

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



EVALUACION DE LA ACCION REPELENTE, INSECTICIDA Y PROTECTORA  
DE LOS EXTRACTOS ACUOSO E HIDROALCOHOLICO DE *Allium sativum*  
(AJO) CONTRA EL *Zabrotes subfasciatus* (GORGOJO COMUN) DEL FRIJOL  
ALMACENADO.

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

ROXANA CRISTINA MARTINEZ BENITEZ

MONICA ALEJANDRA RIVERA MANCIA

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA

JULIO 2008

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SANCHEZ

**SECRETARIO GENERAL**

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ

**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

**DECANO**

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

**SECRETARIA**

MSc. MORENA LIZETTE MARTINEZ DE DIAZ

## **COMITE DE TRABAJO DE GRADUACION**

### **COORDINADORA GENERAL:**

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo.

### **ASESORA DE AREA DE GESTION AMBIENTAL, TOXICOLOGIA Y QUIMICA**

#### **LEGAL:**

Licda. María Luisa Ortiz de López

### **ASESORA DE AREA DE APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES:**

Licda. Arely Cáceres Magaña

### **DOCENTE DIRECTORES:**

MSc. María Elisa Vivar de Figueroa

Ing. Galindo Eleazar Jiménez

## AGRADECIMIENTOS

A nuestros asesores Licda. María 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 Licda. Odette Rauda Acevedo y a nuestros asesores de área Licda. Arely Cáceres y Licda. María Luisa Ortiz de López 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

En primer lugar a Dios todo poderoso y a mi madre la santísima Virgen María por haberme dado la fortaleza espiritual para terminar con éxito mi carrera y por haberme permitido sentir su presencia en todos los momentos que viví en esta bonita etapa.

A mis padres Carlos Mario Martínez y Roxana de Martínez que con sus sabios consejos me han sabido guiar y acompañar durante toda mi vida demostrando su amor y gran disposición para ayudarme en todo momento.

A mis hermanos: Roberto Ulises, Karla María y Carlos Mario Martínez que con su amor han demostrado su preocupación por mi y su felicidad por verme culminando una de mis metas.

A mi amiga y compañera de tesis Mónica Alejandra Rivera por su apoyo y cariño.

A familiares y amigos que de alguna manera se alegran con mi triunfo y han estado apoyándome con sus oraciones y palabras de aliento.

A los docentes directores Lic. María Elisa Vivar de Figueroa e Ing. Galindo Eleazar Jiménez por su orientación y apoyo.

Roxana Cristina Martínez Benítez

## DEDICATORIA

Primeramente le doy gracias a Dios por la energía y fuerzas que me ha dado para poder llegar al final de mis estudios, por darme valor, perseverancia y fuerza para afrontarlo en los momentos difíciles y completar este trabajo.

Además dedico este trabajo a mi familia quienes han buscado lo mejor para mi y me han hecho una persona con valores y principios para toda la vida.

A mi amiga y compañera de tesis y demás amigos que he ido adquiriendo a lo largo de mi vida: por su grandiosa amistad, por sus consejos, su solidaridad constante y apoyo durante esta etapa.

A mis asesores: Lic. María Elisa Vivar de Figueroa e Ing. Galindo por el interés que pusieron en este trabajo y sus constantes consejos, y por aceptar ser mis asesores.

Gracias a aquellas personas que de una u otra forma han pasado por mi vida dejando su huella y que no menciono acá, ustedes también han sido parte importante de mi vida, me han ayudado a crecer y eso no tiene valor...

Mónica Alejandra Rivera Mancía

## INDICE

	Pág.
Resumen.	
Capitulo	
I. Introducción	xxvi
II. Objetivos	
2.1 Objetivo General	
2.2 Objetivos Específicos	
III. Marco Teórico	
3.1 Ajo	32
3.1.1 Taxonomía y morfología.	32
3.1.2 Importancia del ajo.	33
3.1.3 Usos.	34
3.1.4 Sinónimos.	35
3.1.5 Requerimientos edafoclimáticos.	35
3.1.6 Material Vegetal.	36
3.1.7 Toxicología de la planta.	36
3.1.8 Advertencia.	37
3.1.9 Comercialización.	38
3.1.10 Valor nutricional.	38

3.2 Particularidades del cultivo del ajo.	39
3.2.1 Preparación del terreno.	39
3.2.2 Plantación de bulbillos.	39
3.2.3 Platabandas.	39
3.2.4 Caballones.	40
3.2.5 Escardas.	40
3.2.6 Abonado.	40
3.2.7 Riego.	41
3.2.8 Plagas y enfermedades del ajo.	42
3.2.9 Recolección.	42
3.2.10 Comportamiento en los diferentes componentes ambientales.	43
3.3 Insectos.	
3.3.1 Morfología, metamorfosis y desarrollo de los insectos.	46
3.3.2 Principales plagas de los granos almacenados.	47
3.3.3 Medidas eficaces para controlar las plagas insectiles de almacén.	52
3.4 <b>Zabrotes subfasciatus</b> (gorgojo común).	53
3.4.1 Hábitat.	53
3.4.2 Aspecto.	53

3.4.3	Ciclo de vida.	54
3.4.4	Control.	55
3.4.4.1	Control Biológico.	55
3.4.4.2	Control Mecánico.	55
3.5	El frijol.	56
3.5.1	Factores ambientales que afectan el frijol.	57
3.5.1.1	Temperatura.	57
3.5.1.2	Luminosidad.	57
3.5.1.3	Humedad.	57
3.5.1.4	Suelo.	58
3.5.2	Recomendaciones para la siembra.	58
3.5.2.1	Selección del lote.	58
3.5.2.2	Preparación del terreno.	59
3.5.2.3	Semilla.	61
3.5.2.4	Siembra.	62
3.5.2.5	Fertilización.	63
3.5.2.6	Riegos.	65
3.5.2.7	Manejo de malezas.	66
3.5.2.8	Manejo de insectos y enfermedades.	66
	3.5.2.8.1 Insectos desfoliadores.	67
3.5.2.9	Cosecha.	68

IV. Diseño Metodológico.	71
4.1 Investigación Bibliográfica.	71
4.2 Investigación de Campo.	71
4.2.1 Diseño estadístico a utilizar.	71
4.2.2 Selección y recolección de la muestra.	72
4.3 Parte experimental.	73
4.3.1 Recolección de ajo.	73
4.3.2 Remoción de túnica.	74
4.3.3 Fraccionado.	74
4.3.4 Obtención del extracto acuoso.	75
4.3.5 Obtención del extracto hidroalcohólico.	76
4.3.6 Evaluación de extractos botánicos.	78
4.3.6.1 Prueba de protección al grano.	78
4.3.6.2 Prueba de aplicación directa.	80
4.3.6.3 Prueba de repelencia.	80
V. Resultados y discusión de resultados.	83
5.1 Prueba de protección al grano.	84
5.1.1 Variable severidad.	85

5.1.2	Variable diferencia de pesos.	89
5.1.3	Variable número de gorgojos vivos.	95
5.2	Prueba de repelencia.	100
5.3	Prueba de aplicación directa.	105
VI.	Conclusiones.	113
VII.	Recomendaciones.	116
	Bibliografía.	
	Glosario.	
	Anexos.	

## INDICE DE ANEXOS

Anexo N°

1. ***Zabrotes subfasciatus*** (gorgojo común).
2. Tipos de ajo.
3. Planta de ajo.
4. Sistemas utilizados para la realización de las pruebas.
5. Modelo de botella rociadora.
6. Constancia de recibido de:
  - Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA).
  - Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

## INDICE DE CUADROS

### Cuadro N°

1. Efectos en la salud debido a los insectos de almacén.
2. Reacción de los insectos de almacén a diferentes niveles de temperatura.
3. Distancia para siembra de frijol común.
4. Número de agujeros de salida por cada cien granos de frijol en el segundo mes.
5. Resultados promedio de la prueba de severidad en el segundo mes.
6. Resultados de análisis de varianza en variable severidad para el segundo mes en la prueba de protección al grano.
7. Número de agujeros de salida por cada cien granos de frijol en el tercer mes.
8. Resultados promedio de la variable severidad en el tercer mes.
9. Resultados de análisis de varianza en variable severidad para el tercer mes en la prueba de protección al grano.
10. Comparación de medias de datos de severidad en la prueba de protección al grano de frijol a un nivel de significancia = 0.05
11. Resultados de la variable pérdida de peso en el segundo mes de observación en la prueba de protección al grano de frijol.

12. Resultados promedio de la variable pérdida de peso en el segundo mes.
13. Resultados de análisis de varianza en variable perdida de peso para el segundo mes en la prueba de protección al grano de frijol.
14. Resultados de la variable pérdida de peso en el tercer mes de observación en la prueba de protección al grano de frijol.
15. Resultados promedio de la variable pérdida de peso en el tercer mes.
16. Resultados de análisis de varianza en variable pérdida de peso para el tercer mes en la prueba de protección al grano de frijol.
17. Comparación de medias de datos de pérdida de peso en la prueba de protección al grano de frijol a un nivel de significancia = 0.05
18. Resultados de la numero de gorgojos en el segundo mes de observación en la prueba de protección al grano de frijol.
19. Resultados promedio de la variable número de gorgojos en el segundo mes.
20. Resultados de análisis de varianza en variable número de gorgojos para el segundo mes en la prueba de protección al grano de frijol.
21. Resultados de la numero de gorgojos en el tercer mes de observación en la prueba de protección al grano de frijol.
22. Resultados promedio de la variable número de gorgojos en el tercer mes.

23. Resultados de análisis de varianza en variable número de gorgojos para el tercer mes en la prueba de protección al grano de frijol.
24. Comparación de medias de datos de número de gorgojos en la prueba de protección al grano de frijol a un nivel de significancia = 0.05
25. Resultados en prueba de repelencia, cantidad de gorgojos por compartimiento a 24 horas de observación con siete extractos diferentes.
26. Resultado promedio de la en la prueba de repelencia a 24 horas de observación.
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 7 extractos diferentes.
28. Resultados en prueba de repelencia, cantidad de gorgojos por compartimiento a 48 horas de observación con siete extractos diferentes.
29. Resultado promedio de la en la prueba de repelencia a 48 horas de observación.
30. Resultados de análisis de varianza de la variable cantidad de gorgojos por compartimiento (tratamiento) en la prueba de repelencia a 48 horas de observación con 7 extractos diferentes.

31. Comparación de medias de datos de número de gorgojos por compartimiento en la prueba de repelencia a 24 y 48 horas a un nivel de significancia = 0.05
32. Resultados en prueba de aplicación directa a una hora de aplicación con siete extractos diferentes.
33. Resultados en prueba de aplicación directa a seis horas de aplicación con siete extractos diferentes.
34. Resultados en prueba de aplicación directa a doce horas de aplicación con siete extractos diferentes.
35. Resultados en prueba de aplicación directa a 24 horas de aplicación con siete extractos diferentes.
36. Resultados en prueba de aplicación directa a 48 horas de aplicación con siete extractos diferentes.
37. Análisis de varianza de la variable cantidad de gorgojos vivos en la prueba de aplicación directa, observación hecha después de una hora de aplicación.
38. Análisis de varianza de la variable cantidad de gorgojos vivos en la prueba de aplicación directa, observación hecha después de 6 horas de aplicación.

39. Análisis de varianza de la variable cantidad de gorgojos vivos en la prueba de aplicación directa, observación hecha después de 12 horas de aplicación.
40. Análisis de varianza de la variable cantidad de gorgojos vivos en la prueba de aplicación directa, observación hecha después de 24 horas de aplicación.
41. Análisis de varianza de la variable cantidad de gorgojos vivos en la prueba de aplicación directa, observación hecha después de 48 horas de aplicación.
42. Comparación de medias de datos de la prueba de aplicación directa al grano de frijol a 24 y 48 horas de observación utilizando siete extractos diferentes.

## INDICE DE FIGURAS

### Figura N°

1. Tallo, flor y bulbo de ajo.
2. Obtención del extracto acuoso de *Allium sativum* (ajo).
3. Obtención del extracto hidroalcohólico de *Allium sativum* (ajo).
4. Datos de severidad en dos meses de observación en la prueba de protección al grano de frijol utilizando siete tratamientos diferentes, resultados obtenidos del análisis estadístico.
5. Datos de pérdida de peso en 2 meses de observación en los diferentes tratamientos evaluados en la prueba de protección al grano de frijol, utilizando los datos obtenidos en el análisis estadístico.
6. Datos de cantidad de gorgojos en 2 meses de observación en los diferentes tratamientos evaluados en la prueba de protección al grano de frijol, utilizando los datos obtenidos en el análisis estadístico.
7. Cantidad de gorgojos por compartimiento (tratamiento) en la prueba de repelencia a 24 y 28 horas de observación con 7 extractos diferentes.
8. Cantidad de gorgojos a 1, 6 y 12 horas de observación en la prueba de aplicación directa al grano de frijol utilizando siete extractos diferentes.

9. Cantidad de gorgojos a 24 y 48 horas de observación en la prueba de aplicación directa al grano de frijol utilizando siete extractos diferentes.
10. **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común) Macho.
11. **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común) Hembra.
12. Parte superior de las alas del **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común).
13. Parte frontal de la cabeza del **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común).
14. Parte superior de la cabeza del **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común).
15. Parte posterior de las piernas del **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común).
16. Parte lateral del **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común).
17. Parte ventral del **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común).
18. Ajo rosado.
19. Ajo blanco.
20. Planta de **Allium sativum** (ajo)
21. Flores de **Allium sativum** (ajo)
22. Sistema utilizado para la realización de la prueba de Protección al grano.

23. Sistema utilizado para la realización de la prueba de Aplicación directa.

24. Sistema utilizado para la realización de la prueba de Repelencia.

25. Botella rociadora de 500 ml, calibrada a 100 ml para la preparación de la preparación de los diferentes extractos.

## ABREVIATURAS

Kg	: kilogramo
cm	: centímetro
mz	: manzana
Ha	: hectárea
m	: metro
ml	: mililitro
g	: gramos
FV	: fuente de variación
GI	: grados de libertad
CM	: medias cuadráticas
SC	: suma de cuadrados
F	: cociente entre dos estimaciones diferentes de la varianza poblacional
P>F	: significancia
DMS	: Diferencia Mínima Significativa
ANOVA	: Análisis de Varianza
CV	: coeficiente de variación
EPA	: United State Environmental Protection Agency
CENTA	: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal

## RESUMEN

## RESUMEN

Los pesticidas o plaguicidas, son sustancias que sirven para prevenir, destruir, repeler o mitigar una plaga. Actualmente, debido a inconvenientes de toxicidad en suelos, humanos, animales y plantas se está tratando de sustituir los productos químicos por orgánicos, ya que estos mejoran la calidad de las cosechas, son de fácil obtención, no son tóxicos y evitan la contaminación de los suelos y fuentes de agua ya que se desintegran rápidamente.

En este trabajo se investigo un método natural de protección de granos básicos, 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 de la Universidad de El Salvador, elaborando 3 extractos acuosos y 3 hidroalcohólicos a diferentes concentraciones (5,10 y 15% p/v) de **Allium sativum** (ajo), siendo éstos, de fácil preparación y aplicación; evaluando, la acción insecticida, repelente y protectora de los diferentes extractos; utilizando como especie objetivo **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común).

