



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente del Examen Complexivo, presentado al Honorable Consejo Directivo, como requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

Uso de trampas con feromonas sintéticas sexuales para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

**AUTOR:**

Joel Fabian Cano Barco

**ASESOR:**

Ing. Agr. Marlon Darlin López Izurieta MSc.

Babahoyo-Los Ríos-Ecuador.

2019



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

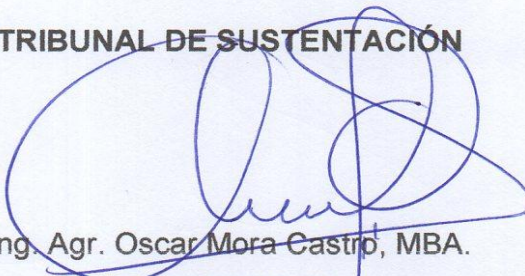
Componente del Examen Complexivo, presentado al Honorable Consejo Directivo, como requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

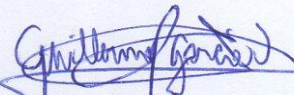
**TEMA:**

Uso de trampas con feromonas sintéticas sexuales para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

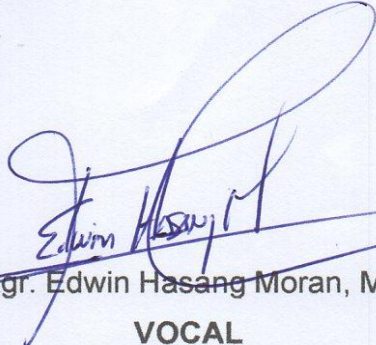
**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**



Ing. Agr. Oscar Mora Castro, MBA.  
**PRESIDENTE**



Ing. Agr. Guillermo García Vázquez, MSc.  
**VOCAL**



Ing. Agr. Edwin Hasang Moran, MSc.  
**VOCAL**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mis padres por el esfuerzo y sacrificio que han realizado durante toda mi carrera educativa y han hecho posible que pueda cumplir una meta más en mi vida, les agradezco por sus incontables enseñanzas y consejos que me sirvieron en mi vida cotidiana y estudiantil.

A mi tutor al Ing. Agr. Marlon Darlin López Izurieta, por su paciencia, sabiduría y enseñanza durante este proceso de elaboración de este proyecto.

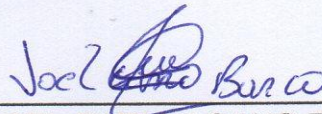
## **AGRADECIMIENTO**

Estoy totalmente agradecido con Dios por darme la sabiduría necesaria para poder seguir adelante.

A mis padres por apoyarme en todo sentido y darme su amor y consejos para la vida diaria y creer en mí, acompañarme en todo momento de mi vida y apoyarme para seguir adelante y no rendirme.

A la Facultad de Ciencias Agronómicas, especialmente a la Escuela de Ingeniería Agronómica por haberme enseñado y guiado en mi camino para convertirme en profesional con conocimientos necesarios para poder enfrentar y solucionar los problemas del agro ecuatoriano.

La responsabilidad por la investigación, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este componente práctico del examen complejo son de exclusividad del autor

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Joel Fabian Cano Barco". The signature is stylized and written over a horizontal line.

**JOEL FABIAN CANO BARCO**

## RESUMEN

“Uso de trampas con feromonas sintéticas sexuales para el control del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*.”

### AUTHOR:

Joel Fabian Cano Barco

### TUTOR:

Ing. Agr. Marlon López Izurieta, MsC.

El presente trabajo consiste en la recopilación de información concerniente a una técnica que se encuentra dentro del control etológico de plagas; el manejo y control de *spodoptera frugiperda* mediante el uso de su feromona sexual siendo identificado el componente o atrayente principal (Z)-9-tetradecenyl-1-ol-acetato, (Z-9-TDA). El cual con otros componentes tales como Z-7dodecenyl-1-ol-acetato (Z-7DDA); y Z-9 dodecenil-acetato (Z-9-DDA), se logra sintetizar y aprovechar el proceso de atracción feromonal del insectos macho del *Spodoptera frugiperda* mediante la utilización de llamadas trampas, estas trampas se las utiliza para monitorear y controlar las poblaciones del machos de *Spodoptera frugiperda*. El presente trabajo investigativo se lo desarrolló en la “Facultad de Ciencias Agropecuarias” de la Universidad Técnica de Babahoyo Provincia de Los Ríos. Y en base a lo consultado y desarrollado en la presente investigación se concluye que el uso de trampas con feromonas es una técnica para controlar poblaciones mas no para erradicar la plaga por completo; por lo que es necesario aplicar todos los procesos, tácticas y técnicas del manejo integrado de plagas (MIP), para evitar infestaciones del insecto a controlar y sobre todo evadir riesgo de resistencia a insecticidas utilizados tradicionalmente.

**Palabras clave:** feromona, tetradecenyl; acetato; trampas; *Spodoptera frugiperda*.

## SUMMARY

"Use of traps with synthetic sex pheromones for the control of the armyworm *Spodoptera frugiperda*."

### **AUTHOR:**

Joel Fabian Cano Barco

### **TUTOR:**

Ing. Agr. Marlon López Izurieta, MsC.

