

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



EVALUACIÓN DE TRES DILUCIONES DE UN EXTRACTO DE *Allium sativum*
(AJO) Y SU POSIBLE USO COMO INSECTICIDA NATURAL CONTRA EL
Zabrotes subfasciatus (GORGOJO COMÚN DEL FRIJOL) EN GRANO
ALMACENADO

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:
NELSON EDGARDO RAMOS ARCHILA
SERGIO FRANKSHESCOLY SANTACRUZ JIMÉNEZ

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIATURA EN QUÍMICA Y FARMACIA

JULIO DE 2012

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIA GENERAL

DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

DECANA

LICDA. ANABEL DE LOURDES AYALA DE SORIANO

SECRETARIO

LIC. FRANCISCO REMBERTO MIXCO LÓPEZ

COMITE DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

COORDINADORA GENERAL:

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo.

ASESORA DE ÁREA DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y QUÍMICA

AGRÍCOLA:

MAE. María Elisa Vivar de Figueroa

ASESORA DE ÁREA DE GESTIÓN AMBIENTAL:

MSc. Cecilia Haydeé Gallardo de Velásquez

DOCENTES DIRECTORES:

MSc. Ena Edith Herrera Salazar

Lic. Guillermo Antonio Castillo Ruíz

AGRADECIMIENTOS

Al que hace posible todas las cosas, DIOS.

A vuestros padres por brindarnos su apoyo y sacarnos adelante a pesar de las adversidades.

A nuestros asesores MSc. Ena Edith Herrera Salazar y Lic. Guillermo Antonio Castillo Hernández por su gran colaboración, apoyo y atención, además del tiempo brindado para la realización de nuestro trabajo de graduación.

A nuestras asesoras de área MAE. María Elisa Vivar de Figueroa, MSc. Cecilia Gallardo y a la coordinadora general de trabajos de graduación Licda. Odette Rauda Acevedo por toda la ayuda e interés que han puesto de manifiesto 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, especialmente a las docentes de Química Agrícola Aplicada por brindarnos sus enseñanzas y las bases académicas, para nuestro desarrollo como profesionales así como nuestro desarrollo personal.

A todos los compañeros y compañeras que de alguna u otra forma nos ayudaron y apoyaron en momentos complicados y difíciles de nuestra carrera.

Gracias a todos ustedes.

DEDICATORIA

Dedicado primeramente a Dios Jehová por darme vida y salud, y darme la oportunidad de salir adelante, además de apoyarme de una u otra manera dándome valor, perseverancia y fuerza para afrontar los momentos difíciles y por ayudarme a completar el primer escalón de esta carrera profesional.

Dedico este trabajo a mi familia, especialmente a mi madre, por todo el amor y sacrificio que realizó para cumplir una de mis metas, a mis hermanos, mis tíos y sobre todo mis abuelos quienes me enseñaron los valores y principios que serán muy útiles para toda la vida.

A mi amigo y compañero de tesis y demás amigos y compañeros aunque no de tesis pero compañeros al fin, quienes me han apoyado de alguna manera; gracias por su sincera amistad, por algunos de sus consejos, por su solidaridad constante y por su apoyo.

A mis asesores: MSc. Ena Edith Herrera Salazar y Lic. Guillermo Antonio Castillo Ruíz por el interés y apoyo que mostraron en este trabajo y por sus provechosos consejos.

Gracias a aquellas personas que de una u otra forman parte de mi vida y que no menciono acá, ustedes también han sido parte importante de mi vida, me han ayudado a crecer y a valorar la vida.

Sergio Frankshescoly Santacruz Jiménez

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso y a mis padres Maria Alicia Archila y Francisco Ramos que me dieron la fortaleza para seguir adelante y poder terminar la carrera.

A mis hermanos q me ayudaron a poder realizar cada uno de los proyectos que me propuse a realizar durante todo mi tiempo de estudio.

A mis asesores Msc. Ena Edith Salazar y Lic. Guillermo Antonio Castillo que tuvieron la paciencia para revisar y poder terminar la tesis.

A mis asesores de área Mae. Maria Elisa Vivar de Figueroa y Msc. Cecilia Haydeé Gallardo por ser tan benevolentes en nuestra evaluación.

A cada uno de mis amigos y bolligans que estuvieron cada vez que más se necesitaban para poder soportar la presión del estudio.

Nelson Edgardo Ramos Archila

INDICE

	Pág.
Resumen.	
Capítulo I	
1.0 Introducción	xix
Capítulo II	
2.0 Objetivos	
1.1 Objetivo General	
1.2 Objetivos Específicos	
Capítulo III	
3.0 Marco Teórico	24
3.1 Insecticidas	24
3.1.1. Diferentes formas de penetración de los insecticidas en los insectos	24
a) Penetración de los insecticidas por contacto	25
b) Penetración de los insecticidas por ingestión	26
c) Penetración de los insecticidas de absorción por respiración	27
3.1.2. Algunos coadyuvantes utilizados para la preparación de insecticidas	27
3.1.3. Ventajas y Desventajas de los insecticidas vegetales	28
a) Ventajas	28
b) Desventajas	29
3.2 Ajo (<i>Allium sativum</i>)	29
3.2.1 Taxonomía	29

3.2.2	Generalidades	30
a)	Descripción botánica	30
b)	Variedades	32
c)	Composición química	32
d)	Usos Farmacológicos	35
e)	Otros usos	35
f)	Fitotoxicidad	35
3.2.3	Requerimientos edafoclimáticos	35
3.3	Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	38
3.3.1	Taxonomía	38
3.3.2	Generalidades	38
3.4	Granos Almacenados	39
3.4.1	Insectos de los granos almacenados	40
3.5	Gorgojo del Frijol	41
3.5.1	<i>Acanthoscelides obtectus</i>	41
a)	Taxonomía	41
b)	Generalidades	41
3.5.2	<i>Zabrotes subfasciatus</i>	42
a)	Taxonomía	42
b)	Generalidades	42
Capítulo IV		
4.0	Diseño Metodológico	46
4.1	Tipo de estudio	46
4.2	Investigación bibliográfica	46
4.3	Investigación de campo	46
4.4	Tipo de muestreo	47

4.5 Investigación de Laboratorio	47
4.5.1 Preparación del extracto	47
a) Remoción de túnica.	47
b) Fraccionado.	47
c) Preparación de extracto madre de ajo.	47
d) Preparación de las diluciones ácidas.	48
e) Determinación de <i>pH</i> de las diluciones 10% de solución madre de ajo, 20% de solución madre de ajo y 25% de solución madre de ajo.	50
f) Determinación de la densidad de las diluciones 10% de solución madre de ajo, 20% de solución madre de ajo y 25% de solución madre de ajo.	51
g) Prueba de aplicación directa	52
h) Prueba de repelencia	54
Capítulo V	
5.0 Resultados y discusión de resultados	58
Capítulo VI	
6.0 Conclusiones	
Capítulo VII	
7.0 Recomendaciones	
Bibliografía	
Glosario	
Anexos	

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N°

1. Constancia de Asociación Jardín Botánico La Laguna
2. Figura N° 9. Planta de *Allium sativum* (ajo)
Figura N° 10. Ajo blanco.
Figura N° 11. Ajo rosado.
3. Imágenes de *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol)
Figura N° 12. *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común) hembra.
Figura N° 13. Vista aérea del *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común) hembra.
Figura N° 14. *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común) macho.
Figura N° 15. Vista aérea del *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común) macho
4. Fotografías de los procedimientos desarrollados.
Figura N° 16. Lugar de muestreo de *Phaseolus vulgaris* (Frijol común) y *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol).
Figura N° 17. Remoción de túnica y fraccionado de bulbos de ***Allium sativum*** (ajo).
Figura N° 18. Proceso de obtención de la solución madre.
Figura N° 19. Obtención de diluciones.
Figura N° 20. Lectura de *pH*.
Figura N° 21. Medición de densidad.
Figura N° 22. Codificación de diluciones.
Figura N° 23. Prueba de aplicación directa.
Figura N° 24. Arena experimental de prueba de repelencia.
5. Tabla N° 9. Recolección de datos para prueba de aplicación directa.
6. Figura N° 25. Esquema de la arena experimental.
7. Cálculo de densidades

- Tabla N° 10. Densidades de los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, y T6.
8. Cálculos de concentraciones de las diluciones a partir de las densidades.
- Tabla N° 11. Densidades promedio y concentraciones de todos los tratamientos.
9. Tabla N° 12. Desviaciones típicas y medias de los tratamientos con sus respectivos blancos.
- Tabla N° 13. Varianzas de cada tratamiento con su respectivo blanco.
10. Prueba de homogeneidad de varianzas de Cochran.
11. Tabla N° 14. Tabla de Cochran.
12. Cálculos de mortalidad corregida según fórmula de Abbott.
13. Tabla N° 15. Porcentajes de muertes corregidas en los blancos.
14. Tabla N° 16. Número de gorgojos en cada compartimiento después de la aplicación de los tratamientos T1, T2 y T3.
15. Tabla N° 17. Número de gorgojos en cada compartimiento después de la aplicación de los tratamientos T4, T5 y T6.

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N°	N° pág.
1. Compuestos azufrados del ajo	32
2. Compuestos no azufrados del ajo	33
3. Metabolismo de algunos componentes del ajo	34
4. Requerimientos edafoclimáticos	36

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°	N° pág.
1. <i>pH</i> de las diluciones T1, T2, T3, T4, T5, y T6; vinagres y solución madre.	59
2. Densidades de las diluciones T1, T2, T3, T4, T5, y T6.	60
3. Densidades y concentraciones de las diluciones T1, T2, T3, T4, T5, y T6.	60
4. Número de gorgojos (<i>Zabrotes subfasciatus</i>) muertos después de 1, 6, 12, 24, 48 y 72 horas de la aplicación de los tratamientos y blancos elaborados con vinagre blanco, T1, T2, T3, VB1, VB2, VB3. Prueba de aplicación directa.	61
5. Número de gorgojos (<i>Zabrotes subfasciatus</i>) muertos después de 1, 6, 12, 24, 48 y 72 horas de la aplicación de los tratamientos y blancos elaborados con vinagre casero, T4, T5, T6, VC1, VC2, VC3. Prueba de aplicación directa.	62
6. Análisis de varianza: prueba de Cochran.	64
7. Resultados de muertes corregidas en los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5 y T6.	65
8. Índice de repelencia de las diluciones con VB y VC contra el <i>Zabrotes subfasciatus</i> (gorgojo común del frijol)	66

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	N° pág.
1. Estructura del tegumento de un insecto.	25
2. Planta de ajo completa.	29
3. Efectos del procesado en la formación de diferentes compuestos bioactivos del ajo.	33
4. Planta de Frijol Común.	38
5. <i>Acanthoscelides obtectus</i> (gorgojo común del frijol).	41
6. <i>Zabrotes subfasciatus</i> (gorgojo común del frijol).	42
7. Planta de ajo.	58
8. Bulbos de ajo.	58

RESUMEN

RESUMEN

Los insecticidas son sustancias sintéticas o naturales, destinadas a matar, repeler, atraer o interrumpir el crecimiento de seres vivos considerados plagas, y son aplicados a estos en multitud de formulaciones y sistemas de aplicación (aspersiones, cebos, difusión de liberación lenta, etc.), sin embargo debido a inconvenientes de toxicidad en suelos, humanos, animales y plantas se está tratando de sustituir los productos sintéticos por naturales, ya que son menos tóxicos y se degradan rápidamente en el medio ambiente.

En la presente investigación se evaluó el posible uso como insecticida natural del extracto de *Allium sativum* (ajo) contra el *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol) en grano almacenado, con el fin de brindar una alternativa amigable con el ambiente para el control de plagas que atacan dichos granos. Esta investigación se llevó a cabo en los laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador. Primero se elaboró un extracto madre de ajo, mediante maceración en agua, del cual se prepararon tres diluciones a tres diferentes concentraciones (10%, 20% y 25%) de solución madre tanto en vinagre blanco como en vinagre casero, a cada dilución se le determinó: densidad, *pH*, y posteriormente se les analizó el efecto insecticida y repelente utilizando como especie bajo estudio al *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol), llegando a la conclusión que la variación entre las diluciones preparadas de ambos vinagres en cuanto a los parámetros de densidad y *pH* no es apreciable.

