

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



**Universidad de El Salvador**  
*Hacia la libertad por la cultura*

EVALUACION DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA Y REPELENTE DEL  
EXTRACTO OBTENIDO A PARTIR DE LA SEMILLA DE *Annona diversifolia*  
(ANONA) SOBRE EL *Zabrotes subfasciatus* (GORGOJO COMUN DEL  
FRIJOL)

**TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:**  
JEAQUELINE IDALIA ASCENCIO ALVARADO

**PARA OPTAR AL GRADO DE**  
**LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA**

FEBRERO, 2012

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

**SECRETARIA GENERAL**

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

**DECANA**

LICDA. ANABEL DE LOURDES AYALA DE SORIANO

**SECRETARIO**

LIC. FRANCISCO REMBERTO MIXCO

## COMITE DE TRABAJO DE GRADUACION

### **COORDINADORA GENERAL**

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo

### **ASESORA DE AREA DE GESTION AMBIENTAL: CALIDAD AMBIENTAL**

MSc. Cecilia Haydeé Gallardo de Velásquez

### **ASESORA DE AREA DE GESTION AMBIENTAL: TOXICOLOGIA Y QUIMICA LEGAL**

Licda. María Luisa Ortiz de López

### **DOCENTES DIRECTORES**

MSc. Ena Edith Herrera Salazar

MAE. María Elisa Vivar de Figueroa

Ing. Galindo Eleazar Jiménez

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por su amor y por brindarme la inteligencia y sabiduría necesaria para poder culminar mi carrera gracias por ser el motor de mi vida e iluminarme para salir adelante.

A mis docentes MAE. María Elisa Vivar de Figueroa y MSc. Ena Edith Herrera Salazar, que han sido guía y ejemplo en mi vida no solo académica si no personal, pues me han motivado a seguir adelante y a luchar por mis sueños.

Al Ing. Galindo Eleazar Jiménez, por su tiempo, dedicación y apoyo en la realización de este trabajo.

A la Coordinadora de trabajos de graduación Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo, a los asesores de área MSc. Cecilia Haydee Gallardo de Velásquez, Licda. María Luisa Ortiz de López por la ayuda brindada durante el desarrollo de este trabajo de graduación.

A los Docentes de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, por brindarme sus conocimientos y las bases necesarias que hoy me permiten desarrollarme como profesional.

Y a todas las personas que de una u otra forma han colaborado para que este trabajo se lleve a cabo. **MIL GRACIAS**

## **DEDICATORIA**

A ti mi Dios que has sido mi guía y mi fortaleza en este camino tan difícil, pero que hoy es solo la muestra de que tú jamás abandonas a tus hijos, mil gracias

A mis padres Ramón Yanuario Ascencio Guillen y Vilma Idalia Alvarado, por ser los pilares más importantes de mi vida que día a día me demuestran su amor, cariño y apoyo para seguir adelante

A mis hermanos Melvin Yanuario Ascencio Alvarado y Cesar Atilio Ascencio Alvarado, por todo su apoyo y amor incondicional.

A mis sobrinos Cesar, Luna y Andrew que han llenado mi vida de mucha alegría.

A mi amiga Corina Ivette Interiano Ramírez por todo su cariño, comprensión y por su apoyo en los momentos difíciles. Dios la Bendiga

A Omar Stanley Reyes Castaneda, por todo su amor, paciencia y comprensión, por ayudarme a seguir adelante y por no haber dejado que me rindiera en ningún momento.

Este trabajo lo dedico a todas aquellas personas que han sido parte de mi formación a lo largo de mi vida y que me han permitido ser lo que hoy soy.

**“DIOS LOS BENDIGA”**

**JEAQUELINE IDALIA ASCENCIO ALVARADO**

## INDICE

	Pág.
Resumen	
Capítulo I	
1.0 Introducción	Xvi
Capítulo II	
2.0 Objetivos	
2.1 Objetivo general	19
2.2 Objetivos específicos	19
Capítulo III	
3.0 Marco Teórico	21
3.1 Generalidades de los plaguicidas	21
3.2 Generalidades de los plaguicidas de origen vegetal	22
3.2.1 Ventajas de los plaguicidas de origen vegetal	25
3.3 Conservación y protección de los granos almacenados	26
3.3.1 Generalidades de los insectos	28
3.3.2 Insectos de los granos almacenados	28
3.3.3 <b>Zabrotes subfasciatus</b> (gorgojo común del frijol)	29
3.3.3.1 Taxonomía	30
3.3.3.2 Descripción morfológica de <b>Zabrotes subfasciatus</b>	30
3.3.3.3 Biología y hábitos de <b>Zabrotes subfasciatus</b>	31
3.4 Generalidades de las Annonaceae	32
3.4.1 Clasificación botánica de las Annonaceae	32
3.4.2 <b>Annona diversifolia</b> (anona)	33
3.4.3 Compuestos activos de las Annonaceae	35
3.4.4 Clasificación de las Acetogeninas de Annonaceae	36
3.4.5 Mecanismo de acción de las Acetogeninas de Annonaceae	37
3.5 Cultivo del Frijol	37
Capítulo IV	

4.0	Diseño metodológico	40
4.1	Tipo de Estudio	40
4.2	Metodología	40
4.2.1	Investigación Bibliográfica	40
4.2.2	Investigación de Campo	41
4.2.3	Investigación Experimental	43
4.2.3.1	Preparación de la muestra	43
4.2.3.2	Preparación del extracto	44
4.2.3.3	Preparación de la solución madre a concentración de 1000 ppm	45
4.2.3.4	Preparación del extracto a diferentes concentraciones	45
4.2.3.5	Dilución del extracto etanólico a concentración de 50 ppm	46
4.3	Evaluación del extracto botánico	46
4.3.1	Tratamiento previo de los granos de frijol	46
4.3.2	Prueba de Aplicación Directa	48
4.3.3	Prueba de Repelencia y preferencia	49
Capítulo V		
5.0	Resultados	52
Capítulo VI		
6.0	Conclusiones	71
Capítulo VII		
7.0	Recomendaciones	74
	Bibliografía	77
	Glosario	83
	Anexos	87

## INDICE ANEXOS

### ANEXO N°

- 1 ***Zabrotes subfasciatus*** (gorgojo común del frijol)
- 2 Planta y semilla de ***Phaseolus vulgaris*** (frijol)
- 3 Árbol, semilla, hoja y fruto de ***Annona diversifolia*** (anona)
- 4 Material, cristalería y equipo
- 5 Preparación de la muestra
- 6 Equipo de extracción Soxhlet
- 7 Preparación del extracto a diferentes concentraciones
- 8 Esquema de la Prueba de aplicación directa
- 9 Esquema de la prueba de repelencia y preferencia
- 10 Esquema de la crianza de gorgojos (***Zabrotes subfasciatus***)
- 11 Resultados del Análisis de varianza: prueba de Cochran
- 12 Tabla de Cochran

## INDICE DE CUADROS

CUADRO N°		Pág.
1	Resultados del número de gorgojos ( <b><i>Zabrotes subfasciatus</i></b> ) muertos después de 2, 8, 24, 48 y 72 horas de la aplicación del tratamiento Etanólico	54
2	Resultados del número de gorgojos ( <b><i>Zabrotes subfasciatus</i></b> ) muertos después de 2, 8, 24, 48 y 72 horas de la aplicación del tratamiento n- Hexano: éter etílico (1:1)	55
3	Resultados del analisis de varianza: PRUEBA DE COCHRAN	56
4	Número de oviposturas luego de la exposición a 72 horas del tratamiento Etanólico y n-Hexano: éter etílico (1:1)	60
5	Número de gorgojos en cada compartimiento luego de la aplicación de los tratamientos 50, 150 y 300 ppm del extracto Etanólico	62
6	Número de gorgojos en cada compartimiento luego de la aplicación de los tratamientos 50, 150 y 300 ppm del extracto n-Hexano: éter etílico (1:1)	63
7	Índice de repelencia del extracto Etanólico y n-Hexano: éter etílico (1:1) contra <b><i>Zabrotes subfasciatus</i></b> (gorgojo común del frijol)	64
8	Número de oviposturas posterior a la exposición de los tratamientos Etanólico y n- Hexano éter etílico (1:1)	68

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°		Pág.
1	Estructura general de una acetogenina de Annonaceae	35
2	Clasificación de acetogeninas de Annonaceae	36
3	<b><i>Phaseolus vulgaris</i></b> (frijol)	37
4	Semillas enteras de <b><i>Annona diversifolia</i></b> (anona); polvo de semillas luego del molido	44
5	Granos de frijol limpios y sanos	47
6	Soluciones preparadas a partir de los extractos Etanólico y n-Hexano: éter etílico (1:1)	47
7	Granos de frijol rociados con los diferentes tratamientos Etanólico y n- Hexano: éter etílico (1:1)	47
8	Recipientes para la prueba de aplicación directa	48
9	Equipo utilizado para la prueba de repelencia y preferencia	49
10	Prueba de repelencia y preferencia	50
11	Extracto obtenido de <b><i>Annona diversifolia</i></b> : extracto Etanólico y extracto n-Hexano: éter etílico (1:1)	52
12	Porcentaje de mortalidad de <b><i>Zabrotes subfasciatus</i></b> , obtenido con los diferentes tratamientos del extracto Etanólico	58
13	Porcentaje de mortalidad de <b><i>Zabrotes subfasciatus</i></b> , obtenido con los diferentes tratamientos del extracto n- Hexano: éter etílico (1:1)	58

14	Comparación de porcentaje de mortalidad total de <b>Zabrotes subfasciatus</b> , luego de la aplicación de los tratamientos Etanólicos y n- Hexano: éter etílico (1:1) de 50, 150 y 300 ppm	59
15	Comparación del numero de oviposturas total de <b>Zabrotes subfasciatus</b> , luego de 72 horas de exposición de los tratamientos Etanólicos y n- Hexano: éter etílico (1:1) de 50, 150 y 300 ppm	61
16	Índice de repelencia del extracto Etanólico y n-Hexano: éter etílico (1:1) de los diferentes tratamientos a 24 horas	65
17	Índice de repelencia del extracto Etanólico y n-Hexano: éter etílico (1:1) de los diferentes tratamientos a 48 horas	66
18	Índice de repelencia del extracto Etanólico y n-Hexano: éter etílico (1:1) de los diferentes tratamientos a 72 horas	67
19	Comparación del número de oviposturas total de <b>Zabrotes subfasciatus</b> , luego de 72 horas de la aplicación del extracto Etanólico y n- Hexano: éter etílico (1:1)	68

## ABREVIATURAS

<b>°C</b>	Grados Centígrados
<b>C-2</b>	Carbono 2
<b>CL</b>	Concentración letal
<b>Cm</b>	Centímetro
<b>DMS</b>	Diferencia mínima significativa
<b>EPA</b>	Agencia para la protección del ambiente de los Estados Unidos de Norteamérica
<b>FAO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación
<b>G</b>	Gramos
<b>HR</b>	Humedad relativa
<b>mg/mL</b>	Miligramos/mililitro
<b>MIP</b>	Manejo integrado de plagas
<b>mL</b>	Mililitros
<b>Mm</b>	Milímetros
<b>Msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>N°</b>	Numero
<b>NADH</b>	Dinucleótido de nicotinamida adenina
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Ppm</b>	Partes por millón
<b>S</b>	Desviación estándar
<b>THF</b>	Tetrahidrofurano
<b>ug/mL</b>	Microgramo/mililitro
<b><math>\bar{x}</math></b>	Media aritmética

## RESUMEN

El desarrollo de la agricultura ha estado ligado al control de plagas que atacan principalmente a los granos básicos del sector alimenticio, produciendo daños en la calidad de los productos y pérdidas económicas, sin embargo estos factores impulsaron el desarrollo de plaguicidas y métodos de fumigación, especialmente en productos almacenados, pero un inadecuado manejo de estas sustancias ha ocasionado no solo una reducción en la calidad de los granos, sino también han ocasionado efectos adversos en la salud del hombre y daños graves al medio ambiente; debido a sus propiedades toxicológicas, persistentes y bioacumulables; por esta razón, esta investigación se realizó con el objetivo de proponer una alternativa ecológicamente sana que ayude a prevenir y a controlar una de las plagas más importantes que afecta el grano de frijol almacenado **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común del frijol), utilizando un extracto etanólico y n-Hexano éter etílico (1:1) ambos fueron obtenidos mediante el método de extracción Soxhlet, a partir del polvo de semillas del fruto de **Annona diversifolia** (anona); posteriormente se prepararon soluciones a diferentes concentraciones 50,150 y 300 ppm así como un control, utilizando Etanol y n-Hexano éter etílico (1:1) como solventes.

Estas soluciones fueron utilizadas para evaluar la acción insecticida y repelente que ejercen los extractos sobre el **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común del frijol) para esto se realizaron dos pruebas: la prueba de aplicación directa en la que se determinó el porcentaje de mortalidad y el número de oviposuras y la prueba de repelencia y preferencia en la cual se evaluó el grado de repelencia y el número de oviposuras, la investigación se realizó en los laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia de La Universidad de El Salvador

Se presentan los resultados obtenidos de la investigación y el análisis estadístico realizado a los datos de mortalidad mediante la prueba de Cochran, determinando que ambos extractos, Etanólico y n-Hexano: éter etílico (1:1)

presentaron acción insecticida y repelente contra **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común del frijol), sin embargo el extracto Etanólico fue el que mejores resultados presento en todas sus concentraciones, siendo altamente significativa la concentración de 300 ppm en ambos extractos y en un tiempo de exposición menor, además se observo un efecto disuasivo en el número de oviposturas en todas las concentraciones analizadas de ambos extractos, destacando la concentración de 300 ppm. Se recomienda realizar estudios de fraccionamiento, identificación y separación de los diferentes componentes presentes en los extractos de **Anona diversifolia** (anona), para evaluar su actividad, así como utilizar otras partes de la planta y otras concentraciones que permitan obtener mejores resultados.

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCION**

## 1.0 INTRODUCCION

En los últimos 20 años, la búsqueda de métodos alternativos de manejo y control de plagas ha tenido como propósito fundamental encontrar técnicas que permitan manejar la resistencia desarrollada por las plagas a los plaguicidas sintéticos, como estrategias que proporcionen una opción de control de plagas, que impida la eliminación de los enemigos naturales, la contaminación del agua, del aire y del suelo, la intoxicación de los productores, y especialmente, la acumulación de sustancias tóxicas en los productos agrícolas alimenticios. Una de las técnicas utilizadas en el pasado y traídas al presente es el uso de plantas con propiedades insecticidas.

Entre las familias de plantas utilizadas para preparar extractos o productos naturales empleados para la protección de granos almacenados destacan las Annonaceae, a la cual se le atribuye actividad insecticida que ha demostrado actividad tóxica para diferentes especies de insectos que atacan granos almacenados.

El objetivo de esta investigación fue evaluar, en condiciones de laboratorio, la actividad insecticida y repelente del extracto obtenido a partir de las semillas de ***Annona diversifolia*** (anona) para la protección del grano de frijol almacenado contra el daño que produce el ***Zabrotes subfasciatus*** (gorgojo común del frijol), que es una de las plagas más importantes del frijol almacenado, el principal daño lo ocasiona la larva al alimentarse internamente del grano, perjudicando la viabilidad de la semilla y la calidad del grano.

La obtención del extracto botánico se llevó a cabo mediante el método de extracción por Soxhlet, utilizando el polvo obtenido de las semillas de anona empleando Etanol absoluto y n-Hexano: éter etílico como solvente. El extracto obtenido después de 16 horas se dejó a temperatura ambiente para eliminar la mayor cantidad de solvente, posteriormente se prepararon soluciones a concentraciones de 50, 150 y 300 ppm, las cuales fueron utilizadas para evaluar

la acción insecticida y repelente sobre el ***Zabrotes subfasciatus*** (gorgojo común del frijol), para el análisis de los datos se utilizó la media de los datos representando los resultados, mediante tablas y gráficos.