The present work consists in the compilation of information concerning a technique that is within the ethological control of pests; the management and control of *Spodoptera frugiperda* by using its sexual pheromone with the main component or attractant (Z) -9-tetradecenyl-1-ol-acetate, (Z-9-TDA) being identified. Which with other components such as Z-7dodecenyl-1-ol-acetate (Z-7DDA); and Z-9 dodecenyl-acetate (Z-9-DDA), it is possible to synthesize and take advantage of the process of pheromonal attraction of the male insects of *Spodoptera frugiperda* by using so-called traps, these traps are used to monitor and control the populations of the males of *Spodoptera frugiperda*. The present investigative work was developed in the "Faculty of Agricultural Sciences" of the Technical University of Babahoyo Province of Los Ríos. And based on what was consulted and developed in the present investigation, it is concluded that the use of pheromone traps is a technique to control populations but not to completely eradicate the pest; so it is necessary to apply all the processes, tactics and techniques of integrated pest management to avoid infestations of the insect to be controlled and, above all, to avoid the risk of resistance to traditionally used insecticides

**Keywords:** pheromone, tetradecenyl; acetate; traps; *Spodoptera frugiperda*.

# ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo General. ....	2
1.1.2 Objetivos Específicos.....	2
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
III. PREGUNTAS DIRECTRICES PARA ANALIZAR EL PROBLEMA.....	4
IV. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
4.1 Las feromonas.....	5
4.2 Feromonas sexuales. ....	5
4.3 Principios básicos para considerar a una feromona como sexual.....	5
4.4 Componente de la feromona sexual. ....	6
4.4.1 Uso de la feromona sexual .....	6
4.5 Expulsión y percepción feromonal.....	7
4.6 Feromona sintética. ....	8
4.6.1 Componentes de las feromonas sintéticas.....	8
4.7 Características generales del maíz.....	9
4.7.1 Origen y taxonomía del maíz. ....	9
4.7.2 Condiciones de suelo y clima para el cultivo de maíz. ....	9
4.7.4 Morfología de la planta de maíz. ....	9
4.8 Generalidades del Spodoptera frugiperda. ....	10
4.8.1 Taxonomía y nombre común del Spodoptera frugiperda.....	10
4.8.2 Ubicación geográfica.....	10
4.8.3 Ciclo biológico del Spodoptera frugiperda.....	10



4.8.4 Hábitos y daños. ....	11
4.8.5 Umbral económico del Spodoptera frugiperda .....	12
4.9 Mecanismos de control mediante el uso de trampas. ....	12
4.9.1 Usos y componentes de una trampa. ....	12
4.9.2 Dimensiones y elaboración de una trampa. ....	12
4.9.3 Altura de colocación de la trampa. ....	13
4.9.4 Feromonas para el uso de la trampa.....	13
4.9.5 Números de trampas por parcela. ....	13
4.9.6 Radio de interferencia y tiempo de actividad de la feromona. ....	13
4.9.7 Índice poblacional capturado.....	13
4.9.8 Mantenimiento de las trampas .....	14
V. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	15
5.1 Metodología de la investigación. ....	15
VI. SITUACIONES DETECTADAS. ....	16
VII. SOLUCIONES PLANTEADAS.....	17
VIII. CONCLUSIONES. ....	18
IX. RECOMENDACIONES.....	19
X. BIBLIOGRAFÍA.....	20
XI. ANEXOS .....	26

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) es una de las gramíneas de mayor consumo en el Ecuador y a nivel mundial, por su alto aporte nutricional ya que con él se pueden elaborar varios productos derivados como aceites, harinas....etc. Por esto, forma parte de la alimentación de las personas y animales.

Según el último informe emitido por la FAO (2017) se generó cerca de 1.1 mil millones de toneladas de producto, en un área de producción estimada de 197.1 millones de hectáreas, los datos en América del Sur arrojan resultados cerca de 160 millones toneladas de producto, mientras que en el Ecuador se produjo cerca de 1.4 millones de toneladas de producto en un área de producción de 358 mil hectáreas.

Las feromonas son compuestos químicos que las hembras liberan al ambiente en mínimas cantidades. Estas feromonas influyen en el comportamiento de los insectos y se clasifican dependiendo del efecto que producen. En el caso de los insectos del orden lepidóptera las feromonas que más se encuentran estudiadas son las que utilizan como atracción para el momento de la copula. Estas feromonas se las denomina feromonas sexuales o feromonas de atracción sexual.

Las feromonas de carácter sexual se las utiliza en las llamadas trampas o en dispensadores de feromonas y su utilización tiene como objetivo principal monitorear, atrapar e interrumpir el apareo de los insectos, limitando las aplicaciones químicas directas sobre los cultivos, por lo tanto es necesario conocer este método y que forma parte del control etológico del Manejo integrado de plagas.

---

**Fuente:**

FAO. (2017). Disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo General.**

Presentar información sintetizada sobre el uso de trampas con feromona sexual, para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

### **1.1.2 Objetivos Específicos.**

- ✓ Identificación de los componentes principales de la feromona que se utilizan en las trampas, para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).
  
- ✓ Determinar los aspectos básicos de los mecanismos de control mediante el uso de trampas.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial el uso de feromonas se encuentra aún en crecimiento ya que es utilizada en ciertos cultivos de gran importancia en el mundo, como cultivos de palma, viñedos, papa, entre otros.

En ciertos países de América como México se está utilizando esta técnica como una alternativa en el manejo agroecológico de plagas (MAP) llegando a reducir costos de producción y mejorar las condiciones de vida de los agricultores.

El uso de trampas con feromonas sintéticas sexuales es una práctica que se debería realizar en la producción del maíz en el país, ya que actualmente está limitada a la aplicación directa de insecticidas a la plantación para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*); aunque algunos productores aplican productos a base de *Bacillus thuringiensis*, como alternativa de control de este insecto de gran importancia.

Nestor (1994) menciona que, los insectos generan resistencia a ciertos insecticidas cuando son manipulados y aplicados de manera incorrecta, por lo que se necesita generar alternativas para su manejo y control tanto para reducir el índice de aplicaciones y reducir el porcentaje de inducción de resistencia a los insecticidas.

Kuniyoshi Virrueta (2014) señala que, el método de trampeo se puede utilizar en el control de otros insectos del orden lepidóptero, como el barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*), gusano de la mazorca (*Helicoverpa zea*, *Heliothis zea*) como también gallina ciega (*Phyllophaga spp*) en el cultivo de maíz.

