

**Subsecretaría de Educación Superior
Dirección General de Educación Superior Tecnológica
Instituto Tecnológico de la Zona Maya**

“Evaluación de extractos acuosos a base de *Azadirachta indica*, *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala*, sobre la mortalidad de gusano cogollero (*Spodoptera Frugiperda*).”

Informe Técnico de Residencia Profesional que presenta la C.

Alumno(a): Guadalupe González López

N° de Control 10870093

Carrera: Ingeniería en Agronomía

Asesor Interno: Dr. Fernando Casanova Lugo

Juan Sarabia, Quintana Roo

Diciembre 2014



ITZM

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA
EJIDO JUAN SARABIA, QUINTANA ROO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

El Comité de revisión para Residencia Profesional de la estudiante de la carrera de INGENIERÍA EN AGRONOMÍA, **GUADALUPE GONZÁLEZ LÓPEZ**; aprobado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya integrado por; el asesor interno Dr. Fernando Casanova Lugo, el asesor externo el Ing. Benjamín Vela Domínguez, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo titulado **“EVALUACIÓN DE EXTRACTOS ACUOSOS A BASE DE AZADIRACHTA INDICA, GLIRICIDIA SEPIUM Y LEUCAENA LEUCOCEPHALA , SOBRE LA MORTALIDAD DE GUSANO COGOLLERO (SPODOPTERA FRUGIPERDA).”** que presenta como requisito parcial para acreditar la asignatura de Residencia Profesional de acuerdo al Lineamiento vigente para este plan de estudios, dan fé de la acreditación satisfactoria del mismo y firman de conformidad.

A T E N T A M E N T E

Asesor Interno



Dr. Fernando Casanova Lugo

Asesor Externo



Ing. Benjamín Vela Domínguez

Juan Sarabia, Quintana Roo, Diciembre, 2014

RESUMEN

En los últimos años el uso indiscriminado de agroquímicos ha sido una de las principales causas de la resistencia de plagas en el cultivo de maíz, principalmente del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Una alternativa para el control de dicha plaga es el uso de extractos acuosos de especies locales. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar diversos extractos acuosos puros y combinados a base de *Azadirachta indica* (Ai), *Gliricidia sepium* (Gs) y *Leucaena leucocephala* (LI), sobre la mortalidad del gusano cogollero (*S. frugiperda*). Para obtener el insecto plaga se colectaron ejemplares de *S. frugiperda* en estado larval adulta en un cultivo de maíz. Se elaboró un protocolo de reproducción *in vitro* y con el material obtenido (larvas adultas) se procedió a montar un bioensayo con una duración de 6 días. Los extractos acuosos puros a evaluar fueron: Ai, LI y Gs, mientras que los tratamientos combinados fueron: Ai + LI, Ai + Gs, y Ai + LI + Gs. Para la elaboración estos extractos se recolectaron hojas frescas de todas las especies, y se utilizó 250 g de hojas frescas trituradas por litro de agua. La aplicación fue de 3 ml y se realizó en dos ocasiones con un atomizador. Los datos fueron analizados por medio de una ANOVA de una vía. Los resultados muestran que el consumo promedio del gusano cogollero fue de 1.5 g y el peso de los gusanos cogolleros fueron 0.39 g a 0.50 g durante el bioensayo. Los extractos acuosos a base de LI (puro) y Ai + LI (combinado), tuvieron los mejores resultados sobre la mortalidad del gusano cogollero (87 % y 70%, respectivamente). Se concluye que el extracto de la *L. leucocephala* fue la más efectiva para controlar las poblaciones de gusano cogollero y la combinación del extracto *A. indica* y *L. leucocephala* combinados puede elevar la efectividad, mismos que podrían ser empleadas como herramientas para el control integrado de plagas.

Palabras clave: bio-insecticida, control biológico, plaga del maíz, recursos locales

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	2
II. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
III. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1. El cultivo de maíz.....	4
3.2. Principales plagas del maíz.....	5
3.2.1. Barrenador del tallo (<i>Diatraea</i> sp.).....	6
3.2.2. Gusano cortador (<i>agrotis ypsilon</i>)	6
3.2.3. Barrenador menor del maíz (<i>Elasmopalpus lignosellus</i>).....	7
3.2.4. Pulgones (<i>Rhopalosiphum maidis</i>)	8
3.2.5. Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>).....	9
3.3. Daños que ocasiona el gusano cogollero.....	14
3.4. Métodos de control para combatir al gusano cogollero.....	16
3.4.1. Control químico.....	16
3.4.2. Control cultural.....	17
3.4.3. Control biológico.....	18
3.5. Usos de extractos vegetales en el control plagas.....	19
3.6. Métodos para la elaboración de extractos vegetales.....	19
3.7. Papel de los metabolitos secundarios en la agricultura moderna.....	21
3.8. Descripción de las especies.....	22

3.8.1. Nim (<i>Azadirachta indica</i>).....	22
3.8.2. Cocoíte (<i>Gliricidia sepium</i> Jacq.).....	25
3.8.3. <i>Leucaena leucocephala</i> Jacq.....	30
IV. METODOLOGÍA.....	33
4.1. Sitio experimental.....	33
4.2. Protocolo para la reproducción del gusano cogollero.....	33
4.2.1. Colecta de gusanos en campo.....	33
4.2.2. Crianza del gusano cogollero.....	34
4.2.3. Ovoposición y conteo de larvas.....	37
4.3. Elaboración de extractos.....	38
4.4. Descripción del bioensayo (<i>in vitro</i>).....	40
4.5. Variables de respuesta.....	43
4.5.1. Peso inicial y final del gusano cogollero.....	43
4.5.2. Consumo de alimento del gusano cogollero.....	43
4.5.3. Mortalidad del gusano cogollero.....	44
4.6. Análisis estadístico.....	45
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
5.1. Reproducción <i>in vitro</i> del gusano cogollero.....	46
5.2. Peso del gusano cogollero.....	47
5.3. Consumo de alimento.....	48
5.4. Mortalidad.....	50
VI. CONCLUSIONES.....	53

VII. APORTE AL PERFIL PROFESIONAL.....	54
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
IX. ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Metabolitos secundarios reportados.....	25
Cuadro 2. Metabolitos secundarios reportados en el cocoite (<i>Gliricidia sepium</i> jacq) en el Nim (<i>Azadiracta indica</i>).....	29
Cuadro 3. Metabolitos secundarios reportados en el huaxim (<i>Leucaena leucocephala</i>)	32
Cuadro 4. Dosis para la preparación de los extractos acuosos.....	39
Cuadro 5. Mortalidad del gusano cogollero durante el periodo experimental.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gusano barrenador del tallo del maíz.....	6
Figura 2. Gusano cortador del tallo del maíz.....	7
Figura 3. Gusano barrenador menor del maíz.....	8
Figura 4. Pulgón del maíz.....	8
Figura 5. Gusano cogollero (<i>S.frugiperda</i>) del maíz.....	9
Figura 6. Ciclo biológico del gusano cogollero.....	10
Figura 7. Fases de larva del gusano cogollero.....	12
Figura 8. Fase de pupa del gusano cogollero.....	13
Figura 9. Polilla del gusano cogollero.....	14
Figura 10. Planta de Maíz afectada por el gusano cogollero.....	15
Figura 11. Diferentes partes del Árbol del Nim. a) Flor, b) fruto, c) hoja y d) tronco.....	23
Figura 12. Diferentes partes del Árbol del <i>G.sepium</i> . a) Flor, b) hoja y c) tronco.....	27
Figura 13. Diferentes partes del Árbol del <i>L.Leucocephala</i> . a) Flor, b) hoja y c) fruto	31
Figura 14. Colecta del gusano cogollero.....	34
Figura 15. Crianza del gusano cogollero.....	35
Figura 16. Dieta natural.....	36
Figura 17. Etapa pupal del gusano cogollero.....	36

Figura 18. Alimentación y ovoposición de las palomillas.....	37
Figura 19. Colecta de las especies.....	38
Figura 20. Elaboración de los extractos.....	40
Figura 21. Etapas del bioensayo	42
Figura 22. Peso del gusano cogollero	43
Figura 23. Consumo del alimento del gusano cogollero a) alimento y b) peso del alimento	44
Figura 24. Mortandad del gusano cogollero.....	45
Figura 25. Número de larvas eclosionadas.....	46
Figura 26. Peso inicial del gusano cogollero. Ai, <i>Azadiracta indica</i> ; LI, <i>Leucaena leucocephala</i> , Gs, <i>Gliricidia sepium</i>	47
Figura 27. Pero final del gusano cogollero. Ai, <i>Azadiracta indica</i> ; LI, <i>Leucaena leucocephala</i> , Gs, <i>Gliricidia sepium</i>	48
Figura 28. Consumo de alimento en la primera porción	49
Figura 29. Consumo de alimento en la segunda porción	50
Figura 30. Mortalidad acumulada del gusano cogollero con la aplicación de extractos acuosos de diferentes especies locales.....	52

I. INTRODUCCIÓN

En los últimas décadas el árbol de Nim (*Azadirachta indica*) ha sido utilizado en numerosas partes del mundo para el control de plagas de los cultivos. Diversos estudios indican que esta especie posee un compuesto llamado “Azadiractina” que se encuentra en las diversas partes de la planta, pero son los frutos los que poseen la mayor concentración (Gutiérrez, 2010).

