

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



Universidad de El Salvador

Hacia la libertad por la cultura

EVALUACION 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 MAIZ)

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

BILI OMAR BARILLAS BONILLA.
JACQUELINE LISSETH RIVERA BERNAL.

PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA

JUNIO DE 2008.

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

RECTOR

MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SANCHEZ.

SECRETARIO GENERAL

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ.

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA.

DECANO

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO.

SECRETARIA

MSc. MORENA LIZETTE MARTINEZ DE DIAZ.

COMITE DE TRABAJO DE GRADUACION.

COORDINADORA GENERAL

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo.

ASESORA DE AREA DE CALIDAD AMBIENTAL

Licda. Cecilia Haydee Gallardo de Velásquez.

ASESORA DE AREA DE TOXICOLOGIA Y QUIMICA LEGAL

Licda. María Luisa Ortiz de López.

DOCENTES DIRECTORES

MSc. María Elisa Vivar de Figueroa.

Ing. Galindo Eleazar Jiménez.

Lic. Eliseo Ernesto Ayala Mejía.

AGRADECIMIENTOS.

A nuestros docentes directores, MSc. María Elisa Vivar de Figueroa, Licdo. Eliseo Ernesto Ayala, Ing. Galindo Eleazar Jiménez por su colaboración apoyo y el tiempo brindado para la realización de nuestro trabajo de graduación

A la coordinadora general de trabajos de graduación Lic. Odette Rauda Acevedo y a nuestros asesores de área Lic. María Luisa Ortiz y Lic. Cecilia Gallardo de Velásquez por toda la ayuda e interés que nos han brindado para el desarrollo de nuestro trabajo de graduación.

A todos los docentes de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador por todas sus enseñanzas y por brindarnos las bases académicas, por seguir siempre con su misión de formar profesionales al servicio de los demás.

Bili Omar Barillas Bonilla
Jacqueline Lisseth Rivera Bernal.

DEDICATORIA.

El presente trabajo esta dedicado a DIOS primeramente, por que gracias a su misericordia y bondad se llevo a cabo.

A mis padres y hermanos por todo su apoyo y amor incondicional, muchas gracias por todo.

A mis amigos y conocidos que de una u otra forma pusieron su granito de arena para que este trabajo se realizara.

BILI OMAR BARILLAS BONILLA.

DEDICATORIA.

A Dios todopoderoso por permitirme llegar a culminar mi carrera, por guiarme por el buen camino, y por todas las bendiciones que he recibido.

A mis padres Ana y Santana por todo el amor y apoyo que me han brindado, por guiarme y comprenderme, por todo su cariño y paciencia a lo largo de toda mi carrera.

A mis hermanos Jancy y Henry por su paciencia, amor y comprensión, por sus consejos y por todo su apoyo sin ustedes no hubiera sido posible este triunfo.

A mi familia mis tíos, tías, primos y abuelos por sus consejos, paciencia y apoyo en todo momento, muchas gracias.

A mis amigas(o) especialmente a Carolina, Roxana, Iris, Marisol, Katy y Dora por todo su apoyo y comprensión, y a los que de una u otra manera ayudaron a culminar nuestro esfuerzo.

A mi compañero de trabajo de graduación, Bili, por su apoyo, dedicación y comprensión para la realización de nuestro trabajo.

Y a todos y cada uno de las personas que de una u otra manera se involucraron para que mi sueño se pudiera hacer realidad. MUCHAS GRACIAS A TODOS.

JACQUELINE LISSETH RIVERA BERNAL.

INDICE.

Resumen	
Capitulo I	
1.0 Introducción	xx
Capitulo II	
2.0 Objetivos	23
2.1 objetivo general	23
2.2 objetivos especifico	23
Capitulo III	
3.0 Marco teórico	26
3.1 Granos de maíz almacenados	26
3.1.1 Control del almacenamiento	26
3.1.2 Control de plagas	27
3.1.2.1 Métodos físicos de control	29
3.1.2.2 Control biológico	30
3.1.2.3 Control químico	32
3.2 Factores de lo que dependen las perdidas ocasionadas por los insectos	33
3.3 Generalidades de los insectos.	34
3.3.1 Morfología.	34
3.3.2 Metamorfosis o cambios durante el desarrollo	36

3.4 Control de insectos en granos almacenados.	37
3.5 Insectos de los granos almacenados.	38
3.5.1 Sitophilus zeamais (GORGOJO DEL MAIZ)	40
3.6 Planta del maíz.	41
3.7 Generalidades de los plaguicidas.	44
3.7.1 Clasificación de los insecticidas.	47
3.7.2 Ventajas y desventajas de los insecticidas naturales o vegetales.	48
3.7.3 Características de un insecticida ideal.	50
3.7.4 Efectos en el ambiente de los plaguicidas.	51
3.7.5 Tipos y formas de contaminación de los plaguicidas.	55
3.8 Descripción de la planta de Annona diversifolia (Anona).	57
3.8.1 Principios activos de la semilla de Annona diversifolia (Anona).	61
Capitulo IV	
4.0 Diseño metodológico.	63
4.1 Tipo de estudio.	63
4.2 Investigación bibliografía.	63
4.3 Investigación de campo.	64
4.3.1 Diseño estadístico a utilizar.	64
4.3.2 Selección de la muestra	64
4.3.2.1 Universo.	64

4.3.2.2 Muestra.	64
4.3.2.3 Recolección de la muestra.	65
4.3.3 Tratamientos a evaluar.	66
4.3.4 Variables evaluadas	66
4.4 Parte experimental.	69
4.4.1 Preparación del extracto a las concentraciones elegidas.	70
4.4.2 Evaluación del extracto botánico.	71
4.4.2.1 Prueba de protección del grano de maíz almacenado.	71
4.4.2.2 Prueba de aplicación directa.	72
4.4.2.3 Prueba de preferencia.	73
Capitulo V	
5.0 Resultados y discusión de Resultados.	76
5.1 Prueba de protección de grano de maíz	76
5.2 Prueba de preferencia.	100
5.3 Prueba de aplicación directa.	106
Capitulo VI	
6.0 Conclusiones.	108
Capitulo VII	
7.0 Recomendaciones.	110
Bibliografía	112
Anexos	118

INDICE DE CUADROS.

Cuadro N°:

1. Número de ***Sitophilus zeamais*, M** (gorgojo del maíz), vivos en los microsilos, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la primera lectura de la prueba.
2. Número de ***Sitophilus zeamais*, M** (gorgojo del maíz), vivos en los microsilos, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la segunda lectura de la prueba.
3. Número de ***Sitophilus zeamais*, M** (gorgojo del maíz), vivos en los microsilos, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la tercer lectura de la prueba.
4. Porcentaje de granos de maíz (*Zea mays*) dañado en los microsilos con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la primer lectura de la prueba.
5. Porcentaje de granos de maíz (*Zea mays*) dañado en los microsilos con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la segunda lectura de la prueba
6. Porcentaje de granos de maíz (*Zea mays*) dañados en los microsilos, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la tercer lectura de la prueba.

7. Número de ***Sitophilus zeamais*, M** (gorgojo del maíz), vivos en los microsilos, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la primera lectura de la prueba.
8. Número de ***Sitophilus zeamais*, M** (gorgojo del maíz), vivos en los microsilos, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la segunda lectura de la prueba.
9. Número de ***Sitophilus zeamais*, M** (gorgojo del maíz), vivos en los microsilos, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la tercer lectura de la prueba.
10. Porcentaje de granos de maíz (*Zea mays*) dañados en los microsilos, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la primer lectura de la prueba.
11. Porcentaje de granos de maíz (*Zea mays*) dañados en los microsilos, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la segunda lectura de la prueba.
12. Porcentaje de granos de maíz (*Zea mays*) dañados en los microsilos, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la tercer lectura de la prueba.
13. Resultados de análisis de varianza de ***Sitophilus zeamais*, M** (gorgojo del maíz), vivos en la primer lectura de la prueba de protección al grano de maíz almacenado.

14. Resultados de análisis de varianza de ***Sitophilus zeamais*, M** (gorgojo del maíz), vivos en la segunda lectura de la prueba de protección al grano de maíz almacenado.
15. Resultados de análisis de varianza de ***Sitophilus zeamais*, M** (gorgojo del maíz), vivos en la tercer lectura de la prueba de protección al grano de maíz almacenado.
16. Resultados de análisis de varianza de granos de maíz dañados en la primer lectura de la prueba de protección al grano de maíz almacenado.
17. Resultados de análisis de varianza de granos de maíz dañados en la segunda lectura de la prueba de protección al grano de maíz almacenado.
18. Resultados de análisis de varianza de granos de maíz dañados en la tercer lectura de la prueba de protección al grano de maíz almacenado.
19. Comparación de medias del numero de ***Sitophilus zeamais*, M** (gorgojo del maíz), vivos durante la prueba de proyección del grano almacenado.
20. Comparación de medias del porcentaje de granos dañados obtenidas durante la prueba de protección del grano almacenado.
21. Número de ***Sitophilus zeamais*, M** (gorgojo del maíz), vivos en la prueba de preferencia con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones.

22. Número de *sitophilus zeamais*, **M.** (gorgojos del maíz) vivos en la prueba de preferencia con un extractos vegetales a cinco diferentes concentraciones
23. Resultado de análisis de varianza del número de gorgojos en la prueba de preferencia.
24. Comparación de medias del numero de *Sitophilus zeamais*, **M** (gorgojo del maíz), obtenidas durante la prueba de preferencia.

INDICE DE FIGURAS.

Figura N°:

1. Número de ***Sitophilus zeamais*, M** (gorgojo del maíz) vivos durante la prueba de protección al grano almacenado, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones.
2. Porcentaje de granos dañados durante la prueba de protección al grano almacenado con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones.
3. Número de ***Sitophilus zeamais*, M** (gorgojo del maíz), vivos durante la prueba de protección al grano de almacenado con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones, utilizando los datos obtenidos del análisis estadístico.
4. Porcentaje de granos dañados durante la prueba de protección al grano almacenado con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones, utilizando los resultados obtenidos del análisis estadístico.
5. Prueba de preferencia en ***Sitophilus zeamais*, M** (gorgojo del maíz), con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones.
6. prueba de preferencia en ***Sitophilus zeamais*, M** (gorgojo del maíz), con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones, utilizando los resultados del análisis estadístico.

INDICE DE ANEXOS.

ANEXO N°

1. Estructura de los insectos.
2. ***Sitophilus Zeamais, Motschulsky*** Gorgojo del maíz adulto.
3. Gorgojo del maíz dentro del grano en su etapa larvaria.
4. Planta de maíz, mazorca de maíz, granos de maíz.
5. Fruto de anona, pulpa de anona, semilla de anona (***Annona diversifolia***).
6. Material, equipo y solventes.
7. Esquema de la prueba de protección al grano de maíz almacenado.
8. Diseño de los frascos de aluminio para la prueba de protección del grano de maíz almacenado.
9. Recipientes para realizar la prueba de aplicación directa.
10. Esquema de prueba de aplicación directa.
11. Esquema del aparato para la prueba de preferencia.
12. Esquema de la prueba de preferencia.

ABREVIATURAS.

FV: Fuente de variación.

GL: Grados de Libertad.

SC: Suma de cuadrados.

CM: Medias Cuadráticas.

F: Cociente entre dos estimaciones diferentes de la varianza poblacional.

$P > F$: significancia.

DMS: Diferencia Mínima Significativa.

RESUMEN.

En la actualidad el uso de pesticidas sintéticos en la protección de granos básicos y otros alimentos, ha causado serios daños al medio ambiente, por lo que se han desarrollado métodos naturales de protección que son menos perjudiciales al medio ambiente y a la salud de las personas, tienen una menor toxicidad que los pesticidas sintéticos fácilmente disponible en el ambiente y que a la vez disminuyen los costos para el agricultor en el control de plagas que atacan a los granos básicos. Este estudio se llevo a cabo en los Laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador. Para ello se elaboro un extracto botánico a diferentes concentraciones; 1% V/V, 3% V/V, 5% V/V, 7% V/V, 10%, V/V de ***Annona diversifolia*** (anona), de fácil preparación y aplicación, considerando las condiciones del entorno agrícola como lo es el proceso de recolección, secado, fraccionamiento y elaboración del extracto botánico alcohólico extraído por maceración; evaluando la acción insecticida, repelente y disuasiva alimentaría del extracto utilizando como especie objetivo el ***Sitophilus zeamais*, Motschulsky** (gorgojo del maíz).

A la vez se presentan los resultados obtenidos en la investigación y sus respectivos análisis estadístico mediante análisis de Variancia y Diferencia mínima significativa, teniendo como resultado que una concentración del extracto etanólico de las semillas de ***Annona diversifolia*** (anona) al 10% v/v, presenta una actividad repelente y disuasiva alimentaría. No así una actividad insecticida contra los gorgojos del maíz durante el período de duración de la

prueba, por lo que se recomienda utilizar concentraciones más altas del extracto etanólico y utilizar un método de aplicación diferente al utilizado en esta investigación; principalmente en la prueba de aplicación directa.

CAPITULO I

1.0 INTRODUCCION.

Los cereales son considerados, mundialmente, como las especies vegetales más importantes para la alimentación de los seres humanos y animales domésticos. Por eso, su almacenamiento por largos periodos de tiempo, es esencial para disponer de alimento en forma constante (2).

Dentro de los cereales, se encuentra el maíz, que en el país forma parte esencial de la dieta básica de la mayoría de las personas, ya que de el se pueden obtener una gran diversidad de productos alimenticios.

Lamentablemente al igual que otros cereales, el maíz, al ser almacenado por largos periodos de tiempo, este es afectado por diferentes insectos plagas; dentro de los cuales uno de mayor importancia es el ***Sitophilus zeamais, Motschulsky*** (gorgojo del maíz) el cual puede causar cuantiosas perdidas, tanto en lo económico como en su disponibilidad para la alimentación de animales y seres humanos. Esto se magnifica en el caso de pequeños agricultores, ya que no cuentan con la suficiente información y tecnología, para realizar un manejo de postcosecha que minimice el daño causado por esta plaga (4).

Los métodos de control de plagas son de muy variada naturaleza, existen desde técnicas alternativas sencillas, como es el uso de temperatura extremas, otros métodos físicos como lo es el uso de polvos inertes y envases herméticos hasta el uso de insecticidas sintéticos y atmósfera controlada (11); muchas de

esas técnicas, no están al alcance de los pequeños agricultores, ya sea por costo o por el riesgo que puedan implicar el uso inadecuado de ellos. En vista de esto, muchos agricultores, recurren a elementos disponibles en su medio, como lo es en el país el uso de productos químicos, para el control del ***Sitophilus zeamais. Mutschulsky.***, (gorgojo del maíz) como es la fosfamina.

La revalorización de las plantas, como fuente de sustancias con propiedades insecticidas, se viene difundiendo en los últimos años. En algunos países de América Latina se han desarrollado interesantes líneas de investigación, que buscan en las plantas, compuestos químicos con menos impacto ambiental y con potencial para el control de plagas agrícolas. En el presente trabajo, se investiga el extracto botánico de las semilla de ***Annona diversifolia***, (Anona) para controlar el ***Sitophilus zeamais Mutschulsky***, (gorgojo del maíz) en el grano de maíz almacenado, utilizando para este fin, diferentes concentraciones; 1% v/v, 3% v/v, 5% v/v, 7% v/v, 10% v/v del extracto etanólico para el control del insecto plaga en estudio, con el objeto de evaluar la posible acción insecticida, repelente y disuasiva alimentaria y darle una alternativa más viable a las personas de bajos recursos para proteger los granos almacenados.

