

## ESTABLECIMIENTO DE UNA CRÍA DE LABORATORIO DEL GUSANO COGOLLERO DEL MAÍZ *SPODOPTERA FRUGIPERDA* (J.E. SMITH) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS EN EL DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS DE LA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

Jesus Raymundo Ceballos-Torres <sup>a\*</sup>, Suria Gisela Vásquez-Morales <sup>b</sup>, Mario J. Aguilar-Méndez <sup>c</sup>, Dennis Adrián Infante-Rodríguez <sup>b\*</sup>.

<sup>a</sup> Ingeniería Biotecnológica, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Guanajuato (IPN), Av. Mineral de Valenciana 200 Col. Fraccionamiento Industrial Puerto Interior, Silao de la Victoria, Guanajuato, C.P. 36275, México. [jceballost1900@alumno.ipn.mx](mailto:jceballost1900@alumno.ipn.mx)

<sup>b</sup> Departamento de Biología, División de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Guanajuato, Noria Alta S/N, Noria Alta, Guanajuato, Guanajuato, C.P. 36050, México. [da.infante@ugto.mx](mailto:da.infante@ugto.mx)

<sup>c</sup> Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Guanajuato (IPN), Av. Mineral de Valenciana 200 Col. Fraccionamiento Industrial Puerto Interior, Silao de la Victoria, Guanajuato, C.P. 36275, México.

### Resumen

Este trabajo tiene como objeto generar información sobre el proceso de cría del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) bajo condiciones controladas en el laboratorio de botánica e invertebrados del Departamento de Biología de la División de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Guanajuato. Se describe la problemática general del gusano cogollero del maíz *S. frugiperda* como plaga de importancia agrícola, aspectos de su biología, así como su importancia como modelo de estudio con un enfoque en el análisis de insecticidas botánicos.

*Palabras clave:* insecto plaga; colonia de laboratorio; *Lepidóptera Noctuidae*.

**ESTABLISHMENT OF A LABORATORY BREEDING OF THE FALL ARMYWORM  
*SPODOPTERA FRUGIPERDA* (J.E. SMITH) UNDER CONTROLLED CONDITIONS IN  
THE BIOLOGY OF DEPARTMENT AT DIVISION OF NATURAL AND EXACT  
SCIENCES OF THE UNIVERSITY OF GUANAJUATO**

**Abstract**

This work aims to obtain information on the reproductive process of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) under controlled conditions in the Laboratory of Botany and Invertebrates of the University of Guanajuato. In a general way described as a pest of agricultural importance, aspects of its biology as well as its importance as a study model for testing botanical insecticides.

*Keywords:* pest insect; laboratory colony; *Lepidoptera Noctuidae*.

## 1. Introducción

### 1.1 *Spodoptera frugiperda* - una plaga importante del maíz.

El “gusano cogollero del maíz” o *Spodoptera frugiperda* es una especie nativa del trópico, con una amplia distribución geográfica, la cual va desde el sur de los Estados Unidos hasta el norte de Argentina y Chile (Andrews, 1989). El gusano cogollero apareció por primera vez en América en 1797 (Sagar y col., 2020), se extendió agresivamente al continente africano en 2016 (Maruthadurai y col., 2019) y al continente asiático en 2018 (Khatri, 2020). La polilla del cogollo del maíz, inicialmente descrita como *Phalaena frugiperda*, fue reportada por primera vez a partir de especímenes recolectados en Georgia, Estados Unidos (Smith, 1797). Fue descrita por segunda vez por Boisduval y Guenée bajo el concepto de *Laphygma macra* en 1852, y Zimmerman la sinonimizó con *Spodoptera* en 1958 (Zimmerman, 1958). Posteriormente en 1985, se identificaron dos cepas del gusano cogollero de maíz y se les nombró en honor a las plantas hospedantes, cepas de maíz y arroz de las cuales fueron colectadas las especies (Pashley, 1985).

*Spodoptera frugiperda* es una especie polífaga. En su forma adulta (polilla) es capaz

de migrar grandes distancias durante los meses de verano. Este insecto tiene un amplio rango de hospederos, sin embargo, durante sus estadios larvarios prefiere alimentarse de plantas de las familias Fabaceae, Poaceae y Graminaceae. Dentro de los principales cultivos de importancia económica que se ven mermados por esta especie se encuentran el maíz, sorgo, algodón, soya, papa, tomate y pastos forrajeros (Sparks, 1979; Van Huis, 1981; 1988; Martínez-Castillo, 2003). En México es un serio problema en casi todos los estados con producción de maíz (Andrews, 1988).

### 1.2 Estrategias de control

Las estrategias para controlar a *S. frugiperda* se han ido desarrollando durante las últimas cuatro décadas; Sin embargo, la resistencia a los insecticidas y la notable adaptabilidad de este insecto han dificultado su manejo y control. La mayoría de las aplicaciones de insecticidas químicos en maíz están dirigidas al control de este insecto. Sin embargo, durante los últimos años se encuentra en desarrollo una alternativa prometedora y sostenible para su control que consiste en un nucleopoliedrovirus múltiple de *S. frugiperda* (SfMNPV, género *Alphabaculovirus*, familia

Baculoviridae), que causa epizootias en las poblaciones larvarias de este insecto (Williams y col., 1999; Infante-Rodríguez y col. 2016). Las larvas infectadas por el virus presentan características fácilmente reconocibles que consisten en modificaciones en la coloración y brillantez del integumento, cambios en el comportamiento de la larva y ablandamiento del tejido que se vuelve frágil y de fácil ruptura. Poco antes de la muerte la larva trepa la planta y queda suspendida de los pseudópodos y posteriormente el cuerpo de la larva se rompe, liberando millones de cuerpos de oclusión (OBs) mediante el cual el virus se mantiene en estado de latencia en el suelo y puede generar nuevas infecciones en los campos de cultivo (Infante-Rodríguez y col., 2016).

Dentro de las principales estrategias para controlar al gusano cogollero del maíz se encuentran los metabolitos obtenidos de extractos de plantas con efecto anti alimentario, repelente, insecticida u ovicida que podrían ser opciones amigables con el ambiente para el desarrollo de insecticidas botánicos contra *S. frugiperda*. También existen reportes del control biológico basado en el uso de bacterias, virus, hongos y parasitoides contra esta plaga, y el uso de feromonas sexuales para el seguimiento y

trampeo masivo de esta plaga (Paredes-Sánchez y col., 2021).

