



**Universidad de Ciego de Ávila "Máximo Gómez Báez"**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Tesis de grado previa a la obtención del título de ingeniero agrónomo.**

**Título: Optimización de la cría masiva de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en condiciones de laboratorio.**

**Autora: Delfina Chitula Chinawandela**

**Tutor: Dr. C. Miguel A. Iparraguirre Cruz**



**Curso: 2018-2019**

## **Pensamiento**

“En el investigador se tiene que dar la síntesis de la vocación, la conciencia clara de servir al país y al mismo tiempo, como es lógico también, satisfacer la necesidad de superación, progreso y éxito de cualquier ser humano”.

**Fidel Castro Ruz**

## **DEDICATORIA**

A mi Dios y Padre Celestial por llenarme de su amor eterno, su protección, gracia y sustento en toda mi vida, quien constituye la fuerza de mi existencia, deseándome el bien por encima de mi misma.

A mis padres Justino Antunes Chinawandela, Natalia Joana Melo, y hermanos quienes, con su abnegación y ejemplo, y con su voluntad y afán de superación, han ejemplificado en mí la razón del saber.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres biológicos, adoptivos y hermanos por su amor, apoyo y comprensión incondicional.

A mí amado esposo e hija por ser ellos mi regalo del cielo.

A mis suegros por cuidar de mi nena mientras me graduaba.

A mi hermano Abel Chipasso y su esposa María Pedro quien en especial me motivo a venir a estudiar en un país lejano, Cuba.

A la revolución cubana y el gobierno angolano por haberme permitido y garantizado mi Formación profesional.

A todos los profesores de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y trabajadores de la Universidad Máximo Gómez Báez por los conocimientos que me impartieron.

A la comunidad de Modesto Reyes por todas sus bondades conmigo.

A mi hermano mayor Evaristo Candiye por hacer todo lo necesario y suficiente para alistar mi tesis.

A la JAU-CA y todo mi ejercito espiritual que me ama hecho un tesoro sin igual.

A mí amada comunidad AEAC-CA, por hacerme útil.

A mis compañeros Antonio Junior, Frutuoso Graçao, Jessica Cardoso, Moisés Kitumba y Wladimir Nadiel por toda su ayuda brindada.

A todos los que creyeron en mí, y me aprecian, que con su apoyo, cariño y preocupación constante me alentaron en los momentos difíciles, porque me obligaron a seguir adelante para regalarles hoy la victoria.

A todos Muchas Gracias.

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Ciego de Ávila del curso 2018-2019. Las metodologías utilizadas fueron: Metodología para la cría continua de *Spodoptera frugiperda*, J. E. Smith en dieta artificial de Armas y Ayala en 1990, Metodología rustica para la reproducción y liberación de *Telenomus* spp de Armas (2003) y la Metodología de cría masiva de *Rogas* sp., parasitoide de larvas de *Spodoptera frugiperda* de Caballero et al, 2003. Se utilizaron como alimentos hojas de maíz (*Zea mays* L.) sembradas en bandejas, follaje de verdolaga (*Portulaca oleracea*, L.) y de Don Carlos (*Sorghum halepense* L.). Se evaluó el ciclo biológico del insecto en cada variante anterior y tanto en condiciones ambientales como a temperaturas reguladas obteniéndose los siguientes resultados, la temperatura ambiente de 29.6°C y la verdolaga son las mejores alternativas para todos los estados de desarrollo de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). La variante óptima de iluminación para el insecto es la de Luz frorescente directa con régimen diario de 12h, pues se logra la mayor ovoposición.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	4
2.1. Origen e importancia del maíz (Zea mays L.) .....	4
2.2. Producción del cultivo del maíz en Cuba.....	6
2.3. Clasificación sistemática del cultivo maíz. ....	7
2.4. Morfología de la planta de maíz.....	7
2.5. Plagas de Importancia económica en el cultivo del Maíz.....	9
2.5.1. Enfermedades. ....	9
2.5.2. Insectos plagas.....	10
2.6. Biología del insecto.....	19
2.6.1. Ubicación taxonómica.....	20
2.6.2. Morfología de vida de <i>Spodoptera frugiperda</i> , J. E. Smith.....	21
2.7. Control biológico. ....	25
2.7.1. Virus de la Poliedrosis Nuclear (VPN Sf).....	26
2.8. Biología del insecto.....	26
2.9. Parasitismo .....	27
2.9.1. Ubicación taxonómica del parasitoide <i>Telenomus</i> sp. ....	27
2.10. Ecología.....	28
2.11. Hospederos. ....	30
3. MATERIALES Y METODOS.....	31
3.1. Determinación de la duración del ciclo de vida y parámetros de control de calidad del método de cría acorde a la temperatura y alimentación. ....	31
3. 2. Determinación de la variante optima de iluminación de la <i>Spodoptera frugiperda</i> J. E. Smith en las condiciones de laboratorio. ....	33
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	34
4.1. Influencia de la temperatura y alimentación en el ciclo de vida y parámetros de control de calidad de la <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith).34	
4.2. Influencia de la iluminación en el parámetro de calidad de la <i>Spodoptera frugiperda</i> J. E. Smith. ....	39
5. CONCLUSIONES.....	40
6. RECOMENDACIONES. ....	41
7. BIBLIOGRAFÍA .....	42

8. ANEXO.....	51
---------------	----

## 1. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*, L.) es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen. Perteneció a la familia de las Poaceae (Gramíneas) y es la única especie cultivada de este género (Acosta, 2009). Es un cultivo altamente diverso, que de acuerdo con las evidencias encontradas, pudo haberse originado en Mesoamérica (México, Guatemala), probablemente en la zona de México Central o del Sur (Aragón *et al.*, 2006).

Según las estadísticas de la FAO (2010) el maíz se cultivó en 163 países y es el segundo cultivo del mundo por su producción, después del trigo, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y es el segundo, después del trigo, en producción total (ONE, 2011).

Actualmente, el maíz junto con el trigo constituye la fuente del 40% de los alimentos del mundo y cerca de 25% de las calorías que se consumen en los países en desarrollo. En México existen 22,000 diferentes tipos de grano, de los cuales, 21,200 son registros sistematizados de diversas razas de maíz criollo. (González *et al.*, 2016). Esta planta de la familia de las gramíneas es rica en hidratos de carbono, proteínas, fibra, grasas, beta-carotenos y vitaminas del grupo B (B1, B3 y B9), nutrimentos que, en conjunto, lo convierten en un alimento que aporta energía, que favorece la digestión y que tiene propiedades antioxidantes (los antioxidantes permiten eliminar los llamados radicales libres, responsables del envejecimiento celular y de que se desarrollen enfermedades, incluso, como el cáncer). (Ortiz, 2015).

El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales (Martínez, 2011).

Anualmente se producen unas 886 millones de toneladas de maíz, en 171,5 millones de hectáreas. Los países en desarrollo siembran dos terceras partes del área, pero sólo aportan 44% de la producción mundial. La diferencia con los países en desarrollo es grande, mientras el promedio mundial de rendimientos es de 5,2 t/ha, el rendimiento promedio en Estados Unidos es de 10,63 t/ha,

seguido de Canadá con 9,1 t/ha, Egipto 8,5 t/ha y Argentina 7,5 t/ha; por su parte, los países en desarrollo sólo llegan a 2,5 t/ha (USDA, 2013).

Se estima que para el año 2020, la demanda mundial de maíz será mayor que la de trigo y arroz, por lo que el rendimiento y el área de producción de maíz necesitarán incrementarse para abastecer las necesidades de una población mundial en aumento. Lo primero requerirá la adopción de variedades superiores, estrategias de manejo mejoradas y donde sea apropiado nuevas tecnologías, con el fin de optimizar la producción de maíz (Aserca, 2004).

En Cuba constituye el segundo cereal de importancia y es de alta preferencia de consumo por la población. Se cultiva en todas las provincias, y se sitúa dentro de las prioridades de las políticas agrarias; pero una de las limitantes de su producción radica en las incidencias de las plagas que con frecuencia merman los rendimientos a pesar de que las plantas resisten sus ataques (Méndez, 2002).

La necesidad de la cría masiva de insectos presenta una gran importancia para la utilización de estrategias de métodos biológicos de lucha más estables y menos perjudiciales al hombre y al sistema. Una de las especies que por su importancia económica de la cría masiva es la Plaga *Spodoptera frugiperda*, J. E. Smith, perteneciente al Orden Lepidóptera, Familia Noctuidae, la cual es polífaga constituyendo un peligro para la agricultura por la diversidad de especies de cultivos que ataca (Cova, 1974). Por todo lo anteriormente explicado se plantea como **PROBLEMA CIENTÍFICO:**

“Dificultades presentadas en la cría masiva de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en condiciones de laboratorio.

Teniendo en cuenta este problema se formula la siguiente **HIPÓTESIS:**

Si se optimiza la cría masiva de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en condiciones de laboratorio se eliminarán las dificultades presentadas en esta.

Proponiéndonos los siguientes objetivos:

**OBJETIVO GENERAL:**

Optimizar la cría masiva de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), en condiciones de laboratorio.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

1- Evaluar la influencia de la temperatura y dieta en estados de vida de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), en condiciones de laboratorio.

2- Determinar la influencia de la luz en la ovoposición de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), en condiciones de laboratorio.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

### **2.1. Origen e importancia del maíz (Zea mays L.)**

Según AgroBio (2013), el maíz, como se le conoce comúnmente, forma parte de la familia de las gramíneas. Dentro de la taxonomía convencional se le ubica como una angiosperma monocotiledónea. Su nombre proviene de las Antillas, pero en México los nahuas lo denominaron centli (a la mazorca) o tlaolli (al grano).

El maíz es el alimento básico de millones de habitantes en todo el planeta, posee 13% de proteínas y un 7% de grasas, es rico en betacarotenos, vitamina A, B, E, hierro, potasio y fibra. Se recomienda su consumo a personas con intolerancia al gluten, moderador de las tiroides y ayuda a reducir los niveles de colesterol LDL (BioAgro, 2013).

Dentro de las aplicaciones del maíz, sobresalen por su importancia las tres aplicaciones más comunes posibles: es esencial para la alimentación humana y animal y fuente de materias primas para la industria. Es usado para producir forraje así como base para la fabricación de una gran cantidad de alimentos y de productos farmacéuticos e industriales (ILSI, 2006).

El uso primario del maíz es para la alimentación animal (78%) y después para consumo humano (13%), donde su aplicación es diversa. La versatilidad que tienen sus derivados es tal, que pueden encontrarse en medicamentos como la aspirina y los antibióticos, en cosméticos, sopas y en un amplio rango de productos industriales. Cada día se descubren nuevos productos elaborados a partir del maíz; se ha comenzado a utilizar papeles elaborados con maíz, en los países desarrollados se están elaborando plásticos biodegradables a partir de almidón de maíz, más ecológicos que los plásticos industriales derivados del petróleo. A partir de estos plásticos, se están desarrollando telas de secado rápido para deportistas, discos compactos, computadoras, teléfonos celulares, frazadas, alfombras y envases de alimentos, entre otros. Actualmente se utiliza el maíz también para la obtención del etanol. Se asegura que ya hay más de 4,000 usos diferentes para los productos que se extraen del maíz (Ortiz, 2015).

El cultivo del maíz ha sido uno de los más trabajados dentro de los programas de mejoramiento genético. A principios del siglo pasado, se establecieron las bases del mejoramiento vegetal, aplicando los principios de la biología reproductiva de especies cercanas y los avances en la genética cuantitativa. Como complemento al gran potencial de diversificación del maíz, se generaron variedades mejoradas con características de adaptación específica a regiones o regímenes de cultivo de este mismo modo a partir de los años 80 con la aplicación de la transgénesis en plantas de una bacteria fitopatógena especializada, que confiere resistencia a insectos, tolerancia a herbicidas y otros, con nuevos atributos agronómicos, se crean rutas más rápidas y precisas para el fitomejoramiento (FAO, 2011).

Esta investigación adecuada al contexto asume las referencias que plantea Martínez *et al.*, (2007), en su manual práctico cuando expresa el maíz, es junto con el trigo y el arroz uno de los cereales más importantes del mundo, suministra elementos nutritivos a los seres humanos, a los animales y es una materia prima básica de la industria de transformación, con la que se producen almidón, aceite y proteínas, bebidas alcohólicas, edulcorantes alimenticios y como combustible.

De acuerdo a lo informado por (Acosta 2009), el maíz es el segundo cereal de importancia en muchos países del mundo, de alta preferencia de consumo por la población y se consume tierno o seco según el Informe Nacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA).