Siendo una práctica para ser tomada a consideración para generar alternativas para el manejo y control de este y otros insectos plaga en el cultivo de importancia a nivel nacional.

### III. PREGUNTAS DIRECTRICES PARA ANALIZAR EL PROBLEMA.

¿Que son las feromonas?.

¿Cuáles son las feromonas que se utilizan para la atracción del *Spodoptera frugiperda*?.

¿Cuáles son las características generales de las trampas para *Spodoptera frugiperda* en maíz?.

¿Actualmente existe información de estudios realizados sobre las feromonas sexuales para *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz en Ecuador?.

## IV. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 4.1 Las feromonas

El término feromona fue propuesto por Karlson y Buterandt por los años 1959 (Anaya Lang 2003). Las feromonas son señales o sustancias químicas que son emitidas por un insecto que le permiten una comunicación con insectos de su misma especie (Hidalgo Dávila 2017).

Según indica Zagatti (1989), las feromonas se clasifican por su modo de acción o por el tipo de comportamiento que ocasionan y son: Las feromonas de distribución espacial; las feromonas de Marcación; las feromonas de agregación; las feromonas de alarma y las feromonas sexuales.

### 4.2 Feromonas sexuales.

Según Zagatti (1989) nos indica, que son sustancias que pueden emitir tanto hembras como machos para llegar al momento de la copula. Las feromonas que se utilizan para el manejo y *control del Spodoptera frugiperda* son las de origen sexual.

Basándose en este principio se ha logrado estudiar tanto la síntesis, expulsión y percepción, logrando sintetizarlas y aprovecharlas en la agricultura.

### 4.3 Principios básicos para considerar a una feromona como sexual.

Se pueden considerar 3 principios o estándares básicos para denominar a una feromona como sexual según (ROMERO LÓPEZ et al. 2005):

- \* Determinar si esta constituidas por 2 o más componentes químicos emitidos en ciertas proporciones.

- \* Confirmar si atraen a individuos del sexo opuesto, mediante pruebas de campo y laboratorio.

- \* Localización del sitio de producción y liberación de la Feromona, ya sea un epitelio glandular o el resultado de una relación simbiótica del insecto.

Una Feromona sexual se puede ser considerada como tal si cumple con los dos primeros requerimientos, aunque no se conozca la fuente productora,

#### **4.4 Componente de la feromona sexual.**

Según Salas (2003) , 2 científicos llamados Skul y Spasrk identificaron por primera vez la sustancia (Z)-9-tetradecenyl-1-ol-acetato, (Z-9-TDA) como la feromona sexual, posteriormente en el año 1976 Skul y Spasrk identificaron al componente secundario Z-9 dodecenyl-1-ol-acetato (Z-9-DDA ), cierto tiempo después se identificaron otros componentes tales como Z-7dodecenyl-1-ol-acetato (Z-7DDA); (Z-9-TDA) y Z-9, E-12 tetradecenyl-1- ol-acetato (Z-E,9-12-TDDA ).

Según Gaona Hernández (2015) los componentes de la feromona sexual que fueron extraídas de la glándula feromonal en su investigación son (Z, E)-9,11-tetradecadienil acetato; Ácido hexadecanoico; Ácido 9-octadecenoico; Metil estearato; (Z)-9-tricoseno; E-15-heptadecenal; (Z)-13-octadecenal; (R)-(-)-14-Metil-8-hexadecenil.

Siendo (Z)-9-tetradecenyl-1-ol-acetato (Z-9-TDA) el componente o atrayente principal. Algunas de estos componentes se utilizan para la atracción de otros insectos plaga como: gusano de la mazorca; gallina ciega y barrenador del tallo (Kuniyoshi Virrueta 2014).

##### **4.4.1 Uso de la feromona sexual**

En el caso del *Spodoptera frugiperda* la feromona se la puede usar en: trampeo masivo y monitoreo.

**Trampeo masivo** es cuando se coloca un elevado número de trampas para capturar el mayor número de machos posibles.

**El monitoreo**, es el más usado, se usa para contar las poblaciones y determinar la vía de ingreso del insecto a la parcela, posteriormente se toman decisiones de realizar un control químico o biológico.

## **Existen 2 formas de usar las trampas.**

**Las trampas adhesivas**, son aquellas en el cual, el efecto de la feromona es atraer al insecto macho y mediante una especie de material adhesivo se quedan impregnadas en el material que va a funcionar como trampa.

**Las trampas de capturas**, cumplen la misma función, la cual es, atraer al insecto macho y estos quedan capturados en un medio acuoso que se coloca dentro de un envase de plástico; ya sea de elaboración artesanal o compradas ya elaboradas.

Según indica Bosa et al. (2005), existe otro método llamado **Confusión sexual**; es liberar una gran cantidad fuentes emisoras, cargadas con una cantidad considerable de feromonas sexuales de la hembra, con el fin de engañar al insecto macho al no poder localizar a la feromona emitida por el insecto hembra.

## **4.5 Expulsión y percepción feromonal.**

Para poder comprender como funcionan las trampas con feromonas se debe de entender el proceso de percepción de estas sustancias químicas por parte del insecto a atraer.

Según Acín Viu (2009) nos indica que:

De forma natural la hembra expulsa este tipo de sustancia química llamada feromona sexual para la atracción del macho. Esta sustancia es expulsada por la hembra, especialmente por la noche, colocándose en una postura de llamada abriendo sus alas y saca su glándula feromonal, la glándula feromonal está localizada en el último segmento abdominal, son expulsadas al ambiente y percibidas por el macho mediante las sencillas localizadas en las antenas (órgano principal de percepción de las feromonas) en estas sencillas se encuentra la linfa sensilar, donde se encuentran las células receptoras, la cutícula de la sencilla está llena de poros donde entra las moléculas odoríferas “feromonas” son receptadas por unas proteínas, existiendo 2 grupos; pero, la que interviene en este proceso de se denomina (Pheromone binding preteins)



el otro grupo es encargado de los otros olores generales; Las PBPs son las encargadas de llevar estas moléculas hasta las dendritas de las células receptoras, estas moléculas olfativas se convierten en respuesta bioeléctricas mediante un procesos de recepción neuronal, esta información llega hasta el proctocerebro y es aquí en donde se traduce la información olfativa.