### *1.3 Problemática del gusano cogollero en cultivos de maíz*

El maíz *Zea mays*, perteneciente a la familia Poaceae es un cultivo originario del continente americano, específicamente de Centroamérica y Sudamérica, en los últimos años su cultivo se ha expandido a múltiples partes del mundo, como por ejemplo Europa y Estados Unidos, formando parte de una importante actividad económica. En América Latina constituye una de las fuentes principales de nutrición para la población debido a que es posible explotarlo para la producción de granos de maíz de siembra, harina, sémola, almidón y gluten (Llanos, 1994). Sin embargo, como muchas especies vegetales explotadas en la agricultura por el hombre, posee un conjunto de otros consumidores biológicos que encuentran en esta planta los recursos indispensables para su vida como *S. frugiperda* que ha sido señalado comúnmente como una plaga severa (Castro, 2009). El proceso de infestación de esta plaga es más frecuente en las mazorcas tiernas lo que conllevan a una devaluación seria sobre

el rendimiento de los granos del cultivo (García y Clavijo, 1989).

El gusano cogollero del maíz también se alimenta del follaje, de forma ocasional llega alimentarse del elote; como larva, penetra el cogollo de plantas pequeñas preferentemente de 10 a 60 cm de altura, su presencia se detecta al observar hojas perforadas. El daño foliar del maíz se caracteriza generalmente por la alimentación irregular y excremento húmedo parecido al aserrín cerca del cogollo (Bautista, 2013).

## 2. Taxonomía

El gusano cogollero del maíz pertenece a la familia Noctuidae y al género *Spodoptera*, que incluye aproximadamente 31 especies distribuidas en seis continentes, 15 de estas especies, incluida *S. frugiperda*, son plagas importantes de muchas especies de plantas cultivadas entre las que se encuentran el maíz, arroz y soya (Pogue, 2002). Durante la expansión y evolución del género *Spodoptera*, siguieron en conjunto con la expansión de los pastizales en el Mioceno hace unos 20 millones de años, como resultado la morfología de su aparato bucal se adaptó a la forma áspera de las hojas del pasto (Kergoat y col., 2012).

Las características morfológicas mayormente distinguidas de las larvas se pueden utilizar para identificar a *S. frugiperda* en diferentes cultivos. Godfrey (1987) establece alrededor de 21 caracteres morfológicos detallados para su identificación en estadio larvario, indicando la presencia de cuatro pináculos en el octavo terga con forma de cuadrado y una línea que forma una Y invertida en la cabeza.

### 2.1 Morfología

Las características morfológicas más representativas de las polillas macho son manchas blancas triangulares en la punta y cerca del centro del ala anterior (Todd y Poole, 1980). Otras características morfológicas de la especie incluyen la valva de los genitales masculinos es casi rectangular y no hay una muesca marginal en la posición de la punta del arpa, la pupa es color marrón con un cremáster de dos espinas y los huevos agrupados en una masa, compuesta de múltiples capas, generalmente pegados en la parte inferior de las hojas de las plantas, generalmente están cubiertos con una capa protectora similar al fieltro de escamas de color gris rosado (Heinoun y col., 2021).

Durante mucho tiempo se ha considerado que las especies pertenecientes al género

*Spodoptera* son morfológicamente indistinguibles, pero difieren dependiendo de su distribución en sus plantas hospedantes (Pashley, 1986). La variedad del gusano cogollero del maíz que afecta los cultivos de arroz suele asociarse con especies de mijo y gramíneas asociadas a hábitats de pastura, mientras que la variedad de maíz se asocia con maíz y sorgo (Pashley y col., 1992). Informes recientes señalan diferencias significativas en el tamaño y la forma de las alas al comparar cepas de diferentes hábitats, pero no entre cepas dentro las mismas, sin embargo, la morfología de las alas no es un indicador confiable de la identidad de la cepa en poblaciones de campo donde hay diferentes plantas hospedantes disponibles (Nagoshi y col., 2020).

### 3. Ciclo de vida en condiciones naturales

El gusano cogollero tiene un ciclo biológico corto por lo que puede tener varias generaciones por año, su ciclo biológico consiste en huevo, seis o siete estadios larvarios, pupa y finalmente adulto (Hardke y col., 2015). La duración en el estado de huevo es de dos a tres días y cuando el huevo eclosiona, el número de instares por los que pasa la larva depende de la planta hospedante

de la cual se alimenten, normalmente hay seis estadios larvarios y ocasionalmente cinco (Crumb, 1956). Para pupar se entierran en el suelo, donde forman una cámara pupal en la cual permanecen de 10 a 15 días aproximadamente, la profundidad de la pupación depende de factores como la textura, humedad y temperatura del suelo para posteriormente emerger como adultos (Luginbill, 1928). El ciclo de vida se puede completar en 30 días durante los meses de verano, en primavera y otoño más de 60 días y de aproximadamente 90 días durante el invierno (Capinera, 2014). Las hembras adultas llegan a vivir en promedio 9 y 16 días, siendo en los primeros siete días cuando oviposita la mayor cantidad de huevos (Sparks, 1979).

#### 3.1 Ciclo de vida bajo condiciones controladas

El ciclo de vida de *S. frugiperda* bajo condiciones controladas tiene una duración de 30 días, sin embargo la dieta empleada, la temperatura ambiente y el tiempo de fotoperiodo debe oscilar alrededor de 12 horas luz, condiciones que resultan favorables para el desarrollo del insecto durante el ciclo de vida, que bajo estas

condiciones puede oscilar entre 30 y 35 días son los principales factores que afectan al desarrollo de la larva, alimentación, longevidad, fecundidad y viabilidad de los huevos (Sierra-Ruiz y col., 2022). Los huevos se encuentran cubiertos con escamas de coloración gris-rosada y se ponen en masas de 70 a 300 (Infante-Rodríguez, 2013). La eclosión de los huevos sucede entre 3 y 5 días y pasan por 5 o 6 estadios larvarios antes de completar su desarrollo en aproximadamente 20 días. Las larvas pupan realizando agujeros en la dieta artificial y este estado se extiende durante 9 a 13 días. Los adultos o palomillas nocturnas miden entre 28-32 mm, son de colores café grisáceo o beige, con marcas oscuras y rayas pálidas en la parte central de las alas, las alas traseras presentan una coloración blanquecina (Jiménez, 2003).