## **2.2. Producción del cultivo del maíz en Cuba.**

En la actualidad ocupa el tercer lugar en la producción de granos a nivel mundial, sólo aventajado por el trigo y el arroz. Los aborígenes cubanos lo cultivaron y fundamentó una parte importante de la dieta en aquellas comunidades. En Cuba se cultiva en todas las provincias sobre una superficie que está entre 77000 y 100 000 hectáreas, destacándose las provincias de las regiones central y oriental con mayores superficies de siembra. Se sitúa dentro de las prioridades de las políticas agrarias, pero una de las limitantes de su producción radica en las incidencias de las plagas que con frecuencia merman los rendimientos a pesar de que las plantas resisten sus ataques (Méndez, 2015).

Se cultiva principalmente el maíz de grano amarillo, cristalino o dentado, para la alimentación humana en forma tierna y grano seco para uso industrial de consumo animal (concentrados). También en menor escala, pero con mucha aceptación, el maíz reventón, palomitas o rositas (Acosta 2009).

Existen 47 variedades comerciales, de las cuales sólo cuatro son tradicionales y el resto son cultivares avanzados procedentes de diferentes programas nacionales de mejoramiento; las variedades tradicionales se encuentran incluidas en los programas de producción (MINAG, 2004). Además, tanto en las colecciones nacionales ex situ como en dos áreas inventariadas in situ, existen 18 variedades tradicionales más, las que son utilizadas por los campesinos en sus fincas (CNRG, 2007).

En Cuba al analizar accesiones colectadas, se encontraron cinco razas de maíz (Criollo, Canilla, Tusón, Argentino y Reventador), aunque muchas muestran caracteres morfológicos que indican la posible mezcla entre ellas, debido posiblemente al manejo o a las fuerzas evolutivas, que pueden estar actuando sobre estas accesiones/razas, provocando una progresiva erosión genética debido a las diferentes formas de manejo por los agricultores (Fernández *et al.*, 2008).

En el 2011 en Cuba se cosecharon 122160 miles de hectáreas (M. ha-1) de maíz, de ellas al sector estatal corresponden 8919 y al no estatal 113241 M.

ha-1; con una producción de 305400 miles de toneladas (M. t-1) de maíz tierno, siendo en el sector estatal de 19,978 M. t-1 y en el no estatal de 285422 M. t-1.

### **2.3. Clasificación sistemática del cultivo maíz.**

El maíz (*Zea mays* L.) pertenece a la gran familia de las Poáceas y tiene la siguiente ubicación taxonómica:

- División: Macrophytophyta
- Sub- división: Magnoliophytina
- Clase: Nymphaeopsida
- Orden: Poales
- Familia: Poaceae
- Genero: *Zea*
- Especie: *Zea mays* L.

### **2.4. Morfología de la planta de maíz (CEDAF, 2011).**

Según lo informado por el Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF, 2011), la estructura de la planta se puede definir de la siguiente manera: Está constituida por una raíz fibrosa y un tallo erecto de diversos tamaños de acuerdo al cultivo con hojas lanceoladas dispuestos y encajados en el tallo, es una panoja que contiene la flor masculina, ya que la femenina se encuentra a un nivel inferior y es la que da origen a la mazorca. La planta puede alcanzar una altura de 2,50 metros, según el cultivo y las condiciones de explotación y sus características botánicas fundamentales son:

**Raíz:** El sistema radical está compuesto por una raíz primaria, que tiene origen en la radícula y muy corta duración luego de la germinación. Para posteriormente configurar un sistema de raíces adventicias que brota a nivel de la corona del tallo y que entrelazan fuertemente por debajo de la superficie terrestre. El desarrollo del sistema radical va a depender de 2 factores como son: la humedad y las condiciones de preparación del suelo que se presentan en la tierra en suelos bien preparados, porosos y con una buena humedad

desde los inicios de la germinación, la raíz puede alcanzar hasta 1,80 metros de profundidad.

Suelo tipo franco arenoso se estima, que durante los primeros 25 días la planta tenga un rápido desarrollo que se aproxima a 40-50 cm el que se incrementará en mayor a menor tamaño si las condiciones de fertilidad, porosidad y humedad sean favorables, pueden alcanzar una profundidad de 1,60-1,80 metros.

**Tallo:** Es erecto, de estructura carnosa formado por nudos, se convierte en el eje central del sostén de la planta en donde se adhieren las hojas en posición alterna. La consistencia interior es carnosa, filamentosa y con mucho contenido de agua.

**Hoja:** Está dispuesta en posición alterna en el tallo en números de 20-30 hojas, conformadas por una vaina, el cuello y el plano foliar, de estructura flexible, fuerte nervadura central con nervaduras paralelas. La superficie es áspera y pubescente, la vaina es una estructura de forma cilíndrica abierta hasta el Terminal que recubre el tallo el largo de la hoja a nivel intermedio que son de mayor longitud puede alcanzar 0,8-1,10 metros.

**Inflorescencia:** Es una espiga o panícula ubicada como terminaciones del tallo (ápice) conformada por 25-30 espiguillas que tienen 2 flores envueltas en dos hojas llamadas glumas a su vez protegidas por las lemas. Recordemos que el maíz es una planta monoica con inflorescencia masculina y femenina. La flor está conformada por 2 folículos 3 estambres fértiles y 1 pistilo.

La polinización, se produce cuando se ensanchan los folículos y se separan las glumas, salen los estambres y se abren las antenas dándole oportunidad a liberar el polen. La inflorescencia femenina está conformada por un raquis u tusa donde van, un par de glumas externas, 2 lemas, 2 paleas y 2 flores. Los estilos forman un penacho por el ápice de la mazorca con apariencia de cabellos que se ha denominado “barba de la mazorca” de la coloración amarilla pálida antes de la fecundación y rojizo cuando es fecundada.

**Los Granos:** Están estructurado de la siguiente manera: Capa externa o pericarpio de consistencia dura, donde internamente tiene una capa que contiene las proteínas y el color (amarillo o blanco), el endosperma que

representa el 85 a 90% del grano, fundamentalmente maíces de granos grandes de donde se determina la capacidad nutritiva de los diferentes cultivos. El embrión que está formado por la radícula y la plúmula, que está localizado en el escutelo, y en la parte que se adhieren en la tusa están las glumas.

## **2.5. Plagas de Importancia económica en el cultivo del Maíz.**

Los insectos atacan todas las partes de la planta de maíz (*Zea mays* L.), través de todas las etapas de su crecimiento. Numerosas especies de insectos inciden en maíz en Norteamérica, pero la importancia económica de las diferentes especies varía de acuerdo a la región. Los insectos dañan la planta de las que se alimentan como consumidores de la semilla, raíz, follaje y la mazorca y también partes bajas de la caña; barrenadores de la caña (AgroBio, 2013).

Dada su importancia agronómica es indispensable conocer ante qué problemas nos enfrentamos y de que armas disponemos. Un sólo error puede mermar o incluso acabar con toda la producción que tenemos de maíz, así que es muy importante la prevención y la actuación rápida (Flores, 2015).

### **2.5.1. Enfermedades.**

**Carbón de la espiga (*Sphacelotha careiliana* L.):** (Gómez *et al.*, 2013).

Esta enfermedad provoca daños de forma sistémica, lo cual quiere decir que el hongo entra en las plántulas y se desarrolla internamente sin mostrar síntomas visibles o reconocibles hasta que el maíz se encuentre en fase de floración y producción de estigmas. La identificación de la enfermedad consiste en la inspección de las espigas. Éstas se deforman y crecen de forma excesiva, formándose masas negras en lugar de mazorcas. El tratamiento para el carbón de la espiga consiste en la aplicación de fungicidas (carboxín, 130-260 cc, etc.).



### **Pudrición de tallo por antracnosis: (Gómez *et al.*, 2013)**

Este tipo de enfermedades causada por estos dos agentes causan pudrición en el tallo y tizón en la hoja. Sobre la planta de maíz se manifiesta lesiones de color oscuro y alargadas, que van tornándose negras. La planta sufre marchitamiento prematuro y desgarramiento de los haces vasculares, adquiriendo tonos oscuros.



**Podredumbre de tallo y raíz (*Fusarium graminearum*, *Gibberellae*, *Scierotiumbataticola*, *Macrophomiflaphaseoli*, *Diplodiamaydis*): (Gómez *et al.*, 2013).**

Este tipo de enfermedades del maíz son originados hongos del tipo necrotróficos que atacan las raíces y la base del tallo. Produce una podredumbre radicular y del cuello de la planta provocando una pérdida de espigas. Además, produce pérdida de peso de los granos.

### **2.5.2. Insectos plagas.**

**Gusano gris (*Agrotis Segetum*, *Agrotisipsilon*, *Agrotisexclamationis*): (Estrada, 2013).**

Son larvas de diversas mariposas que forman parte de los Noctuidos. Presentan un tamaño de entre 4 a 5 cm, enrollándose cuando notan el contacto de un posible depredador. Tienen un color grisáceo, y en el caso de la *Agrotis ipsilon* presenta franjas negras en sus anillos.

Los daños que causa sobre el cultivo del maíz están relacionados con las mordeduras de la larva. Provocan un marchitamiento generalizado de las hojas centrales en la planta joven, expandiéndose con el tiempo al resto de la planta. Un ataque fuerte disminuye considerablemente el volumen de plantas en una plantación.

La lucha contra el Gusano gris consiste en la aplicación de insecticidas (10% p/v (100 g/l) de Lambda cihalotrin, etc.) que en este último caso consiste en una pulverización foliar en concentraciones del 0,01-0,02%.



**Taladro del maíz (*Sesamia nonagrioides*):** (Estrada, 2013).

Esta oruga de la Sesámea se alimenta tanto de la mazorca como del tallo del maíz, cociéndose por dentro el pedúnculo que sostiene el penacho (flores masculinas), provocando su caída, y por tanto, deteniéndose la fecundación. La producción de maíz cae súbitamente. En general en las plantas adultas existe cierta resistencia al taladro, consiguiéndose sólo una reducción de la producción y de la calidad. En el caso de plantas jóvenes, si se produce un ataque severo puede dañar por completo el cultivo.

El tratamiento contra el taladro del maíz consiste en la aplicación de insecticidas (10% p/v deltametrin en dosis de 0,125 L/ha, 48% clorpirifos en pulverización normal, 15-20 cc/10 L agua).



**Mosca de los sembrados (*Phorbia platura*):** (Mari, 2013).

Este insecto díptero mide en torno a los 0,4-0,6 cm y le atraen las zonas húmedas, frescas o labradas. Las larvas de la mosca de los sembrados se desarrollan en las cavidades del suelo. Este hecho genera problemas en los granos sembrados. Éstos aparecen vacíos o con galerías excavadas por la larva. En el caso de que germine, la planta aparece deformada o con poca vigorosidad, debido a que las raíces están afectadas por la larva.

Para el control de la mosca de los sembrados en el cultivo de maíz es necesario la aplicación mediante insecticidas (10% p/v (100 g/l) de Lambda cihalotrin, etc.) con una aplicación de 0,01-0,02 % de producto.



**Gusano barrenador (*Elasmopalpus angustellus*):** (Mari, 2013).

El adulto del gusano barrenador del maíz mide entre los 21 y 25 mm de envergadura alar. Las alas del adulto son de color grisáceo en la hembra y de tonalidades claras en el macho. Las larvas pueden llegar a medir los 20 mm de largo, son de color gris oscuro con tonalidades negras en la cabeza.

Los daños que produce el gusano barrenador en el cultivo del maíz se basan en la perforación del tallo. En las hojas se pueden observar perforaciones uniformes.



**Oruga del maíz (*Heliothis armígera*):** (CESVEN, 2017).

Los daños causados por la oruga del maíz son producidos por las mordeduras de las larvas en tallos y frutos. Un ataque severo del cultivo provoca un segado completo del maíz. La oruga realiza la puesta, de forma aislada, en el envés de la hoja.

La solución ante la oruga del maíz consiste en la aplicación de insecticidas (10% p/v deltametrin al 0,075-0,125 L/ha, 48% clorpirifos en concentración de 0,15-0,2% (150-200 cc/100 L de agua).



Figura 3 - Características que distinguem as Helicoverpas das demais lagartas

### **Pulgón del maíz (*Rhopalosiphum maidis*): (CESVEN, 2017)**

El pulgón del maíz afecta el cultivo debido a la succión que realiza sobre el material vegetal, en concreto hojas y espigas. Estos ataques causan clorosis, necrosis y pérdida de vigor de la planta. A menudo, si el ataque es severo produce una reducción del número de granos de la espiga. La época en que el pulgón realiza su ataque sobre el maíz con intensidad abarca desde la primavera hasta principio de verano. Un tratamiento contra el pulgón del maíz consiste en la aplicación de insecticidas (10% p/v deltametrin, en concentraciones de 0,075-0,125 L/ha).



### **Gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith)**



Aunque se mencionó de último, este insecto constituye el objeto de estudio de nuestro trabajo.