A los datos obtenidos de la evaluación del efecto insecticida y repelente se les realizó un análisis estadístico de la varianza y comparación de medias usando la prueba de homogeneidad de Cochran. Asimismo, se determinó la mortalidad corregida utilizando la fórmula de Abbott para eliminar la mortalidad del *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol) causadas por el solvente y no por el tratamiento. Mediante el análisis estadístico se comprobó que la

efectividad de las diluciones al 20% de la solución madre de ajo tanto en vinagre blanco como en vinagre casero es mayor que la del resto de diluciones ensayadas; sin embargo, la dilución en vinagre casero al 20% de la solución madre de ajo tiene mayor efecto insecticida dando un valor de mortalidad que, de acuerdo con la bibliografía consultada, puede ser considerada como prometedora en el uso como insecticida natural para el control del **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común del frijol), ya que los resultados obtenidos según la prueba de Abbott el tratamiento presenta una mortalidad mayor al 30% por lo que se recomienda seguir investigaciones con respecto a esta dilución, para corroborar su posible aplicación como insecticida natural contra el **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común del frijol) en grano de frijol almacenado.

CAPITULO I
INTRODUCCION

1.0 INTRODUCCIÓN

Las plagas que atacan al frijol pueden provocar grandes pérdidas a los agricultores, la mayoría de estos ataques ocurren durante el almacenamiento del grano los cuales son ocasionados por enfermedades o por plagas como el ***Zabrotes subfasciatus*** (gorgojo común del frijol). El Salvador es un país eminentemente consumidor de los granos básicos, siendo el frijol uno de los principales, el cual no pasa desapercibido para el ***Zabrotes subfasciatus*** (gorgojo común del frijol) que ataca el grano principalmente en el período de almacenamiento ocasionando pérdidas económicas, además de ser vectores de virus y bacterias con las cuales podrían afectar la salud del consumidor, debido a ello en la actualidad se utilizan insecticidas sintéticos como las pastillas de fosfuro de aluminio-fosfamina (Phostoxin) utilizadas también como rodenticidas, las cuales poseen alta toxicidad para el medio ambiente y para el ser humano, ya que además contiene compuestos como el amoníaco, y la exposición prolongada a bajos niveles de fosfamina puede provocar anemia, bronquitis, problemas motores, problemas de la vista y del habla. Así, para disminuir el uso de este tipo de insecticidas sintéticos como el lindano, el endosulfán y el phostoxin, se han propuesto y llevado a cabo estudios sobre el efecto insecticida de origen botánico utilizando entre las especies botánicas examinadas el ***Allium sativum*** (ajo), extrayendo sus principales componentes en soluciones alcohólicas, acuosas, y en vinagre, además de combinarlos con otras especies botánicas como la cebolla y el chile. En esta investigación se estudió el efecto insecticida y repelente del ***Allium sativum*** (ajo) del cual se preparó una solución madre de ajo, mediante maceración acuosa, de la que se tomaron alícuotas a fin de obtener diluciones al 10%, 20% y 25% de solución madre de ajo tanto en vinagre blanco como en vinagre casero, llevando también un blanco para cada una de ellas, las cuales se codificaron como tratamientos y fueron aplicadas directamente a los granos de frijol, por el método de aspersión, los cuales se infestaron posteriormente con cinco parejas de ***Zabrotes***

subfasciatus (gorgojo común del frijol), posteriormente se observó su comportamiento frente a cada tratamiento, llevando por quintuplicado cada aplicación una vez en el tiempo, esto sirvió para evaluar las tres diluciones como posibles insecticidas naturales, y fueron sometidos a un análisis estadístico por el método de varianza y análisis comparativo de medias utilizando prueba de homogeneidad de varianzas denominado la prueba de Cochran, así como también fueron sometidos a la fórmula de Abbott para eliminar los porcentajes de muertes que se dieron por causas ajenas al tratamiento aplicado y al índice de repelencia para determinar cual tratamiento poseía mejor y mayor efecto repelente. Los resultados obtenidos mostraron que el tratamiento al 20% de la solución madre de ajo en vinagre casero es el que posee más acción insecticida y muestra además un buen efecto repelente. La parte experimental se realizó en los Laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador. La investigación se desarrolló en el período del año 2011 al 2012.

CAPITULO II
OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL:

Evaluar tres diluciones de un extracto de *Allium sativum* (ajo) y su posible uso como insecticida natural contra el *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol) en grano almacenado.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 2.2.1 Identificar la planta en estudio por medio de un experto del herbario LAGU, de la Asociación Jardín Botánico La Laguna.
- 2.2.2. Realizar una extracción de los bulbos del *Allium sativum* (ajo) a través del método de maceración con agua.
- 2.2.3. Preparar tres diluciones del extracto de *Allium sativum* (ajo) en vinagre blanco y tres diluciones en vinagre casero, para ser aplicadas mediante aspersión al *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol).
- 2.2.4. Medir el pH y la densidad de las seis diluciones del extracto de ajo para comprobar la estabilidad y la concentración de las diluciones.
- 2.2.5. Determinar el efecto insecticida por medio del tratamiento estadístico de las seis diluciones sobre el *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol).

CAPITULO III
MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO

3.1 Insecticidas ^(1, 5)

El origen etimológico de la palabra insecticida deriva del latín que significa literalmente matar insectos. Un insecticida es un compuesto químico utilizado para matar insectos, mediante diferentes mecanismos. Los insectos y ácaros en particular causan un alto nivel de pérdidas de cosechas, por dos razones principales, la primera, es el efecto directo que causan al consumir la biomasa de la planta debilitándola y provocando así pérdida de la calidad de la planta y su cosecha, la segunda razón es la presencia de los microorganismos asociados que usan a estos insectos como vectores, esto último radica puntualmente en la importancia que tienen sobre nuestra salud, ya que también son especies vectoras de microbios patógenos, la mayoría pertenecientes al orden de los dípteros (moscas), afanípteros o sifonápteros (pulgas) y anopluros (piojos).

Durante la búsqueda de sustancias insecticidas en la segunda mitad del siglo XX en lo que se conoce como "La Edad Dorada de la Investigación en Insecticidas", se desarrollaron sustancias insecticidas con mecanismos de acción diferentes, así, algunas actúan sobre canales iónicos, receptores nicotínicos, acetilcolina y otras sobre el sistema respiratorio o sobre el sistema hormonal. Sin embargo estas sustancias insecticidas, se han aplicado indiscriminadamente originando graves perturbaciones al hombre y al medio ambiente, entre las sustancias mencionadas se encuentran hidrocarburos clorados, organofosforados, carbamatos, piretroides, benzoilúreas, etc.

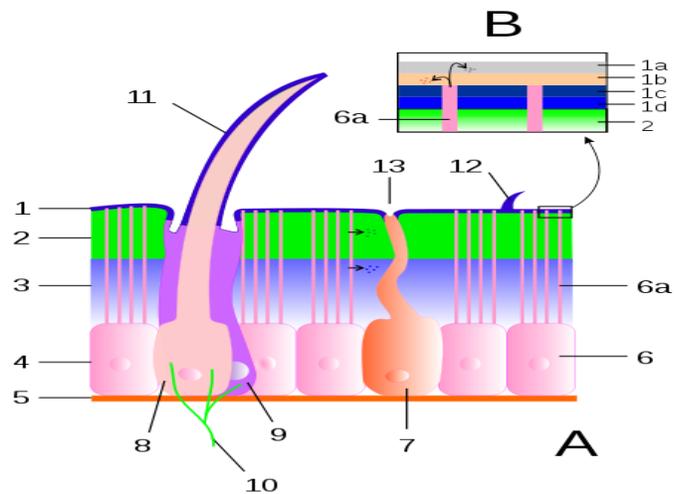
Es indiscutible que los insecticidas sintéticos han sido beneficiosos. Sin embargo, no pueden silenciarse los numerosos inconvenientes presentados por el empleo masivo de estas sustancias tóxicas.

3.1.1 Diferentes formas de penetración de los insecticidas en los insectos ⁽⁵⁾

Para comprender la forma de penetración y el modo de acción de los insecticidas, son necesarias algunas nociones sobre las características morfológicas y fisiológicas de los insectos, ya que las formas de penetración de los insecticidas en estos pueden ser por contacto, por ingestión y por absorción mediante la respiración.

a) Penetración de los insecticida por contacto

El cuerpo de los insectos está recubierto por un tegumento o cutícula (ver figura 1). La capa externa o *epicutícula* se diferencia de la exocutícula y endocutícula por la ausencia de quitina. Es muy delgada y presenta numerosas faneras, que recubren el tegumento; y tienen un papel importante, ya que pueden facilitar o disminuir la penetración del insecticida. Entre los insecticidas por contacto se pueden mencionar el Pelitre, Lindano, Rotenona, Nicotina, etc.



A: Cutícula y epidermis; **B:** Detalle de la epicutícula. **1:** Epicutícula; **1a:** Cemento; **1b:** Ceras; **1c:** Epicutícula externa; **1d:** Epicutícula interna. **2:** Exocutícula; **3:** Endocutícula; **2+3:** Procutícula; **4:** Epitelio; **5:** Lámina basal; **6:** Célula epitelial; **6a:** Canal poroso; **7:** Célula glandular; **8:** Célula tricógena; **9:** Célula tormógena; **10:** Terminación nerviosa; **11:** Pelo sensorial; **12:** Pelo; **13:** Poro glandular.

Figura N° 1: Estructura del tegumento de un insecto

Un insecticida no debe cruzar solamente la barrera epicuticular sino también la fase acuosa de la endocutícula. Por lo tanto, para que una dosis tóxica pueda pasar de la epicutícula a la cavidad general, debe tener una solubilidad en agua suficientemente alta.

La toxicidad depende también del disolvente. Así el disolvente, para ser eficaz, no sólo debe mezclarse con las grasas y las ceras, sino también con el agua. Como los canalículos porosos penetran en las capas internas de la epicutícula, el hecho de que un insecticida sea miscible con la fase acuosa citoplasmática que llena estos canales, aumenta su eficacia. Las variaciones de estructura de la cutícula en función de la especie y la edad, tienen una considerable influencia sobre la penetración de los insecticidas de contacto.

En general, la cabeza y el tórax son las regiones del cuerpo más sensibles a los insecticidas de contacto ya que se alcanzan más rápidamente los centros nerviosos. Las alas, cuyo tegumento es delgado, constituyen igualmente un punto vulnerable.

b) Penetración de los insecticidas por ingestión

El intestino de los insectos se divide en tres partes, el intestino anterior, el intestino medio y el intestino posterior (o terminal); el intestino posterior y el intestino anterior, están recubiertos interiormente por una fina película de quitina. Solamente en el intestino medio, las células epiteliales no están recubiertas por la película protectora de quitina y es en este que tienen lugar la digestión, la absorción y la penetración de los insecticidas de ingestión. Sin embargo, algunos compuestos necesitan estar disociados para que puedan ser absorbidos y así llegar a ser tóxicos para los insectos, y por lo tanto causarles la muerte.

c) Penetración de los insecticidas de absorción por respiración

El aparato respiratorio, comprende los estigmas por los que se abren al exterior las tráqueas. Estas se ramifican por todo el cuerpo en traqueólas de diámetro muy pequeño. La acción de los insecticidas fumigantes varía con la edad de los insectos; así las larvas son más sensibles que los adultos a pesar que su intensidad respiratoria es más débil.

La acción de los insecticidas fumigantes también varía con la forma fisicoquímica en que se encuentran, así, el gas, de los insecticidas fumigantes, penetra en las tráqueas y las traqueólas y, a continuación, se difunde por todo el cuerpo. Las soluciones acuosas de insecticidas penetran con dificultad debido a que tienen una fuerte tensión superficial; los aceites minerales y las soluciones que contienen un agente mojante penetran mucho más fácilmente.