### 3.2 Plantas hospedantes que pueden servir para mantenimiento de colonias

En la actualidad se tiene un registro de 353 plantas de 76 familias reportadas que representan la lista de plantas hospedantes más completa para *S. frugiperda*, considerando que las familias con el mayor número de taxones hospedantes reportados como hospedantes de *S. frugiperda* incluyen

Poaceae (106 taxones), Asteraceae y Fabaceae (31 taxones, respectivamente) (Montezano y col., 2018).

Los hospedantes de mayor importancia económica que afecta *S. frugiperda* son, el maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*), tomate (*Solanum lycopersicum*), cacahuete (*Arachis hypogaea*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), arroz (*Oryza sativa*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), algodón (*Gossypium hirsutum*), soya (*Glycine max*), chile (*Capsicum annuum*), cebolla (*Allium cepa*) (Casmuz y col., 2010). Sin embargo, el mayor daño se observa en gramíneas como el maíz y el sorgo, junto con otros monocultivos como el algodón y la soja (Hardke y col., 2015).

### 3.3 Dieta artificial para mantenimiento de colonias

Una dieta artificial adecuada permite establecer de forma práctica y simple una colonia de *S. frugiperda*, para lo cual se debe cumplir con los requisitos nutricionales mínimos del insecto y también ser económicamente viable (Murúa, 2003; Chacón y col., 2009). Las proteínas, como fuente de nitrógeno y aminoácidos, es esencial en la dieta de casi todas las especies

de insectos, por lo que una dieta artificial debe contener germen de trigo y levadura como fuentes de proteínas (Di Bello y col., 2017). Para la dieta utilizada se tomó como referencia la propuesta por Morales y col., (2010), realizando modificaciones parciales.

## 4. Materiales y métodos

### 4.1 Laboratorio de Botánica e Invertebrados

Este estudio se realizó en el insectario y en el laboratorio de botánica e invertebrados, ubicado en las instalaciones del Departamento de Biología de la División de Ciencias Naturales y Exactas (DCNE) en la Universidad de Guanajuato (UG).

### 4.2 Colecta de campo y establecimiento de pie de cría

Los individuos a partir de los cuales se generaron los adultos que se acondicionaron al laboratorio fueron colectados en campos de maíz en la localidad de El Roble situada en el Municipio de Emiliano Zapata (en el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave), México. Posteriormente las larvas de último estadio se reprodujeron en laboratorio en el Instituto de Ecología A.C. (INECOL) de la ciudad de

Xalapa, Veracruz, México y a partir de las pupas obtenidas después de un par de generaciones, se trasladó un pie de cría al Laboratorio de Botánica e Invertebrados de la Universidad de Guanajuato.

### 4.3 Preparación de la dieta artificial para mantenimiento de *S. frugiperda* en laboratorio

La dieta artificial utilizada para el mantenimiento de las colonias es la reportada por Morales y col., (2010) con modificaciones menores para la reducción de su costo utilizando elementos grado alimenticio (Tabla 1).

### 4.4 Proceso de preparación de dieta artificial

Usando agua purificada a temperatura ambiente se le agregan tabletas efervescentes de ácido ascórbico (vitamina c), se calienta el agua hasta ebullición, una vez el agua caliente se agrega el agar y se mezcla de forma manual hasta tener una consistencia uniforme, posteriormente se agrega la harina de soya, germen de trigo, azúcar y levadura, se mezcla paulatinamente para evitar la formación de

grumos, hasta obtener una consistencia de una papilla y se espera un momento para disminuir un poco la temperatura sin enfriar la mezcla por completo y se agrega sorbato de potasio, nipagin, vitamina de uso veterinario,

cloruro de colina y ácido acético. Finalmente se pasa a un molde de plástico, se deja enfriar y se somete a frío (4°C) hasta solidificar (Fig. 1).

**Tabla 1.** Reactivos para la elaboración de un kilogramo de dieta artificial, presentación comercial y costo promedio

<b>Reactivo</b>	<b>Cantidad necesaria por Kg</b>	<b>Costo (MxN)</b>	<b>Presentación</b>	<b>Marca comercial o distribuidor</b>
<b>Agua purificada</b>	800 mL	9.70	1L	Ciel®
<b>Harina de soya</b>	81 g	95.0	1kg	Flor y vida®
<b>Germen de trigo</b>	31.7 g	179	1kg	GN+vida®
<b>Levadura</b>	25 g	66.0	500g	Kelve K6037®
<b>Azúcar</b>	13 g	36.90	2kg	Precissimo®
<b>Agar-Agar</b>	30 g	298.0	250g	Mi granero®
<b>Nipagin (metilparabeno)</b>	2 g	238.0	250g	GARDENIA NATURALS®
<b>Ácido ascórbico (Tabletas efervescentes)</b>	4 g	154.0	20g	Oxital-C®
<b>Sorbato de potasio</b>	2 g	120.0	500g	Mi granero®

Vitamina de uso veterinario	1 g	175.0	500g	Vitafort®-A
Colina	10 g	224.0	2Kg	Aocter®
Ácido acético	10 mL	35.0	750 mL	La costeña®
<b>Costo total de los ingredientes para iniciar el pie de cría</b>				
<b>1630. 6 MXN</b>				



**Figura 1.** Consistencia de dieta artificial para *Spodoptera frugiperda*.

#### 4.5 Establecimiento de la cría

Para la cría y mantenimiento adecuado de *S. frugiperda* en laboratorio experimental está regulado por condiciones ambientales y del entorno como la temperatura, humedad y el fotoperiodo. Chacón y col. (2009) reporta que el ciclo de vida se acorta cuando la

temperatura promedio es de 28 °C y se prolonga cuando disminuye a los 21 °C.

Las larvas obtenidas se mantuvieron bajo laboratorio en condiciones controladas (28 °C, Hr= 50±10% con un fotoperiodo de 16/8 H luz/obscuridad), para lo cual fue necesario instalar un humidificador con una capacidad

de 5 litros para un porcentaje de humedad adecuado, se utilizaron 2 calefactores eléctricos con radiador para mantener la temperatura en un intervalo entre 25°C -30°C, una lampara de luz blanca para proveer las condiciones que resultan favorables para el desarrollo del insecto durante el ciclo de vida, el uso un termohigrómetro digital para monitorear las condiciones establecidas y timer para controlar el encendido/apagado de luz (Fig. 2). El insectario requirió de anaqueles, mesas de trabajo y un área de lavado para el mantenimiento de la cría, el acomodo del material y para mantener su higiene. Para mantener las larvas aisladas del

exterior se colocaron en contenedores de plástico de polietileno de alta densidad con orificios en la parte superior que permiten el intercambio de humedad. Para su adecuada alimentación se les proporcionó 2.5 g de dieta artificial en todos sus estadios larvarios y los adultos recibieron una solución de miel al 1% en agua.