Las plantaciones de maíz presentan diversas plagas según las condiciones geoclimáticas, los cultivos precedentes, la política de rotación empleada, variedades utilizadas, las labores de protección y las labores culturales que se practique en el agrosistema en cuestión. Por lo general las plagas de mayor importancia económica por su afectación a las plantas de maíz son: gusano de la mazorca (*Helicoverpa zea* Boddie), salta hojas (*Dalbulus maidis* De Long y

Wolcott); (*Peregrinus maidis* Ashmead) y palomilla del maíz (*Spodoptera frugiperda*, J. E. Smith) (Martínez *et al.*, 2007).

El cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*, J. E. Smith), es una de las plagas polífagas más importantes desde el punto de vista económico en Suramérica. Su importancia económica radica en el impacto que genera en diversos cultivos tanto en Colombia como en otros países (Jaramillo *et al.*, 1989, Vélez, 1997). Se destaca el daño que causa en cultivos como maíz y algodón, en todas las etapas del cultivo (Vélez, 1997, Zenner *et al.*, 2005, Santos *et al.*, 2009).

## **Distribución e importancia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), en el cultivo del maíz.**

Una de las plagas de mayor importancia económica es el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith 1797) (Lepidóptero: Noctuidae) (Yáñez, 2007). Esta plaga se encuentra ampliamente distribuida en el Nuevo Mundo, donde ataca al maíz en regiones tropicales y subtropicales (Murúa y Virla 2004), tiene hábitos migratorios y polífagos (Meagher y Nagoshi, 2010).

Según Morales *et al.*, (2010), *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith 1797), es una especie americana polifitófaga con amplia distribución geográfica, actúa como gusano cortador y cogollero, hábito éste más característico en el maíz.

Está presente en las regiones tropicales y subtropicales del Hemisferio Oeste, desde los Estados Unidos hasta Argentina. Normalmente sobrevive el invierno satisfactoriamente en los Estados Unidos solo hacia el sur de los estados de Florida y Texas, pero en inviernos cálidos puede sobrevivir a través de la costa del Golfo y sur de Arizona (Capinera, 2001; Gutiérrez Martínez, 2012).

### **Lesiones y daños.**

*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), es una plaga muy importante de las gramíneas, así como de otros cultivos debido a su polifaguismo. En el maíz se encuentra, generalmente, bajo la forma de “Cogollero” y en cualquier época del año (Díaz *et al.*, 1999). Atacan a las plantas de maíz actuando como defoliadoras y cogolleras según el momento de su desarrollo, y producen daños directos cuando se alimentan de los granos de las espigas (Willink *et al.*, 1993), citado por Sosa (2003).

Cuando se alimentan en el punto de crecimiento (cogollo), producen un tipo de daño característico que consiste en una fila de perforaciones, lo que se conoce como daño en ventana. Las larvas más grandes causan una intensa defoliación y a menudo dejan solamente las nervaduras y los tallos. Además, comienzan a alimentarse del cogollo destruyendo el potencial de crecimiento de la planta,

quiebran las hojas y las plantas pierden su parte distal (Capinera, 2005), reduciéndose así su capacidad fotosintética.

Esta investigación se acoge a partir que el cogollero hace raspaduras sobre las partes tiernas de las hojas, que posteriormente aparecen como pequeñas áreas translúcidas; una vez que la larva alcanza cierto desarrollo, empieza a comer follaje perfectamente en el cogollo que al desplegarse, las hojas muestran una hilera regular de perforaciones a través de la lámina o bien áreas alargadas comidas. En esta fase es característico observar los excrementos de la larva en forma de aserrín (Ortiz, 2010).

Una vez emergida la panoja, la larva ya no puede alimentarse del cogollo, recurre entonces a las espigas en desarrollo o a las hojas. El daño provocado en los estigmas reduce la polinización y produce una disminución de granos por espiga. Las larvas también se alimentan de los granos, causando pérdidas directas en la mazorca (Willink *et al.*, 1993 a y b; Bentancourt y Scatoni, 1996).

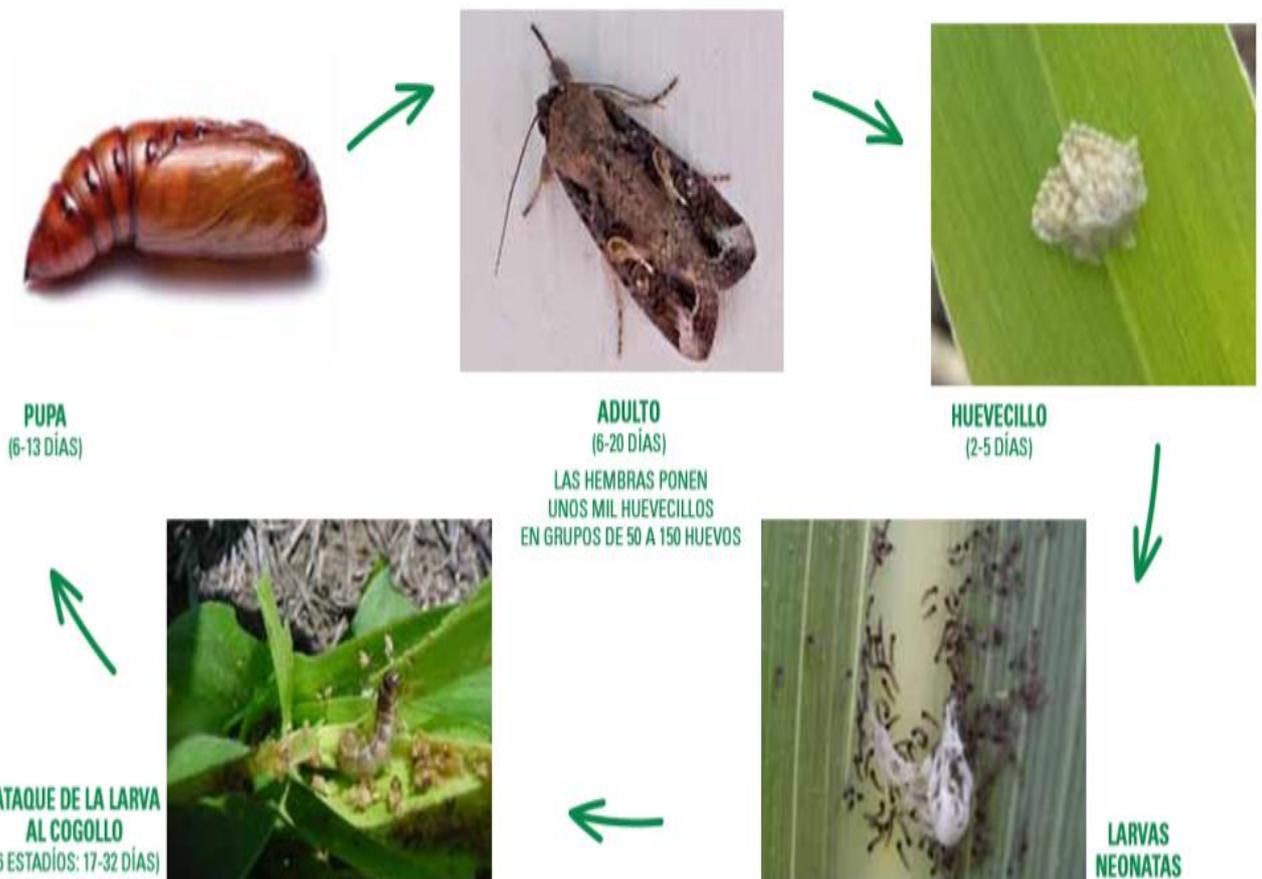
El cultivo de maíz, según Páez (2014), es afectado en todos sus estados fenológicos, sin embargo, existe una marcada preferencia de las larvas por las plantas más jóvenes, aspecto que coincide con lo informado por Murúa *et al.*, (2006), datos que coinciden con lo encontrado en el presente trabajo. Willink *et al.*, (1993a y b), citados por Páez (2014), determinaron que para un mismo lugar y para una misma fecha de evaluación, cultivos con plantas de 14 hojas presentaban un 2% de sus plantas atacadas, mientras que las plantas de ocho o menos hojas tenían un 96% de ataque.

Como ocurre en muchos insectos herbívoros, la predisposición hacia ciertos cultivos es el resultado de factores fisiológicos asociados al desarrollo larval, al comportamiento de los adultos (preferencia de ovoposición), o a la combinación de ambos (Groot *et al.*, 2010), pero también a la existencia mínima o ausencia de sustancias naturales repelentes.

## 2.6. Biología del insecto.

Si bien la *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), es una especie polífaga, afecta principalmente los cultivos de Maíz y Sorgo. Durante los primeros días de desarrollo de la planta, la larva puede actuar cortando la planta cerca del suelo (como cortadora), o defoliándola parcial o totalmente, lo que puede causar la muerte de la planta. Durante el período de desarrollo vegetativo (6 hojas en adelante) el daño generalmente se circunscribe al cogollo (actuando como cogollera). En la última etapa del cultivo puede afectar la panoja, estigmas y granos. Los maíces sembrados en zonas cálidas son los más afectados por esta plaga, así como los tardíos en zonas templadas (Molina *et al.*, 2011).

En cada generación, el ciclo de la plaga está dividido en cuatro estados. La duración de los mismos varía: (i) Como pupa (apenas enterradas en el suelo o sobre los rastrojos), dura entre 6-13 días; (ii) como adulto, 6 a 20 días; (iii) como huevo, entre 2-5 días y, (iv) como larva, entre 17 a 32 días (en esta etapa pasa por 6 a 9 estadios). (Molina *et al.*, 2011).



### 2.6.1. Ubicación taxonómica según Clavijo y Pérez (2005) coincidiendo con Ecured (2014).

REINO: *Animalia*.

DIVISIÓN: *Endopterygota*.

CLASE: *Insecta*.

ORDEN: *Lepidóptera*.

FAMILIA: *Noctuidae*.

GENERO: *Spodoptera*.

ESPECIE: *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (= *Lapphygma frugiperda*).

Nombres comunes: Gusano cogollero, pelón, palomilla de maíz, oruga militar, etc.

### **2.6.2. Morfología de vida de *Spodoptera frugiperda*, J. E. Smith.**

**Huevo:** son de color perla, puestos en grupos y protegidos con escamas y secreciones bucales de la polilla. Miden aproximadamente 0,4 mm de diámetro y 0,3 mm de altura. Una hembra puede poner de 100 a 200 huevos por ovoposición y hasta 1500 en su vida fértil (Capinera, 1999). Su forma es esférica y achatada en uno de los polos (Arnaud, 1978; Angulo et al., 2006). Los huevos eclosionan de tres a cinco días cuando las temperaturas son bastante altas (Monnerat, 2013).

**Larva:** La larva en sus primeros estadios es de color verde claro, con manchas y líneas dorsales. Posteriormente varía a verde castaño y a verde olivo, con una marca amarilla pálida en la cabeza en forma de “Y” invertida (aunque esta característica puede ser observada en otras especies de Lepidoptera). Presenta las pináculos dorsales negras y prominentes, las cuatro últimas de color marrón oscuro o negro, dispuestos de forma cuadrangular sobre el último segmento abdominal; primer segmento abdominal a veces con una mancha lateral (Sánchez *et al.*, 2004).

Presenta tres líneas longitudinales blanquecinas; debajo de estas, tres franjas: la primera de color marrón nítida, seguida de otra casi amarillenta y la tercera de color rojiza. Presenta 6 a 7 estadios, dependiendo de las condiciones de temperatura y tipo de alimento (Sánchez *et al.*, 2004).