A pesar de lo anterior, el uso del extracto del Nim para el control de plagas aun es limitado, debido posiblemente a la baja disponibilidad del fruto durante todo el año. Una alternativa para los agricultores es utilizar extractos elaborados a base de las hojas del Nim, aunque se ha demostrado que dichos extractos poseen menores concentraciones de Azadiractina comparado con los frutos, por lo que su eficacia en el control de plagas relativamente menor y lo que también limita su uso generalizado (Osuma, 2005).

Por lo tanto, es necesario buscar y evaluar nuevas alternativas para mejorar el control de plagas a partir de extractos vegetales y con ello reducir el uso de insumos sintéticos comerciales que incrementan los costos de producción, además de que son perjudiciales para la salud humana y el ambiente (Bahena,2003).

Una opción potencial para incrementar la efectividad de las hojas del Nim como plaguicida consistiría en combinarla con otras especies arbóreas utilizadas con ese mismo propósito. Por ejemplo, en la península de Yucatán existe una amplia diversidad de especies arbóreas multipropósito; entre las que se encuentran especies arbóreas como Cocoite (*Gliricidia sepium*), huaxin (*Leucaena leucocephala*), entre otras, que pudieran ser utilizadas para el control de diversas plagas, debido a que producen ciertos metabolitos secundarios como resultado de sus mecanismos de defensa (e.g. herbívora). Entre esos compuestos se encuentran principalmente los taninos, saponinas, compuestos fenólicos, terpenoides, azufrados, esteroides, alcaloides, entre otros (Cortez, 2002).

A pesar de lo anterior no se conoce el efecto (positivo o negativo) que pudiera tener dicha combinación de extractos vegetales, en comparación con el extracto de Nim puro. Por lo tanto; el propósito de la presente trabajo es evaluar la combinación de extractos vegetales a partir de las hojas de Nim, huaxin, y cocoite, en el control del gusano cogollero del maíz (*S. frujiperda*) en condiciones de laboratorio.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el uso de extractos acuosos elaborados con *Azadirachta indica*, *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala* puros y combinados, sobre la mortalidad de gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*) en condiciones *in vitro*.

2.2. Objetivos específicos

- Elaborar un protocolo para la reproducción del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) del maíz en condiciones *in vitro*.
- Cuantificar el peso inicial y final del gusano cogollero durante el bioensayo.
- Estimar el consumo de alimento del gusano cogollero durante el bioensayo.
- Determinar la mortalidad del gusano cogollero durante el bioensayo.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. El cultivo de maíz

El maíz es un cereal nativo de América, cuyo centro original de domesticación fue Mesoamérica, desde donde se difundió hacia todo el continente. No hay un acuerdo sobre cuándo se empezó a domesticar el maíz, pero los indígenas mexicanos dicen que esta planta representa, para ellos, diez mil años de cultura. El nombre maíz, con que se lo conoce en el mundo de habla española, proviene de mahís, una palabra del idioma taíno, que hablaban pueblos indígenas de Cuba, donde los europeos tuvieron su primer encuentro con este cultivo. Debido a su productividad y adaptabilidad, el cultivo del maíz se ha extendido rápidamente a lo largo de todo el planeta después de que los españoles y otros europeos exportaran la planta desde América durante los siglos XVI y XVII. El maíz es actualmente cultivado en la mayoría de los países del mundo y es la tercera cosecha en importancia (después del trigo y el arroz).

México produce el 2.7% del maíz en el mundo (23 millones de toneladas en 2010), siendo el 4º productor a nivel global, detrás de Estados Unidos, China y Brasil. Nuestro rendimiento promedio por hectárea es de 3.2 toneladas (lugar 78 de 164 países que producen este grano en el mundo) el promedio mundial es de 5.2 ton/ha.

México es el mercado más grande de maíz en el mundo, representando el 11% del consumo mundial. Cada mexicano consume, en promedio 123 kg de maíz anualmente, cifra muy superior al promedio mundial (16.8 kg percapita) (SAGARPA 2010)

La disminución del rendimiento debido a las plagas alcanza entre un 20-30% o hasta el 60% en la mayoría de los cultivos, a pesar del incremento substancial en el uso de plaguicidas (cerca de 500 mil de toneladas de ingrediente activo a nivel mundial) esto es un síntoma de la crisis ambiental que afecta a la agricultura. Por otro lado, las prácticas agrícolas modernas afectan negativamente a los enemigos naturales de las plagas, los que a su vez no encuentran las condiciones necesarias para reproducirse y así poder suprimir biológicamente a las plagas en los monocultivos. (Nava *et al.*, 2012).

3.2. Principales plagas del maíz

El maíz tiene diferentes usos como forraje, como fuente de alimento, aceite etc. cabe mencionar que una de las limitantes son los insectos plagas. Debido que atacan al cultivo desde la raíz hasta la pinta del apical, siendo el gusano cogollero (*Spodoptera* f.) su principal plaga destructiva del cultivo ya que afecta el crecimiento del cultivo así como su producción de igual forma se presentan otras plagas de menor índice de daño en el cultivo. (D. Brand.C.R.2010)

3.2.1. Barrenador del tallo (*Diatraea* sp.)

Las larvas de mariposa color crema con puntos negro que barrenan los tallos causando debilitamiento, empujando dentro del tallo y los agujeros de salida pueden hacer que este se quiebre.

Daño: En el maíz, la primera alimentación se presenta en el cogollo o verticilio.

Los hoyos son visibles cuando se desenrollan las hojas del cogollo (figura de abajo a la izquierda). Más tarde, las larvas barrenan hacia abajo de las nervaduras centrales de las hojas dentro del tallo.



Figura 1. Gusano barrenador del tallo del maíz.

3.2.2. Gusano cortador (*agrotis ípsilon*) Gusano de color oscuro, él adulto es una polilla de color gris a castaño, vive y deposita sus huevos en el suelo, troza las plántulas por la base del tallo, también se alimentan del follaje y son de hábitos nocturnos. En los 2 primeros estadios se alimentan raspando los tallos tiernos u

hojas tiernas y al 3 estadio actúan como cortadores en plantas en siembras directas.



Figura 2. Gusano cortador del tallo del maíz.

3.2.3. Barrenador menor del maíz (*Elasmopalpus lignosellus*)

Las larvas perforan a la planta a la altura del cuello produciendo el secado del cogollo y muerte de la planta. Se usan Varios insecticidas sistémicos para su control.



Figura 3 .Gusano barrenador menor del maíz.

3.2.4. Pulgones (*Rhopalosiphum maidis*)

Las ninfas y los adultos se alimentan de la savia de las hojas, reducen su área fotosintética estos transmiten virus son ápteros o alados (Ramón *et al.*, 2008).

Daño: Los daños mayores se dan durante la primavera. Atacan primero hojas y vainas, luego a espigas, produciendo un debilitamiento de la planta generalizado por succión de savia.



Figura 4. Pulgón del maíz.

3.2.5. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Ángulo (2000), señala que el gusano cogollero es la larva de la mariposa nocturna *S. frugiperda*, que ataca principalmente maíz.



Figura 5. Gusano cogollero (*S.frugiperda*) del maíz.

En la república mexicana a este insecto se le puede localizar en algunos zonas de siembra del maíz, destacando los estados de Baja california, Baja california sur, sonora, Sinaloa, Nayarit, Guadalajara, Colima, Nuevo león, Chihuahua, Michoacán, Oaxaca, Guerrero, Veracruz, Chiapas, Campeche y Quintana Roo (Orega 1974).

Esta plaga ocasiona severos daños, y puede provocar pérdidas que van desde un 20% hasta la pérdida total del cultivo desde las primeras etapas del desarrollo de

la plata e incluso cuando este se encuentra en épocas de floración (Sagarpa 2010).

a) Ciclo biológico de *S.frugiperda*

El ciclo de vida del gusano cogollero se completa aproximadamente en 30 días en verano, 60 días en primavera y 90 días durante el invierno (All et al.,1998) este insecto se encuentra ampliamente distribuido en América, y a medida que las condiciones ambientales se lo permiten puede llegar a colonizar amplias zonas devastando los cultivos.(Murua et al.,2004). *S. frujiperda* es de hábitos nocturnos, la ovoposición se lleva a cabo sobre las hojas o en el envés de las mismas en donde se colocan masas de huevecillos, los cuales están cubiertos por una capa escamosa que los protege del ataque de algunos parasitoides o depredador, en estas masas de huevecillos se pueden encontrar desde 100 hasta 200 individuos de manera individual que genera un solo organismo totalmente independiente, la duración de este periodo es de aproximadamente 3 días.