Se realizó el análisis de varianza de los datos obtenidos de mortalidad y posterior comparación de medias utilizando la prueba de homogeneidad de varianzas (prueba de Cochran) a un nivel de significancia de 0.05

La investigación se realizó de octubre de 2010 a abril de 2011 en el laboratorio de La Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

**CAPITULO II**  
**OBJETIVOS**

## 2.0 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la actividad insecticida y repelente del extracto obtenido a partir de la semilla de *Annona diversifolia* (anona) sobre el *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol)

### 2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 2.2.1 Obtener los extractos etanólico y n- hexano: éter etílico (1:1), a partir de la semilla de *Annona diversifolia* (anona), utilizando el método de extracción por Soxhlet
- 2.2.2 Preparar tres diluciones diferentes (50, 150 y 300 ppm), de los extractos etanólico y n-hexano éter etílico (1:1)
- 2.2.3 Experimentar la acción insecticida y repelente que poseen los extractos obtenidos a partir de la semilla de *Annona diversifolia* (anona) sobre el *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol)
- 2.2.4 Comparar el grado de acción insecticida y repelente que ejercen sobre el *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol) las diferentes concentraciones del extracto obtenido a partir de *Annona diversifolia* utilizando un diseño estadístico adecuado
- 2.2.5 Determinar la concentracion a la cual los extractos obtenidos de la semilla de *Annona diversifolia* (anona) presentan mayor actividad contra el *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol)

**CAPITULO III**  
**MARCO TEORICO**

### 3.0 MARCO TEORICO

#### 3.1 Generalidades de los Plaguicidas:

Desde que se comenzó a practicar la agricultura, fundamentalmente para la alimentación humana, se empezó a manifestar el problema de plagas y enfermedades que destruyen los cultivos, granos almacenados y animales de cría, siendo necesaria la utilización de plaguicidas.<sup>(1)</sup>

Según la FAO un plaguicida es cualquier sustancia destinada a prevenir, destruir, atraer, repeler o combatir cualquier plaga, incluidas las especies indeseadas de plantas o animales, durante la producción, almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de alimentos, productos agrícolas o alimentos para animales, o que pueda administrarse a los animales para combatir ectoparásitos. El término incluye las sustancias destinadas a utilizarse como reguladores del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de fruta o inhibidores de la germinación, y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto contra el deterioro durante el almacenamiento y transporte. <sup>(18)</sup>

Según su composición química los plaguicidas se clasifican en diferentes grupos: plaguicidas inorgánicos, compuestos organomercuriales, antibióticos, derivados del fenol, ácidos orgánicos, anticoagulantes, extractos vegetales, organoclorados, organofosforados, carbamatos, aceites y piretroides <sup>(7)</sup>

Según los organismos sobre los que se requiere aplicar se clasifican en plaguicidas, insecticidas, acaricidas, rodenticidas, molusquicidas, repelentes, alquicidas, fungicidas, herbicidas. <sup>(1)</sup>

Con el desarrollo industrial y la necesidad de un mercado agrícola competitivo después de la Segunda Guerra Mundial, se desarrollaron los compuestos orgánicos sintéticos, que son efectivos, muchos de amplio espectro y fácil manejo, pero producen daños al medio ambiente y la salud de los seres

humanos, provocando la aparición de resistencia en las plagas, la destrucción de sus enemigos naturales, la exposición a los efectos a largo plazo y la pérdida de la biodiversidad por la afectación de las especies útiles.<sup>(9)</sup>

Para enfrentar esta catástrofe ecológica cada vez un mayor número de países va hacia la conversión de la agricultura convencional de altos insumos a la agricultura sostenible, como un sistema de producción ambientalmente viable, económica y con la utilización óptima de los recursos naturales como se practicaba a principios del pasado siglo, los plaguicidas consistían fundamentalmente en sales metálicas y productos naturales extraídos de plantas como la quasia, la nicotina, la rotenona y las piretrinas; actualmente se desarrolla un modelo alternativo que, tomando como base el Manejo Integrado de Plagas, incorpora controles biológicos, biofertilizantes y biorreguladores, conjuntamente con extractos vegetales que eran ya tradicionalmente usados por los campesinos.<sup>(1)</sup>

### **3.2 Generalidades de los plaguicidas de origen vegetal**

Distintas denominaciones se han utilizado para estas sustancias naturales que controlan plagas y enfermedades de los cultivos y cereales ya almacenados, y se les llama indistintamente plaguicidas biológicos, bioquímicos, biorracionales, botánicos, etc.; pero siguiendo el criterio de organismos internacionales como la Comunidad Económica Europea, la Agencia para la Protección del Ambiente de los Estados Unidos de Norteamérica (EPA) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), las diferencias fundamentales con los plaguicidas químicos convencionales consisten en su singular modo de acción, que no es por la vía de toxicidad directa, sino la pequeña concentración en el material vegetal y su especificidad para la especie a combatir, y se dividen en general en dos grandes grupos: agentes o plaguicidas microbianos, que incluyen las bacterias, hongos, virus y protozoos,

y agentes o plaguicidas bioquímicos, que comprenden los atrayentes, hormonas, reguladores del crecimiento de plantas e insectos, enzimas y sustancias de señalización química también llamadas semioquímicos, muy importantes en la relación planta-insecto; junto con las reacciones del metabolismo primario que son similares en todos los organismos, existe en las plantas un número de pasos metabólicos que conducen a la formación de productos secundarios. La procedencia de los plaguicidas naturales de origen botánico se debe precisamente a la síntesis o acumulación de estos productos del metabolismo secundario que tienen las siguientes características: no son esenciales al metabolismo, están en relación con otro organismo, o sea, pueden actuar como medios de defensa, son característicos de especies o familias, son metabólicamente costosos para la planta, son tóxicos para animales y plantas, actuando como repelentes, alomonas, antialimentarios y reguladores del crecimiento, están presentes en etapas fenológicas de la planta y se acumulan en determinados órganos, se encuentran en mayor cantidad en las plantas perennes.<sup>(1)</sup>

Existen muchas estructuras diferentes de metabolitos secundarios, que superan bastante las de los primarios. Entre los más comunes podemos citar:

- **Fenoles:** Son compuestos hidroxilados que pueden actuar como antialimentarios; otros como los taninos actúan como barrera por su sabor amargo, y las cumarinas inhiben el crecimiento de hongos y son tóxicas para nemátodos, ácaros e insectos.
- **Terpenos:** Son los principales constituyentes de los aceites esenciales y actúan como repelentes e inhibidores de la alimentación y la oviposición.
- **Glicósidos cianogénicos.** Al hidrolizarse liberan cianuro, por lo que son tóxicos y repelentes.

- **Compuestos azufrados.** Entre los más importantes están los tiofenos, con acción insecticida y nematicida.
- **Flavonoides:** Son los compuestos que dan color a plantas y flores, a ellos pertenece la rotenona, y actúan como inhibidores enzimáticos y repelentes.
- **Alcaloides:** Son el grupo más diverso de metabolitos secundarios, con muy variados efectos tóxicos; a ellos pertenece la nicotina.

Las plantas ofrecen muchas posibilidades para la producción de plaguicidas orgánicos y medicamentos veterinarios que no se han explotado debidamente, y para la búsqueda y aprovechamiento de este recurso natural se han descrito varias vías o rutas a seguir:

- **Etnobotánica:** a través del conocimiento del uso tradicional de ciertas especies para determinadas necesidades.
- **Comportamiento natural de las plantas:** basado en la observación del comportamiento frente a plagas y patógenos.
- **Quimiotaxonómica:** distribución de sustancias naturales dada por las relaciones filogenéticas de las especies en géneros y familias.
- **Investigaciones fundamentales:** estudios teóricos sobre el metabolismo secundario de algunas especies y géneros (fitoquímica).

Al seleccionar una o varias plantas por cualquiera de estas vías, hay que tener en cuenta ciertos criterios que contribuyan al éxito de la investigación, como que la especie botánica debe ser preferiblemente: perenne, de fácil desarrollo o cultivo, no afectarse fisiológicamente después de la recolección del material, no convertirse en una planta indeseable u hospedera de fitófagos o fitopatógenos y poseer usos económicos complementarios.

Referente a la producción y uso de los plaguicidas naturales de origen vegetal, éstos deben ser: artesanalmente factibles para pequeños agricultores, técnicamente ejecutables y económicamente rentables, el vegetal debe tener amplio espectro de acción, ser de fácil cosecha y procesamiento, ser relativamente inocuo para otros organismos, incluyendo al hombre; además las sustancias bioactivas deben encontrarse en partes accesibles y renovables de la planta, concentradas a niveles económicos, relativamente estables para la conservación y relativamente persistentes. <sup>(1)</sup>

### **3.2.1 Ventajas de los plaguicidas de origen vegetal**

- Su utilización no implica costos elevados
- Están al alcance del agricultor
- Algunas sustancias son muy toxicas, pero no tienen el efecto residual prolongado, y se descomponen rápidamente
- No contaminan el ambiente
- En su gran mayoría no son venenosos para los mamíferos
- No causan resistencia a los insectos
- El uso de extractos puede incorporarse al manejo integrado de plagas (MIP), reduciendo la aplicación de plaguicidas químicos sintéticos
- Los materiales son renovables
- Se aprovechan elementos de los ecosistemas que se encuentran en abundancia y que en la práctica no se les asigna un valor económico <sup>(9)</sup>

La Agricultura Orgánica promueve el equilibrio armónico entre el desarrollo agrario y los componentes del agroecosistema, y por esto los plaguicidas botánicos, aplicados tanto preventivamente como para controlar un ataque

severo de plagas, respetan este principio, porque además de su efecto tóxico y/o repelente, se descomponen rápidamente y no causan resistencia.

Las investigaciones para la obtención de un nuevo plaguicida botánico, conlleva una serie de pasos como son: la correcta elección, recolección y clasificación del material vegetal; la realización de tamizajes fitoquímicos que permiten conocer la naturaleza de los compuestos presentes, para poder escoger el método de extracción más adecuado de los principios activos; su fraccionamiento y formulación. Las pruebas iniciales de la actividad biológica, decidirán el aislamiento y purificación de los principios activos y las pruebas de campo, y por último, los estudios toxicológicos y ambientales permitirán el registro del nuevo producto y su comercialización. Sin embargo, la generación de tecnologías a partir de los recursos vegetales para la protección de plantas, tiene varias limitaciones, como son: falta de información sobre las propiedades biocidas de las plantas, el modo de acción es diferente a los plaguicidas químicos clásicos y la acción biológica es de corta duración, por lo tanto el número de aplicaciones es mayor, falta de conocimiento de los productores para la aplicación de estas tecnologías, estas plantas son un cultivo más y requieren área y manejo adecuado, la concentración de los principios activos en las plantas es generalmente baja, por lo que para obtener una pequeña cantidad del principio activo, se necesita una gran cantidad de material fresco de la planta que lo contiene. (1)

### **3.3 Conservación y protección de los granos almacenados**

La conservación y protección de los granos almacenados constituye una necesidad alimenticia social y económica. Desde que los seres humanos empezaron a acumular reservas de una manera organizada, particularmente las de tipo alimenticio, tratando de buscar los mejores medios para asegurar su subsistencia. Actualmente, el almacenaje se ha convertido en una práctica de

elevado contenido técnico, gracias a la acumulación de experiencias a lo largo de miles de años. La cosecha en la época adecuada, la limpieza, el secado, los almacenes adecuados en cuanto a ubicación, orientación y proyecto, los silos con sistemas de aireación, y la calidad del producto durante el período del almacenaje, determinan su conservación. <sup>(20)</sup>

Los granos almacenados se consideran como una masa porosa, constituida por los mismos granos y el aire intersticial. Constituyen un material biológico vivo, que usa el oxígeno del aire de los intersticios y deja libre el gas carbónico. Por ello, tienden a deteriorarse por un proceso natural.

Los granos almacenados constituyen un agroecosistema complejo. Esto se debe a que se producen una serie de interacciones entre luz, temperatura, humedad y agentes bióticos (insectos y hongos). Después de la cosecha los cereales pueden ser atacados por numerosos insectos y los daños que estos causan pueden ser directos e indirectos. Los directos consisten en alimentarse propiamente de la semilla, contaminarlas con sus desechos o bajar el porcentaje de germinación y los indirectos son elevar la temperatura, diseminar las esporas de los hongos e incluso atacar y dañar el material de empaque y estructuras de las bodegas. La infestación puede producirse ya sea en el campo, durante el transporte o en la bodega. En base a todas estas consideraciones es que se deben tomar las medidas de control necesarias ya sean preventivas curativas. <sup>(19)</sup>

En agricultura se entiende como manejo integrado de plagas (MIP) o control integrado de plagas a una estrategia que usa una gran variedad de métodos complementarios: físicos, mecánicos, químicos, biológicos, genéticos, legales y culturales para el control de plagas. Estos métodos se aplican en tres etapas: prevención, observación y aplicación. Es un método ecológico que aspira a reducir o eliminar el uso de plaguicidas y de minimizar el impacto al medio ambiente. <sup>(18)</sup>

### **3.3.1 Generalidades de los insectos**

Los insectos se caracterizan por tener un cuerpo segmentado con cierta flexibilidad debida a las uniones membranosas. El esqueleto es externo y consiste en una membrana gruesa (cutícula) o caparazón a diferencia del esqueleto interno del hombre constituido por huesos.

Los movimientos del insecto se producen en las zonas membranosas que unen las partes rígidas, pues el exoesqueleto lo envuelve totalmente. Pequeñas aberturas facilitan la respiración, comida y expresión. El esqueleto presenta algunas ventajas; protección a algunos daños externos físicos y químicos; mejor conservación del cuerpo por reducción de la evaporación y ventajas mecánicas para la inserción de los músculos, lo que le da una agilidad y fuerza desproporcionada con el tamaño de su cuerpo.

La desventaja consiste en que la rigidez le impide aumentar de tamaño. Cuando crecen deben mudar de piel siendo el momento bastante vulnerable para la vida del insecto. Los adultos, con exoesqueleto rígido no aumentan de tamaño. <sup>(18)</sup>

### **3.3.2 Insectos de los granos almacenados**

Los insectos que se desarrollan en granos y sus productos almacenados, son de tamaño pequeño; por lo general miden de 2 a 5 mm de longitud, aunque algunos llegan a alcanzar 8 a 12 mm. Su tamaño pequeño les permite pasar muchas veces desapercibidos y encontrar lugares donde refugiarse. Su reproducción es asombrosa y su ciclo biológico puede durar apenas unos cuantos días o semanas, por lo que en un periodo muy breve pueden alcanzar grandes poblaciones, especialmente cuando encuentran alimento disponible y las condiciones ambientales les son favorables.

Su cuerpo tiene coloraciones variadas; hay especies con colores opacos mientras que otras tienen colores vivos y pueden ser de gran belleza. En general, los insectos de granos almacenados suelen presentar coloraciones que

tienden a confundirlos con el medio en donde viven, lo que constituye una forma de protección. <sup>(23)</sup>

Algunos insectos dañan el grano al desarrollarse (huevos, larvas, pupas) dentro de él, comiendo en el endospermo interno, y produciendo en los granos huecos por los cuales salen de allí los adultos. El ciclo se repite cuando la hembra pone huevos dentro de los granos. Otras especies de insectos no se desarrollan dentro de los granos, aunque puede que se escondan dentro de las grietas de granos partidos haciendo que sea muy difícil detectarlos.

Los insectos dañan los granos barrenándolos y reduciendo la calidad del grano al disminuir el peso, la calidad o el valor nutricional; al diseminar y estimular la germinación de los mohos; al aumentar el contenido de ácidos grasos del grano; y al dejar cantidades de ácido úrico que causan rancidez de los granos. Los insectos también rompen granos al alimentarse y dejan pedazos que reducen el flujo de aire entre los granos e impide una aireación apropiada cuando se usan ventiladores. Además, la presencia de insectos en una muestra de grano puede causar una disminución en el precio pagado por el grano. <sup>(21)</sup>

### **3.3.3 *Zabrotes subfasciatus*** (gorgojo común del frijol)

Una de las plagas más importantes del frijol almacenado es el gorgojo del frijol o gorgojo pinto del frijol (***Zabrotes subfasciatus***). Este insecto es originario de las regiones de Centro y Sur América, desde donde se ha distribuido a varias zonas cálidas del mundo en las cuales se cultiva frijol. Los daños ocasionados son difíciles de cuantificar y aunque varían según la región, se estiman pérdidas de aproximadamente 35%. El principal daño de esta plaga lo ocasiona la larva al alimentarse internamente del grano, perjudicando la viabilidad de la semilla y propiciando la entrada de patógenos y oxidación de lípidos, lo cual le da un olor característico al grano. <sup>(16)</sup>

**Alimento:** Prefiere los granos de frijol, aunque también puede alimentarse de granos de arvejas, lentejas y soya.

**Distribución:** Regiones tropicales y subtropicales de América Latina de donde se considera originario. Su presencia ha sido reportada en algunas regiones de África.

**Importancia:** Es una plaga primaria de gran importancia económica en las zonas productoras de frijol de las regiones tropicales y subtropicales de América Latina. Predomina sobre ***Acanthoscelides obtectus*** en los climas cálidos, húmedos, con poca altitud sobre el nivel del mar. <sup>(18)</sup>

### 3.3.3.1 Taxonomía.

La familia Bruchidae incluye cerca de 1300 especies de insectos agrupados en 56 géneros y 5 subfamilias en la región neotropical existen 500 especies, de las cuales ***Callosabrochus maculatus*, *Acanthoscelides obtectus* y *Zabrotes subfasciatus*** son las de mayor importancia económica.

La actual clasificación del gorgojo del frijol o gorgojo común del frijol es la siguiente:

- Clase: Insecta
- Orden: Coleóptera
- Suborden: Polífaga
- Familia: Bruchidae
- Género: ***Zabrotes***
- Especie: ***Zabrotes subfasciatus*** <sup>(17)</sup>

### 3.3.3.2 Descripción morfológica de ***Zabrotes subfasciatus***

**Huevo:** son muy pequeños, miden aproximadamente 0.3 mm de diámetro, redondeados y aplanados. Cuando están recién puestos se caracterizan por

tener una apariencia hialina, pero a medida que avanza la incubación se tornan de color blanquecino amarillento. Son depositados de forma individual.

**Larvas:** son de tipo vermiforme y ápada. Tienen una longitud de 3-3.5 mm. Su cuerpo es más o menos recurvado, con abundantes pliegues y de color blanquecino. La cabeza es muy reducida y esta encajada en el protórax.

**Pupa:** miden cerca de 3 mm de largo. Son del tipo exarata, con los apéndices, semejantes a un adulto momificado, de color blanco lechoso y sin pelos. La diferencia de los sexos puede apreciarse por la forma del último segmento abdominal, que en la hembra es rectilíneo y en el macho arqueado.