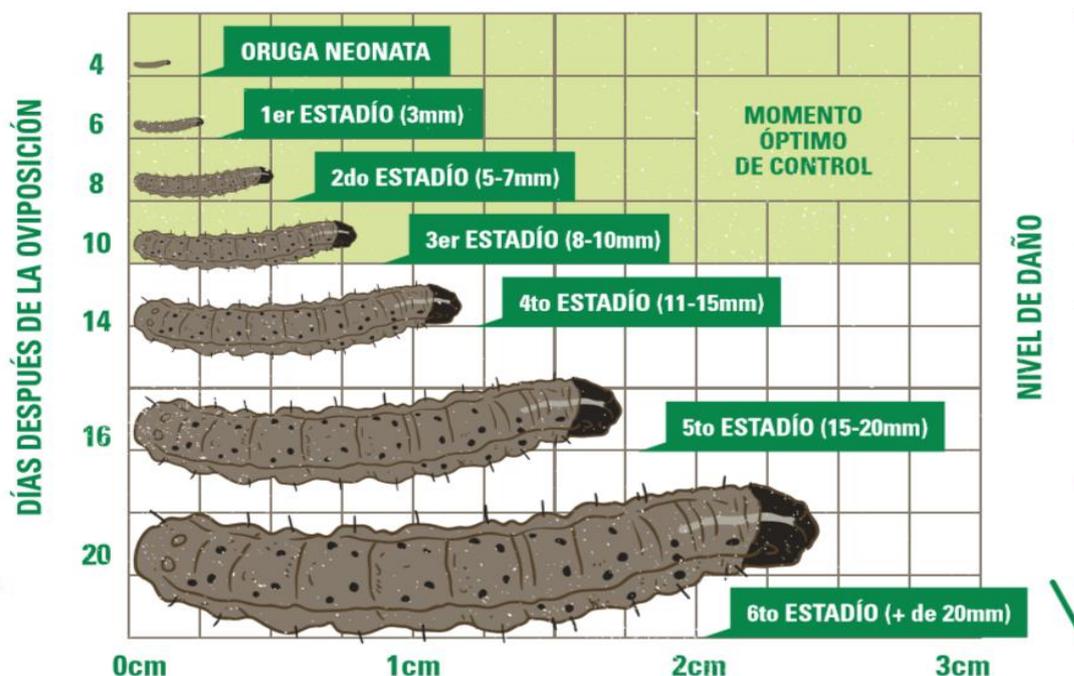
El aparato bucal es masticador en el estado larval (Mendoza, 1997). Las larvas son activas durante la noche y el día. Cuando están por nacer las larvas, los huevos toman una coloración grisácea. Las larvas dentro de la clasificación morfológica son “eruciformes” (Mendoza, 1997).

Tienen hábitos caníbales, por lo que a partir del tercer periodo sólo se observa una larva por cogollo; pasan por seis estadios de desarrollo en un rango de 14 a 21 días, de acuerdo a la temperatura (Lazama *et al.*, 2010).

Los insecticidas y dosis (g i.a./ha) recomendados para el control de este insecto con tratamientos foliares son: Clorpirifos 240, Deltametrina 5, Lambdacialotrina 7,5, Permetrina 25 y Triclorfon 500. Se recomienda realizar la aplicación en las horas de mayor humedad usando picos tipo «leque» (8002 al 8004 y 6502 al 6504). A pesar de todas estas precauciones generalmente no se obtienen buenos porcentajes de control (Gassen, 1993).

### ESTADÍOS LARVALES Y MOMENTO ÓPTIMO DE CONTROL.

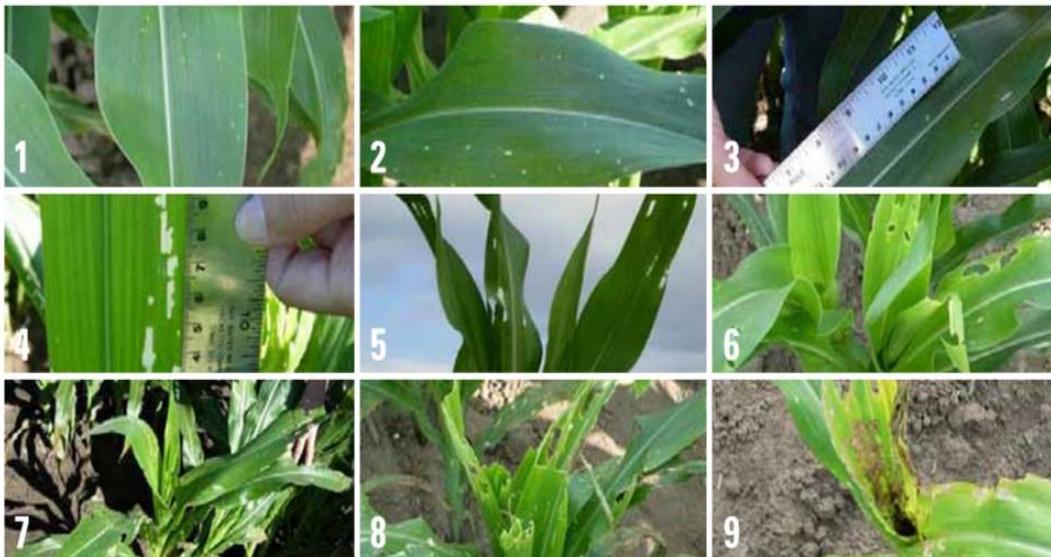
El potencial de daño será distinto según el estadio del insecto y el eventual control químico requerirá de diferentes principios activos, dosis y/o modalidad de aplicación. El momento óptimo de control es antes de que la larva se desarrolle más de 1,5 cm (L3) ya que a partir de ese tamaño se alojan en el cogollo dificultando su control al no ser alcanzadas por el producto aplicado. Si las larvas ya están alojadas en el cogollo, se requerirán volúmenes de mojado más altos para intentar llegar al objetivo. (Figuroa, 2014)



### Método de evaluación del daño (Figuroa, 2014).

Durante el ciclo vegetativo del cultivo, nos podemos valer de la escala de Davis para identificar el nivel de daño alcanzado y relacionarlo con el tamaño de la larva presente en ese momento. Por ejemplo, valores de escala de 5 son

causados por larvas L4-L5, ya alojadas en el cogollo. Valores de escala 1, 2 y 3 son causados por larvas menores a 1,5 cm de largo (estadios larvales de L1-L3), generalmente más móviles y más fáciles de controlar.



0-1: Sin daño, o con lesiones como las que hace un alfiler. Estas lesiones son causadas por larvas del primer estadio (L1). Es frecuente encontrar que durante esta etapa haya mayor cantidad de huevos que larvas eclosionadas.

2-4. Momento óptimo de control: Lesiones tipo "ventanita" o lesiones circulares pequeñas (de 1 a 1,5 mm de diámetro aproximadamente) y/o pocas lesiones alargadas pequeñas (1 a 3 cm) sin membrana epidérmica consumida (raspado sin agujero). Estas lesiones son causadas por larvas de segundo y tercer estadio (L2-L3).

5-6: Agujeros de diferentes tamaños, daño en el cogollo visible con signos de poca cantidad de heces de consistencia blanda (todavía no es tapón tipo aserrín). Se pierde eficacia en el control por encontrarse las larvas dentro del cogollo. Sin embargo, un porcentaje de las mismas presentan cierta movilidad nocturna pudiendo ser alcanzadas por el insecticida aplicado. Larvas de estadios L4 y L5.

7-8-9: Destrucción evidente del cogollo en diferentes grados, con tapón de heces tipo aserrín. Larvas L6 con tapón de aserrín que impiden por completo el control químico.

**Pupa:** Mide 15 mm de largo y 5 mm de ancho. La superficie es desnuda, de color castaño oscuro. Presenta el cremáster formado por dos espinas articuladas en su base (Angulo et al., 2006; Sánchez & Sánchez, 2008). La etapa de pupa ocurre en el suelo y alrededor de 9 a 13 días, después emerge el adulto diez días más tarde (Lazama et al, 2010). En general, las pupas mueren en un altísimo porcentaje al estar expuestas durante períodos cortos, por ejemplo de 15 días a temperaturas por debajo de 8°C (Murúa, 2014).

**Adultos:** Los adultos son alados y membranosos, cubiertas con escamas y se disponen oblicuas sobre el dorso cuando están en reposo. El abdomen sobresale y tiene una forma cónica, más allá del ángulo anal de las alas traseras. El aparato bucal es chupador en los adultos. Las antenas son filiformes. Dos ocelos siempre están presentes. Los adultos se alimentan del néctar de las flores por lo general no ocasionan daño directos (Mendoza, 1997).

El cuerpo del adulto mide alrededor de 1.8 cm de longitud y 3.8 cm de extensión alar; las alas son de color café oscuro y gris (Lazama *et al.*, 2010).

Presenta dimorfismo sexual, las características distintivas del macho son: expansión alar de 32 a 35 mm; longitud corporal de 20 a 30 mm; siendo las alas anteriores pardo-grisáceas con algunas pequeñas manchas violáceas con diferente tonalidad, en la región apical de estas se encuentra una ancha blanquecina notoria, orbicular tiene pequeñas manchas diagonales, una bifurcación poco visible que se extiende a través de la vena costal bajo la mancha reniforme; la línea subterminal parte del margen la cual tiene contrastes gris pardo y gris azulado. Las alas posteriores no presentan tintes ni venación coloreada, siendo más bien blanquecina, las hembras tienen una expansión alar que va de los 25 a 40 mm, faltándole la marca diagonal prominente en las anteriores que son poca agudas, grisáceas, no presentan contrastes; la mancha orbicular es poco visible; la línea postmedial doble y fácilmente vista (Ortiz, 2010).

La palomilla ovoposita por la noche comúnmente en el envés de las hojas, en la parte baja de las mismas (de la mitad hacia al ápice), en grupos de 100 a

200 huevecillos, los cuales cubre con escamas de su cuerpo para su protección. (Lazama *et al.*, 2010).

Las hembras adultas depositan los huevos corrientemente durante las primeras horas de la noche (Pérez *et al.*, 1994). El período de vida de los adultos es de 10 a 12 días (Monnerat, 2013).

## **2.7. Control biológico.**

Según Gómez (1981), el control biológico de los insectos nocivos consiste en el uso de enemigos naturales para reducir las poblaciones de las plagas. Dichos enemigos naturales o agentes biológicos incluyen patógenos, parásitos y predadores de forma general, se presenta como una ciencia muy importante que exige gran cantidad de conocimientos. Dicha ciencia cuando es efectiva, ofrece una solución permanente, por lo general más satisfactoria que los productos químicos, trampas u otras medidas temporales. El control biológico constituye el método más económicamente viable, ecológicamente recomendable y autosostenido de plagas insectiles. Este control consiste en el uso de enemigos naturales o agentes de control biológico, incluyen patógenos, parasitoides y predadores (Altieri, 2000).

Respecto a la cría masiva y liberación, también conocida como aumento de enemigos naturales se puede afirmar que ha sido una estrategia de control biológico bien representada en algunos países Latinoamericanos principalmente en, Chile, Argentina, Brasil, Colombia, México y Cuba (Trujillo, 1992).

Hay más de 74 especies en 15 familias reconocidas como parasitoides para *S. frugiperda*. Estos organismos no son exclusivos, en general, de una especie hospedera. Entre ellos, hay un amplio número de micro-himenópteros y dípteros, que son los más importantes por su efectividad en la regulación de la plaga, ya que terminan matándola. Entre los más difundidos se encuentran: (i) *Campoletis grioti* (ataca a *Spodoptera* desde L1-L2 y permanece hasta L4), en áreas cultivadas sin manejo insecticida se han cuantificado ataques de este parasitoide de hasta 40-50% de larvas, en las primeras fases de infestación del cultivo (Virla, 2014).

En la actualidad se conocen diferentes especies de microorganismos entomopatógenos con potencialidad para ser usados en un programa integrado de lucha contra *S. frugiperda*, J. E. Smith entre los que se incluyen la bacteria *B. thuringiensis*, 10 especies de hongos, 3 tipos de virus, 2 géneros de 25 protozoarios y 3 nemátodos (Lexama, 1993). La mayoría de estos entomopatógenos tienen una mayor eficacia cuando se aplican sobre los primeros estadios larvales.

En los últimos años, varias especies de bacterias patógenas han sido aisladas, se han desarrollado como plaguicidas y utilizadas con éxito en el control biológico de insectos en todo el mundo (Demir *et al.*, 2012). En estos casos el uso de los plaguicidas botánicos cuyo ingrediente activo con efecto insecticida para diversas plagas agrícolas, están siendo utilizados para el control de *Spodoptera frugiperda*, (J. E. Smith) en el que se ha mostrado en forma adecuada que el control biológico de plagas, favorece la práctica de una agricultura sustentable, con menor dependencia de insecticidas químicos.

En las condiciones de Cuba los entomopatógenos más exitosos para el combate de *Spodoptera frugiperda*, (J. E. Smith) son *B. thuringiensis*, Virus de la Poliedrosis Nuclear, *N. rileyi*, y *Paecylomyces fumoso-roseus* (Wise).

### **2.7.1. Virus de la Poliedrosis Nuclear (VPN Sf).**

En un experimento de campo en Alquizar (Cuba), con dosis de 4 y 8x10<sup>11</sup> cuerpos de inclusión poliédrica por ha del VPN Sf y un testigo, se demostró que los tratamientos efectuados con las dos dosis no mostraron diferencias significativas entre ellas y si con respecto al testigo sin aplicación. La efectividad alcanzada fue de 75 y 55 % para la dosis de antes señaladas, respectivamente. En otro experimento en S. Spíritus, se pudo constatar que la dosis de 5x10<sup>11</sup>C.I.P.ha<sup>-1</sup> combatió eficientemente la plaga, con incrementos sustanciales del rendimiento.

