

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



EVALUACIÓN DE LA ACCIÓN INSECTICIDA, REPELENTE Y PROTECTORA
DE LOS EXTRACTOS DE *Lantana camara* (CINCO NEGRITOS) EN EL
CONTROL DEL *Zabrotes subfasciatus* (GORGOJO DEL FRIJOL).

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:
NELSON ABIDÁN AYALA GONZÁLEZ.
GRISEL SUSANA LISBETH FLAMENCO SAMAYOA.

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA

ABRIL DE 2006

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA



©2004, DERECHOS RESERVADOS

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador

<http://virtual.ues.edu.sv/>

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Rectora.

Dra. Maria Isabel Rodríguez

Secretaria General.

Licda. Alicia Margarita Rivas de Recinos

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.

Licda. Maria Concepción Odette Rauda Acevedo

Asesora de Área de Aprovechamiento de Recursos Naturales:

Licda. Arely Cáceres Magaña.

Asesora de Área de Análisis de Alimentos: Físicoquímico.

Ing. Rina Lavinia Hidalgo de Medrano.

Docentes Directores.

Licda. Maria Elisa Vivar de Figueroa

Ing. Galindo Eleazar Jiménez

AGRADECIMIENTOS

A nuestros asesores Licda. Maria Elisa Vivar de Figueroa e Ing. Galindo Eleazar Jiménez por su colaboración, apoyo y el tiempo brindado para la realización de nuestro trabajo de graduación.

A la coordinadora general de trabajos de graduación Lic. Odette Rauda Acevedo y a nuestros asesores de área Lic. Arely Caceres e Ing. Lavinia de Medrano por toda la ayuda e interés que nos han brindado para el desarrollo de nuestro trabajo de graduación.

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

DEDICATORIA

Primeramente a DIOS por todas las bendiciones que me ha dado en esta vida, por haberme dado la fuerza para concluir mis estudios en esta carrera, por ayudarme a seguir adelante ante cualquier adversidad y por mostrarme siempre el mejor camino, ya que sin su soporte nada seria posible en esta vida.

A mis PADRES por la ayuda incondicional y por mostrarme que puedo contar con ellos en cualquier momento de mi vida, a mi MADRE por el apoyo más cercano que tuvo con mi persona para poder afrontar este reto universitario, a mi PADRE por demostrarme que el esta siempre ahí para mi.

A mis docentes directores Lic. Maria Elisa Vivar de Figueroa e Ing. Galindo Eleazar Jiménez por su gran apoyo en todo momento.

A mi amiga y compañera de trabajo de graduación GRISEL por su paciencia por alentarme siempre y por estar ahí, a la Sra. SONIA y FAMILIA por acogerme como lo hicieron, gracias por todo.

A todos mis amigos que se involucraron de alguna u otra manera muchas gracias por ayudarme.

Nelson Abidán Ayala González.

DEDICATORIA

A DIOS por guiarme y permitirme culminar una de mis metas propuestas en mi vida, por todas las bendiciones.

A mi MADRE por todo el cariño, dedicación, esfuerzos, comprensión, educación, apoyo incondicional, ayuda que me han brindado a lo largo de mi vida, y por darme el ánimo de seguir adelante para terminar mis estudios.

A mis hermanas por su apoyo y cariño.

A mi amigo y compañero de tesis por todo el apoyo, interés, dedicación y esfuerzo para la realización de nuestro trabajo de graduación.

A mis amigos con mucho cariño por el apoyo incondicional, ánimo y ayuda brindada.

En especial, a la memoria de MI ABUELITO por todo el cariño, por demostrarme siempre su apoyo incondicional, por su alegría y todos los consejos que siempre tuve.

Grisel Susana Lisbeth Flamenco Samayoa.

INDICE

	Pag.
Resumen.	
I. Introducción.	xx
1. Objetivos.	22
Objetivo General.	22
2.2 Objetivos Específicos.	22
III. Marco teórico.	23
3.1 Plaguicidas Botánicos.	24
3.1.1 Manejo de plaguicidas botánicos.	27
3.1.2 Como seleccionar una planta potencialmente efectiva.	27
3.1.3 Dosificación.	30
3.1.4 Efecto de los productos botánicos en general.	30
3.1.5 Formas en que se usan los plaguicidas botánicos.	32
3.1.6 Duración del efecto de los plaguicidas botánicos.	33
3.1.7 Almacenamiento.	34
3.1.8 Recomendaciones prácticas para el uso seguro de productos botánicos.	35

3.2 <i>Lantana camara</i> (Cinco negritos).	36
3.2.1 Nombre(s) Comun(es).	36
3.2.2 Descripción.	37
3.2.3 Usos.	38
3.2.4 Hábitat.	38
3.2.5 Toxicología de la planta.	39
3.2.6 Usos Terapéuticos Populares.	40
3.3 Recomendaciones prácticas para la protección ecológica.	40
3.3.1 Recolección.	41
3.3.2 El secado.	42
3.3.3 Guardado y almacenamiento.	43
3.4 Insectos.	44
3.4.1 Principales plagas de los granos almacenados.	45
3.4.2 Otras características de los insectos.	45
3.4.3 Larvas.	46
3.4.4 Pupa.	46
3.4.5 Factores que afectan la vida de los insectos.	48
3.5 <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Gorgojo del frijol)	49
3.5.1 Aspecto.	49
3.5.2 Hábitat.	49
3.5.3 Ciclo de Vida.	49
3.5.4 Biología.	50
3.5.5 Ciclo biológico.	50

3.6 Cultivo de <i>Phaseolus vulgaris</i> L (frijol).	51
3.6.1 Época de Siembra.	51
3.6.2 Plagas comunes y su control.	52
3.6.3 Producción de semilla de fríjol.	53
3.6.4 Cosecha.	57
3.6.5 Almacenamiento.	57
3.6.6 Humedad.	58
3.6.7 Temperatura.	59
3.6.8 Oxígeno.	59
3.6.9 Condiciones del grano.	60
3.8 Análisis estadístico.	61
3.8.1 Varianza.	61
3.8.2 Coeficiente de Variabilidad.	62
3.8.3 Diferencia Mínima Significativa.	62
IV. Diseño Metodológico.	63
4.1 Investigación bibliográfica.	63
4.2 Investigación de campo.	63
4.2.1 Diseño estadístico a utilizar.	63
4.2.2 Selección de la muestra.	64
4.2.3 Recolección de muestras.	64

4.3 Parte experimental.	65
4.3.1 Recolección de hojas.	65
4.3.2 Secado.	66
4.3.3 Fraccionado.	66
4.3.4 Preparación de los extractos.	66
4.3.5 Evaluación de extractos botánicos.	68
4.3.5.1 Prueba de protección al grano de frijol.	68
4.3.5.2 Prueba de aplicación directa.	69
4.3.5.3 Prueba de repelencia.	70
V. Resultados y discusión de resultados.	72
5.1 Prueba de protección al grano.	73
5.1.1 Variable severidad.	73
5.1.2 Variable Diferencia de pesos	77
5.1.3 Variable número de gorgojos vivos.	82
5.2 Prueba de Aplicación directa (Insecticida).	87
5.3 Prueba de Repelencia.	94
VI. Conclusiones.	97
VII. Recomendaciones.	99
Bibliografía.	
Glosario.	
Anexos.	

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°

- 1 Análisis Fitoquímico preliminar.
- 2 Resultados de la variable severidad en la prueba de protección al grano de frijol, durante tres meses de observación con diez extractos diferentes.
Datos corregidos.
- 3 Resultados de análisis de varianza en variable severidad para el segundo mes en la prueba de protección al grano frijol.
- 4 Resultados de análisis de varianza en variable severidad para el tercer mes en la prueba de protección al grano frijol.
- 5 Comparación de medias de datos de severidad en la prueba de protección al grano a un nivel de significancia = 0.05.
- 6 Resultados de la variable porcentaje de pérdida de peso en el primer mes de observación en la prueba de protección al grano de frijol.
- 7 Resultados de la variable porcentaje de pérdida de peso en el segundo mes de observación en la prueba de protección al grano de frijol.
- 8 Resultados de la variable porcentaje de pérdida de peso en el tercer mes de observación en la prueba de protección al grano de frijol.
- 9 Resultados de análisis de varianza para variable porcentajes de pérdida de peso para el primer mes en la prueba de protección al grano frijol.
- 10 Resultados de análisis de varianza para porcentajes de pérdida de peso para el segundo mes en la prueba de protección al grano frijol.

- 11 Resultados de análisis de varianza para porcentajes de pérdida de peso para el tercer mes en la prueba de protección al grano frijol.
- 12 Comparación de medias del porcentaje de pérdida del grano de frijol en la prueba de protección al grano a un nivel de significancia = 0.05.
- 13 Resultados de la variable número de gorgojos en tres meses de observación en la prueba de protección al grano frijol.
- 14 Resultados de análisis de varianza en variable número de gorgojos vivos para el segundo mes en la prueba de protección al grano frijol.
- 15 Resultados de análisis de varianza en variable número de gorgojos vivos para el tercer mes en la prueba de protección al grano frijol.
- 16 Comparación de medias de datos en variable cantidad de gorgojos vivos en la prueba de protección al grano a un nivel de significancia = 0.05.
- 17 Resultados en la prueba de aplicación directa a una y seis horas de observación con diez extractos diferentes.
- 18 Resultados en la prueba de aplicación directa a doce y veinticuatro horas de observación con diez extractos diferentes.
- 19 Resultados en la prueba de aplicación directa a cuarenta y ocho horas de observación con diez extractos diferentes.
- 20 Análisis de varianza de datos no corregidos de la variable cantidad de gorgojos vivos en la prueba de aplicación directa, observación hecha después de una hora de la aplicación.

- 21 Resultados de análisis de varianza de datos no corregidos de la variable cantidad de gorgojos vivos en la prueba de aplicación directa, observación hecha después de seis horas de la aplicación.
- 22 Resultados de análisis de varianza de datos no corregidos de la variable cantidad de gorgojos vivos en la prueba de aplicación directa, observación hecha después de doce horas de la aplicación.
- 23 Resultados de análisis de varianza de datos no corregidos de la variable cantidad de gorgojos vivos en la prueba de aplicación directa, observación hecha después de veinticuatro horas de la aplicación.
- 24 Resultados de análisis de varianza de datos no corregidos de la variable cantidad de gorgojos vivos en la prueba de aplicación directa, observación hecha después de cuarenta y ocho horas de la aplicación.
- 25 Comparación de medias de datos de la cantidad de gorgojos vivos en la prueba de aplicación directa a un nivel de significancia = 0.05.
- 26 Resultados en prueba de repelencia, cantidad de gorgojos por compartimiento (tratamiento) a 24 horas de observación con diez extractos diferentes.
- 27 Resultados de análisis de varianza de la variable cantidad de gorgojos por compartimiento (tratamiento) en la prueba de repelencia a 24 horas de observación con diez extractos diferentes.
- 28 Cuadro resumen del Análisis de DMS para la prueba de protección al Grano.

INDICE DE FIGURAS

Figuras N°

1. Lantana camara (Cinco negritos).
2. Zabrotes subfasciatus (Gorgojo del frijol).
3. Datos de severidad en dos meses de observación en la prueba de protección al grano frijol, utilizando diez tratamientos diferentes, resultados obtenidos del análisis estadístico.
4. Porcentaje de pérdida de peso durante los tres meses de observación, en los diferentes tratamientos evaluados en la prueba de protección al grano frijol, utilizando los datos obtenidos en el análisis estadístico.
5. Número de gorgojos vivos y muertos en tres meses de observación en la prueba de protección al grano frijol, utilizando diez tratamientos diferentes.
6. Cantidad de gorgojos a 1, 6 y 12 horas de observación en la prueba de aplicación directa al grano frijol, utilizando diez tratamientos diferentes.
7. Cantidad de gorgojos a 24 y 48 horas de observación en la prueba de aplicación directa al grano frijol, utilizando diez tratamientos diferentes.
8. Cantidad de gorgojos por compartimiento (tratamiento) en la prueba de repelencia a 24 horas de observación con diez extractos diferentes, donde columnas T10 M, T10 I y T10 H representan los blancos para maceración, infusión y extractos hidroalcohólicos respectivamente.
9. Modelo de botella preparada.

10. Disco de madera utilizado para la evaluación de la repelencia de los extractos.
11. Prueba de protección al grano.
12. Prueba de aplicación directa.
13. Prueba de repelencia.

INDICE DE ANEXOS

Anexo N°

1. Modelo de botella preparada.
2. Disco de madera utilizado para la evaluación de la repelencia de los extractos.
3. Prueba de protección al grano.
4. Prueba de aplicación directa.
5. Prueba de repelencia.
6. Cuadro resumen del Análisis de DMS para la prueba de protección al Grano.

ABREVIATURAS

FV: Fuente de variación.

GL: Grados de libertad.

SC: Suma de Cuadrados.

CM: Medias Cuadráticas.

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

P>F: Significancia.

DMS: Diferencia Mínima Significativa.

ANOVA: Análisis de varianza.

RESUMEN

En la actualidad los pesticidas de origen sintético han causado serios daños al medio ambiente y a la salud; por tanto es necesario desarrollar procedimientos de menor impacto ambiental, siendo los procedimientos naturales, menos perjudiciales al ambiente.

En este trabajo se investiga un método natural de protección de granos básicos, el cuál permite un mejor aprovechamiento de éstos, así como de una toxicidad menor que los pesticidas sintéticos, fácilmente disponible en el ambiente agrícola y que a la vez, disminuya los costos para el agricultor en el control de plagas que atacan los granos básicos.

Este estudio se llevó a cabo en los laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia y en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, elaborando extractos botánicos a diferentes concentraciones de *Lantana camara* (Cinco Negritos), de fácil preparación y aplicación, considerando las condiciones del entorno agrícola de tal manera de simplificar el proceso de recolección, secado, fraccionamiento y elaboración de los extractos botánicos crudos acuosos e hidroalcohólicos extraídos por maceración e infusión; evaluando, la acción insecticida, repelente y protectora de los extractos; utilizando como especie objetivo *Zabrotes subfasciatus* (gorgojos de frijol).

A su vez se presentan los resultados obtenidos en la investigación y sus respectivos análisis estadísticos mediante Análisis de Varianza y Diferencia mínima significativa, destacándose tres tratamientos con acción insecticida y protectora de los granos de frijol.

I. INTRODUCCIÓN.

En el país los granos básicos juegan un papel muy importante en la economía de la población.

Por ello, es necesario desarrollar métodos de protección que permitan un mejor aprovechamiento de estos productos, siendo los procedimientos naturales los menos perjudiciales para el medio ambiente.

Las plagas en la actualidad representan un problema económico de gran impacto en los países subdesarrollados, por lo que resulta una necesidad buscar métodos de control, apropiados y al alcance de todos.

En el presente estudio se investigaron varios extractos obtenidos de la planta ***Lantana camara*** (Cinco Negritos), la cual es una planta silvestre que se encuentra en las regiones tropicales. Estudios preliminares han encontrado muchas propiedades de la planta entre éstas su acción insecticida contra el mosquito ***Aedes aegypti***.

En este estudio se elaboró nueve extractos botánico de ***Lantana camara*** de fácil preparación y aplicación, así como de una toxicidad menor que los pesticidas sintéticos, fácilmente disponible en el ambiente y que a la vez, disminuir los costos para el agricultor en el control de plagas que atacan los granos básicos como el frijol.

Se realizó un método de control considerando las condiciones del entorno agrícola para simplificarlo en la medida posible, para lo cual, se prepararon

extractos botánicos crudos acuosos e hidroalcohólicos por maceración e infusión, para evaluar la acción insecticida, repelente y protectora del grano de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*)

Estos extractos se aplicaron directamente sobre *Zabrotes subfasciatus* (gorgojos de frijol) y *Phaseolus vulgaris L.* (granos de frijol) infestados, la evaluación se realizó mediante observación constante en recipientes herméticamente cerrados controlando el número de gorgojos vivos, porcentaje de grano dañado y en la prueba de repelencia número de *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo de frijol) en cada compartimiento; este estudio se llevó a cabo en los laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia y en los laboratorios de la facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Esta alternativa de control para granos almacenados se estudió con el objeto de dar una protección más adecuada al grano, reducir la contaminación ambiental por el uso de pesticidas sintéticos, disminuir los riesgos de contaminación directa al agricultor por la manipulación y aplicación de plaguicidas químicos.



II. OBJETIVOS.

2.1 OBJETIVO GENERAL.

Evaluar la acción insecticida, repelente y protectora de los extractos de *Lantana camara* (Cinco Negritos) en el control del *Zabrotes subfasciatus* (Gorgojo del frijol).