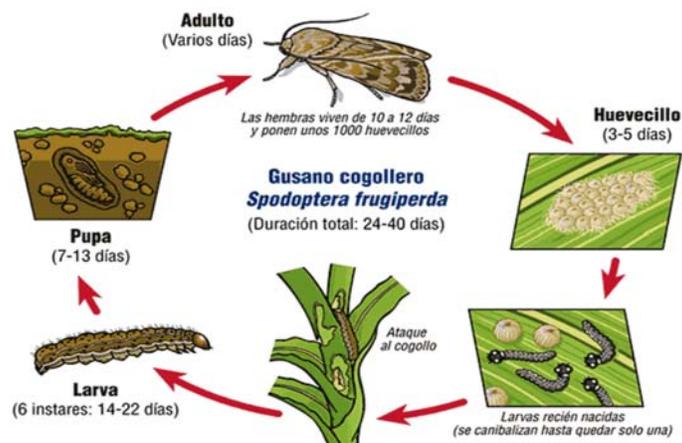


Figura 6. Ciclo biológico del gusano cogollero.

b) Estado de larva

El siguiente estado de desarrollo de este insecto es la larva, la cual incluye 6 instares diferenciándose una de otra principalmente por el color y el tamaño. Durante el desarrollo se pueden diferenciar perfectamente los estados a los que pertenece, estos pueden estar estrechamente marcados por el ancho y longitud de la cabeza. También por la coloración del cuerpo y longitud. (Villa et al., 2004).

Las larvas más jóvenes (de primer instar) presentan una coloración café en todo el cuerpo midiendo 1.7mm, la cabeza por su parte tiene una coloración negra la cual llega a medir hasta 0.35mm, durante el segundo instar la cabeza se torna de color naranja llegando a medir 0.45mm, el cuerpo de la larva continua café pero llega a medir hasta 3.5mm, durante el tercer instar de desarrollo, la cabeza alcanza los 0.75 mm de longitud y el cuerpo es de color café oscuro, midiendo 6.4mm apareciendo unas líneas blancas laterales: del cuarto al sexto instar, la longitud de la cabeza alcanza de 1.3 a 2.6 mm tornándose un color rojo y café, el cuerpo alcanza de 10.0 a 34.5 mm de longitud, el color del cuerpo permanece café o verdoso con una líneas blancas en la parte dorsal y lateral del cuerpo. Las larvas maduras pueden identificarse perfectamente debido a que presentan forma de "Y" invertida de color blanco en la parte frontal de la cabeza, además llegan a presentar unas manchas negras en la parte lateral y el cuerpo toma un aspecto rugoso.



Figura 7. Fases de larva del gusano cogollero

c) Estado de pupa

El siguiente estado de desarrollo es la pupa generalmente se desarrolla en el suelo, el hábito de este lepidóptero es enterrarse cuando ocurre este cambio. El color de la pupa es rojo caoba o café llegando a medir hasta los 18 mm de longitud, la temperatura es un factor determinante en el desarrollo de la misma debido a que no soporta climas muy fríos, se desarrolla en un rango de temperatura que fluctúa entre los 26°C y 32°C.este periodo dura de 8 a 10 días en verano y de 20 a 30 días en invierno (Vivas, 2003).



Figura 8. Fase de pupa del gusano cogollero

d) Estado adulto

Los adultos del gusano cogollero se convierte en una palomilla de hábitos nocturnos, que poseen gran capacidad de dispersión y viajan hasta varios kilómetros y prefieren los climas templados con un alto porcentaje de humedad relativa en el ambiente. Los machos pueden diferenciarse de las hembras (dimorfismo sexual) por caracteres físicos, en los machos se presentan una coloración de gris a café en las alas con manchas triangulares en las puntas y en el centro de las alas. En las hembras se puede distinguir un color más homogéneo en las alas gris y café. Por lo general, las hembras ovopositor una gran cantidad de huevecillos durante sus primeros 5 días de vida, teniendo un promedio de vida de 10 días para ambos sexos de la especie.

a) hembra



b) macho



Figura 9. Polilla del gusano cogollero.

3.3. Daños que ocasiona el gusano cogollero

El gusano cogollero hace raspaduras sobre las partes tierna de las hojas, que posteriormente aparece como pequeñas aéreas translucidas; una vez que la larva alcanza cierto desarrollo, empieza a comer follaje perfectamente en el cogollo y al desplegarse, las hojas muestran una hilera regular de perforaciones a través de la lámina o bien aéreas alargadas comidas. Los huecos presentados en las hojas se distribuyen mientras la planta va creciendo originando estructuras de tipo ventanas a lo largo de toda las hoja dañada. En esta fase es característico observar los excrementos de la larva en forma de aserrín (Ortiz, 2010).



Figura 10. Planta de Maíz afectada por el gusano cogollero

Las larvas recién nacidas se alimentan de un lado de la hoja, dejando la capa de epidermis del lado opuesto intacta. A partir del II o III estadio larval, comienzan a perforar las hojas. Cuando se alimentan en el punto de crecimiento (cogollo), producen un tipo de daño característico que consiste en una fila de perforaciones. 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 reduciéndose así su capacidad fotosintética. En la última parte de esta etapa del cultivo, la larva puede causar daños a la panoja que se desarrolla dentro de la hoja bandera, pero su importancia es muy relativa. 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 (Casmuz *et al.*, 2010).

3.4. Métodos de control para combatir al gusano cogollero

Las alternativas actuales para el control de esta plaga, se basan principalmente al manejo que se le proporcione al cultivo, de esta manera se puede derivar algunas prácticas que son necesarias tanto para controlar como para poder garantizar que no se lleve a cabo la infestación del mismo. (Gladstone y Hruska., 2003). algunas medida de control pueden ser de tipo cultural, químico y biológico.

3.4.1. Control químico

Durante muchos años, para reducir los efectos nocivos del cogollero, se ha dependido del uso de insecticidas químicos, en muchas ocasiones las efectividades han sido bajas, debido a que estas se han realizado después que ha pasado el estado ideal para controlar la plaga y la edad más apropiada del cultivo. El uso indiscriminado de insecticidas químicos ocasiona altos costos, contaminación ambiental y la resistencia de la plaga a estos productos.

El uso continuo de químicos ha provocado una mayor resistencia en los insectos y enfermedades, y ha eliminado a los enemigos naturales de las plagas así como

también elimina insectos benéficos. La Revolución Verde está basada en el monocultivo de variedades vegetales resistentes, apoyadas por el uso de una gama de productos químicos de síntesis artificial y alta tecnología, que lo por lo general no están al alcance de la mayoría de los agricultores y que han ocasionado la pérdida de la capa fértil de los suelos, disminución de la biodiversidad, contaminación, reducción de la mano de obra y graves alteraciones a la salud. Agroquímicos más utilizados y efectos que producen en el ser humano, (Alexandra *et al.*, 2008).

Malation, Metamidofos, Monocrotophos, Metomilo, Lannate, Terbufos, Dupont, Carbamatos (Metomil), Piretroides (Delta-Metrina y Cipermetrina) y los Organofosforados (Parathion, Phosolane) (Figueroa Brito, 2011).

3.4.2. Control no químico

En este tipo de control consiste en una buena preparación del suelo con la finalidad de destruir las fases de larva y pupa que se encuentren en el subsuelo cuando se expongan al ataque de enemigos naturales o a la acción directa de la interperie. para garantizar una buena práctica de control es también necesario tener en cuenta eliminar plantas hospederas donde pudiera alojarse la plaga. Además se debe considerar una mayor densidad de siembra, para permitirle al cultivo tolerar mejor el daño producido por las plagas a las cuales es susceptible.

En algunas ocasiones también es importante tener en cuenta la rotación de cultivos especialmente con leguminosas, lo que favorece al suelo.

3.4.3. Control biológico

Mediante el empleo de extractos vegetales propios de cada sector, pueden disminuir el uso de agroquímicos, como alternativa, los productos naturales provenientes de una gran variedad de plantas actúan inhibiendo, repeliendo, disuadiendo o eliminando insectos plagas de distinto tipo (rastreros, voladores, chupadores, defoliadores, etc.) y también estimulando procesos vitales de los cultivos para fortalecerlos y así protegerse de los ataques de las distintas plagas. Algunas de estas plantas han sido estudiadas científicamente y otras siguen vigentes por leyenda popular (Duke, 1990). La mayoría de las especies de plantas que se utilizan en la protección vegetal exhiben un efecto insectistático más que insecticida, es decir, inhiben el desarrollo normal de los insectos; (Celis *et al.*, 2008).

Los hongos entomopatógenos tienen un gran potencial para programas de manejo integrado de plagas debido a su especificidad, modo de acción y la facilidad de aplicación siendo estos de gran utilidad como control biológico, (Pavone *et al.*, 2009).

Dentro de otras alternativas de manejo del cogollero tenemos el uso de insecticidas a base de extractos de plantas que además de ser muy eficientes, más baratos, no atacan a los insectos benéficos, se producen fácilmente y no ocasionan contaminación ambiental; contribuyendo de esta manera a solucionar la problemática generada por el uso de insecticidas químicos.

3.5. Usos de extractos vegetales en el control plagas

Dentro de la agricultura orgánica se emplea extractos de plantas vegetales, se pueden realizar, infusiones, decocciones, macerado, extractos de hojas o flores, son usos usados como bio-plaguicidas o naturales, plaguicidas botánicos, por lo que son aplicados para controlar plagas, se descomponen rápidamente y no causan resistencia a la plaga con el objetivo de reducir el impacto ambiental y enfermedades humanas causadas por químicos. (Alfonso, 2002).