### **2.8. Biología del insecto.**

El ciclo de vida de *Spodoptera frugiperda*, (J. E. Smith) es de 26 a 39 días, la duración puede acortarse a temperatura por encima de 25°C o alargarse por debajo de los 20 °C. En campo es controlada por las lluvias, patógenos

(bacterias, hongos y virus) parasitoides (avispas y predadores) (avispas tortolitas) cuando el control natural falta surgen grandes poblaciones de plagas capaces de desbarrar los cultivos. El gusano soldado de otoño (*S. frugiperda*) ataca los cogollos o zonas de crecimientos apical del maíz plaga de follaje de un gran número de cultivos y malezas principalmente gramíneas.

## **2.9. Parasitismo**

Según Gómez (1981), el uso del parasitismo es muy importante en el control biológico, los parásitos en especial los de huevos o estados inmaduros de los insectos plagas constituyen un arma eficaz en el control biológico, así como también son agentes bióticos muy importantes en el mantenimiento, balance o equilibrio de las poblaciones.

Dentro de los insectos con reconocida actividad parasítica del parasitoide *Telenomus* sp. Ocupan un lugar preponderante, sin embargo el nivel de conocimiento sobre estos especímenes no es suficiente en todas las regiones donde existen, es por ello importante que para lograr una mayor explotación en los ecosistemas y un adecuado manejo de sus potencialidades se profundice en el conocimiento de su biología y hábitos. Además de la utilidad en forma específica de cultivos como son la agricultura urbana y la horticultura (Milán *et al.*, 2003).

El *Telenomus* especie, es del orden: Hymenoptera, Familia: Scelionidae, es exclusivamente parasitoide de los huevos de otros insectos principalmente Lepidópteros y Hemíptero, aunque también parásita huevos de dípteros y neuróptero. El parasitoide *Telenomus* se ha dividido en varios grupos de especies que en general reflejan las asociaciones especie-grupo- hospedero.

### **2.9.1. Ubicación taxonómica del parasitoide *Telenomus* sp.**

El género *Telenomus* tiene según Alayo, (1973), la siguiente posición sistemática

- Orden: Hymenoptera
- Sub-orden: Aporita

- Familia: Sceleionide
- Género: Telenomus sp.

### **2.10. Ecología.**

En las condiciones climáticas de Cuba *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) está presente en cualquier época de siembra causando pérdidas considerables que rebasan el 25%. El aumento de la temperatura media resulta favorable también para el desarrollo de la plaga (Peña-Martínez, 2015).

El ciclo biológico de esta especie demora en verano alrededor de 60 días y en invierno 90 lo que propicia de acuerdo a las temperaturas varias generaciones en un año (Capinera, 2005). De esta manera la *S. frugiperda* ofrece diferentes respuestas que pueden favorecer o no su manejo. Así, Groot *et al.*, (2010), consideran que el principal factor que causa la divergencia entre poblaciones naturales es el aislamiento reproductivo, que incluye la acumulación gradual de incompatibilidades genéticas por deriva, divergencia adaptativa en respuesta a variaciones ambientales y cambios genéticos asociados a eventos fundadores.

Este comportamiento frente al incremento de las temperaturas medias resulta una consecuencia fisiológica (Méndez, 2015) al producirse un aumento en la velocidad de formación de los procesos embrionarios y de histólisis e histogénesis en la pupa lo que sin dudas acorta el tiempo de duración del ciclo metamorfoso y por consiguiente se incrementa el número de individuos que a su vez producen el aumento poblacional de la especie en un agroecosistema determinado.

En un estudio realizado, el análisis de componentes principales puso de manifiesto que la variable temperatura fue la que tuvo mayor participación en el movimiento poblacional de las especies *S. frugiperda* y *H. zea* durante el período productivo 2012 en el área experimental en la comunicad rural de Mahomito, con una relación positiva y directamente proporcional. Dentro de las temperaturas consideradas (máxima, mínima y media), la media obtuvo la mayor contribución con un índice de 0,85, lo que se corresponde con el mayor tiempo de permanencia y por tanto de influencia ya que las temperaturas mínimas y máximas ejercen un nivel de influjo limitado debido al poco tiempo

de permanencia (Estación Meteorológica de Intercambio regional 358, Puerto Padre, Las Tunas, Cuba, EMIR, 2012). Un resultado similar se obtuvo en tabaco y frijol al valorar el comportamiento poblacional de *S. frugiperda* (Rivas, 2012 y Chirel, 2014).

Según Pérez (2004), el aumento de la temperatura media resulta favorable también para el desarrollo de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), por otro lado la humedad relativa alta con temperaturas altas, no favorecen su desarrollo, sin embargo, este último aspecto puede suceder pero lo normal es que se comporten inversamente proporcional (Méndez, 2015).

Como aspecto destacado, resulta poco atraída por la luz, en comparación al resto de las polillas de interés agrícola. Los adultos son migratorios (de norte a sur), y ello explica su mayor presencia en Zona Núcleo para siembras tardías (Leiva, 2014).

Este comportamiento frente al incremento de las temperaturas medias resulta una consecuencia fisiológica (Méndez, 2015) al producirse un aumento en la velocidad de formación de los procesos embrionarios y de histólisis e histogénesis en la pupa lo que sin dudas acorta el tiempo de duración del ciclo metamorfofórico y por consiguiente se incrementa el número de individuos que a su vez producen el aumento poblacional de la especie en un agroecosistema determinado.

Además, estudios relacionados con la temperatura (Delgado *et al.*, 2013), muestran que el número de instares larvales tienden a incrementarse con la disminución de la temperatura. La mortalidad en diferentes fases se incrementó hacia las temperaturas extremas, resultando 25.0 °C la temperatura más apropiada para el desarrollo. La velocidad de desarrollo de las fases, también sufrió un incremento en proporción directa con la temperatura, afectando así la duración del ciclo total. La duración de la fase de pupa se vio afectada por el sexo. Según los autores citados anteriormente, la temperatura no influyó en el peso de las pupas ni en la envergadura alar de los adultos, así como el sexo no resultó ser un indicativo preciso del peso de las pupas ni del tamaño de los adultos.

Esta especie posee un alto potencial reproductivo para el rango de la temperatura comprendido entre 25.0 °C y 30.5 °C, encontrándose para este mismo rango una alta capacidad de multiplicación poblacional, a juzgar por los valores de los parámetros poblacionales encontrados.

Las primeras incidencias de *S. frugiperda* se produjeron cuando las plántulas se encontraban en la fase de formación de las primeras hojas, dato que coincide con lo informado por Moreno (2011; Silva, 2014 y Páez, 2014), en estudios cuantitativos sobre la selectividad de la plaga por la planta de maíz, donde se ha demostrado que el daño se produce en etapa de crecimiento a las 5, 8 y 13 hojas, con pérdidas de 26, 26 y 20% respectivamente; cuando el ataque se produce en etapas más tempranas el daño puede ser mayor ya que las plantas no pueden recuperarse. El movimiento poblacional de la plaga se incrementó en la medida que subieron las temperaturas.

### **2.11. Hospederos.**

Esta especie tiene un amplio rango de hospedantes, con más de 186 plantas registradas en 42 familias vegetales, y muestra preferencia por las gramíneas. Los principales hospederos pertenecen a las familias Poaceae, Fabaceae, Solanaceae, Asteraceae, Rosaceae, Amaranthaceae, Brassicaceae y Cyperaceae (Capinera, 2001).

Estudios realizados para la Argentina también revelaron la preferencia de la especie por este cultivo (Willink et al., 1993 a y b) y recientemente, y Murúa et al., (2009), en Argentina comprobaron que el cultivo preferencial es el maíz por la gran cantidad de larvas encontradas y la frecuencia de aparición en las áreas de este cultivo en diferentes ecosistemas.

### **3. MATERIALES Y METODOS.**

El experimento se desarrolló en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Ciego de Ávila durante los años 2018-2019.

#### **3.1. Determinación de la duración del ciclo de vida y parámetros de control de calidad del método de cría acorde a la temperatura y alimentación.**

**Las Metodologías utilizadas durante la investigación fueron:**

-Metodología para cría continua de *Spodoptera frugiperda*, J. E. Smith en dieta artificial de Armas y Ayala (1990).

-Manual para la cría y liberación de *Chelonus insularis* (CRESS) (*Hymenoptera, Braconidae*) y *Euplectrus piathypanea* (How) (*Hymenoptera, Eulophidae*) parasito ovo-larval y larval de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Gómez Sousa *et al.*, 1990).

-Nueva opción de control biológico de la Palomilla del Maíz en la Provincia de Ciego de Ávila de Iparraguirre (1998).

-Método para la cría de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) y sus parasitoides: *Telenomus sp* de (Conseco Román, 2001).

-Metodología para la cría masiva de *Spodoptera frugiperda*, J. E. Smith sobre dieta natural según (Fumero *et al.*, 2004).

El pie de cría de *Spodoptera frugiperda*, J. E. Smith se comenzó a partir de la recolección de larvas en campos de maíz, el cual se purificó en condiciones de laboratorio (Gómez Sousa *et al.*, 1990).

La cría se desarrolló en dos condiciones de temperatura: La temperatura ambiente fue de 29,6°C y temperatura regulada de 24,5°C. Los datos de temperaturas se midieron diariamente con un Termómetro de grado centígrado en cada local de la investigación.

Se mostraron 3 variantes de alimentación maíz (*Zea mays*, L.), verdolaga (*Portuga oleracea*, Linnaeus) y Don Carlos (*Sorghum halepense*, L.) replicadas 3 veces (9 larvas totales) tanto en condición ambiental como regulada y se evaluó la primera generación del insecto.

El maíz se obtuvo mediante la siembra sobre bandejas utilizando como sustrato arena estéril, la cual es esterilizada durante 1 hora en estufa con el objetivo de eliminar cualquier microorganismo, y se pasó por un tamiz de orificio grueso para eliminar impurezas. La verdolaga y el Don Carlos fueron obtenidas de forma silvestre en áreas sembradas de la UCT "Juan Tomas Roig", del Centro de Bioplasmas de la Universidad de Ciego de Ávila, en el campo de maíz "La Palomita".

Las larvas fueron seleccionadas de puestas que se encontraban en los tubos de ensayo, separadas para cada variante de alimentación y temperatura. Estas puestas fueron colectadas de adultos, colocadas en recipientes de ovoposición y al ocurrir la eclosión de los huevos. A partir de ese momento, diariamente se suministró Maíz, Verdolaga y Don Carlos. Al tercer día de nacidas se separaron con un pincel las larvas para tubos de ensayos enumerados, a razón de una larva por tubo (Armas y Ayala, 1990; Iparraguirre, 1998).

Se midieron el largo y ancho de las larvas a los 15 días antes de pasar a la fase de prepupa, en las diferentes variantes de alimentación y temperaturas; y se colocó en el fondo de cada tubo de ensayo una capa de aserrín estéril de 3 cm aproximadamente. Se observó diariamente el cambio de fase y cuando ocurrió de fase larval a prepupa se suspendió la alimentación. Cuando se formaron las pupas se midieron el largo y ancho utilizando una regla a escala de 0-30 cm; el peso de las larvas y pupas se determinó en una balanza

analítica (Armas y Ayala, 1990; Iparraguirre, 1998; Fumero *et al.*, 2004; Gómez Sousa *et al.*, 1990).

### **3. 2. Determinación de la variante optima de iluminación de la *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith en las condiciones de laboratorio.**

Se obtuvieron dos variantes de iluminación para determinar su influencia en el número de puestas de adultos de *Spodoptera frugiperda*, J. E. Smith (Conseco Román, 2001).

Luz froescente y oscuridad parcial; con luz indirecta de día con régimen diario de 12h de luz y 12h de oscuridad.

Los adultos emergidos se clasificaron por el sexo basándose en las características típicas del dimorfismo sexual; fueron colocadas por parejas en recipientes de ovoposición utilizándose 3 parejas por variante de luz. Se alimentaron con miel de abeja colocada en un recipiente protegido con una gasa y se colocó placas Petri con un algodón embebido en agua. Se colgaron tiras de gasa en las paredes para facilitar la ovoposición y se tapó la parte superior del recipiente también con gasa sujetándolas con ligas al recipiente (Gómez Sousa *et al.*, 1990).

El alimento consistió en solución azucarada o de miel de abeja a una concentración aproximadamente del 20%, se suministró empleando frascos pequeños, como los que se usan para inyecciones, en cuyo inferior, a modo de mecha, se coloca un trocito de algodón o cualquier material parecido, estos pomitos con alimento se sitúan en número de uno o dos de acuerdo al tamaño del grupo, dentro de los frascos de cría, siendo importante la renovación diaria de alimento para evitar que se fermente (Gómez Sousa *et al.*, 1990).