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- 2.2.1 Establecer la acción insecticida y repelente de los diferentes extractos de *Lantana Camara* (Cinco Negritos).
- 2.2.2 Demostrar la acción protectora sobre el grano de frijol de *Lantana Camara*.
- 2.2.3 Identificar cual de los extractos acuosos tiene la mejor acción contra el gorgojo de frijol.
- 2.2.4 Determinar la acción del extracto hidroalcohólico contra el gorgojo de frijol.
- 2.2.5 Dar a conocer a las personas e instituciones involucradas los resultados obtenidos.

III. MARCO TEORICO.

La salud de la población mundial se encuentra afectada por muchas enfermedades de las cuales no se conoce el origen.

La agricultura tanto de los países desarrollados como subdesarrollados, han caído en dependencia de los agroquímicos en la eliminación de los enemigos naturales de ciertas plagas por métodos agrícolas inadecuados como son la quema de las tierras de cultivo, utilización de maquinaria pesada y principalmente con el uso de plaguicidas que eliminan cualquier especie que se exponga a este.

En El Salvador en los años 1960 a 1970 el cultivo de algodón se convirtió en un producto de importancia económica para el país. En el auge de este cultivo se utilizaron plaguicidas incluidos actualmente en la docena sucia, entre los cuales se encuentra el DDT, que se utilizó inadecuadamente.

El DDT es un plaguicida organoclorado de alta residualidad, lo que le permite estar en el ambiente por largos períodos. También posee una alta afinidad por los tejidos grasos lo cual permitió una alta acumulación en las personas y en animales expuestos. Estas concentraciones han causado en las personas enfermedades hepáticas, respiratorias, así como daños en el sistema nervioso central, descoordinación muscular, malformaciones en niños, entre otros; las cuales pueden observarse aún en la actualidad.

La actividad agropecuaria ha experimentado en las últimas décadas importantes procesos de transformación, lo cual ha significado un incremento en las áreas plantadas, de productos de consumo humano, forrajero y forestal. Esta situación ha implicado un aumento en la utilización de plaguicidas ya sea naturales o de síntesis, imprescindibles para el control de plagas principalmente en los procesos de producción intensivos.

Estas sustancias, los plaguicidas, han sido diseñados específicamente para combatir a los organismos vivos, las plagas, que causan efectos no deseados sobre cultivos agrícolas y forestales. Los plaguicidas por lo tanto son sustancias que permiten eliminar, controlar y manejar las plagas, lo que presupone una elevada toxicidad al menos para esos organismos plagas, evidentemente la actividad del plaguicida sobre la especie objetivo, no es un problema, ya que en esa actividad se basa su eficiencia y la razón de su utilización; sin embargo los problemas derivan de su falta de selectividad, ya que en la aplicación de estas sustancias tóxicas se extiende a otras especies no objetivos. Este efecto no intencionado sobre otros organismos, obliga a realizar valoraciones previas a modo de minimizar el impacto sobre estos organismos y los diferentes que se encuentran en su hábitat.

3.1 Plaguicidas de origen botánico

Históricamente, las plagas han representado un problema serio para la producción de cultivos. Las plagas (insectos, malezas, roedores y microorganismos) afectan a la planta en forma directa y en muchos casos son

responsables de la transmisión de enfermedades que causan pérdidas y destrucción de alimentos. Las pérdidas ocasionadas por plagas en cultivos son alrededor de 20 – 30 % en producción y el 20% de enfermedades en humanos que producen intensos sufrimientos y muerte son transmitidas por insectos vectores.⁽⁸⁾

Estos datos nos ilustran la importancia de combatir las plagas y su efecto en la producción de alimentos, bienestar y salud humana .Algunas de las alternativas viables para reducir densidades poblacionales de plagas han sido los controles culturales, químicos, biológicos y físicos. Existen datos de pequeños agricultores acerca del uso de productos botánicos que bien manejados parecen dar muy buenos resultados. Este documento intenta exponer y analizar de una forma crítica el uso de insecticidas botánicos y al mismo tiempo resaltar sus propiedades y atributos cuando son usados de la forma correcta y adecuada.

Existe una herencia cultural de gran magnitud en conocimientos sobre el uso de las plantas. Los antepasados practicaban en forma efectiva la medicina botánica, se alimentaban de plantas silvestres que hoy en día se han dejado a un lado, conocían de plantas venenosas que usaban para cacería y pesca. Algunas plantas usadas por su poder insecticida son: ***Physostigma venenosum*** (Leguminosae) y ***Chrysanthemum cinerariaefolium*** (Compositae) las cuales fueron precursoras de los famosos plaguicidas carbamatos y piretroides respectivamente. El piretro se conoció desde 400

años A.C. con el nombre de “Polvo de Persia” por su acción repelente y tóxica para artrópodos (Barthel 1973). Otra planta muy conocida y con buenas propiedades es la ***Nicotiana tabacum*** (Solanaceae) las propiedades insecticidas conocidas de esta planta datan desde 1690 y fue usada contra insectos chupadores en jardines (Cremllyn, 1982). Finalmente mencionaremos el caso de las leguminosas del género *Derris* y *Lonchocarpus* que en nuestro medio se conocen como “pate” o “barbasco”, y cuyas raíces contienen una sustancia tóxica llamada rotenona muy conocida por sus propiedades tóxicas para peces.

Las prácticas y conocimientos que los agricultores empleaban fueron desplazados con la implementación de la “revolución verde”, que implicaba el monocultivo y el uso de insumos químicos sintéticos, entre ellos los plaguicidas.

Esta nueva modalidad sobre el uso de químicos sintéticos empujó a los agricultores a ser dependientes de estos productos, para poder producir. Al mismo tiempo no existió una visión consciente de todos los problemas que trae consigo el mal uso y abuso de estas sustancias químicas, como por ejemplo: contaminación de fuentes de agua, resistencia de plagas, eliminación de organismos benéficos, problemas de salud y fuga de divisas.

Actualmente y en vista de los problemas antes mencionados se ha generado un gran interés entre los agricultores por probar diferentes alternativas para el

control de las plagas, una de las cuales es el uso de extractos de plantas o insecticidas botánicos ⁽⁸⁾.

3.1.1 Manejo de los plaguicidas botánicos

En nuestro medio entre técnicos y agricultores circulan infinidad de recetas sobre insecticidas botánicos; usando diversas partes de la planta y mezclas de plantas. Esto dificulta determinar en primer lugar, cual de las plantas incluidas en la receta tiene la propiedad de controlar a determinada plaga; en segundo lugar, cuales son los ingredientes activos, las dosis empleadas, el modo de acción de cada componente y su efecto (repelente, insecticida o atrayente). Además de lo anterior, la efectividad de la mayoría de las recetas no ha sido en su totalidad comprobada ⁽⁸⁾.

3.1.2 Como seleccionar una planta potencialmente efectiva

Los requerimientos que debe poseer una planta para ser usada como insecticidas o para el control de plagas son las siguientes:

- Efectivas contra un espectro grande de plagas.
- No tóxica para mamíferos, especies acuáticas ni para el ambiente.
- Fácilmente renovables.
- Alta concentración de ingredientes activos.
- Las sustancias deben ser estables al extraerlas y en almacén. El problema de las sustancias botánicas es su inestabilidad.
- Fáciles de procesar.

- Las plantas deben ser fáciles de cultivar y adaptables a diferentes ambientes.
- No deben de competir con plantas usadas como alimentos ⁽¹¹⁾.

El conocimiento que tienen los habitantes de las zonas rurales sobre las plantas con propiedades medicinales, repelentes e insecticidas es grande. Ellos por su cuenta han observado que en la naturaleza existen plantas que no presentan daños de ciertas plagas, además han descubierto que se mantienen sanas por algunas propiedades químicas o físicas que ellas poseen.

Al momento de seleccionar una planta se deben de tomar en cuenta las siguientes características:

Olor de la planta: existen plantas con olores agradables y desagradables, tanto para personas como para animales.

Sabor de la planta: existen plantas de diferentes sabores como picantes, amargos, agrios y dulces, que también pueden tener un efecto sobre algunas plagas.

Salud de las plantas seleccionadas: definitivamente esta característica es de suma importancia, ya que puede ser un indicador de la presencia de sustancias tóxicas que afectan a posibles plagas potenciales.

El interés de investigar el potencial de los productos botánicos para controlar plagas es razonable, pues en el mercado existen productos como los piretroides sintéticos (Decís), que originalmente fueron elaborados a partir de plantas como

Chrysanthemum cinerariaefolium (piretro), (Barthel, 1973) el Margosan, Azatin y otros a base de ***Azadirachta indica*** (Neem).

En la actualidad existe mucha controversia con esta nueva modalidad de control, de aquí nace la necesidad de definir y conocer más a fondo acerca de los botánicos ⁽⁸⁾.

Ventajas :

- Material renovable.
- Biodegradable.
- Alta disponibilidad.
- Bajos costos.
- Tiene menos efecto negativo en enemigos naturales benéficos.

Desventajas

- Poca información en prueba Tóxicas.
- Variabilidad en cantidad de ingrediente activo.
- Mayor requerimiento de mano de obra.
- Se necesita equipo de procesamiento.
- Costo de oportunidad.
- No muy buena estabilidad en los extractos.
- Entrenar a personal calificado.

Se debe ser cuidadoso al usar los plaguicidas botánicos y no depender única y exclusivamente de esta táctica para el control de plagas, ya que se podrían provocar efectos no deseables en resistencia, similares a los que se tienen con

los plaguicidas sintéticos y daños a la salud humana. Tenemos que estar conscientes que estos es una herramienta más en un sistema de Manejo Integrado de Plagas y de Cultivos ⁽⁸⁾.

3.1.3 Dosificación

Existe una probabilidad muy alta de que las recetas de plaguicidas botánicos originadas en forma empírica o técnica no puedan ser aplicadas a todas las zonas y condiciones en forma general, ya que la misma planta que crece en lugares y suelos diferentes puede contener cantidades distintas de las mismas sustancias activas.

La edad de la planta o estado del material (hojas, flores, semillas, frutos, raíces y corteza) pueden ocasionar diferencias en dosis de ingredientes activos.

Además puede haber cambios en la estructura química de los ingredientes activos y por ende diferencias en los efectos en las plagas. Por estas razones se recomienda hacer pruebas para obtener sus propios resultados ⁽⁸⁾.

3.1.4 Efecto de los productos botánicos en general

El primer y más importante paso en el control de plagas, es identificar al “organismo causal” (EPA 1990). El efecto que un plaguicida botánico puede tener en las plagas o en los cultivos, depende de la cantidad de la planta utilizada, estos pueden categorizarse de la siguiente forma:

- Repelente: corre o ahuyenta a las plagas.
- Atrayente: atrae a las plagas o a enemigos naturales de las plagas y

pueden usarse como cultivo trampa o cebo.

- Insecticida: puede matar directamente a la plaga (efecto neurotóxico)
- Fungicida: puede controlar algunos hongos.
- Herbicida: puede quemar plantas.
- Rodenticida: mata ratas y ratones.
- Esterilidad: los huevos de las plagas no nacen.
- Afecta desarrollo: afecta metamorfosis o períodos juveniles de las plagas.
- Anti alimentario: quitan apetito o reducen capacidad de alimentación.
- Abono foliar: como abono.
- Nematicida: controlan nematodos.

El efecto de los extractos o preparados de plantas en las plagas, puede verse opacado o mal interpretado en las siguientes situaciones:

- No presencia de la plaga al momento de la aplicación del producto.
- No afecta a la plaga.
- Tiene efecto repelente para adultos, por lo que no permitirá el daño de éstas, ni la oviposición:
 - a) Repelente por el olor
 - b) Repelente por cambio de coloración del cultivo
- Efecto tóxico:
 - a) Inhibe el desarrollo de los diversos estadíos de la plaga (insectostático, fungistático, nematostático).
 - b) Mata la plaga ⁽⁸⁾.

3.1.5 Formas en que se usan los plaguicidas botánicos

La forma de preparación de los plaguicidas botánicos es variada, pero generalmente se usan como: jugos, té, cebos y fermentos. A continuación se muestran las formas más comunes de prepararlos pero sin mencionar dosis.

Pasos para preparar un jugo (a) :

1. Moler o machacar el material vegetativo (hojas, corteza, raíces, frutos, semillas).
2. Colocar en un depósito y agregar el agua.
3. Dejar en reposo máximo 24 horas.
4. Colar el jugo en un colador o manta.
5. Agregar agua, jabón y aplicar al cultivo.

Pasos para preparar un té:

1. Moler o machacar el material vegetativo a usar.
2. Colocar en un depósito y agregar agua caliente.
3. Remover con un palo.
4. Agregar agua fría para enfriar
5. Colar, agregar agua, jabón y aplicar.

La diferencia en el uso de un jugo y un té, es que el jugo resiste mayor cantidad de tiempo después de preparado, mientras que el té debe ser usado inmediatamente después de preparado. Otro aspecto importante es que algunas plantas funcionan mejor como jugo y otras como té, ya que existen ingredientes

activos que solo son solubles en agua caliente, al contrario de otros que pueden ser degradados con altas temperaturas.

Pasos para preparar cebos:

1. Seguir los cuatro primeros pasos del punto (a).
2. Agregar ese jugo en una masa de maíz, más melaza o dulce.
3. Hacer las bolitas de cebo y aplicar.

Existen muchas otras formas de emplear plaguicidas botánicos así como el uso de plantas secas molidas para poder guardar el material por mayor tiempo; con algunas plantas resulta mejor una forma que otra. Sin embargo, el agricultor o técnico debe probar la manera que da mejor resultado con la planta que están usando en su zona.

Es de mencionar, que al usar plaguicidas botánicos se usa jabón como un adherente ya que este también por sí solo, tiene efecto en algunas plagas ⁽⁸⁾.

3.1.6 Duración del efecto de los plaguicidas botánicos

Se puede conocer el efecto que una planta puede tener sobre determinada plaga, pero el tiempo que dura ese efecto muchas veces no es tomado en consideración.

Esta duración del efecto es importante ya que nos indicará la frecuencia de aplicación de cualquier producto. Por ejemplo: existen plaguicidas botánicos como Piretro, Nicotina, Rotenona, Prostigmina; Alcaloides como la Neonicotina, Veratrina y Rianodina, provenientes de plantas de diferentes familias tales

como; las Compuestas, Solanaceas, Leguminosas, Liliaceas y Flacuorteaceas. Estos productos son altamente biodegradables y con un período de duración corto que en su mayoría va desde pocas horas hasta dos días.

Es recomendable hacer las aplicaciones de estos plaguicidas temprano por la mañana o casi de noche, no dejar los preparados o las mezclas expuestas al sol y no aplicarlos cuando este lloviendo. Lo anterior significa que se necesita más estudio para determinar con exactitud esta variable de efecto e ir despejando otras incógnitas relacionadas con toxicidad, volatilidad y efectividad⁽⁸⁾.

3.1.7 Almacenamiento

Es frecuente y común que todo el producto que se elabora no se utiliza, por eso la tendencia a buscar la forma de cómo almacenar estos preparados. En la práctica vemos que después de cierto tiempo de almacenamiento, estas mezclas de productos se convierten en jugos fermentados y su efecto en general se reduce.

Muchos productores hacen el preparado y lo aplican 15 a 20 días después y han obtenido efectos de control y repelencia.

El producto una vez elaborado es recomendable utilizarlo inmediatamente. No se recomienda el almacenamiento, aún con el Nim, una vez que se prepara la mezcla debe ser utilizada.

Cuando se trata de guardar semillas, hojas, corteza o raíces; se pueden guardar de forma seca, pero para esto deben secarse bajo la sombra, ya que cuando están expuestas al sol, la alta temperatura desactiva ciertas sustancias que son el ingrediente activo de estas plantas.

3.1.8 Recomendaciones prácticas para el uso seguro de productos botánicos.

Estas medidas son importantes y deben ser tomadas en consideración cuando manejamos productos de esta naturaleza:

- Con los plaguicidas botánicos es necesario tomar medidas de seguridad, ya que son compuestos químicos presentes en forma natural en la planta.

Manipuleo: Es necesario hacer conciencia en nuestra gente principalmente agricultores, que aunque son plantas las que se manejan, se debe de proteger, durante su uso, por ejemplo, el chile picante puede ocasionar efectos irritantes en la piel y en los ojos, pero otras plantas pueden ocasionar problemas graves y hasta la muerte si no se manejan adecuadamente.

- El equipo usado para el procesamiento del material vegetativo no debe de usarse para otras actividades en la casa ni fuera de ella.
- Calidad de agua, algunos venenos químicos sintéticos se ven afectados por el tipo de agua que se usa al prepararlos, de igual manera podría pasar con los plaguicidas botánicos.
- Cuando se trabaja con productos botánicos se trabaja con productos cuyo ingrediente activo es tóxico para ciertas clases de animales y plantas y por tal

razón es imperativo manejarlos con precaución. La finalidad de este aviso es evitar problemas relacionados con intoxicaciones, irritaciones, trastornos de la piel o parte del cuerpo expuesto y evitar el desarrollo de resistencia de plagas por sobre exposición y futuros efectos en sistemas agroecológicos sensibles como los nuestros ⁽⁸⁾.



