castillo, A. E. (2013). Control biológico del gusano cogollero de maíz *Spodoptera frugiperda* (SMITH) con liberaciones de *Telenomus remus* Nixon en el valle de Casanga Paltas (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Casusol, C. y Neira, M. (2011). Efecto del nemátodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* para control de *Spodoptera frugiperda* y gusanos de tierra en maíz. Libro de resúmenes de la LIII Convención Nacional de Entomología. Lima, Perú, p.9.
- CEPYME (2011). Medidas de seguridad en equipos de trabajo de la actividad agrícola. Aragón, España.
- DeBach, P. (1982). *Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas*. México: Continental.
- El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (2016). Identificación de Estadios Larvales de Lepidópteros Plaga de Maíz. Cali, Colombia.
- El Salvador. (2001). Manual Técnico Manejo Integrado de Plagas. Facultad de Ciencia Agronómicas, Universidad de El Salvador.
- Flores-Lara, Y., Renneckar, D., Forst, S., Goodrich-Blair, H., y Stock, P. (2007). Influence of nematode age and culture conditions on morphological and physiological parameters in the bacterial vesicle of *Steinernema carpocapsae* (Nematoda: Steinernematidae). *Journal of Invertebrate Pathology*, 95(2), 110-118.

- Franco, S. y Castrejón, V. (2017). Manipulando el comportamiento de los insectos plaga. *Hypatia*, Volumen 56. Recuperado de <https://revistahypatia.org/jbwjv/civuh/toe/863/>
- Gadenne, C., Barrozo, R. B., & Anton, S. (2016). Plasticity in insect olfaction: to smell or not to smell?. *Annual review of entomology*, 61, 317-333.
- Galeas, J. (2015). *Efecto sobre la reproducción en hembras de Spodoptera frugiperda cuyas larvas fueron tratadas con alta dosis de Clorpirifos y Metomyl* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo, Ecuador.
- García, O. (2012). *Efecto letal y subletal de insecticidas sobre diferentes instares de Chrysoperla carnea (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae)* (Tesis de maestría). Universidad Agraria Autónoma Antonio Narro, Buena Vista, México.
- García, L., Raetano, C. & Leite, L. (2008). Application Technology for The Entomopathogenic Nematodes *Heterorhabditis indica* and *Steinernema* sp. (Rhabditida: Heterorhabditidae and Steinernematidae) to Control *Spodoptera frugiperda* (Smith) {Lepidoptera: Noctuidae} in Corn. *Neotropical Entomology*, 37(3), 305-311.
- Hazir, S., Keskin, N., Stock, S. P., Kaya, H. K., & Özcan, S. (2003). Diversity and distribution of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Turkey. *Biodiversity & Conservation*, 12(2), 375-386.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2004). *Boletín de Epidemiología 2003*. Bogotá, Colombia.
- Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). (2015). Demanda Tecnológica en el cultivo de maíz amarillo duro en las provincias de Chiclayo, Ferreñafe y Lambayeque Región Lambayeque, Chiclayo: Unidad de gestión de Innovación Agraria.
- Jaramillo, Á., Jaramillo, O., Bustillo, A.E., y Gómez, H., (1989). Efecto del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH) sobre el rendimiento de maíz. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 42(1), pp. 25-33.
- León, L. H. y Rojas, L. M. (2015). Determinación del potencial promotor del crecimiento vegetal de *Azotobacter* spp. aislados de la rizósfera de malezas en cultivos de maíz (*Zea mays* L.). *Scientia Agropecuaria*, 6(4), 247-257.
- Martínez, J., Aviles, J. y Molina-Morales, M. (2017). Papel de los estudios comportamentales en ecología. *Ecosistemas*, 26(3), 1-4.
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) (2018). Encuesta Nacional de Intenciones de Siembra 2018, Lima: Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas.
- Negrete, F. M., y Morales, J. (2003). El gusano cogollero del maíz (*spodoptera frugiperda*. Smith). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Nicholls, C. (2006). Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de habitat para control biológico de plagas. *Revista Agroecología*, (1), 37-48.
- Nicholls, C. (2008). *Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico*. Universidad de Antioquia.