3.6. Métodos para la elaboración de extractos vegetales

Decocción: Se remojan las hierbas frescas o secas en agua por un día, luego se ponen a hervir a fuego lento por 20 a 30 minutos y se deja enfriar el líquido en la misma olla, estando tapada.

Infusión: En un recipiente colocar 2 libras de plantas más agua hirviendo. Tapar el recipiente y dejar en reposo por 12 a 24 horas para luego filtrar el líquido antes de aplicar.

Zumo: Se lo obtiene machacando, moliendo o licuando las partes frescas de las plantas. La papilla obtenida se la exprime para obtener el jugo o líquido.

Maceración: Se coloca en un recipiente las partes de las plantas, luego se le añade agua fría y se lo deja por espacio de 1 a 2 días, transcurrido este tiempo se filtra y se usa.

Purín fermentado: En un recipiente de cerámica o madera se colocan las plantas frescas con agua y se lo tapa de tal manera que entre aire. Se lo debe remover diariamente por dos semanas aproximadamente hasta que se oscurezca y cese de espumar señal de que está listo para ser usado.

Hidrolatos: En un recipiente se coloca 2 libras de la planta picada a usar, se adicionan 10 litros de agua, se tapa la olla y se coloca al fuego por 30 minutos, luego se deja enfriar sin retirar la tapa y reposar durante 3 días (Ramón Alexandra *et al.*, 2008).

3.7. Papel de los metabolitos secundarios en la agricultura moderna

Los metabolitos secundarios vegetales, también conocidos como compuestos secundarios, se han utilizado para describir un diverso grupo de moléculas involucradas en la adaptación de las plantas al ambiente y que no son parte de las vías metabólicas primarias del crecimiento y la reproducción celular (McSweeney *et al.*, 2003).

Existen varios miles de estos compuestos (Krueger *et al.*, 2003), que suelen ser agrupados según las sustancias químicas que los constituyen en: fenólicos (taninos, fitoestrógenos y cumarinas); toxinas nitrogenadas (alcaloides, glicósidos cianogénicos, glucosinolatos, aminoácidos tóxicos, lectinas e inhibidores de las proteasas); terpenos (lactonas sesquiterpénicas, glicósidos cardíacos, saponinas); hidrocarburos poliacetilénicos y oxalatos (Ramos *et al.*, 1998).

Dada a las sustancias químicas que puedan tener algunas especies no se sabe mucho sobre la compatibilidad entre metabolitos.

Existen gran cantidad de tipos de metabolitos secundarios en plantas y se pueden clasificar según la presencia o no de nitrógeno en su composición, no obstante, los tres grupos de metabolitos secundarios mas importantes en las plantas son: los

terpenoides (o isoprenoides), fenilpropanoides (o compuestos fenolicos) y los alcaloides (este último grupo lleva nitrógeno en su estructura). (Valle ,208)

3.8. Descripción de las especies

3.8.1. Nim (*Azadirachta indica*)

El extracto de hojas y frutos del árbol del nim (*Azadirachta indica* A. Juss) originario de la india (Gutiérrez et al.,1999) su empleo y usos se dan desde el año 1900 y a partir de ese entonces se aprovecha para el control de diferentes plagas agrícolas, repelentes de insectos etc. su clasificación taxonómica del nim es la siguiente:

Reino: Vegetal.

División: Spermatophyta.

Subdivisión: Angiospermae.

Clase: Geraniales.

Familia: Meliaceae.

Genero: Azadirachta.

Especie: Azadirachta indica A. Juss.

Sinónimos: Antelea Azadirachta,

Melia Azadirachta, Melia indica



Figura 11. Diferentes partes del Árbol del Nim.

El Nim es un árbol originario del sudeste asiático, cuyas hojas y semillas se utilizan para el control del cogollero o *Spodoptera* al actuar sus extractos como inhibidores del desarrollo. Todas las partes del árbol de Nim contienen químicos naturales que se utilizan como insecticida, pero es la semilla la que contiene mayor cantidad de extracto que se usa para hacer el insecticida. El efecto

insecticida se lo da una sustancia que se llama azadirachtin que detiene la alimentación del insecto y no lo deja reproducirse o desarrollar metamorfosis completa.

Los productos derivados del Nim son altamente efectivos en su actividad como plaguicida, con efectos específicos en los diferentes estados del crecimiento de los insectos, actuando como antialimentarios y de repelencia ocasionados en los órdenes Coleóptera, Homóptera, Ortóptera, Hemíptera, Lepidóptera, etc. Los extractos vegetales de plantas son usados como controladores biológicos de insectos plagas, los extractos de Nim y cocohite tanto en México como América Central se usan como bio- insecticidas y repelentes de insectos (Montes-Molina et al., 2008). Con extractos de nim, mata-raton o lambda-cihalotrina reduce la emisión de CO₂ significativamente en comparación con el suelo no tratado con la mayor, Oxidación de CH₄ lo que fue inhibida por los extractos de Nim y *Gliricidia sepium* (Méndez et al., 2009).

Cuadro 1. Metabolitos secundarios reportados en el Nim (*Azadiracta indica*)

Edad de la Planta	Lugar	Metabolito(s)	Fuente
7 años	India	Azadiractina Meliantrol Alcaloides	Rodríguez et al., 2003
5 años	África	Azadiractina Fenoles Talcoides	Montejo et al., 2011
10 años	Pakistán	Terpenoides Salanin, Tetranortriterpenoide	Correa et al., 2000

3.8.2. Cokoíte (*Gliricidia sepium* Jacq.)

Esta es una especie originaria de centro América actualmente se encuentra en Sudamérica y en América central, este árbol mide entre 12 metros de altura aprox. Su ramificación empieza a crecer 1 m su copa es de una forma ovalada, su follaje es de color verde claro, las hojas son compuestas desde 14 cm alternas, sus flores son de un color rosado que miden 1 cm son dispuestas en racimos sus frutos legumbres verdes aplanadas de 10 cm con varias semillas, *Gliricidia sepium* es una leguminosa árbol que se ha utilizado en sistemas de cultivo del callejón en la región semiárida del noreste de Brasil debido a su buen desarrollo bajo condiciones de estrés de agua. Gracias a su alta capacidad de producir biomasa y disponibilidad hídrica, se le da un manejo agrícola tanto forrajera como para la preparación de fungicidas orgánicos. (Pérez et al; 2008).

Taxonomía

Phylum: plantae

Subphylum: spermatophyta

Clase: magnoliopsida

Orden: rosidas

Familia: favelas

Subfamilia: leguminosas

Nombres comunes

- **Colombia:** Matarratón.
- **Honduras:** Cacao de maricón, cacahuananche..
- **Filipinas:** kakawate, madre cacao.
- **Ecuador y Guatemala:** madre cacao, (Purdue University, 2008).



Figura 12. Diferentes partes del Árbol del *G.sepium*. a) Flor, b) hoja y c) Tronco.

Es muy melífera y su floración es muy llamativa se utiliza como sombrero para cacao, las hojas pueden emplearse como insecticidas y su raíz produce una sustancia venenosa. (Desarrollo de la Costa Atlántica Colombiana en plantas, 2010).

Esta leguminosa pueden sustituir la fertilización nitrogenada en una proporción de 0 a 200 kg de nitrógeno por hectárea, exponen que las hojas de la *Gliricidia sepium* son empleadas como repelente de ectoparásitos (Cuervo *et al.*, 2013)

Al realizar la clasificación taxonómica del matarratón el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia lo ubican en el Reino Plantae, Phylum *Magnoliophyta*, Clase *Magnoliopsida*, Orden *Fabales*, Familia *Fabaceae*, Género *Gliricidia*. (Cuervo *et al.*, 2013).

Tanto las hojas como las semillas y las raíces de esta planta se usan como rodenticida; su atractiva y abundante floración es aprovechada por las abejas y al no ser muy denso su follaje permite la filtración de luz necesaria para el crecimiento de las especies del estrato inferior. Al ser la *Gliricidia sepium* una leguminosa, a los tres meses de sembrada a la estaca le aparecen las bacterias nitrificantes en sus raíces, mostrándose como pequeños nódulos que fijan nitrógeno por medio de una relación entre la planta y la bacteria *Rhizobium*, esto origina una transferencia directa de Nitrógeno, de los árboles a la hierba . Esta leguminosa puede sustituir la fertilización nitrogenada en una proporción de 0 a 200 kg de nitrógeno por hectárea. Exponen que las hojas de la *Gliricidia sepium* son empleadas como repelente de ectoparásitos, (Aragón-García *et al.*, 2008).

De los extractos de *Gliricidia* se han identificado metabolitos secundarios entre los que destacan los fenoles, alcaloides, flavonoides, aceites esenciales y saponinas, (Urdaneta et al., 2013)

El uso de ingredientes botánicos conocidos y la identificación de árboles locales para desarrollar nuevos productos para ofrecer alternativas que pueden combinar agricultura seguridad y eficiencia en el manejo de plagas, (Revista Protección Vegetal et al.,2013).