Figura N° 1. *Lantana camara* (Cinco negritos)

3.2 *Lantana camara* (Cinco negritos)

3.2.1 Nombre(s) Comun(es): Cinco negritos, flor de nauchi, flor de San Cayetano, hierba amarga, lampana, lantana, mocototol, mozoquite, orozus, palabra de mujer, tres colores (Mich. y Gro.), sapotillo (Oax.), hierba mora (Jal.), siete colores (Jal.), confite prieto (Dgo.), manzanita negra (Gro.), Chichi de virgen (Gro.), siete colores (Mich.), sacalchino (Mich.), palabra de hombre (Mich.), achamasiri uandaku (purépecha, Mich.), alfombrilla

hedionda (Mich.), matizadilla (Oax. y Jal.), quita pesar (Teloloapan, Gro.).
Mbeots (huave), toots kumod (mixe) ⁽³⁾.

3.2.2 Descripción: Arbustos erectos, 1-3 m de altura, o semitrepadores (y los tallos entonces alcanza mayor longitud), tallos y al menos las partes más viejas de las ramas comúnmente aculeados, muy raramente inermes, pilosos o hirsutos con pelos glandulares o eglandulares; hojas opuestas o raramente ternadas, pecioladas, la lámina ampliamente ovada a oblongo-ovada, 2-12 cm de largo, el haz a menudo vesiculado o rugoso, escabroso a escabroso-tomentoso, el envés densamente víscido-tomentoso a estrigoso o hirsuto, raramente glabro, el margen crenado aserrado a finamente crenado, el ápice agudo a cortamente acuminado, la base redondeada y entonces abruptamente decurrente en el pecíolo o casi cordada, o algunas veces más o menos cuneada; inflorescencias constituidas por cabezuelas largamente pedunculadas, comúnmente ca. De 2 cm de ancho, con flores densamente agrupadas; pedúnculos de 2-14 cm de largo; brácteas lineares o linear-lanceoladas a lanceolado-oblongas o (raramente) espatuladas, generalmente más cortas que los tubos de las corolas, más o menos pubescentes o hirsutas; cáliz 2-3 mm de largo, casi truncado a irregularmente sinuado-dentado, puberulento o glabro; corola generalmente amarilla o anaranjada, o amarilla y roja, algunas veces cambiando a roja o rojo decolorado, algunas veces más grande en ejemplares cultivados;

drupas pocas, azulosas a negras en la madurez, 2-4 mm de largo, lustrosas, jugosas. Florece todo el año ⁽³⁾.

3.2.3 Usos:

Medicinal: se utiliza el cocimiento de las hojas para curar diversas enfermedades como la diarrea; se usa para prevenir la rabia en perros que han estado en contacto con otros perros que padecen ya la enfermedad (nunca se ha probado en humanos). Se emplea como remedio para el reumatismo y como tónico para el estómago, diarrea, vómito, amebas, cólicos y malestares hepáticos; para los casos de gripa, bronquitis, tos, tosferina y dolor de muelas, se ingiere caliente la infusión de las ramas o se remoja la raíz para tomarse como agua de uso; su cocción mezclada con otras plantas sirve para aliviar problemas ginecológicos y menstruales; para contrarrestar las picaduras de alacrán o de otros insectos, colocándolos directamente en la zona afectada; las hojas olorosas se han usado para aromatizar el tabaco ⁽³⁾.

Melífera: Es una planta apícola, que produce néctar.

Ornamental: A menudo de uso ornamental, se cultiva en parques y jardines.

3.2.4 Hábitat.

Se encuentra en selvas bajas caducifolias, altas perennifolias, medianas subperennifolias, bosque mesófilo de montaña, así como en la vegetación secundaria de éstos y otros tipos de vegetación (encinar, palmar, de dunas costeras, vegetación riparia, pastizales, ruderal, en potreros y cultivos). Desde cerca del nivel del mar hasta los 2100 metros sobre el nivel del mar ⁽³⁾.

3.2.5 Toxicología de la planta

La intoxicación por *Lantana camara* ocurre principalmente en bovinos y ovinos, cuando son transportados desde zonas donde la planta no crece, a campos invadidos por gran cantidad de ejemplares. En estas especies, la intoxicación es de curso crónico, y el síntoma principal es la fotosensibilización, debido a los efectos que poseen las toxinas presentes sobre el hígado. Las lesiones son evidentes en morro, ubre y zonas de pelaje blanco. Los principios tóxicos involucrados son triterpenos denominados lantadene A y B. Estas sustancias son hepatotóxicas, y producen alteraciones en los hepatocitos caracterizadas por citoplasma claro con aspecto granuloso y numerosas vacuolas. Muchos núcleos se presentan distendidos, con la cromatina localizada en la periferia ⁽²⁰⁾.

La mayor parte de sustancias tóxicas se encuentran en la hoja principalmente tallos y flores tales como alfa-amyrin, B-citosterol, lantadenes, un triterpenoide ácido y un lactona no saturada, ácido lantanólico, ácido láctico, 3-ceto-ursulónico;

además mediante estudios en plantas egipcias, se agregó la presencia de L-triacontanol, aceites esenciales y azúcares.

Sin embargo se ha encontrado la presencia en hojas de un oxosteroides denominado Lancamarone que resulta ser cardioactivo en concentraciones de 1.0 ppm.

Los seres humanos y los pequeños animales pueden presentar una intoxicación de curso agudo, luego de consumir las hojas o frutos inmaduros. Existen reportes sobre casos fatales en niños. Los síntomas principales incluyen: anorexia, vómitos, diarrea, letargia y cólicos. También se pueden presentar ictericia y presencia de pigmentos biliares en orina ⁽¹⁵⁾.

Cuadro N° 1. Análisis Fitoquímico preliminar.

INVESTIGACIÓN DE:	HOJA	CORTEZA	RAÍZ	RECETA
Aceites Esenciales	+	-	-	-
Alcaloides	+	+	+	-
Flavonoides	-	-	-	+
Glucósidos Cardiotónicos	-	-	-	+
Saponinas	+	-	-	+
Sesquiterpenlactonas	+	+	+	+
Taninos	+	+	+	+
Triterpenos	+	-	+	+

RECETA: Se cocen tres puñitos de flores y tres hojas de Cinco Negritos, con tres tasas de agua. Se deja enfriar y se hacen tomas hasta que la calentura desaparece ⁽¹⁵⁾.

3.2.6 Usos Terapéuticos Populares ⁽¹⁵⁾.

- Antipirético
- Para enfermedades del hígado
- Estimulantes

3.3 Recomendaciones prácticas para la protección ecológica

- Al recoger raíces, cortar solo las raíces secundarias.
- Si se requiere del tallo, hacer cortes a lo largo, no transversales.
- Las hojas, escogerlas de las ramas más bajas y no cortarlas todas. Si se van a recoger flores, fruto o semillas, siempre dejar margen a la reproducción de la planta.
- Dejar siempre ejemplares de cada planta en la región, no recogerlas todas de una vez, pues se trata de aprovecharlas, no de extinguirlas.
- Es conveniente que el recolector forme un pequeño banco de germoplasma, particularmente de las plantas que están en vías de desaparición local, se recomienda que cada año se siembren las semillas en los mejores lugares (de acuerdo al tipo de planta), de esta manera se estará contribuyendo en el mantenimiento de la biodiversidad y en el equilibrio ecológico local ⁽⁹⁾.

3.3.1 Recolección.

Para recolectar plantas hay que saber primero qué parte de las mismas tienen uso. No deben recogerse cuando llueve, hay niebla o el tiempo es húmedo. Lo mejor es hacerlo a primeras horas de la mañana, aunque los ejemplares deben

estar ya secos del rocío matutino. Es importante recoger plantas que estén bien limpias ya que si las lavamos pierden parte de su valor (excepto la raíces). No hay que recolectarlas junto a carreteras transitadas, zonas industriales y áreas de cultivo tratados con plaguicidas. Las hojas deben recogerse cuando son jóvenes pero ya están totalmente desarrolladas; las flores, cuando ya están abiertas, pero frescas. Las partes aéreas de la planta se recolectan al comienzo de la época de floración. Los frutos, cuando están totalmente maduros. Las raíces se desentierran cuando son vigorosas y se han desarrollado por completo, al igual que los rizomas. La corteza hay que desprenderla de las ramas jóvenes; en primavera se suelta fácilmente.

Al secar plantas hay que evitar que los propios fermentos vegetales transformen o destruyan los principios activos de las mismas. Además, el proceso priva a los hongos y a las bacterias del sustrato de cultivo ⁽⁹⁾.

3.3.2 El secado.

El secado ha de considerarse como una conservación y ha de llevarse a cabo rápida y cuidadosamente después de la cosecha. Conviene utilizar siempre un lugar que se encuentre a la sombra, que esté bien ventilado. A pleno sol las plantas medicinales pierden con gran facilidad los importantes aceites esenciales contenidos en las flores, en las hojas y en los frutos (semillas). Lo mejor es depositar el material sobre un cedazo o una secadora (un dispositivo especial para estos fines), en capas delgadas, y dejarlo desecar al aire. Los ejemplares enteros pueden colgarse atados en ramilletes. Las plantas medicinales también

se pueden secar con calor artificial siempre que se observe una temperatura correcta ⁽⁹⁾.

Todas las plantas o partes de las mismas que huelan, contienen aceite esencial y deben secarse solamente a una temperatura de 35° C, mientras que todas las restantes soportan temperaturas de secado de hasta 60° C. Es importante mantener una buena circulación del aire para evitar de este modo que se produzca una fermentación. Las raíces y los rizomas, siempre que no se trate de raicillas filamentosas, deben partirse por la mitad, y los bulbos han de cortarse a rodajas. Una vez que el material recogido está bien seco hay que guardarlo en recipientes herméticamente cerrados y mantenerlo protegido contra la humedad⁽⁹⁾.

Las plantas secas conservan sus propiedades medicinales hasta por un año, después es necesario sustituirlas. El lugar destinado a secar y conservar las plantas debe conservarse limpio, libre de humedad y bien ventilado. Las hojas, flores y semillas se secan a la sombra, las raíces, cortezas y frutos, al sol. No hay que mezclar el material seco con el fresco. Las plantas de aroma fuerte deben secarse aparte.

Formas prácticas de secar las plantas:

Colgar manojos en cuarto seco (como tendedero).

Extendidas entre dos pedazos de tela natural (manta).

Guardadas en bolsas de jarcia, colgadas ⁽⁹⁾.

3.3.3 Guardado y almacenamiento.

Para guardar las plantas secas, se buscan frascos de vidrio, madera u hojalatas, bien limpios y secos; cuidando que las plantas no queden apretadas.

Tratamientos rústicos para guardar las plantas:

- Rallarlas con un rallador común.
- Cepillar o astillar con garlopa de carpintero.
- Cortar con un cuchillo.
- Quebrar con manos o martillo.
- Pulverizar con molcajete o molinillo de mano.

Conviene tener una libreta donde se anoten las propiedades medicinales y las maneras de preparación ⁽⁹⁾.

3.4 Insectos.

Todos los países que producen granos tienen a los insectos como plagas ya que los mismos son cosmopolitas y la predominancia de una u otra especie depende del tipo de grano, de las condiciones ambientales, etc. Son originarios de zonas subtropicales y en la masa de granos encuentran un lugar protegido de las condiciones extremas y con alimento en abundancia pudiendo mostrar un alto poder de multiplicación.

Los insectos son animales pequeños que por lo general tienen un par de antenas en la cabeza, tres pares de patas en el tórax y uno o dos pares de alas en su etapa adulta. Muchos insectos tienen dos pares de alas; algunos pueden volar y

otros no. Todos los insectos tienen el cuerpo dividido en tres partes: cabeza (parte anterior), tórax (parte media) y abdomen (parte trasera o posterior). Las patas y las alas están adheridas al tórax ⁽⁴⁾.

3.4.1 Principales plagas de los granos almacenados.

De las aproximadamente 700,000 especies, conocidas de insectos, 100 especies son responsables de los daños en almacenes, de los cuales 20 de ellos se consideran de importancia económica distribución geográfica y daños que ocasionan.

En base al daño que ocasionan se agrupan en: especies primarias y secundarias.

- Especies primarias: Son insectos capaces de dañar, perforar y romper granos enteros.
- Especies secundarias Son insectos que atacan granos partidos o que previamente fueran dañados por insectos primarios. Se reproducen con facilidad en productos que se obtienen en la molienda de los granos ⁽⁵⁾.

3.4.2 Otras características de los insectos.

Lo insectos no tienen huesos y las partes suaves de su cuerpo están protegidas por un armazón duro llamado exoesqueleto.

Los insectos muerden, raspan o mastican el alimento usando sus mandíbulas.

Tienen una longitud de 2 a 20 mm de largo.

La mayoría de los insectos nacen de huevecillos, después pasan a una fase llamada larva, luego a otra llamada pupa y finalmente llegan al estado de adulto.

Cada insecto hembra puede ovipositar una gran cantidad de huevecillos. Algunas hembras ponen cientos de ellos y cada uno de estos se puede transformar en un nuevo adulto. Los insectos ponen sus huevecillos tanto en el grano almacenado como en el que está en el campo, dependiendo del tipo de insecto ⁽⁵⁾.

3.4.3 Larvas.

Los huevecillos se desarrollan en larvas, y éstas se alimentan del grano. Una larva que se desarrolla dentro de una semilla se come la parte interna de ésta. Cada larva está cubierta por una piel más o menos rígida llamada cutícula.

3.4.4 Pupa.

Esta es la fase de transformación. La larva forma un capullo u otra cubierta protectora a su alrededor para pasar a esta etapa.

Cuando la pupa ha desarrollado las características del adulto, se desprende su última cutícula y emerge. El nuevo adulto tiene una coloración pálida y su textura es muy suave. Después de 2 a 72 horas la cutícula del insecto se endurece y adquiere el color y las manchas y pigmentos que la caracterizan.

Los insectos llegan al grano de muchas formas, dependiendo del tipo de insecto:

- Algunos insectos infestan el grano mientras está aun en el campo, antes de la cosecha, principalmente en el periodo que se deja secar, antes de su recolección. Otros pueden volar desde el campo hasta el grano almacenado y viceversa. Estos insectos son muy peligrosos porque atacan con facilidad al grano.

- Los graneros contruidos de madera, carrizo o paja entretejida dejan aberturas, espacios que se llenan de polvo, tierra y grano roto. Los insectos viven y

permanecen en estos lugares sucios en espera de grano recién cosechado para infestarlo. De esta manera, el grano nuevo es infestado al ser colocado en sitios de almacenamiento que contienen grano infestado de la cosecha anterior.

- Cuando el grano es transportado del campo a los sitios de almacenamiento en carreteras u otros vehículos que no se limpiaron después de su último uso.

Los insectos infestan el grano porque les proporciona el alimento, aunque también viven y se alimentan de otros materiales. El grano almacenado les proporciona el lugar apropiado para que vivan y se multipliquen porque contiene el alimento, el aire, la humedad y el calor que necesitan.

Algunos insectos, tales como los gorgojos de arroz, maíz y trigo, la palomilla dorada, el barrenador y el barrenillo de los granos son plagas primarias porque son capaces de romper la cubierta externa del grano y perforarlo; o porque depositan sus huevecillos en el exterior de la semilla y al nacer la larva ésta perfora el grano, alimentándose de su interior.

Se denominan plagas secundarias a los insectos que se desarrollan una vez que el grano ha sido dañado por las plagas primarias. Generalmente se alimentan de la harina y de los granos rotos y perforados por los insectos primarios. El gorgojo castaño de las harinas es un ejemplo característico de plaga secundaria.

Se denominan plagas terciarias a un grupo de insectos que se desarrollan una vez que el grano ha sido dañado por los insectos primarios y secundarios.

Generalmente se alimenta de impurezas, granos quebrados, perforados, residuos dejados por otros insectos y muchos de ellos, de los hongos que se desarrollan una vez que el grano se ha deteriorado completamente. Un ejemplo de plaga terciaria puede ser el gorgojo plano de los granos. (*Cryptolestes pusillus*) ⁽⁵⁾.

3.4.5 Factores que afectan la vida de los insectos.

Temperatura: Esta afecta todos los aspectos de la fisiología, la oviposición, la fecundidad, la longevidad, duración del ciclo de vida y por lo tanto el tamaño de las poblaciones.

En general con menos de 15°C los fenómenos reproductivos se ven afectados, las altas temperaturas también los afectan disminuyendo la oviposición, y acortándose la vida del adulto.

Humedad: Esta variable no actúa como limitante ya que los niveles con los que se comercializa la mercadería están por encima de los valores mínimo para el desarrollo de las plagas, por ejemplo: El gorgojo del arroz y del trigo no pueden reproducirse con 9 % de humedad, y si la misma es menor a 9% no pueden vivir.