Según indica Zagatti (1989) una vez que el insecto interpreta la información procede a la vibración de antenas, aleteo y la búsqueda del rastro, mediante un vuelo en zigzag; al encontrarse con la pareja comienza el comportamiento de cortejo y otras señales como visuales, táctiles, sonoras y químicas

#### **4.6 Feromona sintética.**

Reyes y Varela (2018) entiéndase por feromona sintética a la cual, el componente principal de la feromona sexual es identificado y posteriormente aislado, luego, mediante procesos de laboratorio e identificación de respuestas en campo, se incorporada a otros compuestos, con el fin de imitar la atracción natural de los insectos; las presentaciones comerciales puede ser de forma de corcho o forma de un gel.

##### **4.6.1 Componentes de las feromonas sintéticas.**

Salas (2003) nos indica que el componente principal de atracción es: Z-7-DDA y Z-9-TDA

ChemTica ofrece una feromona *Spodoptera frugiperda* Feromona.

**Cuyo grupo químico:** Esteres alifáticos y aldehído alinfatico.

**Con una composición de:** acetato de Z-7-Dodecenilo 5 gr/Kg; Acetato de (Z)-11-Hexadecenilo 126 gr/Kg; Acetato de (Z)-9-Tetradecenilo 870gr/Kg; **DL50=** Desconocida.

Existen otras feromonas de origen mexicanas siendo este país uno de los que utilizan esta técnica de trampeo; también se encuentran entre los grandes productores de feromonas tales como: Bedoukian Research y Pacific Biocontrol Corp (EE UU), SEDQ (España), Pherobank (Holanda).

## **4.7 Características generales del maíz.**

### **4.7.1 Origen y taxonomía del maíz.**

Acosta (2009) nos indica, que el maíz (*Zea mays L.*) es originario de México y los tipos más desarrollados emigraron posteriormente hacia otros sitios de América.

El maíz pertenece al siguiente orden taxonómico: División: Magnoliophyta; Clase: Liliopsida; Orden: Poales; Familia: Poaceae; Tribu: Maydeae; Genero: Zea; Especie: Mays. Según (Sánchez Ortega 2015).

### **4.7.2 Condiciones de suelo y clima para el cultivo de maíz.**

Las condiciones climáticas son: Pluviosidad: 650 a 1300 mm/año. Temperatura: 18 °C a 30 °C. Humedad relativa: 65 a 85%. Viento: moderado; suelo: franco, franco-arcilloso, franco-limoso con un pH de 5.5 a 6.5 o 7, con buena infiltración de agua (INTERCALIDAD 2014).

### **4.7.4 Morfología de la planta de maíz.**

Ortras (2008) menciona que:

Las raíces son fasciculadas y robustas y su misión es, además de aportar alimento a la planta, ser un perfecto anclaje de la planta por la presencia de raíces adventicias con respecto al tallo tiene aspecto de caña, presenta entrenudos y en su interior se encuentra una medula esponjosa, sin ramificaciones y la altura depende de las variedades. Las hojas son alternas, paralelinervadas y el número de hojas depende de la variedad y del ciclo, de la época de siembra, etc. El maíz presenta flores masculinas y flores femeninas separadas pero en el mismo pie. La flor masculina se localiza en la parte superior y tiene forma de panícula. La flor femenina, la futura mazorca, se sitúa a media altura de la planta. La flor está compuesta en realidad por numerosas flores dispuestas en una ramificación lateral, cilíndrica, los estilos de cada flor sobresalen de las brácteas formando las sedas. Cada flor fecundada formará un grano.

## **4.8 Generalidades del *Spodoptera frugiperda*.**

### **4.8.1 Taxonomía y nombre común del *Spodoptera frugiperda*.**

La clasificación taxonómica es: Reino; Animalia; Clase: Insecta; Orden: Lepidoptera; Family: Noctuidae; Género: *Spodoptera*; Especie: *frugiperda*. Nombre Científico: *Spodoptera frugiperda*; Nombre Común “Gusano cogollero” (Castillo Vellez 2013).

### **4.8.2 Ubicación geográfica.**

Nos indica Andrews (1980) el *Spodoptera frugiperda* es un insecto polífago y se aclimata a diferentes zonas, lo que le permite una amplia distribución geográfica.

Según Casmuz et al. (2010) en América latina el *Spodoptera* ataca a diferentes cultivos entre ellos está el Frejol (*Phaseolus vulgaris L.*), algodón (*Gossypium hirsutum L.*), maní (*Arachis hypogaea L.*), soja (*Glycine max L. Merrill*), maíz (*Zea mays*), arroz (*Oryza sativa L*) entre otros,

### **4.8.3 Ciclo biológico del *Spodoptera frugiperda*.**

Es un insecto holometábolo con metamorfosis completa las cuales son:

**Huevo:** Los huevos tienen forma circular, globosas, un tamaño de 0,3 mm de altura y 0,4 mm de diámetro; de coloración rosada. Son ovipositados tanto en el haz, como en el envés de las hojas 4-6 en las etapas tempranas o en la hoja 10-12-24 dependiendo del estado fenológico de la planta (Beserra et al. 2002). Se ovipositan en forma de masa o varios grupos y recubiertas por una secreción proveniente del aparato bucal. El número promedio de huevos por ovipostura es 100-200 y durante su vida fértil unos 1000. Con un periodo de eclosión de 2 a 3 días

**Larva:** Según García y Tarango (2009), las larvas presentan una coloración parda oscura con tres rayas de coloración claras longitudinales. Claramente se puede observar en su cabeza una Y de forma invertida.