3.1.2 Algunos coadyuvantes utilizados para la preparación de insecticidas ⁽⁵⁾

Entre las sustancias que son utilizadas para las formulaciones de los insecticidas se encuentran los coadyuvantes, los cuales ayudan a mejorar el mecanismo de penetración del insecticida. A continuación se presentan diferentes tipos de coadyuvantes utilizados en la preparación de los insecticidas.

La Caseína: Es un agente adhesivo que se emplea para preparar suspensiones adherentes de toda clase de insecticidas que sean estables a la alcalinidad del medio.

Las Melazas: Son agentes adhesivos para múltiples fórmulas de insecticidas. Su efecto es múltiple ya que puede ser adhesivo y a la vez atrayente. De las más utilizadas son las melazas de remolacha. En la actualidad se prefieren, por su economía, sustituir la melaza por engrudo de almidón ya que el efecto adhesivo es el mismo.

El Terpineol: Constituye un excelente agente humectante cuando se emplea bajo forma de sal sódica del terpineol sulfonado, ya que el producto técnico es insoluble en el agua.

Los Jabones: Presentan la propiedad de hacer humectantes las disoluciones o emulsiones acuosas de diversos insecticidas. Empleados empíricamente desde hace mucho tiempo. El jabón negro es mejor humectante que el blanco, en relación de 7-8:1. Los jabones de aceite de ricino los de resinas, aceite de pescado, etc., también son empleados con éxito como agentes humectantes. Su principal inconveniente es que no pueden emplearse con las aguas muy duras, ya que se producen precipitados que obturan los aparatos de pulverización, aparte del mayor consumo de jabón que precisan y que son incompatibles con los insecticidas que se alteran en medios alcalinos.

3.1.3 Ventajas y Desventajas de los insecticidas vegetales ⁽²²⁾

Los insecticidas vegetales han venido a reemplazar a algunos insecticidas sintéticos, principalmente por la facilidad que tiene el medio ambiente para degradar los metabolitos que presentan estos insecticidas vegetales, sin embargo estos insecticidas también presentan desventajas, por lo que a continuación se mencionan algunas ventajas y desventajas.

a) Ventajas

- Son conocidos por el agricultor ya que generalmente se encuentran en su mismo medio.
- Muchas veces poseen otros usos como medicinales o repelentes de insectos caseros.
- Su rápida degradación puede ser favorable pues disminuye el riesgo de residuos en los alimentos.
- Algunos pueden ser usados poco tiempo antes de la cosecha

- Varios actúan rápidamente inhibiendo la alimentación del insecto aunque a la larga no causen la muerte del insecto.
- Debido a su acción estomacal y rápida degradación pueden ser más selectivos con insectos plaga y menos agresivos con los enemigos naturales
- Muchos de estos compuestos no causan fitotoxicidad.
- Desarrollan resistencia más lentamente que los insecticidas sintéticos.

b) Desventajas

- No todos son insecticidas sino que muchos son insectistáticos lo que los hace tener una acción más lenta
- Se degradan rápidamente por los rayos ultravioleta por lo que su efecto residual es bajo.
- No todos los insecticidas vegetales son menos tóxicos que los sintéticos.
- No se encuentran disponibles durante toda la temporada.
- Los límites máximos de residuos no están establecidos
- No hay registros oficiales que regulen su uso.
- No todas las recomendaciones que manejan los agricultores han sido validadas con rigor científico.

3.2 Ajo (*Allium sativum*)

3.2.1 Taxonomía

-**Reino:** Plantae

-**División:** Magnoliophyta

-**Clase:** Liliopsida

-**Orden:** Asparagales

-**Familia:** Amaryllidaceae, Liliaceae

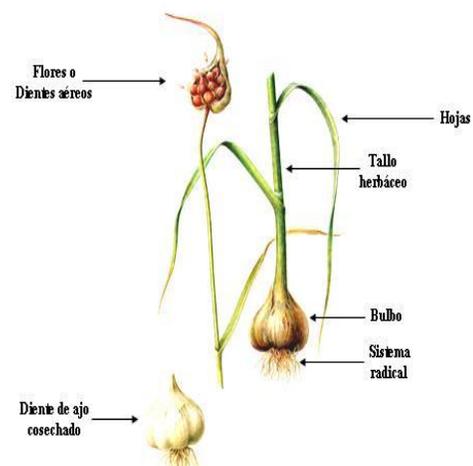


Figura N° 2: Planta de ajo completa

- Subfamilia:** Alliioideae
- Tribu:** Allieae
- Género:** *Allium*
- Especie:** *sativum*
- Nombre científico:** *Allium sativum* L.
- Nombre común:** Ajo.

3.2.2 Generalidades (3, 25)

A finales del siglo XV los españoles introdujeron el ajo en el continente Americano. El ajo es una planta de origen Asiático aclimatada en Europa desde hace unos 4 mil años y actualmente diseminada en todas las regiones climáticas del mundo; aun en países de zonas templadas. Esta planta es mencionada en el papiro de Ebers y en “De Materia Médica”, libros muy antiguos y en donde ya se menciona como un gran remedio, además se utiliza como alimento y sazonador de comidas. De la planta de ajo se utilizan: semillas, bulbo y hojas. Desde la antigüedad algunas personas han creído que poner un collar de ajo tiene un efecto de repelencia para malos espíritus.

La planta del ajo es considerada por la población como la más extraordinaria de todas las plantas medicinales, es depurativo, desinfectante, tonificante, vermífuga, anticatarral, antirreumática. Combate la congestión, antihipertensiva, en infecciones internas y externas, para diabetes, tos, antiséptico respiratorio en bronquitis y sinusitis, estreñimiento, palpitaciones del corazón, dolores de cabeza, hemorroides, escorbuto, antifúngica.

a) Descripción botánica

La planta de ajo es una herbácea que tiene una forma bulbosa y carnosa, perenne que crece hasta unos 40 cm de altura.

La raíz del ajo presenta un sistema radicular compuesto de 6 a 12 bulbillos (“dientes de ajo”), reunidos en su base por medio de una película delgada, formando lo que se conoce como “cabeza de ajos”. Cada bulbillito se encuentra envuelto por una túnica blanca, a veces algo rojizo, membranosa, transparente y muy delgada, semejante a las que cubren todo el bulbo. De la parte inferior surgen raíces fibrosas de olor penetrante, sabor acre, picante, y persistente.

El tallo primario asoma por el centro de las hojas. Es hueco, muy rollizo y lampiño y crece desde 40 cm a más de 55 cm, terminando por las flores. Los tallos secundarios son fuertes, de crecimiento determinado cuando se trata de tallos rastreros que dan a la planta un porte abierto, o de crecimiento indeterminado cuando son erguidos 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.

Las hojas son lineales, envainantes, puntiagudas, estrechas, no ahuecadas, radicales, largas, alternas, comprimidas y sin nervios aparentes.

Sus flores son hermafroditas actinomorfas, escasas, y se presentan en ramillete floral color lila, con 6 pétalos blancos, un pistilo y 6 estambres más cortos que la cubierta de la flor. Tres de ellos son apéndices laterales a ambos lados de la punta de la antera, 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. Aunque se han identificado clones fértiles, los bajos porcentajes de germinación de las semillas (bulbos) y las plántulas de bajo vigor hacen que el ajo se haya definido como un apomíctico obligado, término que se refiere a su capacidad para producir embriones sin existir fecundación previa. Ovario súpero.

b) Variedades

Existen fundamentalmente dos grupos varietales de ajos en El Salvador:

Ajos blancos: son rústicos, tardíos, de buena productividad, excelente sabor y conservación. Suelen consumirse secos.

Ajos rosados: poseen las túnicas envolventes de color rojizo. No se conservan muy bien. Son más precoces que los blancos. La casi exclusiva 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.

c) Composición química ^(8, 18)

La planta completa contiene: Antraquinonas, alcaloides, taninos, triterpenos y esteróles insaturados, aceites esenciales. Contiene aliina, alicina, aceites volátiles sulfurados (33 compuestos como di-tri y tetrasulfurados), mucílagos, glucósidos, antocianinas, minerales (Cinc, Cobre, Germanio, Magnesio, Selenio), fosfolípidos, Vitamina A, B1, B2, C, nicotinamida, aminoácidos derivados de la cisteína y cisteinglicina. Contiene ajoene y alil-metil-tiosulfonato.

Cuadro N° 1. **COMPUESTOS AZUFRADOS DEL AJO**

Compuesto	Posible actividad biológica
Aliína	Hipotensora, hipoglucemiante
Ajoeno (ajocisteína)	Anti-inflamatorio, vasodilatador, hipotensor, antibiótico. Previene la formación de coágulos, ayuda a disolverlos.
Alicina y Tiosulfatos	Antibiótica, antifúngica, antiviral.
Alil mercaptano	Hipocolesterolemiante, previene la aterosclerosis, antitumoral, antidiabética, hipotensora.
Sulfuro de dialilo y afines	Hipocolesterolemiante. Aumenta la producción de enzimas desintoxicantes. Anticancerígeno. Previene los daños químicos del DNA.
S-alil-cisteína y γ -glutámico	Hipocolesterolemiantes, antioxidantes, quimioprotectores frente al cáncer. Favorecen la acción desintoxicante del hígado frente a sustancias químicas.

Cuadro N° 2. **COMPUESTOS NO AZUFRADOS DEL AJO**

Compuesto	Posible actividad biológica
Adenosina	Vasodilatadora, hipotensora, miorelajante. Estimula la síntesis de hormonas esteroídicas. Estimula la liberación de glucagón.
Fructanos (Escorodosa)	Efectos cardioprotectores.
Fracción proteica F-4	Estimula el sistema inmune por medio de macrófagos y células esplénicas.
Quercitina	Estabiliza los mastocitos. Ejerce por tanto efectos beneficiosos en el asma y la alergia.
Saponinas (Gitonina F, Eurobósico B)	Hipotensoras. La Gitonina F es antivírica, el Erubósito B antifúngico.
Escordina	Hipotensora en conejos y perros. Factor de crecimiento en dosis elevadas. Incrementa la utilización de la vitamina B1. Antibacteriana.
Selenio	Antioxidantes. Antiinflamatorios.
Asidos fenólicos	Antivíricos y antibacterianos

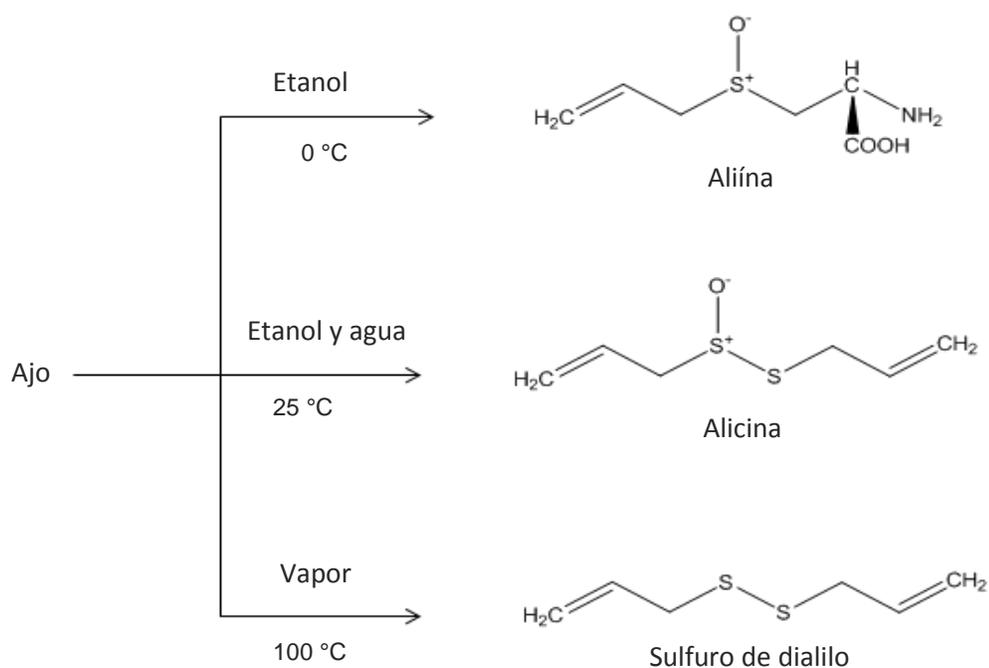


Figura N° 3: Efectos del procesado en la formación de diferentes compuestos bioactivos del ajo.