Alimento: Al variar el medio la plaga puede cambiar algunos de sus comportamientos y requerimientos, por ejemplo el taladrillo en la cebada es de mayor tamaño y movilidad que el criado en trigo.

En general el tipo de alimento condiciona en cierto modo el tipo de vida, la duración de la vida, las formas del insecto ⁽⁵⁾.



Figura N° 2. ***Zabrotes subfasciatus*** (Gorgojo del frijol)

3.5 ***Zabrotes subfasciatus*** (Gorgojo del frijol)

3.5.1 Aspecto: el macho es de color negro con manchas blancas amarillentas y la hembra es de color café pardo. Parecido al gorgojo pardo aunque más chico y de cuerpo más ancho. Antenas largas y delgadas. El fémur posterior liso y la tibia con dos dientes largos rojizos. Longitud de 2 a 3 mm. Capaz de volar.

3.5.2 Hábitat: abundante en climas tropicales y subtropicales de América. En granos y semillas de frijol. No ataca a los cereales u otros productos.

3.5.3 Ciclo de Vida: la transformación de huevecillo en adulto tarda de cuatro a seis semanas. Huevecillos: la hembra adhiere los huevecillos a la superficie del frijol. Larva: robusta, encorvada, similar a la del gorgojo pardo, de color blanco marfil. Al nacer perfora la cascarilla del grano penetrando al interior en donde se alimenta y permanece.

Pupa: se desarrolla cerca de la cascarilla en el lugar preparado por la larva, dejando un orificio circular al emerger el adulto. Adulto: solamente vive de tres a cuatro semanas y no se alimenta de los productos almacenados.

Nota: plaga primaria debido a que las larvas son muy voraces, pudiendo existir varias de ellas en un solo grano ⁽⁵⁾.

El número de especies que atacan el frijol es grande, sin embargo, muchas de ellas lo hacen accidentalmente ya que provienen de otros productos como el maíz, sorgo o arroz almacenados en la misma bodega y en general no alcanzan a producir pérdidas importantes.

3.5.4 Biología.

Luego de la eclosión, la larva en su primer instar, penetra en el grano y se desarrolla en el interior.

Antes de empupar corta la testa en forma circular, formando una “ventana”.

El adulto recién formado empuja estas ventanas y sale del grano. Inmediatamente después copula e inicia su oviposición. Normalmente no se alimenta.

Algunos pueden permanecer en la celda durante varios días ⁽⁵⁾.

3.5.5 Ciclo biológico.

EL Zabrotes en estado de huevo dura entre cuatro y cinco días, los diferentes instares larvales 14 días y el estado de pupa entre 5 y 6 días. El adulto vive de 10 a 12 días. La hembra oviposita un promedio de 35 huevos ⁽⁶⁾.

3.6 Cultivo de Phaseolus vulgaris L (frijol).

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

En el país, dentro de los granos básicos, el frijol ocupa el segundo lugar después del maíz: tanto por la superficie sembrada como por la cantidad que consume la población. El frijol se cultiva a nivel nacional variando, desde luego, el área de siembra, los rendimientos y las etnologías de manejo de una región a otra. El consumo per capita de grano varía según el rendimiento y el estrato social, en cantidades que van desde 9 a 21 kilogramos por año ⁽¹⁶⁾.

3.6.1 Época de Siembra.

La época de siembra más adecuada para fríjol es aquella en que además de ofrecer las condiciones climáticas para un buen desarrollo del cultivo, permite que la cosecha coincida con el periodo de baja o ninguna precipitación, para evitar daños en el grano por exceso de lluvia. Se obtiene mejor calidad de semilla y grano debido a que el fríjol se cosecha en tiempo seco y soleado, facilitando las labores de postcosecha que se inician con el arranque, aporreo, secado del grano y almacenamiento ⁽¹⁶⁾.

3.6.2 Plagas comunes y su control.

Las plagas son factores limitantes de la producción de frijol ya que atacan todos los órganos de la planta durante la etapa de crecimiento y reproducción causando daños directamente y en asociación con agentes patógenos.

El control debe realizarse a través de un programa de manejo integrado de plagas. Que consiste en la selección, integración implementación de tácticas de control cultural, mecánico, biológico, legal y química. El mal manejo y uso irracional de los insecticidas y la excesiva confianza en la aplicación ha provocado consecuencias negativas, como intoxicaciones humanas, presencia de residuos en alimentos, contaminación ambiental, aparición de nuevas plagas, eliminación de insectos benéficos y facilidad de resistencia de los insectos plagas a los Insecticidas. El manejo integrado de plagas sugiere usar el control químico solamente cuando las otras medidas fallen y la población de insectos sobrepase el nivel de daño económico. La aplicación de insecticidas debe hacerse correctamente y usando productos de baja toxicidad y cuando sea necesario. Es recomendable que para determinar la aplicación de cualquier insecticida se deben hacer muestreos frecuentes de las plagas y de acuerdo al umbral económico tomar la decisión ⁽¹⁹⁾.

3.6.3 Producción de semilla de frijol.

La producción de frijol en su mayoría está representada por pequeños agricultores quienes utilizan semilla de la cosecha anterior.

En el proceso de producción de semilla de buena calidad se deben considerar los siguientes aspectos ⁽¹⁹⁾:

1. Selección de zona de producción. Para seleccionar la zona de producción de semilla. Es necesario conocer las características agro climáticas. Las zonas con temperaturas extremas. Lluvias excesivas y mucho viento, no son recomendadas para la producción de semilla; además, es necesario Identificar las principales enfermedades y plagas de la zona. Otro requisito para la producción de semilla, es que la zona este libre de enfermedades transmisibles por semilla, por ejemplo: Bacteriosis Común, **Antracnosis**, **Mustia hilachosa**, virus del Mosaico 15n, entre otras.
2. Selección del total de producción. Es necesario tener un historial del lote. El terreno debe tener una topografía regular y no haber sido sembrado con frijol en el ciclo anterior para evitar la contaminación y de enfermedades.
3. Selección de la variedad. La selección de una determinada variedad dependerá de lo que al productor le interesa. Es conveniente producir semilla de aquellas variedades más difundidas y de mayor aceptación entre los productores locales.

4. Fecha de siembra. En la época seca con disponibilidad de riego se pueda producir semilla de buena calidad. En algunas zonas del país el frijol se cultiva en dos ciclos: en primera y postrera. En el ciclo de primera la semilla que se produce no se puede considerar de buena calidad debido a que las lluvias interfieren al momento de la cosecha. No así en la siembra de postrera o en condiciones de verano con riego en donde la semilla es de mejor calidad.

La semilla de frijol, por la posición del eje embrionario, testa delgada y por la unión frágil entre el embrión y los monocotiledones es muy sensible a los daños mecánicos causados por el desgrane, tales como granos partidos.

5. Densidad de siembra. Para la producción de semilla Se requiere una densidad de plantas menor a la que normalmente se usa. Una población de hasta 150,000 plantas por hectárea permite mantener una buena ventilación, mejor control en la eliminación de plantas atípicas, menor competencia por nutriente y agua.
6. Eliminación de plantas. Es una actividad muy importante en el proceso de producción de semilla de buena calidad que se eliminan las plantas fuera de tipo y/o con síntomas de virus del Mosaico Común u otras enfermedades.
7. Fertilización. Tiene que ser aplicada en la cantidad adecuada y a su debido tiempo. Es recomendable fertilizar al momento de la siembra, hacer aplicaciones de fertilizantes foliares cuando el cultivo lo necesite. Una

fertilización en una cantidad excesiva puede motivar un desarrollo vegetativo mayor, que llegue a dificultar las inspecciones de campo, favorecer la proliferación de enfermedades.

8. Control de malezas. Debe ser importante un buen control de malezas, principalmente hasta la etapa de floración del cultivo, muchas son hospedantes de enfermedades.
9. Cosecha. En la madurez fisiológica, la semilla alcanza su óptima calidad, mayor poder germinativo y más elevado vigor de crecimiento, pero el contenido de humedad es alto, por consiguiente no es la mejor época para efectuar la cosecha. Si las plantas permanecen demasiado tiempo en el campo ocurren pérdidas por dehiscencia de las vainas, ataque de hongos y/o insectos, lo que disminuye su calidad. Para alcanzar una alta calidad de semilla, se debe cosechar cuando las vainas de la parte inferior de la planta están secas pero sin manchas de hongos y las de la parte superior estén maduras. La humedad de la vaina es mayor que la de la semilla al comienzo del día y disminuye al final del mismo.

La cosecha se inicia con el arranque de las plantas para acelerar el secado. Las plantas se dejan secar en el campo, si las condiciones ambientales son apropiadas (época seca), si hay lluvias estas deben llevarse a una galera o secador.

La trilla o desgrane es conveniente realizarla a manera de que se le cause a la semilla el menor daño posible. Una de las formas más recomendable es agrupar las plantas sobre manteados o lonas y golpearlas con palos. Si la trilla se hace con un contenido de humedad muy elevado (20% o mas) ocurre aplastamiento y daño internos en la semilla, si se efectúa cuando el contenido de humedad es muy bajo (14%) se obtendrá grandes cantidades de semilla partida fisurada, con cotiledones desprendidos y embriones partidos.

10. Selección de semilla. La selección de semilla es muy importante para mejorar la calidad del producto, pues permite eliminar terrones, piedras, desechos de cosecha y granos con daños diversos que no pueden removerse mediante zarandas y uso del viento, pues tiene tamaños y pesos similares a los de las semillas.
11. Secado. Cuando la semilla es trillada, el contenido de humedad no es adecuado para su almacenamiento hasta la próxima siembra por lo que hay que secarla inmediatamente hasta una humedad menor del 13%. De esta manera, se protege del ataque de hongos e Insectos y su deterioro fisiológico se hace más lento. En nuestro país de agricultores aprovechan el calentamiento natural solar y el movimiento natural del aire para secar la semilla de frijol.

El contenido de humedad se puede determinar rápidamente con verificadores de humedad. Los agricultores tienen formas de determinar si la semilla está lo suficientemente seca para almacenarla. Una manera es mordiendo el grano, si este se parte en muchos pedazos ya está listo para almacenarla.

12. Tratamiento. La semilla se trata con el propósito de protegerla del ataque de insectos y otros microorganismos, hongos y bacterias durante su almacenamiento y en el suelo después de la siembra. Se utiliza una diversidad de productos como aceite de cocina, pimienta y cenizas, Insecticida y funguicidas ⁽¹⁹⁾.

3.6.4 Cosecha.

La cosecha se inicia con el arranque y posteriormente la trilla o aporreo, el cual es recomendable hacerlo en forma manual a fin de no dañar la semilla ⁽¹⁶⁾.

3.6.5 Almacenamiento.

Los granos almacenados están sujetos a los cambios ambientales. Estos cambios pueden ser de índole física, biológica, química y técnica.

Los factores físicos tienen una influencia decisiva en el almacenamiento de los granos. Cuando las condiciones ambientales son apropiadas, los granos se podrán almacenar por largos períodos sin que presenten problemas. Por el

contrario cuando las condiciones ambientales son adversas el deterioro puede ocurrir en pocos días descomponiendo el grano hasta su destrucción total. Los factores físicos más importantes son la humedad, la temperatura, la condición del grano y la cantidad de oxígeno disponible en el almacén.

3.6.6 Humedad.

La humedad es el factor de mayor influencia en la conservación de granos y semillas durante el almacenamiento. Su importancia radica en su relación con factores biológicos que causan daño y en los que afectan el valor nutricional y económico (calidad y peso) de las cosechas. Las plagas que atacan el grano son menos atraídas al grano seco, por el contrario el deterioro de grano húmedo es muy rápido y puede llegar a niveles de 100% de pérdidas.

El grano es un producto higroscópico. La humedad del ambiente (humedad relativa) y la temperatura afectan su contenido de humedad. Para prevenir que el grano absorba humedad del medio ambiente, es recomendable secarlo bien y almacenarlo dentro de un recipiente cerrado que prevenga la libre entrada de la humedad; por ejemplo el silo metálico o un barril, ambos ofrecen una barrera física a la entrada de humedad y de esta forma se puede almacenar grano por un año o más, con humedades en equilibrio inferiores que las encontradas en el medio ambiente.

Contenidos de humedad máximos posibles para almacenamiento seguro para el grano de frijol, para un periodo de 1 año 13-14%, y para 3 años 10%.

3.6.7 Temperatura.

La germinación de la semilla es especialmente afectada por la temperatura. Temperaturas a más de 40°C pueden reducir la germinación rápidamente. En sistemas tradicionales de manejo postcosecha de granos, la temperatura es a menudo poco controlada y puede eventualmente afectar la semilla. Cuando se secan granos al sol, las temperaturas pueden exceder los 40°C esto puede afectar la germinación de la semilla si esta no se voltea frecuentemente para lograr un secado uniforme.

3.6.8 Oxígeno.

La respiración de los granos, los insectos y microorganismos asociados a ellos, involucra el uso de oxígeno. Mientras menor sea el contenido de oxígeno de un almacén, menor será la respiración del grano y la actividad de los insectos y microorganismos reduciéndose sus efectos de daño.

En métodos tradicionales de almacenamiento la presencia de oxígeno no es una limitante, salvo en almacenamiento e estructuras herméticas como en silos metálicos y barriles. En estos casos los niveles de oxígeno pueden reducirse al sellar completamente la estructura y permitir que la respiración del grano, insectos y microorganismos consuma todo el oxígeno disponible. Esto ha sido reconocido

como una alternativa para evitar el deterioro y ha sido utilizada para almacenar grano húmedo para ensilaje, sin embargo, en el caso del grano almacenado para consumo humano su uso es limitado. No sólo se deben reducir los niveles de oxígeno a concentraciones mínimas, sino que se deben mantener bajos, requiriendo así de estructuras especiales a prueba de escapes.

3.6.9 Condiciones del grano.

Los granos son organismos vivos, formados por una capa protectora (pericarpio), reserva de alimentos (endosperma) y el embrión (germen). En su estado entero, sano y limpio presentan resistencia a la descomposición ocasionada por microorganismos e insectos. Cuando su capa protectora está dañada o el grano está quebrado, se verán más susceptibles al ataque de estas plagas aunque se almacene bajo condiciones ambientales favorables.

El grano sufre daño desde que se encuentra en el campo. El ataque de pájaros, roedores, insectos y microorganismos comienza a deteriorar su capa protectora haciéndolo más susceptible al ataque de plagas de almacén.

Algunas prácticas de manejo tradicionales como el “aporreo” en el fríjol, el desgrane con maquina mal calibrada o cualquier presión mecánica que reciba el grano, también producirán deterioro haciendo al grano más susceptible al ataque de plagas durante su almacenamiento. En general mientras más entero y sano se almacene un producto, mayor será su conservación (almacenabilidad) ⁽¹¹⁾.

3.8 Análisis estadístico.

3.8.1 Varianza.

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

La varianza es el cuadrado de la desviación típica: en símbolo σ^2 mide esencialmente el promedio de las desviaciones (el promedio de las desviaciones elevadas) al cuadrado a partir de la media \bar{X} ; la formula que así:

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

Esta proporciona información sobre la dispersión de las variables en estudio.

Propiedades de la varianza y es expresada en las unidades de la variable en estudio.

La varianza es una cantidad siempre no negativa: $V(X) \geq 0$, cualquiera que sea la distribución.

$$\sum (x - \bar{x})^2 > 0$$

1. La varianza de una constante es cero: $V(K) = 0$.
2. La varianza de un producto es constante por una variable es igual al producto del cuadrado de la constante por la varianza de la variable.
3. La varianza de la suma o resta de una variable y una constante es igual a la varianza de la variable.

3.8.2 Coeficiente de Variabilidad.

Establece la diferencia en la variabilidad o dispersión de dos o más variables, se representa por:

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100$$

Y expresa la desviación típica como un porcentaje del promedio alrededor del cual se toman las desviaciones. El resultado es un número abstracto.

El grado de representatividad de la media detectado por medio del coeficiente de variabilidad:

3.8.3 Diferencia Mínima Significativa.

Se utiliza cuando se han planeado las comparaciones que se van a hacer previamente a la obtención de los resultados.

Puede dar resultados falsamente significativos en un nivel del 0.05 si el experimentador se dedica a hacer comparaciones exclusivamente entre tratamientos de resultados extremos. En el caso de que hubiera que hacer preferentemente comparaciones de resultados extremos, es necesario optar por un nivel de 0.01 en lugar de 0.05, pero si el número de tratamientos es elevado debe reemplazarse la DMS por otra prueba. Debido a este uso incorrecto de la DMS se vacila en su recomendación. El uso incorrecto más común es hacer comparaciones sugeridas por los datos ⁽¹⁶⁾.

