

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



**“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 MAIZ
(*Sitophilus zeamais*, Motschulsky) SOBRE LOS GRANOS ALMACENADOS”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR
ELISEO ERNESTO AYALA MEJÍA
JOSÉ LEONARDO GUIDOS REYES

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIATURA EN QUÍMICA Y FARMACIA

MARZO DE 2004

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA:

DRA. MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ

SECRETARIA GENERAL

LIC. LIDIA MARGARITA MUÑOZ VELA

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANO

LIC. SALVADOR CASTILLO ARÉVALO

SECRETARIA

MSc. MIRIAM DEL CARMEN RAMOS DE AGUILAR

COMITÉ DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

COORDINADORA GENERAL

LIC. MARÍA CONCEPCIÓN ODETTE RAUDA ACEVEDO.

**COORDINADORA DE AREA DE INDUSTRIA FARMACEUTICA, COSMETICA
Y VETERINARIA**

LIC. ROSSANA BRITO DE GÁMEZ

**COORDINADOR DE AREA DE APROVECHAMIENTO DE RECURSOS
NATURALES Y AMBIENTALES**

MSc. ARMANDO NELSON GENOVEZ LEONOR

DOCENTE DIRECTORA

LIC. MARÍA ELISA VIVAR DE FIGUEROA.

DOCENTE DIRECTOR

ING. GALINDO ELEAZAR JIMÉNEZ.

DEDICATORIA

- A DIOS.** Por darme la fortaleza espiritual y física para la realización del presente trabajo.
- A MIS PADRES.** Por darme el amor y la confianza que me brindaron para hoy ver coronado su esfuerzo y dedicación.
- A MIS HERMANOS.** Por permitirme sacrificar su tiempo y brindarme el apoyo incondicional.
- A MIS FAMILIARES.** Con aprecio y agradecimiento por sus muestras de cariño y apoyo en todo momento.
- A MIS AMIGOS.** Eliseo Ernesto Ayala Mejía, Hjalmar Alirio Martínez, Amy Morán, René Ramos, Vivian Helen Olguín, Carolina Marín, Marta Cruz Alvarado, Mayra T. Marroquín, Claudia Iris Díaz gracias por todo el apoyo brindado.

José Leonardo Guidos Reyes

DEDICATORIA

- A DIOS.** Por darme la fortaleza espiritual y física para la realización del presente trabajo.
- A MI ABUELITA.** Adela Ayala, por todo el amor que me brinda y por guiarme siempre por el buen camino.
- A MIS PADRES.** Por todo el amor, apoyo y la confianza que me brindaron durante todos estos años de estudio.
- A MI HERMANO.** Por brindarme su apoyo, tiempo y comprensión en estos años de estudio
- A MIS FAMILIARES.** Agradeciéndoles todo el cariño incondicional mostrado
- A MIS AMIGOS:** Any Herrera, Silvia Campos, Ena Herrera, Hjalmar Alirio, Ivonne Zavaleta, René Ramos, Leonardo Guidos, Amy Morán, Carolina Granados, Nelly Umanzor, Karla Cáceres, Duby Salinas, Edith Calderón, Jessica Magaña y a todos los demás muchas gracias por todo.

AGRADECIMIENTOS

A NUESTROS ASESORES Lic. María Elisa Vivar de Figueroa e Ing.

Galindo Eleazar por la orientación, tiempo y dedicación para la realización del presente trabajo.

AL PERSONAL DEL LABORATORIO DE QUÍMICA AGRÍCOLA (CENTA)

Ing. Margarita Rodríguez, Lic. Amanda Alvarenga, Lic Miryan Alvarez de Amaya, Lic. Luis Antonio Reyes y Sr. Ángel Castro por el apoyo técnico brindado durante la realización del presente trabajo.

A LOS LICENCIADOS MSc. Armando Nelson Genovez, Lic. Odette Rauda, Lic. Rossana Mercedes Brito, Lic. Ena Herrera por brindarnos su apoyo y comprensión incondicional en nuestro trabajo de graduación.

A todas las personas e instituciones involucradas que de una u otra manera nos dieron su colaboración para llevar a cabo la culminación del presente trabajo de graduación.

Eliseo Ernesto Ayala Mejía

José Leonardo Guidos Reyes

ÍNDICE

1.0	Introduccion	xvii
2.0	Objetivos	21
3.0	Marco Teórico	24
3.1.	Conservación y protección de los granos almacenados	24
3.2	Insectos de los granos almacenados	26
3.3	GENERALIDADES	27
3.4	Gorgojo de los cereales (<i>Sitophilus spp.</i>)	30
3.5	Medidas de sanidad y controles preventivos	32
3.6	<i>Sitophilus zeamais</i> (Gorgojo del Maíz)	33
3.7	Ventajas que podría traer el uso de pesticidas botánicos	35
3.8	Desventajas en el uso de pesticidas	35
3.9	Limites ecológicos del uso de pesticidas naturales	36
3.10	Que hay que saber sobre la producción y la aplicación de pesticidas naturales	37

3.11 De que depende el efecto de un pesticida producido de plantas	38
3.12 Descripción de las plantas utilizadas en el control del <i>Sitophilus zeamais</i>	39
3.12.1 Paraiso (<i>Melia azedarach</i>)	39
3.12.2 Anona (<i>Annona squamosa</i>)	43
3.13 La Planta del Maíz	47
4.0. Diseño metodológico	57
4.1 Investigación bibliográfica	57
4.2 Investigación de campo	57
4.2.1 Diseño estadístico	57
4.3 Parte experimental	61
4.3.1. Preparación de los extractos botánicos	61
4.3.2 Preparación de la solución madre	63
4.3.3 Preparación de los extractos botánicos a las concentraciones elegidas	63

4.3.4 Evaluación de extractos botánicos	65
4.3.4.1 Prueba de protección al grano de maíz almacenado	65
4.3.4.2 Prueba de aplicación directa	66
4.3.4.3 Prueba de preferencia	67
5.0 Resultados y discusión de resultados	69
5.1 Prueba de protección al grano de maíz almacenado	70
5.2 Prueba de preferencia	90
5.3 Prueba de aplicación directa	96
6.0 Conclusiones	99
7.0 Recomendaciones	102

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1	Porcentaje de granos dañados durante la prueba de protección al grano, con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones	77
Fig. 2	Número de gorgojos vivos durante la prueba de protección al grano, con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones	78
Fig. 3	Porcentaje de granos dañados durante la prueba de protección al grano, con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones, utilizando los resultados obtenidos del análisis estadístico	85
Fig. 4	Número de gorgojos vivos durante la prueba de protección al grano, con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones, utilizando los resultados obtenidos del análisis estadístico	86
Fig. 5	Prueba de preferencia en gorgojos de maíz (<i>S. zeamais</i> , M.) con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones	92
Fig. 6	Prueba de preferencia en gorgojos de maíz (<i>S. Zeamais</i> , M) con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones, utilizando los resultados del análisis estadístico	95

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Características morfológicas de la <i>Annona diversifolia</i>	44
Cuadro 2	Composición química proximal de las partes principales de los granos de maíz (%)	54
Cuadro 3	Número de gorgojos de maíz (<i>S. zeamais</i> M.) vivos en los microsilos, con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones durante el primer mes de prueba	71
Cuadro 4	Número de gorgojos de maíz (<i>S. zeamais</i> M.) vivos en los microsilos, con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones durante el segundo mes de prueba	72
Cuadro 5	Número de gorgojos de maíz (<i>S. zeamais</i> M.) vivos en los microsilos, con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones durante el tercer mes de prueba	73
Cuadro 6	Porcentaje de grano de maíz (<i>Z. mays</i>) dañado en los microsilos con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones durante el primer mes de prueba	74
Cuadro 7	Porcentaje de grano de maíz (<i>Z. mays</i>) dañado en los Microsilos con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones durante el segundo mes de prueba	75

Cuadro 8	Porcentaje de grano de maíz (<i>Z. mays</i>) dañado en los microsilos, con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones durante el tercer mes de prueba	76
Cuadro 9	Resultados del análisis de varianza del porcentaje del grano dañado en el primer mes de la prueba de protección al grano de maíz almacenado	79
Cuadro10	Resultados del análisis de varianza del porcentaje del grano dañado en el segundo mes de la prueba de protección al grano de maíz almacenado	80
Cuadro11	Resultados del análisis de varianza del porcentaje del grano dañado en el tercer mes de la prueba de protección al grano de maíz almacenado	80
Cuadro 12	Resultados del análisis de varianza del número de gorgojos vivos en le primer mes de la prueba de protección al grano de maíz almacenado	81
Cuadro 13	Resultados del análisis de varianza del número de gorgojos vivos en le segundo mes de la prueba de protección al grano de maíz almacenado	81

Cuadro 14	Resultados del análisis de varianza del número de gorgojos vivos en le tercer mes de la prueba de protección al grano de maíz almacenado	82
Cuadro 15	Comparación de medias del porcentaje de granos dañados obtenidas durante la prueba de protección del grano almacenado	83
Cuadro 16	Comparación de medias del número de gorgojos muertos obtenidas durante la prueba de protección del grano almacenado	84
Cuadro 17	Número de gorgojos de maíz (<i>S. zeamais</i> M.) vivos en la prueba de preferencia con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones	91
Cuadro 18	Resultados del análisis de varianza del número de gorgojos en la prueba de preferencia	93
Cuadro 19	Comparación de medias del número de gorgojos obtenidas durante la prueba de protección del grano almacenado	94

ÍNDICE DE ANEXOS

1. Material, Equipo y Solventes
2. Figura de gorgojo de maíz (*Sitophilus zeamais*, Motschulsky)
3. Prueba de Aplicación directa.
4. Prueba de Protección al Grano.
5. Prueba de Preferencia.

ABREVIATURAS

C.M. : Cuadrado Medio

C.V. : Coeficiente De Variación

D.M.S. : Diferencia Mínima Significativa.

Ext. : Extracto

F. : Frecuencia

G.L. : Grados de Libertad

P. : Probabilidad

S. C. : Suma de Cuadrados

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.0 INTRODUCCION

Los granos básicos juegan un papel muy importante en la alimentación y subsistencia de muchas personas en el país.

Dentro de estos granos básicos, el maíz (*Zea mays*), es uno de los más importantes, ya que de esta especie vegetal se pueden obtener una gran diversidad de productos alimenticios para satisfacer las necesidades de las diferentes clases sociales.

Al igual que los otros granos básicos, el maíz (*Z. mays*) se ve afectado por diferentes insectos plagas, dentro de los cuales uno de mayor importancia es el gorgojo de maíz (*S. Zeamais*, Motschulski), el cual puede provocar pérdidas económicas al productor y afectar la salud de quienes estén en contacto con el grano infestado por esta plaga, provocando irritaciones en las vías respiratorias y en los ojos, mareos.

Por lo general un control de plagas eficiente y seguro en granos se asocia con el uso de productos químicos, en el caso del gorgojo de maíz (*S. Zeamais* *Motschulski*) se utiliza la fosfamina, la cual al entrar en contacto con la humedad del medio desprende fosfuro de hidrógeno (PH_3), el cual es un gas muy tóxico que mata los insectos en todas sus etapas (huevo, larva, pupa, adulto), además desprende dióxido de carbono y amoníaco las cuales actúan como alarmas al aplicarlos, esto debido a su olor de carburo de ajo. ⁽²⁸⁾

La fosfamina presenta serios problemas para la salud ya que es muy tóxico y puede llegar a causar síntomas como:

Vómito, dolor de cabeza, angustia, opresión en el pecho, zumbido de oídos y la muerte tanto en animales domésticos como en los silvestres y en el hombre. Esto debido a que no hay antídoto en caso de intoxicación, por lo cual su uso solo debe ser en lugares cerrados herméticamente ⁽²⁸⁾

En el presente trabajo se investigaron extractos botánicos (estrategias curativas del manejo integrado de plagas de almacén), para controlar el gorgojo de maíz (*S. Zeamais Motschulski*) en el grano de maíz almacenado, utilizando para este fin tres diferentes concentraciones de extractos acuosos y alcohólicos (etanólicos) de hojas de paraíso (*M. azedarach*) y anona (*A. squamosa*) para el control del insecto plaga en estudio, con el objeto de evaluar la posible acción insecticida, repelente y disuasiva alimentaría.

Los extractos acuosos y alcohólicos de las especies botánicas se realizaron en los laboratorios de Química Agrícola del Centro de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). Y en los laboratorios de la facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

Esta medida alternativa de control para el gorgojo de maíz (*S. zeamais* Motschulsky) en el grano almacenado se estudia con el objeto de dar una protección más adecuada al grano así como evitar los inconvenientes ya mencionados, contribuyendo de esta manera en la protección del medio ambiente que se encuentra tan deteriorado por el uso de productos químicos tratando de disminuir la contaminación ya existente y de mantener el equilibrio dinámico de los ecosistemas naturales en las zonas en las cuales se pueda

utilizar estos productos, brindando una opción más conveniente a la población salvadoreña en su salud, en el almacenamiento de granos y el ecosistema natural, además de sentar un precedente de la utilización del uso en el control de gorgojos de maíz en el grano almacenado.

CAPITULO II

OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL.

Evaluar la actividad insecticida, repelente y disuasiva alimentaría de los extractos acuosos y alcohólicos de dos especies vegetales en el control del gorgojo de maíz (*S. zeamais*, Motschulsky) sobre los granos almacenados.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- 2.2.1 Realizar las soluciones de los extractos acuosos y alcohólicos de las especies vegetales de paraíso (*M. azedarach*) y de anona (*A. squamosa*) a diferentes concentraciones.
- 2.2.2 Estudiar la acción insecticida, repelente y disuasiva alimentaría que poseen los extractos acuosos y alcohólicos de las especies vegetales de paraíso (*M. Azedarach*) y de anona (*A. squamosa*) sobre el gorgojo de maíz (*S. zeamais*, Motschulsky).
- 2.2.3. Comparar el grado de acción que poseen los extractos acuosos y alcohólicos del paraíso (*M. azedarach*) con el grado de acción de los extractos acuosos y alcohólicos de la anona (*A. squamosa*) que ejerzan sobre el gorgojo de maíz (*S. zeamais*, Motschulsky).

2.2.4. Determinar la concentración a la cual los extractos acuosos y alcohólicos del paraíso (*M. azedarach*) y anona (*A. squamosa*) tienen la mejor acción contra el gorgojo de maíz (*S. zeamais*, Motschulsky).

2.2.5. Dar a conocer tanto la información bibliográfica, así como la información de los métodos utilizados y los resultados obtenidos a lo largo de investigación a las personas interesadas en el trabajo de investigación.

CAPITULO III

MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO.

3.1. CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE LOS GRANOS ALMACENADOS

La Productividad de granos comestibles se ha ido incrementando con la introducción de variedades de gran producción en los 70's.

El incremento de la producción ha originado un descenso en los precios de los granos causando dificultades en el comercio haciendo que se originen problemas de almacenamiento.

Gran pérdida de los granos ocurre durante el almacenamiento particularmente a nivel de granja, donde el calor y la humedad favorecen al crecimiento y multiplicación de plagas e insectos. ^(SF)

La conservación y protección de los granos almacenados constituye una necesidad alimenticia social y económica. Desde que los seres humanos empezaron a acumular reservas de una manera organizada, particularmente las de tipo alimenticio, trataron de buscar los mejores medios para asegurar su subsistencia.

Actualmente, el almacenaje se ha convertido en una práctica de elevado contenido técnico, gracias a la acumulación de experiencias a lo largo de miles de años. Asociar el almacenaje con la política actual de implantar reservas reguladoras debe llevar a conservar científicamente los granos, y a solucionar

múltiples factores físicos, químicos y biológicos que se encuentran íntimamente conectados con esta compleja actividad. La cosecha en la época adecuada, la limpieza, el secado, los almacenes adecuados en cuanto a ubicación, orientación y proyecto, los silos con sistemas de aireación, y la calidad del producto durante el período del almacenaje, determinan su conservación.