Para el mantenimiento de la cría de *S. frugiperda* fue necesario el material mostrado en la Tabla 2, considerando que la cantidad de estos materiales es proporcional al tamaño de la colonia establecida.

**Tabla 2.** Material requerido para la cría y mantenimiento de *S. frugiperda*, presentación comercial y costo promedio.

<b>Material</b>	<b>Costo</b> <b>(MxN)</b>	<b>Presentación</b>	<b>Marca comercial</b>
<b>Jarabe de Maíz</b>	81.00	680 g(500ml)	Karo®
<b>Toallas de papel</b>	278.25	20 fajitas/100 pzas	Kimbery-clark®
<b>Cajas de plástico con tapa</b>	235.00	61 L/33.6 cm x 60 cm x 40.2 cm	STERILITE®
<b>Pinzas de disección</b>	52.00	acero inoxidable/15 cm	Hergom Medical®

<b>Pinceles escolares</b>	39.00	Juego con 3 piezas	Office Depot®
<b>Bolsa de papel (No. 16)</b>	129.00	100 piezas	Envolpan®
<b>Vasos desechables con tapa (No. 0)</b>	50.00	100 piezas	Primo®
<b>Vasos desechables con tapa ½ L</b>	53.60	25 piezas	Reyma®
<b>Etanol 75%</b>	81.00	1000 ml	Protec®
<b>Detergente líquido</b>	30.00	500 ml	Procter & Gamble®
<b>Fibra esponja</b>	19.99	1 pieza	Scotch-Brite®
<b>Grapas estándar</b>	43.00	5000 piezas	MAE®
<b>Engrapadora</b>	99.00	1 pieza	MAE®
<b>Tijera para oficina</b>	59.00	7 pulgadas/ 1 pieza	MAE®
<b>Marcador permanente</b>	37.90	2 piezas	Sharpie®
<b>Pinzas para tendedero</b>	29.99	40 piezas	RRB®
<b>Algodón</b>	117.00	300 g	Protec®

**Costo total de los materiales por generación de la especie**

**1434.73 MxN**



**Figura 2.** Anaquel para mantenimiento de cría de laboratorio (a), Calefactores (b), termohigrómetro digital y humidificador (c).

#### 4.6 Acondicionamiento de pupas

Las pupas se recolectaron en un recipiente de plástico de 11.4 cm x 6.3 cm y se introdujeron en una bolsa de papel junto con un recipiente de jarabe de maíz como imitación de la miel al 1%. La tapa de este recipiente tiene un orificio por el cual se coloca un pedazo de algodón que se humedecerá por capilaridad. Una vez realizado lo anterior, la parte superior de la bolsa de papel se asegura con

pinzas (Figura 3). Para la limpieza y cambio de bolsa de papel, se retiran los vasos con jarabe de maíz, y los adultos se vaciaron a otra bolsa con vasos de jarabe de maíz nuevos, cada segundo día después de cada recolección. Después de cada cambio de ponedero se registró el número de puesta de huevecillos y fecha. Después de la quinta puesta a las dos semanas, los adultos ya no ponen huevecillos y comienzan a morir.

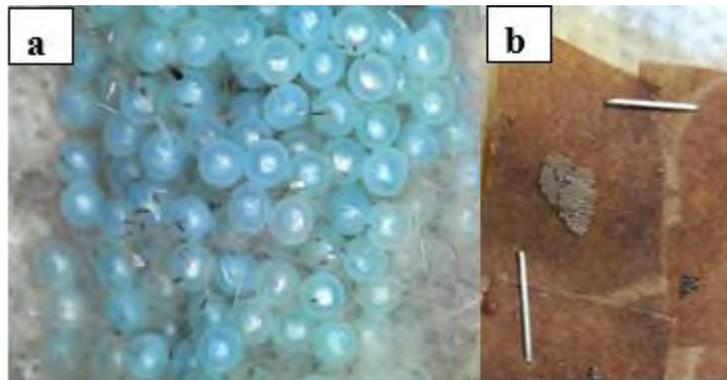


**Figura 3.** Incubación de pupas de *S. frugiperda* en bolsas de papel junto con un recipiente (50 mL de capacidad) con miel al 1% como fuente de alimento para los adultos que eclosionen.

#### 4.7 Colecta de huevecillos

Los recuadros de papel donde se encuentran las masas de huevecillos se recortaron y se lavan con cloro al 1% (v/v). Se obtuvieron masas de huevecillos de aproximadamente 1 cm sobre la extensión del recuadro de papel.

Los recuadros de papel que contienen los huevecillos se adherieron a una toalla de papel, usando una engrapadora (Figura 4). Posteriormente se colocaron entre la dieta y la tapa del contenedor de dieta para que, al eclosionar las larvas, éstas cayeran sobre la dieta y facilitar su recuperación.

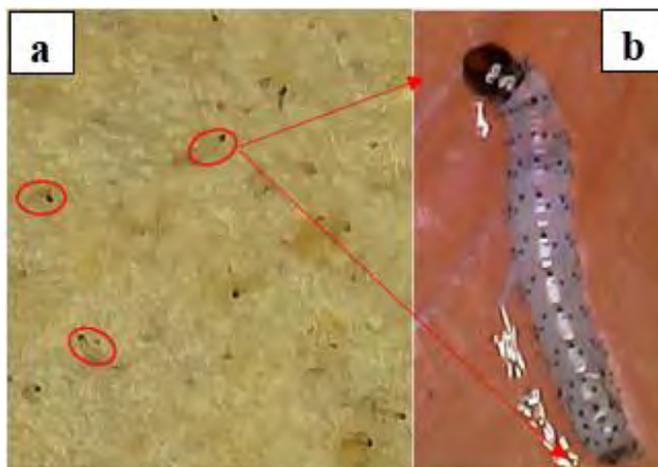


**Figura 4.** Colecta de huevecillos de *S. frugiperda*. Huevecillos colectados a las 24 h de oviposición (a), huevecillos son sujetados al papel para su incubación (b).