$P > F > 0.05$ no hay diferencia significativa

$P > F < 0.05 - 0.01$ Es significativa la diferencia

$P > F < 0.001$ Es altamente significativa la diferencia

IV. DISEÑO METODOLÓGICO.

La presente investigación es un estudio de tipo experimental que comprenderá tres partes:

Investigación bibliográfica.

Investigación de campo

Parte experimental

4.1 Investigación bibliográfica.

Este consistirá en la recopilación de información bibliográfica en las facultades de la Universidad de El Salvador:

- Química y Farmacia
- Ciencias Agronómica

Así como también artículos en línea. Internet.

Investigación de campo:

4.2.1 Diseño estadístico a utilizar.

El diseño estadístico a utilizar es completamente al azar con nueve tratamientos y tres repeticiones por prueba, luego se hará el análisis de varianza de los datos obtenidos y la posterior comparación de medias mediante la Diferencia Mínima significativa (DMS) a nivel de significación de 0.05.

4.2.2 Selección de la muestra.

Universo:

- Arbustos de *Lantana camara* (Cinco Negritos) localizados dentro de la Universidad de El Salvador y en el municipio de Soyapango cantón en Matazano.
- *Zabrotes subfasciatus* (Gorgojos de Frijol) recolectados en Ciudad Arce ubicado en el departamento de La Libertad.
- Granos de frijol recolectados en el Municipio de Soyapango, San Salvador.

Muestra:

- Porción de granos de frijol recolectados en el Municipio de Soyapango, San Salvador.
- Porción de hojas de la planta en cantidad suficiente para realizar los ensayos, seleccionando las hojas de edad media a adulta las cuales deben estar sanas.
- Población de *Zabrotes subfasciatus* (gorgojos de Frijol) recolectados en Ciudad Arce ubicado en el departamento de La Libertad.

4.2.3 Recolección de muestras.

En cuanto a la recolección de las porciones de *Phaseolus vulgaris L* (granos de frijol) se obtendrán en lugares públicos de venta en el Municipio de Soyapango, Departamento de San Salvador éstas se harán completamente al azar.

La recolección del **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo de frijol) se realizará en Ciudad Arce, ubicada en el departamento de La Libertad procurando en lo posible obtener la mayor cantidad de insectos.

La recolección de las hojas de las plantas se realizará en las horas frescas del día, cortando únicamente la cantidad de hojas necesarias, utilizando arbustos de **Lantana camara** (Cinco Negritos) localizados dentro de la Universidad de El Salvador y en el municipio de Soyapango cantón el Matazano.

Con esto se elaborarán 9 extractos:

- 3 extractos acuosos por maceración.
- 3 extractos acuosos por infusión.
- 3 extractos hidroalcoholicos (agua: alcohol 81.25: 18.75) por maceración.

4.3 Parte experimental.

4.3.1 Recolección de hojas.

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

Se recolectarán en las horas frescas del día, cortando únicamente la cantidad de hojas a utilizar, en especial las hojas de edad media a mayor (ya que estas poseen la mayor concentración de ingrediente activo), de manera que las plantas queden con suficiente follaje para subsistir, utilizando arbustos de **Lantana camara** (Cinco Negritos).

4.3.2 Secado.

Se realizó el secado, utilizando el método de bolsas de papel de empaque; el cual consistió en la preparación de bolsas de papel de empaque en las que se colocaron las hojas frescas, cuidando de no sobrecargar la bolsa y de esta manera permitir la circulación del aire entre las hojas y favorecer el secado uniforme, por los días necesarios hasta observar que las hojas estén completamente secas, en un lugar ventilado, seco y retirado de la luz directa del sol.

4.3.3 Fraccionado.

Después del procedimiento de secado se fraccionó en forma manual las hojas secas para disminuir su tamaño y facilitar su extracción.

Colocando las hojas secas en recipientes hondos o en bolsas plásticas utilizando las manos se estrujó las hojas de manera de reducir a su menor tamaño posible los fragmentos de hojas secas.

4.3.4 Preparación de los extractos.

Pesar en una balanza granataria o semianalítica 5g de hojas secas.

Medir en una probeta de 150 mL, 100mL de agua de grifo.

Tomar una botella de 12 onzas (355 mL), limpia y seca, y agregar 5g de hojas secas pesadas en el paso 1, alisar la superficie de manera de compactar en lo posible las hojas secas dentro de la botella y marcar el volumen ocupado por las hojas secas con un plumón la botella.

A la botella conteniendo los 5g de hojas secas adicionar los 100 mL de agua y marcar el volumen en la botella. (Ver anexo 1).

Colocar las hojas secas fraccionadas en la botella previamente preparada (La cantidad de hojas secas a adicionar dependerá de la concentración del extracto a elaborar 5, 10, 15 gramos, para 5 g en 100 mL, 10 g en 100 mL y 15 g en 100 mL respectivamente). Agregar el solvente adecuado, llevar al volumen marcado en la botella (Ver anexo 1); tapar la botella, agitar y se cubrir con un plástico de color negro y dejar reposar por 24 horas en un lugar oscuro y fresco.

De esta manera se elaboraron 10 tratamientos:

- T1. Extracto por maceración acuosa de hojas secas de **Lantana camara** (Cinco Negritos) a una concentración 5 g en 100 mL.
- T2. Extracto por maceración acuosa de hojas secas de **Lantana camara** (Cinco Negritos) a una concentración de 10 g en 100 mL.
- T3. Extracto por maceración acuosa de hojas secas de **Lantana camara** (Cinco Negritos) a una concentración de 15 g en 100 mL.
- T4. Extracto por infusión acuosa de hojas secas de **Lantana camara** (Cinco Negritos) a una concentración de 5 g en 100 mL.
- T5. Extracto por infusión acuosa de hojas secas de **Lantana camara** (Cinco Negritos) a una concentración de 10 g en 100 mL.
- T6. Extracto por infusión acuosa de hojas secas de **Lantana camara** (Cinco Negritos) a una concentración de 15 g en 100 mL.

- T7. Extracto por maceración hidroalcohólicas de hojas secas ***Lantana camara*** (Cinco Negritos) a una concentración de 5 g en 100 mL.
- T8. Extracto por maceración hidroalcohólicas de hojas secas de ***Lantana camara*** (Cinco Negritos) a una concentración de 10 g en 100 mL.
- T9. Extracto por maceración hidroalcohólicas de hojas secas de ***Lantana camara*** (Cinco Negritos) a una concentración de 20 g en 100 mL.
- T10. Blanco (agua) testigo absoluto.

4.3.5 Evaluación de extractos botánicos:

4.3.5.1 Prueba de protección al grano de frijol.

Se evaluó el grado de protección que los diferentes tratamientos le dan al grano de frijol almacenado para lo cual se tomaron muestras al azar.

La prueba se realizó tomando 500 granos de frijol sanos, colocándolos en bolsas plásticas rotuladas con el tratamiento respectivo, para luego aplicar el tratamiento a evaluar, distribuirlo homogéneamente en los granos.

Posteriormente se eliminó el exceso del extracto por simple decantación, luego se secaron los granos al ambiente extendidos en papel filtro, hasta obtener granos secos.

Se pesaron los granos en balanza analítica, luego fueron colocados en recipientes de vidrio, para luego proceder con la infestación de los granos, colocando 10 gorgojos de frijol.

Las observaciones se realizaron a los 10 días, retirando los adultos de los granos, tomando una muestra de 100 granos al azar determinando: el número de granos sanos, número de granos dañados, número de agujeros de salida, y número de agujeros de salida por huevo adherido al grano.

Realizando mismas observaciones a 1, 2 y 3 meses.

Parámetros a evaluados:

- Porcentaje de pérdida de peso del grano.

Esta variable se utilizó con el fin de conocer el grado de protección que brindan los extractos botánico a *Phaseolus vulgaris L.* (grano de frijol) almacenado, tomando el peso inicial de los granos de frijol, posteriormente determinando su porcentaje de pérdida después de la aplicación del tratamiento.

- Severidad.

En esta variable se evaluó la cantidad de agujeros de salida por cada cien granos de frijol.

- Numero total de gorgojos.

Con esta variable controlaremos si ha existido incremento en la población de gorgojos después de aplicar los extractos.

Esta prueba se realizó con los nueve tratamientos incluyendo el blanco.

4.3.5.2 Prueba de aplicación directa.

Esta prueba consistió en colocar 10 *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo de frijol), procurando en lo posible mantener igual número de machos y hembras, en placas

de petri con papel filtro en la base, a los cuales se le aplicó por aspersion los 10 tratamientos y posteriormente cerrándolos, y cubriéndolos con papel aluminio, observándolos a la 1, 6, 12, 24 y 48 horas después de la aplicación.

Parámetros a evaluados:

- Número de gorgojos vivos.

Esta variable se utilizó con el fin de determinar el efecto insecticida de los tratamientos elaborados.

4.3.5.3 Prueba de repelencia.

En esta prueba se rociaron los granos con los diferentes tratamientos, homogenizando en bolsas plásticas y eliminando el exceso de líquido por decantación para su posterior secado al ambiente; luego se colocaron en los diferentes compartimentos respectivos del aparato (ver anexo 2) los granos tratados.

Se colocaron en el centro del aparato 50 gorgojo de frijol (*Z. subfasciatus*), tapados y sellados con cinta adhesiva. Se almacenaron por 24 horas y se le realizaron las observaciones pertinentes.

Parámetros a evaluados:

- Número de gorgojos de frijol (*Z. subfasciatus*) en cada compartimiento.

Se evaluó de acuerdo al número de gorgojos que migran a los compartimientos conteniendo diferentes tratamientos.

En la prueba se utilizaran 3 aparatos para cada tipo de extracto:

- Extracto acuoso por maceración de la hoja seca de la Cinco negritos (**L. camara**), tratamientos T1, T2, T3 y T10 (blanco).
- Extracto acuoso por infusión de la hoja seca de la Cinco negritos (**L. camara**), tratamientos T4, T5, T6 y T10 (blanco).
- Extracto hidroalcoholico por maceración de la hoja seca de la Cinco negritos (**L. camara**), tratamientos T7, T8, T9 y T10 (blanco).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Los resultados fueron examinados estadísticamente por el método de varianza para un diseño completamente al azar y análisis comparativo de medias utilizando la diferencia mínima significativa (DMS) a un nivel de significación de 0.05.

Al utilizar los datos tal como se obtenían en las pruebas y analizarlos estadísticamente, los resultados no permitían una discusión lógica por lo que fue necesario para la mejor interpretación de resultados, en algunos casos, transformarlos mediante la formula $y = \sqrt{(x + 0.5)}$ (donde “x” representa el valor a corregir) (23).

El análisis de varianza permite conocer si existe una diferencia significativa entre los resultados obtenidos para así poder confirmar si estadísticamente son diferentes. Esto se confirma mediante la significancia que la tabla de ANOVA proporciona como el valor de $P > F$, este valor se interpreta bajo el siguiente parámetro:

$P > F > 0.05$ no hay diferencia significativa

$P > F < 0.05 - 0.01$ Es significativa la diferencia

$P > F < 0.001$ Es altamente significativa la diferencia

Es importante notar que el análisis DMS se realiza únicamente a los resultados que bajo el análisis de ANOVA presentan diferencia significativa entre estos.

El análisis de la diferencia mínima significativa (DMS) se realiza con el fin de observar que valores son estadísticamente iguales o diferentes en una serie de

datos, para esto el DMS clasifica cada valor colocándole una letra mayúscula o combinación de letras del alfabeto, interpretándose de la siguiente manera: igual letra cuando son estadísticamente similares y diferente letra cuando son estadísticamente diferentes.

5.2 Prueba de protección al grano.

En esta prueba se evaluaron tres variables: diferencia de peso, cantidad de agujeros (severidad) y cantidad de gorgojos, a los resultados obtenidos en las tres variables se les efectuó la transformación de datos para su posterior análisis de varianza y DMS.

5.2.1 Variable severidad ⁽²⁾.

Con respecto a la severidad, en esta variable se evalúa la cantidad de agujeros promedio en cien granos de frijol tomados al azar en cada mes de prueba. Antes de proceder con el análisis estadístico se transformaron los datos debido a que al realizarles el análisis de varianza no se conseguía una buena representatividad entre estos ya que se obtenía un valor de coeficiente de variación superior a 30%. En el primer mes de evaluación no se observó ningún agujero en los frijoles tratados debido a que los gorgojos no habían emergido. En los meses dos y tres de evaluación el tratamiento con más daños fue el T6, los demás tratamientos en sus respectivos meses, fueron estadísticamente iguales a excepción del T9 que en el tercer mes sufre un leve incremento (Cuadro N° 4).

Cabe destacar que los tratamientos que presentaron la menor variación en sus medias en los tres meses fueron T1, T4, T5 y T7 (Cuadro N° 4)

Cuadro N° 2. Resultados de la variable severidad en la prueba de protección al grano de frijol, durante tres meses de observación con diez extractos diferentes. Datos corregidos.

Trat.	Repetición I		Repetición II		Repetición III		Promedio	
	Mes2	Mes3	Mes2	Mes3	Mes2	Mes3	Mes2	Mes3
T1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T2	0.01	0.54	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.29
T3	0.03	0.15	0.01	0.10	0.02	0.90	0.02	0.38
T4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.03	0.00
T5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T6	1.13	1.54	0.49	0.51	0.35	2.27	0.66	1.44
T7	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
T8	0.00	0.00	0.75	0.83	0.00	0.00	0.25	0.28
T9	0.25	0.20	0.17	0.32	0.30	0.73	0.24	0.42
T10	0.70	0.94	0.97	1.15	0.60	0.87	0.76	0.99

En este cuadro puede observarse un incremento en la severidad en el Tratamiento 6, repetición 3 en tercer mes, esto se debe a que al trabajar con insectos hay variables que no pueden controlarse, en este caso el desarrollo de la población, que en este tratamiento fue muy superior lo que llevó respectivamente a un incremento en la severidad.

Cuadro N° 3. Resultados de análisis de varianza en variable severidad para el segundo mes en la prueba de protección al grano frijol.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	0.654129	0.072681	7.1594	0.000
ERROR	20	0.203035	0.010152		
TOTAL	29	0.857164			

C.V. = 12.3238%

Cuadro N° 4. Resultados de análisis de varianza en variable severidad para el tercer mes en la prueba de protección al grano frijol.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	1.417866	0.157541	5.6621	0.001
ERROR	20	0.556475	0.027824		
TOTAL	29	1.974340			

C.V. = 18.4975%

Los coeficientes de variación obtenidos en los análisis de varianza para los cuadros 3 y 4, en esta prueba nos indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

Cuadro N° 5. Comparación de medias de datos de severidad en la prueba de protección al grano a un nivel de significancia = 0.05

Tratamientos	Medias			
	Mes 2		Mes 3	
T1	0.7071	B	0.7071	C
T2	0.7095	B	0.8775	C
T3	0.7211	B	0.9213	C
T4	0.7274	B	0.7071	C
T5	0.7071	B	0.7071	C
T6	1.0646	A	1.3659	A
T7	0.7164	B	0.7071	C
T8	0.8441	B	0.8558	C
T9	0.8597	B	0.9504	BC
T10	1.1189	A	1.2183	AB
DMS	0.1716		0.2841	

Se puede observar que el Tratamiento 6 estadísticamente se comporta igual que el blanco por lo que este tratamiento no ejerce ninguna protección en esta variable. Los otros tratamientos poseen un comportamiento similar entre ellos

como se puede observar por lo que no destaca alguno en específico en esta variable, pero se puede destacar la poca variación de las medias en los tratamiento T1, T5 y T7.

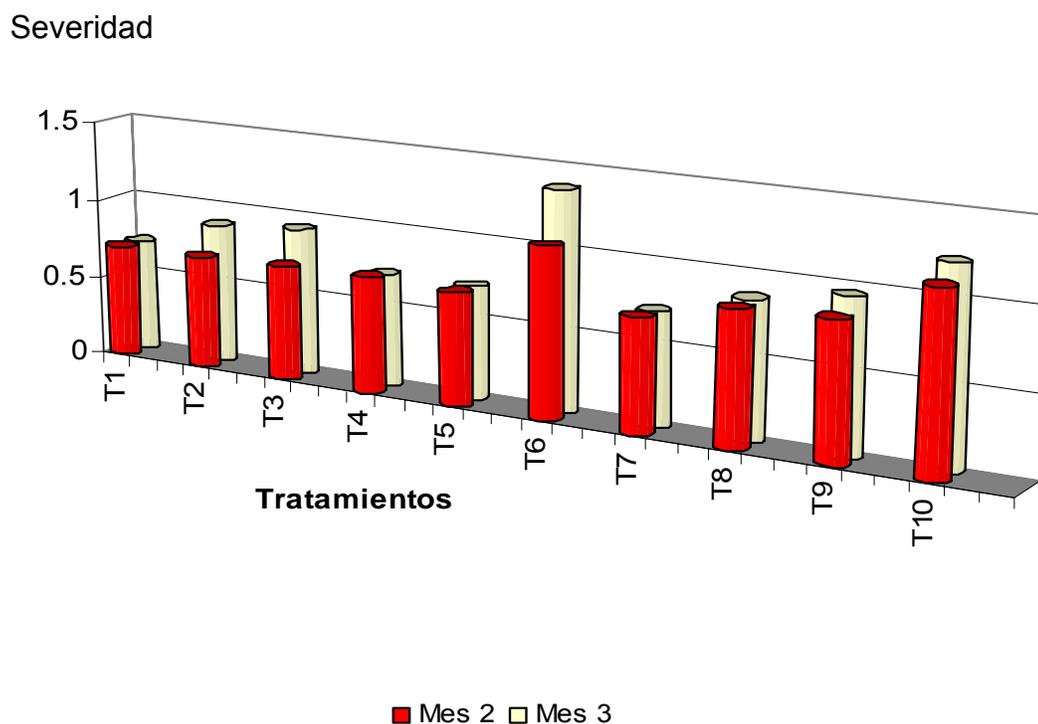


Figura N° 3. Datos de severidad en dos meses de observación en la prueba de protección al grano frijol, utilizando diez tratamientos diferentes, resultados obtenidos del análisis estadístico.