Cuadro N° 3. **METABOLISMO DE ALGUNOS COMPONENTES DEL AJO**

Compuesto	Metabolismo
Ajoeno	Reacciona con la cisteína para formar ajocisteína y S-allyl-mercaptocisteína (SAMC). Al ponerse en contacto con el aminoácido cisteína, el methyl-allyl-trisulfuro también se metaboliza en SAMC.
Aliína	En gran medida es absorbida en el intestino, y cerca de un 60% es biodisponible. Parte se transforma en sulfuro de dialilo y luego en SAMC o sulfatos. La absorción es muy rápida. Desaparece de la circulación en 6 horas.
Sustancias que contienen cisteína	Estas reaccionan con la alicina y otros tiosulfatos para formar SAMC. La alicina abandona rápidamente el torrente circulatorio, siendo convertida en sulfatos en el hígado. No se detecta alicina en sangre u orina después de ingerir ajo.
Sulfuro de dialilo	Se convierte en parte en sulfato y en parte se excreta por orina.
S-allyl-mercapto-cisteína (SAMC)	Se transforma en la sangre en alilmercaptano.
S-allyl- cisteína	Una vez absorbida alcanza un máximo en sangre a los 30 minutos, encontrándose en todos los órganos excepto en los riñones, después de 6 horas desaparece completamente de sangre. En el hígado se transforma parcialmente en N-acetil-S- alicilcisteína que luego es filtrada por los riñones.
Compuestos de Vinilditína	Lentamente absorbidos durante 2 horas. Algunos de ellos se acumulan en los adipositos, mientras que otros se excretan rápidamente, por lo que no suelen detectarse en plasma.

d) Usos farmacológicos

El ajo es utilizado como antihelmíntico, para combatir la diabetes, la hipertensión, el asma, la bronquitis, el catarro, la influenza, la tos ferina, presenta propiedades expectorantes, antibacterianas y fungicidas, además se utiliza para mejorar la circulación sanguínea, ayuda a mejorar el funcionamiento de los siguientes órganos: intestino, hígado, vesícula biliar, también elimina el ácido úrico de la sangre.

La dosificación para la tintura es de 6-10 ml/día, 0.1 - 0.4 ml/día de aceite esencial, 2-4 dientes crudos triturados o molidos/día.

e) Otros usos

El ajo además de ser un condimento indispensable en la cocina popular, constituye la base de determinadas especialidades culinarias, que cada día tiene más adeptos.

El ajo se aprovecha fundamentalmente de las siguientes formas:

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

f) Toxicidad

El jugo y el aceite pueden ser irritante de mucosas y provocar conjuntivitis.

3.2.3 Requerimientos edafoclimáticos ⁽¹⁰⁾

El ajo no es una planta muy exigente en cuanto al 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 temperaturas. 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 óptima para el desarrollo del cultivo. El ajo se adapta muy bien a la mayoría de suelos donde se cultivan cereales. Prefiere los suelos francos o algo arcillosos, con contenidos moderados de cal, ricos en potasa.

Una de las desventajas de este cultivo es que no se recomienda hacer ciclos continuos del mismo, se debe rotar con otros cultivos ya que el mismo daña mucho la estructura del suelo.

Cuadro N° 4: **Requerimientos edafoclimáticos**

SUELOS	DRENAJE	pH	TEMPERATURA	m.s.n.m.
Franco-Arcilloso	Con buen declive	6.0 - 7.0	10 °C – 34 °C	600 - 3500

Particularidades del cultivo

No deben plantarse ajos después de una cosecha de cebollas o cualquier especie perteneciente a la familia Liliaceae, ni ajos después de cosechar remolacha, alfalfa, guisantes, judías, habas, espinacas, o de viñedos y plantaciones de frutales. Los cultivos precedentes a la plantación de ajo que se consideran más adecuados son: trigo, cebada, colza, patata, lechuga, col y pimiento.

Preparación del terreno: Las labores deben comenzar unos seis meses antes de la plantación, éstas deben dejar el terreno mullido y esponjoso en profundidad. Consistirá en una labor de arado profunda (30-35 cm) seguida de 2 ó 3 rastreadas cruzadas. Con esta primera labor se enterrarán los abonos orgánicos.

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

Platabandas: Este método es apropiado para grandes cultivos y para aquellas zonas donde existan dificultades para practicar riegos (zonas de secano).

Caballones: Es el sistema más empleado y el más adecuado para cultivar ajos. El ajo es un cultivo que por sus características morfológicas cubre poco terreno y, por tanto ofrece cierta facilidad al desarrollo de cultivos no deseables y la evaporación. Es de suma importancia mantener el cultivo limpio de cultivos no deseables, mediante las escardas oportunas, por lo que se debe cortar manualmente o utilizar herbicidas.

Para obtener una buena productividad del cultivo de ajo se necesita implementar NH_3 , P_2O_5 y K_2O , aunque teniendo en cuenta la fertilidad del suelo pueden disminuirse las proporciones. Los abonos deben ser incorporados uniformemente en el terreno algún tiempo antes de la siembra. El cultivo de ajo puede resultar sensible a las carencias de boro y molibdeno.

Aunque las necesidades más importantes de agua se producen durante la formación del bulbo, 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, pero cuando se realizan se prefiere un riego por aspersión o por gravedad. La humedad del terreno en contacto con las cabezas ya maduras provoca en las túnicas externas ennegrecimientos y podredumbres, ocasionados por la acción de hongos saprófitos, que en ocasiones deterioran la calidad de la cosecha.

Dependiendo de la época de siembra, el cultivo de ajo se cosecha entre los cuatro y cuatro meses y medio en las plantaciones de primavera, y en las

plantaciones de otoño son necesarios 8 meses para llegar a la cosecha. El momento justo de la cosecha corresponde a la completa desecación de las hojas, realizando el arranque de las cabezas. En terrenos sueltos los bulbos se desentierran tirando de las hojas, mientras que en terrenos compactos es conveniente usar palas de punta o legones. 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.

3.3 Frijol (*Phaseolus vulgaris*)

3.3.1 Taxonomía ⁽²⁴⁾

Súper reino: Eucariota

Reino: Plantae

División: Magnoliofitas

Clase: Dicotiledóneas

Subclase: Rósidas

Orden: Fabales

Familia: Leguminosae

Género: *Phaseolus*

Especie: *vulgaris*

Nombre científico: ***Phaseolus vulgaris* L.**

Nombre común: Frijol común.



Figura N° 4: Planta de Frijol Común

3.3.2 Generalidades ^(9,21)

La palabra “frijol” es una deformación del español antiguo “frisol”. Este viene del Catalán, “fesol” que a su vez viene del latín ***phaseolus*** (*Phaselos*, que es una clase de legumbre). El frijol es una legumbre conocida con varios nombres entre

ellos “poroto, haba, habichuela, alubia, judía”, etc., aunque en ocasiones se usa en sentido amplio para referirse a diversas especies de leguminosas.

La especie ***Phaseolus vulgaris*** o frijol común es originaria del área entre México-Guatemala, zona rica en diversidad de variedades tanto en forma silvestre como en forma de cultivo. Pero su cultivo se ha extendido a Europa y Estados Unidos donde todas son especies y variedades del género *Phaseolus*. Las semillas y vainas del frijol se usan como alimento humano y en la producción de forraje para animales, ya que es un alimento con contenido proteínico elevado. Además constituye una rica fuente de hidratos de carbono, y es abundante en vitaminas del complejo B, como niacina, riboflavina, ácido fólico y tiamina; también proporciona hierro, cobre, zinc, fósforo, potasio, magnesio y calcio, y presenta un alto contenido de fibra. Existen múltiples variedades de frijol que se caracterizan por su tamaño, forma, color y tipo de crecimiento. Se considera que en total existen alrededor de 150 especies, de las cuales en México existen 50, destacando las cuatro especies que el hombre ha domesticado, como son: el ***Phaseolus vulgaris L.*** (frijol común), ***Phaseolus coccineus L.*** (frijol ayocote), ***Phaseolus lunatus L.*** (frijol comba) y ***Phaseolus acutifolius*** Gray (frijol tepari).

3.4 Granos almacenados ⁽¹⁹⁾

Desde que los seres humanos empezaron a almacenar granos de una manera organizada trataron de buscar los mejores medios para asegurar su subsistencia. Actualmente, el almacenaje se ha convertido en una práctica de elevado contenido técnico debido a que la cosecha en la época adecuada, la limpieza, el secado, los almacenes adecuados en cuanto a ubicación, los silos con sistemas de aireación, y la calidad del producto durante el período del almacenaje, determinan su conservación.

Bajo condiciones ambientales favorables a la actividad metabólica del grano, el fenómeno de la respiración es el principal agente responsable del deterioro, que se evidencia por desarrollo de hongos, pérdida de capacidad de panificación, incremento de la acidez, endurecimiento, etc.

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

- a. Uso de semillas no seleccionadas.
- b. Condiciones adversas durante la cosecha.
- c. Ataque de plagas y enfermedades durante el cultivo.
- d. Permanencia innecesaria del producto en la planta tras la maduración fisiológica.
- e. Daños mecánicos en la cosecha, limpieza, transporte, clasificación y manejo del grano en general.
- f. Secado inadecuado o inoportuno.
- g. Almacenaje inadecuado.

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

3.4.1 Insectos de los granos almacenados

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

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

3.5 Gorgojo del frijol ⁽¹⁷⁾

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.

3.5.1 *Acanthoscelides obtectus*

a) Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Chrysomelidae

Género: *Acanthoscelides*

Especie: *obtectus*

Nombre científico: *Acanthoscelides obtectus*

Nombre común: Gorgojo de la judía.



Figura N° 5: *Acanthoscelides obtectus*
(Gorgojo común del frijol)

b) Generalidades ^(7,9)

El gorgojo adulto tiene la cabeza pequeña, con ojos grandes y salientes, antenas largas y aserradas. Su cuerpo es ovoidal grueso y cubierto de pelos, más ancho en la parte posterior. Los élitros son cortos y no cubren

completamente la parte posterior del abdomen. Fémur posterior con un diente grande y dos pequeños y capaz de volar. El adulto es de color pardo, con pequeñas bandas transversales en los élitros, mide 3,5 a 4,5 mm de longitud.

El ciclo biológico del gorgojo se completa de 4 a 6 semanas después de la ovoposición, y el adulto vive aproximadamente 18 días. La hembra adulta ovoposita de 80 a 100 huevecillos adheridos al pericarpio o en la rajadura del grano. Las larvas perforan el grano y presentan de 3 a 4 mudas dentro del mismo, previo al estadio de pupa, la larva forma una ventana con la testa del grano, por donde sale al exterior cuando alcanza el estado adulto.

3.5.2 *Zabrotes subfasciatus*

a) Taxonomía

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Bruchidae

Género: *Zabrotes*

Especie: *subfasciatus*

Nombre científico: *Zabrotes subfasciatus*

Nombre común: Gorgojo del frijol.

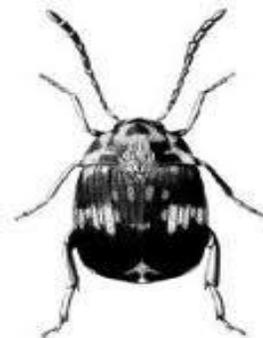


Figura N° 6: *Zabrotes subfasciatus*
(gorgojo común del frijol)

b) Generalidades ⁽⁷⁾

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

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

Las larvas, al emerger de los huevos, perforan un agujero en el pericarpio del frijol y penetran en el grano. 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 esté adulto.

La hembra después de acoplarse con el macho, pone huevos cremosos, adheridos 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.

Ciclo de vida ⁽¹²⁾

El ciclo de vida de huevo a adulto tarda 4-6 semanas y de adulto vive 3 - 4 semanas. Si se observa un puñado 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, y después de poner los huevos se mueren.

Tanto las larvas como los adultos se alimentan de los granos, lo cual provoca pérdidas importantes tanto en la cantidad como en la calidad.