Las larvas pasan por 6-7 estadios o instares larvales. Aunque existen trabajos experimentales que registran larvas con un máximo de 5 estadios, para convertirse en pupa. (VILLA y CATALÁN 2004).

Las larvas conforme avanzan en su desarrollo larval, instares, se devoran entre ellos es por eso que en el cogollo, en sus últimos instares, logramos encontrar 1 o 2 larvas (Sosa 2003).

**Pupa:** Las pupas son capsulas o capullos de coloración café y tienen una longitud entre los 25-30 mm y un diámetro de 15-18 mm. Se encuentran en el suelo.

**Adulto:** Son mariposas cuyas hembras presentan un color grisáceas con manchas oscuras y claras. La expansión de las alas anteriores varía entre 3 a 5 centímetros, presentan en cada una manchas oscuras de forma de lúnula. Como datos adicionales: tiempo de vida, machos 11 días; hembras: 13 días; preoviposición: 3 días; oviposición: 10 días; capacidad de oviposición: 1000 huevos por hembra, en este estado es donde están aptos tanto el macho como la hembra para el momento de la copula, el ciclo biológico del *Spodoptera frugiperda* de manera general es de 40 días. (VILLA y CATALÁN 2004).

#### **4.8.4 Hábitos y daños.**

Según Sosa (2003), nos indica que el *Spodoptera frugiperda* es su estado larval ataca al maíz desde su fase temprana, hasta la hoja 4, actúa como un trazador, cuando los huevos son depositados en las hojas, eclosionan y las larvas raspan la epidermis dejando manchas traslucidas (estadio 1-2), desde el estadio 3 comienzan a consumir todo el follaje dirigiéndose al cogollo donde encuentra protección, se alimentan de las hojas del cogollo perforando las hojas transversalmente, también afecta la panoja cuando está por salir de la última hoja, este daño no es tan perjudicial por que la polinización del maíz es cruzada, salvo que todo el cultivo este totalmente afectado con un daño de 80 al 100% de plantas afectadas.

#### **4.8.5 Umbral económico del *Spodoptera frugiperda***

Fernández (2002) nos indica que, a manera general, se puede muestrear en campo a los 7-8 d.d.s hasta los 60 d.d.s. un ataque severo de este lepidóptero (sobre el 20 % de infestación) puede reducir el rendimiento desde 10 a 60 %.

#### **4.9 Mecanismos de control mediante el uso de trampas.**

##### **4.9.1 Usos y componentes de una trampa.**

Existen diversos tipos de trampas para lepidópteros las cuales son: Las trampas delta; trampa ala, trampa de cono invertido, trampa seca y trampa de agua o con medio acuoso.

Salas (2003), para atrapar un mayor número de insectos son las trampas de agua (medio acuoso); las cuales son de elaboración artesanal cuyos componentes son: bidones de 6 litros o más, estacas, alambres y el atrayente sexual (dedal o gel).

##### **4.9.2 Dimensiones y elaboración de una trampa.**

Las dimensiones de la trampa dependen del material a utilizar, aunque según Salas 2003, el mejor sistema, es mediante las trampas elaboradas con botellones o canecas. Para su elaboración se necesita: un bidón; una estaca superior a 1,5 metros; alambre; medio acuoso y feromona.

A la caneca o bidón se le realizan aperturas en tres de sus lados sin perforar un costado de la misma, dejando un fondo de 5-10 centímetros de altura con respecto a la base del recipiente; en la parte superior central del recipiente se le realiza una pequeña perforación para que ingrese el alambre hasta el interior del recipiente, se asegura el recipiente en una estaca por el lado que no se realizó la apertura y se coloca la feromona en el alambre que se ingresó en el centro del recipiente, posteriormente se le incorpora el material acuoso, puede ser agua con un poco de detergente para romper la tensión superficial del agua, o una mezcla de agua con melaza.

#### **4.9.3 Altura de colocación de la trampa.**

Una semana antes de la siembra, se colocan a 1 metro, hasta que la planta este por alcanzar esa altura; posteriormente se la eleva, pero siempre con un incremento de 10 cm sobre la planta (Kuniyoshi 2014).

Aunque se registran datos de altura 1,5 a 2 metros como óptimos para la captura de adultos machos (MALO RIVERA et al. 2006) y de 0.5 metros. (Salas 2001)

#### **4.9.4 Feromonas para el uso de la trampa.**

En Colombia se realizó un estudio con 2 marcas comerciales de estas feromonas sintéticas las cuales provenían de ChemTica marca costarricense y Pherobank de origen holandés (Agudelo H et al. 2010).

La marca chemTica tiene una sucursal autorizada en la ciudad de Quito Ecuador. Aunque a nivel internacional existen más feromonas en el mercado.

#### **4.9.5 Números de trampas por parcela.**

El número de trampas es variado de 5 a 10 trampas por hectárea para trampeo masivo y 1 a 2 por hectárea para monitoreo, colocadas a los bordes de la parcela para su fácil monitoreo o 25 metros desde los bordes asía el interior (Andrade et al. 2000).

#### **4.9.6 Radio de interferencia y tiempo de actividad de la feromona.**

El radio de interferencia y tiempo depende del tipo de componentes o feromona a usar, aunque en los estudios ya mencionados, indican que las feromonas comerciales tienen un tiempo de actividad de 30 días, pero se debe de realizar estudios en las condiciones climáticas, del sector o país.

#### **4.9.7 Índice poblacional capturado.**

Los resultados que se presentan son los resultados obtenidos que reporta Salas (2001), utilizando como componente principal Z-7-DDA y Z-9-TDA y otros

componentes en maíz. Registra capturas promediadas de 16 adultos/ noche; el mismo autor en el 2003 reporta capturas de 3-5 adultos por noche.