**Adultos:** son insectos pequeños de 1.8 a 2.5 mm de largo y de color castaño oscuro. Las hembras son de mayor tamaño y presentan cuatro manchas claras en el pronoto, las cuales contrastan con el color oscuro y brillante del cuerpo, en ambos cuerpos los élitros son cortos, dejando expuesto el último segmento del abdomen, las alas son bien desarrolladas, el cuerpo es de contorno oval con la cabeza libre, inclinada que se prolonga en un rostro corto y achatado. Los ojos están bien desarrollados. Las antenas tienen 11 segmentos, las patas posteriores son más robustas que las anteriores, muestran los fémures dilatados y las tibiae posteriores tienen dos espuelas. (Ver anexo N°1) <sup>(17)</sup>

### 3.3.3.3 Biología y hábitos de *Zabrotes subfasciatus*

Las condiciones óptimas para el desarrollo de *Z. subfasciatus* son 70% de HR. y 32.5 °C, donde alcanzan un promedio de vida de 25 días entre el estado de huevo y adulto. Si la temperatura disminuye, el periodo para su desarrollo se alarga; a 20° C dura 100 días Resisten una temperatura máxima de 37.5° C y una mínima ligeramente inferior a 20° C. <sup>(2)</sup>

**Huevo:** son depositados en forma aislada sobre la semilla almacenada, a la que se adhieren por medio de una sustancia pegante. En estas se presenta un

rango de variación diario de 3-4 huevos por hembra en cada semilla. El estado de huevo dura de 4-5 días. Los huevos frescos adheridos a la testa de los granos, son brillantes y traslúcidos, mientras que las posturas ya eclosionadas son blancas y opacas.

**Larvas:** después de eclosionar, la larva de primer instar penetra en la semilla y continua desarrollándose en su interior, formando una cámara o celda a medida que se alimenta, durante el último instar la larva realiza un corte circular en la testa, formando una ventana que permitirá luego al adulto abandonar la cámara pupal o de alimentación. Las larvas mudan cuatro veces antes de empupar, este estado dura 14 días.

**Pupa:** se desarrolla dentro de la semilla, al terminar el periodo emergen por las ventanas convertidas en adultos, el estado pupal dura de 5-6 días.

**Adulto:** el periodo de preoviposición es de 1-7 días y el de oviposición de 7 días. El peso de la hembra es de 1.5 veces más que el macho. Los adultos viven 10-12 días en condiciones de 30°C y 70% HR. La hembra es capaz de poner hasta 56 huevos y de infestar 36 granos en su vida. La oviposición de la hembra inicia en su primer día de existencia, en el cual pone de 2 a 3 huevo alcanza su valor máximo en el tercer día en que puede colocar hasta 9. A partir de entonces, reduce la postura con valores entre 1-4, hasta el día 11-12. <sup>(17)</sup>

### 3.4 Generalidades de las Annonaceae

#### 3.4.1 Clasificación botánica de las Annonaceae

La familia Annonaceae cuenta con 130 géneros y se estima que hay 2,300 especies en el mundo; entre ellas hay numerosos frutales entre ellos el género **Annona** y **Rollinia**; la mayoría de las especies **Annona** y **Rollinia** son originarias del nuevo mundo.

El género *Annona* se caracteriza por sus hojas de dos categorías, alternas, simples, enteras, finas o coriáceas, deciduas o persistentes y sin estípulas; las flores son superaxilares, con frecuencia opuestas a las hojas, solitarias o en racimos, bisexuales, con frecuencia en tonos de color café y amarillo ocre generalmente el cáliz es tubular y de tres partes. Existen seis pétalos en dos series, estando representada algunas veces la serie anterior por escamas o pueden faltar estas (por ejemplo: *A. chirimola* o *A. reticulata*), los estambres son numerosos, aglomerados, con filamentos carnosos portando anteras largas y espirales. Los pistilos son muchos de un óvulo, y están aglomerados en un receptáculo alargado. La fruta es grande, carnosa, en forma de manzana, estando formada por la fusión de los pistilos y el receptáculo. <sup>(13)</sup>

Los indígenas cultivaron cuidadosamente muchas de ellas en Mesoamérica, los valles interandinos, amazonia y otros lugares. Hay tres especies: *Annona cherimola*, *A. muricata*, *A. squamosa*, marginales en varias regiones de América tropical, otras tres: *Annona diversifolia*, *A. reticulata*, *A. scleroderma* en cambio han sido marginadas a pesar de su valor intrínseco y potencial como fruta fresca <sup>(8)</sup>

### 3.4.2 *Annona diversifolia*

**Nombre botánico:** *Annona diversifolia* Safford.

**Familia:** Anonáceas.

**Nombres comunes:** ilama, ilamatzapotl, izlama, papausa; *castellano*: anona blanca; *inglés*: ilama.

**Origen:** América tropical

**Temporada:** finales de julio a octubre, dependiendo de la humedad del suelo y el clima. (Ver anexo N° 3)

**Suelo:** franco arenoso-arcilloso, puede ser árido, pedregoso y pesado, aunque prospera en suelos profundos con buen drenaje.

**Usos:** comestible como fruta fresca. Sus semillas pulverizadas se utilizan como insecticida y como repelente de moscas y otros insectos. <sup>(26)</sup>

Este frutal, muy estimado en su área de origen, no se ha desarrollado como merece por tratarse de una especie plantada prácticamente sólo por los indígenas. Aunque es muy apreciada y bien pagada en los mercados de Guatemala, su cultivo no atrae a otros propietarios agrícolas, pero sí a los agricultores de frutales exóticos. Otros factores que ayudan a marginarla son la baja productividad de los árboles; la dificultad de germinación de las semillas (aunque ya se conocen métodos para promover artificialmente la germinación), y la poca duración de la fruta en los mercados, 2-3 días a temperatura ambiente. Si se dejan madurar en el árbol, los frutos se rajan pero si se recogen en ese estado y se almacenan a temperatura normal, las rajadas se cicatrizan. <sup>(11)</sup>

Este árbol se distingue de las otras especies de Annonaceae porque tiene dos clases de hojas, las ovaladas, glabras, con pecíolo y otras en forma de brácteas, redondas, caedizas sin pecíolo que crecen en la base de las ramillas. En el lado inferior de las hojas, ramillas y frutos, la superficie tiene un aspecto pulverulento, blancuzco que es más notable en las variedades de pulpa blanca, las flores tienen 3 pétalos externos de 2 a 3 cm de largos y pétalos internos 3 internos diminutos; el color de las flores es una característica varietal y va de rosado a rojo púrpura. El fruto de unos 12 cm de largo y tiene pulpa blanca, rosada o rojiza, con aroma típico y sabor dulce exquisito, los frutos son muy resistentes o tal vez completamente inmune a los ataques del insecto barrenador de las semillas. <sup>(6)</sup>

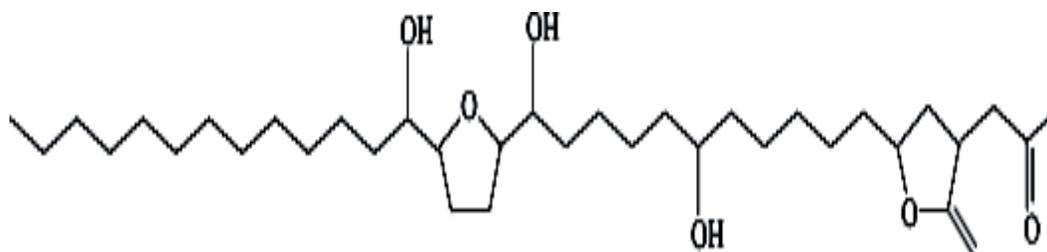
Se cultiva solo en huertos de pocos árboles, y se nota una amplia variedad. Esta se expresa especialmente en características de los frutos: color, textura que puede ser desde ligeramente pastosa a jugosa, suave o con concentraciones de granos más duros, sabor dulce y aroma típico. <sup>(11)</sup>

### 3.4.3 Compuestos activos de las Annonaceae

La familia Annonaceae, a la que pertenecen la anona, chincuya, y la guanábana, entre otros frutos, se distingue por su alta producción de moléculas de bajo peso molecular que en la actualidad se estudian por múltiples razones, como su potencial anticancerígeno, su poder insecticida y su utilidad en la industria del perfume. <sup>(10)</sup>

Los compuestos de interés por su comprobada actividad biológica presentes en las Annonaceae se conocen como acetogeninas, estas son un grupo de sustancias, derivadas de los ácidos grasos, en particular de los que poseen 32 o 34 átomos de carbono, características de la familia Annonaceae y no encontradas, hasta ahora, en ninguna otra. Pueden estar combinados con una unidad de 2- propanol en el C-2 para formar una  $\gamma$ - lactona, las cuales presentan diferentes actividades como antitumoral inmunosupresora, pesticida, antiprotozoal y antimicrobiana. <sup>(5)</sup>

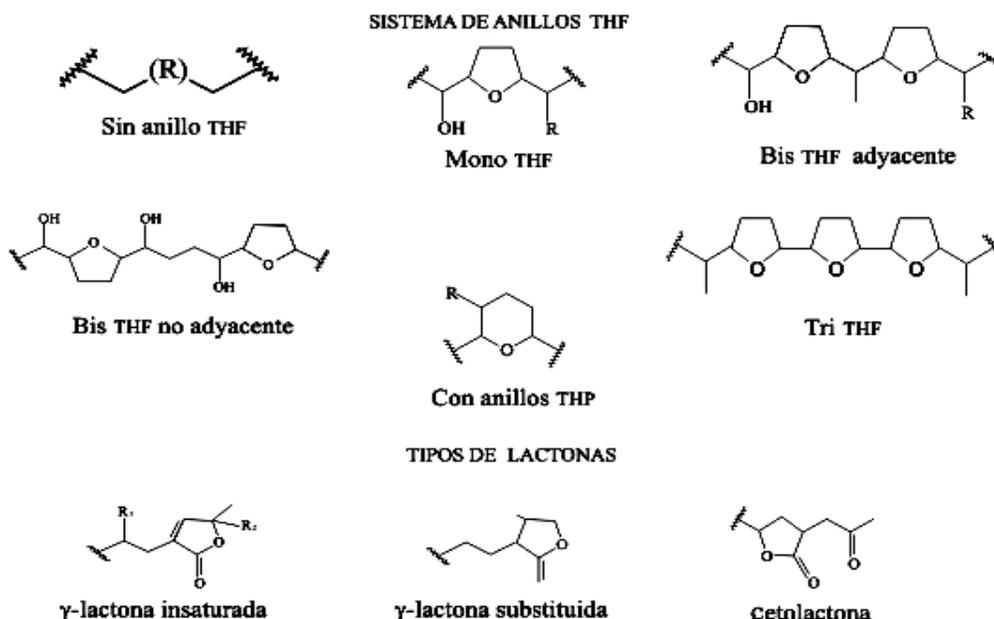
De las Annonaceae se han reportado numerosas acetogeninas aisladas e identificadas tales como la uvaracina la primera que fue aislada de la planta *Uvaria accuminata* en 1982. <sup>(8)</sup>



**Figura N° 1.** Estructura general de una acetogenina de Annonaceae <sup>(10)</sup>

### 3.4.4 Clasificación de las acetogeninas de Annonaceae

Las acetogeninas de Annonaceae se clasifican según la cantidad de anillos que tengan en su estructura, como son: Mono-tetrahidrofurano (THF), adyacentes bis THF, no adyacente bis THF y sin anillo Mono-THF estas estructuras también poseen hidroxilos laterales los cuales pueden estar a uno u otro lado de la estructura, seguida por una subclasificación de las  $\gamma$ -lactonas o sustituidas por cetolactonas. (6)



**Figura N° 2.** Clasificación de Acetogeninas de Annonaceae. (10)

Las acetogeninas son solubles en la gran mayoría de los solventes orgánicos. La extracción por etanol del material seco de la planta, seguida de la partición de solventes para concentrar los componentes. Se han reportado algunas técnicas para el aislamiento de acetogeninas a partir de la planta; siendo las más utilizadas la extracción por filtración en frío y la extracción en éter, hexano y etanol, pueden utilizarse hojas semillas y raíces de la planta. (10)

### 3.4.5 Mecanismo de acción de las acetogeninas de Annonaceae

Una serie de experimentos han demostrado que las acetogeninas de Annonaceae son inhibidoras de la enzima NADH en el complejo I de la cadena respiratoria mitocondrial. Se encontró inicialmente que la toxicidad presentada por la exposición de insectos a las acetogeninas de Annonaceae, incluye una disminución lenta en la movilidad y el crecimiento antes de la muerte. Tales síntomas son normalmente atribuidos a los bajos niveles de ATP, causados por los inhibidores respiratorios. <sup>(8)</sup>

### 3.5 Cultivo del frijol

Las alubias, caraotas, chícharos, fabas, fréjoles, frijoles, frijones, granos, habichuelas, judías, pochas o porotos son las semillas comestibles de *Phaseolus vulgaris*, una especie anual de la familia de las leguminosas. Es una planta originaria de América que se cultiva en todo el mundo. Existen numerosas variedades y de ellas se consumen tanto las vainas verdes como los granos secos. (Ver anexo N° 2) <sup>(12)</sup>



Figura N°3 *Phaseolus vulgaris* <sup>(28)</sup>

El frijol prospera en climas fríos y cálidos, tiene variedades trepadoras y enanas. Se cultiva en suelos no muy salinos, con índice medio de lluvias. Se

cultiva en lugares donde el calor del sol llegue al tallo de la planta pero en casos este frijol no prospera en temperaturas muy altas y muy bajas,  $-10^{\circ}\text{C}$  o  $35^{\circ}\text{C}$ .

Se pueden consumir frescos o secos si se dejan madurar en la planta, después se arranca la mata y se dejan secar totalmente colgándolos cabeza abajo en un lugar fresco y seco el grano seco de esta planta, se conserva durante mucho tiempo en recipientes cerrados y en lugares sin humedad.

El frijol, es una de las leguminosas más importantes es considerado como la fuente más barata de proteínas y calorías, además de los ingresos que genera para los productores dedicados a este cultivo.

En el país el frijol ocupa el segundo lugar después del maíz en los granos básicos; tanto por la superficie sembrada como por la cantidad que consume la población, ocupa la mayor superficie de siembra y se cultiva en todo el país, desde los 100 hasta 1500 msnm.

El frijol se cultiva a nivel nacional, variando desde luego el área de siembra, los rendimientos y las etnologías de manejo de una región a otra, el consumo per capita de grano varía según el rendimiento y el estrato social, en cantidades que van desde 9 a 21 kilogramos por año

El frijol se ha consumido en el país y en el resto de los países del área, desde antes de la llegada de los españoles, tanto por tradición como por su valor nutritivo, como fuente proteica.

Tiene mucha importancia en la dieta alimenticia de la población, representando a nivel nacional, 6.83% de la estructura de la dieta; a nivel urbano representa 6.84%, a nivel nacional, 6.83% y a nivel rural este porcentaje aumenta a 7.58%. También es importante por su gran valor alimenticio; el grano de frijol contiene un 20 - 25% de proteínas, 1.6% de lípidos, cerca de 60% de hidratos de carbono y además, minerales como calcio, fósforo, hierro, entre otros. (14)

**CAPITULO IV**  
**DISEÑO METODOLOGICO**

## 4.0 DISEÑO METODOLOGICO

### 4.1. Tipo de estudio

**Retrospectivo:** Estudia acontecimientos ocurridos en el pasado con relación a acontecimientos del presente.

**Prospectivo:** Se inicia con la exposición de una supuesta causa y se le da seguimiento a partir de ella para que después de determinada la causa se proceda a una corrección, dichos datos sirven para estudios posteriores

**Bibliográfico:** Esta investigación apoyará a la solución del problema a través de un enfoque teórico fundamentado en una exhaustiva investigación bibliográfica.

**Experimental:** La parte experimental se realizó en los Laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador

**Tipo de muestreo:** Dirigido

### 4.2. Metodología

La investigación se realizó en tres etapas:

- Investigación bibliográfica
- Investigación de campo
- Parte experimental

#### 4.2.1 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Se realizó en:

- Biblioteca Central de la Universidad de El Salvador
- Biblioteca Dr. Benjamín Orozco de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador

- Biblioteca de la Facultad de Agronomía de la Universidad de El Salvador.
- Internet.

#### 4.2.2 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

##### Universo

Semillas de los frutos de *Annona diversifolia* (anona) obtenidos en diferentes mercados del área metropolitana de San Salvador.

Granos de *Phaseolus vulgaris L.* (frijol común) recolectados en el municipio de Ahuachapán departamento de Ahuachapán.

*Zabrotes subfasciatus* (gorgojos de frijol) recolectados en el departamento de Ahuachapán departamento de Ahuachapán.

##### Muestra

- 100 g de polvo de la semilla de los frutos de anona (*A. diversifolia*)
- 10 libras de granos de frijol negro sanos, recolectados en el municipio de Ahuachapán departamento de Ahuachapán.
- 1000 gorgojos de frijol (*Z. subfasciatus*), distribuidos en dos evaluaciones con cinco repeticiones.(ver anexo N°10)

##### Recolección de la muestra

- La recolección de las semillas de anona se realizó a partir de los frutos de anona, obtenidos en diferentes mercados del área metropolitana de San Salvador de la cosecha de julio a septiembre de 2010.  
(ver anexo N°3)
- Los granos de frijol se obtuvieron en un lugar público de venta en el municipio de Ahuachapán departamento de Ahuachapán, esta muestra se recolectó completamente al azar. (ver anexo N°2)

- La recolección del gorgojo del frijol se realizó en lugares públicos de venta de granos básicos en el municipio de Ahuachapán departamento de Ahuachapán. (ver anexo N°1)

Tratamientos a evaluar:

Se evaluaron 4 tratamientos por cada extracto.