CAPITULO II

2.0 OBJETIVOS.

2.1 OBJETIVO GENERAL.

Evaluar la actividad insecticida, repelente y disuasiva alimentaria del extracto etanólico obtenido a partir de la semilla de ***Annona diversifolia*** (Anona) sobre ***Sitophilus zeamais*, Motschulsky** (gorgojo del maíz).

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- 2.2.1 Preparar extractos etanólicos de diferentes concentraciones utilizando el método de maceración a partir de la semilla de ***Annona diversifolia*** (Anona).
- 2.2.2 Experimentar la acción insecticida, repelente y disuasiva alimentaria que poseen los extractos etanólicos obtenidos a partir de la semilla de ***Annona diversifolia*** (Anona) sobre el ***Sitophilus zeamais*, Motschulsky** (gorgojo del maíz).
- 2.2.3 Comparar el grado de acción insecticida, repelente y disuasiva alimentaria que ejercen sobre el ***Sitophilus zeamais*, Motschulsky** (gorgojo del maíz) las diferentes concentraciones del extracto etanólico obtenido a partir de la semilla de ***Annona diversifolia*** (Anona), utilizando un diseño estadístico apropiado.

2.2.4 Determinar la concentración a la cual los extractos etanólicos obtenidos de la semilla de ***Annona diversifolia*** (Anona) presentan mejor actividad contra el ***Sitophilus zeamais***, **Motschulsky** (gorgojo del maíz).

2.2.5 Proporcionar la información de los resultados obtenidos de la investigación, a la biblioteca del CENTA y Ministerio de Agricultura, para que sea divulgada a las personas interesadas.

CAPITULO III

3. MARCO TEORICO.

3.1 GRANOS ALMACENADOS ⁽¹⁷⁾:

Desde hace cientos de años los agricultores han combatido a los insectos y aceptan el hecho de que éstos consumen y destruyen cierta cantidad de sus semillas ya sean para comercialización, alimentación o siembra para la próxima temporada. Los métodos de control utilizados son de naturalezas muy diversas, encontrándose alternativas como el control físico, químico y biológico, entre otros. La protección de semillas constituye uno de los permanentes desafíos para los profesionales e investigadores que trabajan en la protección vegetal y aún más si no se cuenta con la herramienta más recurrida (para bien o para mal), que son los insecticidas de origen sintético. Sin embargo, existen una serie de métodos naturales de control que permiten obtener niveles satisfactorios de protección a los cuales se puede recurrir cuando, por ejemplo, se trata de un sistema orgánico de producción.

3.1.1 Control del almacenamiento ⁽⁴⁾.

El almacenamiento de granos está en gran proporción en manos del productor agropecuario, luego están los diferentes tipos de acopios y en menor proporción las industrias. El control lo ejercen los diferentes actores, dependiendo del tipo de empresa que se refiera.

El pequeño productor, es el menos cuidadoso en este aspecto, simplemente porque no está acostumbrado a almacenar sus propios granos. Por lo que se le dificulta realizar un adecuado control de calidad

Los acopios, son más aplicados y emplean en general diferentes métodos de protección. También contratan servicios de terceros para el control y monitoreo de plagas en poscosecha.

La industria, es la más estricta de todos. Lo hacen directamente ellos o contratan servicios de terceros para el control y monitoreo de plagas en poscosecha.

3.1.2 Control de plagas ⁽¹⁷⁾

Las características de los sistemas de silo (consiste en almacenar el grano en recipientes de aluminio cilíndricos o bolsas de yute o plástico los cuales protegen al grano de las inclemencias del tiempo) hacen que se desarrollen distintos tipos de plagas, en los silos convencionales tienen mayor incidencia los insectos, ácaros y los microorganismos aerobios, y en los silos bolsa quienes tienen mayor importancia son los roedores y los microorganismos anaeróbicos.

Con respecto a los insectos plaga podemos diferenciarlos por el tipo de infestación en:

De infestación primaria: Estos pueden atacar al grano sano y producir la primera infestación. Al completar su ciclo dejan el grano picado. Entre los insectos de infestación primaria encontramos a los gorgojos (***Sitophilus spp.*** y ***Acantoscelides obtectus Say***), palomita de los cereales (***Sitotroga cerealella Oliv.***) y taladrillo de los cereales (***Ryzopertha dominica F.***).

De infestación secundaria: No pueden penetrar por la estructura de protección del grano. Atacan granos atacados por insectos de infestación primaria, rotos, productos, subproductos de la molienda y procesados. Dentro de esta categoría podemos citar: Carcoma dentada (***Oryzaephilus surinamensis L.***), carcoma achatada (***Cryptolestes pusillusch*** y ***Cryptolestes ferrugineus steph.***), tribolio castaño (***Tribolium castaneum herbs.***), tribolio confuso (***Tribolium confusum duv.***), gusano oscuro de la harina (***Tenebrio obscurus F.***), carcoma grande (***Tenebroides mauritanicus L.***), polilla de la harina (***Anagasta kuehliella zell.***) y polilla de la fruta fresca (***plodia interpunctella Hbn.***)

Sitios de ataque de los gorgojos a los granos almacenados: existen tres sitios, a campo (en la planta madre), por vuelo directo a los lugares de depósito y contaminación por instalaciones que no han sido desinfectadas correctamente.

Existen numerosos factores que inciden en la magnitud del ataque de las plagas, ya mencionamos a la temperatura, este factor afecta directa o indirectamente a todas las variables. Es un elemento de diagnóstico de alteraciones, ya que todo deterioro es acompañado por la liberación de calor.

Además los insectos no son activos con temperaturas menores a 15 grados centígrados, ejemplo: los ácaros no son activos con temperaturas menores a cinco grados centígrados. También cabe recordar que a bajas temperaturas menor desarrollo de hongos, menor respiración y degradación de los plaguicidas residuales y menor difusión y efectividad de los fumigantes.

3.1.2.1 METODOS FISICOS DE CONTROL

Temperatura:

Las temperaturas extremas son usualmente las más utilizadas como método de control físico ya que los insectos no pueden desarrollarse y reproducirse bajo los 13°C y sobre los 35°C.

Almacenamiento hermético:

En un recipiente completamente hermético los insectos plaga que pudiera haber en el grano mueren por falta de oxígeno.

Sonido y Percusión:

Los insectos expuestos a ondas acústicas amplificadas mueren más rápido que los insectos que no son expuestos a este tipo de sonido.

Polvos Inertes:

Una gran cantidad de polvos inertes, cenizas y arenas finas, se mezclan con el grano de manera tradicional (se mezcla el polvo con el grano en una bolsa agitando fuertemente), tienen un efecto abrasivo o bien absorben los lípidos que forman la superficie exterior de la cutícula de los insectos, la facilitando una pérdida de agua que conduce a la muerte por deshidratación del insecto.

Tierra de Diatomeas:

La tierra de diatomeas son los exoesqueletos de algas petrificadas en los fondos marinos. Estas se les agrega al grano de manera tradicional (se mezcla el polvo con el grano en una bolsa agitando fuertemente); estas estructuras, de tamaño microscópico, están formadas por cristales de bordes irregulares y filosos los cuales al rasgar el integumento del insecto causan su muerte por deshidratación de tejidos.

Atmósfera modificada:

El almacenamiento hermético es un tipo de atmósfera modificada ya que crea un ambiente rico en dióxido de carbono y bajo en oxígeno.

3.1.2.2 CONTROL BIOLÓGICO

El control biológico es el uso de organismos naturales o modificados, genes o productos genéticos que reducen el efecto de organismos indeseables (plagas) y favorece a organismos útiles como cultivos, árboles, animales e insectos benéficos y microorganismos.

Depredadores:

Una amplia variedad de depredadores atacan a plagas de los granos, semillas y productos almacenados en general. Ej. Coleopteros como ***caabidae***, ***Staphylidae e Histeridae***.

Parasitoides:

Son los organismos que parasitan a plagas que se alimentan del interior del grano y aquellas que atacan a las que se alimentan de la parte externa. Ej. Los parasitoides del orden hymenoptera.

Polvos vegetales:

Las plantas que tradicionalmente se han utilizado en graneros rústicos para evitar el daño del grano por insectos son: cebolla (*Allium cepa*), ajo (*Allium sativum*), neem (*Azadirachta indica*), ají o chile (*Capsicum spp*), cedro (*Cedrela spp*), Croton spp, colorín (*Erythrina americana*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), paraíso (*Melia azedarach*), menta (*Mentha spicata*), tabaco (*Nicotiana tabacum*) hierba santa (*Piper auritum*), homeoquelite (*Piper sanctum*), saúco (*Sambucus mexicana*), jaboncillo (*Sapindus spp*) y ramatinaja (*Trichilia havanensis*). Sin lugar a dudas este es un método de control que ha tenido una segunda época, pues se podría decir que ya está quedando atrás el tiempo en que hablar de insecticidas vegetales se limitaba al uso de piretro (*Tanacetum cineracifolium*), tabaco (*Nicotiana tabacum*) y rotenona (*Derris spp*) entre otros, La mayoría de las especies de plantas que se utilizan en la protección vegetal, exhiben un efecto insectistático más que insecticida. Es decir, inhiben el desarrollo normal de los insectos. Sin embargo, no se puede olvidar que algunas sustancias vegetales si provocan un efecto insecticida como sucede con las piretrinas, la nicotina o la rotenona.

Los compuestos naturales tienen un efecto protector el cual puede ser de repelencia, disuasivo de la alimentación u oviposición y regulador de crecimiento.

3.1.2.3 Control químico:

Tratamiento de instalaciones (bodegas y silos): Generalmente son líquidos o polvos residuales que se pulverizan en pequeñas gotas o se espolvorean sobre las instalaciones.

Tratamiento preventivo: se realizan sobre grano en movimiento, tratando de generar condiciones inadecuadas para el desarrollo de las plagas. En este caso, también se trata de líquidos o polvos residuales que se espolvorean o fumigan sobre el grano en movimiento, generalmente se prefiere la pulverización porque de esta manera se logra una distribución más uniforme. En muchos casos, los minerales inertes que acompañan a los plaguicidas en polvo pueden afectar la residualidad del mismo; además, la tensión de vapor de los líquidos les otorga a estos la posibilidad de actuar con mayor rapidez y ejercer control parcial sobre las formas jóvenes u ocultas.

Tratamiento curativo: se realiza con fumigantes con el objeto de eliminar una plaga presente. Controla la infestación pero no brinda ningún tipo de protección contra futuras infestaciones. Generalmente para este tipo de control se utilizan gases que actúan por inhalación. Requieren el mayor grado de hermeticidad

posible y un tiempo de exposición determinado. Son influenciados por temperatura, método de aplicación, etc. Dentro de esta rama el producto más difundido comercialmente es Fosfuro de aluminio, este se presenta en pastillas, comprimidos y bolsitas; esta última forma es más aconsejable puesto que el fosfuro de aluminio deja como residuo óxidos de aluminio, hasta un uno por ciento de fosfuro sin reaccionar. La utilización de este compuesto en bolsitas evita el contacto del grano con dichos residuos.

Otro fumigante que se utiliza es el fosfuro de magnesio, la reacción es más rápida y total; es por eso que no queda fosfina sin reaccionar, pero si pueden quedar como residuos algunos óxidos de magnesio.

3.2 FACTORES DE LOS QUE DEPENDEN LAS PERDIDAS OCASIONADAS POR LOS INSECTOS ⁽¹⁷⁾:

Desde luego que las pérdidas dependen del tipo de insecto, de la cantidad de los mismos y fundamentalmente de la calidad de los granos al entrar al depósito. Granos dañados y sucios son mas deteriorables por todos los agentes nocivos, incluyendo a los insectos. Otro factor a considerar, es la constitución físico química de los granos. Esto depende de la genética de cada variedad. Por Ejemplo: los maíces dentados amarillos, son más deteriorables que los duros "Flint".

Finalmente, las pérdidas, también dependen del manejo que se le haga al grano, como ejemplo tenemos: prelimpieza, estado de las instalaciones (grietas en pisos y paredes), desinfección de las instalaciones, tratamientos preventivos, aireación, transporte, etc.

3.3 GENERALIDADES DE LOS INSECTOS ⁽⁴⁾

3.3.1 MORFOLOGIA

El cuerpo de los insectos se divide en tres partes: cabeza, tórax y abdomen, que están unidas entre sí (ver anexo 1). Los órganos internos no están restringidos a un solo reglón, por ejemplo, los sistemas digestivo y nervioso se extienden de un extremo a otro del cuerpo.

Los ojos, antenas y aparato bucal se encuentran localizados en la cabeza. Las alas y patas están en el tórax. El abdomen es segmentado, generalmente sin apéndice, salvo en el caso de algunas larvas que poseen falsas patas.

El esqueleto de los insectos es externo y consiste en una piel gruesa o caparazón a diferencia del esqueleto interno del hombre constituido por huesos.

El esqueleto externo o exoesqueleto envuelve totalmente al insecto. Pequeñas aberturas facilitan la respiración, comida y excreción. Zonas muy delgadas del exoesqueleto le permiten flexibilidad y movimiento.

El exoesqueleto presenta algunas ventajas: protección a algunos daños externos físicos y químicos; mejor conservación del agua del cuerpo, por reducción de la evaporación; y ventajas mecánicas para la inserción de los músculos, lo que le da una agilidad y fuerza fuera de proporción con el porte de su cuerpo.

La desventaja consiste en la rigidez que le impide aumentar de tamaño. Cuando crecen deben mudar de piel siendo un momento bastante vulnerable para la vida del insecto. A los adultos, con exoesqueleto rígido no les es posible aumentar de tamaño.

Cabeza: Esencialmente la cabeza es una cápsula no segmentada, con una abertura en el frente, que es la boca, y otra en la parte posterior para que se comuniquen los órganos internos con el tórax y el abdomen. La cabeza está provista de un par de antenas, que son apéndices formados por varios segmentos, donde residen las funciones sensoriales del tacto y el olfato.

La mayoría de los insectos adultos tienen dos oídos compuestos, formados por un sin número de ojos simples. Además, pueden tener otros ojos más pequeños llamados ocelos.

Los aparatos bucales de los insectos pueden ser de diferentes tipos, pero la mayoría de los estados larvarios y adultos de los que atacan productos almacenados, tienen aparato bucal masticador. En el caso de los adultos de

polillas, cuentan con un aparato bucal constituido por una espiritrompa, que no les permite alimentarse de los productos sólidos que atacan las larvas.

Tórax: El tórax está compuesto por tres segmentos: protórax, mesotórax y metatórax, cada uno con un par de patas. Una de las características de los insectos es que tienen tres pares de patas, con excepción de algunas larvas.

Los insectos son los únicos invertebrados con alas, las cuales pueden presentarse en número de dos, cuatro o estar ausentes. Cuando existen, están ubicadas en los últimos segmentos del tórax.

Abdomen: El abdomen se compone de varios segmentos. Cada uno de ellos lleva un par de espiráculos o aberturas que permiten la respiración. En la parte posterior del abdomen se encuentran los órganos genitales y el sistema excretor.

3.3.2 METAMORFOSIS O CAMBIOS DURANTE EL DESARROLLO

La metamorfosis es un proceso de cambios, ocurre desde que nace el insecto hasta que llega a adulto. En ocasiones es poco conocida, a pesar de que en granos almacenados, en muchas especies, el daño es causado por los estados inmaduros de desarrollo.