El índice de población mínimo es de 5 adultos por noche/trampa para trapeo masivo. Y este valor es el máximo para monitoreo. Aunque existen factores que limitan o favorecen las capturas como los componentes de la feromona y las condiciones climáticas (Nestor 1994).

#### ***4.9.8 Mantenimiento de las trampas***

Se debe realizar el retiro de los adultos capturados cada 7 días con un colador y rellenar de nuevo el medio acuoso donde quedan impregnados los adultos.

## **V. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### ***5.1 Metodología de la investigación.***

- La metodología de la investigación realizada para recolectar información sobre el presente tema, fue a través de consultas 100 % online; como revisión de trabajos experimentales, revistas científicas y tesis de diferentes autores.



## **VI. SITUACIONES DETECTADAS.**

Según lo explicado por (Batista Pereira et al. 2006) indica, que las concentraciones de la formulación de la feromona sexual del insecto hembra son variables y esto se puede deber por las distintas composiciones geográficas o las mismas formulaciones.

La situación actual es la falta de trabajos experimentales de esta índole a nivel nacional, ya sea por falta de instrumentos o recursos económicos, o la complejidad para poder realizar estudios en cada sector y en las condiciones climáticas en el país.

En el caso de las trampas no existen registros de cambios en el índice de captura por causa de la coloración de las trampas, como son otros casos de captura de otras especies; pero, los estudios anteriormente citados usaron trampas con coloraciones claras.

Posteriormente, para el uso en campo, se las utiliza para monitorear el índice de poblaciones en el lote ya sea para tomar una decisión de usar una aplicación de insecticidas, ya sea de contacto, sistémico o de carácter biológico y para monitorear la ruta de ingreso de la plaga al cultivo para poder ejercer un mayor control de estos insectos, en esas zonas de mayor vulnerabilidad.

Otro método ya explicado anteriormente es por medio de la captura masiva de este insecto mediante el uso de trampeo masivo, según los investigado el número de estas trampas se colocan dependiendo de la cantidad de hectáreas que se necesiten controlas, para aumentar el índice de captura de esta plaga.

Las trampas que se utilizan en este tipo de técnica de control no son de elevado valor económico ya que se pueden obtener con los materiales propios del sector o productor.

## **VII. SOLUCIONES PLANTEADAS**

Las soluciones planteadas son las siguientes:

Primero se debe realizar un estudio sobre los componentes y sus proporciones de la feromona del insecto hembra en el país.

Posteriormente realizada la identificación exacta de las cantidades y componentes de la feromona sexual de la hembra, proceder a su sintetización y estudios de combinación con otros compuestos.

En el estudio en campo se deben de estudiar su comportamiento en las distintas zonas geográficas del país ya que poseemos diversas características climáticas en las distintas zonas geográficas del país.

Para su uso en monitoreo, es según Andrade et al (2000). 1 a 2 trampas por hectárea para poder determinar el momento y el tipo de aplicación a usar ya sea aplicación de insecticida químico sistémico o contacto y sobre todo el número de aplicaciones necesarias para poder controlar esta plaga.

Para su uso en trapeo masivo se utilizan de 5 a 10 trampas por hectárea, con el fin de atrapar el mayor número de insectos macho posible con el fin de poder llegar a controlar de una manera ecológica a este insecto y poder llegar a reducir el número de aplicaciones por ciclo del cultivo; el procedimiento establecido depende de los parámetros ya mencionado anteriormente como altura de colocación, distancia a los bordes de la parcela o densidades por lotes.

## VIII. CONCLUSIONES.

La técnica de trapeo de plagas en el país está siendo utilizada en el cultivo de palma para el control y monitoreo del picudo (*Rhynchophorus palmarum*) y en el cultivo de papa, para control y monitoreo de *Tecia solanivora*.

El factor principal de las feromonas sintéticas sexuales son los componentes de las mismas, por lo que se debe de realizar estudios a nivel local y nacional para determinar los componentes correctos y las condiciones climáticas favorables para esta técnica.

Con respecto al *Spodoptera frugiperda*, no se encuentran registros previos de control y monitoreo mediante el uso de trampas con feromonas sintéticas sexuales en el cultivo de maíz, siendo una práctica para reducir el índice de aplicación de los insecticidas; cabe recalcar que la técnica de trapeo no es una técnica de sustitución total de los insecticidas químicos, es una técnica más del manejo integrado de plagas, que se debe de aplicar a los cultivos a nivel nacional para garantiza la inocuidad de los productos alimenticios a nivel nacional.

## IX. RECOMENDACIONES.

Las recomendaciones que se pueden dar después de la investigación realizada son:

- ✚ Tener en cuenta los factores ambientales tales como temperaturas, precipitaciones, etc.
- ✚ Los componentes de la feromona a usar, son los principales puntos a tomar en cuenta para implementar esta técnica; por lo tanto, se deben estudiar el comportamiento de la feromona a usar en las regiones que se designen.
- ✚ También los aspectos de las trampas a usar y el medio acuoso, ya que, si en el medio acuoso se usa un componente o sustancia de mayor poder odorífero que el desprendido por la feromona, este interrumpiría la estela de olor provocada por la feromona y el insecto le sería imposible localizar el punto exacto donde se encuentra localizada la trampa.
- ✚ De manera general se puede recomendar la generación de nuevas alternativas para el control de los insectos plaga de gran importancia a nivel nacional, sobre todo a los cultivos de mayor índice de producción.
- ✚ Con respecto al uso de trampas para el control del *Spodoptera frugiperda*, uno de los aspectos principales es que mediante esta técnica se reduciría el impacto ambiental si se logra reducir el número de aplicaciones de pesticidas a los cultivos.