Los granos almacenados se consideran como una masa porosa, constituida por los mismos granos y el aire intersticial. Constituyen un material biológico vivo, que usa el oxígeno del aire de los intersticios y deja libre el gas carbónico. Por ello, tienden a deteriorarse por un proceso natural. Bajo condiciones ambientales favorables a la actividad metabólica, el fenómeno de la respiración se transforma en el principal agente responsable del deterioro; este deterioro puede evaluarse, en muchos casos, a través de la pérdida del vigor de las semillas, desarrollo de hongos, pérdida de capacidad de panificación, incremento de la acidez, endurecimiento, etc.

El almacenaje, que se considera una etapa final del proceso de producción, puede verse afectado por los siguientes factores. ⁽¹⁶⁾

- a. Uso de semillas no seleccionadas.
- b. Condiciones adversas durante la cosecha.
- c. Ataque de plagas y enfermedades durante el cultivo.
- d. Permanencia innecesaria del producto en la planta tras la maduración fisiológica.

- e. Daños mecánicos en la cosecha, limpieza, transporte, clasificación y manejo del grano en general.
- f. Secado inadecuado o inoportuno.
- g. Almacenaje inadecuado.

Por lo tanto se hace necesario que durante el período almacenaje, la conservación y la protección de los granos almacenados se realice de una manera segura, eficiente,

Técnicamente viable y económicamente factible. Dentro del contexto de la conservación y protección de los granos almacenados se tratarán aquí los métodos para un control eficiente de los insectos, roedores y hongos.

3.2 INSECTOS DE LOS GRANOS ALMACENADOS

Los insectos que atacan los granos almacenados tienen características propias que los distinguen de los que se encuentran en la mayor parte de los cultivos. Son pequeños, prefieren los sitios oscuros, son capaces de esconderse en grietas muy reducidas y se caracterizan por su elevada capacidad de reproducción, lo que permite que pocos insectos formen una población considerable en muy poco tiempo. Por esta razón, una pequeña infestación inicial pueda dañar dentro de pocos meses una gran cantidad de granos almacenados.⁽¹⁶⁾

Los insectos que atacan los granos almacenados se dividen en primarios y secundarios, según su tipo de alimentación. Los insectos primarios tienen la capacidad de atacar los granos enteros y sanos. Algunos insectos que pertenecen a este grupo pasan sus etapas inmaduras en el interior del grano y sólo los adultos pueden ser observados en la superficie. Otro grupo de insectos primarios viven y se desarrollan afuera de los granos y se alimentan del embrión o germen. Los insectos secundarios son los que no consiguen atacar los granos enteros. Se alimentan de los granos quebrados, partículas de granos y polvos que quedan después del ataque de los insectos primarios. Algunos de los insectos de este grupo se alimentan también de los hongos que se desarrollan en los granos húmedos.

3.3 GENERALIDADES ⁽²⁹⁾

CONCEPTO. Los insectos son animales artrópodos, cuyo cuerpo está cubierto de un tegumento denominado exoesqueleto y está dividido en tres partes distintas: cabeza, tórax y abdomen. En la cabeza están los órganos de los sentidos y el aparato bucal, mientras que el tórax contiene los tres pares de patas y las alas; en el abdomen están los órganos digestivos y respiratorios. Los insectos respiran a través de traqueas que son pequeños tubos membranosos y ramificados que se comunican con el exterior por medio de orificios llamados estigmas.

CICLO DE VIDA. Los insectos que atacan los granos almacenados pertenecen al orden Coleóptera (pequeños escarabajos llamados "gorgojos") y al orden Lepidóptera (pequeñas mariposas, palomillas o polillas). Se desarrollan a través de la metamorfosis (cambio de forma) que puede ser gradual o incompleta y completa.

- a. Metamorfosis gradual o incompleta: i) huevo; ii) ninfa (semejante al adulto, de tamaño menor y sin alas); y iii) adulto.
- b. Metamorfosis completa: i) huevo; ii) larva (forma vermiforme, bien diferenciada del adulto); iii) pupa (estado de reposo cuando la larva se transforma en adulto); y iv) adulto.

La mayor parte de los insectos de los granos almacenados se desarrollan a través de la metamorfosis completa. Ponen el huevo dentro o sobre la superficie del grano, que pueden ser de varias formas y tamaños. Después del período de incubación, que varía de una especie a otra dan origen a las formas inmaduras o larvas.

La larva, que representa la etapa comprendida entre la eclosión del huevo y la de pupa, presenta dos características bien definidas: alimentación y crecimiento. Durante el crecimiento consume una cantidad de alimento varias veces mayor que su propio peso.

En la etapa de pupa, el insecto sufre cambios profundos, internos y externos. Es un período de reposo aparente, a lo largo del cual adquiere las características de adulto. La etapa de insecto adulto, escarabajo o mariposa, tiene como principal función la reproducción y diseminación de la especie.

CARACTERÍSTICAS. Los insectos de los granos almacenados presentan características apropiadas para el ambiente en donde se desarrollan y viven. Son pequeños, se movilizan en los espacios intersticiales de la masa de granos y están adaptados para vivir en un ambiente oscuro.

Los escarabajos o "gorgojos" son resistentes y de tamaño pequeño, lo que les permite moverse en los reducidos espacios que existen entre los granos, así como en las grandes profundidades de los silos, donde los granos se encuentran sometidos a grandes presiones. Las palomillas o polillas son frágiles y, por lo general, permanecen sobre la superficie de la masa de granos debido a su incapacidad de penetrar en ella, por lo que causan menores daños que los gorgojos o escarabajos. Todos los insectos que atacan los granos almacenados se caracterizan por su alta capacidad de proliferación.

3.4 GORGOJO DE LOS CEREALES (*Sitophilus spp.*)

Existen tres especies que son plagas importantes de los cereales almacenados; el gorgojo de los graneros o del trigo, *S. granarius* (L.), el gorgojo del maíz, *S. zeamais*, Motschulsky, y el gorgojo del arroz, *S. oryzae* (L.). Las especies *S. oryzae* y *S. zeamais* Motschulsky, son prácticamente idénticas. Aunque las dos especies pueden encontrarse a menudo atacando el mismo producto, se ha observado que *S. zeamais* es el principal responsable por las infestaciones que preceden a la cosecha, debido a la mayor tendencia de la especie a volar. Ponen los huevos dentro del grano y la larva, que no tiene patas, hace un túnel y se alimenta en el interior del grano. Desde que la hembra pone los huevos hasta la salida del adulto se requieren de 30 a 40 días, bajo condiciones climáticas favorables. Cada hembra puede poner aproximadamente 300 huevos.

DAÑOS.

Los daños y perjuicios provocados por los insectos de los granos almacenados pueden ser similares a los causados a los cultivos. Se estima que del cinco a 10 por ciento de la producción mundial se pierde a causa de los insectos, lo que equivale a la cantidad de granos necesaria para alimentar a 130 millones de personas anualmente. Estos valores no consideran otros daños, como son el calentamiento de la masa de granos, la diseminación de hongos, los costos de las medidas de control, etc. Se pueden mencionar algunos tipos de daños, tales

como: el daño directo, el daño indirecto y daño ocasionado por los tratamientos químicos.

El daño directo sucede cuando los insectos consumen el grano, alimentándose del embrión o endospermo, lo que causa pérdida de peso, reducción de la germinación y menos cantidad de nutrientes. Por consiguiente, su cotización en el mercado disminuye. Otro daño directo es la contaminación por las deposiciones, las telas formadas por las polillas y los cuerpos de los insectos o parte de los mismos. Existe también el daño que ocasionan en las estructuras de madera, en instalaciones y en los equipos, los que ofrecen escondrijo para otros insectos y establecen así focos de infestaciones.

Los daños indirectos son el calentamiento y la migración de la humedad, la distribución de parásitos a los seres humanos y a los animales, y el rechazo del producto por parte de los compradores. Los granos pueden calentarse como resultado directo de un ataque de insectos. A este fenómeno se le denomina bolsa de calor, debido a que los granos poseen una baja conductividad térmica y las pequeñas cantidades de calor generadas por los insectos no se disipan. La alta temperatura estimula a los insectos a una mayor actividad, lo que resulta en la formación de nuevos focos, hasta que toda la masa de granos se encuentra infestada y caliente.

Entre los daños causados por el tratamiento químico contra los insectos, los más importantes son los costos de los insecticidas, los equipos utilizados en el

tratamiento fitosanitario y los residuos tóxicos, que afectan al trabajador y al consumidor trayendo consecuencias negativas para la salud de éstas personas, el uso racional de los productos químicos ha causado serios problemas de contaminación en el medio ambiente, así como también ha generado resistencia en los insectos plaga, dando origen a nuevas razas, mucho más resistentes a estos productos químicos, también provoca la eliminación de enemigos naturales de las plagas.

3.5 MEDIDAS DE SANIDAD Y CONTROLES PREVENTIVOS

Las medidas de sanidad pretenden eliminar los insectos o, por lo menos, reducir su multiplicación. Los controles preventivos sirven para complementar otros métodos de control. Para administrar un control integrado, preventivo y curativo, es muy importante que se haga a menudo una inspección del almacén y del producto.

INSPECCIÓN.

La inspección es el paso más importante del control preventivo y tiene como objetivo encontrar las probables fuentes de infestación y contaminación. Debe inspeccionarse el grano cuando se lo recibe y con cierta regularidad durante el período de almacenamiento. Los factores a observar durante la inspección son: la humedad, la temperatura, el índice de infestación, los hongos, las materias extrañas, las impurezas y la contaminación por roedores y pájaros.

3.6 SITOPHILUS ZEAMAIIS (GORGOJO DEL MAÍZ) ⁽³⁰⁾

Orden: Coleoptera.

Familia: Curculionidae.

Especie: *Sitophilus zeamais*, Motschulsky.

Descripción. De apariencia morfológica y de color muy similar al gorgojo del arroz, *S. oryzae*, sus élitros presentan igualmente cuatro manchas de color rojizo amarillento. Durante mucho tiempo se consideró que era la misma especie que el gorgojo del arroz, aunque de tamaño ligeramente mayor (3.3 a 5 mm). Ahora se reconoce como una especie diferente. Su color es ligeramente más oscuro que el gorgojo del arroz aunque ésta no es una característica que permita diferenciarlos, para ello es necesario disectar su genitalia para corroborar la especie. Insecto con gran capacidad de vuelo que infesta los cereales desde el campo.

Alimento. Igual que el gorgojo del arroz, ataca todos los cereales, siendo extraordinariamente destructivo.

Distribución. Se le encuentra principalmente en las zonas cálidas húmedas, tropicales y subtropicales. Paulatinamente ha desplazado al gorgojo del arroz, en algunos países con climas tropicales, que era originalmente predominante

Biología

Como el gorgojo de los cereales, se desarrolla dentro del grano. Necesita más calor que éste y se desarrolla recién arriba de aprox. 13° C. Soporta más las temperaturas invernales de zonas templadas y en climas tropicales el ciclo puede durar solo un mes. El gorgojo puede volar y en países cálidos vuela a los cultivos, depositando sus huevos en los cereales.

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

Daños

Peligroso para el cereal almacenado en países cálidos. Ataca todo tipo de cereales: las larvas pueden también desarrollarse en fideos, trigo sarraceno, arveja, piñones, castañas y semillas de algodón. El adulto puede también alimentarse de harina, galletas, obleas, pan blanco, tabaco y semillas de cáñamo. A menudo se encuentra en compañía del gorgojo de los cereales.

3.7 VENTAJAS QUE PODRIA TRAER EL USO DE PESTICIDAS

BOTANICOS. ⁽¹⁹⁾

1. Los agricultores podrían producir gran parte de sus insecticidas, lo que significaría un ahorro de costos para ellos.
2. Muchos extractos botánicos son inofensivos tanto para los humanos como para los organismos benéficos.
3. Se podrían crear puestos de trabajo e ingresos si un pesticida biológico es exportable.
4. La reforestación podría combinarse parcialmente con la producción de pesticidas naturales.
5. Existe poca probabilidad de que se desarrollen resistencias contra sustancias naturales.

3.8 DESVENTAJAS EN EL USO DE PESTICIDAS. ⁽¹⁹⁾

1. Desconocimiento y falta de experiencia por parte de los agricultores y del personal técnico.
2. Los procesos para la obtención de los insecticidas exigen actividades empresariales y organizativas a las cuales el agricultor generalmente no está acostumbrado.

3. Los pesticidas naturales a menudo tienen efectos repelentes, fagorepelentes ó también insecticidas, los cuales no son tan evidentes y visibles para el agricultor.
4. Existen diferencias varietales y las causadas por influencias ambientales, tanto entre las plantas pesticidas como las plagas. Esto significa que la especie y la variedad exitosamente usada, el método de extracción, la concentración de las mezclas, etc. dependen de las situaciones específicas

3.9 LIMITES ECOLOGICOS DEL USO DE PESTICIDAS NATURALES.⁽¹⁹⁾

1. La toxicidad de algunos pesticidas naturales.

Es preferible elegir plantas con efectos repelentes, o sea que ni siquiera maten las plagas sino solo las impidan hacer daño. De tal manera se podría evitar este problema.

2. No en todos los casos constituyen la medida de control más adecuada.

El uso de pesticidas naturales solo puede jugar un papel transitorio a corto o mediano plazo y en casos de emergencia.

3.10 QUE HAY QUE SABER SOBRE LA PRODUCCION Y LA APLICACIÓN DE PESTICIDAS NATURALES. ⁽¹⁹⁾

Lo que muchas de estas especies tiene en común:

- Muchas son plantas medicinales.
- Muchas tienen propiedades tóxicas o cáusticas.
- Muchas son plantas aromáticas, o sea que tienen un olor fuerte.
- Muchas son poco cultivadas o mejoradas (carácter silvestre).
- Muchas demuestran un crecimiento fuerte hasta en los suelos pobres.
- Son poco atacadas por plagas.

Diferentes Modos de Actuar:

- **Efecto repelente (rp):** La plaga es repelida por el olor de una sustancia contenida en la planta.
- **Efecto fagorepelente (frp):** Una sustancia que a la plaga le quita las ganas de comer del cultivo, y que así reduce el consumo esencialmente (hasta que la plaga se muere de hambre).
- **Los efectos propiamente insecticidas (ic):**
 - El efecto de veneno contacto (vc):** Tienen un efecto tóxico al tocar la plaga.
 - **El efecto veneno estomacal (ve):** Tienen un efecto tóxico después de la absorción a través de la digestión.

3.11 DE QUE DEPENDE EL EFECTO DE UN PESTICIDA PRODUCIDO DE PLANTAS. ⁽¹⁹⁾

A. FACTORES BIOTICOS.

- a. Especie / variedad / tipo de planta plaguicida:** El contenido de ingredientes puede variar mucho dependiendo de estos factores.
- b.** El contenido de la sustancia activa puede variar mucho dependiendo de **la época de la recolección de la planta pesticida o de las partes cosechadas.**
- c. Influencias del ambiente (clima, suelo, enfermedades...)** pueden hacer variar el contenido de los ingredientes.
- d. Las diferentes partes de la planta cosechada** (hojas, frutas, semillas, flores, corteza, raíces...) generalmente tienen concentraciones diferentes de sustancias activas.

B. FACTORES ABIOTICOS / AMBIENTALES.

- a.** El contenido de la sustancia activa en un extracto puede depender mucho de **la tecnología de la preparación / extracción.**
- b. Duración y condiciones de almacenamiento de los pesticidas botánicos.** Pueden influir en la composición química y consecuentemente en el efecto.
- c. La tecnología de aplicación.** (concentración, cantidad, forma de aplicación o sea fumigar, echar, espolvorear con o sin detergentes, en el pleno sol del día o al anochecer, pueden influir considerablemente en el efecto

3.12. DESCRIPCION DE LAS PLANTAS UTILIZADAS EN EL CONTROL DEL

SITOPHILUS ZEAMAIIS.