Existen diversos tipos de metamorfosis. En la metamorfosis incompleta, el individuo recién eclosionado o nacido, es muy similar al adulto y el crecimiento

es gradual a medida que cambia la piel. A este grupo pertenecen algunas especies de insectos de menor importancia que atacan granos y productos almacenados.

En la metamorfosis completa el individuo pasa por cuatro fases que son las de huevo, larva, pupa y adulto. El adulto, coloca los huevos de los cuales nacen las larvas, que no se parecen a sus progenitores y tienen forma de gusano. En algunas especies, las larvas tienen patas verdaderas y/o falsas, mientras que otras larvas carecen de ellas. Las larvas cambian la piel varias veces durante su desarrollo, aumentan de tamaño en cada cambio, finalmente dejan de alimentarse y se transforman en pupas. La pupa es un estado de reposo, que prácticamente no se mueve. Permanece inmóvil, buscando lugares donde protegerse. Durante el estado pupal, se producen cambios fisiológicos que posteriormente darán origen al adulto. El adulto es responsable de la reproducción.

La gran mayoría de las especies que atacan granos y productos almacenados tienen metamorfosis completa.

3.4 CONTROL DE INSECTOS EN GRANOS ALMACENADOS ⁽¹⁷⁾

Expertos estiman que de un 5 % al 10 % de la producción de alimentos es pérdida por causa de los insectos. En ciertos países esas cifras se expanden hasta el 50%.

En el control de plagas en granos almacenados, se debe considerar la planificación previa de las acciones a realizar dentro del marco del control integrado de plagas.

Se deben tener en cuenta todos los aspectos que hacen al manejo de los granos, incluyendo las diferentes variedades vegetales, dentro de una misma especie, que pueden ser mas tolerantes al ataque de insectos que otros.

Otro aspecto para destacar es el estado (integridad) del grano cuando llega al depósito para su almacenamiento. Los granos sucios (impurezas, tierra, etc.) y los dañados físicamente son los mas susceptibles de ser atacados por los insectos y plagas en general.

3.5 INSECTOS DE LOS GRANOS ALMACENADOS ⁽²²⁾:

Los insectos que atacan y dañan los granos (ver anexo 3) y sus productos durante el almacenamiento, comenzaron a ser importantes después que el hombre aprendió que podía guardar sus cosechas para utilizarlas posteriormente como alimento o semilla.

Los insectos encuentran condiciones propicias para alimentarse y multiplicarse en las bodegas y lugares de almacenamiento. Si la humedad y temperatura le son favorables, tienen a su disposición una gran cantidad de alimento que asegura su multiplicación y sobrevivencia. Su actividad metabólica incrementa

la humedad y temperatura del medio en que se desarrollan creando las condiciones para que otras especies de insectos de granos almacenados se multipliquen; el fenómeno se va autocatalizando hasta que la humedad es propicia para la violenta proliferación de hongos que elevan aún más la temperatura, haciéndola intolerable para los insectos que emigran hacia otras fuentes de alimento. El grano queda destruido, disminuyendo la disponibilidad de alimentos y ocasionando graves pérdidas económicas.

En base al daño que ocasionan los insectos se han agrupado en especies primarias, secundarias, y terciarias como se mencionó anteriormente. Cuando se trata de prevenir y controlar la presencia de insectos que están dañando un producto durante su almacenamiento, es indispensable identificarlos, conocer las condiciones ecológicas para su multiplicación y sus características biológicas.

El control debe aplicarse de acuerdo a las características mencionadas anteriormente, ya que de lo contrario los tratamientos resultan ineficaces, costosos, peligrosos y a la larga, facilitan la formación de individuos más resistentes a las prácticas comunes para su control.

3.5.1 *SITOPHILUS ZEAMAI*S (GORGOJO DEL MAIZ) ⁽⁴⁾

Orden: Coleoptera

Familia: Curculionidae

Especie: ***Sitophilus zeamais***, Motschulsky (ver anexo 2).

Descripción: Sus élitros presentan cuatro manchas de color rojizo amarillento. Insecto con gran capacidad de vuelo que infesta los cereales desde el campo.

Alimento: Ataca todos los cereales, siendo extraordinariamente destructivo.

Distribución: Se le encuentra principalmente en las zonas cálidas húmedas, tropicales y subtropicales.

Importancia: Se considera una plaga primaria porque los adultos son capaces de perforar los granos. Las larvas se desarrollan en el interior del grano.

a) Identificación:

Los adultos son insectos de color café oscuro. Es ligeramente mayor que la del gorgojo del arroz. El pronoto o protórax del insecto adulto presenta gran cantidad de agujeros redondeados, distribuidos uniformemente. Los élitros(cubierta protectora de las alas del insecto) muestran cuatro manchas

amarillas y vuelan activamente. Se diferencia del *Sitophilus oryzae* L en el aparato reproductor del macho (20).

b) Hábitat y Ciclo de vida:

Su hábitat es en regiones tropicales en climas cálidos. Se alimentan principalmente de maíz, aunque pueden consumir otros cereales. La hembra perfora los granos de maíz y ovoposita entre 300 a 500 huevecillos. Los huevecillos eclosionan 10 días después de la ovoposición y el ciclo biológico dura de 4 a 6 semanas. El adulto vive varios meses, hasta 1 año (19).

DESCRIPCION DEL DAÑO (15).

La hembra deposita un huevo en una cámara en el grano, para más tarde cubrirlo, de esa forma posteriormente nacen las larvas que se alimentan en el interior del grano hasta que se transforma en pupas. Cuando nace el adulto perfora el grano y sale al medio ambiente. El ciclo depende de la temperatura, así; de 14°-16°C dura alrededor de 113 días y a 21° C, aproximadamente dura 42 días. En zonas templadas hay 2 a 3 generaciones al año.

3.6 PLANTA DEL MAIZ (19).

EL MAIZ.

El maíz es un cultivo muy remoto de unos 7000 años de antigüedad, de origen indígena, que se cultivaba por las zonas de México y América central. Hoy en día, su cultivo está muy difundido por todo el resto de países y en especial en toda Europa donde ocupa una posición muy elevada. EEUU es otro de los países que destaca por su alta concentración en el cultivo de maíz.

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS. BOTANICA

Nombre común: Maíz

Nombre científico: ***Zea mays***

Familia: Gramíneas

Género: ***Zea***

BOTANICA

La planta del maíz (ver anexo 4) es de porte robusto de fácil desarrollo y de producción anual.

El tallo es simple, erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones. Por su aspecto recuerda al de una caña, no presenta entrenudos y si una médula esponjosa si se realiza un corte transversal.

La inflorescencia es monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta.

Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes.

Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias.

DESARROLLO VEGETATIVO DEL MAIZ

Desde que se siembran las semillas hasta la aparición de los primeros brotes, transcurre un tiempo de 8 a 10 días, donde se ve muy reflejado el continuo y rápido crecimiento de la plántula.

COMPOSICION QUIMICA DE LAS PARTES DEL GRANO

Las partes principales del grano de maíz difieren considerablemente en su composición química. La cubierta seminal o pericarpio se caracteriza por un elevado contenido de fibra cruda, aproximadamente el 87 %, la que a su vez está formada fundamentalmente por hemicelulosa (67 %), celulosa (23 %) y lignina (0,1 %). El endospermo, en cambio, contiene un nivel elevado de almidón (87 %), aproximadamente 8 % de proteínas y un contenido de grasas crudas relativamente bajo.

VALOR NUTRITIVO DEL MAIZ

La importancia de los cereales en la nutrición de millones de personas de todo el mundo es ampliamente reconocida. Debido a su ingesta relativamente elevada en los países en desarrollo, no se les puede considerar sólo una fuente

de energía, sino que además suministran cantidades notables de proteínas. Los granos de cereal tienen una baja concentración de proteínas y la calidad de éstas se halla limitada por la deficiencia de algunos aminoácidos esenciales, sobre todo lisina. Un hecho mucho menos conocido es que algunos cereales contienen un exceso de ciertos aminoácidos esenciales que influye en la eficiencia de la asimilación de las proteínas. Ejemplo clásico de ello es el maíz, pues otros cereales presentan limitaciones iguales, pero menos evidentes.

3.7 GENERALIDADES DE LOS PLAGUICIDAS ⁽²¹⁾.

Todos los plaguicidas son tóxicos al organismo humano, al igual que al ambiente. Su peligrosidad depende de las características toxicológicas del plaguicida, de la cantidad a la que se esté expuesto y al tiempo que dure la exposición. Es imposible evitar la ingestión de los plaguicidas contenidos en los alimentos, ya que no existe disposición gubernamental en el país para evitar los riesgos a los que involuntariamente estamos sometidos. Por ende, en el país todos tenemos plaguicidas en nuestro organismo.

Los trabajadores del campo que asperjan plaguicidas, son una de las poblaciones de mayor riesgo en el mundo, por falta de información, por la pobreza que los rodea, permiten condiciones para un abuso de plaguicidas. Las intoxicaciones agudas pueden hacer perder la vida al sujeto expuesto, siendo el cálculo más conservador de 500 000 muertes al año en el mundo. Otros datos mencionan 3 millones de muertes, de las cuales, 75% se producen en los países en vías de desarrollo.

La incidencia directa o indirecta de los plaguicidas sobre la salud humana es realmente escalofriante, ya que están comprobados sus diferentes efectos posteriores⁽²²⁾:

1. Efectos agudos (Vómitos, Diarreas, Cefaleas, Abortos, Coma, Somnolencia, Quemaduras, Oligosperma)
2. Efectos Crónicos(Mal de Parkinson, Cánceres, Edema pulmonar, Necrosis de hígado, Leucemias, Esterilidad Masculina, Malformaciones, Mutaciones, Anormalidades Renales)

Las intoxicaciones pueden darse en diferentes ámbitos, desde el hogareño, al laboral, pasando por lugares de recreación y de esparcimiento.-

En el orden hogareño se registran mayormente por el inadecuado almacenamiento de productos tóxicos, fumigaciones, exposiciones a insecticidas hogareños, además del peligro que significan todos estos insecticidas al alcance de los niños.

En el orden Laboral se destacan por la aplicación de productos prohibidos y altamente tóxicos; Por la aplicación de productos sin la debida protección; por la ingesta de alimentos sin la debida higiene luego de haber manipulado estos elementos.

Existen muchísimas otras formas de contaminación posibles, tales como el consumo de alimentos contaminados (verduras y frutas que no han sido correctamente lavadas), contacto con ropas impregnadas en tóxicos, Transporte de productos químicos, etc.

Las causas desencadenantes del incremento en la utilización de estos tóxicos y por ende de las intoxicaciones pueden tener un origen interno a las explotaciones y a la actividad productiva o relacionarse con las condiciones sociales y económicas que las enmarcan.

Entre otras, se detectaron las siguientes causas:

ORIGEN MACROECONOMICO:

- Caída en la rentabilidad productiva.
- Flexibilización laboral
- Necesidad de aumentar el rendimiento productivo.
- Retraimiento del estado en sus obligaciones de control y fiscalización.
- Excesiva presión comercial por parte de proveedores
- Incremento en la publicidad abierta y encubierta.

ORIGEN INTERNO:

- Masificación de insectos plaga.-
- Ausencia de equipo protector.-
- Adquisición de productos prohibidos altamente tóxicos.-
- Ausencia de capacitación en el personal contratado.-
- Aplicación con equipos en inadecuadas condiciones de uso.-
- Aplicación en condiciones climáticas inapropiadas (lluvia, alta temperatura, viento).
- Aplicación en presencia de terceros (otros trabajadores, niños, etc.)

- Desecho incorrecto de envases.-

3.7.1 Clasificación de los insecticidas ⁽²³⁾

Los insecticidas pueden dividirse de acuerdo a sus componentes químicos y

Propiedades, en la siguiente clasificación:

Insecticidas inorgánicos: Los productos inorgánicos son de origen mineral y carecen, por ende, de carbono. Comúnmente contienen arsénico, cobre, boro, mercurio, azufre, estaño o zinc. Actualmente se usan principalmente en el control de enfermedades de las plantas. Sin embargo, no son específicos y pueden ser tóxicos a una gran variedad de organismos; es decir, son de amplio espectro. Estos productos son generalmente menos efectivos que muchos de los compuestos orgánicos. Algunos ofrecen la ventaja de tener una toxicidad aguda relativamente baja en las personas, aunque aquellos que contienen plomo, mercurio y arsénico causan serios problemas de salud y contaminación del medio ambiente, por lo que su uso se ha prohibido.

Insecticidas orgánicos: Los insecticidas orgánicos contienen carbono y pueden ser tanto de origen natural como artificial. También contienen oxígeno, nitrógeno, fósforo, azufre, y otros elementos. La mayoría de los insecticidas usados en la actualidad son compuestos orgánicos. Cabe señalar que “orgánico” no quiere decir “natural”, y como sustancias tóxicas, estos productos deben usarse con precaución.

Insecticidas microbiales: Los insecticidas microbiales son un grupo distinto de productos para el manejo de plagas y están constituidos por bacterias, virus u hongos; capaces de causar enfermedades en ciertas plagas. Aunque estos organismos pueden generarse en forma natural, también son producidos a gran escala e introducidos intencionalmente en cantidad suficiente, de manera que garanticen un alto nivel de control de la plaga en cuestión. Son altamente específicos, y por ello no afectan a otras especies. Hasta el momento sólo un pequeño número de estos insecticidas ha sido registrado para su uso. El más conocido es ***Bacillus thuringiensis Berliner***, bacteria que ha sido usada efectivamente contra larvas de distintas especies, especialmente lepidópteros.

Insecticidas vegetales: Los insecticidas orgánicos son derivados o extraídos directamente de plantas y corresponden principalmente a mecanismos de defensa frente a posibles daños por insectos.

3.7.2 Ventajas y desventajas de los insecticidas naturales o vegetales. ⁽²²⁾

Al usar compuestos vegetales se debe ser cuidadoso y no depender de esta táctica de manera única y exclusiva para el control de plagas, ya que se podrían producir efectos no deseables para la salud humana o bien generar resistencia, de manera similar a lo que ocurre con los insecticidas sintéticos, los de mayor toxicidad para el ser humano. Por tanto, estos insecticidas son una herramienta

más dentro de un sistema de Manejo Integrado de Plagas. Entre las ventajas y desventajas de un insecticida natural es posible mencionar las siguientes:

Ventajas

- Material renovable.
- Biodegradable.
- Alta disponibilidad de material.
- Bajo costo.
- Menor efecto negativo sobre enemigos naturales y otros organismos benéficos.
- No contaminante.
- Bajo riesgo a la salud humana.
- Mantenimiento del equilibrio de la fauna entomológica.

Desventajas

- Poca información en pruebas de toxicología.
- Variabilidad en cantidad del ingrediente activo.
- Mayor requerimiento de personal calificado y mano de obra.
- Requiere equipo de procesamiento.
- Costo de oportunidad.
- No muy buena estabilidad en los extractos.

Otra gran ventaja de los insecticidas orgánicos, que paradójicamente es como desventaja, se refiere a la inestabilidad de los componentes dentro de la planta

debido a factores climáticos; si dos extractos tienen los mismos compuestos, no necesariamente están en las mismas concentraciones, y por ello, los insectos no son sometidos siempre a la misma presión y por ende es muy difícil que desarrollen resistencia.