## X. BIBLIOGRAFÍA

- Acín Viu, P. 2009. IDENTIFICACIÓN DE LAS FEROMONAS Y LAS PROTEÍNAS APLICADAS EN LA PERSEPCIÓN FEROMONAS DE LEPIDÓPTEROS PLAGA: ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN DE LA FEROMONA DE LA VARIEDAD *Expodoptera exigua* ENCONTRADA EN ESPAÑA (en línea). *Tesis Ph.D con mención Europea*. Barcelona, España, Universidad de Barcelona. p. 50-102. Consultado 08 nov. 2018. Disponible en <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/41733/5/04>.  
[PAV ESTUDIO COMPOSICION FEROMONAL.pdf](#).
- Acosta, R. 2009. El cultivo del maíz, SU origen y clasificación. EL MAIZ en Cuba (en línea). Scientific Electronic Library Online, 30(2):s. p. Consultado 25 nov. 2018. Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362009000200016&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362009000200016&lng=es&tlng=es).
- Agudelo H, J; Santos Amaya, O; Aguilera Garramuño, E., Argüelles-Cárdenas, J. 2010. Evaluación de dos marcas comerciales de la feromona sexual de *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidade) en el Tolima, (Colombia) (en línea). *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(2):137-143. Consultado 09 nov. 2018. Disponible en <file:///C:/Users/claro/Downloads/Dialnet-EvaluacionDeDosMarcasComercialesDeLaFeromonaSexual-5624733.pdf>.
- Anaya Lang, A. 2003. *Ecología química* (en línea). Contreras, MM (ed.). San Rafael, Mexico (*en línea*), Plaza y Valdésa, S.A de C.V. p. 225. Consultado 25 set 2018. Disponible en [https://books.google.com.ec/books?id=H6j8zaDYSYEC&printsec=frontcover&dq=Ecologia+quim%C3%ADca&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwin1K7K\\_8XeAhVL3FMKHWkTBqgQ6AEIJjAA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=H6j8zaDYSYEC&printsec=frontcover&dq=Ecologia+quim%C3%ADca&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwin1K7K_8XeAhVL3FMKHWkTBqgQ6AEIJjAA#v=onepage&q&f=false).

- Andrade, R; Rodriguez, C; Oehlschlager AC. 2000. Optimization of a Pheromone Lure for *Spodoptera frugiperda* (Smith) in Central America (en línea). *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 11(6):609-613. Consultado 08 nov. 2018. Disponible en <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-50532000000600009>
- Andrews, K. 1980. The Whorlworm, *Spodoptera frugiperda*, in Central America and Neighboring Areas (en línea). *The Florida Entomologist*, 63(4):456-467. Consultado 27 set 2018, Disponible en <https://www.jstor.org/stable/3494530>. DOI: 10.2307/3494530.
- Batista-Pereira, L; Stein, K; de Paula, A; Moreira, J; Cruz, I; Figueiredo, M; Correia, A. 2006. Isolation, Identification, Synthesis, and Field Evaluation of the Sex Pheromone of the Brazilian Population of *Spodoptera frugiperda* (en línea). *Journal of Chemical Ecology*, 32(5):1085-1099. Consultado 29 set 2018, Disponible en DOI: <https://doi.org/10.1007/s10886-006-9048-5>.
- Beserra, EB; Dos S. Dias, CT; P. Parra, JR. 2002. DISTRIBUTION AND NATURAL PARASITISM OF SPODOPTERA FRUGIPERDA (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EGGS AT DIFFERENT PHENOLOGICAL STAGES OF CORN (en línea). *Florida Entomologist*, 85(4):588-593. Consultado 30 set. 2018 Disponible en DOI: [https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2002\)085\[0588:DANPOS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2002)085[0588:DANPOS]2.0.CO;2).
- Bosa, F; Fukumoto TF; Barreto, N. 2005. Evaluación de la técnica de la interrupción de la copula de *Tecia solanivora* Povolny (Lepidoptera: Gelechiidae) (original en inglés). **Evaluation of the mating disruption technique on *Tecia solanivora* Povolny (Lepidoptera: Gelechiidae)** (en línea). *Revista colombiana de entomología*, 31(2):45-150. Consultado 09 nov. 2018 Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-04882005000200007&lng=en&tlng](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882005000200007&lng=en&tlng).

Casmuz, A; Juárez, ML; Guillermina Socias, M; Murúa, MG; Prieto, S; Santiago Medina; Willink, E; Gastaminza, G. 2010. Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) (en línea). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 69(3-4):209-331. Consultado 29 oct 2018, Disponible en [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0373-56802010000200007&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0373-56802010000200007&lng=es&tlng=es)

Castillo Vellez, AE. 2013. CONTROL BIOLÓGICO DEL GUSANO COGOLLERO DE MAÍZ *Spodoptera frugiperda* (SMITH) CON LIBERACIONES DE *Telenomus remus* NIXON EN EL VALLE DE CASANGA, PALTAS (en línea). Tesis de Ing. Agr. Loja, Ecuador, UNL. Consultado 27 set 2018, Disponible en <http://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/11386>

FAO. (2017). Disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>

Fernández, JL. 2002. Nota corta: Estimación de umbrales económicos para *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo del maíz (en línea). *Invest. Agric. Prod. Prot. Veg*, 17(3):468-472. Consultado 27 set 2018, Disponible en [www.inia.es/sitemapa/revistas/iaspv/2002/vol17-3/fernandez.pdf](http://www.inia.es/sitemapa/revistas/iaspv/2002/vol17-3/fernandez.pdf)

Gaona Hernández, MdL. 2015. CARACTERIZACIÓN DE LA FEROMONA SEXUAL DE *Spodoptera frugiperda* J.E SMITH (LEPIDOPTERA: NOCTUDAE) DE UNA POBLACIÓN DEL ESTADO DE MERELO. (en línea). Tesis en maestría en ciencias MANEJO AGROECOLÓGICO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES, Yautepec, Morelos, IPN. p. 1-35. Consultado 27 set 2018, Disponible en <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/16130>

García Nevárez, G; Tarango Rivero, SH. 2009. *Manejo bioracional del gusano cogollero (en línea)* Baéz Iracheta, F (ed.). Delicias, chihuahua, Mexico, Inifap