A su vez se presentan los resultados obtenidos en la investigación y sus respectivos análisis estadísticos mediante análisis de varianza y diferencia mínima significativa, por medio de los cuales se comprobó que en la prueba de protección al grano y prueba de repelencia los extractos acuosos ( $T_1$  y  $T_3$ ) fueron los más efectivos, siendo  $T_1$  (5 % ajo) el que obtuvo mayor acción repelente ya que hubo una menor presencia de gorgojos en los granos tratados con este extracto y  $T_3$  (15% ajo) el que presentó un mejor efecto de protección al grano ya que fue el menos afectados por los gorgojos.

En la prueba de aplicación directa el  $T_5$  (10% ajo) que corresponde al extracto hidroalcohólico fue el que mayor efecto insecticida obtuvo ya que hubo una disminución en la población de gorgojos.

Los métodos utilizados y resultados obtenidos en la investigación fueron proporcionados al Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) y a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador para que estos puedan ser de utilidad para la población salvadoreña.

## I INTRODUCCION

## I INTRODUCCION

En El Salvador el fríjol es uno de los cultivos más importantes entre las leguminosas tanto por la superficie que ocupa como por los ingresos que genera como producto de consumo interno. Así el fríjol después del maíz ocupa la mayor superficie de siembra y se cultiva en todo el país.

El fríjol se ha consumido en el país desde antes de la llegada de los españoles tanto por tradición como por su valor nutritivo como fuente proteica.

Este grano se ve muy afectado por los coleópteros comúnmente designados como gorgojos o brúchidos estos causan perdidas económicas en el frijol almacenado las cuales son irreparables porque provocan daños directos al grano afectando su calidad debido a la contaminación con los excrementos del **Zabrotes subfasciatus** y los cuerpos de los mismos insectos. Estas perdidas en calidad y cantidad se incrementan por el ataque de microorganismos secundarios como hongos y bacterias, los cuales a su vez producen aflatoxinas de alto riesgo para el ser humano.

El **Zabrotes subfasciatus** es conocido como gorgojo común del fríjol el cual es una plaga de importancia ya que ocasiona perdidas económicas para el agricultor.

Es por ello que en la presente investigación se realizaron seis extractos para evaluar la acción insecticida, repelente y protectora de *Allium sativum* (Ajo) en el grano de frijol (*Phaseolus vulgaris L*), de los cuales tres de los extractos serán acuosos y tres hidroalcohólicos preparados a concentraciones de 5%, 10% y 15% p/v de *Allium sativum* (Ajo), siendo estos de fácil preparación y aplicación, además no presenta efecto toxico<sup>(5)</sup> comparado con la reacción que provocan los insecticidas sintéticos ya que por ser un producto natural no confiere riesgos para la salud humana ni el medio ambiente<sup>(5)</sup>.

Se ha encontrado en estudios preliminares que el ingrediente activo (*ácido gárico*) es un insecticida bioquímico obtenido como disulfuro de alilo, este controla y repele pulgones, áfidos, chinches, moscas, zancudos, nemátodos y gorgojos <sup>(7)</sup>.

A la vez se pretende reducir la contaminación ambiental por el uso de pesticidas sintéticos y disminuir el riesgo directo al agricultor por la manipulación y aplicación constante de ellos.

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) concluye que esta planta no presenta efecto toxico y se encuentra ampliamente distribuida y comercializada como saborizante y sazónador en todo el mundo debido a su bajo costo.

## II OBJETIVOS

## II OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL:

Evaluar la acción repelente, insecticida y protectora de los extractos acuoso e hidroalcohólico de *Allium sativum* (Ajo) en el control del gorgojo común *Zabrotes subfasciatus* del frijol almacenado.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 2.2.1. Obtener las soluciones de los extractos acuoso e hidroalcohólico de *Allium sativum* (Ajo) a diferentes concentraciones 5%, 10% y 15% p/v
- 2.2.2. Determinar la acción protectora que poseen los extractos acuoso e hidroalcohólico de *Allium sativum* (Ajo) sobre el grano de frijol almacenado.
- 2.2.3. Comprobar la acción insecticida y repelente de los extractos acoso e hidroalcohólico de *Allium sativum* (Ajo) en el gorgojo común *Zabrotes subfasciatus* del frijol almacenado.

2.2.4. Seleccionar la concentración a la cual los extractos acuoso e hidroalcohólico de **Allium sativum** (Ajo) ejercen la mejor acción contra el gorgojo común **Zabrotes subfasciatus** del frijol almacenado.

2.2.5. Dar a conocer la información de los métodos utilizados y resultados obtenidos durante la investigación a las instituciones involucradas.

### III MARCO TEORICO

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo. bulbo nacen las partes fibrosas, que se introducen en la tierra para alimentar y anclar la planta.

**Tallos:** son fuerte, de crecimiento determinado cuando se trata de tallos rastreros que dan a la planta un porte abierto, o de crecimiento indeterminado cuando son erguidas y erectos, pudiendo alcanzar hasta 2 - 3 metros de altura. Dependiendo del marco de plantación, se suelen dejar de 2 a 4 tallos por planta. Los tallos secundarios brotan de las axilas de las hojas.

**Hoja:** radicales, largas, alternas, comprimidas y sin nervios aparentes.

**Tallo:** asoma por el centro de las hojas. Es hueco, muy rollizo y lampiño, crece desde 40 cm a más de 55, terminando por las flores.

**Flores:** se encuentran contenidas en una espata membranosa que se abre longitudinalmente en el momento de la floración y permanece marchita debajo de las flores. Se agrupan en umbelas. Cada flor presenta 6 pétalos blancos, 6 estambres y un pistilo.

Aunque se han identificado clones fértiles, los bajos porcentajes de germinación de las semillas y las plántulas de bajo vigor hacen que el ajo se haya definido como un apomíctico obligado, termino que se refiere a su capacidad para producir embriones sin existir fecundación previa.

**3.1.2 Importancia del ajo** El ajo además de ser un condimento indispensable en la cocina popular, constituye la base de determinadas especialidades culinarias, que cada día

tiene más adictos. (9)

El ajo se aprovecha fundamentalmente de las siguientes formas:

- Consumo de bulbos semi secos o secos.
- Consumo en forma de ajo deshidratado
- En especialidades farmacéuticas.
- Consumo en verde (ajetes)
- Otros usos (en curtidos, ornamentales, etc.)

### **3.1.3 Usos**

Los siguientes usos están basados en la tradición, teoría científica o investigación limitada. A menudo no se han probado completamente en humanos y no siempre se ha demostrado su seguridad y eficacia. Algunas de estas afecciones son potencialmente serias y las debe evaluar un proveedor médico calificado. Entre los usos más comunes están el abordaje de problemas de memoria relacionados con la edad, el SIDA, las alergias, las infecciones por amebas, antibacteriales, la artritis, etc.

Los bulbos pueden ser consumidos crudos o agregarse a leches o a otras bebidas. Las cápsulas de ajos deshidratados y las perlas de ajos que contienen el aceite son ofrecidas en el mercado. Las tinturas de ajo se emplean en medicina homeopática.

### 3.1.4 Sinónimos

Ajoene, alisat. Alisina, allí sativi bulbos, allium, alcanfor del pobre, diente de ajo, majo, melasa del pobre, suduluno, granos de ajo, difulsuro de dipropil, aceite de ajo, etc.

### 3.1.5 Requerimientos edafoclimaticos

No es una planta muy exigente en clima aunque adquiere un sabor más picante en climas fríos.

El cero vegetativo del ajo corresponde a 0° C. A partir de esta temperatura se inicia el desarrollo vegetativo de la planta. Hasta que la planta tiene 2 – 3 hojas soporta bien las bajas temperatura. Para conseguir un desarrollo vegetativo vigoroso es necesario que las temperaturas nocturnas permanezcan por debajo de 16° C.

En pleno desarrollo vegetativo tolera altas temperaturas (por encima de 40°C.) siempre que tenga suficiente humedad en el suelo. Los suelos deben tener un buen drenaje. Una humedad en el suelo un poco por debajo de la capacidad de campo es óptimo para el desarrollo de el cultivo.

El ajo se adapta muy bien a la mayoría de suelos donde se cultivan cereales.

Prefiere los suelos francos o algo arcillosos, con contenido moderado de cal, rico en potasio.

### **3.1.6 Material Vegetal**

Existen fundamentalmente dos grupos de ajo: (Anexo 2)

-Ajos blancos: son rústicos, de buena productividad y conservación. Suelen consumirse secos.

-Ajos rosados: poseen túnicas envolventes de color rojizo no se conservan muy bien. Son más precoces que los blancos.

La multiplicación por bulbillos confiere al ajo una gran estabilidad de caracteres lo cual explica el número limitado de variedades botánicas cultivadas, siendo la blanca o común la que prevalece en todos los países. El ajo blanco es tardío, rústico, de buena productividad y excelente sabor.

El ecotipo chino, que se introdujo en 1990, ha desplazado en un elevado porcentaje al rosado.

### **3.1.7 Toxicología de la planta**

La United States Environmental Protection Agency (EPA) concluye <sup>(21)</sup> que no presenta efecto tóxico a los humanos en su modo de acción; consecuentemente ha considerado que no requiere estudios de efectos ecológicos ni ambientales, teniendo en cuenta que:

1. Está ampliamente distribuido y comercializado como saborizante y sazónador en todo el mundo.
2. Ha sido reconocido como seguro para los usos en alimentación.

3. Se presume no persistente dada su composición orgánica
4. No existen reportes de efectos adversos a la salud humana.

### **3.1.8 Advertencia**

El ajo debe consumirse crudo, en tintura o en jugo, pues cocido pierde más del 90% de su acción terapéutica y microbiciada. Los preparados desodorizados no son eficaces ya que al quitar el olor se elimina, además, gran parte de los compuestos azufrados, que son los principales responsables de sus propiedades medicinales. El uso diario y prolongado de cantidades altas de ajo provoca mucho calor, sensación de quemadura y hormigueo en la lengua y los labios, sudor y aliento desagradable vértigo, ardor en los ojos, náuseas, diarrea prurito en el ano, cefalea y gastritis. No debe ser usado en grandes cantidades por las madres lactantes pues su sabor pasa a la leche y puede causar problemas digestivos a los bebés. La halitosis provocada por el consumo de ajo se puede eliminar masticando un poco de perejil, menta o apio crudo arrojándolo rápidamente de la boca y enjuagándola con sumo de limón. También se puede evitar consumiendo el ajo crudo sin masticar o picado en partes diminutas e ingiriendo en la sopa o con agua.

### 3.1.9 Comercialización

Una vez que los bulbos están limpios se seleccionan y se clasifican por calibres. Después se envasan en cajas de madera o de cartón de 10 kg o bien en bolsas o sacos de malla (desde 0.5 a 20 kg según los gustos del cliente) y finalmente se etiquetan de acuerdo con la normativa vigente.

El enristrado se realiza una vez que los ajos están secos y limpios de tierra. Se arrancan las hojas más exteriores, y con auxilio de las hojas restantes se trenzan las cabezas en cadena para facilitar su suspensión en un local seco y ventilado, donde acabarán por perder la humedad que aún pudieran alojar.

### 3.1.10 Valor nutricional

#### **Componentes activos principales.** <sup>(11)</sup>

**Aminoácidos:** Ácido Glutámico, Arginina, Ácido aspártico, Leucina, Licina, Valina, etc.

**Minerales:** Principalmente manganeso, potasio, calcio y fósforo; y en cantidades menores magnesio, selenio, sodio, hierro, zinc y cobre.

**Vitaminas:** Principalmente vitamina B<sub>6</sub> y vitamina C; y en cantidades menores ácido fólico, pantoténico y niacina.

**Aceite esencial con muchos componentes sulfurosos:** disulfuro de alilo, trisulfuro de alilo, tetrasulfuro de alilo.

**Alíina:** que mediante la enzima alinasa se convierte en alicina.

**Ajoeno:** producido por condensación de la alicina.

**Quercetina.**

**Azucares:** Fructosa y glucosa.

## **3.2 Particularidades del cultivo del ajo**

### **3.2.1 Preparación del terreno.**

Las labores deben comenzar unos seis meses antes de la plantación, estas deben dejar el terreno mullido y esponjoso en profundidad. Consistirán en una labor de arado profunda (30 – 35 cm.) seguida de dos o tres rastreadas cruzadas. Con esta primera labor se enterraran los abonos orgánicos.

### **3.2.2 Plantación de bulbillos.**

Se suele realizar en octubre o noviembre, aunque a veces se realizan plantaciones tardías a finales de diciembre y principios de enero. Se lleva a cabo en platabandas o en caballones.

### **3.2.3 Platabandas.**

Este método es apropiado para grandes cultivos y para aquellas zonas donde existan dificultad para practicar riegos (zona de secano). Se realizan con una anchura de 2 - 3mts y una separación de 0.7 - 1 mts. La plantación se lleva a cabo en hoyos abiertos, dejando 30 cm. Entre líneas y 20 - 25 cm. Entre plantas de una misma línea.

### **3.2.4 Caballones.**

Es el sistema mas empleado y el mas adecuado para cultivar ajos en lugares con problema de suministro de agua. Los caballones pueden construirse con arados de vertedera alta o con azadones. El ancho de los surcos será de 50 cm. Y los bulbillos se plantaran a 20 cm. entre si y a 20 -25 cm. entre línea. La profundidad a la que se plante dependerá del tamaño del bulbillito, aunque suele ser de 2 – 4 cm. (9)

También puede cultivarse en arrietes, bordeando los cuadros de cultivos hortícolas, colocados en filas distanciados a 12 cm.

### **3.2.5 Escardas.**

El ajo es un cultivo que por sus características morfológicas cubre poco el terreno y, por tanto ofrece cierta facilidad al desarrollo de malas hierbas y la evaporación. Es de suma importancia mantener el cultivo limpio de malas hierbas, mediante las escardas oportunas. Se realiza la escarda manual o se aplica uno o varios herbicidas abonados.

### **3.2.6 Abonado**

Como termino medio, para obtener 1000 kg de planta, las necesidades de N<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O son de 2.33%, 1.42% y 2.50%, respectivamente, aunque teniendo en cuenta la fertilidad de el suelo pueden disminuirse las proporciones anotadas. Los abonos orgánicos maduros deben ser incorporados uniformemente en el terreno algún tiempo antes de la siembra.

Los nitrogenados nítricos se fraccionan en 1 - 2 veces durante el ciclo vegetativo, pues de lo contrario induce un desarrollo excesivo de las hojas en detrimento de los bulbos. El abono fosfórico favorece la conservación del producto.

El cultivo del ajo agradece la incorporación de materia orgánica muy descompuesta. El ajo puede resultar sensible a las carencias de boro y molibdeno.

### **3.2.7 Riego**

El riego no es necesario y en la mayoría de los casos puede considerarse perjudicial, salvo en inviernos y primaveras muy secas y terrenos muy sueltos.

Los riegos suelen realizarse por aspersión o por gravedad. Las necesidades desde la brotación hasta el inicio de la bulbificación son las menores y suelen estar suficientemente cubiertas por las lluvias. Las necesidades más importantes de agua se producen durante la formación del bulbo.

Durante el período de maduración del bulbo las necesidades de agua van decreciendo, hasta que dos semanas antes de la recolección se hacen nulas.