3.7.3 Características de un insecticida ideal ⁽²³⁾

Un insecticida no sólo debe cumplir con la exigencia mínima de matar una plaga específica, sino que debe cumplir una serie de características para otorgarle la calificación de insecticida ideal, entre las que destacan:

- Eficacia para eliminar o disminuir la acción dañina de una plaga.
- Precio adecuado para su aplicación en dosis correctas tanto en cultivos intensivos como extensivos.
- Posibilidad de adquisición permanente.
- Características físico-químicas adecuadas, que permitan que sea fácilmente aplicado, sin causar daños al equipo ni a las plantas.
- No comprometer la salud de quien lo aplica.
- No ser perjudicial para el medio ambiente.

Otra característica de un buen insecticida es que el solvente aconsejado para su disolución, que muchas veces acarrea más problemas que el propio insecticida, debe permanecer en el medio el tiempo suficiente que permita su ingesta por el insecto, por lo que su grado de volatilización debe ser lo más bajo posible.

Otros factores que ayudan a decidir el solvente más conveniente son su toxicidad para el ser humano, precio, disponibilidad en el mercado y facilidad de manipulación.

3.7.4 Efectos en el ambiente de los plaguicidas ⁽²³⁾

Con el monocultivo como forma de producción agrícola y forestal predominante, se ha generalizado el uso de los agro tóxicos en la región. Estos venenos dañan los suelos, acuíferos, contaminan el aire y afectan la salud de millones de personas (trabajadores del campo, consumidores y población en general). La Organización Internacional del Trabajo (OIT) señala que de un total de 3 y 5 millones de casos anuales de agricultores afectados, 40.000 mueren por intoxicaciones agudas y aclara que éstas son sólo parte visible de los daños causados por estos productos.

El impacto ambiental provocado por los pesticidas afecta a todos los seres vivos y no sólo a las denominadas plagas. Al persistir en el ambiente mucho tiempo después de su aplicación, su concentración puede llegar a incrementarse provocando efectos nocivos para el hombre y la naturaleza, así, tenemos que, los efectos que los plaguicidas pueden provocar en el ambiente son ⁽²²⁾.

1) Contaminación de los recursos hídricos:

Los plaguicidas son capaces de contaminar las fuentes de agua potable humana y animal, las capas de agua, ríos y mares. Pueden llegar a alcanzar éstas fuentes, siguiendo alguna de las siguientes vías:

- Aplicación directa
- Descarga de líquidos remanentes
- Desecho de envases
- Inundación o desborde de ríos a los lugares de almacenamiento

Las consecuencias de esta contaminación trae aparejada la pérdida de fauna y flora acuática, pérdida del recurso como fuente de agua y alimento e intoxicación humana y animal.-

2) Contaminación del suelo:

En cuanto algunos plaguicidas son aplicados directamente en el suelo (herbicidas o insecticidas del tipo heptacloro) existen otros que lo alcanzan de manera indirecta: goteo desde el vegetal, caída desde el equipo aplicador, arrastre por las gotas de lluvia, etc.

Según la composición química, una vez en el suelo pueden ser absorbidos por las partículas de arcilla o materia orgánica, como el heptacloro. Otros en cambio, son fácilmente arrastrados por el flujo del agua. Los primeros afectan gravemente al suelo, su fauna y flora, los segundos contaminan las napas de agua.

La flora y fauna del suelo, responsable del reciclaje de la materia orgánica, se ve seriamente afectada por los plaguicidas, con lo cual se deprime la provisión de nutrientes del suelo, volviéndolo dependiente de nutrientes en el vegetal, y así se torna aún más vulnerable ante los insectos y agentes patógenos.

Se registraron casos de contaminación de vegetales con plaguicidas clorados a partir de la capacidad de mantenerse retenido en las partículas del suelo, siendo liberadas lentamente. En la Provincia de Buenos Aires, análisis químicos realizados en tubérculos de papa detectaron restos de heptacloro, aún en los casos en que los vegetales se cultivaron en terrenos que durante los últimos años no recibieron este tóxico.-

3) Persistencia en las cadenas tróficas:

Los insecticidas con estructura química del tipo de los clorados, poseen la capacidad de fijarse en el tejido adiposo animal. Esta particularidad reviste características peligrosas por lo menos por dos motivos:

- La acumulación en las cadenas tróficas desde los herbívoros hasta los carnívoros de 2do. Y 3er. Orden hasta llegar a concentraciones que producen daño fisiológico. Este caso se relaciona con el consumo por parte del ser humano de animales fuertemente contaminados.-
- La acumulación paulatina en los seres humanos, tal es el caso operarios que desarrollan tareas en laboratorios donde se fabrican plaguicidas o en trabajadores agrícolas que aplican permanentemente éstos productos.

4) Acción sobre insectos y flora benéfica.-

Dentro de los ecosistemas, existen una gran cantidad de insectos ácaros y vegetales que cumplen un rol fundamental en las cadenas tróficas. Entre otras sus funciones son:

- Predadores o parásitos de insectos-plaga.-
- Descomponedores de materia orgánica.-
- Vegetales que actúan como trampa de insectos.-
- Incorporadores de nitrógeno.-
- Fijadores del suelo (reduciendo las posibilidades de erosión)
- Cubridores del suelo (vegetales de hoja ancha)

d) Desechos de envases y productos remanentes:

Luego de la aplicación de los plaguicidas suelen aparecer problemas derivados de:

- Eliminación de envases que los contienen.-
- La eliminación del producto sobrante de la aplicación.-
- La eliminación del líquido remanente de la limpieza del equipo aspersor.

Entre los destinos de los envases hallamos:

- Reciclado -(Máxime si están confeccionados en materiales durables) a fin de utilizarlos para acumular agua o alimentos: Si son de vidrio o plástico suelen utilizarse para el acopio de agua, querosén o bebidas; Si son de metal, para calentar o guardar agua; si son de aluminio se los funde para ser reutilizados. En todos los casos producen intoxicaciones.-
- Acumulación en pozos .
- Incineración a cielo abierto - Puede provocar aún inconvenientes mayores que la sola acumulación. Algunos productos, expuestos al calor

desprenden dioxinas cuyo poder tóxico es ampliamente superior al producto natural.

- Depósito en basurales.

Cualquiera de estas vías produce contaminación directa de seres humanos, del suelo y de los cursos de agua.

La población en general puede encontrarse expuesta a este tipo de contaminación, no sólo por la degradación del suelo (esterilizan y convierten el suelo en una tierra inerte, ya que anulan la acción de la micro fauna y flora necesarias para la conversión, fijación y asimilación de nutrientes de la atmósfera), contaminación del aire y envenenamiento del agua, sino también por el uso doméstico de plaguicidas que provocan constantes intoxicaciones en adultos y sobre todo en niños.

3.7.5 Tipos y forma de contaminación de los plaguicidas ⁽²³⁾

Los plaguicidas se dividen en dos grandes grupos de riesgo. En el grupo 1 (organoclorados) están los que actúan sobre determinados organismos. El grupo 2 (organofosforados) está determinado por la estructura química de las sustancias con actividad plaguicida que los componen.

Existen varias vías de intoxicación: oral o por inhalación del producto, dérmica por penetración a través de la piel y por ingesta de alimentos contaminados.

Características del grupo 1, denominados organoclorados: Grupo de

compuestos de estructura química muy variada que en común tienen la presencia de cloro en su molécula.

Estos compuestos una vez que penetran en el organismo humano se alojan durante años en los órganos ricos en grasa.

Los síntomas de intoxicación no se presentan de inmediato, sino que se acumulan y llegan a sobrepasar el límite de resistencia del hígado produciendo dolor de cabeza, fatiga, debilidad, mareos, náuseas, sudor, diarreas, pérdida del apetito, pérdida de peso, inflamación de articulaciones, daños irreversibles en la visión, alteración del sistema nervioso, problemas respiratorios, en la sangre y en los huesos, retardo mental, carcinogenicidad, daño reproductivo y muerte.

La intoxicación aguda puede dejar serias secuelas en riñones e hígado, ejemplo de estos compuestos: Endosulfán, dicloro difenil tricloro etano (DDT), dicloro difenil dicloro etano (DDD).

Características del grupo 2, denominados organofosforados: Son de bajo poder residual pero de elevada toxicidad. Los síntomas de intoxicación son: salivación abundante, bradicardia, miosis, hiperemia, parálisis vasomotora, sudoración excesiva, temblores, falta de coordinación muscular, visión borrosa, color de piel rojo amarillento, convulsiones, debilitamiento de la memoria, opresión en el pecho, respiración ruidosa, calambres abdominales y musculares.

Pueden además afectar a los genes provocando malformaciones y deficiencia mental, ejemplo: Paration (nombre comercial Folidol), Malatión (nombre comercial Malathión, Metacide), Metamidofos(Tamarón), Fosfamina.

3.8 DESCRIPCION DE LA PLANTA DE *Annona diversifolia* (ANONA).

GENERALIDADES ⁽¹⁶⁾.

El género *Annona* agrupa varias especies entre las mas conocida en El Salvador es la *Annona diversifolia*. La cual se caracteriza por ser un árbol pequeño que posee frutos con pulpa de color rosada y blanca. Es la especie que produce el fruto más fino y exquisito por su sabor, se encuentra ampliamente difundida en el país por tener mayor valor comercial y aceptabilidad por el consumidor. (ver anexo N° 5 figura N° 8)

- Esta especie es nativa de Centroamérica y México, la investigación en este cultivo es muy limitada, posiblemente se deba a que el cultivo es considerado de traspatio o a nivel de huertos familiares aislados.

DESCRIPCION BOTANICA:

- Reino: Vegetal
- División: Antofitas
- Subdivisión: Angiosperma
- Clase: Dicotiledóneas
- Subclase: Coripétalas
- Familia: Anonáceas
- Género: ***Annona***
- Especie: ***diversifolia***

OBTENCION DE LA SEMILLA

Para la recolección de las semillas de anona deben seleccionarse árboles con excelente producción y sanidad; seleccionando los frutos de mejor calidad en cuanto a tamaño, sabor y estado sanitario, eliminando la pulpa de las semillas, finalmente se lavan con suficiente agua y se dejan por 3 días en reposo a la sombra para el secado.

REQUERIMIENTOS CLIMATICOS Y EDAFICOS: El cultivo de la anona (rosada o blanca) es considerado rústico; soporta condiciones adversas, propias de suelos arcillosos y pedregosos. La planta requiere de un clima

cálido, con temperaturas entre los 24 a 37° C y con una estación seca y húmeda. Se adapta bien desde los 100 a 800 metros sobre el nivel del mar, en suelos francos arenosos y arcillosos, los cuales permiten un buen desarrollo vegetativo y productivo del cultivo.

ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA: Se almacenan a temperatura ambiente durante 7 a 9 meses, para que la semilla termine su periodo de latencia, logrando así hasta un 90% de germinación. Se recomienda coleccionar semilla durante el período de la cosecha y sembrarla hasta el siguiente año. Después de transcurridos los 9 meses y a temperatura ambiente la semilla conserva su viabilidad por un periodo aproximado de 12 meses.

COSECHA: La época de cosecha de anona comienza a finales de julio y se extiende hasta septiembre. La recolección de los frutos debe hacerse en forma manual, utilizando un cosechador para no dañarlos. El índice de cosecha de la anona es cuando el fruto empieza a abrirse; de lo contrario, el fruto no tiene su madurez fisiológica ni la maduración adecuada. Los frutos ya cosechados deben manejarse con cuidado y utilizar jabas plásticas o canastos para evitar daños durante el transporte.

PLAGAS: El control de plagas debe hacerse en forma preventiva y permanente, al inicio de la floración y formación de los frutos. Entre las más importantes están: El perforador del fruto (*Bephrata* sp) daña desde su

formación hasta la cosecha. Para su control; eliminar frutos dañados y enterrarlos, y realizar podas sanitarias.

Contenido de nutrientes por 100 g:

- Agua (g) 72.3
- Proteína (g) 1.8
- Grasa (g) 0.1
- Carbohidratos totales (g) 24.9
- Fibra cruda (g) 1.4
- Ceniza (g) 0.9
- Calcio (mg) 30
- Fósforo (mg) 37
- Hierro (mg) 0.7
- Actividad de vitamina A (ug) 5
- Tiamina (mg) 0.14
- Riboflavina (mg) 0.19
- Niacina (mg) 1.25
- Acido ascórbico (mg) 33
- Valor energético (kcal) 96

3.8.1 PRINCIPIOS ACTIVOS DE LA SEMILLA DE *Annona diversifolia* (ANONA)⁽¹⁶⁾

Los componentes de la semilla de anona son lactonas, lípidos como el ácido linoleico y acetogeninas como Annomonicina, Annomontacina, Annonacina, Annonacinona, Javoricina

Las acetogeninas que son considerados como los principales componentes insecticidas, son metabolitos secundarios, de la vía del ácido acético, aislados de la familia de plantas Annonaceae, caracterizado por una γ -lactona Terminal, de 1 a 3 anillos de THF (TETRAHIDRO FURANO), y una región larga alifática con otros grupos funcionales

Estas acetogeninas son sustancias que actúan a nivel de la mitocondria (central de energía celular) inhibiendo la producción del trifosfato de adenosina (ATP), y más concretamente, inhibiendo el complejo NADH: Ubiquinona oxirreductasa de esta cadena respiratoria. Este es un hecho que ha sido determinado y confirmado por recientes publicaciones internacionales.

CAPITULO IV

4.0 DISEÑO METODOLOGICO.

4.1 TIPO DE ESTUDIO: El estudio a realizar es experimental; por que se lleva a cabo a nivel de laboratorio, en la facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, y prospectivo por que con los resultados obtenidos se busca una alternativa más accesible y menos contaminante para controlar la plaga que afecta al maíz.

4.2 INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA.

Se realiza en las bibliotecas de:

Universidad de El Salvador en las facultades de

- Facultad de Química y Farmacia
- Facultad de Ciencias Agronómicas
- Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, escuela de Biología
- Biblioteca central Universidad de El Salvador
- Internet.

4.3 INVESTIGACION DE CAMPO.

4.3.1 Diseño estadístico a utilizar:

El diseño estadístico a utilizar es completamente al azar, con seis tratamientos y tres repeticiones donde se evalúa la actividad repelente, insecticida, y disuasiva alimentaria de las diferentes concentraciones del extracto etanólico obtenido de la semilla de *Annona diversifolia* (Anona).

4.3.2 SELECCION DE MUESTRA.

4.3.2.1 Universo:

- Frutos de anona obtenidos en diferentes mercados del área metropolitana de San Salvador.

- Granos de maíz de la zona de la Villa de San Matías departamento de La Libertad.

- Gorgojos de maíz de la zona de la Villa de San Matías departamento de La Libertad.

2.3.2.2 Muestra:

- 100 g. de endospermo extraído de la semilla de los frutos de anona.

- 9 libras de granos de maíz sanos de la Villa de San Matías departamento de La Libertad.
- 460 gorgojos del maíz, distribuidos en tres evaluaciones con tres repeticiones cada una, recolectados en la zona de la Villa de San Matías departamento de La Libertad.

4.3.2.3 Recolección de las muestras.

- La recolección de las semillas de anona se realizó de los frutos de esta obtenidos en los diferentes mercados del área metropolitana de la cosecha de julio a septiembre de 2006.
- La recolección de las 9 libras de maíz sano se llevó a cabo en la zona de la Villa de San Matías departamento de La Libertad. Dicha recolección se realizó comprando a diferentes propietarios la cantidad necesaria de granos de maíz y luego se mezclaron en una bolsa plástica todos los granos y se escogieron los más sanos.
- La recolección del gorgojo de maíz se realizó en muestras de granos infestado por estos, proporcionados por los propietarios del grano de la Villa de San Matías departamento de La Libertad.