3.12.1 PARAISO (*Melia azedarach*)

Generalidades:

Es un árbol mediano, muy conocido y se ha plantado en muchos países como árbol ornamental y que debido a su rápido crecimiento, constituye una buena alternativa para la producción de leña. Entre los usos de este árbol se pueden mencionar: Utilización del follaje para alimento de cabros, producción de leña carbón cercas vivas, cortinas rompeviento, sombra de café; además de la utilización de diferentes partes del árbol: por sus propiedades medicinales ⁽⁹⁾. Al las propiedades medicinales del Paraíso se relacionan con su efecto antiespasmódico, antiinflamatorio, desinfectante, emenagozo y purgante, al igual que el nim. ⁽³⁾

El paraíso tiene propiedades insecticidas tanto en las hojas como en los frutos, que son utilizados para la protección de artículos y granos almacenados para la protección de insectos. ^{(24) (9)}.

El árbol de paraíso se adapta a una gran variedad de climas pudiéndose plantar desde el nivel del mar hasta los dos mil metros del nivel del mar ⁽⁹⁾. esta especie crece en climas tropicales, subtropicales y templados, calidos con temperaturas medias inferiores a los 18 °C; los árboles jóvenes son susceptibles a las heladas, es resistentes a la sequía y pueden desarrollarse en

áreas con 600 a 1000 mm de precipitación anual; se adapta a un amplio rango de suelos ⁽⁷⁾

Clasificación y descripción botánica. ⁽¹⁷⁾

Reino: Vegetal

División: Antofitas.

Subdivisión: Angiospermas

Especie: azedarach

Orden: Terebintales

Familia: Meliaceae

Género: Melia

Clase: Dicotiledóneas

Es un árbol caducifolio, mediano de 6 a 30 metros de altura y con un tallo de 50 a 80 centímetros de diámetro de copa densa con hojas ovales, enteras, pinnadas, compuestas; las flores se reúnen en ramilletes auxiliares y terminales, son vistosas de color rosado o lila con el centro morado, fragantes, tubulosas. El fruto es carnoso, globuloso, de 1.3 a 2 centímetros de diámetro de color amarillo con un hueco grande que contiene de 1 a 5 semillas en forma de bayas, que permanecen en el árbol mucho tiempo después de la caída de las hojas ⁽⁶⁾ ⁽²⁴⁾ ⁽³⁾ ⁽⁹⁾.

Origen y distribución:

El paraíso es originario de Asia, desde Irán hasta el Sur de China, se ha distribuido en los trópicos y es común en América, desde California hasta Argentina ⁽⁹⁾. El lugar de origen en la región del Himalaya en la India y que actualmente se encuentra en la mayoría de países tropicales y subtropicales. ⁽²⁴⁾

Esta especie es nativa de Asia, probablemente de Beluchistán y Cachemira, pero se ha cultivado en todo el medio oriente de la India durante largo tiempo y actualmente se ha naturalizado en la mayoría de los países tropicales y subtropicales del mundo, se cultiva en las Antillas, el Sur de los Estados Unidos, México, Argentina, Brasil, África, Asia, Australia, y Centro América. ⁽⁶⁾

Principio activo y modo de acción.

En ensayos efectuados en corteza y frutos de paraíso, según Castillo, et/ al. (1994), citados por ⁽¹⁴⁾ concluyen que ambas partes contienen propiedades repelentes e insecticidas; y que el ingrediente activo de los extractos acuosos de paraíso, provocan un desequilibrio hormonal en el insecto, lo cual le impide alcanzar el estado de pupa o sintetizar en su totalidad la cutícula. La ausencia de cutícula en las pupas apoya el hecho que se trate de un desbalance hormonal, pues como se sabe, tanto la metamorfosis como la síntesis de la nueva cutícula están gobernadas por los cambios en las concentraciones de las hormonas juveniles y la ecdisona.

Evaluaron en campo productos derivados del nim y paraíso (Melitox 50%, CE y Paraíso-M, en dosis de 3% y 6% de concentración y 120 gr/lit de agua), comparándolos con producto comercial (metamindophos); para el control de *Heliothis virescens* en tabaco; realizando las aplicaciones a las 20-30 y 40 días, desde el transplante al desbotonado del tabaco, demostrando una efectividad satisfactoria contra *H. virescens*.⁽⁸⁾

Se realizó un ensayo con extractos botánicos de semillas de paraíso en concentraciones de 9 y 18 Kg/Ha, encontrando que estos ejercen poco control sobre los insectos plaga del follaje de fríjol⁽¹⁵⁾; además encontraron que los extractos acuosos de *M. azedarach*, aplicados al cultivo del maíz fueron efectivos contra *Diabrotica balteata*, *Dalbulus maidis*, y *Spodoptera frugiperda*, en dosis de 8 Kg. / Ha, para aspersiones en el follaje; y 80 gramos de polvo de semilla seca para 100 m².

Método de preparación y aplicación de los extractos.

Los extractos botánicos de paraíso se pueden aprovechar de diferentes modalidades, tales como: extractos acuosos; químicos, y preparación en polvo⁽¹⁴⁾.

Para la preparación de extractos acuosos, se utilizan semillas, hojas o frutos, luego está lista para preparar a los cultivos. Los preparados en polvo se realizan moliendo la parte de la planta que se va a utilizar, previamente secados; siendo este polvo el que se coloca sobre la planta a proteger; hay

otros métodos más sofisticados, los cuales requieren de técnicas más avanzadas, como la extracción química, el cual se utilizan solventes como el alcohol, etanol y éter de petróleo ⁽¹⁰⁾.

Insectos sobre los que actúa.

El paraíso actúa sobre: *Aphis citri*, *Bómbix mori*, *Brevicoryne brassicae*, *Diaphorina citri*, *Heliothis zea*, *Locusta migratoria*, *Myzus persicae*, *Pieris rapae*, *Pieris brassicae*, *Rhyzopertha dominica*, *chistocerca gregaria*, *Sitotroga cerealella*, *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera litura* y termitas ⁽¹⁰⁾. Además de los insectos antes mencionados, las siguientes plagas que son afectadas: *Panonychus citri*, *Ostrinia furnacalis*, y *Orzaelia oryzae*. ⁽²⁶⁾

3.12.2 ANONA (*Annona squamosa*).

Es un arbusto de 2 a 7 metros de altura, ramificado cerca de la base y cuyas partes son olorosas cuando se les tritura. Las hojas son pecioladas, de color verde oscuro, lisas o escasamente pubescentes, tienen un tamaño de 5 a 17 cm. de largo x 2 a 7 cm. de ancho ⁽²⁰⁾. El fruto es tuberculado de color verde amarillento, mide de 5 a 7.5 cm. de diámetro ⁽¹⁴⁾.

La anona es nativa de los trópicos americanos crece mejor en casi todas las tierras bajas del Estado de Florida y puede resistir el frío) ⁽²⁰⁾.

La *A. squamosa* es una especie de Sudamérica y de las antillas es muy cultivada en todas las regiones tropicales de ambos hemisferios. Los frutos de

anona tienen sabor cremoso dulce agradable y aroma delicioso. Consumiéndose en forma fresca. ⁽¹⁴⁾

La anona es muy prolífica y a los tres años produce frutos, cuya pulpa es aromática y azucarada, contiene: Agua 3,8; materia mineral 0,3; celulosa 0,4; grasa 0,83; materia azucarada 0,77; materia indeterminada 3,14; y materia azoada 0,71. ⁽²²⁾

Cuadro 1. Características morfológicas de la *Annona diversifolia*. El Salvador 1999. ⁽²⁹⁾

PESO (g)	NUMERO SEMILLAS	FORMA FRUTO	TEXTURA PULPA	COLOR PULPA	TEXTURA CASCARA	FORMA DE CARPELOS	MSNM
739	69.6	Ovoide-elipsoidal	Blanda, dulce	Blanca o rosada	Áspera	Prominente y no prominente	100-800

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS

La anona se cultiva en casi toda la costa salvadoreña desde 0-700 msnm, cuyo clima es cálido y con una estación seca bien delimitada. Las temperaturas de 7 °C provocan en el árbol la caída de hojas y de frutos y las temperaturas bajo de 0 °C dañan la madera, pero estas situaciones no ocurren en la mayor parte del territorio salvadoreño. Este frutal no es muy exigente en cuanto a condiciones de suelo, tiene arraigamiento poco profundo, aunque se desarrolla bien en suelos profundos, fértiles, bien drenados y ligeramente ácidos (pH 5.5-6.5)

soporta pedregosidad hasta de un 60% en suelos que varían de franco arcillosos a arcillosos.

PREPARACIÓN DEL SUELO

En primer lugar se debe tomar una muestra de suelos para realizar análisis fitosanitarios y de nutrimentos en los laboratorios del CENTA para ofrecer las respectivas recomendaciones de fertilidad. Es necesario hacer un control de malezas ya sea manual, mecánico y químico dependiendo de las condiciones del terreno, es decir en suelos sin piedras se puede preparar con maquinaria y ésta consiste en dos a tres pasos de rastra, el estaquillado y el ahoyado; en terrenos de ladera y con alta pedregosidad es conveniente el control de malezas con químicos y luego proceder al trazo de curvas a nivel, al estaquillado y el ahoyado el cual tendrá dimensiones de 40 x 40 x 40 metros de ancho, largo y profundidad respectivamente.

COSECHA

La cosecha ocurre entre el segundo y tercer año de establecida la plantación ya sea propagado por injerto o por semilla es poca la diferencia.

ÍNDICE DE COSECHA

Generalmente se deja que los frutos maduren en el árbol, donde se abren, Sin embargo es costumbre coleccionar los frutos abiertos y ponerlos a madurar en cajas u otros objetos cerrados.

SISTEMAS DE RECOLECCIÓN

El rendimiento de una planta en plena edad productiva de 6 a 7 años, es de 50-100 frutos por árbol, por ser especies de porte no muy alto se facilita la cosecha, la cual se puede hacer directamente a mano o con varas las cuales se les coloca una bolsa en el extremo.

La producción por planta puede variar de 42-85 lbs, lo cual establece una producción teórica de 9 a 18 Ton por hectárea, con un peso promedio por fruto de 250-500 g.

MANEJO POSTCOSECHA

Este fruto es muy delicado y poco resistente al transporte.

CLASIFICACIÓN BOTÁNICA DE LA ANONA.

La anona se clasifica de la siguiente manera ^(SF) :

- Reino : Vegetal.
- División : Antofitas.
- Sub-división : Angiospermas.
- Clase : Dicotiledóneas.
- Orden : Policárpicas.
- Familia : Anonáceas.
- Genero : Annona.
- Especie : squamo

Las raíces, frutos y aceites de anona tiene propiedades insecticidas, repelentes y fagorrepelentes contra *P. xylostella*; también según la toxicología se clasifica como altamente tóxico. ⁽²⁷⁾

Las semillas de anona presentan propiedades insecticidas. ⁽²⁵⁾

3.13. LA PLANTA DEL MAÍZ.

ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN.

Es originario de América, donde constituye el mas importante de los cereales; pero como planta silvestre no se conoce en parte alguna.

Crece ampliamente en las regiones cálidas y húmedas, aunque su hábitat original corresponde a las regiones sub-tropicales. Se cultiva en Estados Unidos, en las Pampas de Argentina, el Valle del Danubio, en Europa, México, América Central, América del Sur.

CLASIFICACIÓN BOTÁNICA. ⁽³⁰⁾

Reino : Vegetal.

División : Antofitas.

Sub-división : Angiosperma.

Clase : Monocotiledon

Orden : Glumífora.

Familia : Gramineae.

Tribu : Maydeae.

Genero : Zea.

Especie : mays.

Se puede definir la planta del maíz como un sistema metabólico cuyo producto final es, en lo fundamental, almidón depositado en unos órganos especializados: los granos.

El desarrollo de la planta se puede dividir en dos fases fisiológicas. En la primera, o fase vegetativa, se desarrollan y diferencian distintos tejidos hasta que aparecen las estructuras florales. La fase vegetativa consta de dos ciclos. En el primero se forman las primeras hojas y el desarrollo es ascendente; en este ciclo, la producción de materia seca es lenta y finaliza con la diferenciación tisular de los órganos de reproducción. En el segundo ciclo se desarrollan las hojas y los órganos de reproducción; este ciclo acaba con la emisión de los estigmas.

La segunda fase, también llamada fase de reproducción, se inicia con la fertilización de las estructuras femeninas que se diferenciarán en espigas y

granos. La etapa inicial de esta fase se caracteriza por el incremento de peso de las hojas y otras partes de la flor; durante la segunda etapa, el peso de los granos aumenta con rapidez (Tanaka y Yamaguchi, 1972).

La planta desarrolla características y diferencias morfológicas en las fases vegetativa y de reproducción como consecuencia, en el terreno de la evolución, de la selección natural y de la domesticación. Algunos genotipos se han adaptado a zonas ecológicas concretas, desarrollando características particulares, como por ejemplo la sensibilidad con respecto a la duración del día y a la temperatura, que limitan su adaptabilidad a zonas con diferente latitud y altitud. Por tanto, se deben realizar programas de mejora en las zonas en que se van a cultivar las variedades mejoradas, aunque esto no significa, empero, que se puedan obtener características genéticas específicas mediante retrocruzamiento.

La morfología o arquitectura de la planta también ha sido objeto de presiones de evolución que han dado lugar a una gran variabilidad del número, la longitud y la anchura de las hojas, así como de la altura de las plantas, los lugares en que aparecen las mazorcas, el número de éstas por planta, los ciclos de maduración, los tipos de granos y el número de hileras de granos, entre otras muchas características.

Esta variabilidad es de gran valor para mejorar la productividad de la planta y determinados elementos orgánicos del grano. Los principales factores del

rendimiento son el número y el peso de los granos, y vienen determinados por factores genéticos cuantitativos que se pueden seleccionar con relativa facilidad. El número de granos está determinado por el número de hileras y el número de granos por hilera de la mazorca. El tamaño y la forma del grano determinan su peso, asumiendo constantes factores como la textura y la densidad de los granos. La relación entre el peso del grano y el peso total de la planta es, en la mayoría de las variedades de maíz, de aproximadamente 0,52. De 100 Kg. de panojas se obtienen unos 18 Kg. de granos. Una hectárea de maíz produce cerca de 1,55 toneladas de residuos de tallos. En plantas de maíz secadas sobre el terreno de tres localidades de Guatemala, el peso en seco de las plantas variaba entre 220 y 314 g con las siguientes proporciones: 1,8 por ciento de flores secas, de 14,7 por ciento a 27,8 por ciento de tallos y de 7,4 por ciento a 15,9 por ciento de hojas. Las envolturas de las mazorcas representaban del 11,7 por ciento al 13 por ciento, los carozos del 9,7 por ciento al 11,5 por ciento y el grano secado sobre el terreno del 30 por ciento al 55,9 por ciento del peso total en seco de la planta. Estas cifras muestran la importancia del volumen de residuos de la planta que a menudo se dejan en el terreno; pese a todo, su distribución puede variar, pues se sabe que cerca de la mitad de la materia seca está constituida por grano y la otra mitad por residuos de la planta, con exclusión de las raíces (Barbar, 1979).

ESTRUCTURA DEL GRANO DE MAÍZ.

Los granos de maíz se desarrollan mediante la acumulación de los productos de la fotosíntesis, la absorción a través de las raíces y el metabolismo de la planta de maíz en la inflorescencia femenina denominada espiga. Esta estructura puede contener de 300 a 1000 granos según el número de hileras y el diámetro y longitud de la mazorca. El peso del grano puede variar mucho, de aproximadamente 19 a 30 g por cada 100 granos. Durante la recolección, las panojas de maíz son arrancadas manual o mecánicamente de la planta. Se pelan las brácteas que envuelven la mazorca y luego se separan los granos a mano o, más a menudo, mecánicamente.

El grano de maíz se denomina en botánica cariósipide o cariopsis; cada grano contiene el revestimiento de la semilla, o cubierta seminal, y la semilla. En la figura se muestran también las cuatro estructuras físicas fundamentales del grano: el pericarpio, cáscara, o salvado; el endospermo; el germen o embrión; y la piloriza (tejido inerte en que se unen el grano y el carozo). Wolf *et al.* (1952) y Wolf, Koo y Seckinger (1969) han descrito adecuadamente la anatomía general y la estructura microscópica de estos elementos anatómicos. También han estudiado la estructura del maíz opaco-2 mejorado y han determinado que se diferencia del común en lo tocante al endospermo: su matriz proteica es más delgada y presenta menos y más pequeños cuerpos proteicos. Robutti, Hoseny y Deyoe (1974) y Robutti, Hoseny y Wasson (1974) han estudiado la

distribución proteica, el contenido de aminoácidos y la estructura del endospermo del maíz opaco-2.