- **Extracto Etanólico**

**CE**= Control (etanol absoluto)

**E1**= Extracto Etanólico de la semilla de *A. diversifolia* (anona) a una concentración de 50 ppm

**E2**= Extracto Etanólico de la semilla de *A. diversifolia* (anona) a una concentración de 150 ppm

**E3**= Extracto Etanólico de la semilla de *A. diversifolia* (anona) a una concentración de 300 ppm

- **Extracto n- Hexano: éter etílico (1:1)**

**CH**= Control (n-Hexano: éter etílico)

**H1**= Extracto n- Hexano: éter etílico de la semilla de *A. diversifolia* (anona) a una concentración de 50 ppm

**H2**= Extracto n- Hexano: éter etílico de la semilla de *A. diversifolia* (anona) a una concentración de 150 ppm

**H3**= Extracto n- Hexano: éter etílico de la semilla de *A. diversifolia* (anona) a una concentración de 300 ppm

**Variables a evaluar:**

Se evaluaron dos variables para determinar la concentración de mayor efectividad en cada uno de los extracto.

- Porcentaje de mortalidad

Esta variable se utilizó con el fin de conocer el efecto insecticida que brindan los extractos etanólico y n- Hexano: éter etílico (1:1), obtenido de la semilla de ***Annona diversifolia*** (anona) contra el ***Zabrotes subfasciatus*** (gorgojo común del frijol)

- Número de oviposturas

Esta variable se utilizó para determinar el efecto disuasivo de los diferentes tratamientos en las oviposturas de las hembras de ***Zabrotes subfasciatus***.

### **Análisis estadístico**

El diseño estadístico que se utilizó fue completamente al azar con 8 tratamientos y 5 repeticiones.

Los resultados fueron analizados estadísticamente por el método de varianza, para un diseño completamente al azar y análisis comparativo de medias utilizando la prueba de homogeneidad de varianzas (prueba de Cochran). <sup>(31)</sup>

Para el análisis de los datos se utilizó la media de datos, representados mediante tablas y gráficos.

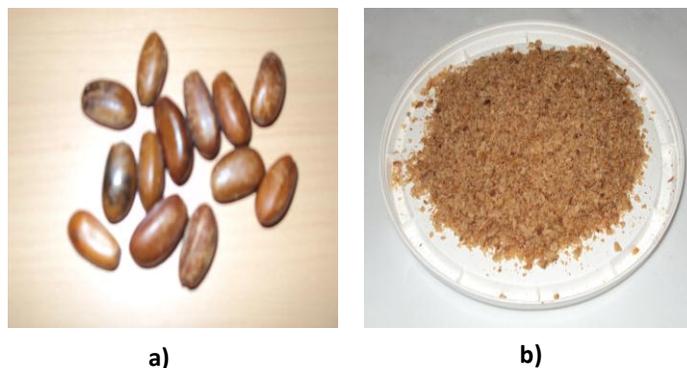
### **4.2.3 PARTE EXPERIMENTAL**

Para la realización de la investigación experimental se utilizaron los siguientes materiales y reactivos (ver anexo N°4)

#### **4.2.3.1 Preparación de la muestra \* (ver anexo N°5)**

Posteriormente de la recolección de las semillas de anona se procedió a lavarlas con suficiente agua potable y finalmente con agua destilada, se secaron colocándolas sobre papel periódico en un lugar seco, limpio y retirado de la luz directa del sol, se dejaron a temperatura ambiente durante siete días,

luego del secado se trituraron las semillas, golpeándolas con un martillo, hasta quebrarlas para obtener fracciones pequeñas que posteriormente fueron molidas en un procesador de alimentos convencional (ver Figura N°4)



**Figura N° 4** (a) Semillas enteras de *Annona diversifolia* (anona); (b) Polvo de semillas luego del molido

#### 4.2.3.2 Preparación del extracto <sup>(2)</sup>

1. Armar el equipo de extracción Soxhlet (ver anexo N°6)
2. Pesar en una balanza analítica 25 g de polvo de semilla de anona por triplicado.
3. Colocar en la corneta del equipo, el dedal (cartucho elaborado de papel filtro) que contiene 25 g de polvo de semilla de anona previamente pesados y proceder a adicionar el solvente (etanol absoluto, n-Hexano: éter etílico (1:1))
4. Iniciar la extracción a una temperatura de aproximadamente 78°C y un tiempo de extracción de 16 horas

\* Jiménez, Eleazar preparación de muestra, San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador (Entrevista)

5. Colocar el extracto en un envase oscuro y dejar en reposo durante aproximadamente una semana a temperatura ambiente en un lugar limpio, seco y protegido de la luz directa del sol, hasta eliminar la mayor cantidad de solvente.

#### **4.2.3.3 Preparación de la solución madre a concentración de 1000 ppm**

1. Pesar 0.05 g de extracto y colocarlo en un balón volumétrico de 50 mL, adicionar aproximadamente 20 mL del solvente utilizado en la extracción (etanol y n-Hexano: éter etílico (1:1)), agitar hasta completar la disolución
2. Llevar a volumen con el solvente utilizado en la extracción y homogenizar \*\*

#### **4.2.3.4 Preparación del extracto a diferentes concentraciones \*\***

Para la preparación de las soluciones a diferentes concentraciones se utilizó la siguiente fórmula matemática:

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

Donde:

**C<sub>1</sub>**= Concentración de la solución madre

**V<sub>1</sub>**= Alícuota a tomar de la solución madre, para preparar la concentración adecuada

**C<sub>2</sub>**= Concentración a preparar

**V<sub>2</sub>**= Volumen a preparar (ver anexo N°7)

\*\* Vivar de Figueroa, M.E., preparación de soluciones, San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador (Entrevista)

#### **4.2.3.5 Dilución del extracto etanólico a una concentración de 50 ppm**

Tomar 2.5 mL de la solución madre de 1000 ppm con una pipeta volumétrica, adicionar a un balón volumétrico de 50.0 mL, y agregar aproximadamente 20 mL de etanol, agitando hasta completa disolución, llevar a volumen con el solvente utilizado y homogenizar

Para preparar las diluciones de 150 ppm y 300 ppm, se tomaron alícuotas de 7.5 mL y 15.0 mL de la solución madre de 1000 ppm, medidas con pipeta volumétrica y se siguió el procedimiento (para la preparación de la dilución de 50 ppm) anteriormente descrita.

Para preparar las diluciones del extracto n- Hexano: éter etílico a 50, 150 y 300 ppm, se sustituyó el solvente utilizado en el procedimiento para la preparación de la dilución de 50 ppm del extracto etanólico.

#### **4.3 Evaluación del extracto botánico**

Las diferentes concentraciones de los extractos etanólico y n-Hexano: éter etílico se analizaron mediante la prueba de aplicación directa <sup>(2)</sup> evaluando dos variables, mortalidad y número de oviposturas; y la prueba de repelencia y preferencia evaluando el número de gorgojos en cada compartimiento y el número de oviposturas

##### **4.3.1 Tratamiento previo de los granos de frijol.**

1. Colocar 100 granos de frijol limpios y sanos en una bolsa de polietileno
2. Aplicar las diluciones de cada uno de los tratamientos a evaluar, rociándolos con un atomizador (aproximadamente 5 mL) \*\*
3. Mezclar los granos de manera que todo el extracto se distribuya homogéneamente,
4. Dejar a temperatura ambiente durante 1 hora para evaporar el solvente.  
(ver figura 5,6,7)



**Figura N° 5** Granos de frijol limpios y sanos



**Figura N° 6** Soluciones preparadas a partir de los extractos etanólico y n-Hexano: éter etílico (1:1)

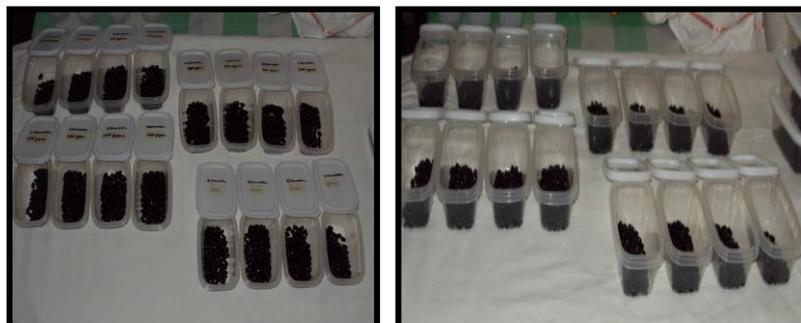


**Figura N° 7** Granos de frijol rociados con los diferentes tratamientos etanólico y n-Hexano: éter etílico (1:1)

### 4.3.2 Prueba de aplicación directa

Esta prueba tuvo como objetivo evaluar el efecto insecticida de los diferentes extractos (ver anexo N°8)

1. Colocar los frijoles previamente tratados en los recipientes plásticos



**Figura N° 8** Recipientes para la prueba de aplicación directa

2. Colocar 20 individuos (gorgojo común de frijol), teniendo cuidado de colocar igual número de hembras y machos en cada uno de los depósitos, tapara y sellar con cinta adhesiva. <sup>(3)</sup>
3. Observar los gorgojos vivos y muertos a las 2, 8, 24, 48 y 72 horas después de la aplicación del tratamiento.
4. Observar 50 granos de frijol a las 72 horas luego de la aplicación del tratamiento y realizar la lectura correspondiente de oviposturas en cada uno de los granos. (tomando cada grano de frijol y realizando la lectura del número de huevos por simple observación)

Parámetros evaluados:

- **Mortalidad**
- **Número de oviposturas**

### 4.3.3 Prueba de Repelencia y Preferencia

Esta prueba permitió determinar el grado de repelencia y preferencia que presentan los diferentes tratamientos contra *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol) (ver anexo N° 9)

Se utilizó un dispositivo (arena experimental) que consiste en 5 depósitos plásticos circulares, los cuales están distribuidos de la siguiente manera; una cámara central en la que se colocaron los gorgojos; la cual está conectada con 4 compartimientos a través de conductos de plástico. <sup>(17)</sup>

1. Colocar 100 granos de frijol previamente tratados en cada uno de los compartimientos correspondiente a cada tratamiento (debidamente identificados)



**Figura N° 9** Equipo utilizado para la prueba de repelencia y preferencia con *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol)

2. Colocar 50 gorgojos vivos, igual número de machos y hembras en la cámara central luego tapar y sellar el recipiente herméticamente.
3. Dejar a temperatura ambiente en un lugar limpio y seco; y contar el número de gorgojos en cada compartimiento a las 24, 48 y 72 horas.



**Figura N° 10** Prueba de repelencia y preferencia

4. Observar 50 granos de frijol a las 72 horas luego de la aplicación del tratamiento y realizar la lectura correspondiente de oviposturas en 20 granos de frijol (tomar cada grano de frijol y realizar la lectura del número de huevos por simple observación)

Parámetros evaluados:

- **Número de gorgojos en cada compartimiento**
- **Número de oviposturas**

La repelencia es representada por el índice de repelencia <sup>(15)</sup> calculado por la formula:

$$IR = \frac{2G}{G+P}$$

Donde:

IR = índice de repelencia

G = porcentaje de insectos en el tratamiento

P = porcentaje de insectos en el blanco

**CAPITULO V**  
**RESULTADOS**

## 5.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los extractos se obtuvieron a partir de la semilla seca y pulverizada de *Annona diversifolia* (anona), utilizando el método de extracción por Soxhlet, este método permitió obtener el principio activo en una mezcla con otros componentes. Los solventes utilizados en la extracción fueron: Etanol y n-Hexano: éter etílico (1:1).

El etanol presentó mejores ventajas durante la extracción del principio activo, permitiendo obtener el activo con una mezcla de otros componentes, en forma de resina, la cual presentó una coloración café oscuro y consistencia viscosa; el rendimiento total obtenido de las tres extracciones (75g de muestra) fue de 26.57g. El rendimiento total de la extracción con n-hexano: éter etílico obtenido de las tres extracciones (75 g de muestra) fue de 10.83 g, el extracto presentó una coloración café clara y consistencia viscosa, este solvente presentó la desventaja de que se necesita reponer las cantidades que se evaporan durante la extracción, debido a la mayor volatilidad que presenta.



**Figura N° 11** Extractos obtenidos de *Annona diversifolia* a) extracto alcohólico; b) extracto n-Hexano: éter etílico (1:1)

No fue necesario utilizar el rotaevaporador para eliminar el solvente, el extracto en reposo durante una semana a temperatura ambiente en un lugar limpio y seco, permitió eliminar casi a totalidad el solvente.

De los extractos obtenidos (ver figura N°11), se preparó una solución madre de concentración de 1000 ppm, y esta solución se utilizó para preparar las soluciones a diferentes concentraciones (50, 150 y 300 ppm), de los extractos etanólico y n-Hexano éter etílico (1:1). Se realizaron dos pruebas: la prueba de aplicación directa y la prueba de repelencia y preferencia, con cinco repeticiones cada prueba, en todas las pruebas se realizó un control (C) para verificar que la mortalidad no la causara el solvente.

## **PRUEBA DE APLICACIÓN DIRECTA**

En esta prueba se evaluaron dos variables:

- **Variable: Mortalidad**

En esta variable se evaluó el número de gorgojos muertos a diferentes tiempos: 2, 8, 24, 48 y 72 horas, luego de la aplicación de los diferentes tratamientos:

- **Extracto etanólico**

**CE**= Control (etanol absoluto)

**E1**= Extracto etanólico de la semilla de *A. diversifolia* (anona) a una concentración de 50 ppm

**E2**= Extracto etanólico de la semilla de *A. diversifolia* (anona) a una concentración de 150 ppm

**E3**= Extracto etanólico de la semilla de *A. diversifolia* (anona) a una concentración de 300 ppm

- **Extracto n- Hexano: éter etílico (1:1)**

**CH**= Control (n-Hexano: éter etílico)

**H1=** Extracto n- Hexano: éter etílico de la semilla de *A. diversifolia* (anona) a una concentración de 50 ppm

**H2=** Extracto n- Hexano: éter etílico de la semilla de *A. diversifolia* (anona) a una concentración de 150 ppm

**H3=** Extracto n- Hexano: éter etílico de la semilla de *A. diversifolia* (anona) a una concentración de 300 ppm

Los resultados se presentan en el cuadro N°1 y cuadro N° 2

**Cuadro N° 1** Resultados del número de gorgojos (*Zabrotes subfasciatus*) muertos después de 2, 8, 24, 48 y 72 horas de la aplicación tratamiento etanólico.

EXTRACTO ETANOLICO	ppm	REPETICION	2H	% M	8H	% M	24H	% M	48H	% M	72H	% M	M	V	% MT	
	CE 0 ppm	1	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	1	19	5
		2	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	1	19	5
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
		4	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	1	19	5
		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	1	19	5
		PROMEDIO		0		0		1		2		1				4
	E1 50 ppm	1	2	10	7	35	2	10	0	0	0	0	0	11	9	55
		2	1	5	1	5	0	0	4	20	2	10	8	12	40	
		3	1	5	2	10	5	25	5	25	0	0	13	7	65	
		4	0	0	1	5	5	25	5	25	0	0	11	9	55	
		5	1	5	1	5	3	15	3	15	1	5	9	11	45	
		PROMEDIO		5		12		15		17		3				52
	E2 150 ppm	1	3	15	5	25	4	20	5	25	2	10	19	1	95	
		2	3	15	6	30	5	25	4	20	2	10	20	0	100	
3		0	0	2	10	4	20	3	15	0	0	9	11	45		
4		2	10	10	50	2	10	4	20	2	10	20	0	100		
5		3	15	6	30	6	30	1	5	1	5	17	3	85		
PROMEDIO			11		29		21		17		7				85	
E3 300 ppm	1	8	40	3	15	6	30	2	10	1	5	20	0	100		
	2	10	50	7	35	1	5	2	10	0	0	20	0	100		
	3	6	30	8	40	3	15	3	15	0	0	20	0	100		
	4	8	40	6	30	5	25	1	5	0	0	20	0	100		
	5	8	40	3	15	2	10	7	35	0	0	20	0	100		
	PROMEDIO		40		27		17		15		1				100	

**Cuadro N° 2** Resultados del número de gorgojos (*Zabrotes subfasciatus*) muertos después de 2, 8, 24, 48 y 72 horas de la aplicación del tratamiento n- Hexano: éter Etílico (1:1)

EXTRACTO N-HEXANO: ÉTER ETÍLICO	Ppm	REPETICION	2H	% M	8H	% M	24H	% M	48H	% M	72H	% M	M	V	% MT	
	CH 0 ppm	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
		2	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	1	19	5
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
		PROMEDIO		<b>0</b>		<b>0</b>		<b>0</b>		<b>1</b>		<b>0</b>				
	H1 50 ppm	1	0	0	0	0	2	10	2	10	3	15	7	13	35	
		2	0	0	0	0	0	0	2	10	3	15	5	15	25	
		3	0	0	0	0	1	5	1	5	3	15	5	15	25	
		4	0	0	0	0	2	10	2	10	1	5	5	15	25	
		5	0	0	0	0	3	15	1	5	1	5	5	15	25	
		PROMEDIO		<b>0</b>		<b>0</b>		<b>8</b>		<b>8</b>		<b>11</b>				
	H2 150 ppm	1	0	0	0	0	3	15	4	20	1	5	8	12	40	
		2	0	0	0	0	4	20	3	15	3	15	10	10	50	
		3	0	0	2	10	2	10	3	15	3	15	10	10	50	
4		0	0	1	5	7	35	1	5	2	10	11	9	55		
5		0	0	8	40	3	15	3	15	1	5	15	5	75		
PROMEDIO			<b>0</b>		<b>11</b>		<b>19</b>		<b>14</b>		<b>10</b>					<b>54</b>
H3 300 ppm	1	13	65	7	35	0	0	0	0	0	0	20	0	100		
	2	6	30	2	10	2	10	6	30	3	15	19	1	95		
	3	8	40	7	35	3	15	2	10	0	0	20	0	100		
	4	8	40	6	30	5	25	1	5	0	0	20	0	100		
	5	6	30	6	30	5	25	3	15	0	0	20	0	100		
	PROMEDIO		<b>41</b>		<b>28</b>		<b>15</b>		<b>12</b>		<b>3</b>					<b>99</b>

V= número de gorgojos vivos; M= número de gorgojos muertos

%M= porcentaje de mortalidad; %MT= porcentaje de mortalidad total

$$\% \text{ Mortalidad} = \left[ \frac{\text{gorgojos vivos} - \text{gorgojos muertos}}{\text{gorgojos vivos}} \right] 100$$

Se observó el incremento de la mortalidad en proporción directa al aumento de la concentración, ya que se determinó que existe homogeneidad en las varianzas, alcanzando un valor altamente significativo la concentración de 300 ppm en ambos extractos.