En esta gráfica puede observarse el daño causado a los granos por los gorgojos, siendo el tratamiento 6 el más dañado y verificándose que los otros tratamientos presentan una tendencia similar en esta variable.

5.2.2 Variable Diferencia de pesos

Se evaluó la diferencia de peso producida por la infestación de los gorgojos. Al ser insectos muy pequeños era de esperar diferencias muy mínimas por lo que se optó por emplear la una balanza analítica la cual se uso en todo el análisis.

Al finalizar la prueba se pudo observar que en algunos casos se registraban diferencias con valores negativos debido a incrementos de pesos con respecto al valor inicial, esto es debido a factores ajenos a nuestra variable como son humedad, temperatura, errores de la balanza, así como errores humanos por lo cual se eligió un análisis estadístico para corregir esta variación utilizando la Observaciones Pareadas ⁽¹⁶⁾. Al realizar esto no se pudo corregir, debido a que en los alfas permitidos de 0.01, 0.05 y 0.10 se eliminaban valores positivos que eran de significancia en el análisis, por lo que se optó por excluir simplemente los valores negativos que en el estudio no representan importancia alguna y se sustituyeron por ceros, entendiéndose que no ha existido variación. A estos valores se les realizó el análisis estadístico de varianza y DMS, realizando la transformación de datos debido a que al tratarlos tal como se obtuvieron de las pruebas, se obtenía un valor de Coeficiente de variación superior a 30%.

En el primer mes de prueba, en el análisis de varianza se verifica que no existe una diferencia significativa en los resultados obtenidos (Cuadro N° 9) incluyendo al blanco. En el segundo mes de evaluación se registró ya una diferencia significativa entre los tratamientos, exhibiendo la mayor diferencia T4 (Cuadro N° 12) siendo los otros estadísticamente iguales pero inferiores al blanco. Al finalizar

la prueba se observa diferencia de peso, entre los tratamientos debido al incremento de la población de gorgojos para ese momento, destacando entre los tratamientos menos dañados los T1, T5 y T7 los otros tratamientos presentaron un cambio estadísticamente igual aunque menor al blanco (Cuadro N° 13).

Cuadro N° 6. Resultados de la variable porcentaje de pérdida de peso en el primer mes de observación en la prueba de protección al grano de frijol.

Trat.	Repetición I			Repetición II			Repetición III			Prom
	Inicial	Final	Dif	Inicial	Final	Difer.	Inicial	Final	Dif	
T1	97.15	97.18	0.00	99.45	99.49	0.00	95.16	95.19	0.00	0.000
T2	97.80	97.85	0.00	99.20	99.09	0.10	98.72	98.75	0.00	0.034
T3	89.46	89.49	0.00	92.04	92.08	0.00	103.40	103.58	0.00	0.000
T4	95.69	94.06	1.69	97.92	97.92	0.00	97.24	97.01	0.23	0.642
T5	98.61	98.82	0.00	95.75	95.33	0.44	96.82	96.55	0.27	0.240
T6	102.94	103.00	0.00	102.94	102.84	0.08	102.05	102.09	0.00	0.030
T7	102.89	102.72	0.19	97.72	97.73	0.00	95.58	95.59	0.00	0.067
T8	99.71	99.09	0.61	98.22	98.14	0.07	99.40	99.39	0.00	0.232
T9	91.10	91.25	0.00	103.07	102.99	0.08	89.97	89.92	0.06	0.047
T10	94.37	94.64	0.00	97.57	97.16	0.41	90.41	90.23	0.19	0.205

Cuadro N° 7. Resultados de la variable porcentaje de pérdida de peso en el segundo mes de observación en la prueba de protección al grano de frijol.

Trat.	Repetición I			Repetición II			Repetición III			Prom
	Inicial	Final	Dif	Inicial	Final	Difer.	Inicial	Final	Dif	
T1	97.15	97.18	0.00	99.45	99.50	0.00	95.16	95.36	0.00	0.000
T2	97.80	97.81	0.00	99.20	99.17	0.03	98.72	98.84	0.00	0.010
T3	89.46	89.88	0.00	92.04	92.02	0.02	103.40	103.60	0.00	0.009
T4	95.69	94.00	1.75	97.92	97.99	0.00	97.24	97.30	0.00	0.586
T5	98.61	98.51	0.09	95.75	95.75	0.00	96.82	96.68	0.14	0.083
T6	102.94	103.00	0.00	102.94	102.83	0.10	102.05	102.10	0.00	0.035
T7	102.89	102.84	0.05	97.72	97.70	0.01	95.58	95.58	0.00	0.023
T8	99.71	99.83	0.00	98.22	97.38	0.85	99.40	99.35	0.04	0.302
T9	91.10	91.22	0.00	103.07	103.16	0.00	89.97	90.07	0.00	0.000
T10	94.37	94.00	0.38	97.57	96.14	1.46	90.41	89.24	1.29	1.049

Cuadro N° 8. Resultados de la variable porcentaje de pérdida de peso en el tercer mes de observación en la prueba de protección al grano de frijol.

Trat.	Repetición I			Repetición II			Repetición III			Prom
	Inicial	Final	Difer.	Inicial	Final	Difer.	Inicial	Final	Difer.	
T1	97.15	97.20	0.00	99.45	95.53	0.00	95.16	95.20	0.00	0.000
T2	97.80	97.04	0.77	99.20	99.14	0.05	98.72	98.80	0.00	0.277
T3	89.46	89.50	0.00	92.04	91.98	0.06	103.40	100.57	2.74	0.935
T4	95.69	94.03	1.72	97.92	98.01	0.00	97.24	97.13	0.10	0.612
T5	98.61	98.58	0.02	95.75	95.80	0.00	96.82	96.91	0.00	0.009
T6	102.94	102.20	0.72	102.94	101.95	0.96	102.05	100.45	1.56	1.082
T7	102.89	102.93	0.00	97.72	97.75	0.00	95.58	95.64	0.00	0.000
T8	99.71	99.85	0.00	98.22	97.33	0.90	99.40	99.16	0.24	0.383
T9	91.10	91.23	0.00	103.07	102.54	0.51	89.97	89.82	0.16	0.228
T10	94.37	92.90	1.56	97.57	95.01	2.61	90.41	87.59	3.12	2.434

Cuadro N° 9. Resultados de análisis de varianza para variable porcentajes de pérdida de peso para el primer mes en la prueba de protección al grano frijol.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	0.253433	0.028159	1.1380	0.383
ERROR	20	0.494883	0.024744		
TOTAL	29	0.748316			

C.V. = 19.9017%

Cuadro N° 10. Resultados de análisis de varianza para porcentajes de pérdida de peso para el segundo mes en la prueba de protección al grano frijol.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	0.780571	0.086730	2.5285	0.040
ERROR	20	0.686031	0.034302		
TOTAL	29	1.466602			

C.V. = 22.7821%

Cuadro N° 11. Resultados de análisis de varianza para porcentajes de pérdida de peso para el tercer mes en la prueba de protección al grano frijol.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	2.584940	0.287216	3.6107	0.008
ERROR	20	1.590906	0.079545		
TOTAL	29	4.175846			

C.V. = 28.8341%

El análisis de varianza para los cuadros 8, 9 y 10 nos muestran que existe diferencia significativa en los datos obtenidos.

Cuadro N° 12. Comparación de medias del porcentaje de pérdida de peso del grano de frijol en la prueba de protección al grano a un nivel de significancia = 0.05

Tratamiento	Medias			
	Mes 2		Mes 3	
T1	0.7071	B	0.7071	C
T2	0.7144	B	0.8606	BC
T3	0.7136	B	1.0858	BC
T4	0.9723	AB	0.9934	BC
T5	0.7625	B	0.7135	C
T6	0.7305	B	1.2502	AB
T7	0.7233	B	0.7071	C
T8	0.8709	B	0.9181	BC
T9	0.7071	B	0.8440	BC
T10	1.2278	A	1.7016	A
DMS	0.3154		0.4804	

Se puede observar que al final de la evaluación los tratamientos que presentaron la mayor diferencia con respecto al blanco fueron T1, T5 y T7.

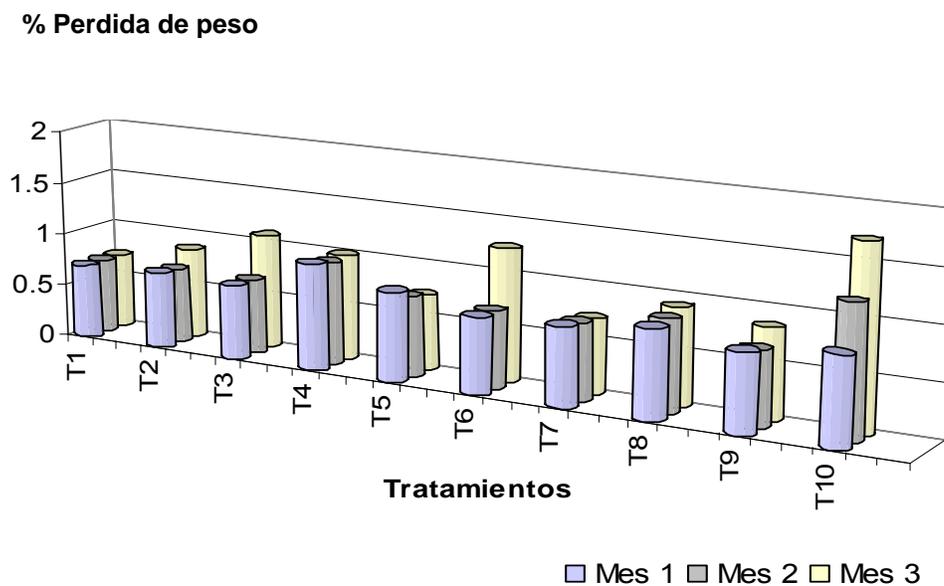


Figura N° 4. Porcentaje de pérdida de peso durante los tres meses de observación, en los diferentes tratamientos evaluados en la prueba de protección al grano frijol, utilizando los datos obtenidos en el análisis estadístico.

5.2.3 Variable número de gorgojos vivos.

En la variable número de gorgojos vivos, se optó por cambiarla a número de gorgojos totales (gorgojos vivos más muertos) debido a que de esta manera se aprecia mejor el aumento de la población, que únicamente con el registro del número de gorgojos vivos, como se había planteado en el anteproyecto.

Al realizar el análisis estadístico a los datos se observó que a pesar de transformarlos, siempre se obtenía un coeficiente de variación superior al límite máximo permitido 30% (Cuadro N° 14 y N° 15), rechazándose de esta forma la representatividad de los valores a pesar de observarse gráficamente una diferencia muy marcada entre tratamientos, por lo que se optó por mostrar los datos únicamente para comparar como algunos extractos limitan el desarrollo de la población de gorgojos, realizándoles el DMS para poder diferenciar estadísticamente sus medias.

En el primer mes, en el momento de revisar los granos, no se encontraron gorgojos que hubiesen emergido aun, por lo cual se debió esperar un poco mas hasta observar gorgojos vivos, solo se observó la ovipostura en algunos tratamientos.

Al segundo mes de observación se pudo verificar el aumento en la población en especial en los tratamientos T3, T6, T9 y T10 siendo estos cuatro estadísticamente comparables (Cuadro N° 15); los tratamientos T1, T5 y T7 no presentaron incremento alguno en la población, los otros tratamientos presentaron

un incremento no significativo ya que estadísticamente son iguales a los que no incrementaron en población.

En el tercer mes los tratamientos T1, T5 y T7 no presentaron aumento en la población de gorgojos (Figura N° 5) y al final de la evaluación se puede concluir que son estadísticamente iguales como lo muestran los resultados (Cuadro N° 15), los otros tratamientos presentaron un aumento significativamente considerable, con respecto al blanco.

Cuadro N° 13. Resultados de la variable numero de gorgojos en tres meses de observación en la prueba de protección al grano frijol.

Trat.	Repetición I		Repetición II		Repetición III		Promedio	
	Mes II	Mes III	Mes II	Mes III	Mes II	Mes III	Mes II	Mes III
T1	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
T2	3	12	7	32	0	0	3.33	14.67
T3	12	17	10	56	20	58	14.00	43.67
T4	2	6	0	0	5	21	2.33	9.00
T5	0	0	0	0	0	0	20.33	0.00
T6	20	119	20	57	21	153	0.00	109.67
T7	0	0	0	0	0	0	6.00	0.00
T8	0	0	18	120	0	0	20.67	40.00
T9	16	61	17	48	29	52	20.33	53.67
T10	22	59	15	74	26	73	21.00	68.67

Cuadro N° 14. Resultados de análisis de varianza en variable número de gorgojos vivos para el segundo mes en la prueba de protección al grano frijol.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	77.982239	8.664693	11.6618	0.000
ERROR	20	14.860016	0.743001		
TOTAL	29	92.842255			

C.V. = 34.6964%

Cuadro N° 15. Resultados de análisis de varianza en variable número de gorgojos vivos para el tercer mes en la prueba de protección al grano frijol.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	349.955750	38.883972	6.9665	0.000
ERROR	20	111.631775	5.581589		
TOTAL	29	461.587524			

C.V. = 51.8265%

Se puede observar que el coeficiente de variación en los cuadros 14 y 15 es superior al 30% por lo que no existe representatividad en los datos debido a que existe una diferencia muy marcada en el crecimiento poblacional de los insectos entre tratamientos.

Cuadro N° 16. Comparación de medias de datos en variable cantidad de gorgojos vivos en la prueba de protección al grano a un nivel de significancia = 0.05.

Tratamientos	Medias	
	Mes 2	Mes 3
T1	0.7071 B	0.7071 D
T2	1.7722 B	3.3145 CD
T3	3.7679 A	6.4495 ABC
T4	1.5445 B	2.6311 CD
T5	0.7071 B	0.7071 D
T6	4.5641 A	10.3013 A
T7	0.7071 B	0.7071 D
T8	1.9051 B	4.1305 BCD
T9	4.5589 A	7.3507 AB
T10	4.6094 A	9.2866 A
DMS	1.4681	4.0239

Se puede observar que al final de la evaluación los tratamientos que presentaron la mayor diferencia con respecto al blanco fueron T1, T5 y T7, y el tratamiento que ejerció la menor protección fue el T6 ya que al final de la evaluación es igual estadísticamente con el blanco.

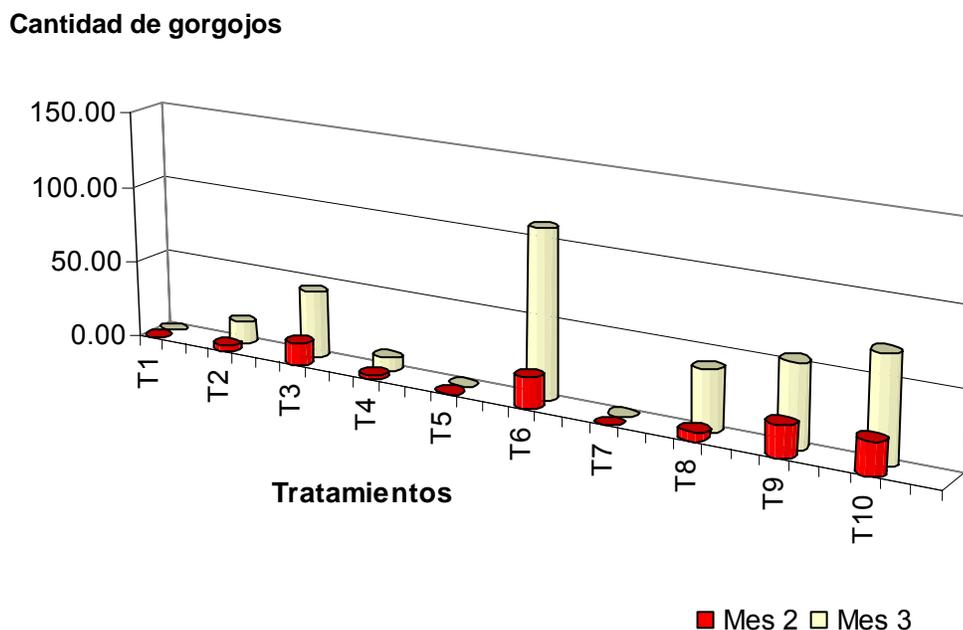


Figura N° 5. Número de gorgojos vivos y muertos en tres meses de observación en la prueba de protección al grano frijol, utilizando diez tratamientos diferentes.