#### 4.8 Mantenimiento de las larvas

Las larvas de primer y segundo estadio se colocaron en contenedores de plástico de 250 mL con dieta fresca distribuida de manera uniforme sobre el fondo del recipiente, con una hoja de papel bajo la tapa, para evitar dañar los insectos, fueron manipulados con pinceles suaves para distribuirlos y cambiarlos de dieta (Figura 5). Es importante

que la dieta no tenga demasiada humedad para evitar que las larvas mueran ahogadas en ella. A partir del cuarto instar (tamaño de 11-15mm) las larvas deben ser individualizadas para evitar el canibalismo, por lo que la limpieza debe realizarse cada segundo día para evitar el crecimiento de bacterias y hongos sobre la dieta y estos puedan afectar a los insectos.

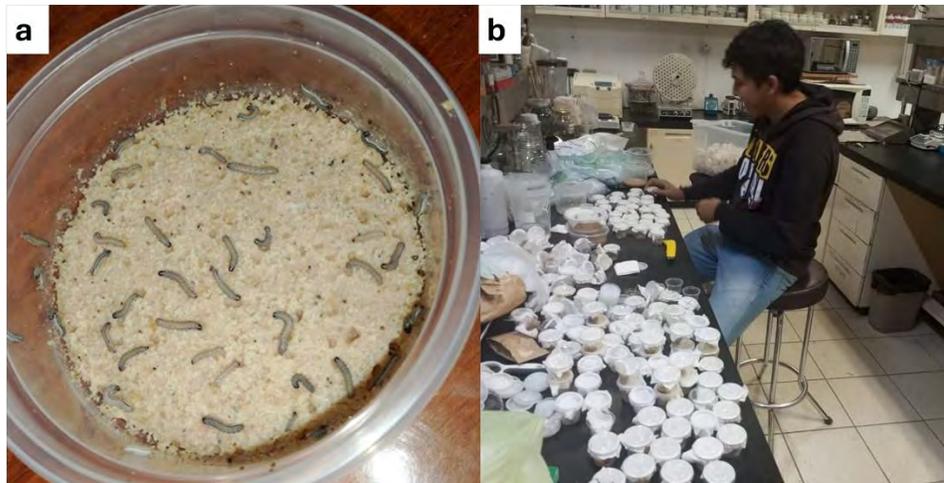


**Figura 5.** Larva neonata de *S. frugiperda*, a) larva sobre dieta fresca (tiempo menor a 24 h), b) larva observada a 50X.

#### 4.8 Individualización de larvas

Cuando las larvas alcanzan el cuarto estadio (tamaño aproximado de 15 mm) (Figura 6), cada larva se individualiza para evitar el canibalismo, en un vaso desechable con tapa

y con un trozo de dieta y un recuadro de papel debajo de la tapa. La cantidad de larvas a individualizar varía dependiendo del tamaño de la colonia. Las larvas con malformaciones o con un tono muy oscuro fueron desechadas para evitar contaminación.



**Figura 6.** Proceso de crianza de larvas (a) larvas de cuarto estadio (b) proceso de individualización de las larvas para evitar canibalismo en estadios larvarios 3-6 y aumentar el número de pupas de laboratorio.

Unos días después al pasar a sexto estadio (2-3 días), éstas reducen su ingesta y su color cambia a un verde con tono plomizo (Figura

7), lo que indica que las larvas entran en la fase de pre-pupa (Villanueva, 2004).



**Figura 7.** Larva de sexto estadio individualizada para evitar comportamientos de canibalismo.

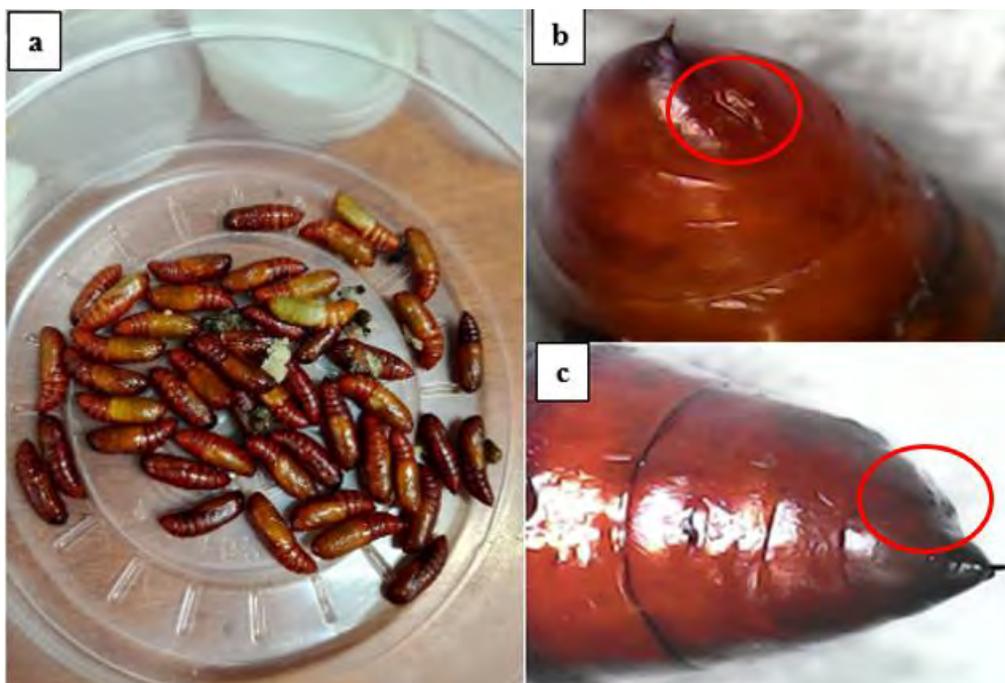
#### 4.9 Recolecta de pupas para la siguiente generación

Las pupas para la siguiente generación de *S. frugiperda*, fueron colectadas de manera cuidadosa con pinzas de disección evitando

dañar las pupas para almacenarlas en un recipiente de plástico de 50 mL (Figura 8). Se clasificaron de acuerdo con el dimorfismo sexual que presentan en esta etapa, los machos en el noveno esternito abdominal se

encuentran dos elevaciones que corresponden a los testículos y las hembras en el octavo segmento abdominal presentan unas líneas curvadas que corresponde a la bursa copulatrix (Borquez-Castro, 1978). Posteriormente se realizó un lavado con una solución de cloro al 10% para evitar infecciones y contaminación por agentes

patógenos en el área de incubación. Estas pupas fueron incubadas junto con un recipiente de plástico con tapa que contiene agua con miel al 1%, como fuente de alimento para las polillas al emerger, el tiempo de incubación fue de 6-8 días sin fotoperiodo y con una humedad relativa de  $50 \pm 10\%$ .