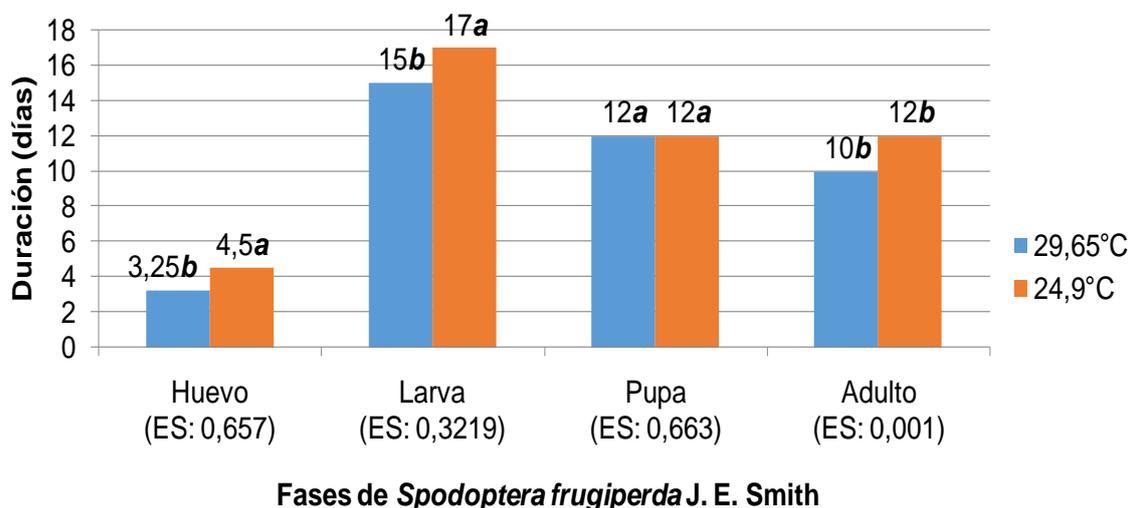
Las puestas fueron colectadas de la gasa y contadas diariamente (Gómez Sousa *et al.*, 1990).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1. Influencia de la temperatura y alimentación en las fases de vida y parámetros de control de calidad de la *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith).

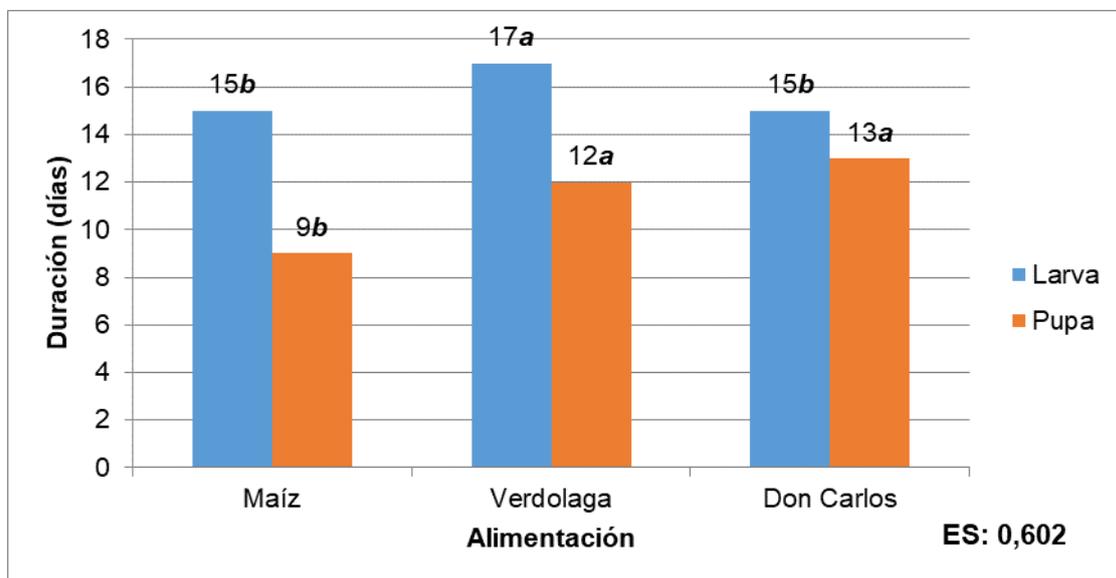
En la figura 1 se muestra los valores representativos de desarrollo de las diferentes fases de *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith en diferentes temperaturas empleadas en el Laboratorio. (Medias con letras diferentes difieren significativamente ( $\alpha= 0,05$ )).

El desarrollo de las fases de *Spodoptera frugiperda*, J. E. Smith, con excepción de la fase de pupa que el tiempo fue igual para ambas temperaturas; desde la fase de huevo hasta adulto, difirieron significativamente para la temperatura ambiente de 29,6°C acortándose el periodo de duración total del ciclo sumado en 40 días, mientras que en la temperatura regulada de 24,9 °C se alargó en 46 días. Estos resultados confirman lo referido por Molina *et al.*, (2011), al decir que dependiendo de las temperaturas el ciclo completo de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) puede durar entre 30 y 70 días, siendo más corto en condiciones de mayor temperatura y viceversa.



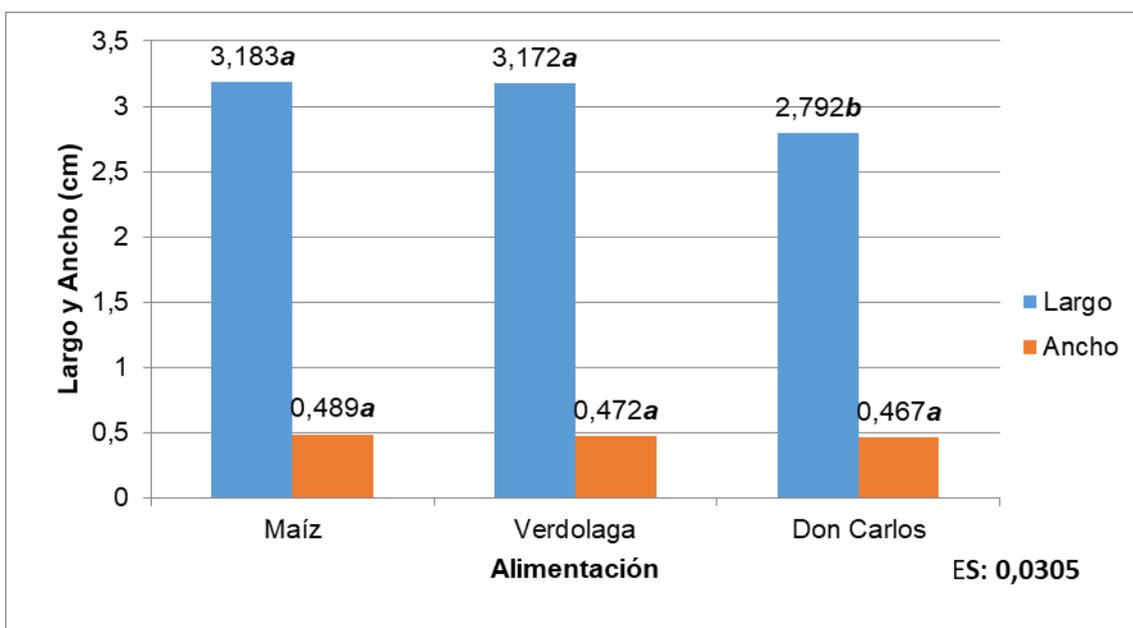
**Figura 1:** influencia de la temperatura en la duración de las fases de *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith.

En la figura 2 se muestra que la mayor duración de la fase de larva respecto al alimento se obtuvo en verdolaga alargando el ciclo a 17 días, con diferencia significativa con respecto al Maíz y Don Carlos que duraron 15 días. Según Cunha *et al.*, (2008), las diferencias en la fase larval de *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, están atribuidas a la calidad nutricional ya que la duración del ciclo biológico puede ser alterado acorde a la calidad y cantidad del alimento consumido durante la fase larval. Además se muestra la mayor duración de la fase de pupa en Don Carlos, con diferencia significativa, con respecto al Maíz. Estos resultados coinciden con los informado por (Lazama *et al.*, 2010) donde la fase de pupa varía de 6 a 13 días.



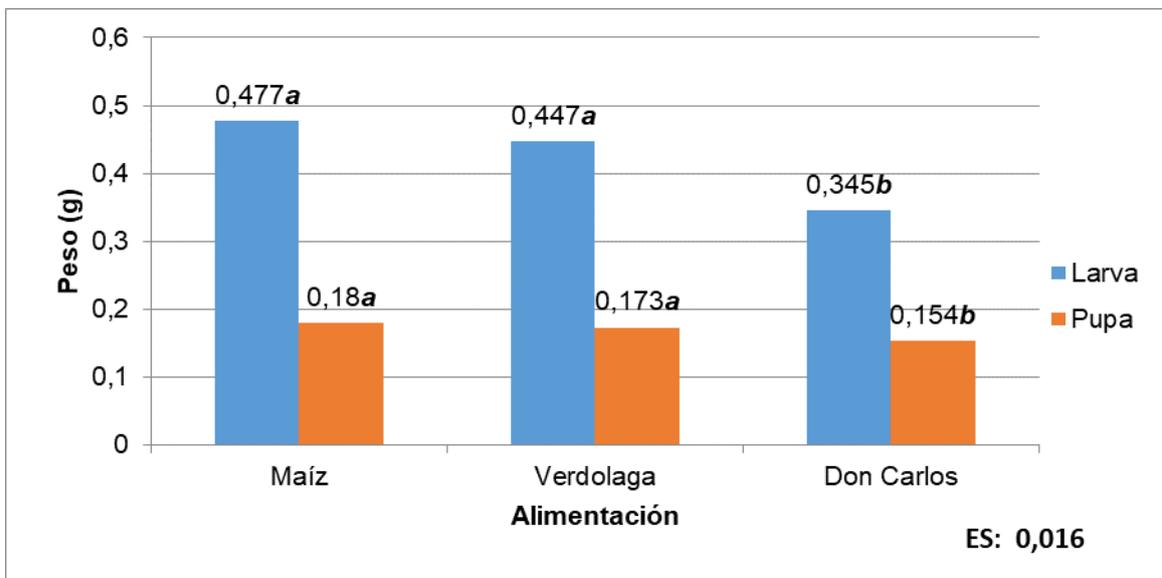
**Figura 2:** influencia de la alimentación en la duración de la larva y pupa.

En la figura 3 se observa el largo de las larvas, en la verdolaga alcanzando 3mm, sin diferencia significativa con respecto al testigo (maíz), lo que indica una buena influencia del alimento en este parámetro morfométrico. Estos resultados son similares a los informados por (Sánchez *et al.*, 2004), quien obtuvo larvas en su mayor desarrollo de 35 a 40 mm de largo. Otros autores (Ayala *et al.*, 1995), en cría de laboratorio, informaron longitudes larvales medias de 23,5 mm lo que pudo estar influido por el estrés debido a la manipulación. Al utilizar maíz como alimento durante todo el estado larval se encontraron resultados similares por Pérez (2002) y Fumero *et al.* (2004), quienes relatan larvas de los últimos estadios con 27,5 mm. También se observa que no hubo diferencia significativa en el ancho de las larvas en las tres variantes de alimentación.



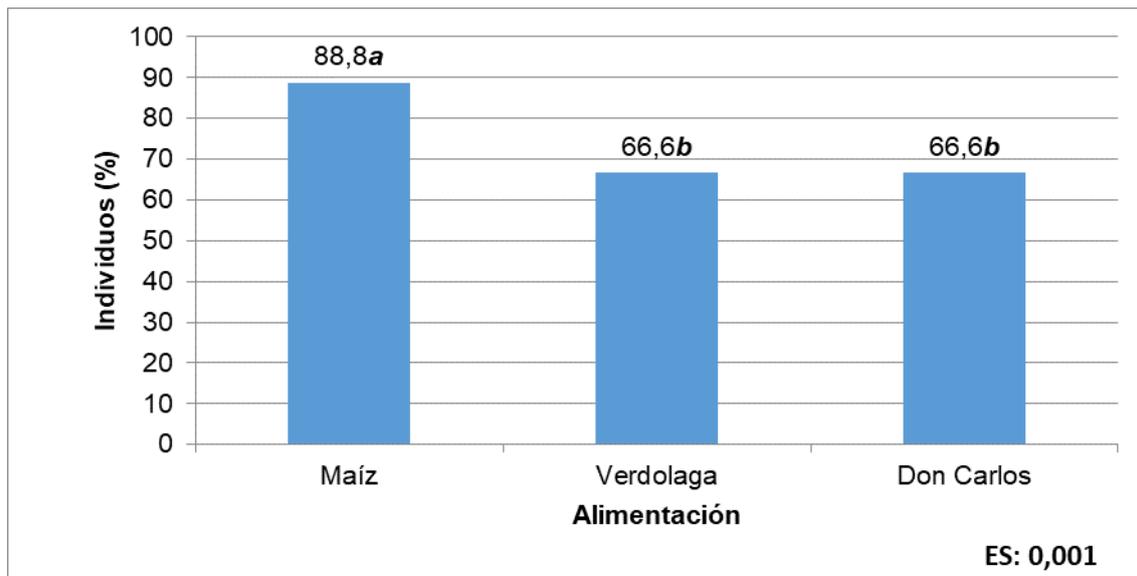
**Figura 3:** influencia de la alimentación en el largo y ancho de larva.