IMPORTANCIA AGRÍCOLA. ⁽²⁶⁾

En la producción de granos básicos de El Salvador, el cultivo de maíz es el de mayor importancia ya que este cereal constituye el principal elemento en la dieta alimenticia de nuestra población.

Por otra parte, en el aspecto social, representa un factor importante el económico, ya que gran parte de los sectores de la población genera ocupación en la comercialización y procesamiento del grano.

Debido a que el maíz forma parte muy importante en la dieta diaria de la mayor parte de habitantes del país, es muy determinante un almacenamiento correcto dándole la protección adecuada contra los insectos que puedan atacarlo como lo es el gorgojo de maíz (*S. Zeamais*, Motschulski). Pero lamentablemente en el país muchos de los pequeños productores viven en una situación de subsistencia que utilizan los sistemas tradicionales de almacenamiento, los cuales la mayoría de las veces son los responsables de pérdidas económicas al productor, debido al rápido desarrollo de insectos plagas, ya que se les brinda las condiciones ideales para su próspero desarrollo

Para evitar lo antes mencionado, así como también el uso de productos químicos, la literatura menciona la utilización del manejo integrado de plagas de almacén, el cual se basa en estrategias preventivas y curativas.

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRITIVO DEL MAÍZ.

Existe un número considerable de datos sobre la composición química del maíz y múltiples estudios han sido llevados a cabo para tratar de comprender y evaluar las repercusiones de la estructura genética del número relativamente elevado de variedades de maíz existentes en su composición química, así como la influencia de los factores ambientales y las prácticas agronómicas en los elementos constitutivos químicos y en el valor nutritivo del grano y sus partes anatómicas. La composición química tras la elaboración para el consumo es un aspecto importante del valor nutritivo (véase el Capítulo 5), y en ella influyen la estructura física del grano, factores genéticos y ambientales, la elaboración y otros eslabones de la cadena alimenticia. En este capítulo se describirán las características químicas del maíz, tanto del tipo común como del que posee proteínas de elevada calidad, con el fin de comprender el valor nutritivo de los diversos productos del cereal que se consumen en todo el mundo.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS PARTES DEL GRANO.

Como se muestra en el Cuadro 5, 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 por ciento, la que a su vez está formada fundamentalmente por hemicelulosa (67 por ciento), celulosa (23 por ciento) y lignina (0,1 por ciento) (Burga y Duensing, 1989). El endospermo, en cambio, contiene un nivel elevado de almidón (87 por ciento), aproximadamente 8 por ciento de proteínas y un contenido de grasas crudas relativamente bajo.

Cuadro 2. Composición química proximal de las partes principales de los granos de maíz (%)

Componente químico	Pericarpio	Endospermo	Germen
Proteínas	3,7	8,0	18,4
Extracto etéreo	1,0	0,8	33,2
Fibra cruda	86,7	2,7	8,8
Cenizas	0,8	0,3	10,5
Almidón	7,3	87,6	8,3
Azúcar	0,34	0,62	10,8

Fuente: Watson, 1987. ^(SF)

Por último, el germen se caracteriza por un elevado contenido de grasas crudas, el 33 por ciento por término medio, y contiene también un nivel relativamente elevado de proteínas (próximo al 20 por ciento) y minerales. Se dispone de algunos datos sobre la composición química de la capa de aleurona, elemento con un contenido relativamente elevado de proteínas (aproximadamente el 19 por ciento) y de fibra cruda.

Como se aprecia, el endospermo aporta la mayor parte, seguido por el germen y, en último lugar, por la cubierta seminal, que presenta sólo cantidades

reducidas, mientras que en el teosinte cerca del 92 por ciento de las proteínas proceden del endospermo. Varios investigadores (por ejemplo Bressani y Mertz, 1958) han llevado a cabo estudios sobre el contenido de proteínas del grano de maíz.

El contenido de hidratos de carbono y proteínas de los granos de maíz depende en medida considerable del endospermo; el de grasas crudas y, en menor medida, proteínas y minerales, del germen. La fibra cruda del grano se encuentra fundamentalmente en la cubierta seminal. La distribución ponderal de las partes del grano, su composición química concreta y su valor nutritivo tienen gran importancia cuando se procesa el maíz para consumo; a este respecto, hay dos cuestiones de importancia desde la perspectiva nutricional: el contenido de ácidos grasos y el de proteínas.

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLOGICO

4.0. DISEÑO METODOLOGICO.

4.1 Investigación bibliográfica:

Se realizó 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.
- Centro nacional de tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA).

4.2. Investigación de Campo:

4.2.1 Diseño Estadístico Utilizado.

El diseño estadístico a utilizar es completamente al azar, con 13 tratamientos y tres repeticiones por prueba.

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

Tratamientos a evaluar:

T1= Extracto acuoso de hojas de anona (*A. squamosa*) a una concentración de 50 ppm.

T2= Extracto acuoso de hojas de anona (*A. squamosa*) a una concentración de 150 ppm.

T3= Extracto acuoso de hojas de anona (*A. squamosa*) a una concentración de 300 ppm.

T4= Extracto alcohólico de hojas de anona (*A. squamosa*) a una concentración de 50 ppm.

T5= Extracto alcohólico de hojas de anona (*A. squamosa*) a una concentración de 150 ppm.

T6= Extracto alcohólico de hojas de anona (*A. squamosa*) a una concentración de 300 ppm.

T7= Extracto acuoso de hojas de paraíso (*M. azedarch*) a una concentración de 50 ppm.

T8= Extracto acuoso de hojas de paraíso (*M. azedarch*) a una concentración de 150 ppm.

T9= Extracto acuoso de hojas de paraíso (*M. azedarch*) a una concentración de 300 ppm.

T10= Extracto alcohólico de hojas de paraíso (*M. azedarch*) a una concentración de 50 ppm

T11= Extracto alcohólico de hojas de paraíso (*M. azedarach*) a una concentración de 150 ppm.

T12= Extracto alcohólico de hojas de paraíso (*M. azedarach*) a una concentración de 300 ppm.

T 0= Blanco (agua), testigo absoluto.

Selección de muestra:

Universo:

-Árboles de anona (*A. squamosa*) y de paraíso (*M. azedarach*) de la Hacienda Rancho los 7 Agroinc. Solhernan. Departamento de la Paz, San Luis Talpa, 10 árboles de anona (*A. squamosa*) y 17 árboles de paraíso (*M. azedarach*).

-Granos de maíz (*Zea mays*) de la zona de San Luis Talpa, Departamento de la Paz.

-Gorgojos de maíz (*S. zeamais* Motschulsky) de la zona de San Luis Talpa, Departamento de la Paz y de la zona de San Andrés.

Muestra:

-Porción de hojas de todos los árboles de anona (*A. squamosa*) y de paraíso (*M. azedarach*) recolectadas en la Hacienda Rancho los 7 Agroinc. Solhernan. Departamento de la Paz, San Luis Talpa

-Porción de granos de maíz (*Z. mays*) recolectados en la zona de San Luis Talpa, Departamento de la Paz.

-Población de gorgojos de maíz (*S. zea mais* Motschulsky) de la zona de San Luis Talpa, Departamento de la Paz y de la zona de San Andres.

Recolección de las muestras ⁽²⁰⁾ (18)

La recolección de las hojas de las plantas que se utilizan para este trabajo se llevo a cabo de la siguiente manera:

Se procuró recolectarlas en las horas frescas del día, antes de la etapa de floración, cortando solamente la cantidad de material vegetal suficiente en especial las hojas de edad media a mayor (ya que son las que poseen el ingrediente activo más desarrollado), a manera que las plantas queden con el suficiente follaje para que pueda subsistir, utilizando para este fin todos los árboles presentes en el lugar, ya que es un número pequeño de las especies vegetales existentes de las que se tomarán las muestras.

En cuanto a la recolección de las porciones de maíz (*Z. mayz*) se hizo en ciertas haciendas de la zona de San Luis Talpa, Departamento de la Paz, estas se hicieron completamente al azar tomando cantidades que sean permitidas por los propietarios del grano básico.

La recolección del gorgojo de maíz (*S. zeamais* Motschulsky), esta se realizó en ciertas haciendas de la zona de San Luis Talpa, Departamento de la Paz

que son productoras de maíz y que tengan grano infestado por esta plaga, extrayendo la cantidad permitida por los propietarios.

Variables evaluadas:

Número de gorgojos vivos

Esta variable se utiliza con el fin de conocer el grado de protección que brindan los extractos botánicos al grano de maíz (*Z. mays*) almacenado.

Porcentaje de grano de maíz (*Z. mays*) dañado por el insecto plaga.

Esta variable se utiliza con el fin de conocer el grado de protección que brindan los extractos botánicos al grano de maíz (*Z. mays*) almacenado.

4.3 Parte experimental.

4.3.1. Preparación de los extractos botánicos.

Secado.

Luego de la recolección del material vegetal, se procedió al secado, esto se realizó extendiendo en un lugar seco y a la sombra el material vegetal, se dejó hasta que se obtenga un secado completo, posterior al secado al aire libre y a la sombra se procedió a introducir el material vegetal seco completamente en una bolsa de papel con agujeros para someterlas a la estufa a una temperatura de 40 °C durante un día. ⁽²⁰⁾

Fraccionado.

Después de sacar el material vegetal de la estufa, se fraccionó en partes de menor tamaño utilizando ya sea una tijera o estrujándolo dentro de una bolsa de polietileno, para que sea más fácil, la molienda.⁽²⁰⁾

Molienda.

Esta consiste en hacer pasar la materia vegetal ya fraccionado por un molino foliar en este caso eléctrico el cual debe tener un tamiz número 40, del cual se obtiene un producto de consistencia harinosa el cual se recibe en un frasco de vidrio y almacenar bien tapado.⁽²⁰⁾

Obtención del Extracto.

Se pesó en balanza analítica de 100 – 200 g. de la harina obtenida de la molienda del material vegetal, se pasó la cantidad ya pesada a un balón de capacidad suficiente que contuvo la cantidad adecuada de solvente para cubrir la harina de material vegetal pesado. Luego el balón se adaptó a un sistema de reflujo y se dejó reflujar hasta obtener un sustancia de consistencia con una viscosidad adecuada, esta sustancia viscosa se pasó a un erlenmeyer previamente tarado el cual se colocó en un baño maría para poder concentrar de una mejor manera el extracto obtenido.⁽²⁰⁾

4.3.2 Preparación de la solución madre:

Posteriormente de obtener los extractos ya concentrados se procede a llevar a cabo la preparación de los plaguicidas a las concentraciones requeridas, para lo cual primero se hará una solución de madre de 1000 mg/L.

Como primer paso en una balanza analítica se pesó 1 g del extracto concentrado en un beaker de 100 mL bien seco, luego se disolvió con aproximadamente 80 mL del solvente utilizado, una vez ya disuelto se pasó a un balón de 1000 mL, lavando tantas veces como fue posible el beaker con el solvente utilizado, y se agregaron estos lavados al balón de 1000 mL y como último paso se llevó a volumen con el solvente utilizado.*

4.3.3 Preparación de los extractos botánicos a las concentraciones elegidas.

Preparación de un extracto botánico a una concentración de 50 ppm partiendo de una solución madre de 1000 ppm.

Se tomó una alícuota de 5 mL de la solución madre para luego pasarla a un balón de 100 mL y luego se lleva a volumen con el solvente utilizado para la solución madre.*

* Vivar de Figueroa, M. E., 2003. Preparación de soluciones a diferentes concentraciones, San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador (entrevista)

Preparación de un extracto botánico a una concentración de 150 ppm partiendo de una solución madre de 1000 ppm.

Se tomó una alícuota de 15 mL de la solución madre y luego se pasó a un balón de 100 mL, llevando a volumen con el solvente utilizado para la solución madre.*

Preparación de un extracto botánico a una concentración de 300 ppm partiendo de una solución madre de 1000 ppm.

Se tomó una alícuota de 30 mL de la solución madre y luego se pasó a un balón de 100 mL, llevando a volumen con el solvente utilizado para la solución madre.

Posteriormente de realizados los extractos botánicos a las concentraciones requeridas se pasaron a un depósito que tenga un atomizador para poder realizar las aplicaciones de una mejor manera.*

* Vivar de Figueroa, M. E., 2003. Preparación de soluciones a diferentes concentraciones, San salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador (entrevista)

4.3.4 Evaluación de extractos botánicos

4.3.4.1 Prueba de Protección al Grano de Maíz Almacenado

Se evaluó el grado de protección que los extractos botánicos realizados le dan al grano de maíz (*Z. mays*) almacenado para lo cual las muestras, como ya se mencionó con anterioridad, serán tomadas al azar de la forma ya mencionada.

Se tomó una cantidad exactamente contada de granos de maíz sanos sin ningún defecto y se colocaron en una bolsa de plástico la cual se rotuló con los tratamientos utilizados.

Luego a los granos de maíz se les aplicó el tratamiento a evaluar por medio de un aplicador que tenga un atomizador para lograr una mejor aplicación, el grano dentro de la bolsa ya tratado se agitó con la finalidad de que cada unidad de estos quede en contacto con el extracto botánico, luego se eliminó el exceso de extracto por simple decantación, ya que en el caso de los extractos acuosos, se les transfirió humedad al grano seco y causó así otros inconvenientes, no siendo el caso de los extractos alcohólicos, los tratamientos acuosos fueron sometidos a temperaturas de 36 °C por cinco horas con el objeto de eliminar el agua o humedad y los tratamientos alcohólicos se dejaron a temperatura ambiente durante una tarde para eliminar el alcohol.

Posteriormente los granos ya tratados son colocaron en recipientes de aluminio, procediendo luego a la infestación, colocando para este fin, 10 gorgojos de

maíz y rápidamente los recipientes se cubrieron con papel aluminio y se sellaron con cinta adhesiva.

Luego se rotularon con la cantidad de maíz, gorgojos y el tratamiento aplicado.

Se almacenaron durante un mes en condiciones ambientales normales.

Al final del periodo determinado se realizarán las observaciones como lo son:

- El número de gorgojos vivos
- Porcentaje de grano dañado

Seguidamente se volvió a tapar y sellar los recipientes como la vez anterior y se procedió a realizar las lecturas cada mes durante dos meses más y se seguirá el mismo procedimiento que en la primera lectura.

Este procedimiento se realizó para los 13 tratamientos con que se trabajó durante la investigación.

4.3.4.2 Prueba de aplicación directa.

Esta prueba consistió en cortar de en un tamaño adecuado papel filtro, para que se puedan adaptar perfectamente tanto a la base así como también a la tapa de la caja de petri. Estos círculos de papel se humedecieron con los tratamientos utilizados en el trabajo de investigación y se colocaron en las cajas de petri y luego se colocó una cantidad determinada de gorgojos (10 gorgojos) y finalmente se tapó y selló con cinta adhesiva

Las observaciones 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 después de cada observación, las cajas se volvieron a sellar con la cinta adhesiva. ⁽¹⁹⁾

Los parámetros a observados fueron:

- El número de gorgojos vivos
- Porcentaje de grano dañado

4.3.4.3 Prueba de preferencia

Determinar La capacidad de cada uno de los compartimientos del (aparato en uso) , luego se procedió identificar cada uno de los compartimientos, con su respectivo tratamiento , se colocó una cantidad previamente determinada de granos en una bolsa de polietileno, mediante un atomizador rociar los granos con los extractos a utilizar, se mezcló de tal manera que todos los granos quedarán en contacto con el líquido, se eliminó el exceso de extracto mediante decantación por gravedad, se colocaron los granos tratados en los compartimientos respectivos, en la cámara central colocar 50 gorgojos vivos , tapar y sellar herméticamente el compartimiento, se almaceno durante 24 hrs.