4.3.3 Tratamientos a evaluar.

T1 = Extracto etanólico de la semilla de *Annona diversifolia* (Anona) a una concentración de 1% V/V.

T2 = Extracto etanólico de la semilla de *Annona diversifolia* (Anona) a una concentración de 3% V/V.

T3 = Extracto etanólico de la semilla de *Annona diversifolia* (Anona) a una concentración de 5% V/V.

T4 = Extracto etanólico de la semilla de *Annona diversifolia* (Anona) a una concentración de 7% V/V.

T5 = Extracto etanólico de la semilla de *Annona diversifolia* (Anona) a una concentración de 10% V/V.

T6 = Blanco (etanol absoluto, 99°).

4.3.4 Variables evaluadas.

-Numero de gorgojos vivos: con esta variable se busca determinar el grado de protección que brinda el extracto etanólico de la semilla de *Annona diversifolia* (Anona) al grano de maíz.

- Porcentaje de grano de maíz dañado por el insecto plaga: con esta variable se busca determinar el grado de protección que brinda el extracto etanólico de la semilla de *Annona diversifolia* (Anona) al grano de maíz.
- Número de gorgojos muertos: con esta variable se pretende determinar la capacidad insecticida del extracto etanólico obtenido de *Annona diversifolia* (Anona) al grano de maíz.

ANALISIS ESTADISTICO

Utilizando para el análisis estadístico, el análisis de varianza de los datos obtenidos y la posterior comparación de medias mediante la diferencia mínima significativa (DMS) a un nivel de significancia de 0.05. Para la obtención de los datos utilizaremos el programa MENÚ, el cual es, un programa de análisis estadístico que nos proporcionará las medias de todos los tratamientos realizados en el trabajo práctico.

Varianza

$$V(X) = \delta^2$$

$$\delta^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N}$$

N

Donde:

X: Media de los resultados.

x_i : Resultado del análisis.

N: Numero de variables.

Diferencia mínima significativa.

Se utiliza cuando se hacen comparaciones que se van a hacer previamente a la obtención de los resultados. Esto se obtuvo, con la utilización del programa MENU (método estadístico de análisis).

4.4 PARTE EXPERIMENTAL.

(Lista de material ver anexo 6)

PREPARACION DE LAS MUESTRAS.

Luego de la recolección de las semillas se procedió, a lavar las semillas con suficiente agua potable y enjuagarlas con agua destilada, ya lavadas las semillas se procedió a secarlas colocando las semillas sobre papel toalla sin exponerlas al sol en un lugar seco y limpio se dejaron a temperatura ambiente durante 1 hora.

Con las semillas secas se procedió a eliminar el pericarpio de estas, golpeando las semillas con un martillo, de manera que el pericarpio se quiebre, obteniendo así el endospermo luego se trituró en un mortero; el endospermo.

Se pesó 100 g de endospermo triturado y se colocaron en un recipiente herméticamente cerrado, se agrega la cantidad necesaria de etanol al 99° hasta cubrir totalmente el endospermo triturado con el solvente. Se dejó en reposo durante una semana a temperatura ambiente en un lugar limpio y seco *.

*Vivar de Figueroa, M.E, 2007. Preparación de extracto botánico, San Salvador, Universidad de El Salvador (entrevista).

4.4.1 Preparación del extracto a las concentraciones Elegidas.

Extracto a una concentración de 1%.

Se tomó 1.0 mL de extracto etanólico concentrado con una pipeta volumétrica, luego se colocó en un balón de 100.0 mL, se agrega etanol a la mitad del balón se mezcla y luego se lleva a volumen con el solvente utilizado (etanol 99^o) y se homogeniza *

Extracto a una concentración de 3%.

Se tomó 3.0 mL de extracto etanólico concentrado con una pipeta volumétrica, luego se colocó en un balón de 100.0 mL se agrega etanol a la mitad del balón se mezcla y luego se lleva a volumen con el solvente utilizado (etanol 99^o) y se homogeniza*.

Extracto a una concentración de 5%.

Se tomó 5.0 mL de extracto etanólico concentrado con una pipeta volumétrica, luego se colocó en un balón de 100.0 mL se agrega etanol a la mitad del balón se mezcla y luego se lleva a volumen con el solvente utilizado (etanol 99^o) y se homogeniza*

*Vivar de Figueroa, M.E, 2007. Preparación de extracto botánico, San Salvador, Universidad de El Salvador (entrevista).

Extracto a una concentración de 7%.

Se tomó 7.0 mL de extracto etanólico concentrado con una bureta de 10.0mL, luego se colocó en un balón de 100.0 mL se agrega etanol a la mitad del balón se mezcla y luego se lleva a volumen con el solvente utilizado (etanol 99^o) y se homogeniza*.

Extracto a una concentración de 10%.

Se tomó 10.0 mL de extracto etanólico concentrado con una bureta de 10.0mL, luego se colocó en un balón de 100.0 mL se agrega etanol a la mitad del balón se mezcla y luego se lleva a volumen con el solvente utilizado (etanol 99^o) y se homogeniza*

4.4.2 Evaluación del extracto Botánico.**4.4.2.1 Prueba de protección del grano de maíz almacenado *.**

Se tomó una cantidad exacta de 100.0 granos de maíz sanos, sin ningún defecto y se colocaron en bolsa de plástico, la cual se rotula con el tratamiento utilizado.

Posteriormente a los granos de maíz se les aplicó el tratamiento a evaluar, por medio de un atomizador para una mejor aplicación; luego los granos de la bolsa se agitaron con la finalidad de que cada grano quede en contacto con el

extracto, después los granos tratados se dejaron a temperatura ambiente durante 1 hora para eliminar el alcohol por evaporación.

Posteriormente los granos ya tratados se colocaron en recipientes de Aluminio (microsilos) (ver anexo N° 8, figura N° 12), procediendo luego a la infestación, colocando para este fin, 10 gorgojos del maíz y se taparon los recipientes con papel aluminio y se sellaron con cinta adhesiva.

Luego se rotularon con la cantidad de maíz, de gorgojos y el tratamiento aplicado; y se almacenaron durante 40 días en condiciones ambientales normales, en un lugar limpio y seco. Al finalizar el tratamiento que es de 40 días se realizaron observaciones:

- Número de gorgojos vivos.
- Porcentaje de granos dañados.

Seguidamente se volvió a tapar y sellar los recipientes y se realizaron 2 lecturas más cada 40 días. (ver anexo N° 7 figura N° 11)

4.4.2.2 Prueba de aplicación Directa *.

Esta prueba tiene como objetivo evaluar el efecto insecticida de los diferentes extractos. (ver anexo N° 9 figura N° 13).

Consiste en cortar círculos de papel filtro, para que se adapte perfectamente a la base de la caja de petri u otro recipiente similar a utilizar. Los círculos de papel filtro son humedecidos con el extracto etanólico a evaluar, rociándolo con un atomizador y se colocaron en la base de la caja y se dejó a temperatura ambiente el tiempo durante 1 hora para que se evapore el solvente; luego se colocaron una cantidad determinada de gorgojos (10 gorgojos), se taparon y sellaron con cinta adhesiva.

Las observaciones de los tratamientos se realizaron a las 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, y 48 horas después de la aplicación del tratamiento.

Parámetros evaluados:

- Número de gorgojos vivos.
- Número de gorgojos muertos.

4.4.2.3 Prueba de Preferencia *.

Esta prueba es para determinar el grado de repelencia de cada tratamiento. Para esta prueba, se utilizó un aparato, el cual consiste en 7 depósitos plásticos circulares, los cuales están distribuidos de la siguiente manera; una cámara central, en la que se colocaron los gorgojos; la cual esta rodeada por 6 compartimientos, unidos a la cámara central a través de conductos de plástico;

en estos compartimientos se colocaron los granos de maíz con su respectivo tratamiento.(ver esquema en anexo N° 10 figura N° 14).

Se colocaron una cantidad previamente determinada de granos(100 granos de maíz) en una bolsa de polietileno y se aplicó el extracto con la concentración respectiva a cada tratamiento, mediante un atomizador, se mezcla los granos de manera que todo el extracto este distribuido homogéneamente, luego se dejan a temperatura ambiente el tiempo durante 1 hora, para que se evapore el alcohol y luego se colocaron los granos en los compartimientos respectivos de manera que queden homogéneamente distribuidos en toda el área de estos, se colocaron 100 gorgojos vivos en la cámara central se tapó y selló el recipiente herméticamente y se almacenó durante 24 horas a temperatura ambiente en un lugar limpio y seco.(ver anexo N° 11 figura N° 15)

Parámetros observados:

- Número de gorgojos en cada compartimiento del recipiente.

*Vivar de Figueroa, M.E, 2007. Preparación de extracto botánico, San Salvador, Universidad de El Salvador (entrevista).

CAPITULO V

5.0 RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS.

5.1 PRUEBA DE PROTECCION AL GRANO DE MAIZ.

Cuadro N° 1: Número de *sitophilus zeamais*, M. (gorgojos del maíz) vivos en los microsilos, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la primera lectura de la prueba.

Repetición Tx	I	II	III	MEDIA
T1	10	12	9	10.333
T2	2	4	9	5.000
T3	0	3	0	1.000
T4	0	0	0	0.000
T5	0	0	0	0.000
T6	16	12	22	16.667

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

Cuadro N° 2: Número de *Sitophilus zeamais*, M. (gorgojos del maíz) vivos en los microsilos, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la segunda lectura de la prueba.

Repetición Tx	I	II	III	MEDIA
T1	40	57	45	47.333
T2	40	48	38	42.000
T3	2	0	19	7.000
T4	0	5	3	2.667
T5	0	0	0	0.000
T6	64	63	89	72.000

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

Cuadro N° 3: Número de *sitophilus zeamais*, M. (gorgojos del maíz) vivos en los microsilos, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la tercera lectura de la prueba.

Repetición Tx	I	II	III	MEDIA
T1	80	65	60	68.333
T2	54	50	45	49.667
T3	10	15	12	12.333
T4	6	5	0	3.667
T5	0	0	0	0.000
T6	85	108	90	94.333

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

Cuadro N° 4: Porcentaje de granos de maíz (Z. mays) dañado en los microsilos, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la primer lectura de la prueba.

Repetición Tx	I (%)	II (%)	III (%)	MEDIA (%)
T1	15.0	10.0	13.0	12.667
T2	12.0	10.0	12.0	11.333
T3	3.0	9.0	1.0	4.333
T4	0.0	3.0	1.0	1.333
T5	0.0	2.0	1.0	1.000
T6	35.0	28.0	22.0	28.333

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

Cuadro N° 5: Porcentaje de granos de maíz (Z. mays) dañado en los microsilos, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la segunda lectura de la prueba.

Repetición Tr	I (%)	II (%)	III (%)	MEDIA (%)
T1	56.0	58.0	55.0	56.333
T2	53.0	62.0	50.0	55.000
T3	3.0	1.0	16.0	6.667
T4	0.0	6.0	2.0	2.667
T5	0.0	0.0	0.0	0.000
T6	75.0	62.0	87.0	74.667

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

Cuadro N° 6: Porcentaje de granos de maíz (Z. mays) dañado en los microsilos, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la tercer lectura de la prueba.

Repetición Tx	I (%)	II (%)	III (%)	MEDIA (%)
T1	100.0	100.0	100.0	100.000
T2	84.0	98.0	98.0	93.333
T3	13.0	17.0	15.0	15.0
T4	15.0	10.0	5.0	10.0
T5	0.0	2.0	3.0	1.667
T6	100.0	100.0	100.0	100.0

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

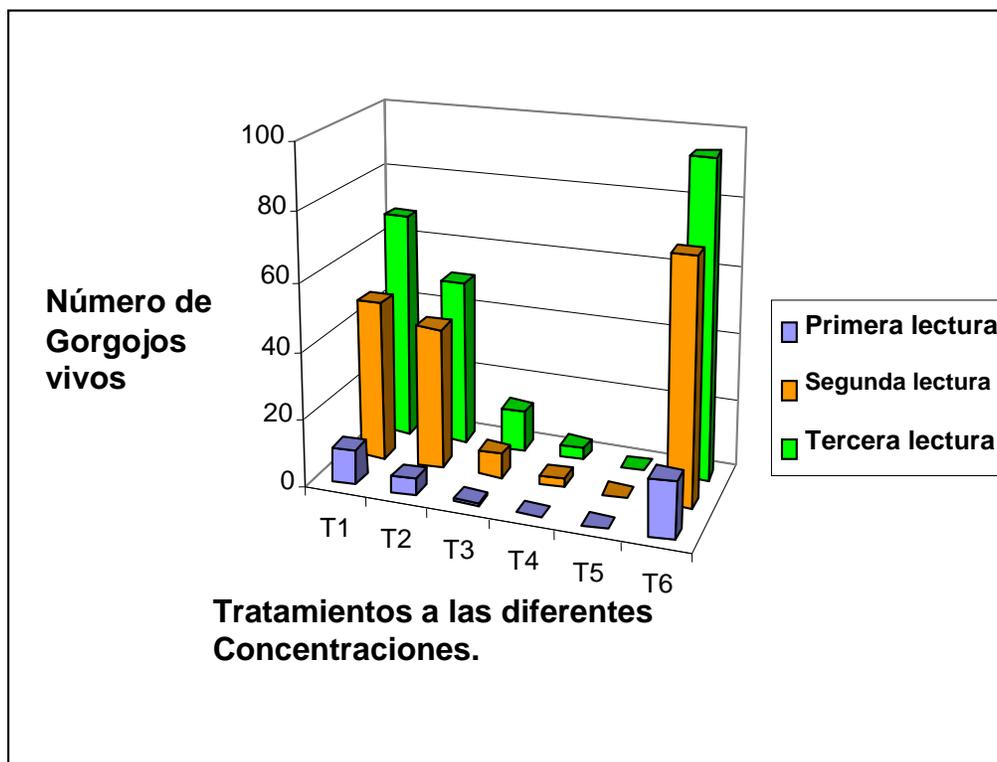


Figura N° 1: Número de *sitophilus zeamais*, M. (gorgojos del maíz) vivos en durante la prueba de protección al grano almacenado, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones.

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

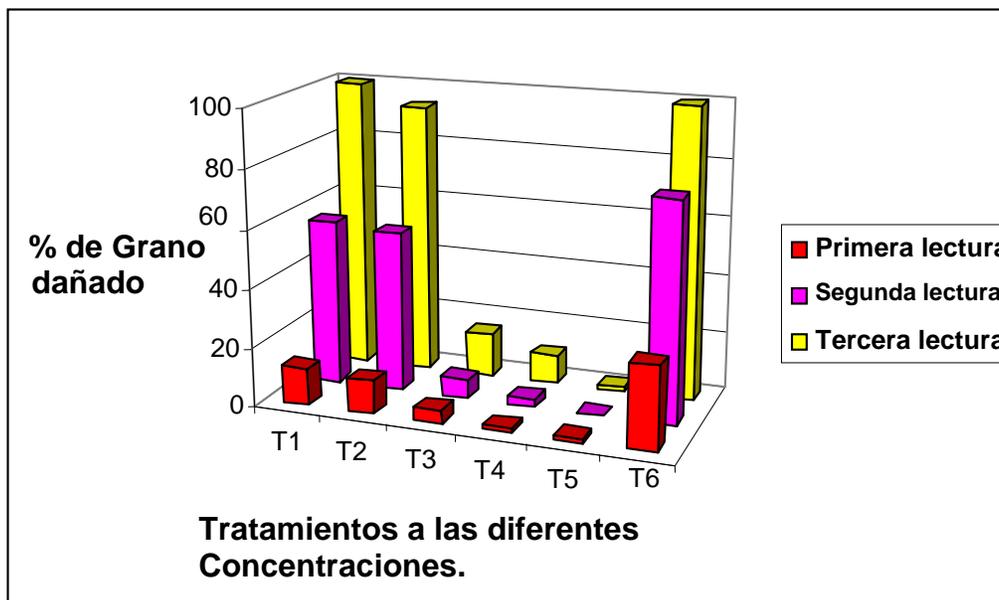


Figura N° 2: Porcentaje de granos dañados durante la prueba de protección al grano almacenado con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones.