**Figura 8.** a) Pupas colectadas previo a ser incubadas, b) hembra, c) macho

## 5. Problemas comunes durante la cría de laboratorio

### 5.1 Pérdida de la colonia

Los conservantes presentes en la dieta artificial evitan el rápido crecimiento de microorganismos, oxidación de la dieta y

prolonga su tiempo de uso en el laboratorio. Durante la cría de *S. frugiperda* surgió una problemática, la falta de sorbato de potasio, una solución temporal fue el uso de formaldehído al 38%, según las indicaciones iniciales de Poitout y Bues, (1974). El uso de este reactivo adicionado en la dieta artificial causó una mortalidad superior al 90% sobre

el total de la colonia, la muerte sucedía entre el tercer y el quinto estadio larval sin llegar a pupa. Las larvas presentaban un tono oscuro

intenso y posterior a 5 días siguiendo las condiciones de alimentación les causaba la muerte por envenenamiento (Figura 9).

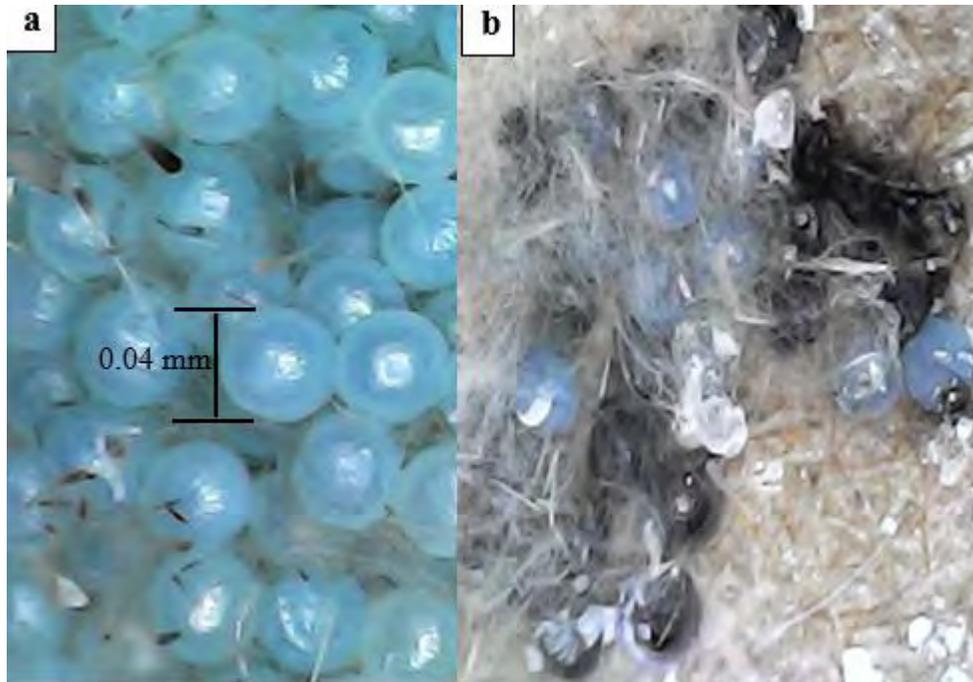


**Figura 9.** Mortalidad en larvas de quinto estadio causado por modificaciones en la dieta artificial.

### 5.2 Contaminación en huevecillos por hongos

La limpieza adecuada de las instalaciones y los espacios de trabajo es un paso importante para mantener una colonia en condiciones saludables. En el proceso de manipulación de los huevecillos para su colecta, estos se contaminaron con el hongo *Aspergillus* sp. (Figura 10), lo que evitaba la eclosión del 100% de las masas de huevo infectadas reduciendo en gran medida la colonia, uno de los factores clave para que este hongo

prolifere era la humedad de la dieta presente en el entorno de los huevecillos y la presencia de otras especies de insectos en el área de incubación y almacenamiento. Para lo cual se probaron 2 soluciones desinfectantes para el lavado de los huevecillos, cloro al 1% y nipagin al 1%, se tomaron medidas para desechar los huevecillos con indicios de contaminación, además de limpiar y desinfectar todos los espacios de trabajo con alcohol al 70% de manera constante y cada segundo día durante el mantenimiento de la colonia, mostrando resultados favorables.



**Figura 10.** Huevecillos de *S. frugiperda* observados a 50Xa) huevecillos sanos, b) huevecillos contaminados por el hongo *Aspergillus* sp. en los huevecillos.

### 5.3 Consistencia de la dieta y muerte larval

La consistencia de la dieta es punto clave en el mantenimiento de la cría, si la dieta contiene demasiada húmeda puede promover la presencia de agentes patógenos y la muerte de larvas de primeros estadios por ahogamiento. Para lo cual se implementó el uso de 900 mL de agua y aumentar ligeramente la cantidad de agar y de la harina de soya, además de su almacenamiento en frío.

### 5.4 Humedad en el ambiente

La humedad en el ambiente en la ciudad de Guanajuato, Gto, se encuentra alrededor del

30%, muy por debajo de lo requerido según las condiciones establecidas para la cría de laboratorio de *S. frugiperda*. En la colonia establecida se observaron pérdidas de huevecillos al disminuir la humedad en el ambiente, esto causado por las condiciones ambientales. Las medidas realizadas fue la instalación de 2 humidificadores funcionando 24 h, para aumentar la humedad en el entorno de la colonia. La cantidad de humedad en el entorno de *S. frugiperda* puede reducir significativamente la tasa de eclosión larvaria, durante este periodo de incubación es necesario un porcentaje de humedad superior al 50%, esto permite tener los

huevecillos hidratados y evita que pierdan humedad, lo que haría que se secan y causando la muerte de las larvas.