### **3.2.8 Plagas y enfermedades del ajo**

#### **Plagas.**

-Mosca de la cebolla (*Phorbia antiqua meig*)

- Tiña del ajo y de la cebolla (*Lita alliela*)
- Polilla (*Laspeyresia nigricana steph*)
- Gorgojo del ajo (*Brachycerus algirus F.*)
- Nematodos (*Ditylenchus dipsaci Kuehn*)
- Mildiu (*Phitophthora infestans*)
- Roya (*Pucciniaalii, P. porri*)
- Podredumbre blanca interior "Boixat" (*Sclerotium cepivorum*)
- Peronospora schaleideni.*

### 3.2.9 Recolección

En las plantaciones de otoño son necesarios ocho meses para llegar a la cosecha y cuatro meses y medio en las plantaciones de primavera. La humedad del terreno en contacto con las cabezas ya maduras provoca en las túnicas externas ennegrecimiento y podredumbres, ocasionados por la acción de hongos saprofitos, que en ocasiones deterioran la calidad de la cosecha.

El momento justo de la cosecha corresponde a la completa desecación de las hojas realizando el arranque de las cabezas con buen tiempo. Adelantar en exceso el momento de la recolección produce disminución de la cosecha y pérdida de calidad.

En terrenos sueltos los bulbos se desenterraran tirando de las hojas, mientras que en terrenos compactos es conveniente usar palas de punta o legones. Actualmente se cosecha de forma mecánica con cosechadoras atadoras de manojos.

Las plantas arrancadas se dejaran en el terreno durante 4 - 5 días (siempre que el clima lo permita) y posteriormente se trasladan en carretías a los almacenes de calificación y enristrados. A medida que se vayan recogiendo los bulbos se deberá limpiar la tierra que tengan adherida.

La recolección de la semilla se debe realizar cuando la planta este totalmente madura. Después de la recolección y durante el período de selección, se irán apartando los bulbos mejor conformados, sanos y aquellos que respondan totalmente a las características de la variedad cultivada. A continuación se enristrarán y las ristras se colocarán bajo techo, en lugar bien seco y ventilado. Para sembrar una hectárea se necesitan alrededor de 700 kg de bulbillos.

### **3.2.10 Comportamiento en los diferentes componentes ambientales.**

-Suelo: El extracto de ajo no es persistente y se degrada rápidamente en el ambiente. No ha recibido reportes de efectos adversos en el ambiente por el uso de este extracto.

-Agua: Es soluble en agua. No se han encontrados reportes de persistencia de ajo en este componente.

-Aire: Dada su degradación en el ambiente, no se espera que se presenten efectos sobre este componente.

Toxicidad aguda oral: LD 50 15000 mg/kg

Toxicidad crónica: LD50 10.000 mg/kg

Toxicidad dérmica: No irritante, no corrosivo.

Irritación de ojos: En solución concentrada irrita los ojos.

### **3.3 Insectos**

Las plagas en los granos almacenados son de importancia por las pérdidas que esta ocasionan: deterioro del valor nutritivo y reducción de la calidad de los granos y sus derivados. <sup>(16)</sup>

Estudios realizados en Centroamérica confirman que los insectos representan la principal causa de los granos básicos, contribuyendo en un 70% a las pérdidas en los granos almacenados.

En Nicaragua se encuentran 8 especies de insectos que atacan a los granos almacenados, Honduras reporta 12 y El Salvador 11 especies.

Los insectos encuentran condiciones apropiadas para alimentarse y reproducirse en bodegas y lugares de almacenamiento.

Por su tamaño reducido, alta capacidad de reproducción y adaptación al ambiente, lo cual dificulta el control efectivo por lo que se facilita su sobrevivencia y multiplicación.

Los granos almacenados sufren de infestación por insectos y deterioros por mohos y bacterias. La alta temperatura y humedad de los granos, junto con el apilamiento y los granos partidos, proporcionan las condiciones que aceleran el desarrollo de los insectos y los mohos. Muchos insectos de los granos son buenos voladores y se mueven hacia el grano recién almacenado desde el campo y desde almacenes de granos infestados. Los insectos pueden alcanzar poblaciones de gran tamaño en silos o almacenes que no son revisados, en pisos falsos o en los conductos de ventilación de los silos, en los equipos usados para mover los granos o en granos descartados como basura. Estas áreas deben ser mantenidas libres de insectos para reducir la migración hacia granos recién cosechados.

Los insectos de los granos se mueven dentro de la masa de granos a una velocidad que es determinada por la temperatura del grano. Durante el verano las infestaciones por insectos usualmente son solo en la superficie del grano.

La humedad más favorable para insectos de los granos almacenados esta en el rango de 12% a 18%. En muchos casos, las infestaciones por insectos

amplifican los problemas con mohos en granos al exponer la superficie del endospermo que de otra manera estaría protegido de los mohos, transportando esporas de los mohos a nuevas áreas del grano, y estimulando la germinación del moho en micro hábitat que son humedecidos por las actividades metabólicas de los insectos. Ciertamente, la actividad metabólica de los insectos y del moho pueden aumentar la temperatura del grano hasta 43°C (110°F) por lo que es importante controlar el tamaño de la población de insectos antes que el grano sufra daños irreparables ya sea que estos lo perforen o coman y permitiendo así que se de la producción de los mohos.

### **3.3.1 Morfología, metamorfosis y desarrollo de los insectos**

El cuerpo de los insectos se divide en: cabeza, tórax y abdomen. En la cabeza se encuentran las antenas ojos y aparato bucal. En el tórax se encuentra el sistema digestivo órganos excretores y de reproducción.

#### **Estructura de los insectos**

#### **Metamorfosis concepto:**

Son los cambios o transformaciones que sufren los insectos desde el estado de huevos hasta el estado de adultos.

La metamorfosis completa (holometábola) comprende los estadios de huevos, larva, pupa y adulto de los insectos.

La metamorfosis incompleta (hemitabola) comprende los estadios de huevo, ninfa y adulto.

### 3.3.2 Principales plagas de los granos almacenados

De las 700.000 especies conocidas de insectos aproximadamente 100 especies son responsables de los daños en almacenes de los cuales 20 plagas por su distribución geográfica y daños que ocasionas se consideran de importancia económica.

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. <sup>(16)</sup>

-Orden: *Coleoptera*.

-Familia: *Curculionidae*

-Genero: *Sitophilus*.

Ejemplo:

#### 1 Gorgojos de los cereales:

-***Sitophilus granarius*** (L). (Gorgojo de los cereales)

-***Sitophilus orizae*** (L). (Gorgojo del arroz)

-***Sitophilus zeamais Mostschulsky***. (Gorgojo del Maíz)

## 2 Gorgojos de los Frijoles:

-***Acanthoscelides obtectus*** (Gorgojo del frijol; gorgojo pardo del frijol)

-***Zabrotes subfasciatus boheman*** (Gorgojo del frijol; Gorgojo pinto del frijol)

3-Barrenadores de los cereales:

-***Prostephanus truncatus horn*** (Barrenador mayor de los Granos; Taladrador Mayor de los Granos)

-***Rhyzopertha dominica Fabricius***. (Barrenador menor de los Granos; Barrenillo de los granos; Taladrillo de los granos)

## 4-***Citrotoga cerelella oliver***.

-Palomilla

-Palomilla de los cereales

-Palomilla dorada.

-**Especies Secundarias:** son insectos que atacan granos partidos o que previamente fueron dañados por insectos primarios. Se producen con facilidad en productos que se obtienen en la molienda de los granos <sup>(15)</sup>

Dentro de estas especies se encuentran:

a) Orden: *Coleoptera*.

Familia: *Tenebrioniidae*.

Especie: ***Tribulium confusum***.

Ejemplo:

-Gorgojo falso de la harina

-Gorgojo confuso de las harinas

-Castaño de la harina.

-Gorgojo de la harina.

b) Orden: *Coleoptera*

Familia: *Cucujidae*.

Ejemplo:

- Gorgojo dentada de los granos
- Gorgojo dientes de sierra
- Gorgojo plano de los granos

c) Orden: *Lepidoptera*:

Familia: *Phicidae*

Ejemplo:

- Palomilla de la harina
- Polilla de la fruta seca
- Palomilla de los cereales
- Polillas de los cereales

**Cuadro N° 1 Efectos en la salud debido a los insectos de almacén**

<b>TIPO DE INSECTO</b>	<b>EFFECTO EN LA SALUD</b>
Gorgojo de los cereales	Alergia en los ojos y aparato respiratorio
Gorgojo del arroz	Infiltración granosa
Palomilla de los cereales	Alergia en el aparato respiratorio
Palomilla de la fruta seca	Dermatitis
Acaros	Catarro, cólico, muerte (caballo). Aborto, muerte (cerdo), enfermedades intestinales

**Cuadro N° 2. Reacción de los insectos de almacén a diferentes niveles de temperatura**

<b>Rango</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>Efecto</b>
Letal	50 a 60 45	Muerto en minutos Muerto en horas
Sub-óptima	35	Desarrollo paralizado
Óptima	25 a 33	Desarrollo máximo
Sub- óptima	13 a 25 13 a 20	Desarrollo reducido Desarrollo paralizado
Letal	-10 a -15 -18	Muerto en semanas La mayoría se muere

### **3.3.3 Medidas eficaces para controlar las plagas insectiles de almacén.**

A continuación se mencionan algunas medidas que por un lado impiden la penetración activa de las plagas en los almacenes y que por otro evitan su infestación reproducción y diseminación. <sup>(16)</sup>

1. Inspeccionar todos los alimentos y granos al momento de adquirirlos, los granos fuertemente infestados deben ser rechazados.
2. Al momento de almacenar se debe prestar atención para que el grano esté seco y fresco. Una ventilación periódica y en dados casos las refrigeraciones serian lo ideal.
3. Hacer controles periódicos. El almacén tiene que estar organizado para admitir el acceso a todos los granos. La rotación se hace siguiendo el concepto de “lo que primero entra sale primero”.
4. En caso de infestaciones se necesita tomar medidas inmediatas. Eso significa que se debe tratar el grano (fumigarlo, etc.) o usarlo a corto plazo. Luego es necesario la desinsectación de la bodega, silo, etc.
5. La limpieza y el orden permiten reducir la fuente alimenticia de las plagas y la posibilidad de esconderse. Además facilitan un mejor control.
6. Habrá que controlar la basura. Si hubiera infestación se deben identificar las plagas, la basura deberá ser enterrada y/o quemada.

7. Fumigar las plagas en recipientes y bodegas con insecticidas apropiados, respetando las cantidades, mezclas, dosis y medidas de seguridad.

### **3.4 *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común)**

#### **3.4.1 Hábitat**

El gorgojo del frijol se encuentra de manera natural en las parcelas de frijol, de ahí llega con la cosecha y busca como multiplicarse en los sacos.

#### **3.4.2 Aspecto**

Los adultos de *Zabrotes subfasciatus* son un poco mas pequeños que de 2 a 3 mm de largo, son de color café y las hembras pones aproximadamente 35 huevos, pegados sobre los granos de frijol. Viven de preferencia en clima caliente, temperatura preferida: alrededor de 32°C (condiciones de toda la planicie del pacifico).

#### **Huevos**

Los huevos de *Zabrotes subfasciatus* están adheridos a los granos de frijol, en lugares de clima caliente.

#### **Larvas y Pupas**

Las larvas, al emerger de los huevos, perforan un agujero en la piel del frijol y penetran en el grano; el orificio es difícilmente visible, solo con un microscopio.

La larva, blanca con cabeza café, se desarrolla adentro del grano, comiendo el interior del grano. Pasa por 4 etapas de desarrollo que son: huevo, larva, pupa y adulto.

Las pupas, blancas, inmóviles, forman un estadio de transición entre la larva y el adulto. La larva, antes de transformarse en pupa prepara el agujero de emergencia por donde saldrá cuando este adulto.

La hembra después de acoplarse con el macho, pone huevos cremosos, pegados sobre el frijol. La larva sale del huevo y tiene que penetrar el grano, esto le cuesta unas 24 horas de trabajo. Después de penetrar en el frijol, come el interior del grano, crece, se transforma en adulto y sale del grano para acoplarse.

El macho es de color negro con manchas blancas amarillentas y la hembra de color café pardo.

#### **3.4.4 Ciclo de vida**

El ciclo de vida de huevo a adulto tarda 4-6 semanas y de adulto vive 3 - 4 semanas.

Si se observa un puño de frijoles con gorgojos, se pueden observar sobre los granos los orificios de salida de los adultos, orificios de 1 a 2 mm de diámetro.

De la pupa salen los adultos, que saldrán del grano para acoplarse. Los machos mueren y las hembras ponen los huevos, no se alimentan, después de poner los huevos se mueren también.

#### **3.4.4 CONTROL**

El control, de manera esta dirigido a matar los adultos, se pone en los sacos pastillas de insecticidas que sueltan un gas que matan a los gorgojos.

Desde hace algunos años, se ha constatado que estas pastillas hacen cada vez menos efecto, debido a la resistencia que adquieren los gorgojos a este producto y además su uso es peligroso para la salud humana.<sup>(16)</sup>

##### **3.4.4.1 CONTROL BIOLÓGICO**

Los gorgojos de frijol tienen enemigos unas avispidas de la familia *Pteromalidae* que matan sus larvas, parasitándolas. Si se fumiga con veneno, se mata a estos parasitoides, perdiendo de esta manera un aliado muy interesante.

##### **3.4.4.2 Control mecánico**

Estudios del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) de Colombia han comprobado que mezclando aceite a los frijoles, se impide la puesta de

huevos por las hembras de gorgojos. La superficie del grano se pone lisa y el huevo se cae al fondo del saco, impidiendo a la larva que penetre en el grano.

Otros estudios han comprobado que si se almacena el frijol después de aporreado, con todas las basuritas (pedazos de rama, tierra, piedras), se obtiene mejor resultado. La basura impide a los gorgojos adultos de moverse libremente se hieren sobre piedras y además permite mejor movimiento a los parasitoides.

### **3.5 El frijol**

El Salvador es un país donde el recurso tierra es muy escaso, ya que posee una superficie de 2, 104,079 ha., una población que sobrepasa los 5.5 millones de habitantes.

Las áreas de siembra de frijol en los últimos 10 años no han sido constantes, con variaciones anormales aún cuando la demanda por el grano aumenta en relación con el aumento de la población, la cual se estima en un 2.3% anual.

Durante el año agrícola 1998/1999 fueron sembrados 118,550 mz (91,192.32 ha); en 1999/2000, 106,300 mz (81,769.23 ha) y en 2000/2001, 112,900 mz (86,846.15 ha) con una producción de 1,013,100, 1,445,300 y 1,452,550 qq respectivamente.

### **3.5.1 Factores ambientales que afectan el frijol.**

#### **3.5.1.1 Temperatura**

El frijol es una planta anual y requiere de un clima templado a cálido. Puede crecer con temperaturas relativamente bajas, pero su rendimiento se ve afectado.

Temperaturas inferiores a 16 – 18 °C son perjudiciales para el crecimiento de la planta.

Temperaturas superiores a 30°C ocasionan en determinadas variedades, una disminución en la capacidad de producción, pues un exceso de calor hace decrecer el número de flores que se polinizan y disminuir el número de semillas por vaina.

#### **3.5.1.2 Luminosidad**

El frijol es una planta que necesita buena luminosidad para producir una mejor fecundación de sus flores; condiciones que se dan en las zonas donde se cultiva en el país.

#### **3.5.1.3 Humedad**

Este factor, ya sea en forma de lluvia, neblina o humedad atmosférica muy alta, tiene una acción negativa sobre los rendimientos de frijol, ya que

favorece el ambiente para la proliferación de insectos y enfermedades. Sin embargo, durante la floración, la falta de cierto grado de humedad en el ambiente a los 30 – 40 cm sobre el suelo, afecta la polinización con la consiguiente disminución de rendimiento. En consecuencia, es un cultivo que no resiste heladas, sequías ni lluvias prolongadas.