Cuadro 2. Metabolitos secundarios reportados en el cocoíte (*Gliricidia sepium* jacq).

Edad de la Planta	Lugar	Metabolito(s)	Fuente
10 años	Costa Rica	Fenoles Alcaloides Saponinas Taninos	Sagers et al.,1995
5 años	Caracas, Venezuela	Saponinas Fenoles Alcaloides Flavonoides	Kaniampady et al., 2007
7 años	San Diego,	Mimosina Saponinas	Kumar y Shing, 1984

3.8.3. *Leucaena leucocephala* Jacq.

Leucaena es una leguminosa arbustiva o arbórea (Figura 13). Se encuentra distribuida en todo el mundo tropical. Donde encuentra su mejor habitat (D`mello y taplin.1981).

Reino: plantae

División: magnoliophyta

Clase: magnoliopsida

Orden: fabales

Familia: fabaceae

Subfamilia: mimisoideae

Género: leucaena benth.

Esta leguminosa tiene la habilidad de reducir grandes cantidades de hojas y rebrotes con un alto contenido de proteínas (18-33%) y materia seca (20-25%) lo cual aunado a su contenido de vitaminas y minerales ha estimado su utilización en nutrición animal. Principalmente raciones para bovinos (jones.1979).actualmente se ha intensificado la atención prestada a la leucaena en países con recursos naturales escasos. Que ha incluido la propagación intensiva y el aprovechamiento integral y racional de esta planta (FIRA, 1980).



Figura 13. Diferentes partes del Árbol del *L.Leucocephala*.

La leucaena es una planta tropical que crece durante todo el año pero prospera mejor en zonas con altas temperaturas (25-35 °C) (Brewbaker *et al.*, 1979).la precipitación fluvial distribución y cantidad de lluvia están relacionadas en forma directa con la producción de leucaena, la cual se desarrolla en aéreas con precipitación que baria desde 500m a más 1.500m (Gutiérrez *et al.*, 1984).

El follaje de leucaena constituye un valioso ingrediente en raciones para ganado y en menor proporción para aves, el valor nutritivo del follaje de leucaena varia con el lugar, edad y estación de la cosecha.

Cuadro 3. Metabolitos secundarios reportados en el huaxim (*Leucaena leucocephala*)

Edad de la Planta	Lugar	Metabolito(s)	Fuente
1 año	Tailandia	Mimosina Alcaloides	Rayaden et al., 1978
3 años	Honduras	Taninos Fenoles	Royal botanic gardens et al., 2007
2 años	Cuba	Saponinas	Galindo et al., 2005

IV. METODOLOGÍA

4.1. Sitio experimental

La presente residencia profesional se realizó en el Instituto Tecnológico de la Zona Maya, ubicado en el ejido Juan Sarabia en la carretera Chetumal –Escarcega Km. 21.5, en el Estado de Quintana Roo. El periodo de estudio fue de agosto a diciembre de 2014, en el laboratorio de usos múltiples.

4.2. Protocolo para la reproducción del gusano cogollero

4.2.1. Colecta de gusanos en campo

La colecta de campo se realizó el día 6 de octubre del presente año, esta se realizó de forma manual. Los gusanos fueron colectados de las hojas apicales con signos de defoliación y con restos de excrementos del gusano plaga, en las plantaciones de maíz de las parcela del instituto tecnológico de la zona maya localizado en las coordenadas 18°30'59" latitud norte y 88° 29' 19" longitud oeste.



Figura 14. Colecta del gusano cogollero

4.2.2. Crianza del gusano cogollero

Haciendo usos de pinzas entomológicas se buscaron las larvas de *S. frujiperda* en el seudotallo de la planta de maíz dañadas y se transfirieron en cajas de pretri, en la que previamente se le pusieron hojas tiernas de maíz que sirvieran de alimento a las larvas colectadas. Las larvas fueron trasladadas al laboratorio para su reproducción y evaluación de su ciclo.



Figura 15. Crianza del gusano cogollero

Una vez en el laboratorio de usos múltiples, los gusanos fueron individualizando en cajas de petri para su reproducción. Los gusanos colectados estaban en 3 instar del ciclo larval.

Para su alimentación se utilizó plántulas de maíz, las cuales fueron sembradas una semana antes en charolas de 200. Únicamente se emplearon las hojas de maíz tierno, las cuales eran cambiadas todos los días. La alimentación de todos los instares de larvas se realizaron durante 7 días, ya que al día 8 pasaron a la fase pupa.



Figura 16. Dieta natural

Para la etapa pupa se utilizaron frascos de vidrio y se rellenaron de tierra para que estas pudieran enterrarse y completar su etapa. Se utilizaron cuadros de madera cubiertos de maya para que cuando llegara en la etapa adulta no se escaparan y tuvieran una buena aireación.



Figura 17. Etapa pupal del gusano cogollero

4.2.3. Ovoposición y conteo de larvas.

Se obtuvieron 5 parejas de palomillas, las cuales fueron puestas en cajas de madera para llevar a cabo la reproducción y hacer un conteo de los huevecillos.

Durante este periodo se estuvo alimentando de sacarosa diluida con agua mediante un papel absorbente.

Se obtuvo un promedio de 40 a 100 de huevecillos, por parejas. El periodo de huevo a larva tuvo una duración de 3 días.



Figura 18. Alimentacion y ovoposición de las palomillas

Posteriormente se alimentaron de hojas y elote tierno de maíz, hasta el día en que se aplicaría el extracto acuoso.

Para el día de la aplicación del extracto solo se utilizaron 10 gusanos cogolleros por tratamiento haciendo un total de 70 gusanos.

4.3. Elaboración de extractos

Para la elaboración de los extractos se realizó una recolecta de hojas frescas de Nim, Leucaena y Gliricidia, en el área verde del Instituto.



Figura 19. Colecta de las especies

Para determinar la dosis que se aplicó se considero 250 gramos de hojas frescas por un litro de agua (Esteban osuna, 2005), esto será considerado como base.

Cabe señalar que se realizaron 6 tratamientos y el testigo, de los cuales quedaron de la siguiente manera:

Cuadro 4. Dosis para la preparación de los extractos acuosos

Tratamientos	Dosis de preparación de extractos acuosos	
	Hojas frescas (g)	Concentración (%)
Ai	250	100
LI	250	100
Gs	250	100
Ai + LI	125 + 125	50 + 50
Ai + Gs	125 + 125	50 + 50
Ai + LI + Gs	83.3 + 83.3 + 83.3	33.33 + 33.33 + 33.3
Testigo	0	0

Azadirachta indica (Ai), *Gliricidia sepium* (Gs) y *Leucaena leucocephala* (LI)

Una vez que se recolectaron las hojas de los diferentes especies se procedió a deshojar y a pesar en una báscula precisión de 10 kg, de acuerdo a lo establecido, después de tener la cantidad adecuada de hojas a emplear, para los tratamiento que tienen una concentración al 100 %, luego se licuo en una licuadora marca x, asimismo se utilizo un recipiente de una capacidad de 4 litros donde se dejo reposar por 24horas, posteriormente se recurrió a un embudo con papel filtro para poder colar el residuo del extracto y así obtener la fase liquida del extracto, que permitiese la adecuada filtración del extracto en los aspersores.

Este mismo procedimiento se empleo para cada uno de los tratamientos de acuerdo a la dosis que le correspondía. Cabe señalar que para el tratamiento (testigo) solo se empleo agua purificada.



Figura 20.Elaboracion de los extractos

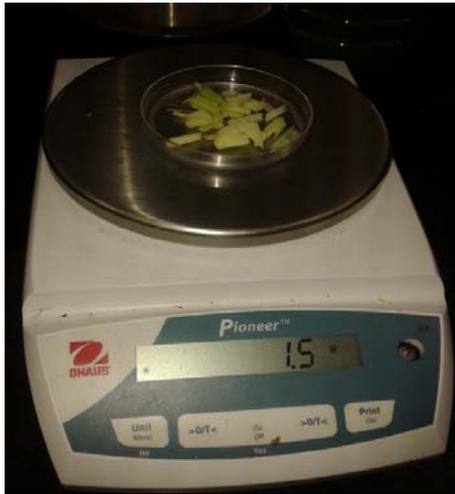
4.4. Descripción del bioensayo (*in vitro*)

Para dar inicio a la aplicación de los extractos acuosos en los gusanos cogolleros, se inicio en primera instancia por limpiar cuidadosamente el área a utilizar, la cual comprendía 2 mesas y 70 piezas de petri, las cuales fungirían como unidad experimental, estas se limpiaron y se le coloco un papel filtro y se etiqueto previamente de acuerdo a los tratamientos a manejar, se distribuyeron en 10 unidades por tratamiento de acuerdo al diseño experimental completamente al azar, posteriormente se seleccionaron los gusanos cogolleros de acuerdo al

tamaño larval, este se peso previamente en una bascula analítica y se depositó en el petri (unidad experimental), posteriormente se le agrego 1.5 gramos de hojas tiernas y 1.5 gramos de elote como alimento. Para cada tratamiento se procedió a transferir 3 ml de extracto en un tubo de ensayo y luego se deposito en un atomizador para la aspersion directa a la unidad experimental, es decir en el petri, donde se encuentra el gusano cogollero y su respectivo alimento, esta metodología se aplico para cada uno de los tratamientos. Cabe señalar que se realizo una segunda aplicación de extracto a las 48 horas.