### 5.5 Pupas

En los últimos estadios larvales en la fase de pre-pupa es común que algunas larvas no concreten el cambio de instar debido a la malformación durante el proceso por diversas

causas como alimentación, manipulación, condiciones ambientales e intoxicación (Figura 11). Para lo cual se toman medidas de control como la manipulación del material mientras se encuentra en dicha fase, reducir el movimiento en los contenedores donde se encuentran pupando y controlar el porcentaje de humedad en el ambiente. También es necesario desechar las pupas que presenten malformaciones para evitar contaminación e infecciones con el resto de la colonia.



**Figura 11.** Malformaciones en pupas o pupas incompletas

## 6. Conclusión

El gusano cogollero es una plaga de interés mundial debido a su expansión y adaptabilidad en el ambiente, es por ello que surge la importancia de establecer una cría del gusano cogollero en condiciones controladas en el laboratorio con bajo presupuesto y poca infraestructura, que permitan estudiar de cerca a este organismo, la posibilidad de llevar a cabo ensayos experimentales, evaluación de metabolitos contra la especie,

entre otras alternativas de manejo y control. La metodología para la crianza y mantenimiento se basó en la bibliografía mencionada, sin embargo, fueron necesarios ajustes y modificaciones a lo largo de las diversas etapas de la investigación. Tomando en cuenta los procedimientos, modificaciones y cuidados necesarios se puede alcanzar una tasa de supervivencia superior al 75%, incrementando la posibilidad de un estudio extenso acerca de los usos que pueda tener una cría en condiciones de laboratorio.

## Agradecimientos

Al Dr. Trevor Willians del Instituto de Ecología, A.C. INECOL por su ayuda en la colecta de material inicial para establecer las colonias y el apoyo técnico de M.C. Juan Sebastián Gómez. A los estudiantes de servicio social de la Licenciatura en Biología Experimental en la Universidad de Guanajuato, por su colaboración en el mantenimiento la colonia. Este trabajo fue apoyado por el Departamento de Biología y la División de Ciencias Naturales y Exactas (DCNE) en la Universidad de Guanajuato (UG) y fondos personales de DAIR y SGVM.

## Bibliografía

Andrews K, y Quezada J. (1989). *Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: Estado actual y futuro*. Ediciones Escuela Agrícola Panamericana.

Andrews, K. L. (1988). Latin America research on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Fla.Entomol. 71: 630-653.

Bautista MN, Morales GO. (2016). El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Una plaga de importancia. Agrosíntesis.

Borquez-Castro MJ. (1978). Evaluación de pérdidas en maíz por gusano cogollero

(*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) y de diferentes insecticidas para su control, en los Belenes, Zapopán, Jalisco. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. 66 p.

Capinera JL. (2020). Fall armyworm. *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). Entomology and Nematology. University of Florida. EENY-98

Casmuz A, Juárez ML, Socías MG, Murúa MG, Prieto S, Medina S, Willink E 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

Castro, Y. C., Rojas, C. G., Cedeño, C. V., y Velásquez, V. V. (2009). Desarrollo de una metodología de crianza en laboratorio del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) como posible hospedante de insectos biocontroladores de interés agrícola. Tecnología en Marcha, 22(4), 28-37.

Chacón-Castro, Y.; Garita-Rojas, C.; Vaglio-Cedeño, C. y Villalba-Velásquez, V. (2009). Desarrollo de una metodología de crianza en laboratorio del gusano cogollero del maíz

*Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) como posible hospedante de insectos biocontroladores de interés agrícola. *Tecnol Marcha*. 22(4): 28-37

Crumb SE, (1956). The Larvae of the Phalaenidae. Technical Bulletin No. 1135. Washington DC, USA: United States Department of Agriculture. DOI: [10.22004/ag.econ.157126](https://doi.org/10.22004/ag.econ.157126)

Infante-Rodríguez, D. A. (2013). Dilucidando la interacción entre el nucleopoliedrovirus múltiple de *Spodoptera frugiperda* (SfMNPV) y la lombriz terrestre *Eisenia fetida*: UN ESTUDIO DE LABORATORIO. Tesis de Maestría. Instituto de ecología A.C. 54 Pp.

Di Bello, M. M., Souza, B. H. S., Nogueira, L., Ribeiro, Z. A., Eduardo, W. I., y Boiça Júnior, A. L. (2017). Optimization of methodology for rearing *Spodoptera albula* on artificial diet. *Neotropical entomology*, 46, 546-553. DOI: [10.1007/s13744-017-0490-6](https://doi.org/10.1007/s13744-017-0490-6)

García, J.L y Clavijo, S. (1989). Efecto de la alimentación sobre la longevidad, fertilidad y fecundidad de *Spodoptera frugiperda* (Smith). *Entomología*. 5 (6), 47-53.

Godfrey, G. L. (1987). Noctuidae (Noctuoidea). In F. W. Stehr (Ed.), *Immature*

*Insects*. Dubuque, Iowa: Kendal/Hunt Publishing Company

Hardke JT, Lorenz GM y Leonard R. (2015). Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) ecology in Southeastern cotton. *Journal of Integrated Pest Management*, 6(1): 10. DOI:10.1093/jipm/pmv009

Heinoun, K., Muhammad, E., Abdullah Smadi, H., Annahas, D., y Abou Kubaa, R. (2021). First record of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Syria. *EPPO Bulletin*. European and Mediterranean Plant Protection Organisation, 51(1), 213–215. DOI:[10.1111/epp.12735](https://doi.org/10.1111/epp.12735)

Infante-Rodríguez, D. A., Berber, J. J., Mercado, G., Valenzuela-González, J., Muñoz, D., y Williams, T. (2016). Earthworm mediated dispersal of baculovirus occlusion bodies: Experimental evidence from a model system. *Biological Control*, 100, 18-24.

Jiménez Fernández, J. A. (2003). Aislamiento y polimorfismo genético del nucleopoliedrovirus de *Spodoptera fugiperda* (SMITH) en 9 municipios de la región del Soconusco Chiapas, México (Doctoral dissertation, Tesis de licenciatura. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas).