El ataque se previene mediante las siguientes medidas: ⁽⁹⁾

- Si se va a almacenar, secar la cosecha hasta 14% de humedad.
- Limpiar las paredes y los pisos del almacén o bodega y destruir residuos de la cosecha que pudieran existir en el almacén.
- Guardar el frijol sin basura o sea el frijol limpio pero tratado con aceite vegetal que impide el desplazamiento del gorgojo hacia dentro del grano.
- Aplicar dos pastillas de fosfamina (Phostoxin) por estañón, tapando bien el recipiente si el grano es para consumo humano. Si se va a usar el frijol como semilla, tratarla con malation (4% PS, 100 g/46 kg de semilla).

GENERALIDADES DE FOSFURO DE ALUMINIO-FOSFAMINA (PHOSTOXIN)

El Phostoxin sólido se presenta como tabletas planas y redondas de color verde grisáceo y olor característico a ajo. Se hidroliza generando fosforo de hidrógeno (fosfamina) que es un potente veneno respiratorio, a concentraciones ≥ 0.01 mg/L hay riesgo de intoxicación, a 10 mg/L puede causar la muerte en 6 horas y a 300 mg/L en 1 hora.

En caso de sobre exposición podría presentarse los siguientes síntomas: opresión en el pecho, sudor, visión borrosa, dolor de estómago, entre otros síntomas. Además posee efectos tóxicos sobre aves como codorniz, aves de corral y patos silvestres.

La fosfamina desaparece en aproximadamente 18 días en los suelos secos, mientras que, en los suelos con humedad en saturación desaparece alrededor de 40 días. En el aire la fosfamina es sustancial y prontamente diluida a una corta distancia de la fuente de emisión, sin embargo, no excluye con seguridad el impacto potencial al medio ambiente. ⁽²⁷⁾

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLÓGICO

4.0 DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo de estudio

Transversal: Porque se trata un problema actual que afecta a la mayoría de la población.

Prospectivo: Porque los resultados obtenidos pueden aplicarse en un futuro próximo.

Experimental: Porque contempla la parte práctica.

4.2. Investigación bibliográfica

Se realizó en los siguientes lugares:

- Biblioteca Dr. Benjamín Orozco, de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca de la Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer (USAM).
- Biblioteca de la Universidad Nueva San Salvador (UNSSA).
- Biblioteca de Facultad de Ciencias Agronómica de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca de la Asociación Jardín Botánico La Laguna.
- Internet.

4.3. Investigación de Campo

Universo: Los frijoles rojos distribuidos en cuarenta y siete locales del sector cereales del mercado Municipal de San Marcos, Departamento de San Salvador.

Muestra: Un quintal de frijoles rojos (*Phaseolus vulgaris L.*) no tratados y seiscientos noventa gorgojos del frijol obtenidos de medio quintal de frijoles rojos contaminados con **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común del frijol), procedentes de uno de los locales del sector cereales del mercado de San Marcos en el Departamento de San Salvador.

4.4. Tipo de Muestreo: dirigido y puntual, porque la muestra se tomó de un local específico de los cuarenta y siete locales del sector “cereales” del mercado de San Marcos ubicado en Calle Alvallero frente a zona franca, San Marcos del Departamento de San Salvador, debido a que este local es abastecido con granos no tratados y los demás locales se abastecen de granos ya tratados con insecticidas.

4.5. Investigación de Laboratorio

4.5.1. Preparación del extracto ⁽¹²⁾

El tratamiento previo del ajo consistió en la remoción de túnica y el fraccionado.

a) Remoción de túnica ⁽¹²⁾

Las hojas mas externas que cubren a los bulbillos conocidos como dientes de ajo al secarse se convierten en túnicas las cuales fueron removidas manualmente para el posterior fraccionamiento de los bulbillos.

b) Fraccionado ⁽¹²⁾

Los bulbillos de ajo se fraccionaron en 6 partes con una navaja para disminuir su tamaño y facilitar la extracción de la alicina (Principio activo del ajo) compuesto azufrado que le da el olor característico y propiedades terapéuticas.

c) Preparación de extracto madre de ajo ⁽⁶⁾

1. Agregar el ajo fraccionado en un mortero y machacar con un pistilo.
2. Colocar un beaker con capacidad de 2L, en un baño de hielo y agregarle 500 mL de agua destilada, y dejar hasta que la temperatura sea menor o igual a 10 °C.

3. Pesar en una balanza granataria o semianalítica 1.0 Kg de ajo machacado en un beaker y agregar 500 mL de agua destilada a una temperatura a 10 °C.
4. Dejar macerando el ajo durante cuatro horas, controlando que la temperatura no supere los 15 °C.
5. Filtrar el macerado por decantación sobre un embudo con gasa de algodón y recibir el filtrado en un beaker de 1L.
6. Transferir el filtrado a un frasco volumétrico con capacidad de 1.0L.
7. Realizar tres lavados, agitar y llevar a volumen con agua destilada a temperatura no mayor de 10 °C.
8. Rotular un frasco color ámbar con capacidad para 1L como “solución madre de ajo”.
9. Transferir la solución al frasco color ámbar rotulado como “solución madre de ajo”, y tapar.

d) Preparación de las diluciones ácidas ⁽¹²⁾

Se elaboraron seis diluciones del extracto madre de ajo, tres utilizando vinagre blanco y tres utilizando vinagre casero, ambas a concentraciones de 10% de solución madre de ajo, 20% de solución madre de ajo, 25% de solución madre de ajo.

Obtención de dilución al 10% de solución madre de ajo. ⁽¹²⁾

1. Pipetear 10.0 mL de solución madre.
2. Transferir los 10.0 mL de solución madre a un frasco volumétrico de 100mL.
3. Llevar a volumen de 100.0 mL con vinagre blanco y homogenizar.
4. Dejar en reposo 30 minutos a temperatura ambiente.
5. Transferir la solución obtenida a un recipiente dispensador y rotular como dilución al 10% de solución madre de ajo en vinagre blanco.
6. Proceder a las pruebas de aplicación directa.

De la misma forma se procedió para la preparación de la dilución al 10% de solución madre de ajo en vinagre casero y, para la preparación de las diluciones al 20% de solución madre de ajo y 25% de solución madre de ajo en vinagre blanco y en vinagre casero; la cantidad pipeteada fue de 20.0 mL y 25.0 mL de la solución madre respectivamente.

Preparación del blanco ⁽¹²⁾

1. Pipetear 10.0 mL de agua destilada y agregarla a un frasco volumétrico de 100.0 mL.
2. Llevar a volumen con vinagre blanco.
3. Dejar en reposo 30 minutos a temperatura ambiente.
4. Transferir la solución a un recipiente dispensador y rotular como blanco de vinagre blanco.
5. Proceder a la prueba de aplicación directa.

Se procedió de la misma forma para la preparación del blanco con vinagre casero. Se elaboró de la misma forma dos blancos más, cambiando el volumen de agua destilada a 20.0 mL y 25.0 mL, tanto para el vinagre blanco como para el vinagre casero.

Preparación de la sustancia testigo. ⁽¹²⁾

1. Medir con una probeta 100 mL de agua destilada.
2. Agregar el agua destilada a un dispensador y rotular como “sustancia testigo”.

Codificación de los tratamientos.

T1: dilución al 10% de solución madre de ajo con vinagre blanco.

T2: dilución al 20% de solución madre de ajo con vinagre blanco.

T3: dilución al 25% de solución madre de ajo con vinagre blanco.

T4: dilución al 10% de solución madre de ajo con vinagre casero.

T5: dilución al 20% de solución madre de ajo con vinagre casero.

T6: dilución al 25% de solución madre de ajo con vinagre casero.

Los tratamientos se aplicaron por quintuplicado por cada dilución.

Codificación de los blancos.

VB1: Blanco de vinagre blanco al 10% v/v.

VB2: Blanco de vinagre blanco al 20% v/v.

VB3: Blanco de vinagre blanco al 25% v/v.

VC1: Blanco de vinagre casero al 10% v/v.

VC2: Blanco de vinagre casero al 20% v/v.

VC3: Blanco de vinagre casero al 25% v/v.

Los blancos se aplicaron por triplicado por cada dilución.

T7: Testigo (se aplicó por duplicado).

e) Determinación de *pH* de las diluciones 10% de solución madre de ajo, 20% de solución madre de ajo y 25% de solución madre de ajo. ⁽²⁾

Fundamento: El principio básico de la determinación electrométrica del *pH* es la medida de la actividad de los iones hidrógeno por mediciones potenciométricas utilizando un electrodo patrón de vidrio y otro de referencia.

1. Mantener el electrodo húmedo dentro de la solución de almacenado.
2. Encender el *pH*-metro y dejar 10 minutos.
3. Agregar la dilución 10% de solución madre de ajo a un beaker de 50mL.
4. Sacar el electrodo de la solución de almacenado y lavarlo con agua destilada con ayuda de una pizeta.
5. Secar el electrodo con un paño suave (papel kleenex).
6. Calibrar a *pH* 4 y *pH* 7.
7. Lavar el electrodo con agua destilada y repetir el paso 5.

8. Sumergir el electrodo en la dilución 10% de solución madre de ajo y agitar cada 30 segundos hasta completar 3 minutos.
9. Leer el valor de pH y anotar.

Las lecturas del pH de las diluciones de 20% y 25% de solución madre de ajo, se realizaron de la misma forma partiendo del paso 8 en adelante.

f) Determinación de la densidad de las diluciones 10% de solución madre de ajo, 20% de solución madre de ajo y 25% de solución madre de ajo. ⁽²⁴⁾

Definición: La densidad se define como la masa de una unidad de volumen de una sustancia a 25 °C expresada en Kg/L o en g/mL. ⁽²⁴⁾

1. Seleccionar un picnómetro de 25 mL limpio y seco.
2. Determinar el peso del picnómetro vacío.
3. Medir 40 mL de agua destilada y llevar a ebullición.
4. Medir 40 mL de la dilución 10% de solución madre de ajo y agregar en un beaker con capacidad de 50 mL.
5. Llevar a 20 °C la dilución 10% de solución madre de ajo contenida en el beaker, haciendo uso de un baño de hielo.
6. Llevar a 25 °C el agua destilada.
7. Agregar el agua destilada hasta la marca de volumen del picnómetro.
8. Pesar el picnómetro con el agua contenida en él.
9. Descartar el agua del picnómetro y enjuagar con la dilución 10% de solución madre de ajo a 20 °C.
10. Agregar la dilución 10% de solución madre de ajo a 20 °C al picnómetro.
11. Ajustar la temperatura a 25 °C de la solución contenida en el picnómetro con la ayuda de un termómetro.
12. Retirar el exceso del líquido y pesar.

13. Determinar el valor de la densidad mediante la siguiente fórmula ⁽²⁴⁾

$$D = \frac{a-b}{v}$$

Donde:

D: Densidad

a: peso del picnómetro lleno con el líquido a 25 °C

b: peso del picnómetro vacío

v: volumen del picnómetro

De la misma forma se tomó la densidad a las diluciones de 20% y 25% de solución madre de ajo.

Se utilizó un frasco volumétrico de 10 mL en lugar de un picnómetro.

g) Prueba de aplicación directa ^(12, 14)

1. Colocar papel filtro sobre la base de una caja de plástico de 20 cm de largo y 20 cm de ancho.
2. Medir 10 mL del tratamiento a evaluar y pasarlos a un frasco con atomizador con capacidad para 20 mL.
3. Introducir en la caja de plástico 100 granos de frijol.
4. Aplicar por aspersion, sobre los granos de frijol todo el tratamiento contenido en el frasco, a una distancia de aproximadamente 20 cm.
5. Secar los granos de frijol al ambiente durante 30 minutos dentro de la caja.
6. Introducir en la caja 10 gorgojos de frijol común (**Zabrotes subfasciatus**), procurando en lo posible mantener igual número de machos y hembras.
7. Cerrar la caja de plástico utilizando papel parafilm.
8. Observar el comportamiento de los gorgojos después de la aplicación del tratamiento a 1, 6, 12, 24, 48 y 72 horas.
9. Realizar la prueba por quintuplicado una vez en el tiempo.