Una vez concluida la aplicación de los extractos se evaluó la mortalidad por un periodo de 6 días. Cada segundo día se removía el alimento sobrante y se pesaba para determinar el consumo de cada individuo. Asimismo, se registro el peso final del gusano cogollero al termino de su muerte, por último se realizo un registro de datos de las observaciones de las variables de estudio de nuestra investigación para su respectivo análisis.

a) peso del alimento



b) Peso del gusano



c) medición de la dosis



d) aplicación del extracto



Figura 21. Etapas del bioensayo a) peso del alimento, b) peso del gusano, c) medición de la dosis y d) aplicación del extracto

4.5. Variables de respuesta

4.5.1. Peso inicial y final del gusano cogollero.

Antes de dar inicio al proceso de aplicar los extractos a evaluar se seleccionaron 70 gusanos cogolleros de acuerdo al tamaño y edad larval, posteriormente se procedió a pesarlos con ayuda de una balanza analítica, antes de que se le aplicara el tratamiento para poder evaluar el efecto colateral que pudiese ocasionar el tratamiento en comportamiento alimenticio.



Figura 22. Peso del gusano cogollero.

4.5.2. Consumo de alimento del gusano cogollero

La alimentación correspondiente que se suministro a los gusanos cogolleros durante el periodo de ensayo fue de 1.5 gramos de hojas tiernas y 1.5 gramos de

grano tierno de maíz, durante los días de observación, cabe señalar que se le cambio el alimento a los 2 días, respetando la misma porción.

Al término de cada 2 días se determinaba cuanto alimento quedaba en la unidad experimental, esto se hizo con la finalidad de saber que tanto alimento consumían. Y si el extracto esta influenciando en su apetito.

a) alimento



b) peso del alimento



Figura 23. Consumo del alimento del gusano cogollero a) alimento y b) peso del alimento.

4.5.3. Mortalidad del gusano cogollero.

Después de la aplicación de los extractos acuosos se evaluó durante 6 días los cuales arrojaron los siguientes datos de acuerdo al tratamiento utilizado. Cabe señalar que el registro de la mortandad se realizó día a día.



Figura 24. Mortandad del gusano cogollero

4.6. Análisis estadístico

El análisis estadístico que se utilizó fue de análisis de varianza de una sola vía, para las siguientes variables que fueron peso inicial y final del guano cogollero y el consumo de alimento del mismo. En el caso de la mortandad se determinaron los porcentajes de efectividad.

V. RESULTADOS

5.1. Reproducción *in vitro* del gusano cogollero

En la figura 25. Se presenta el número de larvas eclosionadas. Durante el ciclo reproductivo del gusano cogollero se obtuvieron 5 parejas de palomillas de las cuales se obtuvo un rango de 70 a 100 larvas. Cabe señalar que dicho ciclo tuvo una duración de 47 días con una temperatura promedio de 27°C.

Las etapas del proceso de reproducción se dieron de la siguiente manera: para la etapa larval duro un periodo de 7 días, mientras para la fase de pupa comprendió un lapso de 24 días posteriormente la fase palomilla consistió de 13 días y por último la ovoposición comprendió un lapso de 3 días.

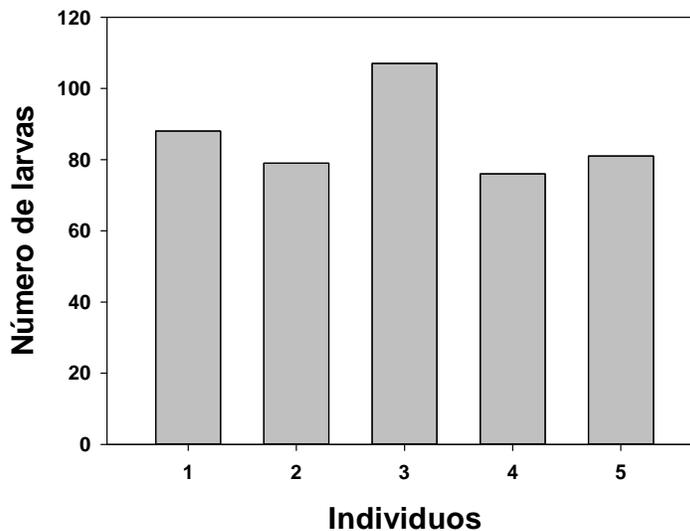


Figura 25. Número de larvas eclosionadas

5.2. Peso del gusano cogollero

En la siguiente figura 26. Está comprendida por el peso inicial del gusano cogollero durante el ensayo, se obtuvo los siguientes resultados: Los gusanos que fueron seleccionados tuvieron pesos similares de un rango comprendido de 0.39 - 0.50 con una diferencia de peso de 0.11.

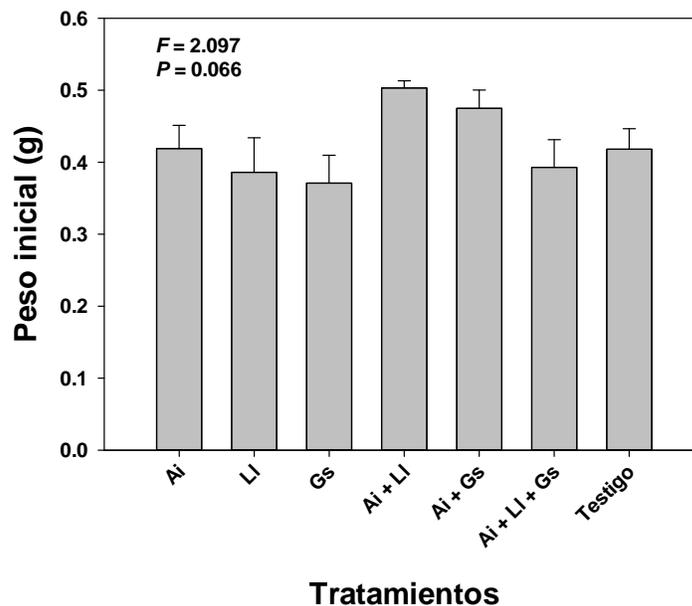


Figura 26. Peso inicial del gusano cogollero. Ai, *Azadiracta indica*; LI, *Leucaena leucocephala*, Gs, *Gliricidia sepium*.

En la siguiente figura 27. se observa que el peso final de los gusanos cogolleros existió una pérdida de peso en cada uno de los tratamientos; sin embargo en el testigo hay una diferencia más notoria en virtud de que continúa su ciclo normal de reproducción ya que cuando llegan a un peso adecuado estas dejan de comer

para pasar a la siguiente fase pupal. Sin embargo en los tratamientos que también se vio el efecto de reducción de peso fueron en el tratamiento Ai al 100% y Ai con LI al 50%.

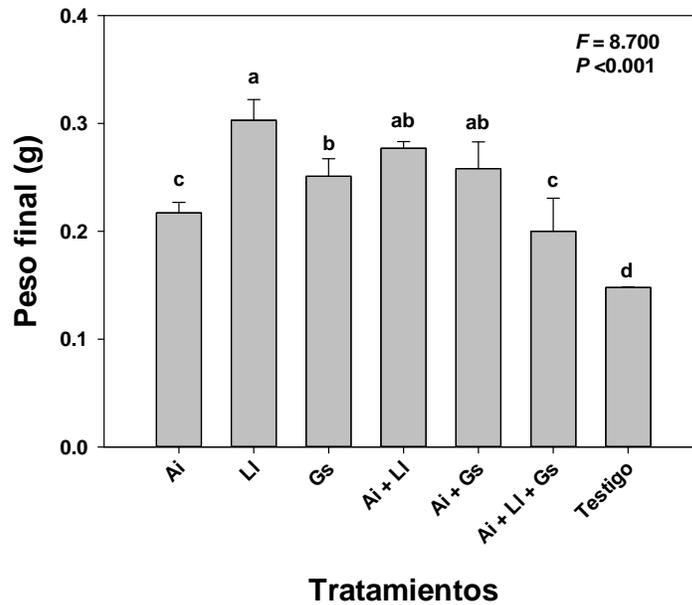


Figura 27. Pero final del gusano cogero. Ai, *Azadiracta indica*; LI, *Leucaena leucocephala*, Gs, *Gliricidia sepium*.

5.3. Consumo de alimento

En la siguiente grafica de consumo de alimento de los gusanos cogollero se muestra que el testigo tuvo una poca disminución en el consumo ya que el alimento no contaba con ninguna alteración, mientras que en los alimentos que se les proporcionaron los extractos reflejaron que si existió una reducción de

consumo los cuales quedaron de la siguiente manera: ocupando el primer lugar fue Ai + LI posteriormente la Gs, Ai y LI, por ultimo Gs y Ai + Li + Gs.