Y se realizaron las observaciones pertinentes.

Parámetros a observar:

- Número de gorgojos en cada compartimiento.*

*Menjivar Rosa, R, 2003. Métodos para proteger los granos almacenados, Universidad de El Salvador, San Salvador, E.S. (entrevista)

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

5.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Elaboración de extractos.

Todas las etapas se realizaron en los laboratorios de Química Agrícola del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) y en los laboratorios de la facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

Uno de los problemas fue el de encontrar una fuente de calor adecuada ya que las primeras proporcionadas por el CENTA no aportaron la suficiente cantidad de calor para llevar a cabo un reflujo constante de todo el material que contenían los balones, por lo que se utilizaron resistencias que aportaban un calor excesivo debido a esto se tuvo el cuidado de no dejar la fuente de calor por mucho tiempo en contacto con el material en reflujo.

El extracto acuoso de anona fue el que presentó más problemas con el calentamiento excesivo ya que hubo la formación de espuma la cual se expandía y al retirar la fuente de calor bajaba por lo cual se tuvo que estar muy pendiente a la hora del calentamiento, retirando la fuente de calor cuando fuera necesario.

5.1 Prueba de protección al grano de maíz almacenado.

Al aplicar los extractos acuosos al grano de maíz y luego almacenarlo en los microsilos, resultó muy perjudicial para los granos, debido a que se les aumentó la humedad al no evaporar el agua del extracto.

Por el otro lado, los extractos alcohólicos al ser aplicados de igual forma que los acuosos presentó un 100% de mortalidad, lo cual fue comprobado con un blanco de alcohol, dando resultados exactamente igual, lo cual nos condujo a la conclusión de que el efecto lo ejercía el solvente y no precisamente el extracto.

Por este motivo la prueba tuvo que ser repetida y el método utilizado es el que se describe anteriormente en el 4.3.4.1, utilizando la estufa para eliminar la humedad de los granos y evitar así la aparición de hongos .

Con los extractos alcohólicos, se dejó el grano tratado con el extracto al aire libre para que se evaporara el alcohol y así no obtener resultados falsos, únicamente la acción del extracto vegetal en estudio.

Los resultados obtenidos en esta prueba se muestran en los cuadros y gráficos que a continuación se presentan

Cuadro 3. Número de gorgojos de maíz (*S. zeamais M.*) vivos en los microsilos, con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones durante el primer mes de prueba

Tx / Repetición	I	II	III	MEDIA
T1	14.0	18.0	21.0	17.666
T2	16.0	11.0	13.0	13.333
T3	16.0	22.0	14.0	17.333
T4	8.0	7.0	8.0	7.666
T5	8.0	8.0	7.0	7.666
T6	7.0	7.0	8.0	7.333
T7	7.0	5.0	8.0	6.666
T8	7.0	6.0	8.0	7.0
T9	7.0	8.0	4.0	6.666
T10	6.0	6.0	8.0	6.666
T11	6.0	7.0	8.0	7.0
T12	8.0	7.0	7.0	7.333
T0	12.0	12.0	11.0	11.666

T1= Ext. acuoso de anona de 50 ppm
 T2= Ext. acuoso de anona de 150 ppm
 T3= Ext. acuoso de anona de 300 ppm
 T4= Ext. alcohólico de anona de 50 ppm
 T5= Ext. alcohólico de anona de 150 ppm
 T6= Ext. alcohólico de anona de 300 ppm
 T7= Ext. acuoso de paraíso de 50 ppm
 T8= Ext. acuoso de paraíso de 150 ppm
 T9= Ext. acuoso de paraíso de 300 ppm
 T10= Ext. alcohólico de paraíso de 50 ppm
 T11= Ext. alcohólico de paraíso de 150 ppm
 T12= Ext. alcohólico de paraíso de 300 ppm
 T0= Blanco

Cuadro 4. Número de gorgojos de maíz (*S. zeamais M.*) vivos en los microsilos, con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones durante el segundo mes de prueba

Tx / Repetición	I	II	III	MEDIA
T1	95.0	120.0	170.0	95.0
T2	110.0	115.0	111.0	112.0
T3	125.0	140.0	130.0	131.666
T4	13.0	11.0	13.0	12.333
T5	12.0	12.0	11.0	11.666
T6	11.0	10.0	11.0	10.666
T7	10.0	6.0	10.0	8.666
T8	9.0	10.0	10.0	9.666
T9	9.0	10.0	6.0	8.333
T10	8.0	9.0	10.0	9.0
T11	7.0	10.0	9.0	8.666
T12	9.0	10.0	8.0	9.0
T0	50.0	39.0	45.0	44.666

T1= Ext. acuoso de anona de 50 ppm
 T2= Ext. acuoso de anona de 150 ppm
 T3= Ext. acuoso de anona de 300 ppm
 T4= Ext. alcohólico de anona de 50 ppm
 T5= Ext. alcohólico de anona de 150 ppm
 T6= Ext. alcohólico de anona de 300 ppm
 T7= Ext. acuoso de paraíso de 50 ppm
 T8= Ext. acuoso de paraíso de 150 ppm
 T9= Ext. acuoso de paraíso de 300 ppm
 T10= Ext. alcohólico de paraíso de 50 ppm
 T11= Ext. alcohólico de paraíso de 150 ppm
 T12= Ext. alcohólico de paraíso de 300 ppm
 T0= Blanco

Cuadro 5. Número de gorgojos de maíz (*S. zeamais* M.) vivos en los microsilos, con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones durante el tercer mes de prueba

Tx / Repetición	I	II	III	MEDIA
T1	161.0	171.0	185.0	122.333
T2	160.0	159.0	152.0	120.333
T3	149.0	152.0	153.0	121.333
T4	14.0	12.0	15.0	13.666
T5	14.0	15.0	14.0	14.333
T6	14.0	12.0	14.0	13.333
T7	12.0	11.0	12.0	11.666
T8	11.0	13.0	13.0	12.333
T9	11.0	9.0	13.0	11.0
T10	14.0	9.0	11.0	11.333
T11	10.0	11.0	11.0	10.666
T12	12.0	10.0	11.0	11.0
T0	135.0	167.0	169.0	127.0

T1= Ext. acuoso de anona de 50 ppm
 T2= Ext. acuoso de anona de 150 ppm
 T3= Ext. acuoso de anona de 300 ppm
 T4= Ext. alcohólico de anona de 50 ppm
 T5= Ext. alcohólico de anona de 150 ppm
 T6= Ext. alcohólico de anona de 300 ppm
 T7= Ext. acuoso de paraíso de 50 ppm
 T8= Ext. acuoso de paraíso de 150 ppm
 T9= Ext. acuoso de paraíso de 300 ppm
 T10= Ext. alcohólico de paraíso de 50 ppm
 T11= Ext. alcohólico de paraíso de 150 ppm
 T12= Ext. alcohólico de paraíso de 300 ppm
 T0= Blanco

Cuadro 6. Porcentaje de grano de maíz (*Z. mays*) dañado en los microsilos, con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones durante el primer mes de prueba.

Tx / Repetición	I	II	III	MEDIA
T1	6.0	5.5	4.0	5.166
T2	7.5	6.0	4.0	5.833
T3	7.0	6.0	5.0	6.0
T4	1.5	1.5	1.0	1.335
T5	1.5	2.0	1.5	1.665
T6	1.0	1.0	1.0	1.0
T7	2.0	1.0	2.0	1.666
T8	2.5	1.5	1.0	1.666
T9	1.0	1.0	0.5	0.833
T10	1.5	2.5	2.5	2.165
T11	1.5	2.0	1.5	1.665
T12	0.5	1.0	1.0	0.83
T0	5.5	5.0	7.5	6.0

T1= Ext. acuoso de anona de 50 ppm
 T2= Ext. acuoso de anona de 150 ppm
 T3= Ext. acuoso de anona de 300 ppm
 T4= Ext. alcohólico de anona de 50 ppm
 T5= Ext. alcohólico de anona de 150 ppm
 T6= Ext. alcohólico de anona de 300 ppm
 T7= Ext. acuoso de paraíso de 50 ppm
 T8= Ext. acuoso de paraíso de 150 ppm
 T9= Ext. acuoso de paraíso de 300 ppm
 T10= Ext. alcohólico de paraíso de 50 ppm
 T11= Ext. alcohólico de paraíso de 150 ppm
 T12= Ext. alcohólico de paraíso de 300 ppm
 T0= Blanco

Cuadro 7 Porcentaje de grano de maíz (*Z. mays*) dañado en los microsilos, con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones durante el segundo mes de prueba.

Tx / Repetición	I	II	III	MEDIA
T1	40.0	50.5	62.5	51.0
T2	51.0	40	45.5	45.5
T3	54.0	48.5	45.0	49.166
T4	3.0	2.5	3.0	2.833
T5	2.5	2.0	3.0	2.5
T6	2.5	3.0	2.5	2.666
T7	3.0	3.0	2.5	2.833
T8	3.0	2.0	2.5	2.5
T9	1.5	2.5	1.5	1.833
T10	5.0	4.0	4.0	4.333
T11	3.0	2.5	4.0	3.166
T12	3.0	2.0	3.0	2.666
T0	49.5	45.0	55.0	49.833

T1= Ext. acuoso de anona de 50 ppm

T2= Ext. acuoso de anona de 150 ppm

T3= Ext. acuoso de anona de 300 ppm

T4= Ext. alcohólico de anona de 50 ppm

T5= Ext. alcohólico de anona de 150 ppm

T6= Ext. alcohólico de anona de 300 ppm

T7= Ext. acuoso de paraíso de 50 ppm

T8= Ext. acuoso de paraíso de 150 ppm

T9= Ext. acuoso de paraíso de 300 ppm

T10= Ext. alcohólico de paraíso de 50 ppm

T11= Ext. alcohólico de paraíso de 150 ppm

T12= Ext. alcohólico de paraíso de 300 ppm

T0= Blanco

Cuadro 8 Porcentaje de grano de maíz (*Z. mays*) dañado en los microsilos, con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones. durante el tercer mes de prueba

Tx / Repetición	I	II	III	MEDIA
T1	63.0	77.0	71.0	67.0
T2	71.0	73.0	65.0	69.666
T3	70.0	66.0	71.0	69.0
T4	4.0	4.0	4.0	4.0
T5	3.5	3.0	3.5	3.333
T6	4.0	5.0	4.0	4.333
T7	40.0	43.0	45.0	42.666
T8	44.0	42.5	39.5	42.0
T9	39.0	42.5	41.5	41.0
T10	3.0	5.0	5.0	4.333
T11	4.0	3.0	4.0	3.666
T12	4.0	2.0	5.0	3.666
T0	64.0	70.0	72.0	68.666

T1= Ext. acuoso de anona de 50 ppm
 T2= Ext. acuoso de anona de 150 ppm
 T3= Ext. acuoso de anona de 300 ppm
 T4= Ext. alcohólico de anona de 50 ppm
 T5= Ext. alcohólico de anona de 150 ppm
 T6= Ext. alcohólico de anona de 300 ppm
 T7= Ext. acuoso de paraíso de 50 ppm
 T8= Ext. acuoso de paraíso de 150 ppm
 T9= Ext. acuoso de paraíso de 300 ppm
 T10= Ext. alcohólico de paraíso de 50 ppm
 T11= Ext. alcohólico de paraíso de 150 ppm
 T12= Ext. alcohólico de paraíso de 300 ppm
 T0= Blanco

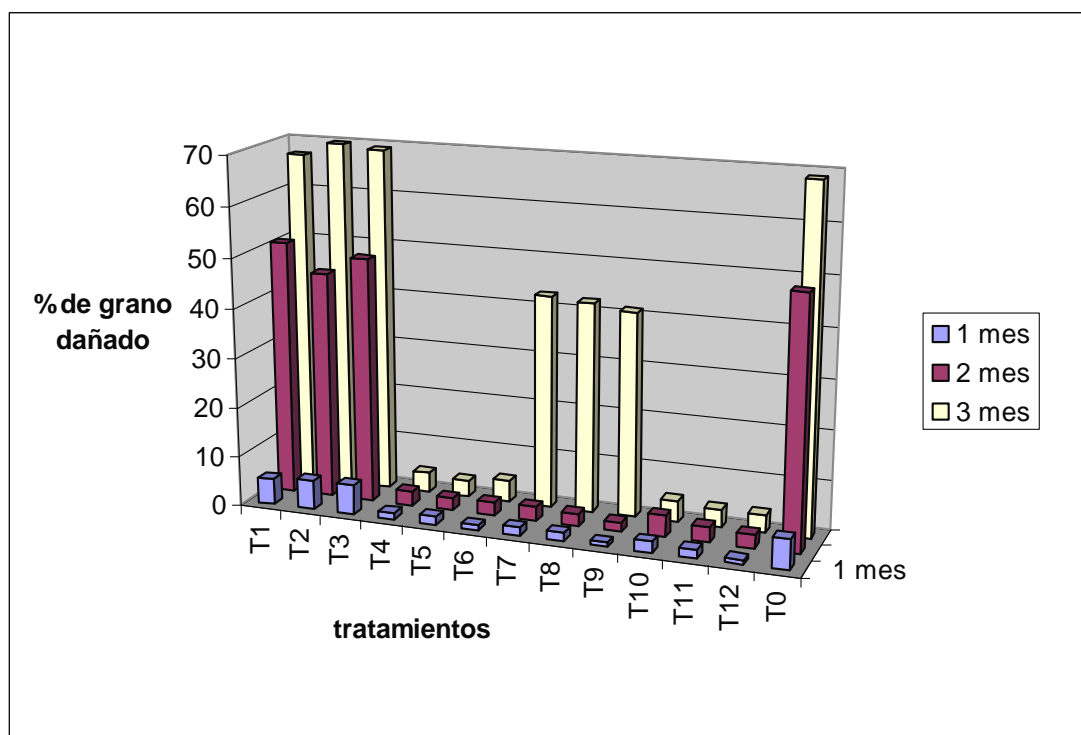


Fig 1. Porcentaje de granos dañados durante la prueba de protección al grano, con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones

- T1= Ext. acuoso de anona de 50 ppm
- T2= Ext. acuoso de anona de 150 ppm
- T3= Ext. acuoso de anona de 300 ppm
- T4= Ext. alcohólico de anona de 50 ppm
- T5= Ext. alcohólico de anona de 150 ppm
- T6= Ext. alcohólico de anona de 300 ppm
- T7= Ext. acuoso de paraíso de 50 ppm
- T8= Ext. acuoso de paraíso de 150 ppm
- T9= Ext. acuoso de paraíso de 300 ppm
- T10= Ext. alcohólico de paraíso de 50 ppm
- T11= Ext. alcohólico de paraíso de 150 ppm
- T12= Ext. alcohólico de paraíso de 300 ppm
- T0= Blanco

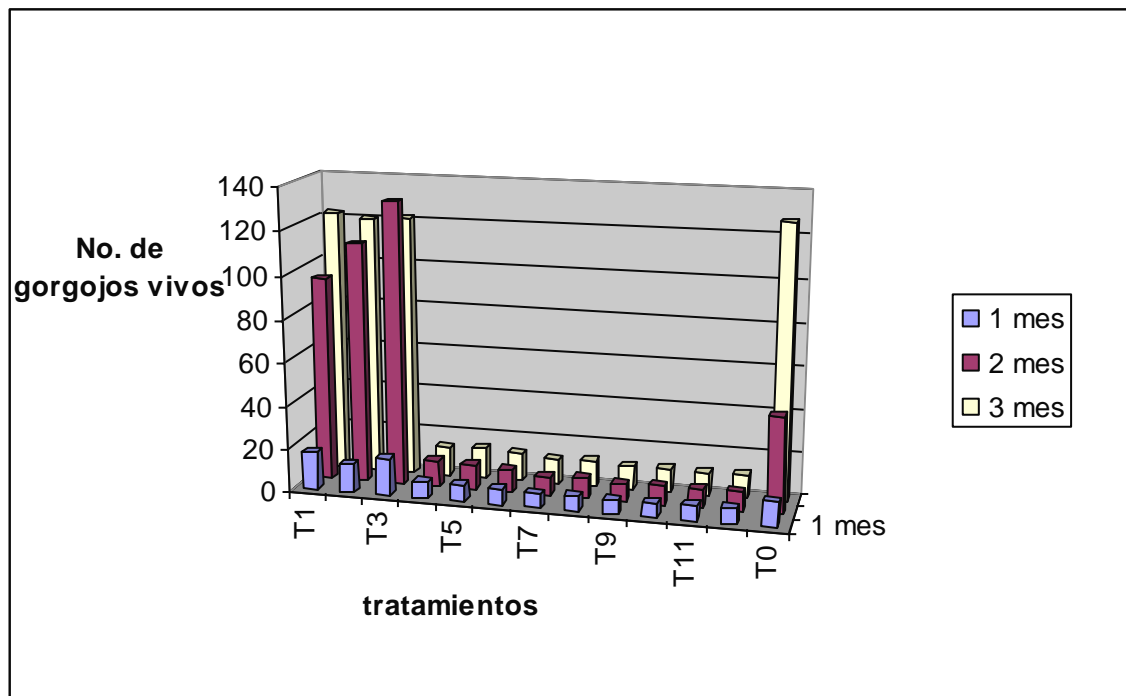


Fig. 2 Número de gorgojos vivos durante la prueba de protección al grano, con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones

- T1= Ext. acuoso de anona de 50 ppm
- T2= Ext. acuoso de anona de 150 ppm
- T3= Ext. acuoso de anona de 300 ppm
- T4= Ext. alcohólico de anona de 50 ppm
- T5= Ext. alcohólico de anona de 150 ppm
- T6= Ext. alcohólico de anona de 300 ppm
- T7= Ext. acuoso de paraíso de 50 ppm
- T8= Ext. acuoso de paraíso de 150 ppm
- T9= Ext. acuoso de paraíso de 300 ppm
- T10= Ext. alcohólico de paraíso de 50 ppm
- T11= Ext. alcohólico de paraíso de 150 ppm
- T12= Ext. alcohólico de paraíso de 300 ppm
- T0= Blanco

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

Ya que al realizar el análisis de varianza de los resultados originales, estos presentaban un Coeficiente de Variación (C.V.) superior de 40% lo cual hace que estos datos no se han representativos de la serie ().