La figura 4 muestra que el peso de la larva y pupa con respecto al alimento, donde en la larva los mayores resultados fueron en el Maíz y Verdolaga sin diferencias significativas entre ambas; en caso de la pupa también se refleja el mismo comportamiento. Estos resultados coinciden con los encontrados por Méndez (2009), en el estudio sobre la influencia alimentaria en la fecundidad de *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, y los nuestros (0,0477g) superaron los encontrados por Craig *et al.*, (2000), en insectos alimentados con diferentes linajes de maíz alcanzando el promedio de 0,1377g en el peso de la pupa.



**Figura 4:** influencia de la alimentación en el peso de larva y pupa.

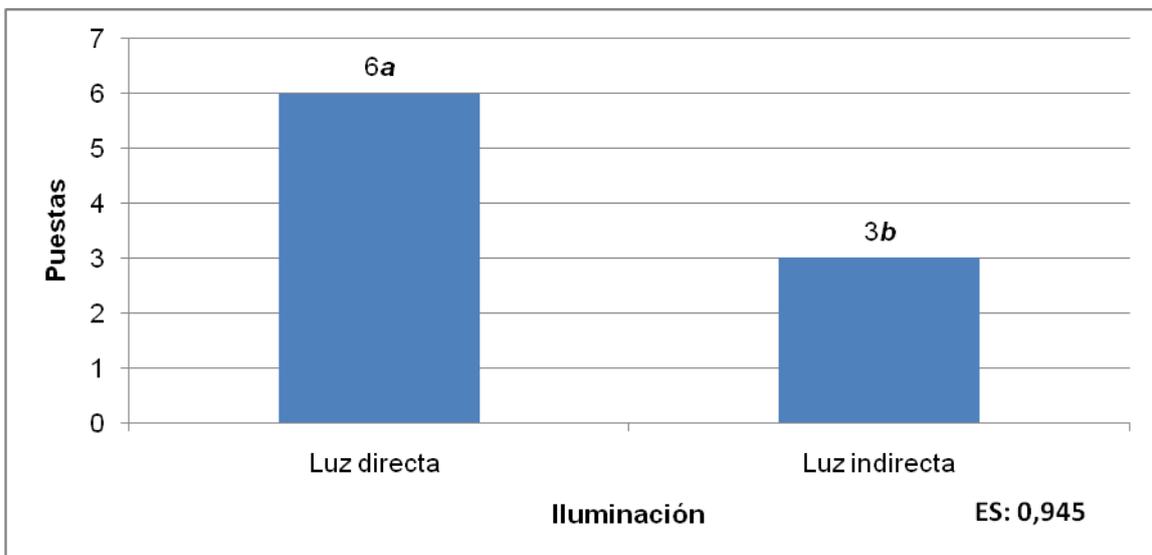
La figura 5 muestra el porcentaje de adultos emergidos por la Influencia de la alimentación, donde el maíz alcanzó mayor valor con diferencia significativa del resto de las variantes. Resultados superiores a los nuestros fueron encontrados por Fumero (2004) quien obtuvo un 92 % de emergencia con maíz y 96 % con verdolaga y un 98 % de adultos normales. Ayala *et al.*, (1995), sobre dieta artificial obtuvo similares resultados.



**Figura 5:** Adultos emergidos bajo influencia de la alimentación.

#### 4.2. Influencia de la iluminación en el parámetro de calidad de la *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith).

La figura 6 refleja la influencia de la luz sobre la ovoposición *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), con mejores resultados en la luz directa, difiriendo significativamente con la luz indirecta. Estos resultados corroboran con lo informado por Wille (1952), cuando determino que por la aproximación de la luz, las polillas aumentaban el número de puestas de huevo con el pasar del tiempo.



**Figura 6:** Influencia de la iluminación sobre la ovoposición de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) durante el ciclo.

## 5. CONCLUSIONES

1. La temperatura ambiente de 29.6°C es la óptima para todos los estados de desarrollo de *Spodoptera frugiperda*, J. E. Smith en condiciones de laboratorio.
2. La variante alimentaria de verdolaga es la mejor dieta natural alternativa para todos los estados de desarrollo de *Spodoptera frugiperda*, J. E. Smith.
3. La variante óptima de iluminación es la Luz frorescente directa con régimen diario de 12h pues es mayor la ovoposición de los adultos de *Spodoptera frugiperda*, J. E. Smith.

## **6. RECOMENDACIONES.**

1. Continuar los trabajos de cría de *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith a nivel de laboratorio con otras alternativas.
2. Aplicar los resultados obtenidos en las crías de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith).

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, R.: «El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba», revista Cultivos Tropicales 30 (2): 113-120, La Habana, 2009.
2. AgroBio. 2013. Maíz en México. Biotecnología Agrícola. OGM. Pág. 33.
3. Alayo, P. 1973. *Catálogo de los himenópteros de Cuba*. Editorial Pueblo y Educación. Instituto Cubano del Libro. 218 pp.
4. Altieri, M. A. 2000. The ecológica impacts of transgenic cropson agroecosystem health. *Ecosystem Health* 6:13 – 23.
5. Angulo, A; Olivares, T & Weigert, G. (2006). Estados inmaduros de lepidópteros noctuidos de importancia económica agrícola y forestal en Chile (*Lepidoptera: Noctuidae*). Concepción, Universidad de Concepción y Corporación Nacional Forestal (CONAF).
6. Aragón, J. & Flores, F. (2006). Control integrado de plagas en soja en el sudeste de Córdoba. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/control-integrado-de-plagas-en-soja-en-el-sudeste-de-cordoba>.
7. Arnaud, P.H. Jr. (1978). A host-parasite catalog of North American Tachinidae (Diptera). United State Department of Agriculture. Miscellaneaous publications. N° 1319. 860p.
8. Armas, J. L. y Ayala, J. 1990. Metodología para la cría continua de *spodoptera frugiperda*, J. Smith en dieta artificial. *Rev. Centro Agrícola* 17 (2): 78-85.
9. Aserca. 2004. “El Mercado Internacional del Maíz Blanco”. *Revista Claridades Agropecuarias*, agosto 2004.
10. Ayala, J. L, Rosa Gómez, Reyes y Armas J.L. Aquino A. Y Valdés J. 1995. Metodología de equipamiento para la reproducción masiva de *spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) y otros lepidópteros fitófago. En *Memorias III Encuentro Nacional Científico técnico de Bioplaguicida. III Expo CREE. INISAV. P.48. Octubre. 8.*
11. BENTANCOURT, C. M. & I. B. SCATONI. 1996. *Lepidópteros de importancia económica. Reconocimiento, biología y daños de las plagas agrícolas y forestales. Hemisferio Sur, Montevideo.*
12. Capinera J L. 1999. Fall Army worm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Insecta: *Lepidoptera: Noctuidae*). *Featured Creatures from the*

- Entomology and Nematology Department. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. This document is also available on Featured.
13. Capinera, J.L. (2001). Handbook of vegetable pests. Academic Press, San Diego. 729 pp.
  14. Capinera, J. L. 2005. Professor /chairman, Entomology, and Nematology Department, Cooperative Extension Services, Institute of Food and Agricultural Sciences, University, of Florida, Gainesville, FL 32611. 26, 64p.
  15. CEDAF. 2011. Cultivo del maíz. Guia Tecnica No. 33. Serie cultivos. Fundacion de Desarrollo Agropecuario. Santo Domingo, República Dominicana. 51pp.
  16. Chirel, M. J. L.: 2014. «Plagas asociadas al cultivo del frijol: Principales aspectos agroecológicos en la parroquia de Valle de la Pascua», tesis en opción al grado de Máster en Agroecología y Desarrollo Endógeno, Universidad de Las Tunas, Cuba.
  17. Clavijo, S. y Pérez, G. (2005). Plagas del Maíz. Fontana H., González C. Maíz en Venezuela, ISBN 980-379-004-8. Fundación Polar. Pp. 70.
  18. CNRG. (2007). Informe de balance de resultado de la Comisión Nacional de Recursos Genéticos. CNRG. La Habana, Cuba.
  19. Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Nayarit (CESVEN) [Campaña Fitosanitaria contra la polilla del maíz] SAGARPA, 2017 [consultado 3 de mayo del 2017]. Disponible en: [http://cesavenay.org.mx/?page\\_id=47](http://cesavenay.org.mx/?page_id=47).
  20. Consecro Román O. Método para la cría de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) y sus parasitoides: *Telenomus* sp. XVIII Reunión de Control Biológico. Hermosillo. Sonora, México; 2001; 5-7.
  21. Cova garcía, P. (1974). Principios generales de la entomología. / P. Cova garcía Venezuela: ED. Fundación venezolana para la salud y la educación, P466.
  22. CRAIG, A.A.; RICHARD L. W.; BILLY, R.; WISEMAN, WILLIAM, H.W.; FRANK, M.D. Conventional resistance of experimental maize lines to corn earworm (*Lepidoptera: Noctuidae*), fallarmy worm (*Lepidoptera:*

- Noctuidae*), southwesterly cornborer (*Lepidoptera: Crambidae*), and sugarcaneborer (*Lepidoptera: Crambidae*). Journal of Economic Entomology, v.93, n.3, p.982-988, 2000.
23. CUNHA, U.S.; MARTINS, J.F.S.; PORTO, P.M.; GARCIA, S.M.; BERNARDI, O.; TRECHA, O.C.; BERNARDI, D.; JARDIM, O.E.; BACK, U.C.E. 2008. Resistência de milho para cultivo em várzea subtropicais à lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda*. Ciência Rural, v.38, n.4, p.1125- 1128.
  24. Delgado, A.G.; J.M. Lathuliere y S.J. Clavijo. 2013. Influencia de la temperatura en el desarrollo y reproducción de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (*Lepidoptera: Noctuidae*). Premios Agrobio. México.
  25. Demir, I., Eryüzlü, E. and Demirbag, Z. (2012). A study on the characterization and pathogenicity of bacteria from *Lymantria dispar* L. (*Lepidoptera: Lymantriidae*). Turk J Biol. (36) 459-468.
  26. Díaz, A. *et al.* (1999). Obtención de un biopreparado de *Bacillus Thuringiensis* (Berliner) para el Control de *Spodoptera frugiperda*. Fitosanidad. 3(1). Pp. 39.
  27. Ecured Portable v1.5 noviembre del 2014. Centro de Desarrollo Territorial Holguín – UCI. Cuba.
  28. Estación Meteorológica de Intercambio Regional (EMIR) 358, Puerto Padre, Las Tunas, CITMA, Cuba, 2012.
  29. Estrada VMO, Cambero CJ, Carvajal CC, Robles BA, Ríos VC, Caro VF. Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Nayarit [Campaña Fitosanitaria contra el *Spodoptera frugiperda*] SAGARPA, 2013 [consultado el 31 de abril de 2013]. Disponible en: [http://cesavenay.org.mx/?page\\_id=43](http://cesavenay.org.mx/?page_id=43).
  30. FAO, 2011. Producción de alimentos para el mundo. 38 pp.
  31. Fernandez, L; Welcker, C; Galvez G. y Fundora Z. 2008. Insidencia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) y *Helicoverpa zea* (Boodie) en germoplasma caribeño de maíz (*Zea mays* L.). En: V Taller internacional sobre Recursos Fitogenéticos. (5: 2003, diciembre 2-4).
  32. Figueroa, J. I., Pineda S. 2014. Actividad de algunos bioinsecticidas biorracionales contra el gusano cogollero.