#### **3.5.1.4 Suelo**

El frijol prospera en la mayoría de los suelos, pero los mejores para este cultivo son los francos: franco arenosos, franco arcillosos, franco limosos. No se recomiendan los excesivamente arcillosos o arenosos carentes de nutrientes. Generalmente los suelos arcillosos tienen problemas de compactación y drenaje que no permiten un buen desarrollo radicular.

El frijol es una planta muy sensible a la salinidad, por lo tanto no se recomienda para este cultivo suelos con una conductividad eléctrica superior a 2 milimhos. Este factor se puede determinar mediante un análisis de suelo.

### **3.5.2 Recomendaciones para la siembra: <sup>(14)</sup>**

#### **3.5.2.1 Selección del lote**

El cultivo de frijol se adapta a una gran variedad de tipos de suelo. Sin embargo, para su producción se recomiendan lotes con suelos sueltos,

livianos y con buen drenaje, de preferencia con profundidad superior a los 30 cm. En lo posible se debe evitar sembrar en lotes con suelos que se endurecen fácilmente o que forman costras cuando se secan, o en suelos pedregosos; y sembrar en lotes donde no hubo frijol en la época anterior.

El lote debe tener las siguientes características:

-Bien drenados y nivelados.

-De textura franca (arenoso, limoso o arcilloso)

-Con buen contenido de materia orgánica y nivel de salinidad tolerada.

### **3.5.2.2 Preparación del terreno**

Algunos consejos importantes para la preparación del terreno son los siguientes:

-Si en el cultivo anterior hubo poca o ninguna presencia de enfermedades y plagas, se recomienda incorporar los rastrojos en la preparación.

-Si en el cultivo anterior se presentaron bastantes enfermedades y plagas, se recomienda eliminar los rastrojos mediante quema.

-Se recomienda preparar el terreno con un pase de arado a una profundidad de 20 – 30 cm, seguido de dos pases de rastra para obtener un suelo sin terrones y lograr el beneficio de los suelos sueltos.

Si se siembra el frijol en relevo con maíz, es aconsejable limpiar entre hileras antes de la siembra, ya sea con machete, azadón o herbicidas. Si el maíz tiene muchas hojas, se recomienda eliminar las más bajas con machete.

-Si el terreno es de ladera, no debe mecanizarse, siendo recomendable la limpia manual o mediante el uso de herbicidas para evitar que el suelo con sus nutrimentos se lave. Esto es de gran importancia para lograr un buen establecimiento del cultivo y altos rendimientos.

Un suelo bien preparado permite: <sup>(13)</sup>

-Destruir e incorporar residuos de cosecha del cultivo anterior.

-Reducir la incidencia de plagas y enfermedades.

-Adecuada oxigenación y aireación de la raíz.

-Mejor aprovechamiento de los nutrientes y el agua.

La preparación del suelo consta de varias fases dependiendo del tipo de suelo.

**En suelos arcillosos:**

-Corte de malezas grandes, limpieza de bordos y acequias y quema.

-Roturación en seco e incorporación de malezas

-Nivelación

-Dos pases cruzados de rastra.

**-En suelos arenosos:**

-Corte de malezas grandes, limpieza de bordos y acequias y quema.

-Arado y pase de rastra ó dos pases cruzados de rastra.

Para nivelar el suelo se recomienda colocar a la rastra una riel o tablón nivelador.

### **3.5.2.3 Semilla**

Para la producción de frijol es recomendable:

-Utilizar semilla certificada o producida en lotes con baja presencia de enfermedades o sin ellas, obtenida de una fuente confiable.

-Procurar mantener los lotes y las cosechas provenientes de buenas semillas lo más puros posible, y renovar la semilla cada 2 - 3 años.

-Antes de la siembra, tratar la semilla, especialmente si proviene de lotes que han sido afectados por enfermedades transmitidas por semilla como antracnosis, bacteriosis, mancha angular y mustia hilachosa.

-Previo a la siembra, tratar la semilla utilizando de los fungicidas mas un insecticida, si en el lote hay experiencia de daños por plagas del suelo, principalmente gusanos cortadores del tallo.

### 3.5.2.4 Siembra

Se recomienda sembrar las variedades mejoradas, siguiendo estas indicaciones:

Distancias

-Entre hileras o surcos: 50 – 60 cm

-Entre plantas: 7.5 – 10 cm (10-13 plantas por metro lineal)

-Colocar una semilla por postura

El frijol común, caupí, loctao se adaptan a cualquiera de los sistemas de siembra y siguientes distanciamientos: <sup>(13)</sup>

**CUADRO N° 3 Distancia para siembra de frijol común**

<b>SURCOS SIMPLES</b>	<b>SURCOS DOBLES</b>
0.60 m	0.80 m x 0.40 m
0.70 m	0.90 m x 0.50 m

### 3.5.2.5 Fertilización

Estas sugerencias pueden ayudarle cuando decida fertilizar su cultivo:

-En lo posible, procurar incorporar los residuos de las cosechas anteriores, ya que esto mejora la calidad del suelo y los rendimientos, y reduce la cantidad de fertilizante que necesita el cultivo.

-De preferencia y siempre que sea posible, resultará más efectivo fertilizar siguiendo las recomendaciones de un análisis de suelo.

-Si no es posible realizar un análisis del suelo puede aplicar estas recomendaciones de acuerdo con su experiencia en la producción de frijol y al conocimiento de sus lotes de cultivo:

-A la siembra:

Aplicar 1-2 quintales de fórmula (18-46-0 ó 15-15-15)

por manzana (59.09 – 118.17 kg/ha)

-Al aporque (21-28 días después de la siembra): Aplicar al pie de la planta de medio a un quintal de urea por manzana, inmediatamente incorporarla mediante aporque.

La finalidad de la fertilización es poner a disposición de la planta los nutrientes que necesita para un buen rendimiento. Para una adecuada fertilización se debe hacer un análisis previo del suelo para:

-Conocer el nivel de salinidad o acidez.

-Conocer la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo.

-Determinar los tipos de fertilizantes y las dosis que deben ser aplicadas al suelo.

Existen diferentes tipos de abonos y fertilizantes que pueden ser utilizados:

-**ORGANICOS** ej.: estiércol de aves, vacuno, caprino, guano de isla. (Estos tipos de abono mejoran la textura del suelo)

-**QUIMICOS** ej: Urea, superfosfato triple de calcio, fosfato diamónico sulfato de potasio y sulfato de amonio.

## **CULTIVO Y DESHIERBOS**

El cultivo y deshierbo tienen por finalidad:

-Eliminación de las malezas

-Favorecer el crecimiento de la raíz.

-Favorecer la fijación del nitrógeno atmosférico.

-Oxigenación de la raíz.

Es importante mantener el campo libre de malezas al menos hasta la floración.

### **3.5.2.6 Riegos**

-El riego es una práctica indispensable para alcanzar altos rendimientos y mejorar la calidad del grano.

-Las leguminosas son cultivos sensibles al déficit como al exceso de agua.

-Se les debe aplicar entre 2 y 5 riegos, dependiendo de la textura del suelo.

-Los suelos franco arenosos requieren mas de 3 riegos.

-Los suelos arcillosos entre 1 y 2 riegos.

-Los riegos deben ser ligeros y frecuentes utilizando surcos, nunca se debe regar al pie de la planta para evitar compactación de la zona de la raíz.

-Las etapas más sensibles al déficit de agua conocidas como etapas críticas; son las etapas de desarrollo vegetativo, prefloración y llenado de vainas.

### **3.5.2.7 Manejo de malezas**

Entre las sugerencias para su manejo se incluyen:

-Incorporar las malezas en la preparación del terreno.

-Combinar el control manual (deshierbas) con el químico (aplicación).

-Control manual: dos deshierbes, entre los 7 - 14 y 21 - 28 días después de la siembra.

-Control químico

### **3.5.2.8 Manejo de insectos y enfermedades <sup>(16)</sup>**

La previsión y el manejo adecuado y oportuno de insectos y enfermedades, resulta más efectivo y rentable que controles realizados a la suerte o por costumbre, y permiten a la planta un mejor desarrollo, pues no sufre daños que alteren su crecimiento ni afecten la calidad de la cosecha. Es importante saber reconocer los insectos y enfermedades que afectan al cultivo, y el momento y método para prevenirlos y/o controlarlos.

En plántula:

La presencia de estos insectos puede reducirse con la preparación del terreno, arando profundamente y volteando el suelo, para que las larvas queden expuestas y sean secadas por el sol o consumidas por aves y sapos.

-Gallina ciega (*Phillophaga sp*): Se recomienda usar tratamiento químico a la semilla, o aplicar insecticidas granulados en el surco de siembra.

-Gusanos cortadores (*Agrotis ipsilon y Spodoptera frugiperda*): Se sugiere tratar la semilla con químicos hacer aplicaciones al cultivo cuando los gusanos están pequeños, preferentemente por la tarde.

#### **3.5.2.8.1 Insectos desfoliadores**

Para reducir la presencia de estos insectos, es muy importante mantener los campos libres de malezas.

-Babosas: Se recomienda su control manual por las noches o durante el día, usando trampas de basura donde esta plaga se puede esconder. Se hacen bultos cada 10 pasos y se matan las babosas que estén debajo de la basura; o mediante la aplicación de caracolicidas disponibles en el mercado.

Los Gorgojos del grano (*Acanthoscelides obtectus* y *Zabrotes subfasciatus*):

Existen varias formas para prevenir y/o controlar esta plaga:

- Cosechando tan pronto el cultivo esté maduro.
- Asoleando el grano antes del almacenamiento.
- Almacenando el frijol con cal, sal o ceniza (si no se va a fumigar)
- Fumigando el grano con pastillas.

### **3.5.2.9 Cosecha**

#### **Indicadores de cosecha.**

-Arranque: Debe hacerse cuando el cultivo ha llegado a la madurez fisiológica, o sea cuando el 90 % de las vainas ha cambiado del color verde original a otro color y las hojas están amarillas por vejez.

-Aporreo: Después que se ha arrancado el frijol es importante seleccionar el lugar donde será aporreado, el cual deberá ser realizado cuando las vainas están completamente secas. Cuando la siembra es de mayo, es necesario trasladar las plantas a bodegas o lugares techados y sacarlas durante el día para ser asoleadas. Para el aporreo se recomienda colocarlo sobre lonas o sacos para evitar pérdidas.

-Selección de semilla: La selección de semilla para futuras siembras debe hacerse en el campo, seleccionando aquellas plantas que presentan buen vigor, libre de enfermedades y buena carga; estas plantas deben ser aporreadas por separado.

## IV DISEÑO METODOLOGICO

## IV DISEÑO METODOLOGICO

La presente investigación es un estudio de tipo experimental y prospectivo que comprende tres partes:

-Investigación Bibliográfica

-Investigación de campo

-Parte Experimental

### 4. 1. Investigación bibliográfica

Consistió en la recopilación de información bibliográfica en:

- Facultad de Química y Farmacia y Facultad de Ciencias Agronómica de

la Universidad de El Salvador.

- Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA)

Así como también artículos en línea. Internet

### 4. 2. Investigación de Campo

4.2.1 Diseño estadístico a utilizar:

En el diseño estadístico se utilizaron siete tratamientos 3 de ellos

son acuosos al 5, 10 y 15 %p/v de *Allium sativum* (Ajo).

Los otros 3 tratamientos son hidroalcohólicos 5, 10 y 15 %p/v de **Allium sativum** (Ajo) y el tratamiento Blanco. Por cada uno de ellos se realizaron cinco repeticiones por prueba, luego se hizo 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 y recolección de la muestra:

Universo:

- Los Bulbos de **Allium sativum** (Ajo) fueron obtenidos en la ciudad de Usulután, departamento de Usulután.
- El **Phaseolus vulgaris L.** (Grano de frijol) fueron obtenidos en el mercado San Miguelito de la zona metropolitana del departamento de San Salvador. Esto se realizo completamente al azar.
- **Zabrotes subfasciatus** (Gorgojo común) fueron obtenidos en la ciudad de Usulután, departamento de Usulután, procurando en lo posible obtener el mayor numero de insectos.

**Muestreo Dirigido:**

- La porción de granos de frijol (30 libras) fue recolectada en la zona metropolitana de San Salvador en el mercado San Miguelito.
- Se utilizaron 6 libras de *Allium sativum* (Ajo) y fueron recolectadas en el mercado Regional del área urbana de la ciudad de Usulután, departamento de Usulután.
- La población aproximada fue de 200 *Zabrotes subfasciatus* (Gorgojo común) recolectados en el mercado Regional de la ciudad de Usulután departamento de Usulután.

**Elaboración de extractos**

Haciendo uso de bulbos de ajo, agua y alcohol se elaboraron 6 extractos:

- 3 extractos acuosos por el método de maceración 5%p/v, 10%p/v, 15%p/v
- 3 extractos hidroalcohólicos por el método de maceración 5%p/v, 10%p/v, 15%p/v, con una proporción agua: alcohol (81.25: 18.75)<sup>(2)</sup>

**4.3. Parte experimental****4.3.1 Recolección de ajo**

Los bulbos de ajo que se utilizaron en este trabajo fueron obtenidos a través de su compra en el mercado Regional del departamento de

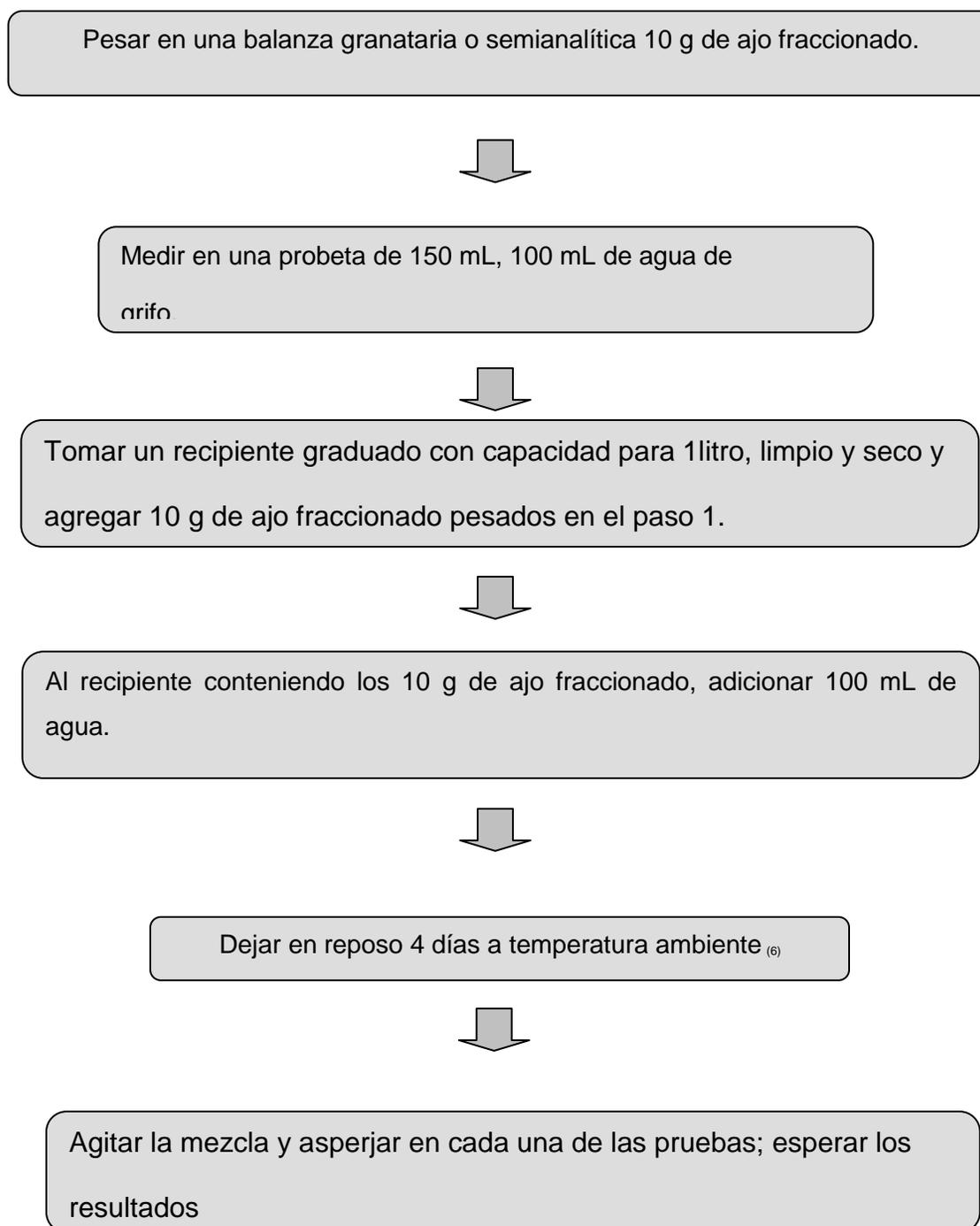
Usulután en cantidad necesaria para realizar los diversos extractos a utilizar.