Luego de aplicarles la formula antes mencionada a los resultados de las pruebas el Coeficiente de Variación (C.V.) obtenido se encuentra dentro de los rangos aceptables (0%-30%) () como se muestran en los cuadros 7, 8, 9, 10, 11, 12, obteniendo así datos representativos de la serie.

Cuadro 9. Resultados del análisis de varianza del porcentaje del grano dañado en el primer mes de la prueba de protección al grano de maíz almacenado

FV	GL	SC	CM	F	P>F	CV
Tratamientos	12	11.371414	0.947618	25.0645	0.00	11.2917%
Error	26	0.982986	0.037807			
GL	38	12.354401				

Cuadro10. Resultados del análisis de varianza del porcentaje del grano dañado en el segundo mes de la prueba de protección al grano de maíz almacenado

FV	GL	SC	CM	F	P>F	CV
Tratamientos	12	226.023743	18.835312	205.8480	0.000	8.8697
Error	26	2.379028	0.091501			
GL	38	228.402771				

Cuadro11. Resultados del análisis de varianza del porcentaje del grano dañado en le tercer mes de la prueba de protección al grano de maíz almacenado

FV	GL	SC	CM	F	P>F	CV
Tratamientos	12	310.993591	25.916132	404.4200	0.000	5.0062%
Error	26	1.666138	0.064082			
GL	38	312.659729				

Cuadro 12. Resultados del análisis de varianza del número de gorgojos vivos en el primer mes de la prueba de protección al grano de maíz almacenado

FV	GL	SC	CM	F	P>F	CV
Tratamientos	12	12.775482	1.064623	14.7134	0.000	8.6650%
Error	26	1.881287	0.072357			
GL	38	14.656769				

Cuadro 13. Resultados del análisis de varianza del número de gorgojos vivos en el segundo mes de la prueba de protección al grano de maíz almacenado

FV	GL	SC	CM	F	P>F	CV
Tratamientos	12	433.406250	36.117188	133.5696	0.000	9.8223%
Error	26	7.030396	0.270400			
GL	38	440.436646				

Cuadro 14. Resultados del análisis de varianza del número de gorgojos vivos en le tercer mes de la prueba de protección al grano de maíz almacenado

FV	GL	SC	CM	F	P>F	CV
Tratamientos	12	686.505371	57.208782	609.7995	0.000	4.8220%
Error	26	2.439209	0.093816			
GL	38	688.944580				

Posteriormente, se realizó la comparación de medias utilizando la Diferencia Mínima Significativa (DMS) a un nivel de significancia de 0.05. ⁽²¹⁾

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

Cuadro 15. Comparación de medias del porcentaje de granos dañados obtenidas durante la prueba de protección del grano almacenado

TRATAMIENTO	RESULTADOS		
	I mes	II mes	III mes
T1	2.4068 A	7.1476A	8.4093 A
T2	2.4997 A	6.7742 A	8.3741 A
T3	2.5443 A	7.0426 A	8.5157 A
T4	1.351 BC	1.8246 BC	2.1213 C
T5	1.4698 BC	1.728 BC	2.0378 C
T6	1.2247 C	1.7783 BC	2.1959 C
T7	1.4623 BC	1.8246 BC	6.5683 B
T8	1.457 BC	1.728 BC	6.5146 B
T9	1.1498 C	1.5202 C	6.441 B
T10	1.6261 B	2.1959 B	2.1871 C
T11	1.4698 BC	1.9081 BC	2.0378 C
T12	1.1498 C	1.7742 BC	2.0159 C
T0	2.5744 A	7.0888 A	8.3741 A

T1= Ext. acuoso de anona de 50 ppm
 T2= Ext. acuoso de anona de 150 ppm
 T3= Ext. acuoso de anona de 300 ppm
 T4= Ext. alcohólico de anona de 50 ppm
 T5= Ext. alcohólico de anona de 150 ppm
 T6= Ext. alcohólico de anona de 300 ppm
 T7= Ext. acuoso de paraíso de 50 ppm
 T8= Ext. acuoso de paraíso de 150 ppm
 T9= Ext. acuoso de paraíso de 300 ppm
 T10= Ext. alcohólico de paraíso de 50 ppm
 T11= Ext. alcohólico de paraíso de 150 ppm
 T12= Ext. alcohólico de paraíso de 300 ppm
 T0= Blanco

Cuadro 16. Comparación de medias del número de gorgojos muertos
obtenidas durante la prueba de protección del grano almacenado

TRAMIENTOS	RESULTADOS		
	I Mes	II Mes	III Mes
T1	4.2486 A	11.2691 AB	13.1413 A
T2	3.7091 B	10.6061 B	12.5491 B
T3	4.2044 A	11.4932 A	12.3219 B
T4	2.8565 C	3.5799 D	3.7601 C
T5	2.8565 C	3.4874 D	3.85909 C
T6	2.7976 C	3.3409 D	3.7171 C
T7	2.6664 C	3.0101 D	3.4874 C
T8	2.7345 C	3.1877 D	3.5799 C
T9	2.5918 C	2.9574 D	3.3825 C
T10	2.6715 C	3.0794 D	3.5214 C
T11	2.7345 C	3.0204 D	3.3409 C
T12	2.7976 C	3.0794 D	3.3809 C
T0	3.4874 B	6.7122 C	12.5339 B

T1= Ext. Acuoso de anona de 50 ppm
T2= Ext. Acuoso de anona de 150 ppm
T3= Ext. Acuoso de anona de 300 ppm
T4= Ext. Alcohólico de anona de 50 ppm
T5= Ext. Alcohólico de anona de 150 ppm
T6= Ext. Alcohólico de anona de 300 ppm
T7= Ext. Acuoso de paraíso de 50 ppm
T8= Ext. Acuoso de paraíso de 150 ppm
T9= Ext. Acuoso de paraíso de 300 ppm
T10= Ext. Alcohólico de paraíso de 50 ppm
T11= Ext. Alcohólico de paraíso de 150 ppm
T12= Ext. Alcohólico de paraíso de 300 ppm
T0= Blanco

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

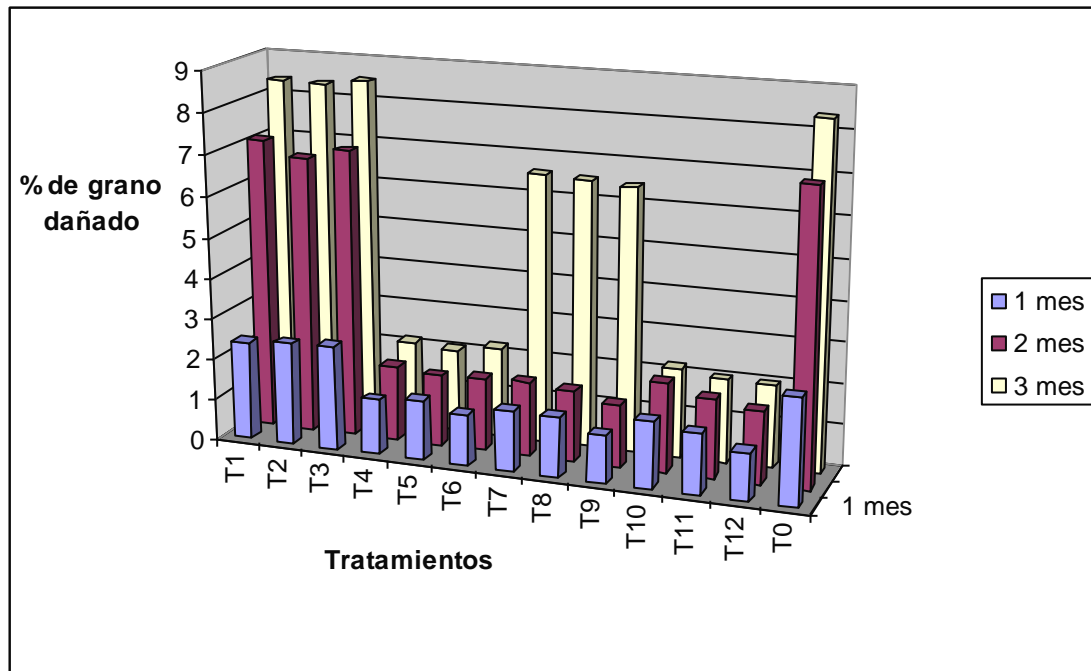


Fig. 3 Porcentaje de granos dañados durante la prueba de protección al grano, con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones, utilizando los resultados obtenidos del análisis estadístico.

- T1= Ext. Acuoso de anona de 50 ppm
- T2= Ext. Acuoso de anona de 150 ppm
- T3= Ext. Acuoso de anona de 300 ppm
- T4= Ext. Alcohólico de anona de 50 ppm
- T5= Ext. Alcohólico de anona de 150 ppm
- T6= Ext. Alcohólico de anona de 300 ppm
- T7= Ext. Acuoso de paraíso de 50 ppm
- T8= Ext. Acuoso de paraíso de 150 ppm
- T9= Ext. Acuoso de paraíso de 300 ppm
- T10= Ext. Alcohólico de paraíso de 50 ppm
- T11= Ext. Alcohólico de paraíso de 150 ppm
- T12= Ext. Alcohólico de paraíso de 300 ppm
- T0= Blanco

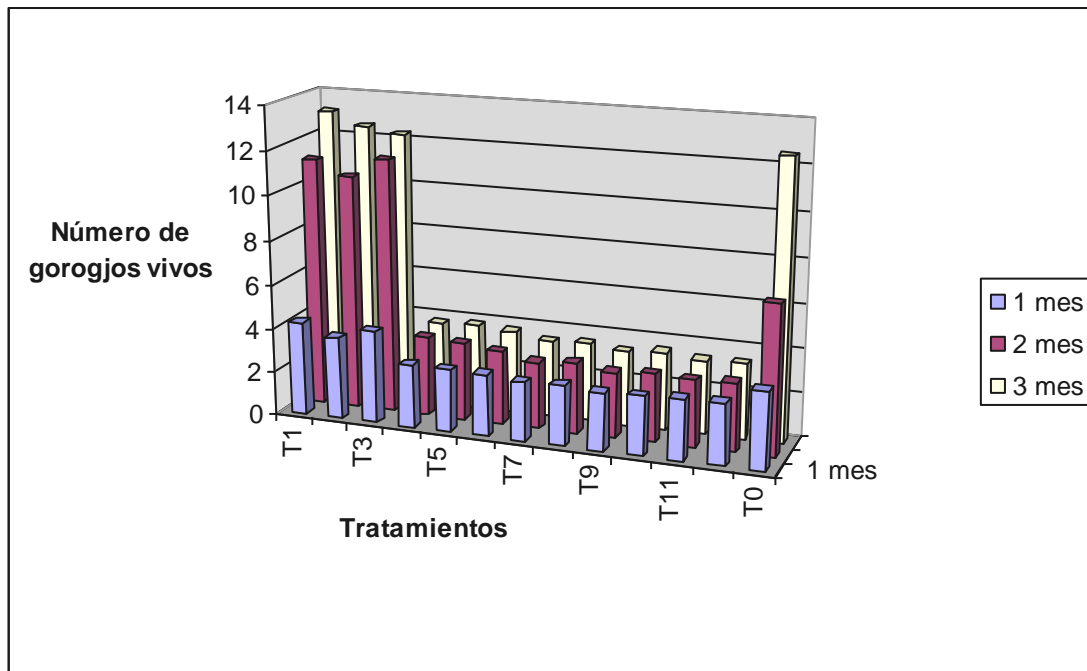


Fig. 4 Número de gorgojos vivos durante la prueba de protección al grano, con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones, utilizando los resultados obtenidos del análisis estadístico.

- T1= Ext. Acuoso de anona de 50 ppm
- T2= Ext. Acuoso de anona de 150 ppm
- T3= Ext. Acuoso de anona de 300 ppm
- T4= Ext. Alcohólico de anona de 50 ppm
- T5= Ext. Alcohólico de anona de 150 ppm
- T6= Ext. Alcohólico de anona de 300 ppm
- T7= Ext. Acuoso de paraíso de 50 ppm
- T8= Ext. Acuoso de paraíso de 150 ppm
- T9= Ext. Acuoso de paraíso de 300 ppm
- T10= Ext. Alcohólico de paraíso de 50 ppm
- T11= Ext. Alcohólico de paraíso de 150 ppm
- T12= Ext. Alcohólico de paraíso de 300 ppm
- T0= Blanco

De los resultados mostrados con anterioridad se determinaron dos aspectos importantes como lo son:

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

Con respecto al primer aspecto, la protección que le brinda los extractos al grano de maíz almacenado, de lo cual podemos interpretarlo como efecto disuasivo alimentario que causa sobre el insecto en estudio.

Los tratamientos que tuvieron el mejor desempeño o acción durante el primer mes de prueba fueron T_6 , T_{12} , T_9 , los cuales se comportan similares entre si y diferente estadísticamente a los demás tratamientos, ya que presentan las medias más bajas en cuanto al porcentaje de granos dañados (Fig. 3), teniendo así la mejor acción disuasiva alimentaría.

Los tratamientos que presentan una menor acción son los T_1 , T_2 , T_3 , comportándose estadísticamente igual al blanco.

Al evaluar los extractos a los dos meses posteriores a su aplicación, muestran que el tratamiento más efectivo es el T_9 , teniendo la media más baja de granos dañados aunque un poco mayor que el primer mes. (Fig. 3)

Los tratamientos menos efectivos en el segundo mes de prueba son T_1 , T_2 , T_3 , los cuales se comportaron estadísticamente igual que el blanco. (Fig. 3)

Durante el tercer mes de observaciones los tratamientos que estadísticamente tuvieron un mejor comportamiento fueron T_5 , T_{11} , T_{12} , además presentan una menor diferencia entre sus medias durante los periodos de observaciones

(Fig. 3)

En el tercer mes, se observó indicios de la formación de hongos o mohos en los granos almacenados; lo cual se pudo deber a que cada mes los recipientes (microsilos) que contenían al 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 la cual se acumuló y facilitó el crecimiento de hongos durante el tercer mes.