Lectura de los resultados: se contó el número de gorgojos muertos.

La prueba se realizó por quintuplicado, para cada uno de los tratamientos de las diferentes concentraciones 10%, 20% y 25% de solución madre de ajo.

Se llevó un blanco para cada uno de los porcentajes de solución madre de ajo y un testigo, los cuales fueron aplicados de la misma forma que los tratamientos.

Aplicación del blanco (12, 14)

1. Colocar papel filtro sobre la base de una caja de plástico de 20 cm de largo y 20 cm de ancho.
2. Medir 10 mL del blanco y pasarlos a un frasco con atomizador con capacidad para 20 mL.
3. Introducir en la caja de plástico 100 granos de frijol.
4. Aplicar por aspersión, sobre los granos de frijol todo el blanco contenido en el frasco, a una distancia de aproximadamente 20 cm.
5. Secar los granos de frijol al ambiente durante 30 minutos dentro de la caja.
6. Introducir en la caja 10 gorgojos de frijol común (***Zabrotes subfasciatus***), procurando en lo posible mantener igual número de machos y hembras.
7. Cerrar la caja de plástico utilizando papel parafilm.
8. Observar el comportamiento de los gorgojos después de la aplicación del blanco a 1, 6, 12, 24, 48 y 72 horas.

La aplicación del blanco se realizó por triplicado una vez en el tiempo.

Aplicación de la sustancia testigo (12, 14)

1. Colocar papel filtro sobre la base de una caja de plástico de 20 cm de largo y 20 cm de ancho.
2. Medir 10 mL de la sustancia testigo y pasarlos a un frasco con atomizador con capacidad para 20 mL.
3. Introducir en la caja de plástico 100 granos de frijol.

4. Aplicar por aspersión, sobre los granos de frijol toda la sustancia testigo contenida en el frasco, a una distancia de aproximadamente 20 cm.
5. Secar los granos de frijol al ambiente durante 30 minutos dentro de la caja.
6. Introducir en la caja 10 gorgojos de frijol común (**Zabrotes subfasciatus**), procurando en lo posible mantener igual número de machos y hembras.
7. Cerrar la caja de plástico utilizando papel parafilm.
8. Observar el comportamiento de los gorgojos después de la aplicación del tratamiento a 1, 6, 12, 24, 48 y 72 horas.

La aplicación de la sustancia testigo se realizó por duplicado una vez en el tiempo.

Para la recopilación de los datos se utilizó la tabla ilustrada en el anexo 5.

h) Prueba de repelencia ⁽¹⁰⁾

1. Introducir 20 granos de frijol en cada una de cuatro bolsas plásticas.
2. Rociar los granos de frijol con 20 mL del tratamiento:
 - T1 para la primera bolsa
 - T2 para la segunda bolsa
 - T3 para la tercera bolsa
 - Vinagre Blanco = Blanco para la cuarta bolsa
3. Homogenizar los tratamientos respectivos sobre los granos.
4. Secar los granos a temperatura ambiente durante 30 minutos.
5. Colocar los granos dentro de los compartimentos asignados de la arena experimental (ver anexo 6). A cada tratamiento le corresponde un compartimiento.
6. Tapar los compartimentos con papel parafilm y sellarlos.
7. Colocar en el centro de la arena experimental 50 gorgojos comunes de frijol (**Zabrotes subfasciatus**).

8. Realizar el conteo del número de gorgojos en cada compartimiento luego de 24, 48 y 72 horas.

En la prueba de repelencia se utilizó una arena experimental para los tratamientos T1, T2 y T3, y una arena experimental para los tratamientos T4, T5, y T6 llevando como blanco Vinagre Casero.

Se realizó la prueba de repelencia por triplicado para cada tipo de extracto.

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño estadístico para la prueba de aplicación directa completamente al azar con seis tratamientos y cinco repeticiones. Los resultados fueron analizados estadísticamente por el método de varianza y análisis comparativo de medias utilizando prueba de homogeneidad de varianzas denominado la prueba de Cochran. ⁽²⁸⁾

Formula de Cochran:

$$Q_{\text{exp}} = S^2_{\text{máx}} / \sum S^2_i$$

Donde:

Q_{exp} = Valor de Q experimental.

$S^2_{\text{máx}}$ = Desviación típica máxima

$\sum S^2_i$ = Sumatoria de las desviaciones típicas.

Con el fin de eliminar la mortalidad de los gorgojos por causas ajenas al tratamiento se determinó además la mortalidad corregida utilizando la fórmula de Abbott. ⁽¹⁴⁾

$$MC = \frac{X - Y}{100 - Y}$$

Donde:

MC= Mortalidad corregida

X= Porcentaje de mortalidad en el tratamiento.

Y= Porcentaje de mortalidad en el blanco.

Para la prueba de repelencia se calculó el índice de repelencia para cada tratamiento. (20)

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

Donde:

IR = índice de repelencia

G = porcentaje de insectos en el tratamiento

P = porcentaje de insectos en el control

Siendo el solvente neutro si $IR = 1$; atrayente si $IR > 1$ y repelente si $IR < 1$.

CAPITULO V
RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La identificación de la planta de ajo se realizó con ayuda del experto Jorge Monterrosa Salomón mediante revisión y comparación entre el ejemplar botánico examinado y la colección de referencia existente en el Jardín Botánico La Laguna, verificando así, que la planta examinada es *Allium sativum* L. (ajo) de la familia Alliaceae. (ver anexo 1)



Figura N° 7: Planta de ajo



Figura N° 8: Bulbos de ajo

El extracto madre de ajo se obtuvo a partir de los bulbos de *Allium sativum* (ajo), utilizando el método de extracción por maceración a baja temperatura, dicho método permitió obtener los compuestos activos en solución. El solvente utilizado para la extracción fue agua destilada a 10°C.

Fue necesario hacer uso de un baño de hielo para controlar la temperatura en la elaboración del extracto madre de ajo ya que según el método utilizado no debe exceder los 15°C, teniendo en cuenta además de protegerlo de la luz, para mantener la estabilidad de la solución.

Del extracto obtenido se preparó una solución madre que fue utilizada para elaborar seis diluciones, tres fueron realizadas con vinagre blanco y tres diluciones con vinagre casero, en ambos casos se hicieron diluciones al 10%, 20% y 25% de solución madre de ajo para cada tipo de vinagre.

Se determinó el *pH* de las diluciones porque para la estabilidad de los componentes principales del ajo se necesita un rango de *pH* determinado, y también se determinó las densidades de las diluciones para poder obtener la concentración de las mismas. (ver anexos 7 y 8)

Tabla N° 1. *pH* de las diluciones T1, T2, T3, T4, T5, y T6; vinagres y solución madre.

Nombre de los tratamientos	Codificación de Tratamientos	Valor de <i>pH</i>
Dilución al 10% de solución madre de ajo con vinagre blanco.	T1	3.01
Dilución al 20% de solución madre de ajo con vinagre blanco.	T2	3.29
Dilución al 25% de solución madre de ajo con vinagre blanco.	T3	3.41
Dilución al 10% de solución madre de ajo con vinagre casero.	T4	3.52
Dilución al 20% de solución madre de ajo con vinagre casero.	T5	3.85
Dilución al 25% de solución madre de ajo con vinagre casero.	T6	3.92
Vinagre Blanco	VB	2.60
Vinagre Casero	VC	3.05
Solución madre de ajo	SM	6.34

Los tratamientos T1 hasta T6 presentan un rango de *pH* de 3.01 a 3.92, considerándose entonces que es un *pH* favorable para la estabilidad de los principales compuestos del ajo, ya que un *pH* bajo favorece dicha estabilidad al inactivar la enzima aliinasa responsable de la metabolización de la alicina cuando se encuentran en solución. ⁽⁶⁾

Se determinó las densidades a las diluciones realizadas para calcular la concentración real en cada uno de los tratamientos (ver anexo 7 y 8).

Tabla N° 2. Densidades de las diluciones T1, T2, T3, T4, T5, y T6.

Código de Tratamiento	Densidades (g/ml)			
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
T1	0.9285	0.9285	0.9285	0.9285
T2	1.0208	1.0218	1.0218	1.0215
T3	1.0876	1.0768	1.0890	1.0845
T4	1.0078	1.0052	1.0080	1.0070
T5	1.0159	1.0159	1.0159	1.0159
T6	1.0243	1.0196	1.0197	1.0212

Los resultados de densidades mostraron una relación directamente proporcional a las concentraciones de las diluciones para cada vinagre utilizado, y se obtuvieron las cantidades reales en gramos mediante la fórmula de la densidad, observándose que a mayor volumen de solución madre, mayor peso en gramos en las diluciones y por tanto mayor concentración. (ver anexo 8)

Tabla N° 3. Densidades y concentraciones de las diluciones T1, T2, T3, T4, T5, y T6.

Código	Densidad promedio	Concentración (g/L)	Concentración (g/mL)
T1	0.9285	92.850	9.285
T2	1.0215	204.300	20.430
T3	1.0845	271.125	27.113
T4	1.0070	100.700	10.070
T5	1.0159	203.180	20.032
T6	1.0212	254.550	25.455

Los datos obtenidos reflejan que la concentración expresada en g/mL es muy similar a la expresada en porcentaje de solución madre de ajo, por lo que se puede decir que la diferencia entre la concentración de ajo en los vinagres casero y blanco dada en porcentaje de solución madre de ajo o p/v es poca.

Para analizar la efectividad de los tratamientos se realizó la prueba de aplicación directa con cinco repeticiones, donde se contó el número de gorgojos muertos a diferentes tiempos de exposición; en todas las pruebas se llevó un

blanco y un testigo para respaldar que la mortalidad de los gorgojos no la ocasiona el solvente. También se realizó una prueba de repelencia de los tratamientos hacia el gorgojo común del frijol; la prueba se realizó por triplicado.

PRUEBA DE APLICACIÓN DIRECTA

En esta prueba se evaluó el número de gorgojos muertos a diferentes horas, así se observó a 1, 6, 12, 24, 48, y 72 horas, posteriores a la aplicación de cada tratamiento. (Los resultados obtenidos se presentan en la tabla N° 4 y tabla N° 5).

Tabla N° 4. Número de gorgojos (*Zabrotes subfasciatus*) muertos después de 1, 6, 12, 24, 48 y 72 horas de la aplicación de los tratamientos y blancos elaborados con vinagre blanco, T1, T2, T3, VB1, VB2, VB3. Prueba de aplicación directa.

Tratamiento	REPETICIÓN	1H	%M	6H	%M	12H	%M	24H	%M	48H	%M	72H	%M
T1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	40
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20
	Promedio		0		0		0		0		0		20
VB1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
		Promedio		0		0		0		0		0	
T2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20
	2	0	0	0	0	0	0	2	20	1	10	2	20
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	40
	4	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	3	30
	5	0	0	0	0	0	0	2	20	1	10	1	10
	Promedio		0		0		0		10		4		24
VB2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	30
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	30
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	1	10
	Promedio		0		0		0		0		3		23
T3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	1	10
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	50
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	30
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	3	30
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	1	10
	Promedio		0		0		0		0		6		26
VB3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	40
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20
	Promedio		0		0		0		0		0		23

M = número de gorgojos muertos; %M= porcentaje de mortalidad

Los resultados de la prueba de la aplicación directa de la tabla N° 4 muestran que los blancos presentan un porcentaje de mortalidad de gorgojos muy parecida al porcentaje de mortalidad de gorgojos en los tratamientos, así, el tratamiento T1 presentó homogeneidad en el porcentaje de muertes de ***Zabrotes subfasciatus*** igual al blanco, a las 1, 6, 12, 24 y 48 horas después de la aplicación, por lo que a esa concentración y tiempo de exposición no presenta ningún efecto insecticida sobre el ***Zabrotes subfasciatus***; y únicamente hay diferencia significativa entre T2 y su respectivo blanco (VB2) a las 24 horas de exposición, así como también entre T3 y su respectivo blanco (VB3) a 48 horas de exposición; estos datos revelan que el vinagre blanco utilizado para la preparación de los tratamientos ejerce cierto efecto insecticida sobre el ***Zabrotes subfasciatus***.