33. Flores CRJ, Diaz HM, Carvajal CCR, Espino AR. El cultivo del maíz en Nayarit, acciones e impactos en materia fitosanitaria 2012-2014. Revista Fuente 2015; 2(7): 34-43.
34. Fumero, M., Díaz, J., Ferrer, 2004. Metodología para la cría masiva de *Spodoptera frugiperda*, J. E. Smith sobre dieta natural. III Congreso Latinoamericano de la sección regional Neotropical de organizaciones Internacionales de control biológico (OICB). La habana, Cuba. CS4. P.49.
35. GASSEN, D.N. 1993. Manejo de plagas de milho no sul do Brasil. Resumo de palestra do curso de atualizagáo sobre culturas de verao. Passo Fundo, Brasil. 15-16 setembro 1993.
36. Gómez RJ, Santos OA, Valle MJ, Montoya GJ. Principales plagas que atacan al cultivo de Maíz. México. Entomotropica 2013; 25(1): 25-36.
37. Gómez, Souza, J (1981). Control biológico. Editorial pueblo y educación. La habana, Cuba. 180 P.
38. Gómez Sousa J., Pérez A., Fernández I. 1990. Manual para la Cría y Liberación de *Chelonus insularis* (CRESS) (*Hymenoptera, Braconidae*) y *Euplectrus plathypenae* (How) (*Hymenoptera, Eulophidae*) parasitos ovo larval y larval de *Spodoptera frugiperda*, J.E. Smith. Centro de investigaciones Agropecuarias UCLV. Las Villas; 2-4.
39. González-Hernández, A., and Woolley, J. B. 2016. Identificación y distribución de los géneros de Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) en México. Universidad Autónoma de Nuevo León 78 pp.
40. GROOT A. T., MARR M., HECKEL D. Y G. SCHÖLF. 2010. The roles and interactions of reproductive isolation mechanism in fallarmy worm (*Lepidoptera: Noctuidae*) host strains. Ecological Entomology. 35. 105-118.
41. Gutiérrez-Martínez, A.; Tolon-Becerra, A. & Lastra-Bravo, X. (2012). Biological control of *Spodoptera frugiperda* eggs using *Telenomus remus* Nixon in maize vean squash polyculture. American Journal of Agricultural and Biological Sciences. Vol. 7 (3), 285-292.
42. ILSI. 2006. Nutritional and Safety Assessments of Foods and Feeds Nutritionally Improved through Biotechnology. International Life

- Sciences Institute. Washington D.C. Comprehensive Reviews in Food Sciences and Food Safety, Vol. 3. 70pp.
43. Iparraguirre, M. A. (1998). Nueva Opción de Control Biológico de la Palomilla del Maíz en la Provincia de Ciego de Ávila. Materiales del Fórum Tecnológico sobre Manejo Integrado de Plagas. Matanzas 15-17. 69. 70. 71.
  44. Jaramillo, D.; Jaramillo, O.; Bustello, A.; y Gómez, H. 1989. Efecto del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) sobre el rendimiento del maíz. Medellín. Rev. Fac. Nac. Agron. 42:25 – 33.
  45. Leiva P. 2014. Oruga militar tardía *Spodoptera frugiperda*, una plaga de los maíces tardíos. Inta Pergamino.
  46. Lexama, R. 1993. Patogenicidad en laboratorio de hongos (Hyphomycetes) y del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (*Lepidoptera: Noctuidae*). Tesis de grado para Dr. en ciencias. Univ. de Colima. Tecomán: 159 pp.
  47. Lazama-Gutiérrez, R., Alatorre-Rosas, R., Sánchez y García-Figueroa F. 2010. Evaluación de cepas de *Nomuraearileyi* y *Paecilomyces fumosoroseus* contra *Spodoptera frugiperda* (*Lepidoptera: Noctuidae*).
  48. Mari, M y Hondal, L. Manejo de plagas en maíz. Tesis de post-grado. Universidad de Taboada 2013.
  49. Martínez, E.; Goncal, B.; Rovesti, L.; Santos, R. (2007). Manejo Integrado de plagas. Manual Práctico.
  50. Martínez, C. M. (2011). Caracterización morfoagronómica y nutricional, de una colección cubana de maíz (*Zea Mays* L.) (Tesis de Doctor en Ciencias Agrícolas). Mayabeque: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. 91 p., XXI.
  51. Meagher, R. L., and R. N. Nagoshi. 2010. Identification of fall armyworm (*Lepidoptera: Noctuidae*) host strains based on male-derived spermatophores. Fla. Entomol. 93: 191-197.
  52. Méndez, B. A.: 2002. «Agroentomofauna principal y aspectos bioecológicos de las especies de importancia económica en la provincia

- de Las Tunas», tesis doctoral. C. I. A. P., Universidad Central Martha Abreu, Las Villas, Cuba.
53. Méndez, B. A. 2009. Influencia alimentaria en la fecundidad de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) en condiciones artificiales. *Anales de biología* 31: 105-108.
54. Méndez-Úbeda, J.; Cadenas-Vivas, W.; Castro- Baltodano, M.; Pavón, W. y Alemán-Siu, B; Solís-Chávez, S.; Vanegas-Carrero, L. “Comportamiento de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en zonas de poca altitud de clima cálido en Nicaragua”. *Revista Latinoamericana de la Papa*, vol. 18, no. 1, 2015, pp. 156-172, ISSN 1853-4961.
55. Mendoza, F. (1997). *Sistemática de Insectos segunda parte*. 2da edición. Cuba: Pueblo y Educación.
56. Milán, Vargas, Ofelia (2003). *Tecnología de reproducción de los coccinélidos como control biológico de plagas agrícolas* En: *Curso a distancia sobre reproducción de parasitoides benéficos*, Inisav, La Habana, Cuba.
57. MINAG (2004): Ministerio de la Agricultura. INIVIT. *Instructivo Técnico del cultivo del Boniato*.
58. Molina O, J., J. E. Carpenter., R. Lezama-Gutiérrez., J. E. Foster., M. González-Ramírez., C. A. Angel Sahagún and J. Farías-Larios. 2011.
59. Monnerat, R. E. Martins., P. Queiroz., S. Ordúz., G. Jaramillo., G. Benintende., J. Cozzi., M. Dolores Real., A. Martínez-Ramírez., C. Rausell., J. Cerón., J. E. Ibarra., M. C. Del Rincon-Castro., A. M. Espinoza., L. Meza-Basso., L. Cabrera., J. Sánchez., M. Soberon, and A. Bravo. 2013. Genetic Variability of *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) populations from Latin America is associated with variations in susceptibility to *Bacillus thuringiensis* Crytoxins. *Applied and environmental microbiology*. 72(11): 7029-7035.
60. Morales, P.; Y. von Noguera; E. Escalona; O. Fonseca; C. Rosales; B. Salas, F. Ramos, E. Sandoval y W. Cabañas. 2010. *Sobrevivencia larval*

- de *Spodoptera frugiperda* Smith con dietas artificiales bajo condiciones de laboratorio», revista *Agronomía Tropical*, vol. 60, no. 4: 5-7, Venezuela.
61. Moreno, D. 2011. Control de *Spodoptera frugiperda* utilizando dosis de ciromazina y clorpirifos mezcladas con arena en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en zona de ventanas. Universidad técnica de Babahoyo, facultad de ciencias agropecuarias. Escuela de ingeniería agronómica. Tesis de grado. 57 pp.
62. Murúa G. (2014). Principal plaga de maíz en el NOA: *Spodoptera frugiperda*. Resumen preparado para el 2do Taller de Insectos en Maíz, 14 pp.
63. Murúa, G., Molina, J. y Coviella, C. 2006. Population dynamics of the fallarmy worm, *Spodoptera frugiperda* (*Lepidoptera: Noctuidae*) and its parasitoids in northwestern Argentina. *Florida Entomologist* 89 (2): 175-182.
64. MURÚA, M. G., M. L. JUÁREZ, S. PRIETO & E. WILLINK. 2009. Distribución temporal y espacial de poblaciones de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (*Lepidoptera: Noctuidae*) en diferentes hospederos en provincias del norte de Argentina. *Rev. Ind. Y Agríc. de Tucumán*. 86 (1): 25-36.
65. Murúa, G. & E. Virla: 2004. «A laboratory study», *Acta Zoológica Mexicana*, (nueva serie.), 20: 199-210, México.
66. ONE, (2011). Anuario Estadístico de Cuba. Ciudad de la Habana. AGRICULTURA EN CIFRAS. CUBA 2010.
67. Ortiz, CM. El maíz, pilar de la alimentación mundial Texcoco: Colegio de Postgraduados, 2015.
68. Ortiz, F. (2010). Diccionario de especialidades agroquímicas. Thomson PLM del Ecuador S.A. Quito, Ecuador. p. 310.
69. Páez, Danny Josena. 2014. «Plagas asociadas al cultivo del maíz. Principales aspectos agroecológicos en la comunidad rural de Mahomito», tesis por el título académico de Máster en Agroecología y Desarrollo Endógeno, Universidad de Las Tunas, Cuba.
70. Peña-Martínez, R. 2015. *Florida entomologist*. 87(4): 461-472. Pavone, D., M. Díaz., L. Trujillo y B. Dorta. 2015. Formulación granulada de

- Nomuraearileyi Farlow (Samson) para el control de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Interciencia*. 34(2): 130- 134.
71. Pérez Consuegra, Nilda. 2004. Manejo Ecológico de Plagas. Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural-CEDAR. Universidad Agraria de la Habana, San José de las Lajas, Cuba 296 p.
72. Pérez Montes bravo, E. 2002. Control biológico de *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith en maíz Departamento de manejo integrado de plagas, INISAV Calle 110 y 5ta B # 514, Playa Ciudad de la Habana, Cuba.
73. Rivas, D. Aramis. 2012. «Lepidópteros en cultivos de tabaco: Principales aspectos ecológicos y alternativas biológicas para su manejo en la provincia de Las Tunas», tesis para el grado de Doctor en Ciencias Agrícolas, CENSA, Cuba.
74. Sánchez, G.; Sarmiento, J. & Herrera, J. (2004). Plagas de la caña de azúcar, maíz y arroz. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Departamento de Entomología, 98 pp.
75. Sánchez, G. & Sánchez, J. (2008). Manejo integrado del cultivo del espárrago en el Perú. Lima, Perú, Instituto Peruano del Espárrago y Hortalizas, 117 pp.
76. Santos, A. O.; Restrepo, O. D.; Argüelles, J.; y Aguilera, E. A. 2009. Evaluación del comportamiento del complejo *Spodoptera* con la introducción de algodón transgénico al Tolima, Colombia. *Rev. Corpoica, Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 10(1):24 - 32.
77. Silva Zerpa. 2014. «Plagas asociadas al cultivo del maíz: Principales aspectos agroecológicos en la comunidad rural El Carito», tesis para el grado de Máster en Agroecología y Desarrollo Endógeno, Universidad de Las Tunas, Cuba.
78. Sosa, M. (2003). Daño por *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz bajo siembra directa en diferentes épocas en el noreste santandino. Santa Fé Argentina: INTA-Estación Experimental Agropecuaria Reconquista. p. 36-37.
79. Trujillo, J. (1992). Control biológico por conservación: Enfoque relegado. Perspectiva de su desarrollo en Latinoamérica. *Memorias del IV*

- Congreso Internacional de manejo integrado de plagas. CEIBA (Honduras). 33(1): 17-26.
- 80.(s.f.). *United States Department of Agriculture*. Recuperado el 11 de 06 de 2019, de [https://www.nass.usda.gov/Publications/Ag\\_Statistics/2013/index.php](https://www.nass.usda.gov/Publications/Ag_Statistics/2013/index.php).
- 81.Vélez, A. R. 1997. Plagas agrícolas de impacto económico en Colombia: bionomía y manejo integrado. Editorial Universidad de Antioquia.
- 82.Virla, E. (2014). Los enemigos naturales del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) ¿podremos ponerlos a nuestro servicio? Resumen preparado para el 2do Taller de Insectos en Maíz, 15 pp.
- 83.Wille, J.E. (1952). Entomología Agrícola del Perú. Segunda Edición. Lima, Estación Experimental Agrícola de La Molina, 468 p.
- 84.Willink, E., V. Osoreo & M. Costilla. 1993b. El gusano “cogollero”: nivel de daño económico. Avance Agroindustrial Estación Experimental Agroindustrial, Obispo Colombres, Tucumán 12: 25-26.
- 85.Willink, E., M. Costilla & V. Osoreo. 1993a. daños, pérdidas y nivel de daño económico de *Spodoptera frugiperda* (Lep., Noctuidae) en maíz. Revista Industrial Agrícola, Estación Experimental Agroindustrial, Obispo Colombres, Tucumán 70: 49-52.
- 86.Zenner, D. P.; Álvarez, R. J.; Mejía, C. R.; y Bayona, R. M. 2005. Influencia de la toxina Cry1Ac del *Bacillus thuringiensis* sobre el desarrollo del cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). Rev. U.D.C.A Act. Div. Cien.8 (2):129 – 139.

## 8. ANEXO



**Figura 1:** Maíz sembrado en condiciones de laboratorio.



**Figura 2:** Determinación de la variante óptima de la alimentación como alternativa para *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), en condiciones de laboratorio.



**Figura 3:** Ciclo de vida de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en condiciones de laboratorio.