#### **4.3.2 Remoción de túnica**

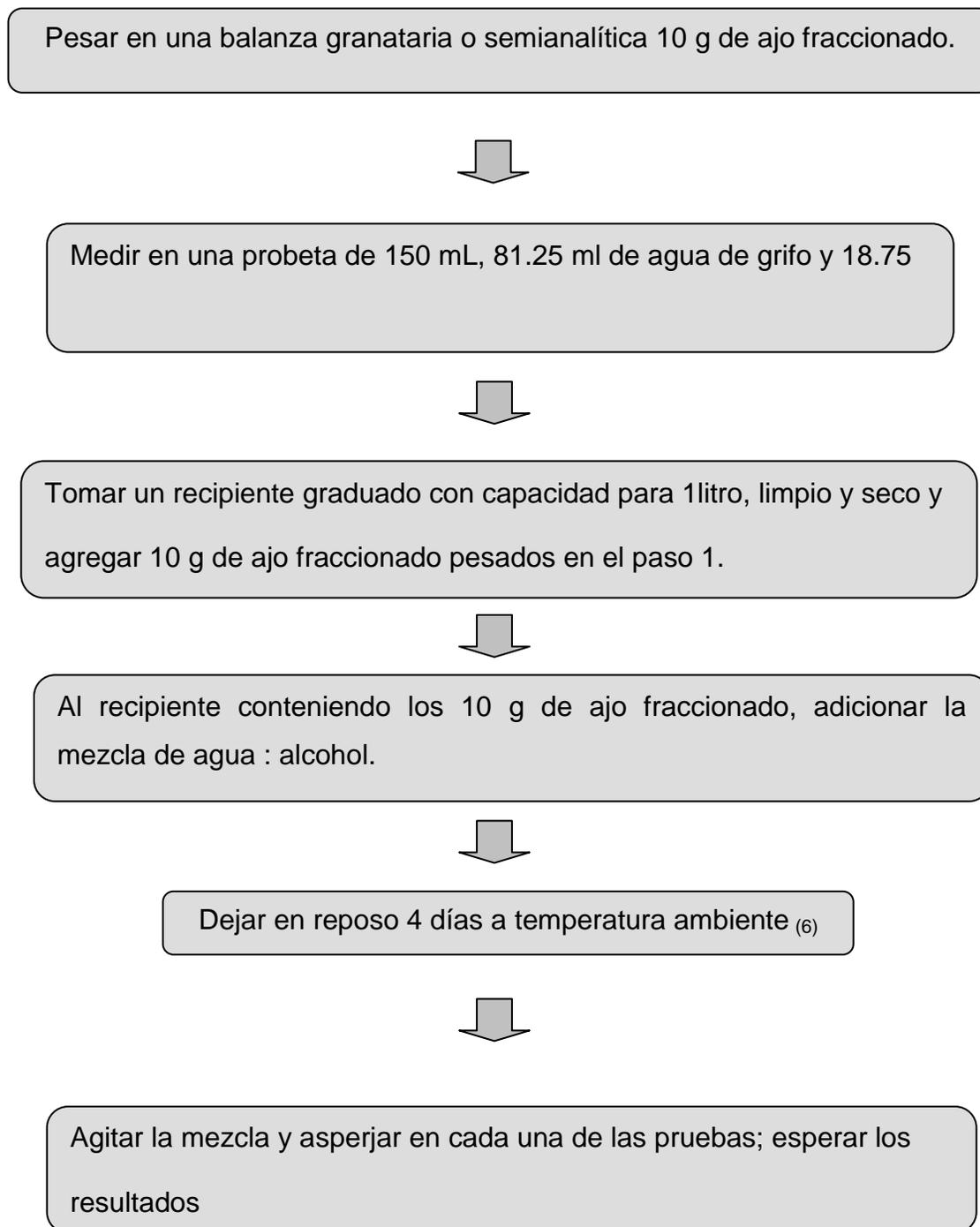
El ajo esta formado por una serie de bulbillos conocidos como dientes estos están formados por las hojas mas externas que al secarse se convierten en túnicas las cuales serán eliminadas para su posterior fraccionamiento.

#### **4.3.3 Fraccionado**

Los bulbos de ajo se fraccionaron en 4 porciones de forma manual para disminuir su tamaño y facilitar la extracción de la alicina (Principio activo del ajo) compuesto azufrado que le da el olor característico y sus propiedades terapéuticas <sup>(6)</sup>.



4.3.4 **Figura N° 2** Obtención del extracto acuoso de *Allium sativum* (ajo)



#### 4.3.5 Figura N° 3 Obtención del extracto hidroalcoholico de *Allium sativum*

(ajo)

De esta manera se elaboraron 6 extractos utilizando el método de maceración la cual es una técnica para extraer principios activos que se alterarían con el calor, se dejó el ajo fraccionado en agua y solución hidroalcohólica a temperatura ambiente durante 4 días, luego se agitó la mezcla y finalmente se asperjó en los diferentes sistemas que tenían los granos de frijol y los **Zabrotes subfasciatus** (Gorgojo común) para la realización de las pruebas de protección al grano, repelencia y aplicación directa.

#### **Elaboración de los tratamientos:**

- T1. Extracto por maceración acuosa a una concentración de 5% p/v: se dejó en reposo el ajo fraccionado en agua durante 4 días <sup>(6)</sup>.
- T2. Extracto por maceración acuosa a una concentración de 10% p/v: se dejó en reposo el ajo fraccionado en agua durante 4 días <sup>(6)</sup>.
- T3. Extracto por maceración acuosa a una concentración de 15% p/v: se dejó en reposo el ajo fraccionado en agua durante 4 días <sup>(6)</sup>.
- T4. Extracto por maceración hidroalcohólica a una concentración 5% p/v:  
se dejó en reposo el ajo fraccionado en alcohol de 90° y agua por 4 días <sup>(6)</sup>.
- T5. Extracto por maceración hidroalcohólica a una concentración 10% p/v:  
se dejó en reposo el ajo fraccionado en alcohol de 90° y agua por 4 días <sup>(6)</sup>.

T6. Extracto por maceración hidroalcohólica a una concentración 10% p/v:

se dejó en reposo el ajo fraccionado en alcohol de 90° y agua por 4 días <sup>(6)</sup>.

T7. Blanco (agua) testigo absoluto.

#### **4.3.6 Evaluación de extractos botánicos:**

##### **4.3.6.1. Prueba de protección al grano de frijol <sup>(2)</sup>**

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 sano, se colocaron en bolsas plásticas rotuladas, para luego aplicar el tratamiento respectivo a evaluar mediante aspersión homogénea sobre los granos.

Luego se secaron los granos al ambiente extendidos sobre papel filtro, hasta obtener granos secos.

Se pesaron los granos en balanza analítica, luego fueron colocados en recipientes de plástico, para luego proceder con la infestación de los granos colocando 10 gorgojos de frijol en cada recipiente. Las observaciones se realizaron a los 10 días, retirando adultos de los granos, se tomó una muestra de 100 granos al

azar para determinar: el número de granos sanos, número de granos dañados y número de agujeros de salida por huevo adherido al grano.

Se hicieron las mismas observaciones a 1,2, y 3 meses.

Parámetros a evaluar:

### **Porcentaje de pérdida de peso del grano.**

Esta variable se utiliza con el fin de conocer el grado de Protección que brindan los extractos botánicos alcohólicos e hidroalcohólicos al *Phaseolus vulgaris L.* (Grano de frijol) almacenado, se tomo el peso inicial de los granos de frijol, posteriormente determino 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.

### **Número total de gorgojos.**

Con esta variable controlamos si existió incremento en la población de gorgojos después de aplicar los extractos.

Esta prueba se realizo con los siete tratamientos incluyendo el blanco.

#### 4.3.6.2 Prueba de aplicación directa

Esta prueba consistió en colocar 100 granos de frijol y 10 **Zabrotes subfasciatus** (Gorgojo común), procurando en lo posible mantener igual número de machos y hembras (El macho es de color gris uniforme, de un tamaño mas pequeño que la hembra y ésta es de color café pardo y se caracteriza por tener cuatro puntos de color crema en los élitros (anexo N° 1)), en depósitos plásticos que hicieron la función de cajas petri y a las cuales se les colocó papel filtro en la base, luego fueron aplicados por aspersion los 7 tratamientos y posteriormente se cerraron utilizando papel film, se observaron a 1, 6, 12, 24 y 48 horas después de la aplicación.

##### **Parámetros a evaluar:**

##### **Número de gorgojos vivos.**

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

#### 4.3.6.3. Prueba de repelencia <sup>(1)</sup>

En esta prueba se rociaron por aspersion los granos con los diferentes tratamientos, homogenizándolos en bolsas plásticas y

posteriormente se secaron al ambiente; luego se procedió a colocar en los diferentes compartimentos del aparato los granos ya tratados.

Se colocaron en el centro del aparato 50 *Zabrotes subfasciatus* (Gorgojo común) y en los otros compartimentos 50 granos de frijol, se taparon con papel film y se sellaron. Se almacenaron por 24 y 48 horas y se realizaron las observaciones pertinentes.

Parámetros a evaluar:

Número de *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común) en cada compartimiento.

Se evaluó de acuerdo al número de gorgojos que migraron a los compartimientos que contenían los diferentes tratamientos.

En la prueba se utilizaron 2 aparatos uno para cada tipo de extracto:

- a) Extracto por maceración acuosa de *Allium sativum* (Ajo) a una concentración 5% p/v, 10% p/v, 15%p/v tratamientos T1, T2, T3 y el blanco T7.
- b) Extracto por maceración hidroalcoholica de *Allium sativum* (Ajo) a una concentración 5% p/v, 10% p/v, 15%p/v, tratamientos T4, T5, T6 y el blanco T7.

## V RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

## V RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Los resultados fueron examinados estadísticamente por el método de análisis 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 fórmula  $y = \sqrt{(x + 0.5)}$  (donde "x" representa el valor a corregir)

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 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.

### **5.1 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.

#### **5.1.1 Variable severidad**

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 estadísticos 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 los tratamientos con más daños fueron el T<sub>4</sub> Y T<sub>6</sub>.

**CUADRO Nº 4** Número de agujeros de salida por cada cien granos de frijol en el segundo mes.

Tx	REPETICION I	REPETICION II	REPETICION III	REPETICION IV	REPETICION V
1	0.7000	1.8700	1.5800	1.5800	0.7000
2	0.7000	0.7000	1.5800	0.7000	1.2200
3	0.7000	0.7000	0.7000	1.2200	1.5800
4	6.3600	8.9700	9.4000	9.2400	9.4600
5	5.8700	5.9500	4.9400	6.3600	6.1200
6	10.2200	8.0300	7.9000	8.2100	7.9600
7	7.1000	7.5800	6.0400	6.7400	6.5900

VARIABLE = Cantidad de agujeros promedio en cien granos de frijol en 2 meses.

**CUADRO Nº 5** Resultados promedio de la prueba de severidad en el segundo mes.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	MEDIA
1	5	1.2860
2	5	0.9800
3	5	0.9800
4	5	8.6860
5	5	5.8480
6	5	8.4640
7	5	6.8100

**CUADRO Nº 6** Resultados de análisis de varianza en variable severidad

para el segundo mes en la prueba de protección al grano.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	375.7734	62.6289	110.8745	0.0000
ERROR	28	15.8161	0.5648		
TOTAL	34	391.5896			
CV= 15.9164 %					

**CUADRO Nº 7** Número de agujeros de salida por cada cien granos de frijol

en el tercer mes.

Tx	REPETICION I	REPETICION II	REPETICION III	REPETICION IV	REPETICION V
1	1.2200	2.5400	2.9100	2.1200	1.2200
2	0.7000	1.2200	1.8700	1.5800	1.2200
3	1.5800	1.2200	1.5800	1.2200	1.8700
4	9.3000	16.8000	10.9700	11.2000	14.1500
5	12.4200	8.1500	5.5200	8.8600	7.4400
6	12.4200	10.5100	11.3300	12.6200	16.2000
7	8.7400	8.5100	6.5100	7.4400	8.9100

VARIABLE = Severidad en tercer mes

**CUADRO Nº 8** Resultados promedio de la variable severidad en el tercer

mes.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	MEDIA
1	5	2.0020
2	5	1.3180
3	5	1.4940
4	5	12.4839
5	5	8.4780
6	5	12.6160
7	5	8.0220

En este cuadro puede observarse valores altos de severidad tanto en el T<sub>6</sub> (15%ajo) como en el T<sub>4</sub> (5%ajo), éstos datos sobrepasan estadísticamente al blanco (T<sub>7</sub>).

**CUADRO N° 9** Resultados de análisis de varianza en variable severidad para el tercer mes en la prueba de protección al grano.