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

Los resultados mostrados anteriormente fueron transformados de una manera adecuada mediante la formula $y = \sqrt{x+0.5}$. (Steel and Torrie) _(sf)

Ya que al realizar el análisis de varianza de los resultados originales estos presentaron un coeficiente de variación (CV) superior de 40% lo cual hace que estos datos no sean representativos de la serie.

Luego de aplicarle la formula antes mencionada a los resultados de las pruebas el coeficiente de variación (CV) obtenido se encuentra dentro de los rangos aceptables (0%-30%) , como se muestran en los cuadros siguientes:

Cuadro N° 7: Número de *sitophilus zeamais*, M. (gorgojos del maíz) vivos en los microsilos, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la primera lectura de la prueba.

Repetición Tx	I	II	III	MEDIA
T1	3.24	3.536	3.082	3.286
T2	1.851	2.121	3.082	2.261
T3	0.707	1.871	0.707	1.095
T4	0.707	0.707	0.707	0.707
T5	0.707	0.707	0.707	0.707
T6	4.062	3.536	4.743	4.114

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

Cuadro N° 8: Número de *sitophilus zeamais*, M. (gorgojos del maíz) vivos en los microsilos, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la segunda lectura de la prueba.

Repetición Tx	I	II	III	MEDIA
T1	6.364	7.583	6.745	6.897
T2	6.364	6.964	6.205	6.511
T3	1.581	0.707	4.416	2.235
T4	0.707	2.345	1.871	1.641
T5	0.707	0.707	0.707	0.707
T6	8.031	7.969	9.460	8.487

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

Cuadro N° 9: Número de *sitophilus zeamais*, M. (gorgojos del maíz) vivos en los microsilos, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la tercera lectura de la prueba.

repetición Tx	I	II	III	MEDIA
T1	8.972	8.093	7.778	8.281
T2	7.382	7.106	6.745	7.078
T3	3.240	3.937	3.536	3.571
T4	1.549	2.345	0.707	1.534
T5	0.707	0.707	0.707	0.707
T6	9.247	10.416	9.513	29.176

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

Cuadro N° 10: Porcentaje de granos de maíz (Zea mays) dañado en los microsilos, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la primer lectura de la prueba.

Repetición Tx	I (%)	II (%)	III (%)	MEDIA (%)
T1	3.937	3.24	3.674	3.617
T2	3.536	3.24	3.536	3.437
T3	1.871	3.082	1.225	2.059
T4	0.707	1.871	1.225	1.268
T5	0.707	1.581	1.225	1.171
T6	5.958	5.339	4.743	5.347

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

Cuadro N° 11: Porcentaje de granos de maíz (*Zea mays*) dañado en los microsilos, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la segunda lectura de la prueba.

Repetición Tx	I (%)	II (%)	III (%)	MEDIA (%)
T1	7.517	7.649	7.449	7.538
T2	7.314	7.906	7.106	7.442
T3	1.871	1.225	4.062	2.386
T4	0.707	2.549	1.581	1.612
T5	0.707	0.707	0.707	0.707
T6	8.689	7.906	9.354	8.649

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

Cuadro N° 12: Porcentaje de granos de maíz (*Zea mays*) dañado en los microsilos, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones durante la tercer lectura de la prueba

Repetición Tx	I (%)	II (%)	III (%)	MEDIA (%)
T1	10.025	10.025	10.025	10.025
T2	9.119	9.925	9.925	9.656
T3	3.674	4.183	3.937	3.931
T4	2.345	3.240	2.345	2.643
T5	0.707	1.581	1.871	1.386
T6	10.025	10.025	10.025	10.025

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

CUADRO N° 13: Resultados de análisis de varianza de *sitophilus zeamais*, M. (gorgojos del maíz) vivos en la primer lectura de la prueba de protección al grano de maíz almacenado.*

FV	GL	SC	CM	F	P>F	CV
Tratamientos	5	31.042725	6.208545	25.7086	0.000	24.2279%
ERROR	12	2.897957	0.241496			
TOTAL	17	33.940681				

CUADRO N° 14: Resultados de análisis de varianza de *sitophilus zeamais*, M. (gorgojos del maíz) vivos en la segunda lectura de la prueba de protección al grano de maíz almacenado*.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	CV
Tratamientos	5	159.995453	31.999090	33.5031	0.000	22.1461%
Error	12	11.461304	0.955109			
Total	17	171.456757				

*Estos datos se obtuvieron a partir del programa MENÜ (método estadístico de análisis)

CUADRO N° 15: Resultados de análisis de varianza de *sitophilus zeamais*, M. (gorgojos del maíz) vivos en la tercera lectura de la prueba de protección al grano de maíz almacenado*.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	CV
Tratamientos	5	202.338715	40.467743	121.2571	0.000	11.0993%
Error	12	4.004822	0.333735			
Total	17	206.343536				

CUADRO N° 16: Resultados de análisis de varianza de granos de maíz dañados en la primer lectura de la prueba de protección al grano de maíz almacenado*.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	CV
TRATAMIENTOS	5	39.323502	7.864700	24.2719	0.000	20.2106%
ERROR	12	3.888306	0.324025			
TOTAL	17	43.211807				

*Estos datos se obtuvieron a partir del programa MENÜ (método estadístico de análisis)

CUADRO N° 17: Resultados de análisis de varianza de granos de maíz dañados en la segunda lectura de la prueba de protección al grano de maíz almacenado*.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	CV
TRATAMIENTOS	5	186.011566	37.202312	59.2388	0.000	16.7805%
ERROR	12	7.536072	0.628006			
TOTAL	17	193.547638				

CUADRO N° 18: Resultados de análisis de varianza de granos de maíz dañados en la tercera lectura de la prueba de protección al grano de maíz almacenado*.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	CV
Tratamientos	5	246.417480	49.283497	322.9843	0.000	6.2222%
Error	12	1.831055	0.152588			
Total	17	248.348635				

Posteriormente, se realizó la comparación de medias utilizando la Diferencia Mínima Significativa (DMS) a un nivel de significancia de 0.05.

Los resultados obtenidos de esta comparación de medias son mostrados a continuación.

*Estos datos se obtuvieron a partir del programa MENÜ (método estadístico de análisis)

CUADRO N° 19: Comparación de medias del número de *sitophilus zeamais*, **M.** (gorgojos de maíz) vivos durante la prueba de protección del grano almacenado.

TRATAMIENTOS	RESULTADOS		
	I LECTURA	II LECTURA	III LECTURA
T1	3.286 A	6.897 AB	8.281 B
T2	2.261 B	6.511 B	7.078 C
T3	1.095 C	2.235 C	3.571 D
T4	0.707 C	1.641 C	1.867 E
T5	0.707 C	0.707 C	0.707 F
T6	4.114 A	8.487 A	9.725 A

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

A: Mayor que B y C

B: Mayor que C, pero menor que A

C: Menor que A y B.

AB: Medias iguales Estadísticamente.

CUADRO N° 20: Comparación de medias del porcentaje de granos dañados obtenidas durante la prueba de protección del grano almacenado*.

TRATAMIENTOS	RESULTADOS		
	I LECTURA	II LECTURA	III LECTURA
T1	3.617 B	7.538 A	10.025 A
T2	3.437 B	7.442 A	9.656 A
T3	2.059 C	2.386 B	3.931 B
T4	1.268 C	1.612 BC	2.643 C
T5	1.171 C	0.707 C	1.386 D
T6	5.347 A	8.649 A	10.025 A

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

BC: Medias iguales estadísticamente.

*Estos datos se obtuvieron a partir del programa MENÜ (método estadístico de análisis)

Para tener una mejor comprensión de los resultados de los cuadros anteriores tenemos los siguientes gráficos.

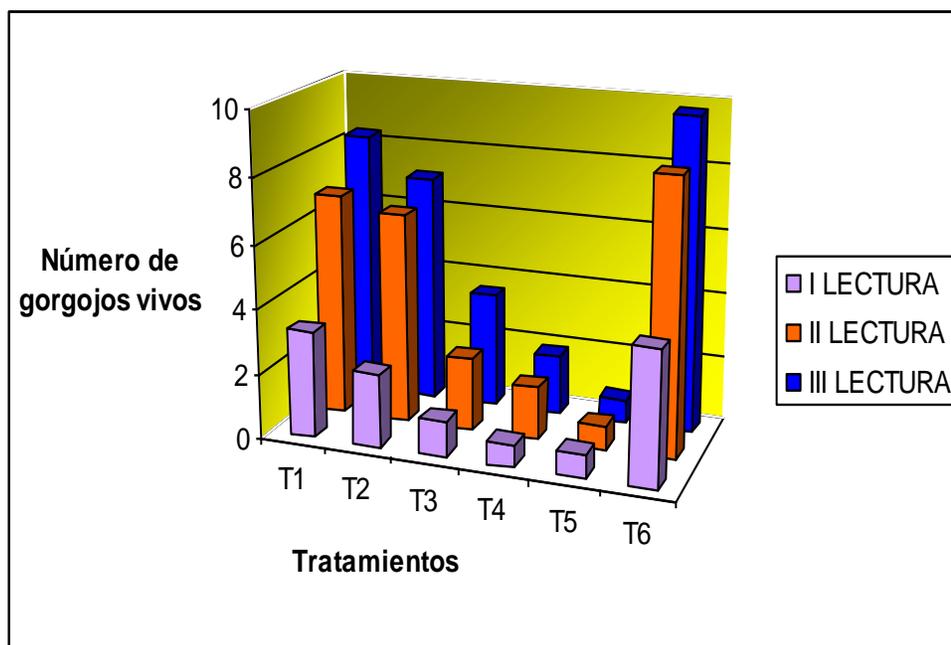


Figura N° 3: Número de *sitophilus zeamais, M.* (gorgojos del maíz) vivos durante la prueba de protección al grano almacenado, con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones, utilizando los resultados obtenidos del análisis estadístico.

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

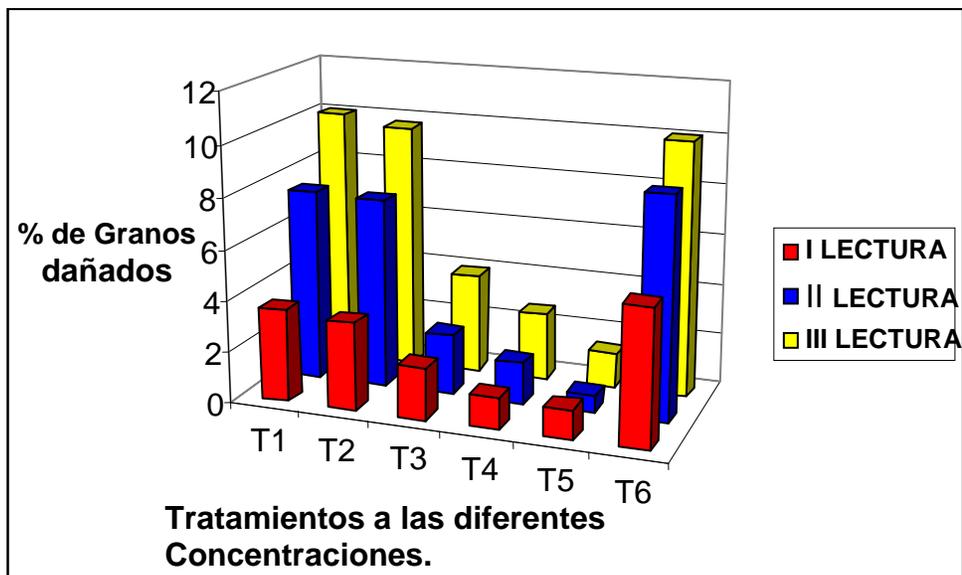


Figura N° 4: Porcentaje de granos dañados durante la prueba de protección al grano almacenado con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones, utilizando los resultados obtenidos del análisis estadístico.

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

De los resultados mostrados anteriormente se determinaron dos aspectos importantes :

1. La protección que brinda el extracto al grano de maíz almacenado contra el gorgojo del maíz.
2. El control de la población de gorgojos vivos.

De acuerdo al tratamiento # 1, la protección que brinda el extracto al grano de maíz almacenado, podemos interpretarlo, como efecto disuasivo alimentario que causa sobre el insecto en estudio.

Los tratamientos que tuvieron el mejor desempeño o acción durante los primeros cuarenta días de prueba fueron T5, T4 los cuales se comportan similares entre sí y diferentes estadísticamente a los demás tratamientos, ya que presentaron las medias más bajas en cuanto al porcentaje de granos dañados. (Figura 4), teniendo así la mejor acción disuasiva alimentaría.

Los tratamientos que presentan una menor acción son los T1, T2, T3, comportándose estadísticamente cercano al blanco.

Al evaluar los extractos a los ochenta días posteriores a su aplicación, muestran que el tratamiento más efectivo es el T5, teniendo la media más baja de granos dañados. (Figura 4)

Los tratamientos menos efectivos a los ochenta días de prueba son T1, T2, los cuales se comportaron estadísticamente igual que el blanco. (Figura 4).

Durante la última lectura de observaciones el tratamiento que estadísticamente tiene un mejor comportamiento es T5, ya que representa las medias mas bajas de los seis tratamientos; además presenta una menor diferencia entre sus medias durante los periodos de observaciones. (Figura 4).

En la tercera lectura se observó indicios de formación de hongos o mohos en los granos almacenados lo cual se pudo deber a los recipientes (microsilos) que contenían el maíz tratado juntamente con los gorgojos tenían que ser destapados perdiendo la hermeticidad para poder llevar a cabo las observaciones, y luego eran nuevamente sellados lo cual, permitió la incorporación de humedad a los granos, lo cual permitió y facilitó el crecimiento de hongos en algunos microsilos durante la tercera lectura.

También se pudo observar que durante esta última lectura de la prueba se dio una disminución en la acción de las soluciones de los extractos lo cual se muestra en el incremento de las medias. (Figura N° 4)

El mejor tratamiento de todos los antes mencionados fue el T5 (Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V), debido a que estadísticamente fue diferente que otros o numéricamente menor que otros, al final del período de prueba fue el que mantuvo una mayor cercanía entre sus medias a lo largo de las observaciones realizadas. (Figura N° 4).

El segundo aspecto a tomar en cuenta en esta prueba es el control de la población de gorgojos vivos.

Este control de la población está relacionado con la acción disuasiva alimentaria (los gorgojos no se comen los granos de maíz); ya que a menor número de gorgojos vivos de maíz hay un menor número de grano dañado.

En esta prueba los tratamientos que en cada observación se comportaron estadísticamente diferentes a los demás y que tienen los peores resultados son los T1, T2, ya que presentan medias estadísticamente iguales entre sí e iguales o superiores al blanco, por lo que no cumplen o no presentan esta acción.

Los demás tratamientos presentan una acción estadísticamente similar en todos los tiempos de observación. (Figura N° 4).