Se utilizó un control (C), para comprobar que la mortalidad de los gorgojos no se deba a los solventes.

Los resultados de mortalidad fueron analizados estadísticamente por el método de varianza, para un diseño completamente al azar y análisis comparativo de medias utilizando la prueba de homogeneidad de varianzas (prueba de Cochran). <sup>(31)</sup> ver cuadro N° 3

### Cuadro N° 3 Resultados del análisis de Varianza: prueba Cochran

(Ver anexo N°12)

ANALISIS DE VARIANZA : PRUEBA COCHRAN				
Extracto	ppm	Valor experimental	Valor de tabla Nivel de significancia: 0.05	Resultado
Etanólico	0	0.4286	0.6287	$Q_{exp} < Q_{tabla}$ = Homogeneidad de varianzas
	50	0.4024	0.6287	$Q_{exp} < Q_{tabla}$ = Homogeneidad de varianzas
	150	0.4024	0.6287	$Q_{exp} < Q_{tabla}$ = Homogeneidad de varianzas
	300	0.3179	0.6287	$C_{exp} < Q_{tabla}$ = Homogeneidad de varianzas
N-Hexano Eter Etílico (1:1)	0	1.0000	0.6287	$Q_{exp} > Q_{tabla}$ = Diferencia significativa
	50	0.4643	0.6287	$Q_{exp} < Q_{tabla}$ = Homogeneidad de varianzas
	150	0.6550	0.6287	$Q_{exp} > Q_{tabla}$ = Diferencia significativa
	300	0.3402	0.6287	$Q_{exp} < Q_{tabla}$ = Homogeneidad de varianzas

Formula de Cochran:

$$XQ^2 = \frac{(K - 1)[K \sum Gn^2 - (\sum Gn)^2]}{K \sum Lc - Lc^2}$$

Donde:

$XQ^2$  = Estadístico ji cuadrada de la prueba Q de Cochran

K = Número de tratamientos

Gn = Número total de respuestas de cambio de cada tratamiento o columna

Lc = Número total de respuestas de cambio por individuo de la muestra

(Ver Anexo N°11)

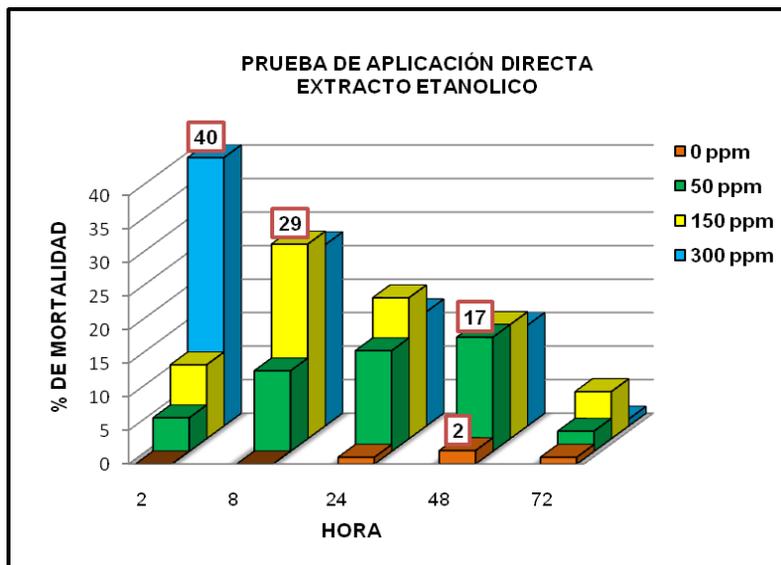
El análisis de varianza permitió determinar, si los diferentes tratamientos en el extracto Etanólico y n-Hexano éter etílico (1:1) difieren o no significativamente.

Para comprobar la homogeneidad y certeza de los datos se utilizó la prueba de Cochran, definido como el cociente entre la mayor varianza y la sumatoria de todas las varianzas, se realizó el análisis estadístico para cada concentración en ambos extractos, el cálculo se realizó utilizando el programa Microsoft office Excel para calcular la media aritmética, la varianza y la desviación estándar (ver anexo N° 11) estos datos fueron introducidos a la fórmula de Cochran, para obtener el valor de Q experimental.

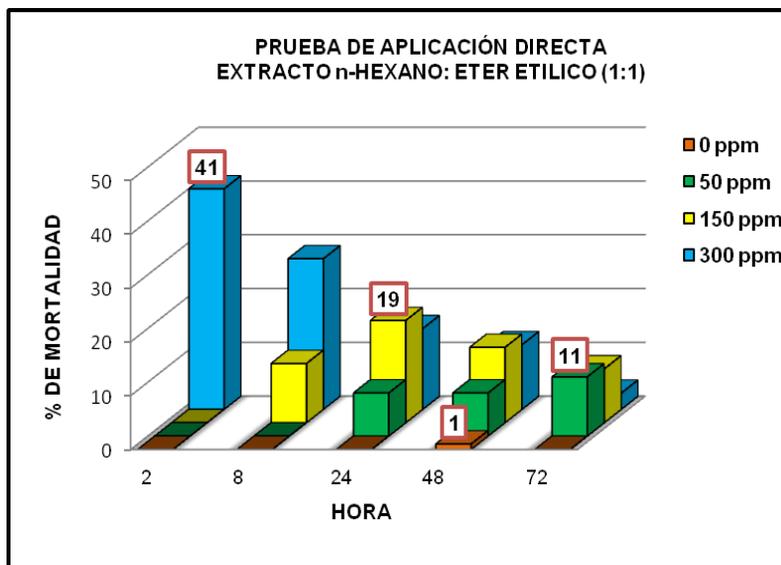
Comparando los resultados obtenidos (ver cuadro N°3), con el valor de Q de tabla (ver anexo N° 12) y a un nivel de significancia de 0.05, se comprobó que el comportamiento de los extractos a diferentes concentraciones es similar por lo que existe homogeneidad de varianzas en el extracto Etanólico pero no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Pero el valor de Q en el extracto n- Hexano: Eter etílico (1:1), en el control y la concentración de 150 ppm fue mayor al valor de tabla, determinando que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Para el análisis y mejor comprensión de los datos se utilizó la media de datos, representados mediante tablas y gráficos.

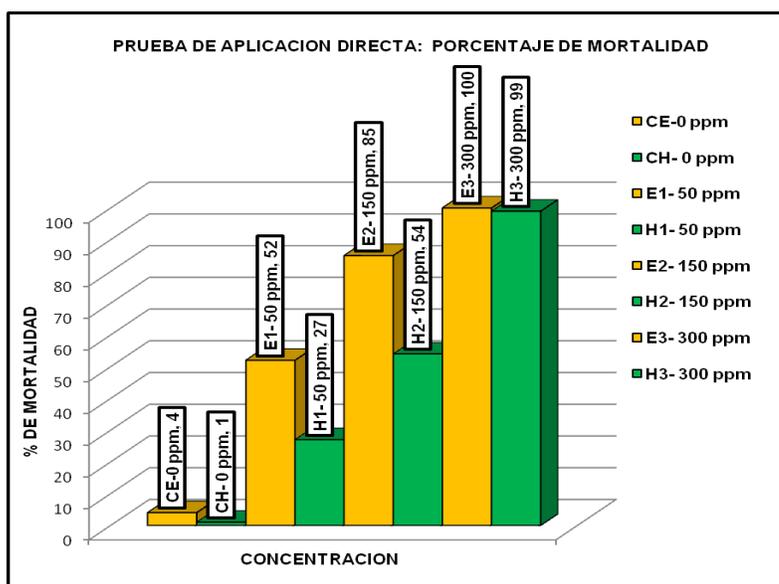


**Figura N° 12** Porcentaje de mortalidad de *Zabrotes subfasciatus*, obtenido con los diferentes tratamientos del extracto etanólico



**Figura N° 13** Porcentaje de mortalidad de *Zabrotes subfasciatus*, obtenido con los diferentes tratamientos del extracto n- Hexano: éter Etílico (1:1)

Los resultados mostraron que los extractos etanólico y n-Hexano: Eter etílico (1:1) presentaron una elevada actividad biológica, pero el extracto n- Hexano: Eter etílico (1:1) presentó una acción moderadamente baja en la mortalidad de gorgojos. Los tratamientos de 50, 150 y 300 ppm alcanzaron mortalidades de 27%, 54% y 99% respectivamente, siendo el primer valor moderadamente bajo; por el contrario la acción del extracto etanólico se observó a 50,150 y 300 ppm con un 52%, 85% y 100% de mortalidad respectivamente y en un menor tiempo de exposición.



**Figura N° 14** Comparación de porcentaje de mortalidad total de *Zabrotes subfasciatus*, luego de la aplicación de los tratamientos etanólicos y n- Hexano: éter Etílico (1:1) de 50, 150 y 300 ppm

Los resultados de mortalidad más altas de *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol) fueron obtenidas con el extracto etanólico en todos los tratamientos, observándose los mejores resultados con los tratamientos E3 (etanólico) de 300 ppm con un 100% de mortalidad y el mejor resultado del

extracto n-Hexano: Eter etílico se obtuvo con el tratamiento H3 (n-Hexano: Eter etílico) de 300 ppm con un 99% de mortalidad

Se consideraron prometedores los tratamientos que presentaron un porcentaje de mortalidad igual o superior al 80 %

– **Variable: numero de oviposturas**

Los resultados del conteo de oviposturas se presentan en el cuadro N°4

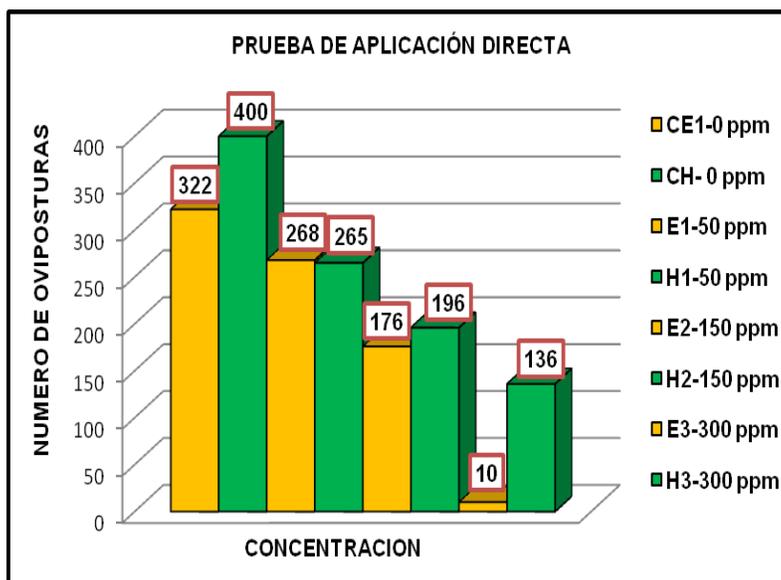
**Cuadro N°4** Número de oviposturas luego de la exposición a 72 horas del tratamiento Etanólico y n-Hexano: éter etílico.

PRUEBA DE APLICACION DIRECTA: NUMERO DE OVIPOSTURAS							
REPETICION: LECTURA A 72 HORAS							
EXTRACTO ETANOLICO	ppm	1	2	3	4	5	TOTAL
	0 ppm	78	21	86	101	36	322
	50 ppm	53	46	80	38	51	268
	150 ppm	49	23	57	16	31	176
	300 ppm	0	0	2	8	0	10
EXTRACTO N-HEXANO: ETER ETILICO	0 ppm	60	90	83	90	77	400
	50 ppm	41	49	72	61	42	265
	150 ppm	49	49	41	37	20	196
	300 ppm	21	25	31	28	31	136

El extracto etanólico presentó la mayor actividad disuasiva con respecto al número de oviposturas de *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol)

En todas las concentraciones de los tratamientos de ambos extractos Etanólico y n- Hexano: éter etílico (1:1), observándose una relación inversamente proporcional, ya que a medida aumenta la concentración de los tratamientos, el número de oviposturas disminuye significativamente, lo que confirma que los extractos si producen un efecto disuasivo en las oviposturas del *Zabrotes*

*subfasciatus*, obteniendo los mejores resultados con las concentraciones de 300 ppm en ambos extractos.



**Figura N° 15** Comparación de número de ovipositas total de *Zabrotes subfasciatus*, luego de 72 horas de exposición de los tratamientos etanólicos y n- Hexano: éter Etílico (1:1) de 50, 150 y 300 ppm

El extracto Etanólico con 72 horas de exposición; presento una disminución altamente significativa en el número de ovipositas, hasta un valor de 10, mientras que con el extracto n-Hexano: éter etílico (1:1), se observo una disminución moderada, obteniéndose que a una concentración de 300 ppm hubo una disminución de 264 ovipositas, esto comparado con el valor inicial en el control que fue de 400 ovipositas, obteniéndose al final un valor de 136 ovipositas.

## PRUEBA DE REPELENCIA Y PREFERENCIA

Esta prueba se realizó con el objetivo de determinar el posible efecto de repelencia que ejercen los tratamientos de los extractos Etanólico y n- Hexano éter etílico (1:1) a las diferentes concentraciones y diferentes tiempos de exposición, sobre el *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol)

– **Variable: numero de gorgojos en cada compartimiento**

Los resultados obtenidos de esta prueba se presentan en el cuadro N°5 y el cuadro N° 6.

**Cuadro N°5** Número de gorgojos en cada compartimiento luego de la aplicación de los tratamientos 50,150 y 300 ppm del extracto etanólico

PRUEBA DE REPELENCIA Y PREFERENCIA					
	ppm	REPETICION	24 HORAS	48 HORAS	72 HORAS
	EXTRACTO ETANOLICO	CE 0 ppm	1	12	16
2			10	8	7
3			6	10	8
4			12	2	16
5			4	10	27
<b>TOTAL</b>			<b>44</b>	<b>46</b>	<b>69</b>
E1 50 ppm		1	4	5	8
		2	2	6	5
		3	8	4	7
		4	4	3	4
		5	8	7	7
		<b>TOTAL</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>31</b>
E2 150 ppm		1	2	6	6
		2	8	5	3
		3	0	0	0
		4	0	1	2
		5	2	5	3
		<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>14</b>
E3 300 ppm		1	0	1	0
		2	0	1	2
	3	2	2	0	
	4	2	1	0	
	5	2	1	1	
	<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	

Los resultados obtenidos muestran que todos los tratamientos evaluados del extracto etanólico tuvieron efecto repelente, sin embargo el tratamiento de 300 ppm destacó por su mayor efecto repelente.

**Cuadro N°6** Número de gorgojos en cada compartimiento luego de la aplicación de los tratamientos 50,150 y 300 ppm del extracto n-Hexano: éter etílico (1:1)

PRUEBA DE REPELENCIA Y PREFERENCIA					
EXTRACTO n-HEXANO: ETER ETILICO (1:1)	ppm	REPETICION	24 HORAS	48 HORAS	72 HORAS
	CH 0 ppm	1	12	12	18
		2	36	16	19
		3	23	36	38
		4	18	25	26
		5	12	18	17
		<b>TOTAL</b>	<b>101</b>	<b>107</b>	<b>118</b>
	H1 50 ppm	1	18	9	7
		2	5	6	6
		3	10	6	6
		4	10	2	4
		5	29	32	33
		<b>TOTAL</b>	<b>72</b>	<b>55</b>	<b>56</b>
	H2 150 ppm	1	0	0	0
		2	0	0	0
		3	2	1	8
		4	3	1	3
		5	2	0	0
		<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>11</b>
	H3 300 ppm	1	1	5	0
2		1	0	0	
3		1	3	2	
4		0	0	0	
5		2	0	0	
<b>TOTAL</b>		<b>5</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	

Los resultados obtenidos muestran que todos los tratamientos evaluados de el extracto n-Hexano: éter etílico (1:1), presentaron un efecto repelente, pero observándose un mejor resultado con el tratamiento de 300 ppm.