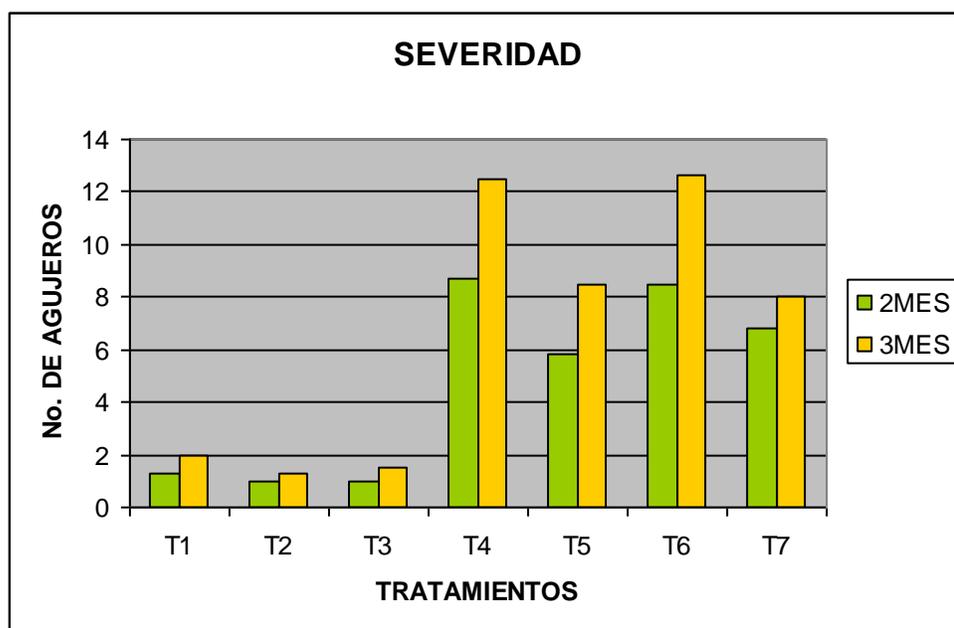
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	757.3430	126.2238	40.3117	0.0000
ERROR	28	87.6735	3.1311		
TOTAL	34	845.0166			
CV= 26.6873 %					

Los coeficientes de variación obtenidos en los análisis de varianza para los cuadros 3 y 6 nos indican que existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

**CUADRO N° 10** Comparación de medias de datos de severidad en la prueba de protección al grano de frijol a un nivel de significancia = 0.05

TRATAMIENTO	MEDIA SEGUNDO MES	MEDIA TERCER MES
1	1.2860 A	2.0020 A
2	0.9800 A	1.3180 A
3	0.9800 A	1.4900 A
4	8.6860 C	12.4839 C
5	5.8480 B	8.4780 B
6	8.4640 C	12.6160 C
7	6.8100 B	8.0220 B

Se puede observar que todos los tratamientos son estadísticamente diferentes al blanco. (T<sub>7</sub>). Los tratamientos T<sub>5</sub> (10%ajo) y T<sub>6</sub> (15%ajo) poseen un comportamiento similar entre ellos.



**FIGURA Nº 4** Datos de severidad en dos meses de observación en la prueba de protección al grano de frijol utilizando siete tratamientos diferentes, resultados obtenidos del análisis estadístico.

En esta grafica se puede observar que los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> correspondientes al extracto acuoso presentan un comportamiento similar entre ellos y comparados con el T<sub>7</sub> (blanco) su diferencia es marcada ya que

la tendencia de este se asemeja mas con los tratamientos T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub> que corresponden al extracto hidroalcoholico, siendo el extracto acuoso el que posee mayor efecto de protección al grano en la variable severidad ya que hay un menor numero de agujeros de salida.

### **5.1.2 VARIABLE DIFERENCIA DE PESOS**

Se evaluó la diferencia de peso producida por la infestación de los gorgojos. 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 la humedad y temperatura, así como errores humanos.

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%. Y posteriormente se les realizó el análisis estadístico de varianza y DMS.

En el primer mes de evaluación no se observó diferencia de pesos debido a que los gorgojos no habían emergido. Los tratamientos con mayor número de crecimiento de gorgojos fueron el blanco, seguido del T<sub>5</sub> y T<sub>4</sub>.

**CUADRO N° 11** Resultados de la variable perdida de peso en el segundo mes de observación en la prueba de protección al grano de frijol.

Tx	REPETICION I	REPETICION II	REPETICION III	REPETICION IV	REPETICION V
1	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000
2	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000
3	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000
4	0.7000	0.7000	0.7000	1.4100	0.7000
5	2.8200	2.8200	2.8200	3.0000	2.8200
6	2.8600	1.4100	1.9200	3.7400	1.4100
7	1.9200	1.4100	1.4100	1.0000	2.0000

VARIABLE = Diferencia de pesos en segundo mes.

**CUADRO N° 12** Resultados promedio de la variable perdida de peso en el segundo mes.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	MEDIA
1	5	0.7000
2	5	0.7000
3	5	0.7000
4	5	0.8420
5	5	2.8560
6	5	2.2680
7	5	1.5480

En este cuadro pueden observarse valores altos de pérdida de peso en los tratamientos T<sub>5</sub> (10%ajo) Y T<sub>6</sub> (15%ajo). Estos datos sobrepasan estadísticamente al Blanco T<sub>7</sub>.

## ANALISIS DE VARIANZA

**CUADRO Nº 13** Resultados de análisis de varianza en variable perdida de peso para el segundo mes en la prueba de protección al grano de frijol.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	23.3584	3.8930	20.8786	0.0000
ERROR	28	5.2209	0.1864		
TOTAL	34	28.5793			
CV = 31.4405%					

Se puede observar que el Coeficiente de variación es superior al 30% por lo que no existe representatividad en los datos debido a que existe una diferencia muy marcada en la variable Diferencia de pesos entre los tratamientos.

**CUADRO Nº 14** Resultados de la variable perdida de peso en el tercer mes de observación en la prueba de protección al grano de frijol.

Tx	REPETICION I	REPETICION II	REPETICION III	REPETICION IV	REPETICION V
1	0.7000	0.7000	0.7700	0.7000	0.7000
2	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000
3	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000
4	0.7000	2.8200	2.8200	1.4100	1.5800
5	2.8200	2.8200	2.8200	3.0000	2.8200
6	5.5200	4.7900	4.9400	4.1200	4.1200
7	3.9300	2.8200	2.8200	2.6400	2.8200

VARIABLE= Diferencia de pesos en tercer mes.

**CUADRO N° 15** Resultados promedio de la variable pérdida de peso en el tercer mes.

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA
1	5	0.7140
2	5	0.7000
3	5	0.7000
4	5	1.8660
5	5	2.8560
6	5	4.6979
7	5	3.0060

En este cuadro puede observarse valores altos de la variable pérdida de peso en los tratamientos T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub> y el Blanco T<sub>7</sub>. Sobresaliendo el valor T<sub>6</sub> (15% ajo).

**CUADRO N° 16** Resultados de análisis de varianza en variable perdida de peso para el tercer mes en la prueba de protección al grano de frijol.

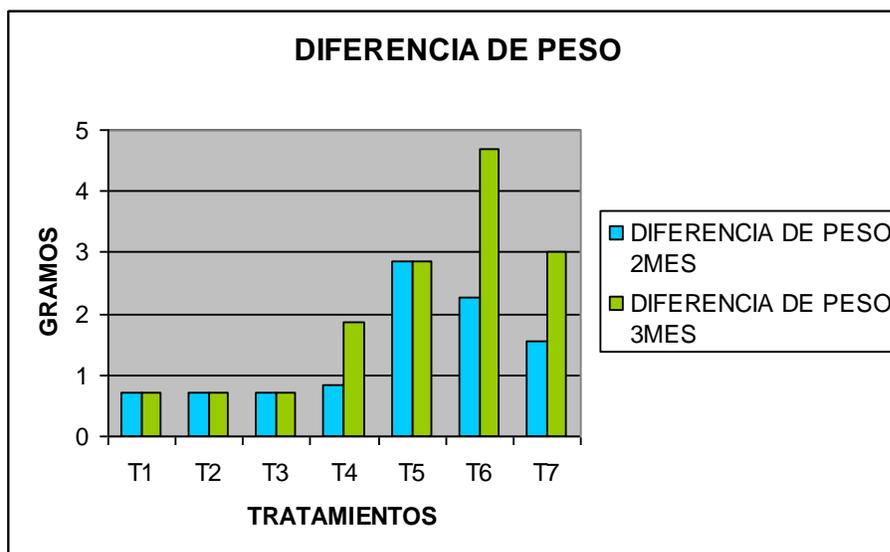
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	70.1703	11.6950	54.5611	0.0000
ERROR	28	6.0017	0.2143		
TOTAL	34	76.1720			
CV= 22.2891%					

El análisis de Varianza para los cuadros 15 y 16 nos muestran que existe diferencia mínima significativa en los datos obtenidos.

**CUADRO Nº 17** Comparación de medias de datos de pérdida de peso en la prueba de protección al grano de frijol a un nivel de significancia = 0.05

TRATAMIENTO	MEDIA SEGUNDO MES	MEDIA TERCER MES
1	0.7000 A	0.7140 A
2	0.7000 A	0.7000 A
3	0.7000 A	0.7000 A
4	0.8420 A	1.8660 A
5	2.8560 C	2.8560 AB
6	2.2680 C	4.6979 BC
7	1.5480 B	3.0060 B

Se puede observar que al final de la evaluación los tratamientos T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub> y T<sub>7</sub> (Blanco) son estadísticamente similares. Por lo que éstos tratamientos no ejercer ninguna protección en esta variable. Los otros tratamientos poseen un comportamiento similar entre ellos y se puede destacar la poca variación de las medias de los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>.



**FIGURA Nº 5** Datos de pérdida de peso en 2 meses de observación en los diferentes tratamientos evaluados en la prueba de protección al grano de frijol, utilizando los datos obtenidos en el análisis estadístico.

En esta grafica se puede observar que los tratamientos  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$  correspondientes al extracto acuoso poseen el mismo comportamiento entre ellos, comparado con el  $T_7$  (blanco) en el cual la diferencia es bien marcada ya que el  $T_7$  posee una tendencia similar a la de los tratamientos  $T_4$ ,  $T_5$  y  $T_6$  que corresponden al extracto hidroalcoholico, esto nos indica que hay un incremento mínimo en la población y una mínima cantidad de perforaciones en los granos tratados con extracto acuoso por lo que la diferencia de peso es mínima y el grado de protección es grande.

### 5.1.3 VARIABLE NÚMERO DE GORGOJOS VIVOS.

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

En el segundo mes de observación se pudo verificar el aumento de población en especial en los tratamientos T<sub>7</sub> (blanco), T<sub>5</sub> (10%ajo) seguido del T<sub>4</sub> (5%ajo).

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%. Y posteriormente se les realizó el análisis estadístico de varianza y DMS.

**CUADRO Nº 18** Resultados del número de gorgojos en el segundo mes de observación en la prueba de protección al grano de frijol.

Tx	REPETICION I	REPETICION II	REPETICION III	REPETICION IV	REPETICION V
1	2.1200	0.7000	1.8700	1.5800	1.2200
2	1.5800	1.8700	6.3600	1.5800	1.8700
3	1.8700	0.7000	0.7000	0.7000	1.5800
4	13.2000	7.9000	7.5800	9.7700	6.9600
5	9.1300	11.2400	10.7000	9.5100	9.1300
6	3.9300	9.9700	5.3300	5.8700	3.8000
7	13.2400	13.6900	10.5100	10.7400	10.7400

VARIABLE = Número de gorgojos dos meses después.

**CUADRO Nº 19** Resultados promedio de la variable número de gorgojos en el segundo mes.

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA
1	5	1.4980
2	5	2.6520
3	5	1.1100
4	5	9.0820
5	5	9.9420
6	5	5.7800
7	5	11.7839

En este cuadro se puede verificar el aumento de población en especial en los tratamientos T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub> y T<sub>7</sub>.

**CUADRO Nº 20** Resultados de análisis de varianza en variable número de gorgojos para el segundo mes en la prueba de protección al grano de frijol.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	569.635132	94.939186	31.7080	0.0000
ERROR	28	83.836670	2.994167		
TOTAL	34	653.47182			
CV= 28.9442%					

**CUADRO Nº 21** Resultados del número de gorgojos en el tercer mes de observación en la prueba de protección al grano de frijol.

Tx	REPETICION I	REPETICION II	REPETICION III	REPETICION IV	REPETICION V
1	2.7300	1.8700	2.3400	2.1200	2.3400
2	2.5400	2.5400	11.4200	2.3400	2.7300
3	3.9300	1.2200	1.2200	1.8700	2.3400
4	14.7400	10.9700	11.8500	10.9700	10.8800
5	12.5800	16.6200	13.0500	12.9400	12.3400
6	6.3600	15.8200	9.2400	8.5100	7.5800
7	15.2400	15.1100	14.0100	14.1500	15.1800

VARIABLE = Nº de Gorgojos tres meses después.

**CUADRO Nº 22** Resultados promedio de la variable número de gorgojos en el tercer mes.

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA
1	5	2.2800
2	5	4.3140
3	5	2.1160
4	5	11.8820
5	5	13.5060
6	5	9.5020
7	5	14.7380

En los cuadros 19 y 16 se observa la poca variación entre las medias de los tratamientos  $T_1$  (5% ajo),  $T_2$  (10%ajo) y  $T_3$  (15%ajo). Lo que confirma estadísticamente la tendencia a proteger los granos de parte de los extractos acuosos.

**CUADRO Nº 23** Resultados de análisis de varianza en variable número de gorgojos para el tercer mes en la prueba de protección al grano de frijol.

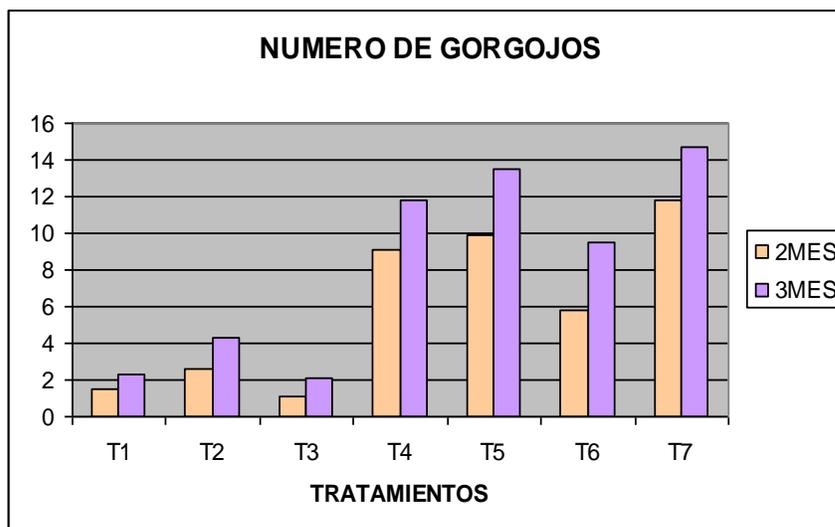
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	865.9406	144.3234	27.3263	0.0000
ERROR	28	147.8818	5.2814		
TOTAL	34	1013.8225			
CV= 27.5756%					

El análisis de varianza para los cuadros 22 y 23 nos muestran que existe diferencia significativa en los datos obtenidos.

**CUADRO N° 24** Comparación de medias de datos de número de gorgojos  
 en la prueba de protección al grano de frijol a un nivel de  
 significancia = 0.05

TRATAMIENTO	MEDIA SEGUNDO MES	MEDIA TERCER MES
1	1.4980 A	2.2800 A
2	2.6520 A	4.3140 A
3	1.1100 A	2.1160 A
4	9.0820 C	11.8820 AB
5	9.9420 C	13.5060 C
6	5.7800 AB	9.5020 AB
7	11.7839 B	14.7380 B

Se puede observar que en el tercer mes de la evaluación, todos los tratamientos presentaron estadísticamente un comportamiento similar al Blanco, por lo que al tercer mes no ejercen los tratamientos una mayor protección en esta variable.



**FIGURA Nº 6** Datos de cantidad de gorgojos en 2 meses de observación en los diferentes tratamientos evaluados en la prueba de protección al grano de frijol, utilizando los datos obtenidos en el análisis estadístico.