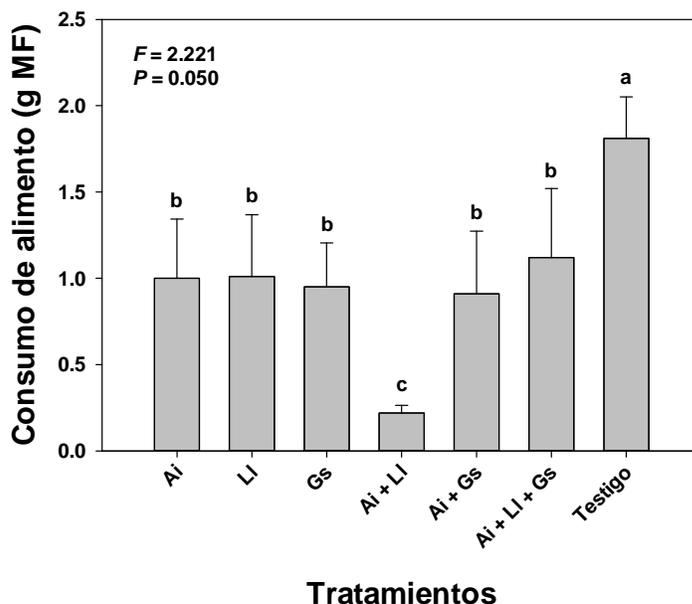


Figura 28. Consumo de alimento en la primera porción.

En la siguiente grafica se puedes describir que en el segundo consumo de alimento de los gusanos cogolleros si existe una reducción de alimentos en cada uno de los tratamientos siendo más notorio en el Ai y LI, mientras que en el extracto Ai + LI también disminuyó y los que siguieron consumiendo fueron Gs, Ai + Gs, Ai + LI + Gs y el testigo.

En comparación del primer y segundo consumo se tiene que en el ultimo se mantuvo el rango de consumo de 1.5 a 2.5 gr.

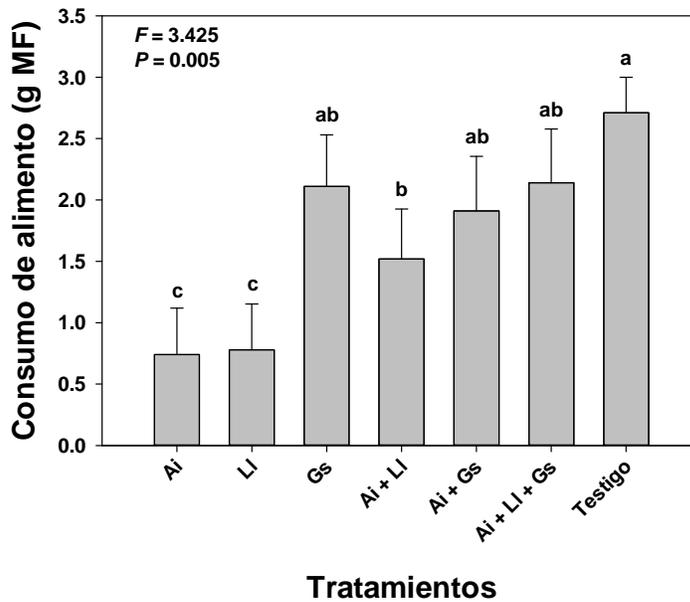


Figura 29. Consumo de alimento en la segunda porción.

5.4. Mortalidad

En el cuadro x se presenta la mortalidad de los gusanos cogolleros expuestos a diferentes tratamientos. Como se puede observar el tratamiento de Ai al 100% y Li al 100% fueron de 40% y 70% respectivamente, al tercer día, mientras que para el tratamiento de Gs al 100% fue del 20% al cuarto día.

Cuadro 5. Mortalidad del gusano cogollero durante el periodo experimental

Tratamientos	Día (horas)					
	1 (24)	2 (48)	3 (72)	4 (96)	5 (120)	6 (144)
Ai	0	0	2	2	1	0
LI	0	0	4	2	1	0
Gs	0	0	0	2	2	0
Ai + LI	0	0	6	1	0	0
Ai + Gs	0	0	2	2	0	0
Ai + LI + Gs	0	0	1	2	0	0
Testigo	0	0	0	0	1	0

Ai, *Azadiracta indica*; LI, *Leucaena leucocephala*, Gs, *Gliricidia sepium*

En la grafica se puede describe la mortalidad acumulada de los gusanos cogolleros expuestos a diferentes tratamientos. Se observa que el tratamiento de *L. leucocephala* presento 87% de mortalidad, seguida de la mezcla de Ai + LI con un 70% de mortalidad, del *A. indica* (62%), la mezcla de Ai + Gs (57%), Ai + LI + Gs (50%) y Gs (44%).

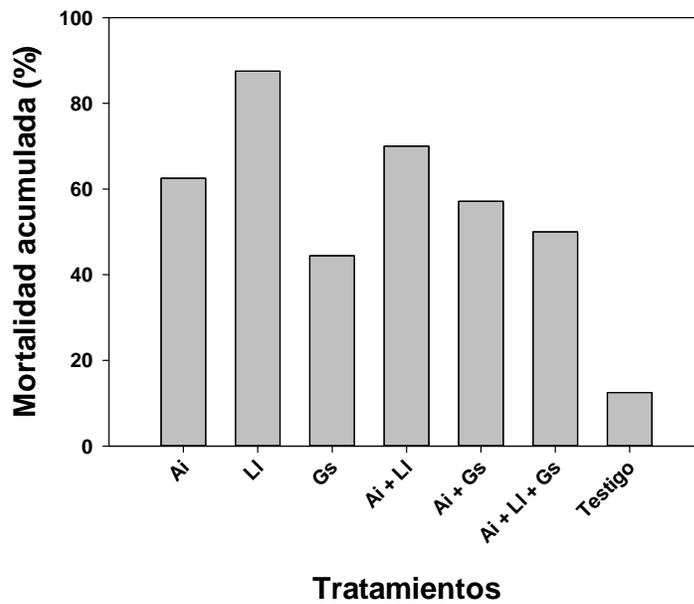


Figura 30. Mortalidad acumulada del gusano cogollero con la aplicación de extractos acuosos de diferentes especies locales. Ai, *Azadiracta indica*; LI, *Leucaena leucocephala*, Gs, *Gliricidia sepium*.

VI. CONCLUSIONES

Una vez culminado la elaboración de los extractos acuosos a base de *Azadirachta indica*; *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* sobre la mortalidad del gusano cogollero y acuerdo al análisis estadístico de las variables de estudio y de nuestra investigación se pudo concluir que:

El proceso de reproducción del gusano cogollero en zona *in vitro*, duró 45 días y de manera eficiente, del cual se obtuvo una población de más de 400 larvas.

El extracto puro de *L. leucocephala* tuvo el mejor comportamiento en comparación con los demás extractos, el cual mostró un 87% de mortalidad.

La combinación de *A. indica* con *L. leucocephala* tuvo un 70% de mortalidad.

Se concluye que los extractos de *L. leucocephala* puro y la mezcla de *A. indica* con *L. leucocephala* podrían ser empleadas como herramientas para el control integrado de plagas.

VII. APORTE AL PERFIL PROFESIONAL

Esta investigación me brindo la oportunidad de adquirir nueva experiencia en el área de campo, me permitió independizarme como estudiante y futuro profesionalista a tomar decisiones de acuerdo a la enseñanza adquirida.

Evaluar los extractos me ayudo descubrir que existen diversas estrategias biológicas para el control de plagas, además dicho estudio nos permitió evaluar diversos especies vegetales de la región y determinar cuál era más eficiente para un control integrado de plagas y tener un conocimiento más amplio de los papeles que juegan las especies locales y mezclas y el daño que pude causar en un insecto plaga.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- All, J.N.1988.Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) infestations in no-tillage cropping systems.florida entomologist 71.p.268-272.
- D`Mello, J. P. F., Fraser, k.1981.the composition of leaf meal from leucaena leucocephala.trop.sci.3.p 17-78
- Bahena, J. F., C. Arredondo R. Sánchez M. A. Miranda S.2003. Extractos vegetales y bioplaguicida, alternativas para el combate del gusano cogollero del maíz *Spodoptera Frugiperda (Smith)* (Lepidoptera: Noctuidae).Entomología mexicana vol 2.sociedad mexicana de entomología.p.366-372.
- Carvajal, L.M.J.Y Mera B.a.2010.fertilizacion biológica. Técnica vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. Universidad de magdalena, santa Martha, colombia.vol 5 (2). p79.
- Cortez, M.E.2002.evaluacion de extractos vegetales para el control del gusano cogollero *Spodoptera Frugiperda (J. E. Smith)* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz. Informe técnico. INIFAP.
- Chacón, C. Yerlin, Garita. R. Cristian. Vlaglio.C.Christopher .Desarrollo de una metodología de crianza en laboratorio del gusano cogollero del maíz *Spodoptera Frugiperda (Smith)*, (Lepidoptera: Noctuidae) como posible hospedante de insectos biocontroladores de interés Agrícola. Tecnología en marcha, vol 22(4) .p.28-37.2009