5.2 PRUEBA DE PREFERENCIA.

Esta prueba fue realizada con el objeto de determinar el posible efecto de repelencia que presenta el extracto de las semillas de *annona diversifolia* durante el período determinado para realizar las observaciones.

Esta prueba se realizó en los laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

Luego de realizar todos los procedimientos correspondientes a esta prueba. Los resultados son los que se presentan a continuación:

Cuadro N° 21: Número de *Sitophilus zeamais*, M. (gorgojos del maíz) vivos en la prueba de preferencia con un extractos vegetales a cinco concentraciones diferentes.

Repetición Tx	I	II	III	MEDIA
T1	10.0	15.0	18.0	14.333
T2	11.0	13.0	7.0	10.333
T3	6.0	7.0	8.0	7.0
T4	2.0	9.0	8.0	6.333
T5	2.0	4.0	2.0	2.667
T6	20.0	21.0	20.0	20.333

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

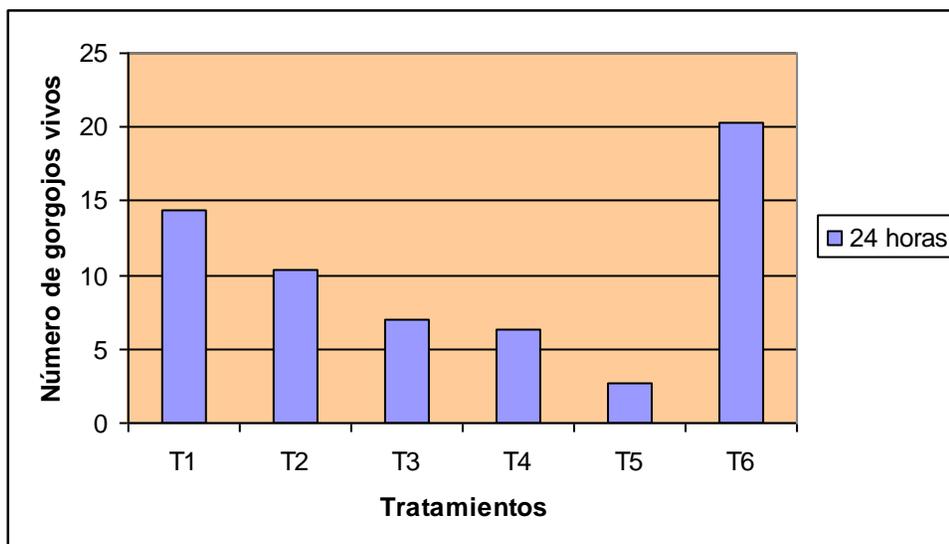


Figura N° 5: Prueba de preferencia en *sitophilus zeamais*, M. (gorgojos del maíz) con un extracto vegetal a cinco concentraciones diferentes.

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

Los resultados obtenidos en esta prueba se les realizaron el mismo proceso de transformación de datos, análisis de varianza y comparación de medias que los obtenidos en la prueba de protección al grano de maíz almacenado, a continuación se presenta los cuadros de resultados.

Cuadro N° 22: Número de *Sitophilus zeamais*, M. (gorgojos del maíz) vivos en la prueba de preferencia con un extractos vegetales a cinco concentraciones diferentes.

Repetición Tx	I	II	III	MEDIA
T1	3.24	3.937	4.301	3.826
T2	3.391	3.674	2.739	3.268
T3	2.549	2.739	2.915	2.734
T4	1.581	3.082	2.915	2.526
T5	1.581	2.121	1.581	1.761
T6	4.528	4.637	4.528	4.564

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

Cuadro N° 23: Resultado de análisis de varianza del numero de gorgojos en la prueba de preferencia.*

FV	GL	SC	CM	F	P>F	CV
Tratamientos	5	14.863861	2.972772	13.3912	0.000	15.1340%
Error	12	2.663940	0.221995			
Total	17	17.527802				

Cuadro N° 24: Comparación de medias del numero de *sitophilus zeamais*, M. (gorgojos del maíz) obtenidas durante la prueba de Preferencia.

Tratamientos	Medias.
T1	3.826AB
T2	3.268BC
T3	2.734C
T4	2.526CD
T5	1.761D
T6	4.564A

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

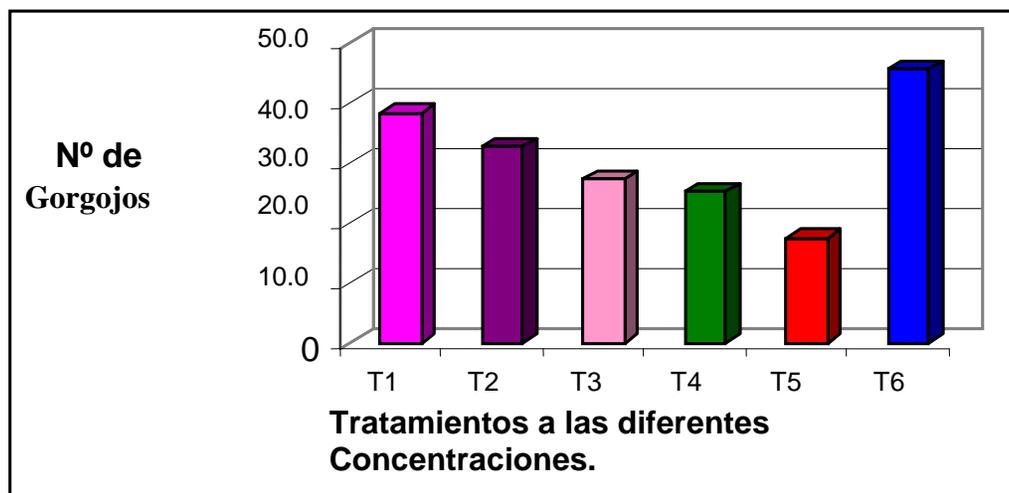


Figura Nº 6: Prueba de Preferencia en *sitophilus zeamais*, M. (gorgojos del maíz) con un extracto vegetal a cinco diferentes concentraciones, utilizando los resultados del análisis estadístico.

T1= Extracto etanólico de semilla de anona al 1 % V/V

T2= Extracto etanólico de semilla de anona al 3 % V/V

T3= Extracto etanólico de semilla de anona al 5 % V/V

T4= Extracto etanólico de semilla de anona al 7 % V/V

T5= Extracto etanólico de semilla de anona al 10 % V/V

T6= Blanco (etanol 99°)

Los cuadros Nº 21,22,23,24 y Figuras Nº 5 y Nº 6), nos permiten observar, que el tratamiento que presenta una mejor acción repelente es el T5 (Fig.6),len el cual tiene una concentración del 10% v/v etanólico de las semillas de *Annona diversifolia* .

5.3 PRUEBA DE APLICACION DIRECTA:

Con esta prueba se confirmo que ningún tratamiento tiene poder insecticida, ya que en todos las observaciones no se encontró ni un insecto muerto.

En general se espera un mejor efecto en esta prueba; ya las bibliografía nos dice que las semillas de anona tienen un alto poder insecticida, el efecto obtenido en la prueba no fue el esperado debido a que el insecto no ingirió por vía oral el residuo del extracto etanólico ya que no existía ningún grano de maíz para persuadirlo a alimentarse.

CAPITULO VI

6.0 CONCLUSIONES.

- 1.- De los tratamientos evaluados (T1, T2, T3, T4, T5), en la prueba de protección al grano de maíz almacenado, el tratamiento que ejerce un mejor efecto antialimentario fue el T 5 (extracto etanólico de semillas de ***annona diversifolia*** al 10%) ya que a lo largo de la prueba las medias se mantuvieron cercanas unas de otras y estadísticamente son las mas bajas con respecto a las medias de los otros tratamientos.
- 2.- En la prueba de repelencia el tratamiento que tiene mejores resultados es el T5, (extracto etanólico de semillas de ***annona diversifolia*** al 10%), el cual muestra la medias mas bajas con respecto a los otros tratamientos.
- 3.- De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de aplicación directa , ningún tratamiento evaluado tiene un efecto insecticida contra los gorgojos de maíz durante el periodo de duración de la prueba.
- 4.- El extracto etanólico de las semillas de ***Annona diversifolia*** es efectivo a altas concentraciones, al menos hasta el 10 % v/v de los aquí probados, como se demuestra en la prueba de protección al grano de maíz almacenado, en donde la concentración que brinda mejor protección al grano de maíz fue el T 5 (extracto etanólico de semillas de ***annona diversifolia*** al 10% v/v).
- 5.- En la prueba de repelencia donde el mayor efecto lo produce el tratamiento con una concentración mas alta (Tratamiento ‘‘5’’)

CAPITULO VII

7.0 RECOMENDACIONES:

- 1.- Cuando se aplica el extracto etanólico a los granos de maíz, se debe esperar a que el solvente se evapore completamente, para que este, no interfiera en los resultados de las diferentes pruebas.
- 2.- La prueba de protección de grano de maíz almacenado, se realiza en un solo lugar y mantener una temperatura constante, además asegurarse que los recipientes o microsilos utilizados para la prueba, se encuentren herméticamente bien sellados, para evitar que penetre humedad a los granos almacenados o contaminación de mohos u hongos.
- 3.- Para evaluar el efecto insecticida del extracto etanólico de las semillas de ***annona diversifolia***, buscar un método en el cual el insecto en estudio ingiera directamente el extracto, no utilizar la prueba de aplicación directa referida en el presente trabajo.
- 4.- Utilizar concentraciones del extracto etanólico más altas; para obtener mejores resultados en las diferentes evaluaciones.
- 5.- Evaluar la actividad insecticida, repelente y disuasiva alimentaría del extracto etanólico obtenido a partir de la semilla de ***Annona diversifolia*** (anona) con otros insectos, ya que la bibliografía refiere que el modo de acción es inhibir la cadena respiratoria de los insectos en general.
- 6.- Evaluar la protección, que podría brindar el extracto etanólico de la semilla de ***Annona diversifolia*** (anona) a otros cereales; como arroz, frijol; que son parte importante de nuestra dieta alimentaría básica.

BIBLIOGRAFIA.

BIBLIOGRAFIA.

1. Ayala Mejía, E.E y otro, marzo 2004, evaluación de la acción insecticida, repelente y disuasiva alimentaria de los extractos acuosos y alcohólicos de dos especies vegetales en el control del gorgojo de maíz (*Sitophilus zeamais*, *Motschulsky*) sobre los granos almacenados, trabajo de graduación, San Salvador, El Salvador, Facultad de Química y Farmacia Universidad de El Salvador, 104 Pág.
2. Bobadilla Álvarez M, y otros, 2002 Efecto bioinsecticida del extracto etanólico de las semillas de *Annona cherimolia* Miller “chirimoya” Y *A. muricata* Linnaeus “guanábana” sobre larvas del IV estadio de *Anopheles sp.* (en línea), Lima, Perú, Revista Peruana de Biología . 9(2): 64 - 73. Consultado: 8 de abril de 2007.
Disponibile en: <http://www.scielo.org.p/scielo.php>
3. Bobadilla M, y otros ene. /jul. 2005, Evaluación Larvicida de suspensiones acuosas de *Annona muricata* Linnaeus «guanábana» sobre *Aedes aegypti* Linnaeus (Díptera, Culicidae) v.12 n.1 (en línea), Lima, Perú, Revista Peruana de Biología. Consultado: 8 de abril de 2007, disponible en: <http://www.scielo.org.p/scielo.php>

4. Cubillos A, 1983, Estudio de evaluación de pérdidas de granos básicos postcosecha, (en línea), proyecto fao pfl/chi/001, consultado el 5 de abril de 2007.

Disponible en: www.inta.gob.ni/informacion_postcosecha/

5. Guerra Castro, O.A y otros, 1993. Actividad biocida de los extractos acuosos de las semillas de anona (*Annona squamosa*) y mamey (*M. americana*) sobre una plaga del cultivo de repollo (*Brassica aleracea var. capitata*). Trabajo de graduación Lic. en Biología, San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador.

6. Jacobs S B., 1998, PLAGAS DEL CEREAL Y DESPENSA, (en línea), La Universidad de Pennsylvania State , consultado el 5 de abril de 2007.

Disponible en: <http://www.psu.edu/copyright.html>

7. Joma S, del 2003, Anonas contra los zancudos, El diario de Hoy, San Salvador, ES, Feb. 11

8. Lizana Rojas D.R,2005, Elaboración y evaluación de extractos del fruto de *melia azedarach* l. como insecticida natural, Memoria para optar al título profesional de Ingeniero Forestal, santiago –Chile

9. Mendoza E. de J. y otros 2000 Evaluación de diferentes dosis de insecticidas botánicos para el control del gorgojo de los cereales, (*Sitophilus granarius linnaeus*) en sorgo (*Sorghon bicolor*), trabajo de graduación, Ingeniero Agrónomo, Santa Tecla, El Salvador, Universidad Técnica Latinoamericana
10. Olivares Sáenz, E. 1989. Paquete de Diseños experimentales FAUNANL Versión 1.4. Facultad de Agronomía UANL Marín, N.L.
11. Universidad de San Carlos, determinación de toxicidad y bioactividad de cuatro insecticidas orgánicos recomendados para el control de plagas en cultivos hortícolas (en línea) Chiquimula, Guatemala, Centro Universitario de Oriente (CUNORI) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) consultado 11 de abril de 2007. Disponible en: benzon.byu.edu/Publication/RELAN/V13/V133/Determinacion.asp - 50k
12. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. 2005 Evaluación polvos vegetales de *Chenopodium ambrosioides L.*, *Chenopodium album L.* y *Chenopodium quinoa Willd.* para el control de *Sitophilus zeamais Motschulsky*, vol.40 no.10 (en línea) , Brasilia Brasil, consultado 9 de abril de 2007, disponible en: www.scielo.br/scielo.php

13. Vega López S. I, 1999 análisis económico del uso de plaguicidas sintéticos y el uso de extractos botánicos como parte del manejo integrado de plagas para el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en El Salvador, trabajo de graduación, Ingeniero Agrónomo, San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador.

14. Viglianco A, Controlan plagas con extractos de plantas cordobesas, (en línea), Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad de Córdoba. Consultado 9 de abril de 2007, disponible en:
www.hoylauniversidad.unc.edu.ar/portada/notas/archivo/041020controlplags

15. www.AgroInformacion.com. Consultado 10 de abril de 2007

16. http://www.anastore.com/ES/prod/annona_squamosa.htm. Consultado 21 de marzo de 2007.

17. <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/postcosecha/ControlPlagasGranosAlmacenados.asp>. Consultado 21 de marzo de 2007.

18. http://www.chillan.udec.cl/c_ahora/Revista17/07ControlOrganicoDeGranos.pdf. Consultado 10 de abril de 2007.

19. <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz3.asp> Consultado 21 de mayo de 2007.

20. www.ipgri.cgiar.org/publications/pgrnewsletter/14gene_es.htm. Consultado

21 de mayo de 2007.

21. <http://www.laneta.apc.org/emis/carpeta/sustancias/plaguicidas.htm>.

Consultado 21 de mayo de 2007.

22. <http://www.leonismoargentino.com.ar/Eco2.htm>

23. www.plagas-agricolas.info.ve/doc/html/clavijo_s-perezg_g.html - 58k -

Consultado 26 de marzo de 2007.

24. <http://www.rel-uita.org/agricultura/agrotoxicos/malformaciones.htm>.

Consultado 15 de mayo de 2007.