Con los resultados obtenidos se observa que los tratamientos que presentan mejor efecto de protección al grano de frijol son los extractos acuosos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> ya que estos inhibieron la población de gorgojos ya que su tendencia en el gráfico comparada con la de T<sub>7</sub> (blanco) presenta una marcada diferencia. Caso contrario se da en los T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub> que presentan un comportamiento similar a T<sub>7</sub> (blanco) lo que nos permite observar que el extracto acuoso es el que brinda una mayor protección al grano ya que en los tratamientos que representan a este extracto se presentó un menor número de gorgojos.

## 5.2 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 coeficiente de variación es inferior a 30%

Para esta prueba se realizaron 2 lecturas una a las 24 horas y otra a las 48, obteniendo los siguientes resultados.

### CUADRO Nº 25 Resultados en prueba de repelencia, cantidad de

gorgojos por compartimiento a 24 horas de observación

con 6 extractos diferentes y el blanco.

Tx	REPETICION I	REPETICION II	REPETICION III	REPETICION IV	REPETICION V
1	8.0000	7.0000	8.0000	8.0000	7.0000
2	9.0000	11.0000	10.0000	9.0000	11.0000
3	12.0000	14.0000	12.0000	13.0000	10.0000
4	19.0000	19.0000	21.0000	20.0000	21.0000
5	12.0000	15.0000	16.0000	13.0000	15.0000
6	9.0000	8.0000	9.0000	9.0000	9.0000
7	16.0000	13.0000	12.0000	15.0000	15.0000

VARIABLE = Nº de gorgojos muertos después de 24 horas.

**CUADRO Nº 26** Resultado promedio de la en la prueba de repelencia a 24 horas de observación

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA 24 HORAS
1	5	7.6000
2	5	10.0000
3	5	12.2000
4	5	20.0000
5	5	14.2000
6	5	8.8000
7	5	14.2000

El tratamiento T<sub>4</sub> (5% ajo) presenta mayor cantidad de gorgojos, y el tratamiento T<sub>1</sub> (5%ajo) junto con el tratamiento T<sub>6</sub> (15%ajo) presentan la menor cantidad de gorgojos.

**CUADRO Nº 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 6 extractos diferentes y el blanco.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	530.1718	88.3619	61.2419	0.0000
ERROR	28	40.3994	1.4428		
TOTAL	34	570.5712			
CV= 9.6647 %					

**CUADRO Nº 28** Resultados en prueba de repelencia, cantidad de gorgojos por compartimiento a 48 horas de observación con 6 extractos diferentes y el blanco.

Tx	REPETICION I	REPETICION II	REPETICION III	REPETICION IV	REPETICION V
1	7.0000	9.0000	8.0000	8.0000	7.0000
2	12.0000	10.0000	10.0000	9.0000	11.0000
3	11.0000	12.0000	10.0000	12.0000	12.0000
4	18.0000	20.0000	18.0000	18.0000	18.0000
5	9.0000	13.0000	17.0000	15.0000	17.0000
6	12.0000	8.0000	10.0000	8.0000	8.0000
7	16.0000	14.0000	14.0000	16.0000	16.0000

VARIABLE = N° de gorgojos vivos 48 horas después.

**CUADRO Nº 29** Resultado promedio de la en la prueba de repelencia a 48 horas de observación.

TRATAMIENTO	REPETICIONES	MEDIA 48 HORAS
1	5	7.8000
2	5	10.4000
3	5	11.4000
4	5	18.4000
5	5	14.2000
6	5	9.2000
7	5	15.2000

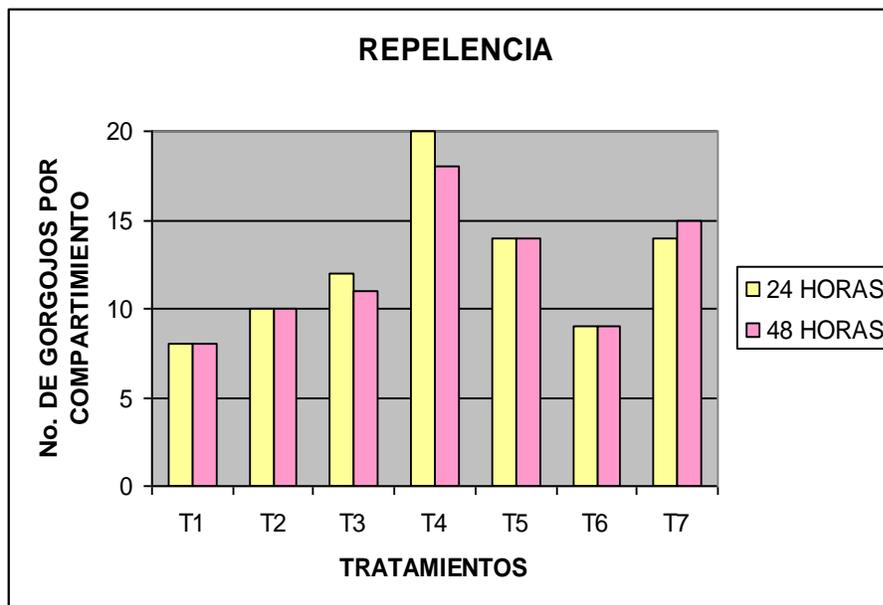
El tratamiento T<sub>4</sub> es el que presenta la mayor cantidad de gorgojos.

**CUADRO Nº 30** Resultados de análisis de varianza de la variable cantidad de gorgojos por compartimiento (tratamiento) en la prueba de repelencia a 48 horas de observación con 6 extractos diferentes y el blanco.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	417.3720	69.5620	25.3614	0.0000
ERROR	28	76.7993	2.7428		
TOTAL	34	494.1713			
CV= 13.3869 %					

**CUADRO Nº 31** Comparación de medias de datos de número de gorgojos por compartimiento en la prueba de repelencia a 24 y 48 horas a un nivel de significancia = 0.05

TRATAMIENTO	MEDIA 24 HORAS	MEDIA 48 HORAS
1	7.6000 A	7.8000 A
2	10.0000 B	10.4000 A
3	12.2000 AB	11.4000 AB
4	20.0000 C	18.4000 C
5	14.2000 B	14.2000 AB
6	8.8000 A	9.2000 A
7	14.2000 B	15.2000 B



**FIGURA Nº 7** Cantidad de gorgojos por compartimiento (tratamiento) en la prueba de repelencia a 24 y 28 horas de observación con 6 extractos diferentes y el blanco.

Los tratamientos que presentan acción repelente contra el gorgojo del frijol son los extractos acuosos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> ya que comparados con en T<sub>7</sub> (blanco) estos presentan una tendencia distinta a el y a los tratamientos T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub> que corresponden al extracto hidroalcoholico, pero de los tres tratamientos acuosos el T<sub>1</sub> (5% ajo p/v) es el mas eficaz ya que fue el que presento una menor migración de gorgojos por lo que es el que posee mejor efecto repelente.

### 5.3 PRUEBA DE APLICACIÓN DIRECTA

En esta prueba se evaluó la cantidad de gorgojos vivos a diferentes horas después de aplicar los distintos tratamientos. Para la dosis de aplicación en 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 cada una de las cajas de plástico, papel filtro (absorbente) para evitar este problema y se rociaron con atomizador para no agregar un exceso.

Con el análisis de varianza se verifico que estadísticamente los resultados a 1, 6 y 12 horas no presentaban diferencias significativas (cuadros N° 37, 38 y 39).

A las 24 horas y 48 horas de evaluación se registra ya diferencia significativa en donde se observa una disminución en la cantidad de gorgojos en los tratamientos T<sub>4</sub> (5%ajo), T<sub>5</sub> (10%ajo), y T<sub>6</sub>(15%ajo), sobresaliendo el tratamiento T<sub>5</sub>(10%ajo) ya que ha eliminado hasta un 50% de la población original.

**CUADRO Nº 32** Resultados en prueba de aplicación directa a una hora de aplicación con 6 extractos diferentes y el blanco.

Tx	REPETICION I	REPETICION II	REPETICION III	REPETICION IV	REPETICION V
1	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000
2	10.0000	9.0000	10.0000	10.0000	9.0000
3	10.0000	9.0000	10.0000	9.0000	10.0000
4	10.0000	10.0000	9.0000	10.0000	10.0000
5	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000
6	10.0000	8.0000	10.0000	10.0000	10.0000
7	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000

VARIABLE = Gorgojos vivos después de 1 hora después.

**CUADRO Nº 33** Resultados en prueba de aplicación directa a seis horas de aplicación con 6 extractos diferentes y el blanco.

Tx	REPETICION I	REPETICION II	REPETICION III	REPETICION IV	REPETICION V
1	10.0000	10.0000	9.0000	10.0000	9.0000
2	10.0000	9.0000	10.0000	9.0000	10.0000
3	10.0000	9.0000	10.0000	10.0000	9.0000
4	10.0000	9.0000	10.0000	9.0000	10.0000
5	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	8.0000
6	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000
7	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000

VARIABLE = Gorgojos vivos después de 6 horas después.

**CUADRO Nº 34** Resultados en prueba de aplicación directa a doce horas de aplicación con 6 extractos diferentes y el blanco.

Tx	REPETICION I	REPETICION II	REPETICION III	REPETICION IV	REPETICION V
1	10.0000	10.0000	8.0000	10.0000	9.0000
2	10.0000	9.0000	9.0000	9.0000	9.0000
3	9.0000	9.0000	10.0000	9.0000	9.0000
4	10.0000	10.0000	9.0000	9.0000	10.0000
5	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000
6	10.0000	8.0000	10.0000	10.0000	10.0000
7	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000

VARIABLE= Gorgojos vivos después de 12 horas después.

**CUADRO Nº 35** Resultados en prueba de aplicación directa a 24 horas de aplicación con 6 extractos diferentes y el blanco.

Tx	REPETICION I	REPETICION II	REPETICION III	REPETICION IV	REPETICION V
1	10.0000	10.0000	8.0000	10.0000	9.0000
2	10.0000	9.0000	9.0000	9.0000	9.0000
3	10.0000	9.0000	10.0000	9.0000	9.0000
4	8.0000	5.0000	8.0000	8.0000	8.0000
5	7.0000	6.0000	6.0000	7.0000	6.0000
6	10.0000	6.0000	5.0000	6.0000	6.0000
7	7.0000	8.0000	5.0000	8.0000	6.0000

VARIABLE= Gorgojos vivos después de 24 horas después.

**CUADRO Nº 36** Resultados en prueba de aplicación directa a 48 horas de aplicación con 6 extractos diferentes y el blanco.

Tx	REPETICION I	REPETICION II	REPETICION III	REPETICION IV	REPETICION V
1	9.0000	9.0000	7.0000	9.0000	9.0000
2	8.0000	9.0000	9.0000	8.0000	9.0000
3	9.0000	8.0000	8.0000	8.0000	9.0000
4	2.0000	4.0000	1.0000	3.0000	3.0000
5	3.0000	1.0000	1.0000	3.0000	2.0000
6	5.0000	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000
7	4.0000	4.0000	0.0000	4.0000	3.0000

VARIABLE= Gorgojos vivos después de 48 horas después.

**CUADRO Nº 37** Análisis de varianza de la variable cantidad de gorgojos vivos en la prueba de aplicación directa, observación hecha después de una hora de aplicación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	1.1999	0.1999	0.8749	0.527
ERROR	28	6.4001	0.2285		
TOTAL	34	7.6000			
CV= 4.8785 %					

**CUADRO Nº 38** Análisis de varianza de la variable cantidad de gorgojos vivos en la prueba de aplicación directa, observación hecha después de 6 horas de aplicación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	1.1428	0.1904	0.6666	0.679
ERROR	28	8.0000	0.2857		
TOTAL	34	9.1428			
CV= 5.5024 %					

**CUADRO Nº 39** Análisis de varianza de la variable cantidad de gorgojos

vivos en la prueba de aplicación directa, observación hecha después de 12 horas de aplicación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	3.3715	0.5619	1.7102	0.155
ERROR	28	9.1999	0.3285		
TOTAL	34	12.5715			
CV= 5.9888 %					

**CUADRO Nº 40** Análisis de varianza de la variable cantidad de gorgojos

vivos en la prueba de aplicación directa, observación hecha después de 24 horas de aplicación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	57.9431	9.6571	7.5956	0.000
ERROR	28	35.5998	1.2714		
TOTAL	34	93.5429			
CV= 14.2989 %					

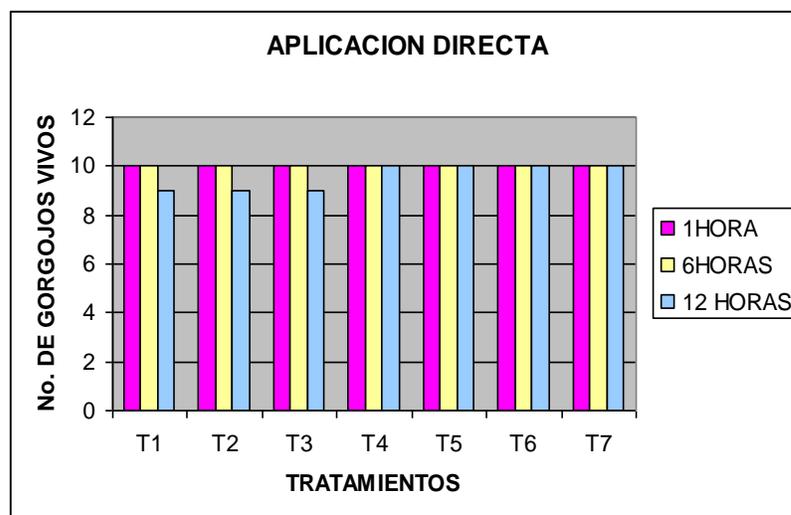
**CUADRO Nº 41** Análisis de varianza de la variable cantidad de gorgojos

vivos en la prueba de aplicación directa, observación hecha después de 48 horas de aplicación.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	6	309.5429	51.5904	42.4864	0.000
ERROR	28	33.9998	1.2142		
TOTAL	34	343.5428			
CV= 21.5464 %					

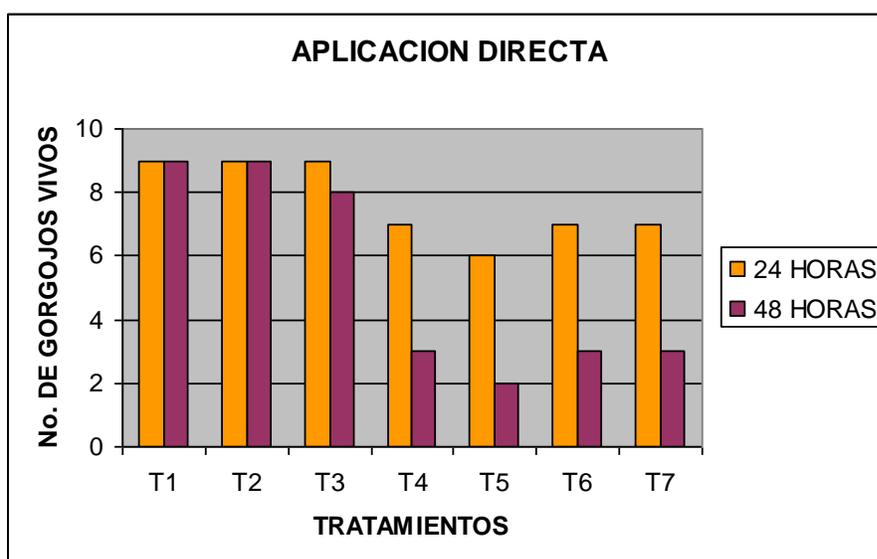
**CUADRO Nº 42** Comparación de medias de datos de la prueba de aplicación directa al grano de fríjol a 24 y 48 horas de observación utilizando 6 extractos diferentes y el blanco.