- García, D.E., Medina, M.G. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Zootecnia tropica*.vol 24(3).p.233-250.2006.
- Gutiérrez, M .A, Rodríguez G.E.1984. *Leucaena leucocephala* planta promisoría para producir en el trópico proteína para el ganado. *Zootecnia*. Universidad de San Carlos, Guatemala .vol 5,(1).p.3-7
- Gutiérrez G. S. C., Sánchez E.J., Pérez D. J. F., Carballo C. A., Berguinson D., Guilera P M. M. Efecto del nim en el daño ocasionado por el gusano cogollero *Spodoptera Frugiperda* (Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) en tres variables agroquímicas de maíz resistente y susceptible. *Acta zoológica mexicana*.vol 26(1).p.1-16.2010.
- J. Alonso, R .A. Sampaio, G. Febles, G. Achang. comportamiento de la composición química del suelo en un sistema silvopastoril *leucaena-guinea*. *Revista cubana de ciencias agrícolas*, vol 41(2). P.189-192.2007
- Mendoza G. E. E. Toxicidad y repelencia de extractos vegetales para el control de mosca blanca *trialeurodes vaporariorum west*. (Hemíptera: Aleyrodidae). Oaxaca. Centro de interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional. 2010. p.18.
- Mejía C. J. B., Ramon L. I. M., Salinas C. E. F. Determinación del valor nutricional de *leucaena leucocephala* cruda, lavada y sulfato ferroso al 0.5% y 1% en reacciones para pollos de engorde. Lic. veterinaria y zootecnia. San

salvador. Universidad del salvador facultad de ciencias agrónomas
departamento de zootecnia.2009.p.3-4

Murua, M .G., Virla E.G.2004.presencia invernal de *Spodoptera Frugiperda* (Smith)
(Lepidoptera: Noctuidae) en el área maicera de la provincia de Tucumán,
argentina. Revista de la facultad de agronomía. 105(2): 46-52. 261-258.

Orozco, S. F., Rodríguez M. M. Cultivos de células en suspensión de azadirachta
indica para producción de bioinsecticida. Royal botanic gardens vol 6(3)
(2007)

Osuma, E. Uso de neem para la elaboración artesanal de bioplaguicidas.
NIFAP.2005.p.13-14.

Redimió M.P.O.2008.Metabolitos secundarios no fenolicos en el follaje de árboles
y arbustos. Efecto en la fisiología digestiva de rumiantes. Rev. Prod.
anim.vol 20 (2).p97-101.

Solorio, F Y Solorio, B. *Leucaena leucocephala* (guaje), una producción forrajera
en los sistemas de producción animal en el trópico. Produce
Michoacan.2008.p.4-6.

Valle, P. C. Metabolitos secundarios de las plantas. Psicostasia.Vol 2(3).p13.2008

Villa, M.2004. Determinación de estadios larvales de *Spodoptera Frugiperda* (J. E.
Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) para la construcción de un modelo de
predicción. Folia Entomológica Mexicana. 43 (1). pp. 307-31.

Vivas, L.2003.plagas agrícolas de Venezuela: artrópodos y vertebrados: gusano
ejercito Spodoptera Frugiperda (J.E. Smith).

IX. ANEXOS



Selección del gusano cogollero



Colecta del gusano cogollero



Traslado del gusano cogollero al laboratorio



Individualización de los gusanos cogolleros



Fase pupal del gusano cogollero



Jaula de protección de la fase pupal a palomilla



Fase palomilla del gusano cogollero



Alimento para las palomillas a base de sacarosa



Preparación de la dieta para larvas jóvenes



Porción de alimento para larvas



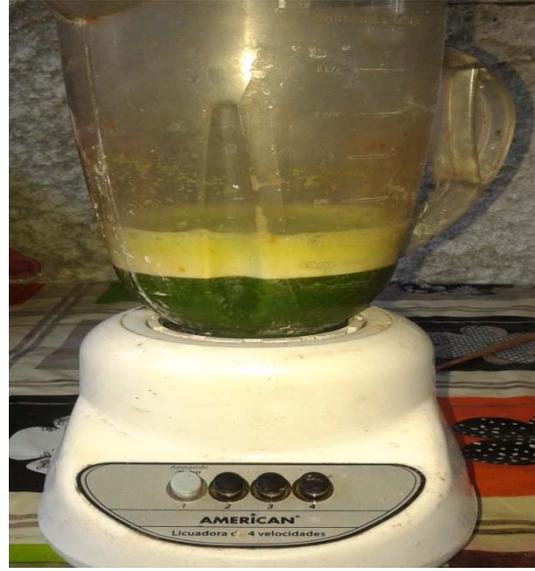
Colecta de las especies (Leucaena, Nim y Gliricidia)



Deshojamiento de las especies



Peso 250 g de las especies



Preparación del extracto



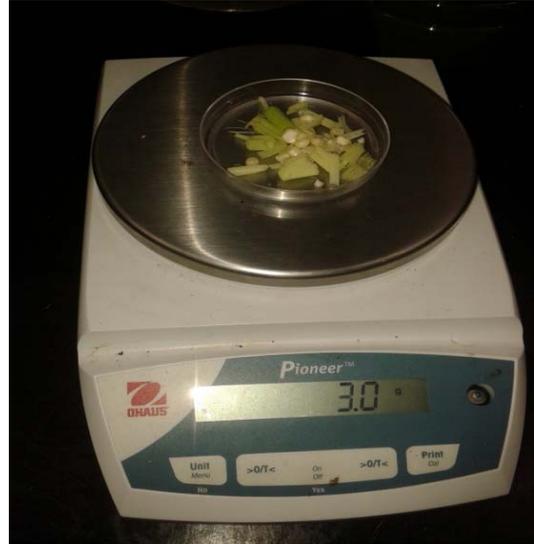
Filtrado de los extractos



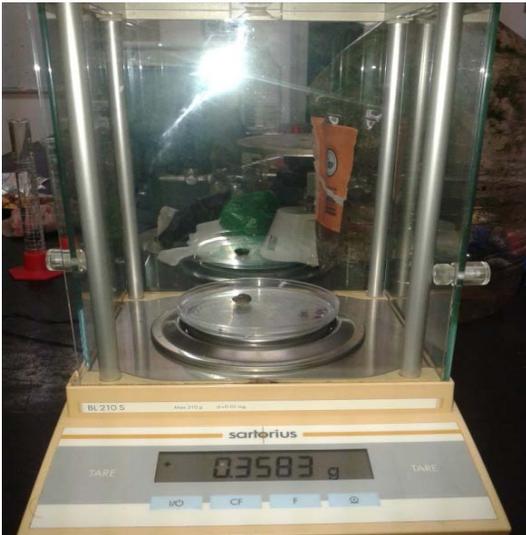
Extractos obtenidos



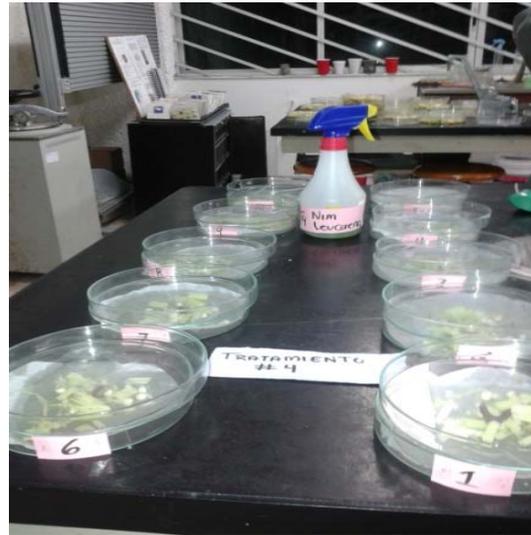
Ingrediente de la dieta; hojas y granos tiernos de maíz



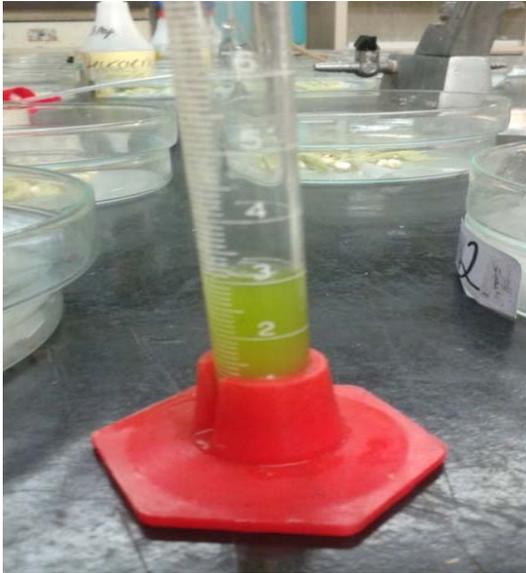
Peso del alimento para el gusano cogollero



Peso inicial del gusano cogollero



Distribución del guano cogollero de acuerdo al diseño experimental



Dosis aplicada 3 ml por unidad



Aplicación de los extractos en el gusano cogollero



Peso del final del Susano cogollero cuando muere.



Gusano cogollero muerto por el extracto.