Kergoat, G. J., Prowell, D. P., Le Ru, B. P., Mitchell, A., Dumas, P., Clamens, A.-L y Silvain J.-F. (2012). Disentangling dispersal, vicariance and adaptive radiation patterns: A case study using armyworms in the pest genus *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 65(3), 855–870. DOI:[10.1016/j.ympev.2012.08.006](https://doi.org/10.1016/j.ympev.2012.08.006)

Khatri S., Pakuwal P. y Khanal S. (2020). Archives of agriculture and environmental science. *Arch. Agric. Environ. Sci.* 5:583–591. DOI: 10.26832/24566632.2020.0504023

Llanos, M. (1994). El maíz: su cultivo y aprovechamiento. Ediciones Mundi-Prensa. pp. 127-142.

Luginbill, P., (1928). The Fall Army Worm. Technical Bulletin. United States Department of Agriculture, Washington, D.C. (34) 91 pp. DOI: 10.22004/ag.econ.156281

Martínez-Castillo, A. (2003). Lethal and sublethal interacciones between optical brighteners and nucleopolyhedrovirus in *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctunidae) Tesis doctoral. Departamento de Producción Agraria Universidad Pública de Navarra. 111 pp.

Maruthadurai R. y Ramesh R. (2019). Occurrence, damage pattern and biology of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on fodder crops and green amaranth in Goa, India. *Phytoparasitica.* 48:15–23. doi: 10.1007/s12600-019-00771-w.

Montezano, D. G., Sosa-Gómez, D. R., Specht, A., Roque-Specht, V. F., Sousa-Silva, J. C., Paula-Moraes, S. D., y Hunt, T. E. (2018). Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. *African entomology*, 26(2), 286-300.

Morales, Pedro, Noguera, Yvon, Escalona, Ernesto, Fonseca, Oxiomar, Rosales, Carolina, Salas, Benigna, Ramos, Fidel, Sandoval, Eduardo, y Cabañas, Willian. (2010). Sobrevivencia larval de *Spodoptera frugiperda* (Smith) con dietas artificiales bajo condiciones de laboratorio. *Agronomía Tropical*, 60(4), 375-380.

Murúa, M. G., Defagó, V. H., y Virla, E. G. (2003). Evaluación de cuatro dietas artificiales para la cría de *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) destinada a mantener poblaciones experimentales de himenópteros parasitoides.

Nagoshi, K. L., Allan, S. A., y Meagher, R. L. (2020). Assessing the Use of Wing

Morphometrics to Identify Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) Host Strains in Field Collections. *Journal of Economic Entomology*, 113(2), 800–807. DOI: [10.1093/jee/toz344](https://doi.org/10.1093/jee/toz344)

Paredes-Sánchez, F. A., Rivera, G., Bocanegra-García, V., Martínez-Padrón, H. Y., Berrones-Morales, M., Niño-García, N., y Herrera-Mayorga, V. (2021). Advances in control strategies against *Spodoptera frugiperda*. A review. *Molecules*, 26(18), 5587. DOI: [10.3390/molecules26185587](https://doi.org/10.3390/molecules26185587)

Pashley DP, Johnson SJ y Sparks AN. (1985). Genetic population structure of migratory moths: the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 78:756–62. DOI: [10.1093/aesa/78.6.756](https://doi.org/10.1093/aesa/78.6.756)

Pashley, D. P. (1986). Host-associated genetic differentiation in fall armyworm (Lepidoptera, Noctuidae) – a sibling species complex. *Annals of the Entomological Society of America*, 79(6), 898–904. DOI: [10.1093/aesa/79.6.898](https://doi.org/10.1093/aesa/79.6.898)

Pashley, D. P., Hammond, A. M., y Hardy, T. N. (1992). Reproductive isolating mechanisms in fall armyworm host strains (Lepidoptera, Noctuidae). *Annals of the Entomological Society of America*. DOI: [10.1093/aesa/85.4.400](https://doi.org/10.1093/aesa/85.4.400)

Pashley, D.P. (1988). Current status of fall armyworm host strain. *Fla. Entomol.* 71: 227-234. DOI: [10.2307/3495425](https://doi.org/10.2307/3495425)

Pogue, M. G. (2002). A world revision of the genus *Spodoptera Guenée* (Lepidoptera: Noctuidae). *Memoires of the American Entomological Society*, 43, 1–202.

Poitout, S. y Bues, R. (1974). Élevage de chenilles de vingt-huit espèces de lépidoptères Noctuidae et de deux espèces d'Artiidae sur milieu artificiel simple. Particularités de l'élevage selon les espèces. (Cría de orugas de veintiocho especies de Lepidoptera Noctuidae y dos especies de Artiidae en medios artificiales simples. Particularidades de la cría según las especies). *Annales de Zoologie et Ecologie Animale*. 6 (3): 431-441.

Sagar G.C., Aastha B. y Laxman K. (2020). An introduction of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) with management strategies: A review paper. *Nippon J. Environ. Sci.* 1 :1010. DOI: [10.46266/njes.1010](https://doi.org/10.46266/njes.1010)

Smith JE y Abbot J. (1797). The Natural History of the Rarer Lepidopterous Insects of Georgia. Including Their Systemic Characters, the Particulars of the Several Metamorphoses, and the Plants on Which

They Feed. Collected From the Observation of Mr. John Abbot, Many Years Resident in That Country. T. Bensley

Sparks, A. N.(1979). A review of the biology of the fall armyworm. Florida Entomologist, 62:82-87. DOI:[10.2307/3494083](https://doi.org/10.2307/3494083)

Todd, E. L., y Poole, R. W. (1980). Keys and illustrations for the armyworm moths of the noctuid genus *Spodoptera* Guenée from the Western hemisphere. Annals of the Entomological Society of America, 73(6), 722–738.

<https://doi.org/10.1093/aesa/73.6.722>

Van Huis, A. (1981). Integrated pest management in the small farmer's maize crop in Nicaragua. Meded. Landbou. Wageningen. 81-6, 221 pp.

Villanueva, R.E. (2004). Estudio de la biología de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) “Gusano cogollero del maíz” usando cuatro sustratos alimenticios, en Tingo María. Tesis presentada para obtener el grado de ingeniero agronomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de agronomía, Tingo María, Perú. 142 p.

Williams, T., Cisneros, J., Penagos, D. I., Valle, J., y Tamez-Guerra, P. (2004).

Ultralow rates of spinosad in phagostimulant granules provide control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize. Journal of economic entomology, 97(2), 422-428. DOI: [10.1093/jee/97.2.422](https://doi.org/10.1093/jee/97.2.422)

Zimmerman EC. (1958). Insects of Hawaii. Honolulu, Hawaii Press.