**Cuadro N°7** Índice de repelencia del extracto etanólico y n-Hexano: éter etílico (1:1) contra *Zabrotes subfasciatus* (Gorgojo común del frijol)

PRUEBA DE REPELENCIA Y PREFERENCIA										
Extracto	ppm	24 HORAS			48 HORAS			72 HORAS		
		MEDIA	%	IR	MEDIA	%	IR	MEDIA	%	IR
Etanólico	0	8.8	17.6	1.00	9.2	18.4	1.00	13.8	27.6	1.00
	50	5.2	10.4	0.74	5.0	10	0.70	6.2	12.4	0.62
	150	2.4	4.8	0.42	3.4	6.8	0.53	2.8	5.6	0.15
	300	1.2	2.4	0.04	1.2	2.4	0.23	0.6	1.2	0.08
N-Hexano Eter Etílico (1:1)	0	20.2	40.4	1.00	21.4	12.8	1.00	23.6	47.4	1.00
	50	14.4	28.8	0.83	11.0	22.0	0.67	11.2	22.4	0.64
	150	1.4	2.8	0.12	0.4	0.8	0.04	2.2	4.4	0.17
	300	1.0	2.0	0.09	1.6	3.2	0.13	0.4	0.8	0.03

$$IR = \frac{2G}{G+P}$$

Donde:

IR = índice de repelencia

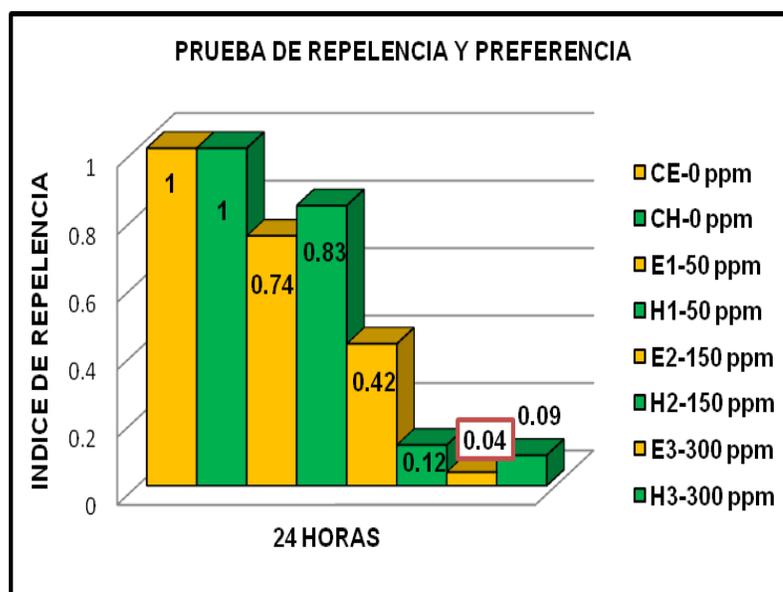
G = porcentaje de insectos en el tratamiento

P = porcentaje de insectos en el control

Siendo el solvente neutro si IR = 1; atrayente si IR > 1 y repelente si IR < 1<sub>(15)</sub>

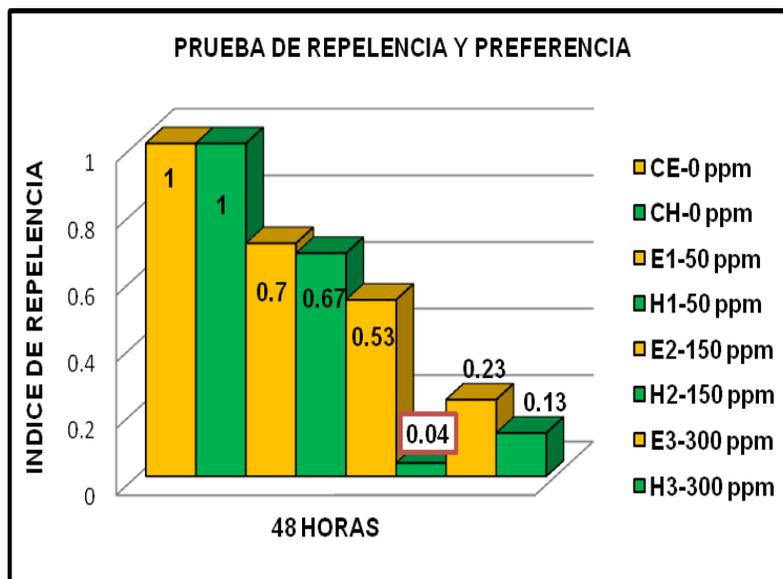
Al analizar los resultados de repelencia se determinó que los extractos etanólico y n-Hexano: éter etílico (1:1) poseen una acción repelente contra *Zabrotes subfasciatus* (Gorgojo común del frijol), en todas las concentraciones 50, 150 y 300 ppm (ver figura N°16) El valor del índice de repelencia indica que el mejor resultado se obtuvo con la concentración de 300 ppm (E3 y H3); en el extracto

etanólico con un índice de repelencia de 0,04 y un tiempo de exposición de 24 horas. Con el tratamiento de 300 ppm (H3) del extracto n-Hexano: éter etílico (1:1) se logró un índice de repelencia de 0,03 con un tiempo de exposición de 72 horas, aunque el índice de repelencia es menor en el extracto n-Hexano: éter etílico (1:1), el mejor resultado se obtuvo con el extracto etanólico en un menor tiempo.



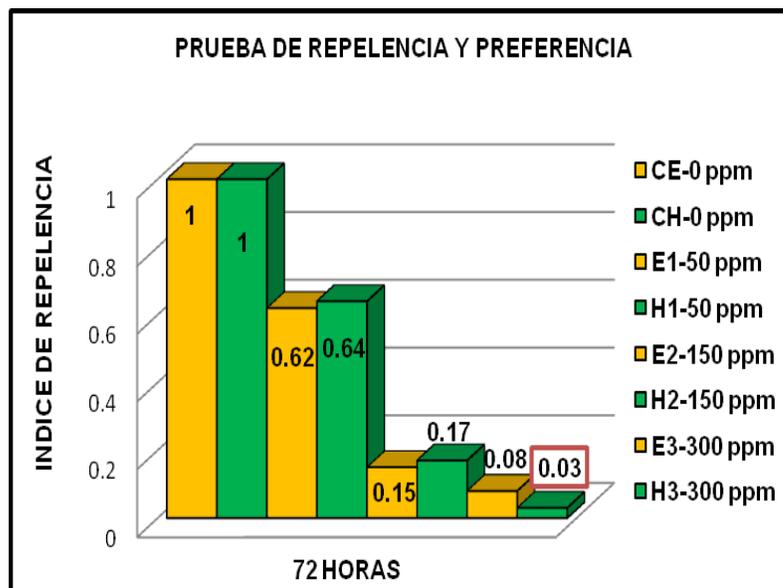
**Figura N° 16** Índice de repelencia de los tratamientos etanólico y n- Hexano: éter etílico (1:1) a 24 horas de exposición.

Todos los tratamientos en ambos extractos etanólico y n- Hexano: éter etílico (1:1), presentaron efecto repelente sobre el *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol) a las 24 horas de exposición, pero los mejores resultados fueron con los tratamientos del extracto etanólico la mayor repelencia se obtuvo con el tratamiento E3 con un índice de repelencia de (IR=0.04) y el valor más cercano a 1 se obtuvo con el tratamiento de 50 ppm, del extracto n-Hexano éter etílico lo que indica que las concentraciones mayores tiene un mejor efecto repelente.



**Figura N° 17** Índice de repelencia de los tratamientos etanólico y n- Hexano: éter etílico (1:1) a 48 horas de exposición.

Todos los tratamientos en ambos extractos etanólico y n- Hexano: éter etílico (1:1), presentaron efecto repelente sobre el *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol) a las 48 horas luego de la aplicación del tratamiento, pero los mejores resultados fueron con los tratamientos del extracto n- Hexano: éter etílico (1:1), se obtuvo la mayor repelencia con el tratamiento H2 de 150 ppm con un índice de repelencia de (IR=0.04) y el valor más cercano a 1 se obtuvo con la concentración de 50 ppm del extracto etanólico con un índice de repelencia de (IR= 0.7) lo que indica que las concentraciones mayores tiene un mejor efecto repelente.

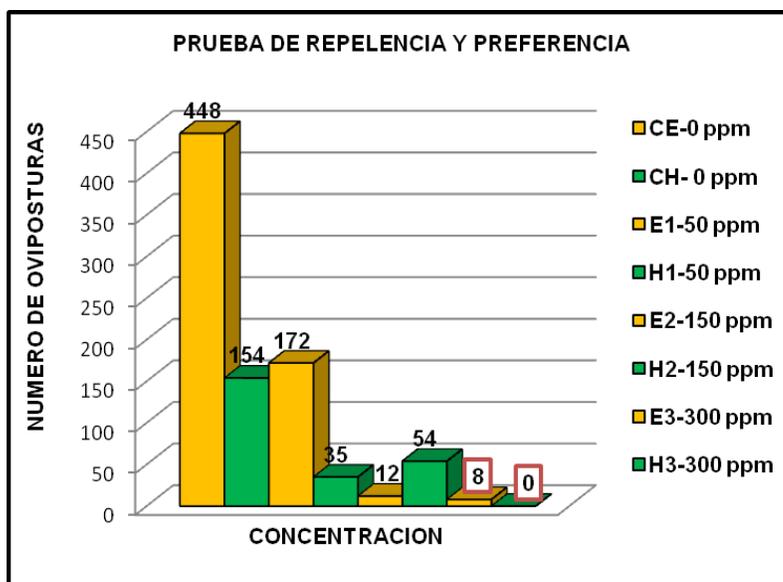


**Figura N° 18** Índice de repelencia de los tratamientos etanólico y n- Hexano: éter etílico (1:1) a 72 horas de exposición.

Todos los tratamientos en ambos extractos etanólico y n- Hexano: éter etílico (1:1), presentaron efecto repelente sobre el *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol) a las 72 horas de exposición, pero los mejores resultados fueron con los tratamientos del extracto n-Hexano: éter etílico (1:1), la mayor repelencia se obtuvo con el tratamiento E3 de 300 ppm con un índice de repelencia de (IR=0.03) y el valor más cercano a 1 se obtuvo con la concentración de 50 ppm, con un índice de repelencia de (IR= 0.64), lo que indica que las concentraciones mayores tiene un mejor efecto repelente.

**Cuadro N°8** Número de oviposturas posterior a la exposición de los tratamientos Etanólico y n-Hexano: éter etílico

PRUEBA DE REPELENCIA Y PREFERENCIA: NUMERO DE OVIPOSTURAS							
REPETICION: LECTURA A 72 HORAS							
EXTRACTO	ppm	1	2	3	4	5	TOTAL
ETANOLICO	0 ppm	96	69	98	118	67	448
	50 ppm	46	37	6	33	50	172
	150 ppm	4	0	0	0	8	12
	300 ppm	0	0	8	0	0	8
N-HEXANO: ETER ETILICO	0 ppm	17	22	47	31	37	154
	50 ppm	9	0	0	0	26	35
	150 ppm	0	0	19	35	0	54
	300 ppm	0	0	0	0	0	0



**Figura N° 19** Comparación de número de oviposturas total de *Zabrotes subfasciatus*, luego de 72 horas de la aplicación del extracto etanólico y n- Hexano: Eter Etílico (1:1).

Los extractos etanólico y n- Hexano: éter etílico, presentaron un efecto disuasivo en el número de oviposturas, observándose los mejores resultados con los diferentes tratamientos del extracto etanólico, con una considerable disminución en las oviposturas con el tratamiento de 50 ppm, esto comparado con el control positivo, y en una relación inversamente proporcional, ya que a medida aumenta la concentración, el número de oviposturas disminuye, obteniéndose hasta un valor de 8 oviposturas con el tratamiento E3 de 300 ppm; mientras que con el extracto n-Hexano: éter etílico de concentración de 300 ppm se observa una disminución en las oviposturas hasta un valor de 0.

**CAPITULO VI**  
**CONCLUSIONES**

## CONCLUSIONES

1. El método de extracción por Soxhlet, fue el adecuado para obtener el principio activo de la semilla de ***Annona diversifolia*** (anona) obteniéndose en forma de resina, siendo el mejor solvente extractor, el etanol permitiendo obtener un rendimiento de 26.57g de resina.
2. Para la crianza de los gorgojos es necesario considerar las condiciones óptimas de desarrollo, así como 70% de Humedad Relativa y 32.5 °C; ya que esto ayudará a que el periodo de reproducción de los gorgojos no se prolongue.
3. Las concentraciones de los extractos etanólico y n-Hexano éter etílico (1:1) presentan una relación directa con respecto a la mortalidad de ***Zabrotes subfasciatus*** y existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos de ambos extractos siendo más activo las concentraciones de 150 y 300 ppm.
4. Ambos extractos, etanólico y n-Hexano: éter etílico (1:1) mostraron efecto insecticida contra los gorgojos, sin embargo se observó un mayor efecto con el extracto etanólico en sus diferentes concentraciones.
5. La acción insecticida del extracto etanólico no presentó diferencia significativa con la concentración de 150 ppm y 300 ppm.
6. De acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba de aplicación directa el extracto etanólico presentó un mayor efecto disuasivo con respecto al número oviposiciones de ***Zabrotes subfasciatus*** (gorgojo común del frijol).
7. El efecto repelencia mostró mejores resultados con los tratamientos E3 de 300 ppm del extracto etanólico y H3 de 300 ppm del extracto n-Hexano: éter etílico (1:1)

8. En la prueba de repelencia y preferencia, existe una relación inversamente proporcional con el número de oviposturas, ya que a medida aumenta la concentración el número de oviposturas disminuye, ambos extractos presentan el mismo comportamiento, aunque con diferencias significativa entre ellos.
9. Las semillas de ***Annona diversifolia*** (anona) tienen compuestos activos repelentes, insecticidas y disuasivos de oviposturas contra el ***Zabrotes subfasciatus*** (gorgojo común del frijol).

**CAPITULO VII**  
**RECOMENDACIONES**

## RECOMENDACIONES

1. Utilizar otras partes de la planta, para la obtención de extractos vegetales ya que la bibliografía reporta que las acetogeninas se encuentran distribuidas en todo el árbol de ***Annona diversifolia*** (anona)
2. Almacenar las diferentes concentraciones de los extractos etanolico y n-Hexano: éter etílico (1:1), en lugares frescos y protegidos de la luz solar, para retardar la degradación de los principios activos.
3. Preparar soluciones a concentraciones mayores de 300 ppm para obtener un efecto insecticida y repelente en un tiempo de exposición menor.
4. Realizar pruebas utilizando otros organismos como larvas de ***Aedes aegypti***, a otras concentraciones del extracto, así como otros solventes que permitan comprobar la acción insecticida y repelente de las acetogeninas presentes en la ***Annona diversifolia*** ya que la bibliografía reporta que los extractos obtenidos de las Annonaceae, presentan una elevada actividad larvicida e insecticida.
5. Realizar estudios que permitan desarrollar métodos de extracción más eficientes que faciliten la obtención de extractos botánicos.
6. Que la presente investigación se tome como base de estudios posteriores, que permitan continuar con estudios de fraccionamiento, identificación y separación de los diferentes componentes presentes en los extractos de ***Annona diversifolia*** (anona), para evaluar su actividad, utilizando métodos analíticos como la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).

7. Realizar ensayos utilizando otra planta de la familia de las Annonaceae, ya que la bibliografía reporta que todas son ricas en compuestos activos como las acetogeninas.
8. Proponer la utilización de este insecticida natural en una formulación comercial para combatir el gorgojo del frijol y realizar pruebas de residualidad de sustancias tóxicas en los granos de frijol.
9. Recolectar las semillas de anona obtenidas durante la cosecha, para utilizarlas en la elaboración de plaguicidas natural contribuyendo así al aprovechamiento integral del fruto y al cuidado del medio ambiente.

## **BIBLIOGRAFIA**

## BIBLIOGRAFIA

1. Alfonso M. Los plaguicidas botánicos y su importancia en la agricultura orgánica. (Cuba). Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura tropical (INIFAT). [revista en internet] 2003. [Consultado el 9 de septiembre de 2010]. Disponible en:  
[www.actaf.co.cu/revistas/agrotecnia\\_05\\_2008/agrot20051/HCOM85.pdf](http://www.actaf.co.cu/revistas/agrotecnia_05_2008/agrot20051/HCOM85.pdf)
2. Ayala González NA; Flamenco Samayoa GS. Evaluación de la acción insecticida, repelente y disuasiva alimentaria de los extractos de **Lantana cámara** (cinco negritos) en el control de **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo del frijol). Trabajo de graduación Lic. Química y Farmacia. El Salvador, Universidad de El Salvador. 2006. p.68-71.
3. Ayala Mejía EE; José Leonardo GR. Evaluación de la acción insecticida, repelente y disuasiva alimentaria de los extractos acuosos y alcohólicos de dos especies vegetales en el control del gorgojo del maíz (**Sitophilus zeamais, Motschulsky**), sobre los granos almacenados. Trabajo de graduación Lic. Química y Farmacia. El Salvador, Universidad de El Salvador. 2004. p.61-67.
4. Barillas Bonilla BO; Rivera Bernal J. Evaluación de la actividad insecticida, repelente y disuasiva alimentaria del extracto etanolico obtenido a partir de la semilla de **Annona diversifolia** (anona) sobre el **Sitophilus zeamais, Motschulsky** (gorgojo del maíz). Trabajo de graduación Lic. Química y Farmacia. El Salvador, Universidad de El Salvador. 2008. p.69-74.
5. Bobadilla M; Zabala F; Sisniegas M; Zabaleta G; Mostacero J; Taramona L. Evaluación larvicida de suspensiones acuosas de **Annona muricata**

Linnaeus (guanábana) sobre *Aedes aegypti* Linnaeus (Diptera, Culicidae). Revista Peruana de Biología. 2005; 12(1):1-11.