Con los resultados obtenidos se observa que los tratamientos que presentaron mejor efecto de protección al grano de frijol son los siguientes: extracto preparado por maceración acuosa 5g en 100mL (T1), extracto preparado por infusión 10g en 100 mL (T5), extracto preparado por maceración hidroalcohólica 5g en 100 mL (T7), ya que en estos inhibieron la población de gorgojos. Se destaca también la poca variación entre medias en estos tratamientos (Ver anexo 6) lo que confirma estadísticamente la tendencia a proteger los granos de parte de estos extractos.

5.3 Prueba de Aplicación directa (Insecticida).

En esta prueba se evaluó la cantidad de gorgojos vivos a diferentes horas después de aplicar los distintos tratamientos. Para realizar el análisis estadístico de varianza y DMS no fue necesaria la transformación de datos. Los resultados fueron:

Con el análisis de varianza, se verificó que estadísticamente los resultados a 1, 6 horas no presentaban diferencias significativas (cuadros N° 20 y N° 21) por lo que no fue necesario el análisis de DMS.

A 12 horas de evaluación se registra ya diferencia significativa (Cuadro N° 25) en donde se observa una disminución en la cantidad de gorgojos en los tratamientos T1, T3, T4 y T7 (Cuadro N° 25). A 24 horas de evaluación se observa una disminución en la cantidad de gorgojos en todos los tratamientos teniendo estos una tendencia similar ya que ningún tratamiento destaca al no presentar diferencia significativa entre estos (Cuadro N° 23). Al finalizar la prueba a 48 horas se puede destacar ya una diferencia significativa entre los tratamientos (Cuadro N° 25) sobresaliendo T7 y T8 ya que estos presentan las medias mas bajas eliminando hasta un 50% de la población original (Cuadro N° 25).

Un aspecto a tomar en cuenta en esta prueba es la dosis de aplicación, para esta prueba se rociaron los gorgojos con la cantidad suficiente para empapar los insectos, evitando un exceso de líquido en el que se pudieran ahogar los gorgojos, por lo cual se colocaron en la base de las placas de petri papel filtro (absorbente) para evitar este problema y se rociaron con atomizador para no agregar un exceso.

Cuadro N° 19. Resultados en la prueba de aplicación directa a cuarenta y ocho horas de observación con diez extractos diferentes.

Trat.	Resultado a 48 horas			Promedio
	Repet I	Repet II	Repet III	
T1	6	7	8	7.00
T2	7	10	8	8.33
T3	8	6	7	7.00
T4	8	8	6	7.33
T5	7	10	8	8.33
T6	10	7	6	7.67
T7	6	6	4	5.33
T8	8	7	5	6.67
T9	9	6	8	7.67
T10	10	10	10	10.00

Cuadro N° 20. Análisis de varianza de datos no corregidos de la variable cantidad de gorgojos vivos en la prueba de aplicación directa, observación hecha después de una hora de la aplicación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	1.466553	0.162950	1.6295	0.174
ERROR	20	2.000000	0.100000		
TOTAL	29	3.466553			

C.V. = 3.2050%

Cuadro N° 21. Resultados de análisis de varianza de datos no corregidos de la variable cantidad de gorgojos vivos en la prueba de aplicación directa, observación hecha después de seis horas de la aplicación

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	6.966553	0.774061	1.1058	0.402
ERROR	20	14.000000	0.700000		
TOTAL	29	20.966553			

C.V. = 8.9323%

Cuadro N° 22. Resultados de análisis de varianza de datos no corregidos de la variable cantidad de gorgojos vivos en la prueba de aplicación directa, observación hecha después de doce horas de la aplicación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	36.133057	4.014784	3.7638	0.007
ERROR	20	21.333496	1.066675		
TOTAL	29	57.466553			

C.V. = 12.1984%

Cuadro N° 23. Resultados de análisis de varianza de datos no corregidos de la variable cantidad de gorgojos vivos en la prueba de aplicación directa, observación hecha después de veinticuatro horas de la aplicación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	29.366699	3.262967	2.0828	0.082
ERROR	20	31.333252	1.566663		
TOTAL	29	60.699951			

C.V. = 15.8438%

Cuadro N° 24. Resultados de análisis de varianza de datos no corregidos de la variable cantidad de gorgojos vivos en la prueba de aplicación directa, observación hecha después de cuarenta y ocho horas de la aplicación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	9	40.800171	4.533352	2.4727	0.044
ERROR	20	36.666504	1.833325		
TOTAL	29	77.466675			

C.V. = 17.9735%

Cuadro N° 25. Comparación de medias de datos de la cantidad de gorgojos vivos en la prueba de aplicación directa a un nivel de significancia = 0.05

Tratamientos	Medias			
	12 horas		48 horas	
T1	7.3333	BC	7.0000	BC
T2	9.3333	A	8.3333	AB
T3	7.0000	C	7.0000	BC
T4	7.3333	BC	7.3333	BC
T5	9.3333	A	8.3333	AB
T6	9.3333	A	7.6667	B
T7	7.0000	C	5.3333	C
T8	9.0000	AB	6.6667	BC
T9	9.0000	AB	7.6667	B
T10	10.0000	A	10.0000	A
DMS	1.7591		2.3062	

En este cuadro podemos observar que la mayor diferencia estadística, al final de la evaluación la presenta el tratamiento T7 en comparación con el blanco.

Cantidad de gorgojos

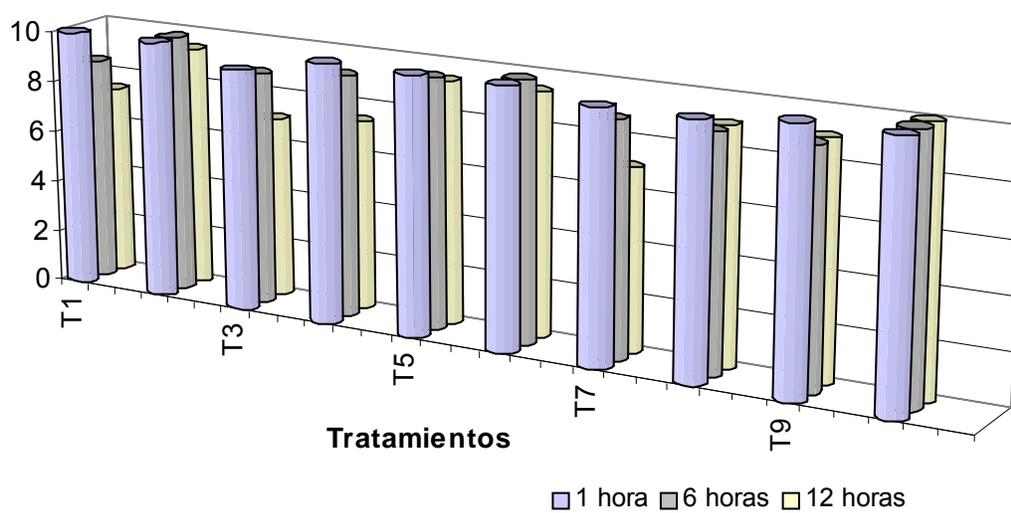


Figura N° 6. Cantidad de gorgojos a 1, 6 y 12 horas de observación en la prueba de aplicación directa al grano frijol, utilizando diez tratamientos diferentes.

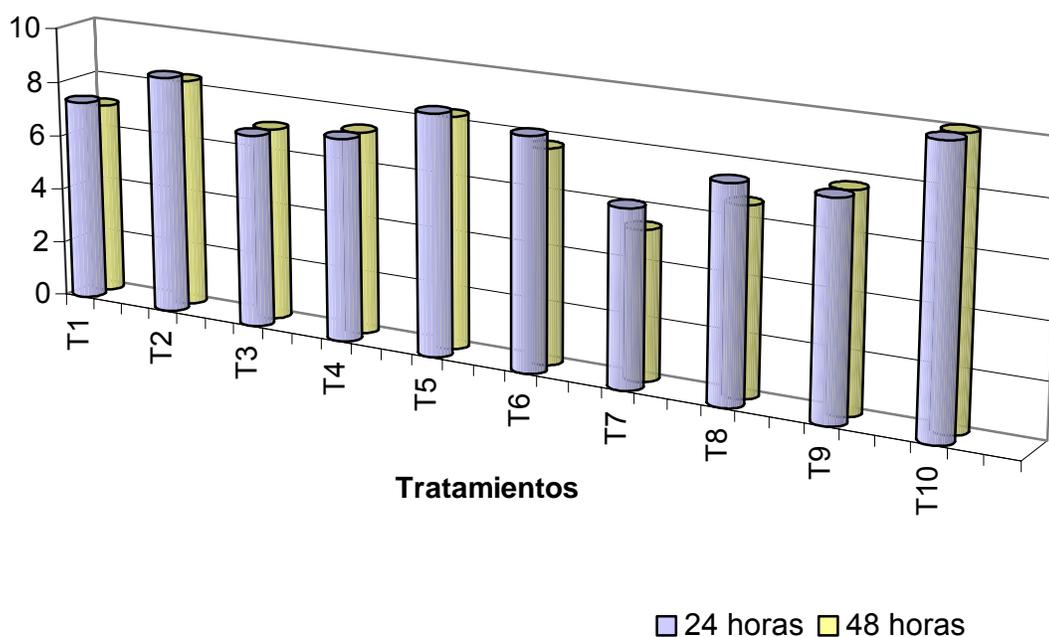
Cantidad de gorgojos

Figura N° 7. Cantidad de gorgojos a 24 y 48 horas de observación en la prueba de aplicación directa al grano frijol, utilizando diez tratamientos diferentes.

El tratamiento preparado por maceración hidroalcohólica 5g en 100 mL (T7) presentan mayor efecto insecticida, seguido por el extracto preparado por maceración hidroalcohólica 10g en 100 mL (T8), comparado con los demás tratamientos evaluados y el blanco.

5.4 Prueba de Repelencia.

Esta prueba se realizó para comprobar un posible efecto repelente de los diferentes extractos, para lo cual se evaluó, contando el número de gorgojos presentes en los compartimientos, conteniendo frijoles tratados.

No fue necesario efectuar la transformación de datos para su análisis de varianza ya que el valor de Coeficiente de variación es inferior a 30%.

Para esta prueba se realizó una sola lectura a 24 horas de iniciarla, obteniendo los siguientes resultados.

Al realizar el ANOVA se pudo verificar que no existe diferencia significativa en los resultados finales de la evaluación (Cuadro N° 27) obviando así el análisis de DMS, a pesar de esto puede observar una ligera tendencia.

Cuadro N° 26. Resultados en prueba de repelencia, cantidad de gorgojos por compartimiento (tratamiento) a 24 horas de observación con diez extractos diferentes.

Tratamiento	Cantidad de Gorgojos por compartimiento			
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
T1	10	8	8	8.67
T2	11	17	11	13.00
T3	9	13	13	11.67
T10 (Maceración)	20	12	17	16.33
T4	8	16	9	11.00
T5	7	13	16	12.00
T6	15	9	10	11.33
T10 (Infusión)	20	13	15	16.00
T7	11	9	13	11.00
T8	14	9	6	9.67
T9	12	12	18	14.00
T10 (Hidroalcoholica)	13	16	13	14.00

Cuadro N° 27. Resultados de análisis de varianza de la variable cantidad de gorgojos por compartimiento (tratamiento) en la prueba de repelencia a 24 horas de observación con diez extractos diferentes.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIRNTOS	11	183.222168	16.656561	1.4954	0.197
ERROR	24	267.333496	11.138896		
TOTAL	35	450.555664			

C.V. = 26.9394%

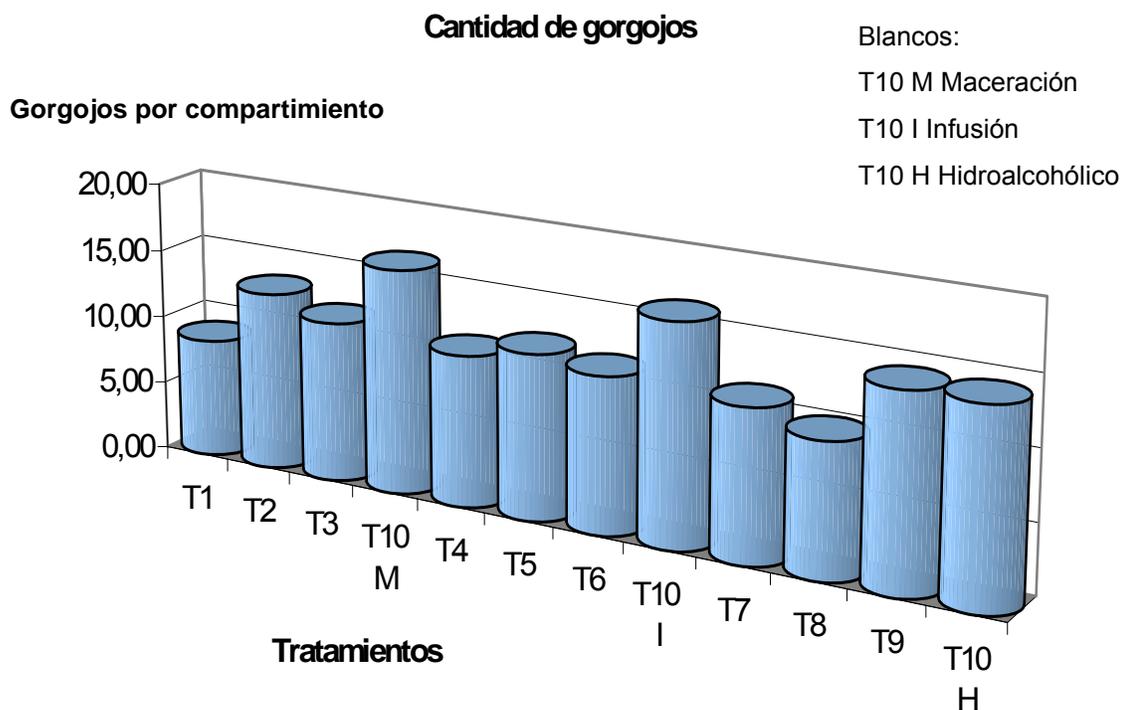


Figura N° 8. Cantidad de gorgojos por compartimiento (tratamiento) en la prueba de repelencia a 24 horas de observación con diez extractos diferentes.

Ningún tratamiento presentó acción repelente contra el gorgojo del frijol ya que estadísticamente no hubo diferencia significativa entre los resultados de los extractos evaluados y el blanco.

VI. CONCLUSIONES

- 1 Ningún tratamiento presentó acción repelente contra el gorgojo del frijol ya que estadísticamente no hubo diferencia significativa entre los resultados de los extractos evaluados y el blanco.
- 2 Los tratamientos que ejercieron acción insecticida de los granos fueron los tratamientos T1, T5 y T7 ya que de acuerdo a los resultados, éstos fueron los mejores evaluados en las pruebas.
- 3 Se comprobó mediante los resultados obtenidos en las pruebas que no todos los tratamientos evaluados presentan acción protectora de los granos de frijol. Los que resultaron mejor evaluados en las diferentes variables fueron: extracto preparado por maceración acuosa 5g en 100 mL(T1), extracto preparado por infusión 10g en 100 mL (T5), extracto preparado por maceración hidroalcohólica 5g en 100 mL (T7) y 10g en 100 mL (T8), ya que estos tratamientos no permitieron el incremento en la población de gorgojos.
- 4 El tratamiento acuoso mejor evaluado fue T1 (5g en 100 mL), ya que en la prueba de protección al grano fue el menos afectado por los gorgojos y en la prueba insecticida presentó mayor número de gorgojos muertos.
- 5 El tratamiento que ejerce mejor acción insecticida es el extracto hidroalcohólico T7, ya que estadísticamente es notablemente diferente al blanco.