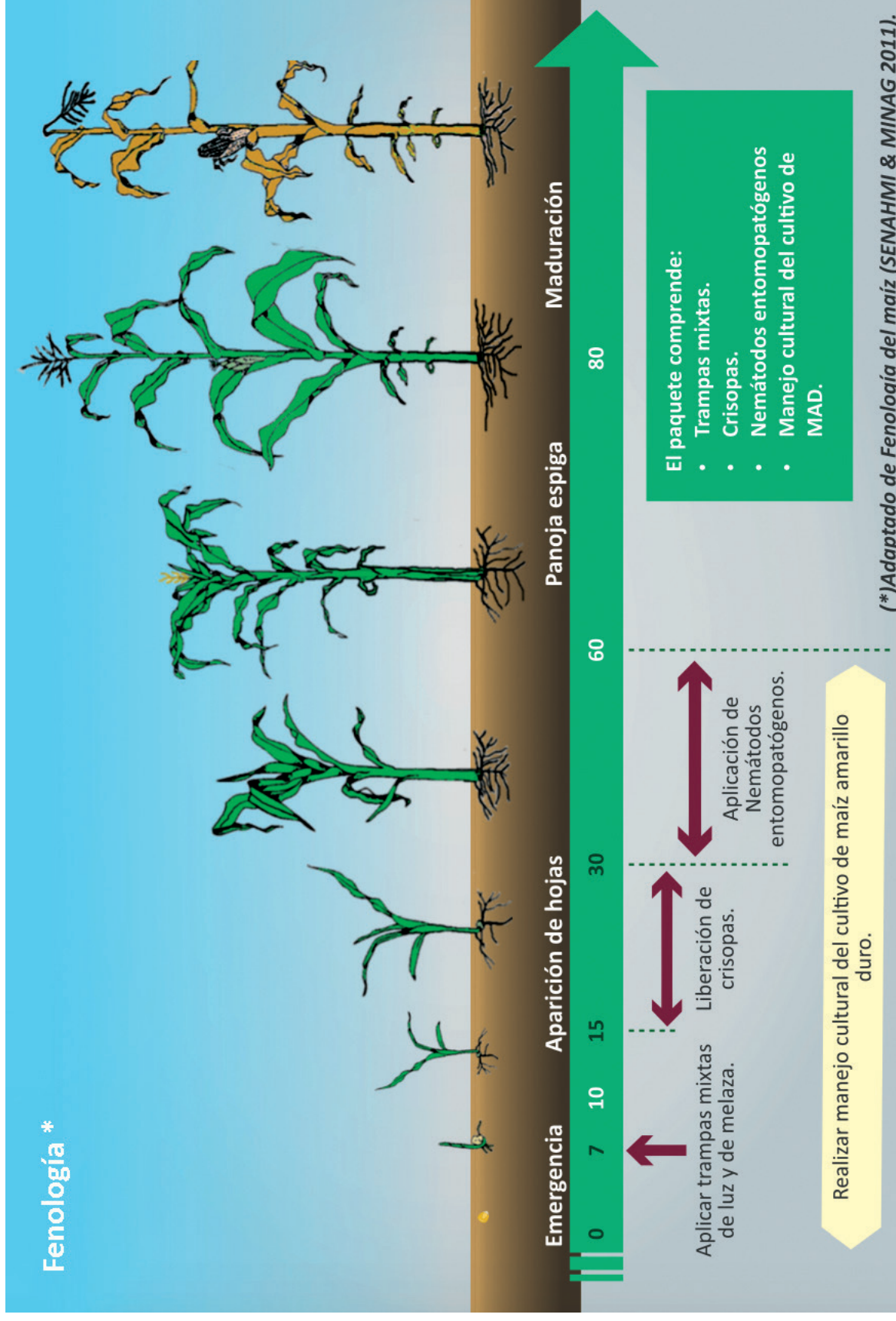
- Nuñez, E. (1989). Ciclo Biológico y crianza de *Chysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera, Chrysopidae), *Rev.per.Ent*, 31, 76-82.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2018). FiiArmyworm Scouting, Roma. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/I8321EN/i8321en.pdf>
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2000). Seguridad y salud en la agricultura. SafeWork, Ginebra. Recuperado de: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms\\_117460.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_117460.pdf)
- Pioneer. (2014). Manejo de gusano cogollero en cultivos de maíz. Recuperado de: [https://www.pioneer.com/cmroot/international/argentina\\_intl/agronomia/manejo\\_de\\_gusano\\_cogollero\\_en\\_maiz.pdf](https://www.pioneer.com/cmroot/international/argentina_intl/agronomia/manejo_de_gusano_cogollero_en_maiz.pdf)
- Quinteros, M., 2003. *Comparación en laboratorio de la patogenicidad de tres especies nativas de nemátodos entomopatógenos (rhabditida) sobre larvas de tercer instar de Phyllophaga menetriesi (Bianchard) (Coleoptera:Scarabaeidae)*. (Tesis de pregrado). Universidad del Valle. Santiago de Cali, Colombia.
- Redolfi, I. (2014). Producción y Liberación de huevos de crisopa en cultivo ecológico de olivo en la Rioja, Argentina. *Agroecología*, 9 (1 y 2), 17-21.
- Rivera, A. C. y Galicia-Mendoza, D. I. (2017). Importancia de la Etología en la conservación de insectos. *Revista Ecosistemas*, 26(3), 13-20.
- Rodríguez-Mota, A., Ruíz-Cancino, E., Coronado-Blanco, J., Treviño-Carreón, J., y Khalaim-Andrey, Y. I. (2014). Avispas ichneumonoideas: que atacan al gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays l.*) en México. *Agroproductividad*, 7(1), 28-32.
- Sánchez, L., Christopher, J. E., Rodríguez, M. G., Gómez, L., y Soler, D. M. (2003). Alteraciones en el comportamiento de una cepa de *Heterorhabditis bacteriophora*. *Rev. Protección Vegetal*, 18(1), 49-52.
- SENAMHI y MINAG (2011). Manual de observaciones fenológicas, Lima: Perú. Recuperado de: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf>
- Stock, S. (2015). Diversity, biology and evolutionary relationships. In *Nematode Pathogenesis of Insects and Other Pests*. New York: Springer, 3-27.
- Torralba, A. y Pérez, S. (1997) La visión de los insectos desde un punto de vista óptico. *Bol. SEA*, 18, 27-34.
- Velasquez, L. (2004). Estudio de la biología de *Ceraeochrysa claveri* (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada con dos tipos de presa en condiciones de laboratorio. Universidad de Caldas. Manizales, Colombia.
- Vergara, G., Rodríguez, A. y Hernández, N. (2010). Cultivo Monoxénico Sumergido de Nemátodo Entomopatógeno, *Steinernema carpocapsae* CABA01, en Biorreactor airlift con recirculación interna. *Bioteconología*, 14(1),11-24.



# ANEXO



Paquete de manejo ecológico para el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz amarillo duro.











*Instituto Nacional de Innovación Agraria*









*Instituto Nacional de Innovación Agraria*

Av. La Molina 1981, La Molina  
(51 1) 240-2100 / 240-2350  
[www.inia.gob.pe](http://www.inia.gob.pe)