Los resultados de la prueba de la aplicación directa expuestos en la tabla N° 5 muestran que los tratamientos empiezan a ejercer efecto insecticida a las 12 horas de exposición, sin embargo a las 72 horas de exposición el porcentaje de mortalidad de gorgojos en los blancos es similar al porcentaje de mortalidad de gorgojos en los tratamientos excepto en T5 con un 32% y su respectivo blanco (VC2) con un 17%. Estos datos revelan que el vinagre casero utilizado para la preparación de los tratamientos también ejerce cierto efecto insecticida a las 72 horas de exposición.

Los resultados de la prueba de aplicación directa mostrados en la tabla N° 4 y N° 5 se analizaron estadísticamente por el método de varianza, y análisis comparativo de medias utilizando la prueba de homogeneidad de varianzas (prueba de Cochran), con un nivel de significancia de 0.05. ⁽²⁸⁾ (ver anexo 9, 10 y 11).

Tabla N° 5. Número de gorgojos (*Zabrotes subfasciatus*) muertos después de 1, 6, 12, 24, 48 y 72 horas de la aplicación de los tratamientos y blancos elaborados con vinagre casero, T4, T5, T6, VC1, VC2, VC3. Prueba de aplicación directa.

Tratamiento	REPETICIÓN	1H	%M	6H	%M	12H	%M	24H	%M	48H	%M	72H	%M
T4	1	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	3	30
	2	0	0	0	0	0	0	2	20	1	10	2	20
	3	0	0	0	0	2	20	0	0	0	0	2	20
	4	0	0	0	0	1	10	2	20	0	0	3	30
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	2	20
	Promedio		0		0		8		8		4		24
VC1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	40
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	2	20
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	1	10
	Promedio		0		0		0		0		4		23
T5	1	0	0	0	0	0	0	1	10	1	10	2	20
	2	0	0	0	0	1	10	0	0	1	10	3	30
	3	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	5	50
	4	0	0	0	0	1	10	0	0	1	10	3	30
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	30
	Promedio		0		0		4		4		6		32
VC2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20
	Promedio		0		0		0		0		0		17
T6	1	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	2	20
	2	0	0	0	0	1	10	0	0	1	10	1	10
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	30
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	30
	5	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	3	30
	Promedio		0		0		4		2		2		24
VC3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20
	Promedio		0		0		0		0		0		17

M = número de gorgojos muertos; %M= porcentaje de mortalidad

Se realizó el análisis estadístico para cada tratamiento, utilizando el programa Microsoft Excel para calcular la media aritmética, la desviación estándar y la varianza (ver anexo 9) estos datos fueron introducidos a la fórmula de Cochran para obtener el valor experimental.

Tabla N° 6. Análisis de varianza: prueba de Cochran. (ver anexo 11)

Dilución con	Código	Valor experimental	Valor de tabla nivel de significancia	Resultado
Vinagre Blanco	T1	1.0000	0.7457	$Q_{exp} > Q_{tabla}$ = Diferencia significativa
	T2	0.5000	0.7457	$Q_{exp} < Q_{tabla}$ = Homogeneidad de varianzas
	T3	0.9032	0.7457	$Q_{exp} > Q_{tabla}$ = Diferencia significativa
Vinagre Casero	T4	0.4800	0.7457	$Q_{exp} < Q_{tabla}$ = Homogeneidad de varianzas
	T5	0.5714	0.7457	$Q_{exp} < Q_{tabla}$ = Homogeneidad de varianzas
	T6	0.5216	0.7457	$Q_{exp} < Q_{tabla}$ = Homogeneidad de varianzas

Para comprobar la homogeneidad y certeza de los datos se utilizó la prueba de Cochran (ver anexo 10), definido como el cociente entre la mayor varianza y la sumatoria de todas las varianzas.

Al comparar los resultados obtenidos del efecto insecticida en la prueba de aplicación directa con el valor de Q de la tabla de Cochran (ver tabla N° 6 y anexo 11) con un nivel de significancia de 0.05, se observa que el comportamiento de los tratamientos T1 y T3 es distinto a diferentes tiempos de exposición. De acuerdo a los resultados, el tratamiento T2 es el que ejerce mayor efecto insecticida a tiempos menores de exposición. (ver tabla N° 4)

El valor experimental de Q en los tratamientos T4, T5 y T6 fue menor al valor Q de tabla, determinando que existe homogeneidad entre los tiempos de exposición de cada uno de los tratamientos después de haber sido aplicados. Y en la tabla N° 5 se puede observar que después de 12 horas de aplicación los tratamientos ejercen acción insecticida sobre el gorgojo común del frijol (*Zabrotes subfasciatus*).

Con el fin de eliminar la mortalidad de los gorgojos (*Zabrotes subfasciatus*) por causas ajenas al tratamiento se determinó además la mortalidad corregida utilizando la fórmula de Abbott. ⁽¹⁴⁾

Fórmula de Abbott:

$$MC = \frac{X - Y}{100 - Y}$$

Donde:

MC= Mortalidad corregida

X= Porcentaje de mortalidad en el tratamiento.

Y= Porcentaje de mortalidad en el blanco.

Se consideraron prometedores, aquellos tratamientos que tengan un porcentaje mayor del 30% con respecto al blanco. (ver anexo 12 y 13)

Los resultados de las muertes corregidas se presentan en la tabla N° 7.

Tabla N° 7. Resultados de muertes corregidas en los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5 y T6.

Tratamiento							
	1H %MC	6H %MC	12H %MC	24H %MC	48H %MC	72H %MC	%MCT
T1	0	0	0	0	0	7.73	7.73
T2	0	0	0	10	0.69	0.87	11.56
T3	0	0	0	0	6.00	3.48	9.48
T4	0	0	8	8	0	0.87	16.87
T5	0	0	4	4	6	18.47	32.47
T6	0	0	4	2	2	8.87	16.87

%MC = Porcentajes de Muertes Corregidas

%MCT = Porcentajes de Muertes Corregidas Totales

Se utilizó un testigo (T7), para comprobar que la mortalidad de los gorgojos (*Zabrotes subfasciatus*) no se deba a los solventes. (ver anexo 13)

Los porcentajes de muertes corregidas en T2, T3 y T4 muestran una disminución con respecto al tiempo de exposición, mientras que T1, T5 y T6 muestran una proporción directa de muertes respecto al tiempo de exposición.

Se considera que la dilución al 20% de solución madre de ajo tanto en vinagre blanco como en vinagre casero, dieron mejores resultados de efecto insecticida, siendo mejor el resultado de la dilución en vinagre casero al 20% de solución madre de ajo (T5), ya que mostró un porcentaje de mortalidad corregida total de 32.47% (el cual es mayor de 30% con respecto al blanco como lo especifica la prueba), por lo que se le puede continuar estudios como prometedora ya que además mostró una varianza homogénea en los resultados de aplicación directa respecto al tiempo de exposición según el análisis de la prueba de Cochran (ver tabla N° 6).

PRUEBA DE REPELENCIA

Esta prueba se realizó con el objetivo de determinar el posible efecto de repelencia que ejercen los tratamientos a las diferentes concentraciones y diferentes tiempos de exposición, sobre el *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol).

Los datos se presentan en las tablas N°16 y N°17 del anexo 14.

Tabla N° 8. Índice de repelencia de las diluciones con VB y VC contra el *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol).

PRUEBA DE REPELENCIA									
TX	24H			48H			72H		
	Promedio	%	IR	Promedio	%	IR	Promedio	%	IR
VB3	24.66	49.32	1.41	14.00	28.00	0.61	15.33	30.66	0.81
T1	10.33	20.66	0.59	1.66	3.32	0.21	6.33	12.66	0.59
T2	2.66	5.32	0.19	1.33	2.66	0.17	3.00	6.00	0.33
T3	2.00	4.00	0.15	1.00	2.00	0.13	2.66	5.32	0.30
VC3	15.66	31.32	0.86	16.66	33.32	0.80	15.66	31.32	0.72
T4	5.00	10.00	0.48	3.66	7.32	0.35	3.33	6.66	0.35
T5	4.33	8.66	0.43	2.66	5.32	0.28	2.00	4	0.23
T6	4.33	8.66	0.43	2.00	4.00	0.21	1.33	2.66	0.15

Fórmula del índice de repelencia

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

Donde:

IR = índice de repelencia

G = porcentaje de insectos en el tratamiento

P = porcentaje de insectos en el blanco

Siendo el tratamiento neutro si $IR = 1$; atrayente si $IR > 1$ y repelente si $IR < 1$.

Al analizar los resultados de repelencia se determinó que todos los tratamientos poseen acción repelente contra el **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común del frijol). El índice de repelencia indica que el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento T3 (dilución al 25% de solución madre de ajo en vinagre blanco) con un tiempo de exposición de 24 y 48 horas, y con el tratamiento T6 (dilución al 25% de solución madre de ajo en vinagre casero) con un tiempo de exposición de 72 horas.

Los mejores resultados los presentaron las diluciones al 25% de solución madre de ajo tanto para vinagre blanco como para vinagre casero, siendo más repelente el tratamiento T3 el cual presentó un IR de 0.13 a 48 horas de exposición, sin embargo el tratamiento T6 fue el que mostró un mejor efecto repelente sostenido en el tiempo ya que se observó una mayor repelencia a medida que aumentaba el tiempo de exposición.

Los resultados del índice de repelencia de los blancos, indican que el vinagre tanto blanco como casero posee efectos repelentes sobre el **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común del frijol), ya que el IR es menor que 1.00 a medida transcurre el tiempo de exposición, siendo el vinagre blanco el que

confiere mayor efecto repelente a las 72 horas de exposición, sin embargo, el mejor efecto repelente lo presenta el vinagre casero ya que muestra una proporción inversa del índice de repelencia a medida transcurre el tiempo de exposición.

Los resultados del índice de repelencia de los blancos fueron calculados de la misma manera que se calculó el índice de repelencia de los tratamientos, tomando como referencia para dicho cálculo el número de **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común del frijol) ubicados en el centro de la arena experimental.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

1. El método de extracción por maceración a baja temperatura es el más recomendable para el *Allium sativum* (ajo) ya que los compuestos principales que contienen los bulbos son muy volátiles y susceptibles a temperaturas mayores a 20 °C, por lo que es conveniente realizar la extracción controlando la temperatura.
2. La preparación de tres diluciones diferentes a partir de una solución madre de ajo, proporciona resultados más confiables ya que se puede evaluar el extracto de ajo a diferentes concentraciones favoreciendo así el estudio para determinar el mejor tratamiento insecticida.
3. Los resultados de la medición de densidades mostraron una relación directamente proporcional con las concentraciones de las diluciones, además los *pH* de las diluciones fueron ácidos lo que favorece la estabilidad de los principales compuestos activos con efecto insecticida y repelente, como la alicina y el ajoeno (ajocisteína) presentes en el ajo.
4. Las diluciones al 20% de solución madre de ajo tanto en vinagre blanco como en vinagre casero redujeron considerablemente las poblaciones de *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol), siendo la dilución al 20% de solución madre de ajo en vinagre casero considerada como tratamiento prometedor ya que fue el único que presentó una mortalidad corregida mayor de 30% respecto al blanco.
5. Todas las diluciones del extracto de ajo, tanto en vinagre blanco como en vinagre casero, mostraron una relación directa de las concentraciones con el efecto repelente, haciéndose notar que la cantidad de compuestos provenientes del ajo presentes en los tratamientos, influye en la repelencia contra el *Zabrotes subfasciatus*

(gorgojo común del frijol), sin embargo el mejor efecto repelente se observó en las diluciones realizadas con vinagre casero.