(Intituto Nacional de Invetigaciones Foretales, Agrícolas y Pecuarias). Consultado 27 set 2018, Disponible en <http://www.compucampo.com/tecnicos/manejobiorracionalgusanocogollero-maiz.pdf>

Hidalgo Dávila, J. L. (2017). La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola: el sector florícola ecuatoriano ( en línea). *Maestría en Relaciones Internacionales Mención en Negociaciones Internacionales y Manejo de Conflictos*. Quito, Ecuador, Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador, p 50. Consultado 12 nov 2018, Disponible en <http://hdl.handle.net/10644/6095>

INTERCALIDAD. 2014. *GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOAS PARA MAÍZ DURO (en línea)*. p. 12-22. Ecuador. Consultado 27 set 2018, Disponible en [www.agrocalidad.gob.ec/documentos/dia/guia-maiz-duro.pdf](http://www.agrocalidad.gob.ec/documentos/dia/guia-maiz-duro.pdf)

Kuniyoshi Virrueta, CH. 2014. Evaluación el uso de feromonas para el control y monitoreo de Spodoptera frugiperda y Helicoverpa zea en maíz dulce ( en línea). Tesis de Ing. Agr. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Consultado 29 set 2018, Disponible en <http://hdl.handle.net/11036/2186>

MALO RIVERA, EA; VIRGEN SÁNCHEZ, A; VALLE MORA, J. 2006. TRAMPAS Y FEROMONAS COMERCIALES PARA MONITOREO DEL GUSANO COGOLLERO SPODOPTERA FRUGIPERDA (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE): Simposio de trampas y atrayentes en detección, monitoreo y control de Plagas de importancia económica (en línea). Barrera, JF; Montoya, P (ed.). Chiapas, Mexico, Sociedad Mexicana de Entomología, A. C. p. 35-40. Consultado 27 set 2018 Disponible en [http://www2.tap-ecosur.edu.mx/mip/pdf/Simposio\\_Trampas\\_2006.pdf#page=47](http://www2.tap-ecosur.edu.mx/mip/pdf/Simposio_Trampas_2006.pdf#page=47)



- Nestor, C. S. 1994. Las feromonas en la lucha integrada (en línea). *Horticultura: Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola: frutas, hortalizas, flores, plantas, árboles ornamentales y viveros*, (98):49-51. Consultado 2 oct 2018 Disponible en [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_Hort/Hort\\_1994\\_98\\_49\\_51.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Hort/Hort_1994_98_49_51.pdf)
- Ortras, L. 2008. *El cultivo de maíz: Fisiología y aspectos generales* (en línea). *Boletín Agrigan* 2008-7:1-4. Consultado 3 oct 2018 Disponible en <https://rdu-demo.unc.edu.ar/bitstream/handle/123456789/703/Agrigan%20bolet%C3%ADn%207.pdf?sequence=1>
- Reyes Prado, H; Varela Hernández, F. (2018). Detección y monitoreo de insectos plaga en cultivos agrícolas con feromonas sexuales (en línea). *Inventio, la génesis de la cultura universitaria en Morelos*, 13(31):43-45. Consultado 12 de nov 2018 Disponible en <http://inventio.uaem.mx/index.php/inventio/article/view/525>
- ROMERO LÓPEZ, AA; ARZUFFI, R; MORÓN, MÁ. 2005. Feromonas y atrayentes sexuales de coleópteros Melolonthidae de importancia agrícola (en línea). *Folia Entomológica Mexicana*, 44(2):233-245. Consultado 4 oct 2018 Disponible en <http://www.redalyc.org/html/424/42444212/>
- Salas, J. 2003. Evaluación de diseños de trampa, altura de colocación y tamaño de dispensadores de feromona en la captura de adultos de *Spodoptera frugiperda* (en línea). *Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* (70):50-54. Consultado 4 oct 2018 Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Jorge\\_Salas4/publication/275951815\\_Eval\\_disenos\\_y\\_altura\\_de\\_trampa\\_tamano\\_de\\_dispensador\\_feromona\\_SPFR/lin](https://www.researchgate.net/profile/Jorge_Salas4/publication/275951815_Eval_disenos_y_altura_de_trampa_tamano_de_dispensador_feromona_SPFR/lin)

<ks/554a5d920cf21ed21358e3e1/Eval-disenos-y-altura-de-trampa-tamano-de-dispensador-feromona-SPFR.pdf>

Salas, J; Alvarez , C; Parra, A. 2001. Captura de spodoptera frugiperda en trampas con feromonas (en línea). *Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* (59):48-51. Consultado 4 oct 2018 Disponible en <http://www.sidalc.net/repdoc/A1747e/A1747e.pdf>

Sánchez Ortega, I. 2015. Maíz I (Zea mays) (en línea). *Revista REDUCA (Biología)*, 7(2):151-171. Consultado 22 oct 2018 Disponible en <https://eprints.ucm.es/27974/1/MAIZ%20I.pdf>

Sosa, MA. 2003. Daño por Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz bajo siembra directa en diferentes épocas en el noreste santafesino (en línea). *Revista INTA - Estación Experimental Agropecuaria Reconquista*, p.1-4. Consultado 4 oct 2018 Disponible en <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2002/05-Agrarias/A-061.pdf>

VILLA CASTORENA, MM; CATALÁN VALENCIA, EA. 2004. DETERMINACIÓN DE ESTADIOS LARVALES DE SPODOPTERA (J. E. SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE PREDICCIÓN (en línea). *Folia entomologica*, 43(3):307-312. Consultado 4 oct 2018 Disponible en <http://www.redalyc.org/html/424/42443306/>

Zagatti, P. 1989. FEROMONAS SEXUALES DE LEPIDOPTERA (en línea). *CID Palmero*, 10(2):1-2. Consultado 22 oct 2018 Disponible en <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/223>

## XI. ANEXOS