6. Castro L; Alzate M; Guerrero G. Estudio preliminar de la bioactividad de extractos de semillas de *Annona cherimolia* de la familia Annonaceae. Revista científica de la Universidad Tecnológica de Pereira. 2010; 1(44): 326-330.
7. Campos Rivera AM; Echeverría Gómez CI. Evaluación de la actividad toxica de seis plaguicidas naturales sobre la chinche pata de hoja *Leptoglossus zonatus* que dañan el falso fruto del marañón *Anacardium occidentale*. Trabajo de graduación Lic. Química y Farmacia. San Salvador, universidad de El Salvador. 2004. p.25,26.
8. Flores Acevedo LM; Mesa Salazar V. Monografía sobre pruebas de actividad biológica con dos organismos modelos en acetogeninas de Annonaceae con actividad biopesticida. Trabajo de graduación Tecnólogo Químico. Pereira, Colombia. Universidad tecnológica de Pereira. 2007. p.34-37. disponible en:  
[www.biblioteca.utp.edu.co/tesisdigitales/texto/58322F634ms.pdf](http://www.biblioteca.utp.edu.co/tesisdigitales/texto/58322F634ms.pdf)
9. Gomero L. Plaguicidas en América Latina participación ciudadana en políticas para reducir el uso de plaguicidas. 1ª edición. Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina- RAP-AL. 1997. p.303-323.
10. González Esquinca, AR; La familia Annonaceae en Chiapas y sus metabolitos. Ciencia y Tecnología en La Frontera. [revista en internet] 2005 [consultado 19 de noviembre de 2010] 2(3): 41-52 disponible en:  
[www.cocytex.gob.mx/docs/difusion/revista\\_CTF\\_3.pdf](http://www.cocytex.gob.mx/docs/difusion/revista_CTF_3.pdf)

11. Gutiérrez CY. Análisis del mercado para anona. Proyecto de desarrollo productivo cadena de valor frutícola 2009. p.1-7. Disponible en: [www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro09/Cap2\\_5.htm](http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro09/Cap2_5.htm) [consultado 09 septiembre de 2010]
12. Martínez Benítez RC; Rivera Mancia MA 2008. Evaluación de la acción repelente, insecticida y protectora de los extractos acuoso e hidroalcoholico de **Allium sativum** (ajo) contra el **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común del frijol almacenado). Trabajo de graduación Lic. Qca y Farmacia. El Salvador, Universidad Nacional de EL Salvador.
13. Ochse, J.J; Soule, M.J; Dijkman, M.J; Wehlburg, C. 1961. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Editorial Limusa. 1961 (1ª ed); Vol 1, tomo 1: 616-632.
14. Pérez Cabrera CA; Reyes CH. Programa de granos básicos. El Salvador. CENTA. 2002. Disponible en: [www.centa.gob.sv/uploads/documentos/frijol%20.pdf](http://www.centa.gob.sv/uploads/documentos/frijol%20.pdf). [Consultado el 28 de septiembre de 2010]
15. Pérez Diana D; Iannacone JO. Mortalidad y repelencia en **Eupalamides cyparissias** (Lepidoptera: Castniidae), plaga de la palma aceitera **Elaeis guineensis**, por efecto de diez extractos botánicos. Revista de la Sociedad Entomológica Argentina 2008; 67 (1-2):41-48. Disponible en: [www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S037356802008000100005](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037356802008000100005). [Consultado el 7 de junio de 2011]

16. Rodríguez Hernández, C. 2001. Actividad insecticida e insectistática de la chilca (***Senecio salignus***) sobre ***Zabrotes subfasciatus***. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). [Revista en internet] 2001. [consultado el 19 de noviembre de 2010] 1(59): 19-26. disponible en: [www.orton.catie.ac.cr/repdoc/A1742E/A1742E.PDF](http://www.orton.catie.ac.cr/repdoc/A1742E/A1742E.PDF).
17. Valencia Cataño, SJ. Efectos subletales de resistencia antibiótica a inmaduros en la demografía de adultos de los gorgojos de frijol ***Acanthoscelides obtectus*** (say) y ***Zabrotes subfasciatus*** (Boheman) (coleóptera: Bruchidae). Trabajo de graduación Ing. Agr. Colombia, Universidad nacional de Colombia sede Palmira.2006. p.7-10.
18. [www.fao.org/docrep/x5053s/x5053s03](http://www.fao.org/docrep/x5053s/x5053s03). [consultado el 23 de octubre de 2010] Generalidades de los insectos.
19. [www.agrolluvia.com/wp-content/uploads/2010/05/Control-de-plagas-en-granos-almacenados.pdf](http://www.agrolluvia.com/wp-content/uploads/2010/05/Control-de-plagas-en-granos-almacenados.pdf), [consultado el 23 de octubre de 2010], Control de plagas en granos almacenadas.
20. [www.cepis.ops-oms.org/bvsaidis/resisoli/mexicon/R-0161.pdf](http://www.cepis.ops-oms.org/bvsaidis/resisoli/mexicon/R-0161.pdf). [consultado el 7 de noviembre de 2010], Guía para el manejo adecuado de plaguicidas en almacenes de granos.
21. [www.ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/KrishchikSp.htm](http://www.ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/KrishchikSp.htm), [consultado el 7 de noviembre de 2010], Insectos de productos almacenados y agentes de control biológico.
22. [www.biol.unlp.edu.ar/bromatologia/tp.htm](http://www.biol.unlp.edu.ar/bromatologia/tp.htm). [consultado el 15 de noviembre de 2010]. Equipo de Extracción soxhlet.

23. [www.fao.org/docrep/w2598s/w2598s06.htm](http://www.fao.org/docrep/w2598s/w2598s06.htm). [consultado el 19 de noviembre de 2010], Los plaguicidas en cuanto a contaminantes de agua.
24. [www.fao.org/docrep/x5053s/x5053s16.gif](http://www.fao.org/docrep/x5053s/x5053s16.gif). [consultado el 19 de noviembre de 2010, Generalidades de los insectos.
25. **¡Error! Referencia de hipervínculo no válida..** [Consultado el 19 de noviembre de 2010], Centa 2000 variedad de frijol.
26. [www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro09/Cap2\\_5.htm](http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro09/Cap2_5.htm) [consultado el 2 de diciembre de 2010], Análisis de mercado de la anona.
27. [www.infojardin.com/upload/images](http://www.infojardin.com/upload/images), [consultado el 10 de diciembre de 2010], Flores de nuestros jardines.
28. [www.enlineadirecta.info/fotos/frijol.jpg](http://www.enlineadirecta.info/fotos/frijol.jpg), [consultado el 10 de diciembre de 2010], Frijol.
29. [www.mesoamericafoods.com/fotos/frijol.jpg](http://www.mesoamericafoods.com/fotos/frijol.jpg), [consultado el 10 de diciembre de 2010], Frijoles.
30. [www.infoagro.com/diccionario\\_agricola/traducir.asp](http://www.infoagro.com/diccionario_agricola/traducir.asp). [consultado el 15 de junio de 2011]. Diccionario agrícola
31. [www.uclm.es/actividades0708/cursos/estadistica/pdf/descargas/SPSS\\_PruebasNoParametricas.pdf](http://www.uclm.es/actividades0708/cursos/estadistica/pdf/descargas/SPSS_PruebasNoParametricas.pdf). [consultado el 5 de julio de 2011]. Pruebas no paramétrica
32. <http://www.quimica.uns.edu.ar/vitroplastiafotos.php> [consultado el 5 de julio de 2011]. Arena experimental para repelencia de productos vegetales.

## **GLOSARIO**

## **GLOSARIO** (15),(17),(30),(31)

**ACARICIDAS:** Es un plaguicida que se utiliza para eliminar, controlar o prevenir la presencia o acción de los ácaros mediante una acción química

**ACETOGENINAS:** Compuestos activos que afectan la producción de trifosfato de adenosina (ATP) en la mitocondria. El ATP es la principal fuente de energía de la célula. Las acetogeninas modulan selectivamente la producción de ATP en células específicas, la modulación de la producción de ATP afecta la viabilidad de las células específicas y el crecimiento de vasos sanguíneos q los nutren

**ALGUICIDAS:** Dicho especialmente de un producto que elimina las algas o impide su desarrollo.

**BARRENADOR:** perforador

**BIOPESTICIDA:** Es un pesticida, hecho a base de recursos biológicos, es decir, de toxinas que se producen naturalmente y que no alteran el equilibrio ecológico del suelo.

**BRACTEA:** Órgano foliáceo en la proximidad de las flores y diferente a las hojas normales, a pesar de ser verdes, su función principal no es la fotosíntesis si no proteger a las flores o inflorescencias.

**CORIACEAS:** Se dice cuando los frutos u hojas presentan una textura o consistencia parecida al cuero.

**DEFOLIANTES:** Agente químico (producto agrícola o arma química) o biológico que provoca la caída de las hojas de las plantas.

**DESECANTES:** es una sustancia que se usa para eliminar humedad del aire o de alguna otra sustancia

**DESVIACIÓN ESTANDAR:** Es un dato que representa la variabilidad existente en un conjunto de datos, Matemáticamente se define como "la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de las desviaciones medias de cada valor de la variable con respecto de la media aritmética"

**DISUASIVO:** inhibe algún tipo de actividad (alimentación u deposición de huevos)

**EXOESQUELETO:** es el esqueleto externo continuo que recubre toda la superficie de los animales del tipo artrópodos (arácnidos, insectos, crustáceos, y otros grupos relacionados), donde cumple una función protectora, de respiración y otra mecánica, proporcionando el sostén necesario

**FUNGICIDAS:** agente que destruye los hongos.

**GLABRAS:** Desprovisto de pelos; totalmente lampiños

**HERBICIDAS:** Dicho de un producto químico que destruye plantas herbáceas o impide su desarrollo

**HORMONAS:** Producto de secreción de ciertas glándulas que, transportado por el sistema circulatorio, excita, inhibe o regula la actividad de otros órganos o sistemas de órganos

**INSECTICIDAS:** Que sirve para matar insectos

**LARVA:** Animal en estado de desarrollo, cuando ha abandonado las cubiertas del huevo y es capaz de nutrirse por sí mismo, pero aun no ha alcanzado la forma y la organización propia de los adultos de su especie

**MEDIA ARITMETICA:** Corresponde a la suma de todos los datos dividido por el número total de ellos. Es lo que se conoce como promedio

**OVIPOSTURAS:** Deposición de huevos

**PREFERENCIA O NO PREFERENCIA:** Este término es usado para describir el grupo de caracteres de las plantas y de respuestas de los insectos que llevan a aceptar o a rechazar una planta particular, para la ovoposición, para la alimentación o para refugio, o una combinación de estos tres elementos

**REPELENTE:** Sustancia que provoca reacciones de alejamiento en el insecto antes de que llegue a una planta

**VARIANZA:** es la media aritmética del cuadrado de las desviaciones respecto a la media de una distribución estadística.

**ANEXOS**

ANEXO N° 1



Figura N°20 *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol) <sup>(17)</sup>

ANEXO N° 2



a)



b)

Figura N°21 a) Planta de *Phaseolus vulgaris* (frijol) <sup>(28)</sup>; b) Semilla de *Phaseolus vulgaris* (frijol) <sup>(29)</sup>

### ANEXO N° 3



a)



b)



c)

**Figura N° 22** a) Arbol de *Annona diversifolia* (anona); b) Semilla y hoja de *Annona diversifolia* (anona); c) Fruto de *Annona diversifolia* (anona) <sup>(27)</sup>

## ANEXO N° 4

### MATERIAL, CRISTALERIA Y EQUIPO

- Balanza granataria
- Balanza semianalítica
- 8 balones volumétricos de 100.0 mL
- 8 bombas con atomizador
- 50 bolsas plásticas de 2 libras
- Beaker de 1000, 250, 100 mL
- 40 depósitos plásticos
- Espátula
- 5 dispositivos plásticos (arena experimental) <sup>(32)</sup>
- 4 mangueras transparentes de 15 cm c/u
- Papel filtro
- Papel glassin
- Papel parafilm
- Papel toalla
- Bureta de 10.0 mL
- Bureta de 25.0 mL
- Probeta de 25 mL
- Agitadores de vidrio
- Pizeta
- Procesador de alimentos
- Viñetas, tirro

### **MATERIAL VEGETAL**

- Semillas de anona (*Annona diversifolia*)
- 10 libras de frijol negro sano

### **ORGANISMOS DE EXPERIMENTACION**

- Gorgojos de frijol (*Zabrotes subfasciatus*)

### **REACTIVOS**

- Etanol 95°
- n-Hexano
- éter etílico

## ANEXO N° 5

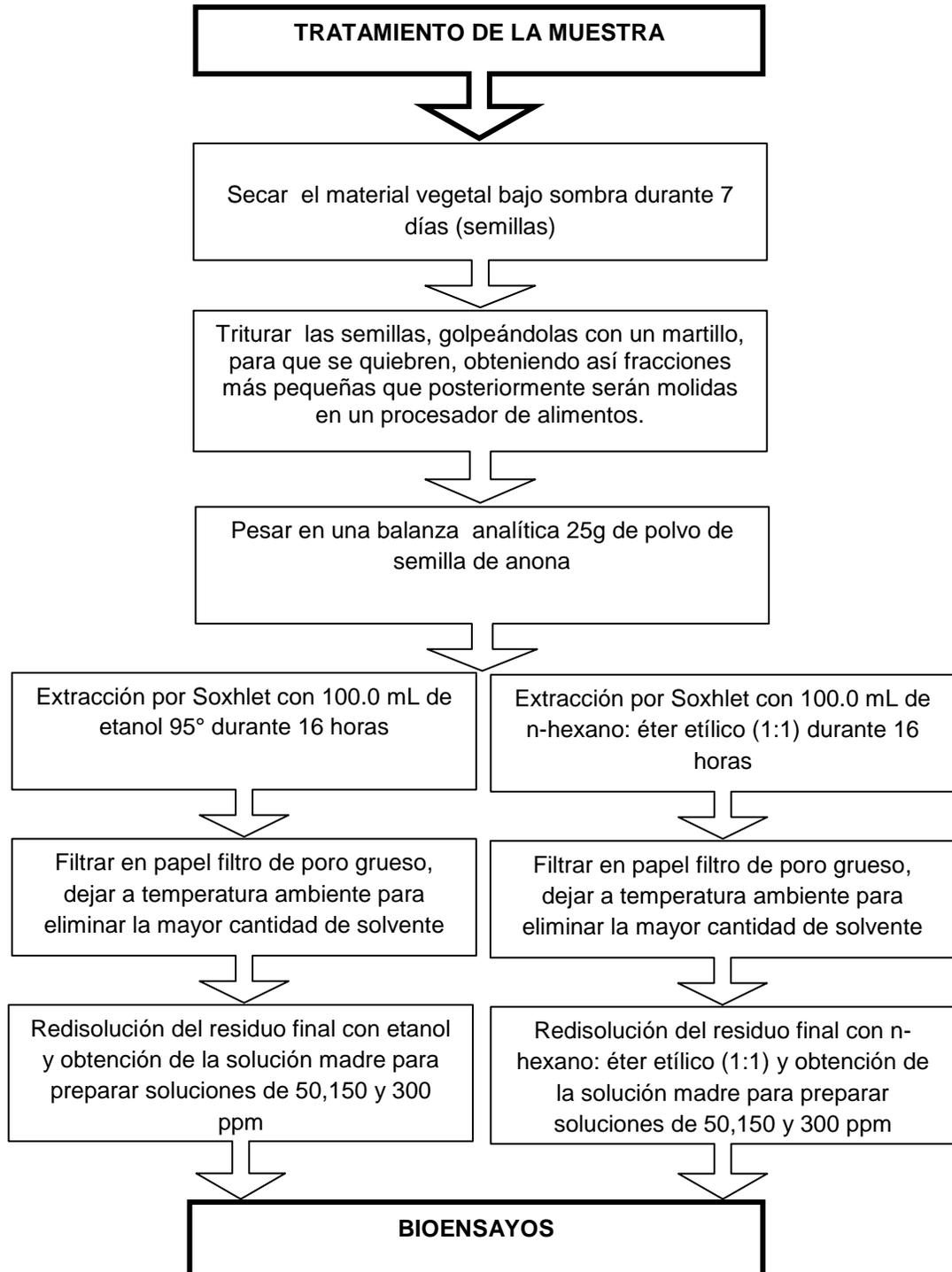
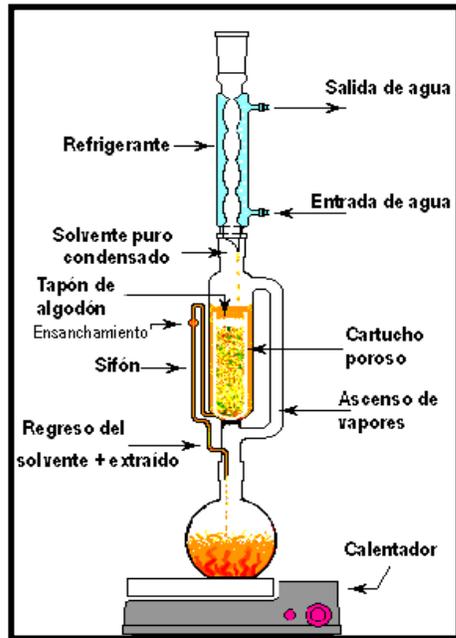