También se pudo observar que durante este último mes de prueba se dio una disminución en la acción de las soluciones de los extractos, lo cual se observó en que sus medias se incrementaron. (Fig. 3)

El mejor tratamiento de todos los antes mencionados fue el T_{12} , debido a que aunque estadísticamente fue igual que otros o numéricamente menor que otros, al final del periodo de prueba fue el que mantuvo una mayor cercanía entre sus medias a lo largo de las observaciones realizadas. (Fig. 3)

En el desarrollo de esta prueba los más bajos resultados fueron los obtenidos con los tratamientos acuosos de anona con las tres concentraciones estudiadas, siendo igual estadísticamente al blanco en todos los tiempos en

que se realizaron las observaciones. Esto probablemente se debió, a la pérdida de los componentes volátiles, debido al calentamiento durante la realización de los extractos.

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

Este control de la población esta relacionado con la acción disuasiva alimentaria ya que a menor número de gorgojos vivos de maíz hay un menor número de grano dañado, pero también pueden haber otros factores que influyen en este caso como por ejemplo que los gorgojos no puedan reproducirse, o que les destruya la cutícula (capa cerosa que los protege del medio), también podrían inhibir la oviposición.

En esta prueba los tratamientos que en cada mes de observación se comportaron estadísticamente diferentes a los demás y que tienen los peores resultados son los T_1 , T_2 , T_3 , ya que presentan medias estadísticamente iguales entre si e iguales o superiores al blanco, por lo que no cumplen o no presentan esta acción. (Fig. 4)

Los demás tratamientos presentan una acción estadísticamente igual en todos los tiempos de observación. (Fig. 4)

Este último resultado no era lo esperado ya que según bibliografía la anona es un buen insecticida ⁽²³⁾, también se esperaba un mejor resultado de todos los

demás tratamientos, pero pueden haber factores que influyeron en la obtención de estos resultados, así como:

La utilización de fuentes de calor demasiado fuerte al momento de realizar el reflujo, lo cual pudo ocasionar que la poca cantidad de principio activo que estaba contenido en las hojas, se volatilizará un poco o todo, de ser el caso de que solo se volatilizara un poco, el resto está demasiado diluido como para ejercer la acción en estudio.

5.2 PRUEBA DE PREFERANCIA.

Esta prueba fue realizada con el objetivo de determinar el posible efecto de repelencia que pudieran poseer las soluciones a las diferentes concentraciones de los extractos botánicos durante el periodo 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 los días 8 y 9 de Septiembre.

Luego de realizar todos los procedimientos correspondientes a esta prueba (Pág. 65), los resultados de esta prueba son los que se presentan a continuación:

Cuadro 17 Número de gorgojos de maíz (*S. Zeamais M.*) vivos en la prueba de preferencia con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones .

Tx / Repetición	I	II	III	MEDIA
T1	16.0	11.0	11.0	12.66
T2	21.0	11.0	8.0	13.33
T3	7.0	14.0	17.0	12.66
T4	7.0	8.0	7.0	7.33
T5	6.0	5.0	6.0	5.67
T6	3.0	4.0	4.0	3.67
T7	9.0	18.0	3.0	10.0
T8	1.0	9.0	2.0	4.0
T9	5.0	9.0	12.0	8.66
T10	7.0	7.0	6.0	6.67
T11	5.0	5.0	6.0	5.33
T12	3.0	4.0	5.0	4.0
T0	11.0	4.0	18.0	11.0

T1= Ext. Acuoso de anona de 50 ppm

T2= Ext. Acuoso de anona de 150 ppm

T3= Ext. Acuoso de anona de 300 ppm

T4= Ext. Alcohólico de anona de 50 ppm

T5= Ext. Alcohólico de anona de 150 ppm

T6= Ext. Alcohólico de anona de 300 ppm

T7= Ext. Acuoso de paraíso de 50 ppm

T8= Ext. Acuoso de paraíso de 150 ppm

T9= Ext. Acuoso de paraíso de 300 ppm

T10= Ext. Alcohólico de paraíso de 50 ppm

T11= Ext. Alcohólico de paraíso de 150 ppm

T12= Ext. Alcohólico de paraíso de 300 ppm

T0= Blanco

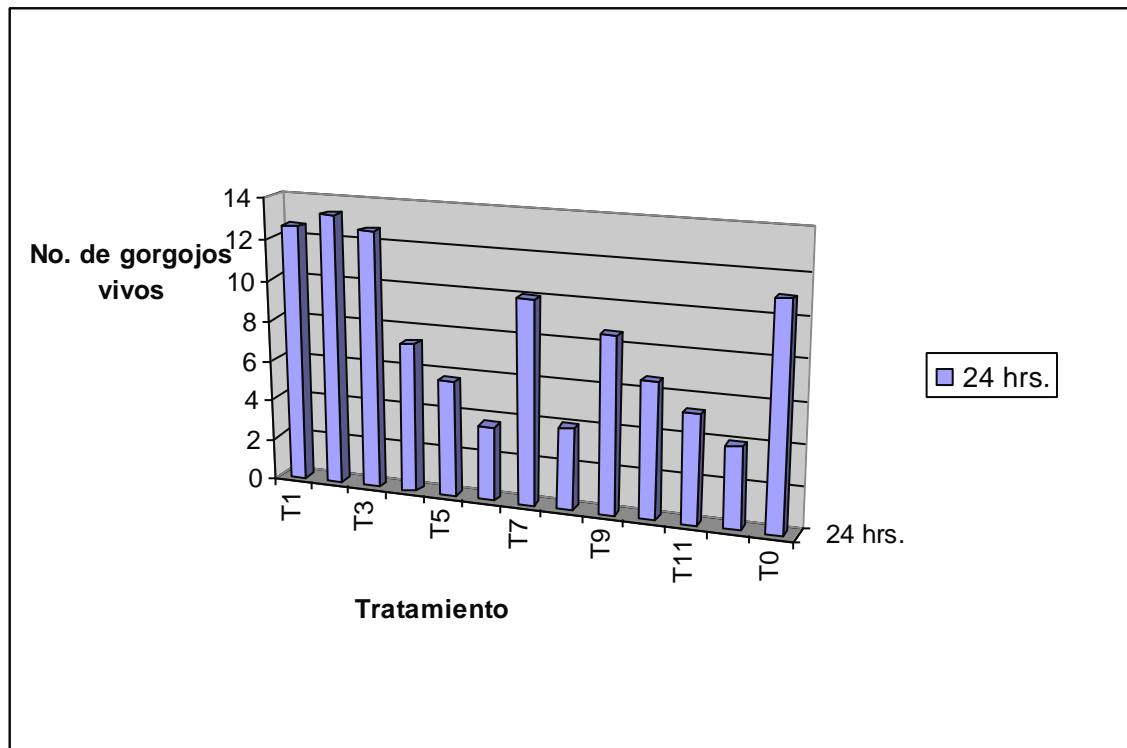


Fig 5. Prueba de preferencia en gorgojos de maíz (*S. zeamais* M.) con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones.

- T1= Ext. Acuoso de anona de 50 ppm
- T2= Ext. Acuoso de anona de 150 ppm
- T3= Ext. Acuoso de anona de 300 ppm
- T4= Ext. Alcohólico de anona de 50 ppm
- T5= Ext. Alcohólico de anona de 150 ppm
- T6= Ext. Alcohólico de anona de 300 ppm
- T7= Ext. Acuoso de paraíso de 50 ppm
- T8= Ext. Acuoso de paraíso de 150 ppm
- T9= Ext. Acuoso de paraíso de 300 ppm
- T10= Ext. Alcohólico de paraíso de 50 ppm
- T11= Ext. Alcohólico de paraíso de 150 ppm
- T12= Ext. Alcohólico de paraíso de 300 ppm
- T0= Blanco.

Los resultados obtenidos en esta prueba se les realizó 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 (ver pag. 77 y 80.) los cuadros de análisis de varianza y comparación de medias se muestran a continuación:

Cuadro 18. Resultados del análisis de varianza del número de gorgojos en la prueba de preferencia

FV	GL	SC	CM	F	P>F	CV
Tratamientos	12	12.832062	1.069338	2.4253	0.028	23.5442%
Error	26	11.463715	0.440912			
GL	38	24.295776				

Cuadro 19. Comparación de medias del número de gorgojos obtenidas durante la prueba de protección del grano almacenado

Tratamiento	Resultados	Medias
T1		3.6148 A
T2		3.6478 A
T3		3.5766 AB
T4		2.7976 ABCDE
T5		2.4814 BCDE
T6		2.0378 DE
T7		3.0847 ABCD
T8		1.9627 E
T9		2.9876 ABCDE
T10		2.6756 ABCDE
T11		2.4133 CDE
T12		2.1124 DE
T0		3.2712 ABC

Estos resultados son los que presentan una mayor variación en el comportamiento estadísticamente comparados.

Para tener una mejor comprensión de lo antes mencionado se muestra el gráfico siguiente:

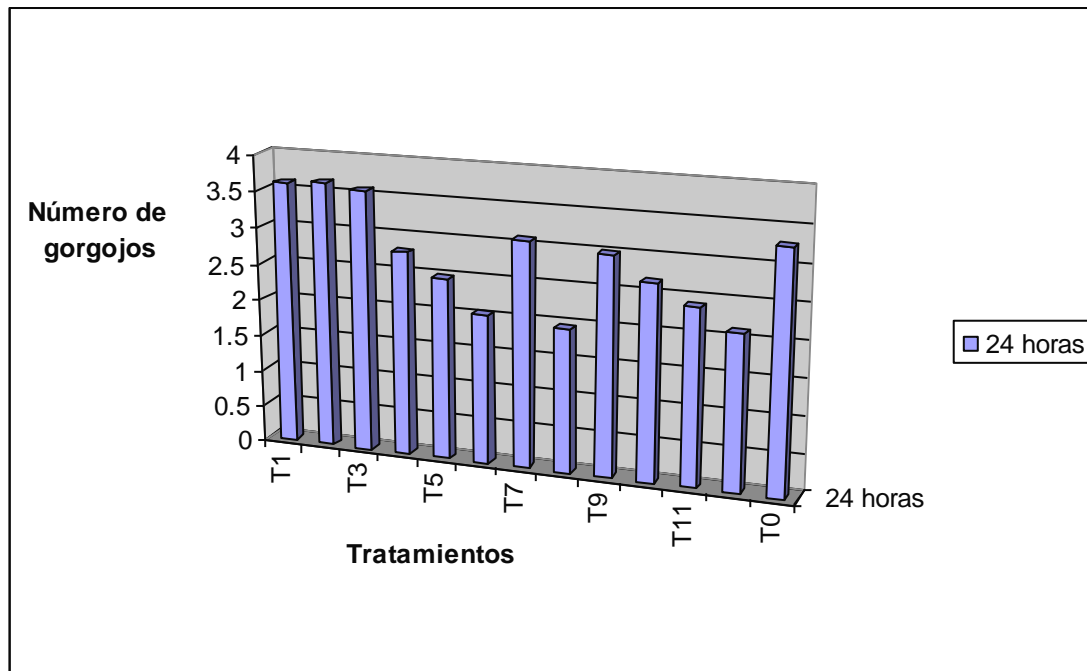


Fig. 6 Prueba de preferencia en gorgojos de maíz (*S. Zeamais*. M) con cuatro extractos vegetales a tres diferentes concentraciones, utilizando los resultados del análisis estadístico.

- T1= Ext. Acuoso de anona de 50 ppm
- T2= Ext. Acuoso de anona de 150 ppm
- T3= Ext. Acuoso de anona de 300 ppm
- T4= Ext. Alcohólico de anona de 50 ppm
- T5= Ext. Alcohólico de anona de 150 ppm
- T6= Ext. Alcohólico de anona de 300 ppm
- T7= Ext. Acuoso de paraíso de 50 ppm
- T8= Ext. Acuoso de paraíso de 150 ppm
- T9= Ext. Acuoso de paraíso de 300 ppm
- T10= Ext. Alcohólico de paraíso de 50 ppm
- T11= Ext. Alcohólico de paraíso de 150 ppm
- T12= Ext. Alcohólico de paraíso de 300 ppm
- T0= Blanco.

Del cual podemos afirmar que el tratamiento que presenta una mejor acción repelente es el T₈ y los que les siguen son T₆ y T₁₂ (Fig.6), estos dos últimos tratamientos son iguales estadísticamente, lo cual nos demuestra que el tratamiento alcohólico a 300 ppm. de anona presenta esta acción igual que el T₁₂ que es el extracto alcohólico de paraíso a 300 ppm, aunque no la acción insecticida; en cambio los tratamientos acuosos de anona presentan un efecto inferior al del blanco, lo cual nos confirma que posiblemente en la utilización de calor, en especial para el extracto acuoso de anona, hubo pérdida de principios activos.

5.3 PRUEBA DE APLICACIÓN DIRECTA.

Con esta prueba se confirmó que ningún tratamiento tiene poder insecticida, ya que en todas las observaciones no se encontró ningún insecto muerto.

En general se esperaba un mejor efecto del obtenido en las pruebas realizadas con los diferentes tratamientos en estudio, lo cual probablemente es debido a factores como la utilización de hojas de las especies botánicas en estudio ya que en la bibliografía consultada la mayoría menciona el uso de la semillas, por lo que se llega a la conclusión de que la concentración del activo en la hojas sea demasiado bajo; esto unido a que las concentraciones a las cuales se utilizaron las soluciones de los extractos también pudieron ser muy bajas, lo cual hace que los resultados no sean los esperados, en especial para las soluciones de los extractos acuosos de anona ya que los alcohólicos de anona

presentaron actividad un poco menor o igual que la acción de las soluciones de los extractos de paraíso.

Además durante el calentamiento de los extractos, se pudo provocar la pérdida total o parcial del principio activo que poseían las hojas de las especies vegetales.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES.

1. De todos los tratamientos evaluados en la prueba de protección del grano de maíz almacenado el que ejerció un mejor efecto antialimentario fué el tratamiento 12 (solución alcohólica de extracto alcohólico de paraíso a 300 ppm) ya que a lo largo del tiempo de la prueba las medias se mantuvieron siempre cercanas unas de otras y estadísticamente son las más bajas.
2. La solución acuosa de 300 ppm del extracto acuoso de paraíso (T₉) fue el tratamiento que presenta un efecto relevante para un mejor control de la población de gorgojos de maíz dentro de los microsilos, durante el tiempo de duración de la prueba de protección de granos de maíz almacenados, el cual aunque estadísticamente igual a otros tratamientos, numéricamente presenta las medias de gorgojos de maíz más bajas.
3. El mejor efecto de repelencia que se pudo observar, de acuerdo a los resultados de la prueba de preferencia, lo muestra la solución acuosa de 150 ppm del extracto acuoso de paraíso (T₈).

4. De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de aplicación directa se concluye que ningún tratamiento utilizado en este estudio presenta un efecto insecticida contra los gorgojos de maíz durante el periodo de duración de la prueba.
5. La mayoría de los tratamientos presentan un control de la población de gorgojos de maíz dentro de los microsilos, ya que presentan un comportamiento estadísticamente igual exceptuando los tratamientos T_1 , T_2 , T_3 .
6. Los tratamientos T_1 , T_2 y T_3 , no presentan ningún efecto en estudio contra el gorgojo que ataca a los granos de maíz almacenado ya que su comportamiento es igual que el comportamiento del blanco utilizado.
7. El comportamiento mostrado por los tratamientos T_1 , T_2 y T_3 , puede deberse principalmente a :
 - La utilización de hojas en lugar de semillas.
 - La concentración a la cual se utilizaron las soluciones de los extractos.
 - La utilización de una fuente de calor excesiva a la hora de obtener los extractos.
8. La mayoría de los tratamientos presentan efectos disuasivo alimentario y control de la población durante los primeros dos meses, en el tercer mes se observa un incremento tanto en el grano dañado como en el número de gorgojos vivos, además de la aparición de indicios de hongos.