ANEXOS

ANEXO Nº 1

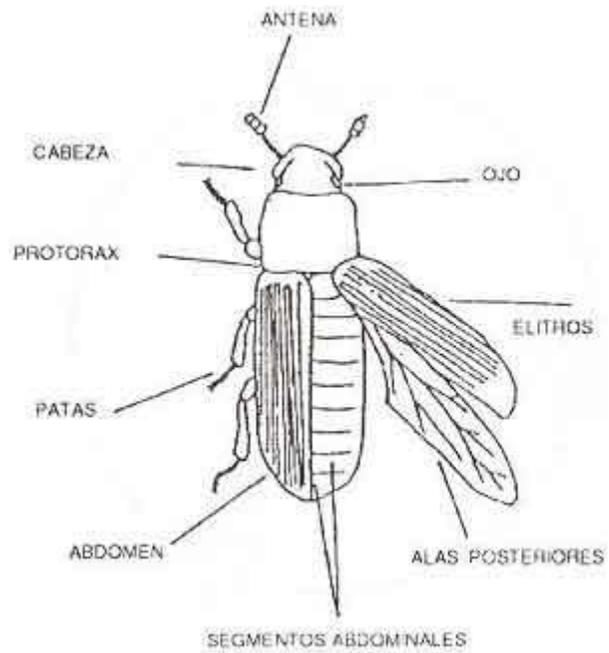


Figura Nº 1 Estructura de los insectos

ANEXO Nº 2



Figura Nº 2

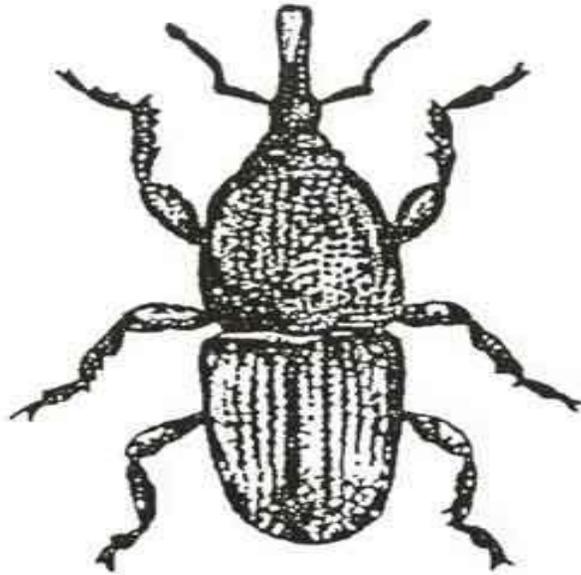


Figura Nº 3

Figura Nº 2- 3 *Sitophilus Zeamais, Motschulsky*

Gorgojo de maíz adulto.

ANEXO Nº 3

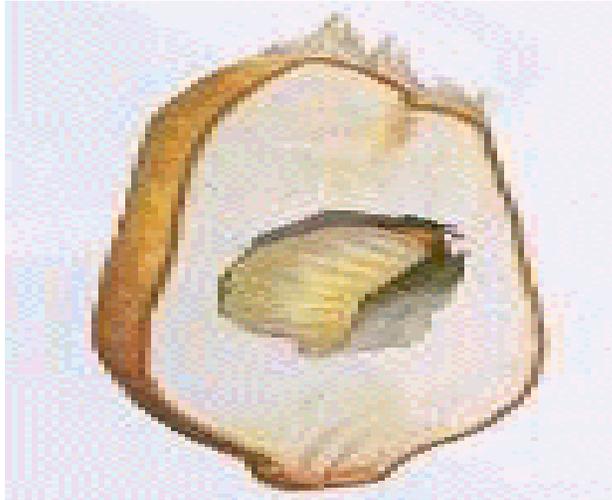


Figura Nº 4 Gorgojo del maíz dentro del grano en su etapa larvaria.

ANEXO N° 4



Figura N° 5 PLANTA DE MAÍZ



Figura N° 6 MAZORCA DE MAÍZ



Figura N° 7 GRANOS DE MAÍZ

ANEXO Nº 5



Figura Nº 8 FRUTO DE ANONA



Figura Nº 9 PULPA DE ANONA



Figura Nº 10 SEMILLA DE ANONA (*Annona diversifolia*)

ANEXO N° 6

MATERIAL, EQUIPO Y SOLVENTES.

- agitadores manuales.
- Balanza granataria.
- 7 balones volumétricos de 100 mL.
- 7 bombas con atomizador.
- 100 bolsas de plástico de 2 libras.
- Beaker de 1000, 100, 250 mL
- 18 cajas de petri.
- 1 contenedor de vidrio con tapadera de boca ancha.
- Espátula.
- 18 frascos de aluminio.
- Gorgojos de maíz (*Sitophilus Zeamais*, *Motschulsky*).
- Semillas de anona (*A. diversifolia*).
- Papel filtro.
- Papel glassin.
- Papel parafilm.
- Papel toalla.
- Pipetas volumétricas de 1.0, 3.0, 5.0 mL.
- Bureta 10.0 mL.
- Probeta de 25 mL

- Pizeta.
- Medio quintal de maíz sano.
- Viñetas, tirro
- Mortero con pistilo.

SOLVENTES.

- agua destilada.
- Alcohol absoluto.

ANEXO Nº 7.

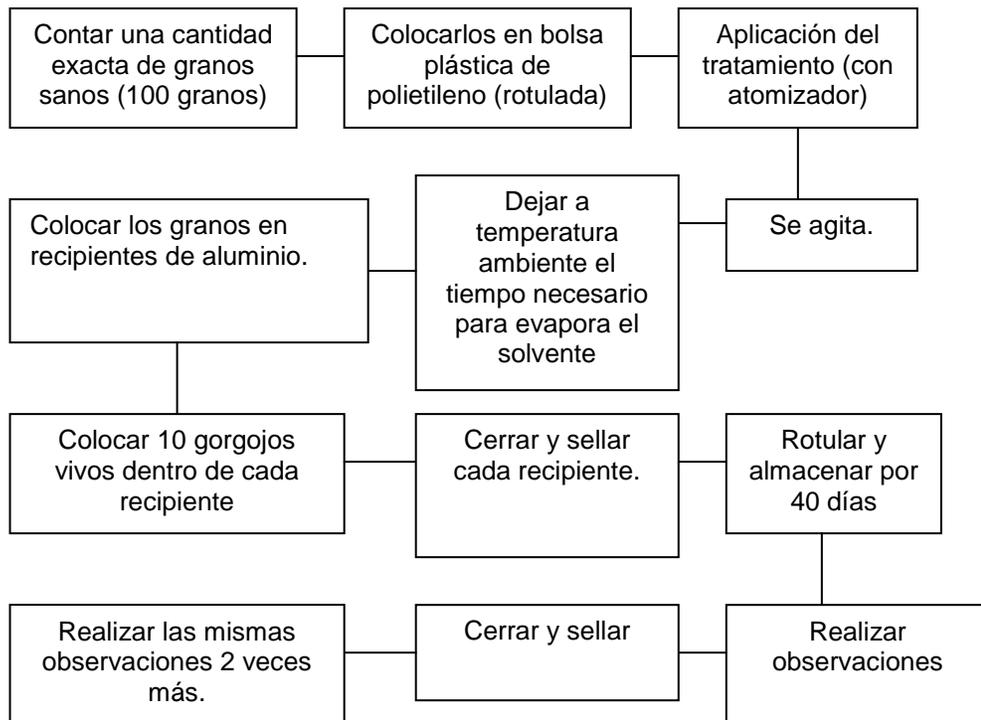


Figura Nº 11 Esquema de la prueba de Protección al grano de maíz almacenado.

Parámetros a observar:
Número de gorgojos vivos
Porcentaje de granos dañados

ANEXO N° 8

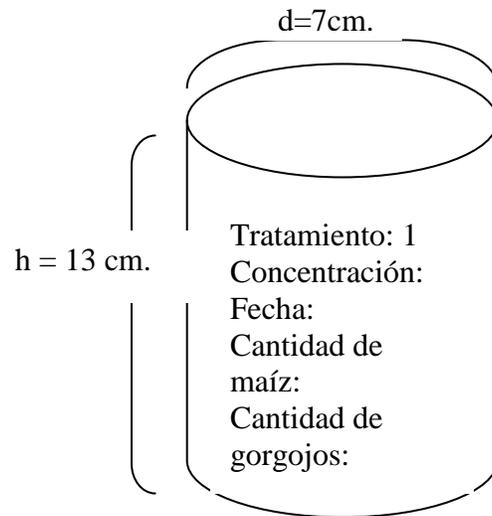


Figura N° 12. Diseño de los frascos de aluminio para la prueba de Protección al Grano de maíz almacenado.

ANEXO Nº 9



Figura Nº 9 Recipientes para realizar la prueba de aplicación directa.

ANEXO Nº 10

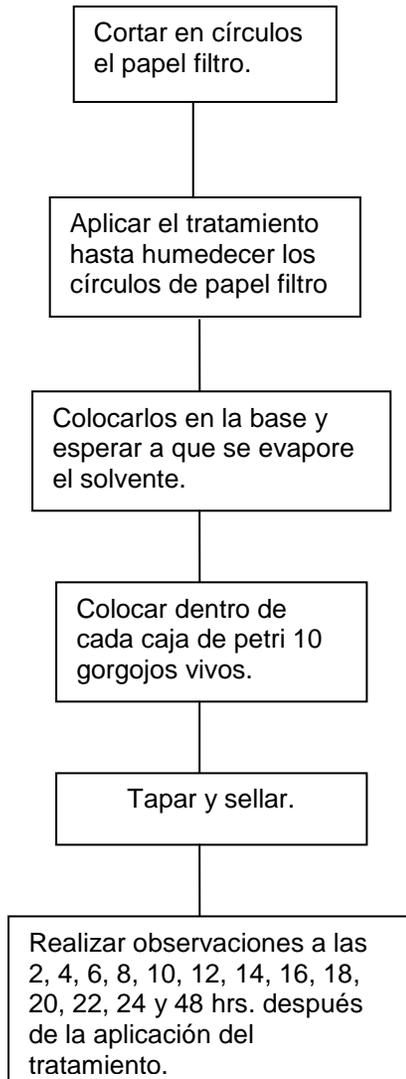


Figura Nº 13 Esquema de la prueba de aplicación directa.

Parámetros a observar:
Número de gorgojos vivos.
Número de gorgojos muertos.

ANEXO Nº 11

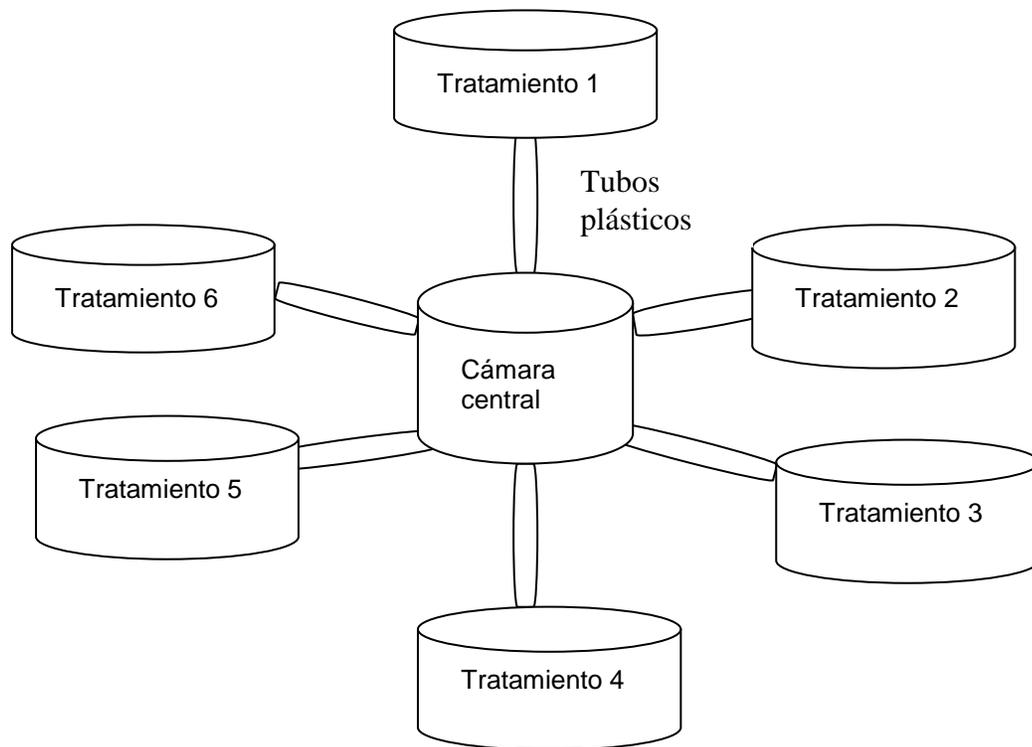


Figura Nº 14 Esquema del aparato para la prueba de preferencia.

ANEXO Nº 12

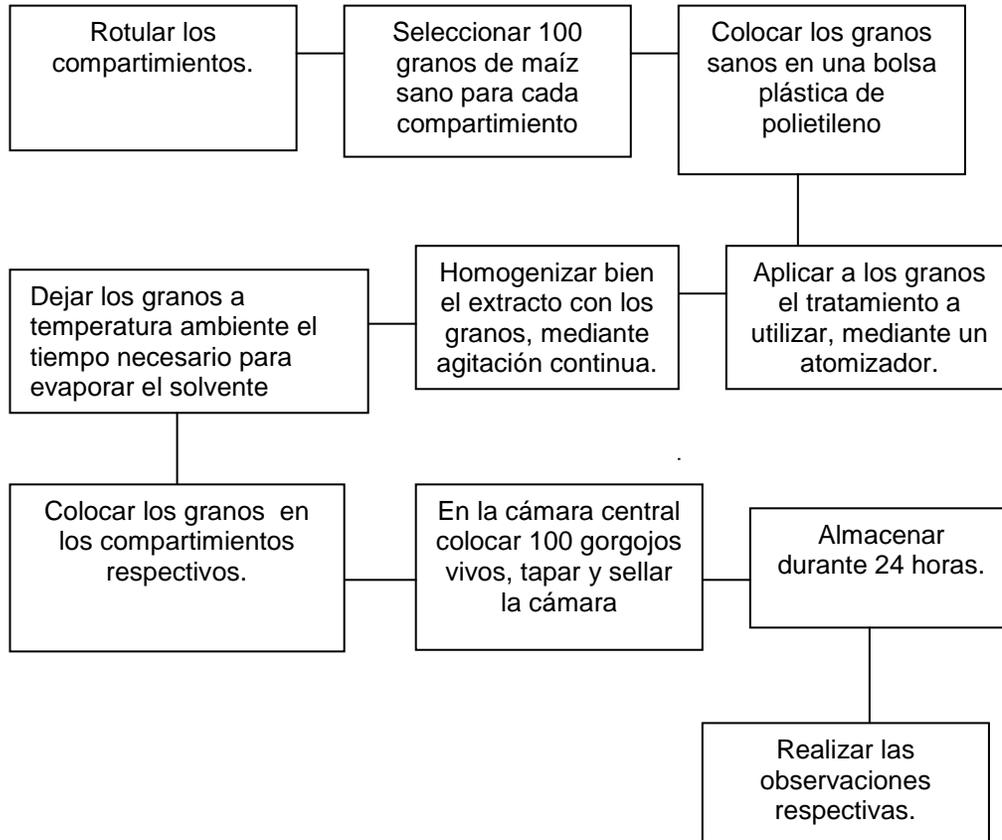


Figura Nº 15 Esquema de la prueba de Preferencia.

Parámetros a observar:
Número de gorgojos vivos en cada compartimiento.