Figura N° 23 Preparación de la muestra

## ANEXO N° 6



a)



b)

Figura N°24 a) Equipo de extracción soxhlet <sup>(22)</sup> b) Extracción de extracto alcohólico y extracto n-Hexano: éter etílico de *Annona diversifolia* (anona)

## ANEXO N° 7

### Preparación del extracto vegetal a diferentes concentraciones \*\*

Para la preparación de las soluciones a diferentes concentraciones se utilizó la siguiente fórmula matemática:

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

Donde:

$C_1$  = Concentración de la solución madre

$V_1$  = Alícuota a tomar de la solución madre, para preparar la concentración deseada

$C_2$  = Concentración a preparar

$V_2$  = Volumen a preparar

Ejemplo: preparar 50.0 mL de solución alcohólica a una concentración de 50 ppm a partir de una solución madre de 1000 ppm

$$C_1 = 1000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = ?$$

$$C_2 = 50 \text{ ppm}$$

$$V_2 = 50.0 \text{ mL}$$

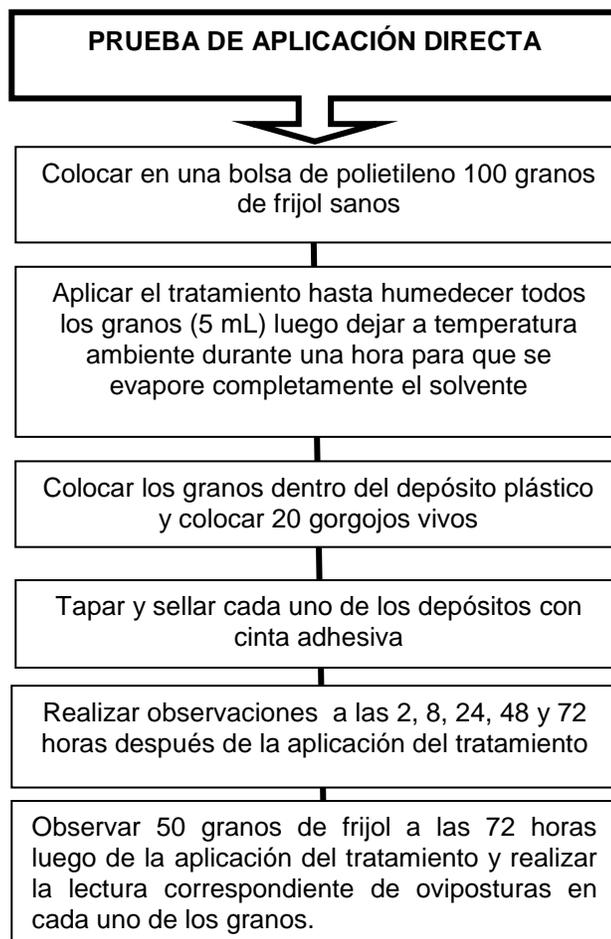
$$V_1 = \frac{C_2 V_2}{C_1}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ ppm} * 50.0 \text{ mL}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 2.5 \text{ mL}$$

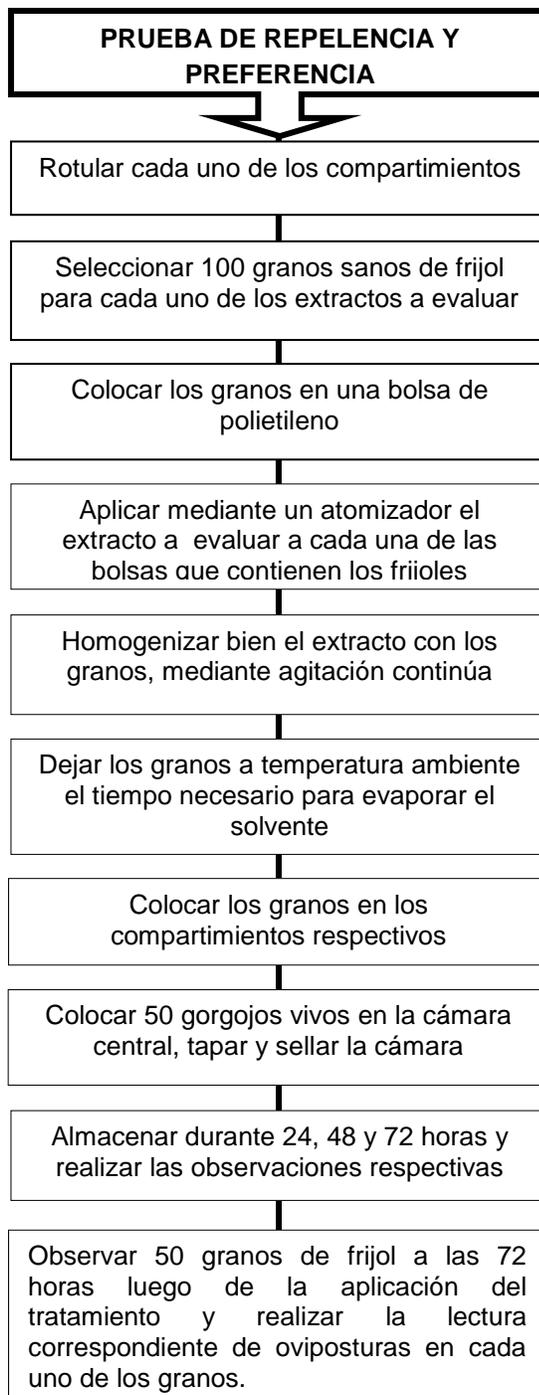
\*\* Vivar de Figueroa, M.E., preparación de soluciones, San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador (Entrevista)

## ANEXO N° 8



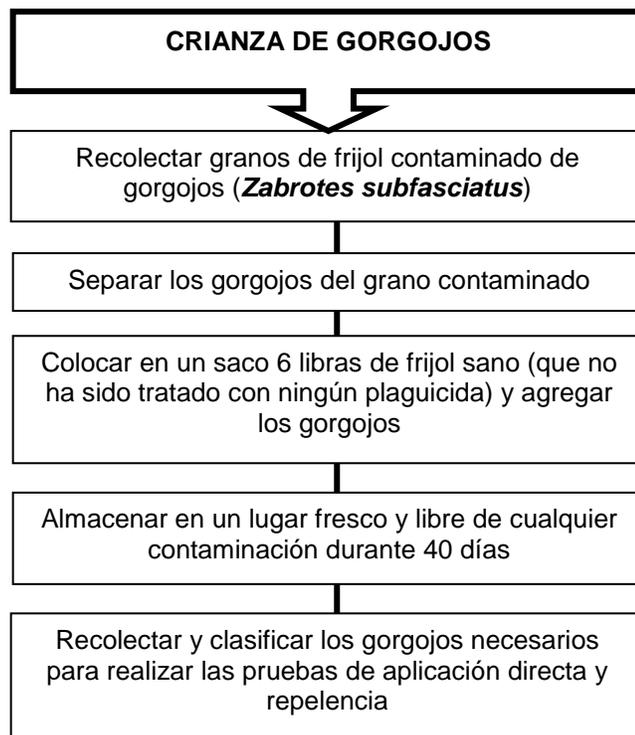
**Figura N° 25** Esquema de la prueba de aplicación directa <sup>(3)</sup>

## ANEXO N° 9



**Figura N° 26** Esquema de prueba de repelencia <sup>(4)</sup>

## ANEXO N° 10



**Figura N° 27** Esquema de la crianza de *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol \*

\* Jiménez, Eleazar preparación de muestra, San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador (Entrevista)

**ANEXO N° 11**  
**ANALISIS DE VARIANZA**

ANALISIS DE VARIANZA: PRUEBA DE COCHRAN																	
EXTRACTO	ppm	2 HORAS			8 HORAS			24 HORAS			48 HORAS			72 HORAS			SUMA DE S <sup>2</sup>
		$\bar{X}$	s	Var S <sup>2</sup>	$\bar{X}$	s	Var S <sup>2</sup>										
Etanólico	0	0	0.0000	0.0	0	0.0000	0	1	2.2360	5	2	2.7386	7.5	1	2.2360	5	17.5
	50	5	3.5355	12.5	12	13.0384	170	15	10.6066	112.5	17	10.3682	107.5	3	4.4721	20	422.5
	150	11	3.5355	12.5	29	13.0384	170	21	10.6066	112.5	17	10.3682	107.5	7	4.7721	20	422.5
	300	40	7.0710	50.0	27	11.5105	132.5	17	10.3682	107.5	15	11.7260	137.5	1	2.2360	0.2	432.5
N-Hexano Eter Etílico (1:1)	0	0	0.0000	0.0	0	0.0000	0.0	0	0.0000	0.0	1	2.23606	5.0	0	0.0000	0.0	5.0
	50	0	0.0000	0.0	0	0.0000	0.0	8	5.70087	32.5	8	2.73861	7.5	11	5.4772	30.0	70
	150	0	0.0000	0.0	11	16.7332	280	19	9.61769	92.5	14	5.47722	30.0	10	5.00	25	427.5
	300	41	14.3178	205	28	10.3682	107.5	15	10.6066	112.5	12	11.5105	132.5	3	6.7082	4.5	602.5

**Media aritmetica**

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

**Desviacion estandar**

$$s = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - x)^2}{n}}$$

**Varianza**

$$Varianza = \frac{\sum (\bar{x} - x_i)^2}{n-1}$$

**COCHRAN**

$$XQ^2 = \frac{(K-1)[K \sum Gn^2 - (\sum Gn)^2]}{K \sum Lc - Lc^2}$$

**ANEXO N°12**  
**TABLA DE COCHRAN** <sup>(31)</sup>

<b>TABLA DE COCHRAN</b>													
<b>K/ V</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>30</b>
<b>1</b>	0.9985 <i>0.9999</i>	0.9669 <i>0.9933</i>	0.9065 <i>0.9626</i>	0.8412 <i>0.9279</i>	0.7808 <i>0.8828</i>	0.7271 <i>0.8376</i>	0.6798 <i>0.7945</i>	0.6385 <i>0.7544</i>	0.6020 <i>0.7175</i>	0.5410 <i>0.6528</i>	0.4709 <i>0.5747</i>	0.3894 <i>0.4799</i>	0.2929 <i>0.3632</i>
<b>2</b>	0.9750 <i>0.9950</i>	0.8709 <i>0.9423</i>	0.7679 <i>0.8643</i>	0.6838 <i>0.7885</i>	0.6161 <i>0.7218</i>	0.5612 <i>0.6644</i>	0.5157 <i>0.6152</i>	0.4775 <i>0.5727</i>	0.4450 <i>0.5358</i>	0.3924 <i>0.4751</i>	0.3346 <i>0.4069</i>	0.2705 <i>0.3297</i>	0.1980 <i>0.2412</i>
<b>3</b>	0.9392 <i>0.9794</i>	0.7977 <i>0.8831</i>	0.6841 <i>0.7814</i>	0.5981 <i>0.6957</i>	0.5321 <i>0.6258</i>	0.4800 <i>0.5685</i>	0.4377 <i>0.5209</i>	0.4027 <i>0.4810</i>	0.3733 <i>0.4469</i>	0.3264 <i>0.3919</i>	0.2758 <i>0.3317</i>	0.2205 <i>0.2654</i>	0.1593 <i>0.1913</i>
<b>4</b>	0.9057 <i>0.9580</i>	0.7457 <i>0.8335</i>	0.6287 <i>0.7212</i>	0.5441 <i>0.6329</i>	0.4803 <i>0.5635</i>	0.4307 <i>0.5080</i>	0.3910 <i>0.4627</i>	0.3584 <i>0.4251</i>	0.3311 <i>0.3934</i>	0.2880 <i>0.3428</i>	0.2419 <i>0.2888</i>	0.1921 <i>0.2288</i>	0.1377 <i>0.1635</i>
<b>5</b>	0.8772 <i>0.9373</i>	0.7071 <i>0.7933</i>	0.5895 <i>0.6761</i>	0.5065 <i>0.5875</i>	0.4447 <i>0.5195</i>	0.3974 <i>0.4659</i>	0.3595 <i>0.4226</i>	0.3286 <i>0.3870</i>	0.3029 <i>0.3572</i>	0.2624 <i>0.3099</i>	0.2195 <i>0.2593</i>	0.1735 <i>0.2048</i>	0.1237 <i>0.1454</i>
<b>6</b>	0.8534 <i>0.9172</i>	0.6771 <i>0.7606</i>	0.5598 <i>0.6410</i>	0.4783 <i>0.5531</i>	0.4184 <i>0.4886</i>	0.3726 <i>0.4342</i>	0.3362 <i>0.3932</i>	0.3067 <i>0.3592</i>	0.2823 <i>0.3308</i>	0.2439 <i>0.2851</i>	0.2034 <i>0.2359</i>	0.1607 <i>0.1877</i>	0.1137 <i>0.1327</i>
<b>7</b>	0.8332 <i>0.8988</i>	0.6530 <i>0.7335</i>	0.5365 <i>0.6180</i>	0.4564 <i>0.5358</i>	0.3980 <i>0.4608</i>	0.3535 <i>0.4105</i>	0.3185 <i>0.3204</i>	0.2901 <i>0.3328</i>	0.2666 <i>0.3106</i>	0.2299 <i>0.2650</i>	0.1911 <i>0.2228</i>	0.1501 <i>0.1748</i>	0.1061 <i>0.1232</i>
<b>8</b>	0.8159 <i>0.8823</i>	0.6333 <i>0.7107</i>	0.5175 <i>0.5857</i>	0.4387 <i>0.5037</i>	0.3817 <i>0.4401</i>	0.3384 <i>0.3911</i>	0.3043 <i>0.3523</i>	0.2768 <i>0.3207</i>	0.2541 <i>0.2945</i>	0.2187 <i>0.2535</i>	0.1815 <i>0.2104</i>	0.1422 <i>0.1646</i>	0.1002 <i>0.1152</i>
<b>9</b>	0.8010 <i>0.8674</i>	0.6167 <i>0.6912</i>	0.5017 <i>0.5262</i>	0.4241 <i>0.4854</i>	0.3682 <i>0.4229</i>	0.3259 <i>0.3751</i>	0.2926 <i>0.3373</i>	0.2659 <i>0.3062</i>	0.2439 <i>0.2813</i>	0.2098 <i>0.2419</i>	0.1736 <i>0.2002</i>	0.1357 <i>0.1567</i>	0.0958 <i>0.1100</i>
<b>10</b>	0.7880 <i>0.8539</i>	0.6025 <i>0.6743</i>	0.4884 <i>0.5536</i>	0.4116 <i>0.4697</i>	0.3568 <i>0.4084</i>	0.3154 <i>0.3616</i>	0.2829 <i>0.3248</i>	0.2568 <i>0.2950</i>	0.2353 <i>0.2704</i>	0.2020 <i>0.2384</i>	0.1671 <i>0.1918</i>	0.1303 <i>0.1501</i>	0.0921 <i>0.1054</i>
<b>16</b>	0.7341 <i>0.7949</i>	0.5466 <i>0.6059</i>	0.4366 <i>0.4884</i>	0.3645 <i>0.4094</i>	0.3135 <i>0.3529</i>	0.2156 <i>0.3105</i>	0.2467 <i>0.2779</i>	0.2226 <i>0.2514</i>	0.2037 <i>0.2292</i>	0.1737 <i>0.1961</i>	0.1429 <i>0.1618</i>	0.1108 <i>0.1248</i>	0.0771 <i>0.0867</i>
<b>36</b>	0.6602 <i>0.7067</i>	0.4748 <i>0.5153</i>	0.3720 <i>0.4057</i>	0.3066 <i>0.3351</i>	0.2612 <i>0.2858</i>	0.2278 <i>0.2494</i>	0.2022 <i>0.2214</i>	0.1820 <i>0.1992</i>	0.1655 <i>0.1811</i>	0.1403 <i>0.1535</i>	0.1144 <i>0.1251</i>	0.0879 <i>0.0960</i>	0.0604 <i>0.0658</i>
<b>144</b>	0.5813 <i>0.6062</i>	0.4031 <i>0.4230</i>	0.3093 <i>0.3862</i>	0.2513 <i>0.2644</i>	0.2119 <i>0.2220</i>	0.1833 <i>0.1920</i>	0.1616 <i>0.1700</i>	0.1446 <i>0.1531</i>	0.1308 <i>0.1376</i>	0.1100 <i>0.1157</i>	0.0889 <i>0.0934</i>	0.0675 <i>0.0709</i>	0.0457 <i>0.0480</i>
<b>∞</b>	0.5000 <i>0.5000</i>	0.3333 <i>0.3333</i>	0.2500 <i>0.2500</i>	0.2000 <i>0.2000</i>	0.1667 <i>0.1667</i>	0.1429 <i>0.1429</i>	0.1250 <i>0.1250</i>	0.1111 <i>0.1111</i>	0.1000 <i>0.1000</i>	0.0833 <i>0.0833</i>	0.0667 <i>0.0667</i>	0.0500 <i>0.0500</i>	0.0333 <i>0.0333</i>

$\alpha = 0.05$  (REDONDA)  $\alpha = 0.01$  (CURSIVA)