9. Se debe realizar una planificación cuidadosa en el tiempo de la recolección de las semillas en las épocas en que se da con abundancia.
10. Si el agua es el solvente utilizado para la elaboración de los extractos esta puede aumentar la humedad y causar el crecimiento de hongos.
11. Los principios activos de los extractos corren el riesgo de ser degradados con mayor facilidad en presencia de la luz solar.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES

1. Para efecto de tener una mayor seguridad si los extractos acuosos o alcohólicos de anona y paraíso resultan realmente beneficiosos para proteger al grano de maíz almacenado se recomienda aplicar la misma técnica, utilizando extractos de semillas de las especies botánicas,
2. Al aplicar cualquier tratamiento líquido a semillas que serán almacenadas en silos, se recomienda que previamente se evapore el solvente utilizado de las semillas.
3. Las soluciones de los extractos obtenidos deben ser almacenadas en lugares frescos y protegidos de la luz solar.
4. Los recipientes para almacenar las soluciones de los extractos utilizados deben estar bien tapados para evitar la incorporación de contaminantes como hongos en especial en las soluciones acuosas.
5. Utilizar una fuente de calor adecuada, que sea fácil de controlar, para mantener una temperatura adecuada en todo momento y no correr el riesgo de perder ingredientes activos de los extractos.
6. Para facilitar la operación de reflujo se recomienda utilizar poca cantidad de material a reflujar, para que este proceso sea constante, sin tener que utilizar fuentes de calor demasiado fuertes.
7. Se recomienda realizar estudios de residualidad a los granos utilizados para estas pruebas, para conocer la cantidad y el tipo de residuos de los

extractos botánicos utilizados y determinar si estos granos pueden ser aptos para el consumo humano y animal.

8. Se recomienda realizar otras investigaciones, no empleando el reflujo para la extracción, sino dejar macerar en los solventes y realizar las pruebas, para poder comprobar si estos extractos son mejores que los obtenidos por reflujo.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFÍA.

1. Álvarez Álvarez, R. P. 1979. Estudio etnobotánico y farmacognóstico de quince plantas medicinales de El Salvador (zona central). Facultad de Química y farmacia, Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador.
2. Alfaro Cabrera, J. A. 2000. Evaluación de tres extractos botánicos en el control del picudo de la vaina del frijol (*Apion godmani*) y *Asphondylia* sp. Bajo el sistema de agricultura orgánica. Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador.
3. Albornoz, M. A. 1992. Medicina tradicional herbaria. Instituto farmacoterapéutico latino, Caracas, Venezuela.
4. Ayala Morán, J. 1998/1999. Evaluación de productos botánicos para el control de insectos en granos almacenados de maíz (*Zea mayz*).
1° edición. 21p.
5. Bonilla, G. 1995 Estadística I: Elementos de Estadística descriptiva y Probabilidad. UCA. Editores, San Salvador, El Salvador.

6. Castro Osegueda, S.M. 1990. Acción de los extractos acuosos de paraíso (*Melia azedarach*) y nim (*Azadirachta indica*) en el combate de plagas del cultivo del frijol. Trabajo de graduación Lic. Biología, San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador.
7. CATIE. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1990. Guía técnica para el Manejo Integrado de Plagas del Cultivo del Repollo CATIE, Turrialba, Costa Rica.
8. Crespo, J. 1995. Uso de insecticidas botánicos para el control de *Heliothis virescens* F. en el tabaco. Taller plaguicidas biológicos de origen botánicos, resumen bioplagas. Instituto de investigaciones fundamentales en agricultura tropical – CIDA.
9. Feistritzer, W. P. 1977. Manual de producción, control de calidad y distribución de semillas y cereales. 1° edición, Roma, Italia.
10. Geilfus, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor. Manual de agroforestería para el desarrollo rural CATIE. Turrialba Costa Rica.
11. Grainge, M. y Ahmed. 1988. Handbook of plants with pest control properties. Wiley Honolulu, Hawaii. P27 y 178.

12. Guerrero Castro, O. A. y Molina Morales, H. N: 1993. Actividad biocida de los extractos acuosos de las semilla de anona (*A. squamosa*) y mamey (*M. americana*) sobre una plaga del cultivo del repollo (*Brassica aleracea var capitata*). Trabajo de graduación Lic. Biología, San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador.
13. Zamorano Academic Press, Guía fotográfica para la identificación de plantas con propiedades plaguicidas, Honduras.
14. Hill, Albert F. 1965. Botánica Económica, Plantas Útiles y Productos Vegetales. Ed. Omega Casanova Barcelona 47 p.
15. Hernández Hernández, V, Mendoza, A. P. y Romero Romero, T. A. 1990. Estudio preliminar de los extractos de chile picante (*Capsicum frutescens*), nim (*Azadirachta indica*) y paraíso (*Melia azedarach*) para el control de insectos en el follaje de maíz (*Z. mays*). Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador.
16. Jilani, G. And Abdul Kareen. 1998. Focus on Phytochemical Pesticides, vol.1. The Neen Tree, CRC Press, Boca Raton, Florida, U.S.A.
17. Lagos, J. A. 1982. Compendio de botánica sistemática. 2° Ed. Dirección de publicaciones ministerio de educación, San Salvador, El Salvador. P220.

18. Morales Sarmiento, R. L. 1993. Efecto biocida de extractos acuosos de paraíso (*Melia azedarach*) y de chile picante (*Capsicum frutescens*) en el control de insectos plagas del cultivo del tomate. Trabajo de graduación de Ing. Agrónomo. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador.
19. Munch, E. L. 1988. Plantas con propiedades plaguicidas. 1° edición, Choluteca, Honduras. Editorial Lithaca. P 41 y 42.
20. Ochse. J.J; Soule M.J. DiJMAN M.J y WEHL BURG C. 1972. Cultivo y Mejoramiento de las Plantas Tropicales y Subtropicales. Ed. Limusa México p.629 y 630
21. Olivares Sáenz, Emilio. 1989. Paquete de diseños experimentales FAUANL Versión 1.4. Facultad de Agronomía UANL Marín, N.L.
22. Parada Granados, J de J. 2001. Evaluación de extractos botánicos en el control de *Plutella xylostella* (Lep. *Plutellidae*) plaga del cultivo del repollo (*Brássica olerácea var capitata*), en el contón Santa Emilia, departamento de Sonsonate. Trabajo de graduación Ing. Agrónomo. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador. 130p.
23. Pérez Árbelaez, E. 1978. Plantas Útiles de Colombia 4° Ed. Bogota Colombia p. 184 - 423.
24. Roman, M. D. 1990. Extractos y polvos vegetales con propiedades insecticidas; una alternativa en el combate del gorgojo del maíz

(*Sitophilus zea mais* Motschulsky) en granos almacenados. Tesis M.S.C. Departamento de parasitología agrícola, México, Universidad autónoma de Chapingo. p 36 y 39.

25. Sabillow. A. S.F 1996. Evaluación de Extractos Acuoso de Plantas, aplicadas en diferentes tiempos después de preparados para el control de (*Spodoptera frugiperda*) El Zamorano, Honduras s.n.p.
26. Stoll, G. 1989. Protección natural de cultivos basados en recursos locales en el trópico y subtrópico. Alemania, editorial Científica José Margrat Donn. 184p.
27. Solórzano, G.R. 1992 Fertilización Orgánica, Tecnológica Alternativa ALTERTEC. Munostenango, Totonicapán, Guatemala.
28. U.C.P.C.E.S. Unidad Coordinadora Poscosecha de El Salvador, 1995. Revista Fosfamina
29. <http://redescolar.ilce.edu.mx>.
30. www.agronegocios.gob.sv
31. www.viarural.com.ar

ANEXOS

ANEXO 1

MATERIAL, EQUIPO Y SOLVENTES.

- Agitadores manuales
- Baño Maria.
- Balanza analítica.
- 2 balones de 600 mL
- 12 bombas con atomizador.
- 6 balones de 100 mL.
- 4 bolsas de papel.
- Beakers de 50, 100 y 250 mL.
- 42 cajas de petri
- 4 contenedores de cristal con tapadera de boca ancha.
- Espátulas.
- Estufa.
- 42 Frascos de aluminio pequeño.
- Gorgojos del maíz (*Z. zeamais*, Motchulsky).
- Hot Plate.
- 2 refrigerantes para reflujo.
- Hojas de paraíso (*M. azedarch*).
- Hojas de anona (*A. squamosa*).

ANEXO 1 (CONTINUACIÓN)

- Molino eléctrico foliar.
- Papel filtro.
- Papel glasin.
- Pipetas de 5.0, 15.0 y 30.0 mL.
- Pizetas.
- Probetas de 10, 25 y 100 mL.
- 1 quintal de maíz sano
- 3 trampas de madera.
- Viñetas.

SOLVENTES

- Agua Destilada
- Alcohol Etílico Absoluto.

ANEXO 2



Fig,7 Gorgojo del Maíz (Sitophilus zeamais Motsch.)

ANEXO 3

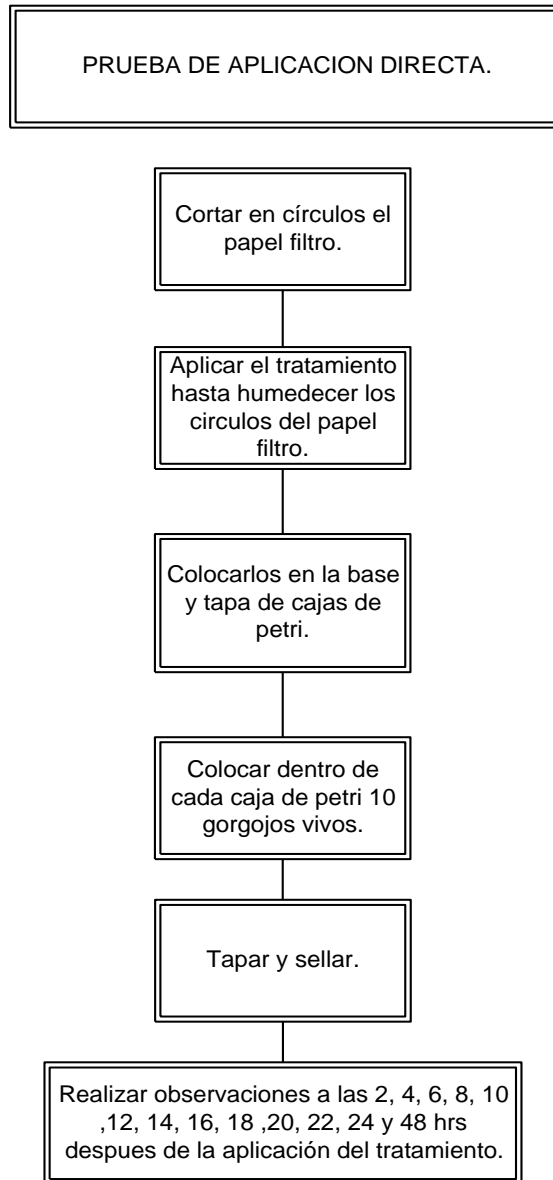


Fig.8 Esquema de parámetros a observar:

Número de gorgojos vivos

Número de gorgojos muertos

ANEXO 4

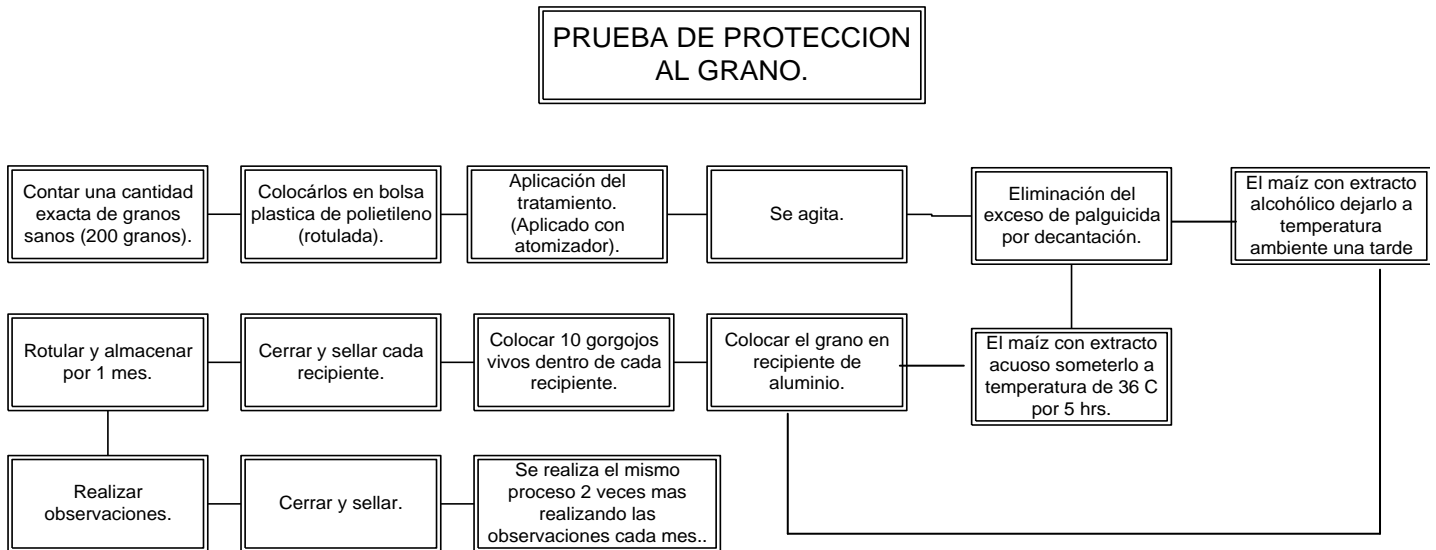


Fig. 9 Esquema de parámetros a observar:

Número de gorgojos vivos

Porcentaje de granos dañados

ANEXO 5

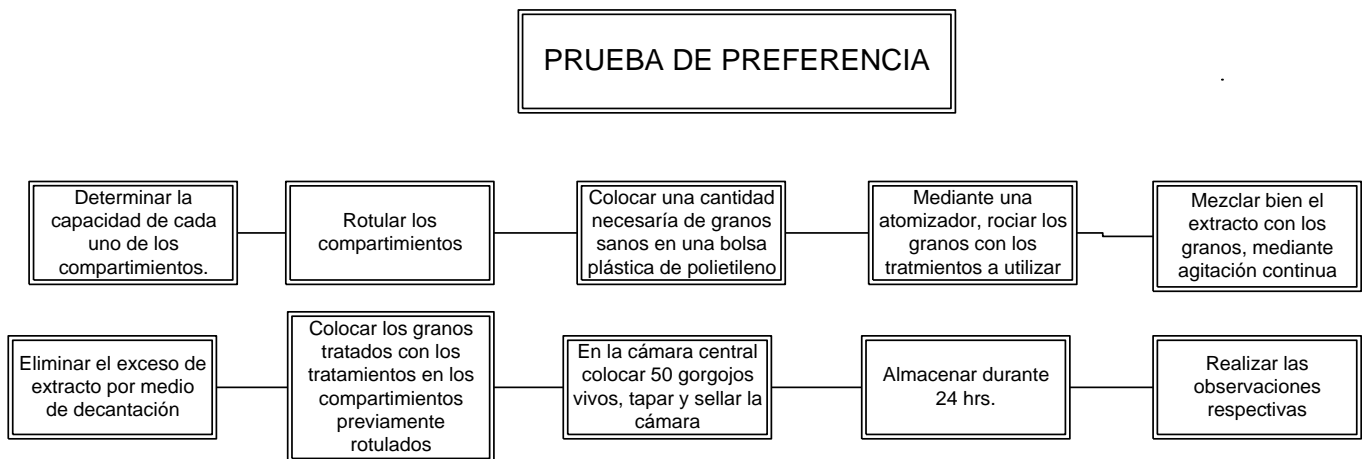


Fig. 10 Esquema de parámetros a observar:

Número de gorgojos vivos en cada compartimiento