TRATAMIENTO	MEDIA 24 HORAS	MEDIA 48 HORAS
1	10.0000 A	9.0000 A
2	10.0000 A	9.0000 A
3	8.0000 AB	7.0000 AB
4	7.0000 B	3.0000 B
5	6.0000 B	2.0000 B
6	7.0000 B	3.0000 B
7	7.0000 B	3.0000 B



**FIGURA Nº 8** Cantidad de gorgojos a 1, 6 y 12 horas de observación en la prueba de aplicación directa al grano de fríjol utilizando 6 extractos diferentes y el blanco.

Ningún tratamiento presentó acción insecticida contra el gorgojo del frijol 12 horas después de la aplicación, ya que estadísticamente no hubo diferencia significativa entre los resultados de los extractos evaluados y el blanco



**FIGURA Nº 9** Cantidad de gorgojos a 24 y 48 horas de observación en la prueba de aplicación directa al grano de frijol utilizando 6 extractos diferentes y el blanco.

A las 48 horas después de la aplicación directa de los diferentes tratamientos se presenta una disminución en el número de gorgojos vivos en los tratamientos hidroalcohólicos.

El tratamiento T5 (10% ajo) es el que presenta mayor efecto insecticida, comparado con los demás tratamientos evaluados y el blanco es decir que este es el que presenta una mayor acción insecticida.

## VI CONCLUSIONES

## VI. CONCLUSIONES

1. Los tratamientos acuosos poseen mejor efecto de repelencia que los tratamientos hidroalcohólicos comparados estadísticamente con el blanco debido a que hubo menor migración de gorgojos en tratamientos acuosos y una mayor migración en los hidroalcohólicos. El T<sub>1</sub> (5% ajo) es el que presentó un mayor efecto repelente.
2. El tratamiento que ejerció mejor acción insecticida en los granos fue el tratamiento hidroalcohólico T5 (10% ajo) ya que de acuerdo a los resultados de la prueba de aplicación directa, este fue el mejor evaluado por presentar un mayor número de gorgojos muertos después de 24 y 48 horas de su aplicación.
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 los tratamientos acuosos T1 (5%ajo), T2 (10%ajo) Y T3 (15%ajo); ya que estos no permitieron el incremento en la población de gorgojos.

4. El tratamiento acuoso mejor evaluado fue el T<sub>3</sub> (15% ajo) en la prueba de protección al grano ya que fue el menos afectado por los gorgojos presentando un comportamiento similar en las tres variables (severidad, diferencia de peso y número de gorgojos) de esta prueba lo que nos facilitó la identificación del tratamiento que mejor acción estaba ejerciendo.
  
5. Los métodos utilizados y resultados obtenidos en la investigación fueron proporcionados al Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y forestal (CENTA) y a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, en espera de que con esta investigación se contribuya de manera ecológica al control del **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común) en los granos de frijol almacenado.

## VII RECOMENDACIONES

## VII RECOMENDACIONES

1. Utilizar el sistema de conteo de gorgojos (ANEXO N° 4, FIGURA N° 23) para la prueba de repelencia ya que facilita la obtención de resultados con relación al número de gorgojos que migraron a los diferentes depósitos del sistema.
2. Estandarizar el tipo de aspersor y el volumen agregado en cada aspersion para tomarlo en cuenta como una variable.
3. Evitar la aplicación excesiva de los extractos acuosos e hidroalcohólicos de forma excesiva en los granos almacenados ya que la humedad favorece el crecimiento de microorganismos ocasionando perdida de granos.
4. Analizar los extractos de *Allium sativum* (ajo) obtenidos por medio del método de maceración para conocer las sustancias activas verdaderamente presentes en la solución.
5. Evaluar el grado de toxicidad que presentan los granos tratados con los extractos a fin de saber si éstos pueden ser ingeridos directamente por la población.

6. Analizar si los extractos obtenidos poseen los mismos efectos insecticida, repelencia y protección al grano en un periodo de tiempo mayor al utilizado en esta investigación (4 días de maceración).
  
7. Realizar mas estudios con *Allium sativum* (ajo) con el fin de evaluar la actividad insecticida, repelente y protectora sobre otros insectos que afecten la producción agrícola.

## BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAFIA

1. Ayala, E. y otros, 2004. Evaluación de la acción insecticida, repelente y disuasiva de dos especies vegetales en el control de gorgojo de maíz (***Sitophilus zeamais***, **Motschulsky**) sobre los granos almacenados. Trabajo de graduación, Lic. Qca. Y Farm., El Salvador, San Salvador, Universidad de El Salvador.
2. Ayala, N. y otros, . 2006. Evaluación de la acción insecticida, repelente y protectora de los extractos de *Lantana cámara* (CINCO NEGRITOS) en el control del ***Zabrotes subfasciatus*** (GORGOJO DEL FRIJOL). Trabajo de graduación, Lic. Qca. Y Farm., El Salvador, San Salvador, Universidad de El Salvador.
3. Camacho, M., 2005 Licencia Ambiental para importación de producto a base de ajo- ají .Consultado 6 marzo 2006, disponible en línea en : <http://www.minambiente.gov.co>
4. Castañeda, W., 2000 El frijol y su importancia a nivel nacional e internacional.. Consultado 30 marzo, 2006. Disponible en línea en: [http:// www.monografias.com](http://www.monografias.com)
5. COLPROCAH (Colegio de profesionales en ciencias agrícolas. Honduras), 2004. Manejo De Los Plaguicidas Botánicos. Consultado 8 de Octubre 2007. Disponible en línea en: [http://www.colprocah.com/secciones/fertili\\_quimi/plaguicidas/PlagBotanicos.htm](http://www.colprocah.com/secciones/fertili_quimi/plaguicidas/PlagBotanicos.htm)

6. Ferrada, L y otros, Chile, Uso de extractos de ajo como repelentes de áfidos. Consultado 15 marzo 2006. Disponible en línea en <http://www.viarural.org>
7. Garden C, 2003 Extracto de ajo Bioestimulante y regenerador vegetativo. Consultado 15 marzo 2006, disponible en línea en : <http://www.organihum.com>
8. Lazo, M. y otros, V. 2004 Estudio de las propiedades antifúngicas de los extractos de hojas de cassia Grandis (carao) y bulbos de Allium Sativum (ajo) en microsporum canis tichophyton rubrum y Epidermophyton floccosum. Trabajo de graduación, Lic. Qca. Y Farm., El Salvador, San Salvador, Universidad de El Salvador.
9. Lindberg, D. 2005. Ajo (Allium Sativum L.) Medicine Plus EEUU Consultado 22 de marzo de 2006. Disponible en línea en <http://www.nlm.nih.gov>
10. NATURAMEDIC, Las plantas y sus virtudes, (en línea), Consultado 11 de Septiembre 2007. Disponible en: <http://www.naturamedic.com/ajo-doc.htm>.
11. Martinez, V. 1999. Botanical-on line. El mundo de las Plantas, (en línea). Consultado el 6 de Noviembre 2007. Disponible en: <http://www.botanical-online.com/medicinalsalliumsativum.htm>
12. OCEANO, 1996, Océano Uno color Diccionario Enciclopedia, OCEANO Grupo Editorial S.A de C.V, Barcelona España.

13. Pallais, N. 2006 Insectos Postcosecha. Nicaragua. GMT. Consultado el 22 de marzo 2006, Disponible en línea en <http://inta.gob.ni>
14. Pérez, C. y otros, 2002. Programa de Granos Básicos CENTA, El Salvador, Consultado 1 de marzo.2006. Disponible en: <http://www.agronegocios.gob.sv>
15. Ramos, A., 2004, Plantas medicinales, España. Equipo de Redacción IQB. Consultado el 30 de Abril 2006. Disponible en <http://www.iqb.es>
16. Trivelli, H., y otros, 1985, Insectos que dañan productos almacenados, Publicación de la Oficina Regional de la FAO para América Latina, Consultado 6 de Marzo de 2006, Disponible en <http://www.fao.com>
17. Valverde, A. 2003. El extraño mundo de los insectos. Nicaragua, Editorial Insectarium, Consultado el 30 de abril de 2006, Disponible en Línea <http://insectariumvirtual.com>
18. Wikipedia®, Insectos, (en línea), Consultado el 26 de Marzo de 2007. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%89litro>.
19. Zaldivar, M. 1980 Estudio Etnobotánico y Farmacognóstico de Quince Especies medicinales de la flora salvadoreña en la zona occidental. Trabajo de graduación, Lic. Química y Farmacia, El Salvador, San Salvador, Universidad de El Salvador.
20. <http://club.telepolis.com/mrpotato/PlantasW/DETALLE/084.htm>
21. <http://www.EPA.gov/espanol/>

## GLOSARIO

## GLOSARIO (13)

ASPERSION: Modalidad de riego mediante la cual el agua llega a la planta en forma de lluvia localizado

LOCTAO: Especie de frijol cuya sinonimia es frijol chino y su nombre científico es *Vigna radiata* (L)

ELITRO: Nombre que reciben las alas anteriores modificadas por endurecimiento (esclerotización), de ciertas ordenes de insectos como coleóptera y hemíptera, sirven como protección para las alas posteriores que están inmediatamente debajo y que sirven para ejecutar el vuelo.

APORQUE: Labor agroquímica que cubre con el surco de tierra el cuello de las plantas, eleva los camellones del surco y profundiza el riego.

CAMELLON: es un tipo de disposición de suelo que consiste básicamente en crear áreas de terreno cultivables más elevadas utilizando los suelos vecinos, los que estarán así, siempre con agua, pudiéndose cultivar la parte elevada, que estará siempre por encima del nivel del agua.

ESCARDA: Eliminación de malas hierbas para preparar un terreno para la siembra.

ESPATA: Bráctea que en solitario o bien en grupos muy reducidos rodea una inflorescencia o una flor.

UMBELA: Inflorescencia definida, cuyas flores están sostenidas por pedúnculos de la misma longitud, naciendo todas de un mismo punto del eje.

ANEXOS

ANEXO N°1



Figura N° 10. *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común) macho.



Figura N° 11. *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común) hembra.



Figura N° 12. Parte superior de las alas del *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común)

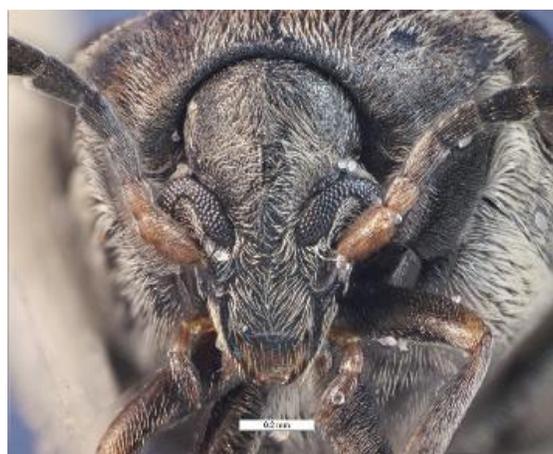


Figura N° 13. Parte frontal de la cabeza del *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común)



Figura N° 14. Parte superior de la cabeza del *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común)



Figura N° 15. Parte posterior de las piernas del *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común)



Figura N° 16. Parte lateral del *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común)



Figura N° 17. Parte ventral del *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común)

**ANEXO No. 2**



**Figura N° 18. Ajo rosado.**



**Figura No 19. Ajo blanco.**

ANEXO N° 3



Figura N° 20. Planta de *Allium sativum* (ajo)



**Figura Nº 21. Flores de *Allium sativum* (ajo)**

**ANEXO N° 4.**



**Figura N° 22. Sistema utilizado para la realización de la prueba de Protección al grano**



**Figura N° 23. Sistema utilizado para la realización de la prueba de Aplicación directa**



**Figura N° 24. Sistema de conteo para la realización de la prueba de Repelencia**

**ANEXO No. 5**



**Figura N° 25. Botella rociadora de 500 ml, calibrada a 100 ml para la preparación de los diferentes extractos.**

## ANEXO No. 6

ANEXO No. 6

San Salvador, 07 de Mayo de 2008

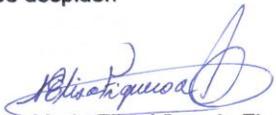
Dr. Reinaldo Landaverde  
Decano Facultad de Ciencias Agronómicas  
Universidad de El Salvador

Reciba un cordial saludo y a la vez le deseamos éxitos en su desempeño diario.

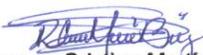
Sabemos que los estudiantes de la Facultad de Ciencias Agronómicas son capacitados en todo sentido, pues están a su disposición recursos que le permiten desarrollar todos los conocimientos teórico-prácticos que son indispensables para la mejor comprensión y manejo de todos los fenómenos científicos y técnicos involucrados en el campo agropecuario de El Salvador. Los docentes directores y estudiantes del trabajo de graduación de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador humildemente ponemos a su disposición nuestro trabajo realizado que consiste en : Evaluación de la acción repelente, insecticida y protectora de los extractos acuoso e hidroalcoholico de **Allium sativum** (ajo) contra el **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común) del frijol almacenado; para que por su medio pueda ser de utilidad en cualquier área que usted estime conveniente.

Esperando que con nuestra investigación hayamos contribuido de alguna manera al control del **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común) de una manera ecológica.

Se despiden

  
Lic. Maria Elisa Vivar de Figueroa  
Docente Director  
Facultad de Química y Farmacia

  
Ing. Galindo Eleazar Jiménez  
Docente Director  
Facultad de Ciencias Agronómicas

  
Br. Roxana Cristina Martínez

  
Br. Mónica Alejandra Rivera



San Salvador, 07 de Mayo de 2008

Ingeniero Abraham López Deleón  
 Director Ejecutivo  
 Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA)

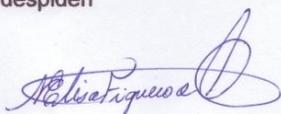
Reciba un cordial saludo y a la vez le deseamos éxitos en su desempeño diario.

Conociendo que la transferencia tecnológica consiste en la provisión de conocimientos a los agro productores sobre nuevas técnicas y métodos de producción agropecuaria y foresta a través de los cuales pueden incrementar su producción, competitividad y rentabilidad.

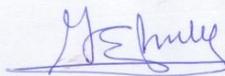
Los docentes directores y estudiantes del trabajo de graduación de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador humildemente ponemos a su disposición nuestro trabajo realizado que consiste en : Evaluación de la acción repelente, insecticida y protectora de los extractos acuoso e hidroalcoholico de *Allium sativum* (ajo) contra el *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común) del frijol almacenado; para que por su medio pueda ser de utilidad en cualquier área agropecuaria que usted estime conveniente.

Esperando que con nuestra investigación hayamos contribuido de alguna manera al control del *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común) de una manera ecológica.

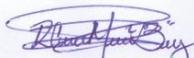
Se despiden



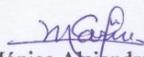
Lic. Maria Elisa Vivar de Figueroa  
 Docente Director  
 Facultad de Química y Farmacia



Ing. Galindo Eleazar Jiménez  
 Docente Director  
 Facultad de Ciencias Agronómicas



Br. Roxana Cristina Martínez Benítez



Br. Mónica Alejandra Rivera Mancía



Roxana  
 12 MAYO 2008