- 6 Debido a que los extractos preparados utilizaban agua como solvente, se presentó desarrollo de bacterias y hongos por lo que se pudo observar la descomposición de ellos luego de 24 horas de su preparación.
- 7 En la prueba insecticida pudo comprobarse la actividad de todos los extractos elaborados contra los gorgojos de frijol, ya que ningún tratamiento fue estadísticamente igual al blanco.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para fines de representatividad de los resultados, realizar cinco o más repeticiones por prueba para obtener valores más cercanos al comportamiento real de las pruebas realizadas.
2. Realizar estudios toxicológicos de los granos tratados con los extractos para conocer si estos pueden ser consumidos por la población.
3. Analizar la cantidad y el tipo de sustancias que poseen los extractos elaborados, y determinar de esta manera, cuales son las sustancias activas.
4. Evaluar si los extractos poseen actividad después de 24 horas a su elaboración.
5. No abusar de el tiempo de secado ni almacenarlas por mucho tiempo, ya que se corre el riesgo de degradación de sustancias activas.
6. Los extractos no deben aplicarse de forma excesiva en los granos almacenados, ya que la humedad favorece el crecimiento de microorganismos, ocasionando la pérdida de los granos.
7. Realizar más estudios con ***Lantana camara***, con el fin de evaluar la actividad de ésta sobre otros organismos objetivos de interés en la producción agrícola.
8. Realizar diferentes extractos de ***Lantana camara***, utilizando diferentes solventes y métodos de extracción para obtener sustancias más puras y efectivas.

BIBLIOGRAFIA

1. Ayala, E. y Otros, J. 2004. Evaluación de la acción insecticida, repelente y disuasiva de dos especies vegetales en el control de gorgojo de maíz (*Sitophilus Zeamaiz*, Motschulsky) sobre los granos almacenados. Trabajo de graduación, Facultad de Qca. y Farm., El Salvador, San Salvador, Universidad de El Salvador.
2. Bonilla, G. 1995.: Elementos de estadística descriptiva y probabilidad. Estadística I, UCA. Editores, San Salvador, El Salvador.
3. Camara Barcellos, D. 2003, Plantas Ornamentais Tóxicas, (en línea), Lantana Camara, Brasil, Consultado 6 Abril 2005. Disponible en:
<http://www.herbario.com.br/dataherb10/1612pot19.htm>.
4. Castillo J., 1997, ¿Qué es un insecto?, (en línea), Consultado 6 Abril 2005. Disponible en:
<http://www.monografias.com/trabajos15/insecto/insecto.shtml>
5. CIAT (Centro nacional de agricultura tropical) , Marzo 1981, Principales plagas que atacan el grano de frijol almacenado y su control, 2ª Edición, Cali, Colombia .
6. Cierra D. 1997. Los Insectos y su manejo en la Agricultura sostenible, ADEL, IICA, Pag. 23.

7. COLPROCAH (Colegio de profesionales en ciencias agrícolas de Honduras), 2004, Manejo De Los Plaguicidas Botánicos, (en línea), Consultado 6 Abril 2005. Disponible en:
<http://www.colprocah.com/docsPDF/Secciones/ManejoPlaguicidas.pdf>
8. http://www.usuarios.arsystel.com/p.m/recoleccion/re_se.htm Diccionario, On Line De Las Plantas Medicinales, 2005, Recolección y secado de las plantas medicinales, (en línea), Andalucía (Spain), Consultado 6 Abril 2005.
9. Rojas A., 1996, Introducción Al Estudio Del Uso Tradicional Y Popular De Las Plantas Medicinales En México. li/X, (en línea), li Parte Del Curso De Nivel Intermedio, Mexico, Consultado 6 Abril 2005. Disponible en:
<http://www.tlahui.com/plante7.html>
10. COSUDE (Agencia Suiza para el desarrollo y la cooperación), Factores físicos que afectan al grano almacenado,(en línea), Consultado 6 Abril 2005. Disponible en:
http://www.cosude.org.ni/gestcon/Postcosecha/01cap_tec/publicaciones/08 fac-fis/main.htm
11. García E. y Otros, 2005. Determinación de la actividad plaguicida de cinco especies botánicas contra el Aphis nerri (pulgón) de Fernaldia pandurata (Loroco), Trabajo de graduación, Facultad de Qca. y Farm., El Salvador, San Salvador, Universidad de El Salvador.

12. Grainge M. And Ahmed S. 1987. Handbook of plants with pest-control properties. Resource Systems Institute, East-West Center, Honolulu, Hawaii. Library of Congress.
13. <http://www.ad3/leccion2/leccion-04-02-01.html>
14. <http://www.lamolina.edu.pe>
15. Iannacone J.; Lamas G., 2003, Efecto insecticida de cuatro extractos botánicos y del cartap sobre la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), en el Perú, (en línea), Vol. 18, Lima, Perú. Consultado 6 Abril 2005. Disponible en:
<http://www.entomotropica.org/ver.php?id=79>
16. Myers W, 1992. Probabilidad y Estadística, McGraw – Hill, Cuarta Edición
17. OCEANO, 1996, Oceano Uno Color Diccionario Enciclopedia, OCEANO Grupo Editorial S.A de C.V , Barcelona España.
18. Reyes, E. M. Estudio Etnobotánico y Farmacognóstico de quince plantas, medicinales de la zona central de El Salvador.
Trabajo de graduación, Facultad de Qca. y Farmacia, El Salvador, San Salvador, Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador C.A.
Pag 66-72.
19. Stoll G. 1989. Protección natural de cultivos, con recursos provenientes de las zonas tropicales y subtropicales.. Alemania Federal, Editorial Científica. Pag. 79.

20. Secretaria de Agricultura y Ganaderia, 2004, El Cultivo Del Frijol Guía para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores, (en línea), honduras, Consultado 6 Abril 2005.

Disponible en:

http://www.sag.gob.hn/dicta/Paginas/guia_frijol.htm

21. Universidad de Colombia, 2004, Diseño Experimental, (en línea), Colombia, Consultado 6 Abril 2005. Disponible en:

http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000352/lecciones_html/unidad3/leccion2/leccion-04-02-01.html.

22. Zeinsteger, P.A.; Gurni, A.A., 2004 (en línea), Departamento

Clínicas, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNNE, Consultado 6 Abril 2005. Disponible en:

http://www.vet.unne.edu.ar/revista/15/Revet_vol15_2004-08Zeinst.pdf.

23. Steel Robert G.D. 1960, Principles and procedures of statistic, McGraw – Hill Book company, E.E.U.U. Pag 156 – 159.

GLOSARIO ⁽¹⁷⁾

Acuminado	Acabado en punta.
Biodegradable	Dicese de las sustancias que pueden ser transformadas en otras químicamente mas sencillas por métodos naturales.
Brácteas	Hoja modificada, que nace en el pedúnculo de las flores de ciertas plantas.
Bulbos	Ensanchamiento del tallo de algunas plantas, que después de seca la planta puede dar lugar a otra nueva.
Eclosión	Brote, nacimiento, aparición.
Endospermo	Tejido de reserva de las semillas, procedente del gametófito de las hembras.
Envés	Cara inferior de las hojas.
Germen	Embrión de una planta, contenido en la semilla.
Hepatotóxicas	Dañino para el hígado.

Haz	Cara superior de las hojas.
Hirsutos	Que esta cubierto de pelos púas o espinas.
Inermes	Desprovisto de espinas o pinchos.
Mesófilo	Espacio comprendido entre la epidermis inferior y la superior de las hojas de los vegetales.
Pecíolo	Parte de la hoja vegetal con aspecto de tallo y que sirve de zona de inserción con el resto del vástago.
Pericarpio	Pared del fruto en cuyo interior se hallan las semillas.
Plaguicida	Sustancia destinada a combatir las plagas del campo

ANEXOS

ANEXO 1.

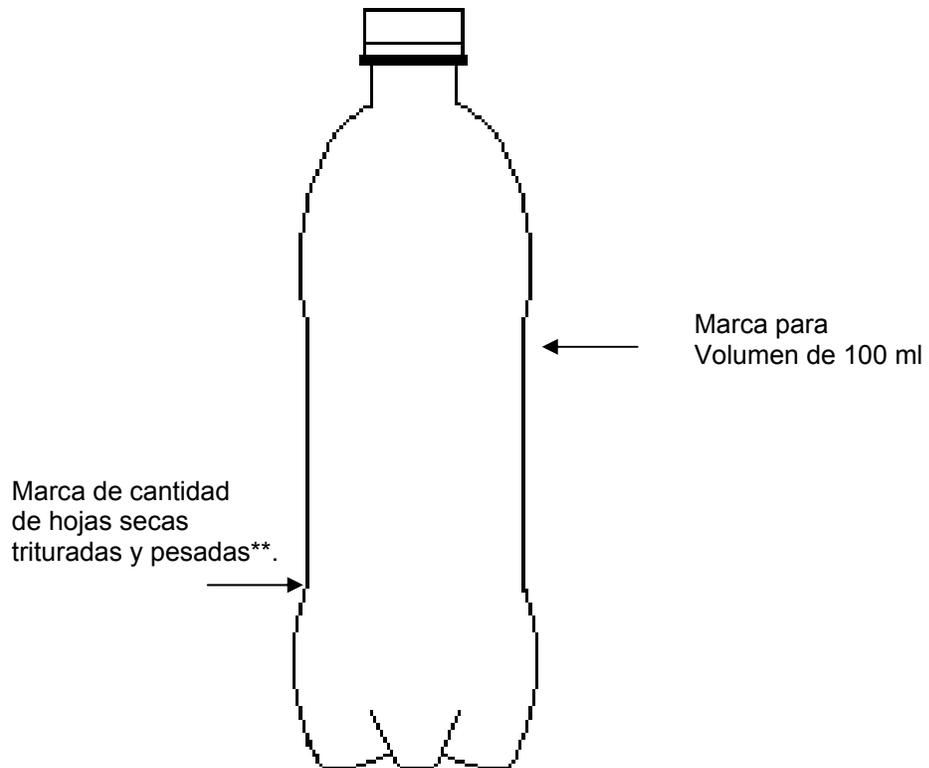


Figura N° 9. Modelo de botella preparada.

Botella de 12 onzas (355 ml), calibrada a 100 ml para la preparación de los diferentes extractos.

** El peso de hojas dependerá de la concentración del extracto. (5, 10 y 15 gramos).

ANEXO 2.

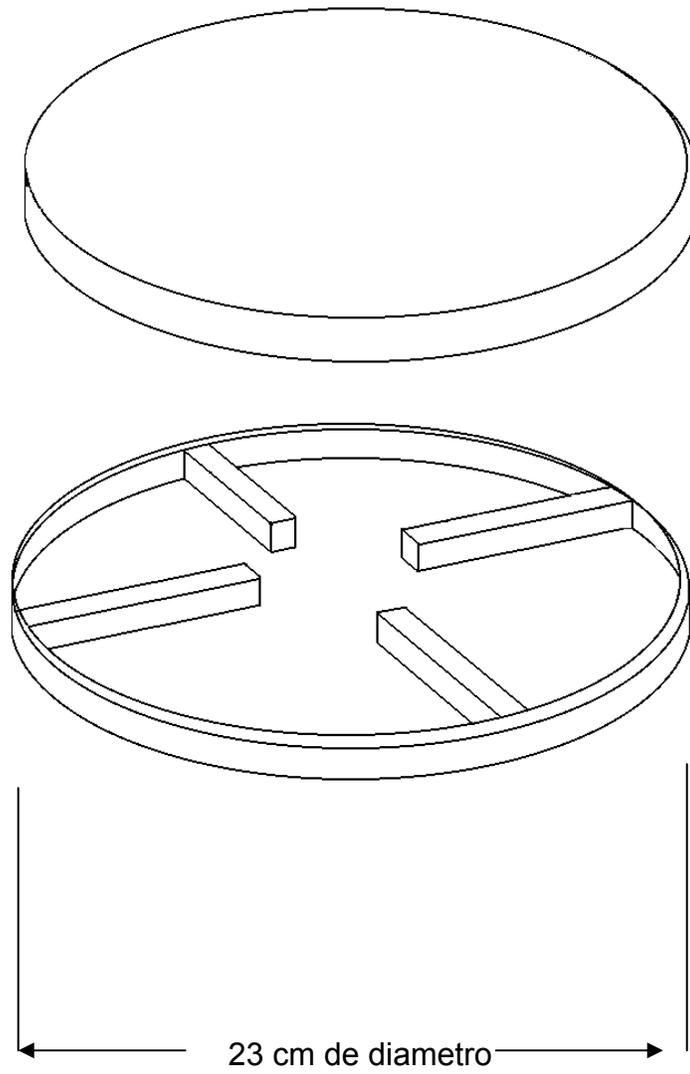


Figura N° 10. Disco de madera utilizado para la evaluación de la repelencia de los extractos.

ANEXO 3

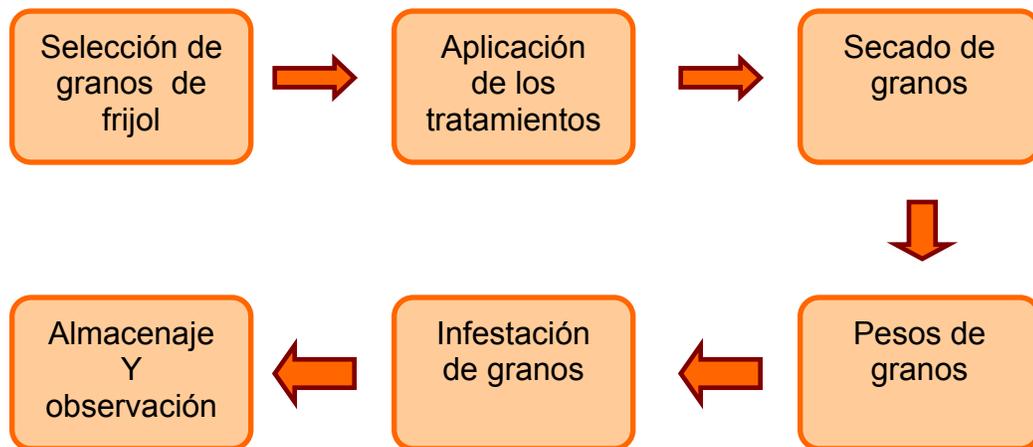


Figura N° 11. Prueba de protección al grano.

ANEXO 4



Figura N° 12. Prueba de aplicación directa.

ANEXO 5

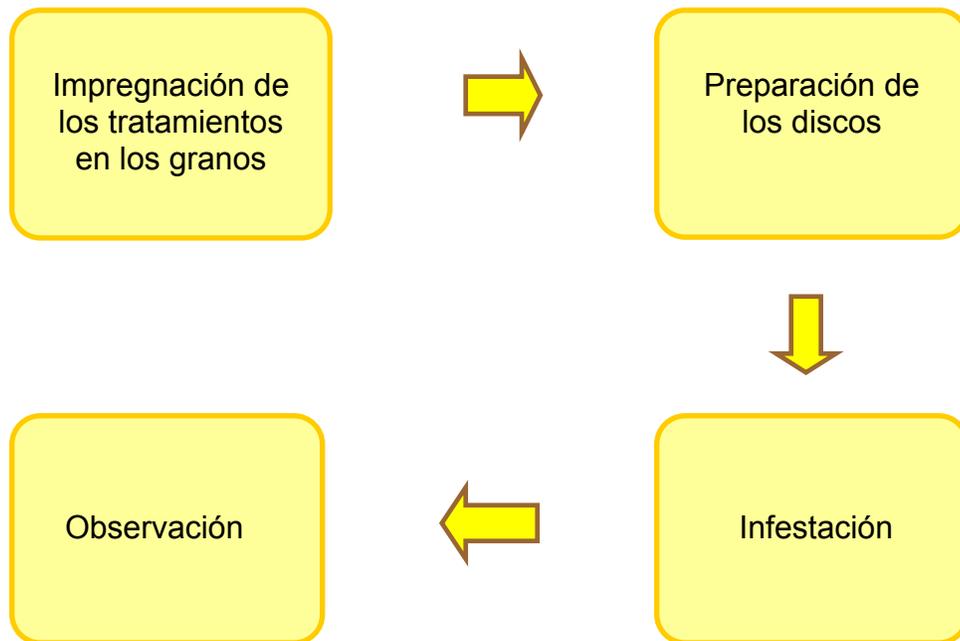


Figura N° 13. Prueba de repelencia.

ANEXO 6

Cuadro N° 28. Cuadro resumen del Análisis de DMS para la prueba de protección al Grano.

Severidad	Perdida de peso	Cantidad de Gorgojos
0.7071 C	0.7071 C	0.7071 D
0.8775 C	0.8606 BC	3.3145 CD
0.9213 C	1.0858 BC	6.4495 ABC
0.7071 C	0.9934 BC	2.6311 CD
0.7071 C	0.7135 C	0.7071 D
1.3659 A	1.2502 AB	10.3013 A
0.7071 C	0.7071 C	0.7071 D
0.8558 C	0.9181 BC	4.1305 BCD
0.9504 BC	0.8440 BC	7.3507 AB
1.2183 AB	1.7016 A	9.2866 A
0.2841	0.4804	4.0239