6. Tanto el vinagre blanco como el vinagre casero ejercen efecto repelente por si solos, contribuyendo a potenciar el efecto de los tratamientos, siendo el mejor de ambos el vinagre casero.
7. La dilución de solución madre de ajo al 20% en vinagre casero puede ser considerada como prometedora ya que obtuvo un 32.47% de muertes corregidas usando la fórmula de Abbott, y homogeneidad en los tiempos de exposición según la prueba de Cochran, además de presentar un efecto repelente sostenido en el tiempo de exposición contra las poblaciones de ***Zabrotes subfasciatus*** (gorgojo común del frijol).
8. Para determinar el efecto insecticida de un tratamiento en relación con el tiempo de exposición es de suma utilidad la tabla de Cochran y la fórmula de Abbott, sin embargo, se debe hacer un planteamiento estadístico para tener resultados confiables.
9. Los insecticidas naturales de origen vegetal tienen una gran importancia para el control de plagas, y son una alternativa al uso de insecticidas sintéticos que causan daño a la salud y al medio ambiente.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES

1. Aplicar recién preparadas las diluciones del extracto madre de ajo para aumentar la eficacia del método y obtener resultados confiables en la evaluación del efecto insecticida y repelente.
2. Proponer que en investigaciones futuras se modifique la técnica de preparación y de aplicación de los tratamientos, para generar una mejor alternativa a la población que almacena los granos de frijol.
3. Dar seguimiento a esta investigación con la dilución al 20% de solución madre de ajo en vinagre casero ya que su uso como insecticida natural para el control del ***Zabrotes subfasciatus*** (gorgojo común del frijol) en grano almacenado se considera prometedora.
4. Realizar estudios con otras especies vegetales de la familia de las Liliaceas, para buscar efecto insecticida y repelente de plagas que atacan a granos almacenados incluyendo el ***Zabrotes subfasciatus*** (gorgojo común del frijol), ya que como se observó los bulbos de ajo (***Allium sativum***) tienen compuestos con actividad débilmente insecticida, y presentan un buen efecto repelente contra el gorgojo común del frijol (***Zabrotes subfasciatus***).
5. Incluir en las prácticas de manejo de plagas agrícolas medidas de control preventivo como el uso de insecticidas naturales de origen vegetal.
6. Usar especies vegetales como alternativas para el control de insectos de granos almacenados, por ser más favorable para el medio ambiente y la salud de los seres vivos ya que el peligro de contaminación que representa el uso de insecticidas sintéticos es mucho mayor que el que implica el uso de insecticidas naturales.

7. Investigar insecticidas naturales obtenidos de diversas plantas para ser utilizados en la mitigación de plagas, y no depender del uso de los insecticidas sintéticos que son tóxicos para los seres vivos y el medio ambiente.
8. Utilizar más el vinagre casero ya que este posee mayor efecto repelente.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. Alquezar, Jesús Burillo. Gonzales Coloma, Azucena. Insecticidas y repelentes de insectos de origen natural. Zaragoza España. Centro de investigación y tecnología agroalimentaria. 2009 (1º edición).
2. APHA, AWWA, WPCF. Métodos Normalizados para el Análisis de aguas potables y residuales. Madrid, España. Ediciones Díaz de Santos. 1992. 4:106-108, 113; 9:35.
3. Ayala, E. y otros, 2004. Evaluación de la acción insecticida, repelente y disuasiva de dos especies vegetales en el control de gorgojo de maíz (***Sitophiluszeamaiz***, **Motschulsky**) sobre los granos almacenados. Trabajo de graduación, Lic. Qca. Y Farm., El Salvador, San Salvador, Universidad de El Salvador.
4. Castañeda, W., El frijol y su importancia a nivel nacional e internacional.2000 [Consultado 20 marzo 2011]. Disponible en línea en: [http:// www.monografias.com](http://www.monografias.com)
5. Dajoz Roger. Los insecticidas. Oikos-Tau, S.A ediciones. Barcelona España. 1978.
6. Díaz L., Jiménez K.; Validación de un Método de Extracción de Alicina en Ajo y su Cuantificación por HPLC. Simposio de Metrología 2008. Santiago de Querétaro, México, 22 al 24 de Octubre. 1-2. Disponible en:
https://www.cenam.mx/simposio2008/sm_2008/memorias/S2/SM2008-S2A2-1066.pdf
7. Fumigaciones Saneamiento Ambiental Asesoría y Proyectos. Lima, Perú. SETAM; 2008. [acceso 24 de Marzo de 2011]. Plagas de granos

almacenados, Especies Primarias. [1 pantalla]. Disponible en:
<http://setamfumigacion.es.tl/P-.-Granos-Almacenados-1.htm>

8. García Gómez L., Sánchez Muniz F. Efectos cardiovasculares de
(*Allium sativum*) Scielo; 2000. [consultado 21 de Mayo de 2011]; 50(3).
[10 pantallas]. Disponible en :
http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222000000300002&lng=en&nrm=iso&ignore=.html
9. http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_frijol.pdf.
[Consultado 20 enero de 2011]. Frijol. Tomado del libro: Aspectos
Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica.
Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Ministerio de
Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 1991.
10. Izquierdo Oviedo H., Quiones Ocegüer Y. Obtención de semilla de ajo.
La Habana, Cuba: División de Biotecnología, Fisiología y Resistencia
del Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". Facultad
de Biología de la Universidad de La Habana; septiembre-diciembre
2001. Disponible en:
<http://www.utm.mx/~temas/temas-docs/nfnotas15R2.pdf>
11. Larousse Diccionario enciclopédico. Bogotá Colombia. 2001.
12. Martínez Benítez Roxana y Rivera Mancia Mónica. Evaluación de la
acción repelente, insecticida y protectora de los extractos acuoso e
hidroalcohólico de *Allium sativum* (ajo) contra el *Zabrotes*
subfasciatus (gorgojo común) del frijol almacenado. Trabajo de
graduación, Lic. Qca. Y Farm., El Salvador, San Salvador, Universidad
de El Salvador.

13. NATURAMEDIC, Las plantas y sus virtudes, (en línea), [Consultado 18 de Julio 2011]. Disponible en:<http://www.naturamedic.com/ajo-doc.htm>.
14. Nava-Pérez, E., Gastélum-Hurtado, P., Camacho-Báez, JR., Valdez-Torres, B., Bernal-Ruiz, C.; Herrera-Flores, R. Utilización de extractos de plantas para el control de gorgojo pardo ***Acanthoscelides obtectus*** (say) en frijol almacenado. Redalyc. 2010 enero-abril. [acceso 10 de Mayo de 2011]. 6(1). Disponible en:
<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/461/46112896005.pdf>
15. OCEANO. Vocabulario técnico científico. OCEANO Grupo Editorial S.A de C.V, Barcelona España.
16. Orellana Lidia Eugenia. Obtención y aprovechamiento de extractos vegetales de la flora salvadoreña. El Salvador. Planter. Octubre 1989.
17. Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación. Santiago, Chile. Oficina regional de la FAO para América latina y el Caribe; 1993.[acceso 22 de Mayo de 2011]. Conservación y protección de los granos almacenados. Disponible en:
<http://www.fao.org/docrep/x5027s/x5027s0h.htm>.
18. Peña A. El ajo: virosis, fisiopatías y selección clonal y sanitaria. Madrid: INIA. CIT. Departamento de Protección Vegetal. 1988. Apdo. 8.111. 28080. 14: 461-483. Disponible en:
<http://www.marm.es/ministerio/pags/biblioteca/plagas/BSVP-14-03-461-483.pdf>
19. Pereira da Silva F. Conservación y protección de los granos almacenados. Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural;

1993. [acceso 22 de Mayo de 2011]. Disponible en:
<http://www.fao.org/docrep/x5027s/x5027s0h.htm>.
20. Perez Diana D; Lannacone José O. Mortalidad y repelencia en *Eupalamides cyparissias* (Lepidoptera: Castniidae), plaga de la aceitera *Elaeis guineensis*, por efecto de diez extractos botánicos. *Revista de la sociedad Entomologica Argentina* 2008; 67 (1-2):41:48. Disponible en:
www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037356802008000100005. [acceso 14 de diciembre de 2011].
21. QuimiNet.com; Todo sobre el frijol. [Consultado 11 de Abril 2011]. Disponible en: http://www.quiminet.com/ar6/ar_aasdbcBuzgt-todo-sobre-el-frijol.htm.
22. S. Gonzalo. Insecticidas vegetales, Universidad de Minnesota E.E.U.U. consultado el 15 de mayo de 2011. Disponible en línea en:
<http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/GsilvaSp.htm>
23. Soriano Bello. El uso del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) como planta medicinal. *Tlahui-Medic*; 2006 [consultado 20 de enero de 2011]; 1(21): [2 pantallas]. Disponible en:
<http://www.tlahui.com/medic/medic21/frijol.htm>
24. Shriner R.L, Curtin David, Domingues Jorge. Identificación sistemática de compuestos orgánicos. Limusa. México 1972. (1ª ed.)
25. Todomonografías.com. El cultivo del ajo. [consultado 2 de Abril de 2011]. Disponible en: <http://www.todomonografias.com>.
26. Toledo Rina. Cincuenta especies de la flora medicinal en El Salvador. APROCSAL. El Salvador. 2002.

27. www.gruposilvestre.com.pe/ArchivosProducto/C_SA_80.pdf
[consultado 11 de Marzo 2012].
28. www.uclm.es/actividades0708/cursos/estadistica/pdf/descargas/SPSS_PuebasNoParametricas.pdf. [consultado 15 de diciembre de 2011].
Pruebas no paramétricas.
29. www4.ujaen.es/~mpfrias/TablasInferencia.pdf [acceso 15 de diciembre de 2011].

GLOSARIO (11, 15)

Adeptos: Afiliado a una secta o una asociación.

Aclimatación: Proceso por el cual un organismo se adapta fisiológicamente a los cambios en su medio ambiente, que en general tienen relación directa con el clima. Se suele usar este término para referirse a procesos que ocurren durante un período corto, como la vida de un organismo individual o grupo.

Actinomorfo: Órgano vegetal que presenta dos o más planos de simetría.

Apomíctico: Se denomina apomixis o apomixia a la reproducción asexual por medio de semillas. Las plantas que presentan este tipo de reproducción (las que se denominan plantas apomícticas) producen sus semillas sin que ocurra meiosis ni fertilización, por lo que sus descendientes son genéticamente idénticos a la planta madre.

Axila: Región situada encima de la inserción de una hoja con el tallo, en el vértice del ángulo formado por ambos.

Escorbuto: Enfermedad producida por deficiencia de vitamina C, caracterizada por hemorragias múltiples y caquexia progresiva

Espata: En botánica, una espata es una bráctea generalmente amplia y a veces coloreada que envuelve a una inflorescencia. La espata aparece en algunas monocotiledóneas con inflorescencia de tipo espádice como en las familias Araceae y Araceae. En las palmeras la espata es a menudo de consistencia bastante dura. En las aráceas la espata suele presentar una apariencia petaloidea, haciendo que toda la inflorescencia tenga la apariencia de una sola flor.

Estigma: Orificio respiratorio de las tráqueas, en los insectos y arácnidos.

Fanera: Todo órgano de origen epitelial, como los pelos, las plumas, las uñas, las garras y las pezuñas.

Fitotoxicidad: Capacidad de un compuesto químico para producir daño en las plantas.

Fumigante: Pesticida que se evapora o se descompone en productos gaseosos en contacto con el aire o el agua.

Herbáceo: Plantas endebles, no leñosas, cuyas partes aéreas mueren después de fructificar.

Hermafrodita: Ser vivo en el que están unidos los órganos reproductores de los dos sexos.

Insectistático: Agente químico que paraliza a los insectos o inhibe su reproducción.

Obturar: Tapar o cerrar un orificio o conducto.

Potasa: Hidróxido de sodio.

Sinusitis: Inflamación de los senos óseos de la cara.

Túnica: Envoltura adherente de un bulbo.

Umbela: Una umbela es un tipo de inflorescencia abierta, racimosa o racemosa en la cual el pedúnculo se ensancha en la extremidad en forma de clavo o disco y de ese punto irradian los pedicelos florales como las varillas de un paraguas. Estos pedicelos tienen toda la misma longitud.

Vermífugo: Medicamento utilizado para combatir los paracitos intestinales.

Cero vegetativo: Umbral de desarrollo vegetativo; a partir de esta temperatura se inicia el desarrollo vegetativo de la planta.

Prometedora: Ofrece buenas perspectivas para poder ser una sustancia insecticida.

ANEXOS

ANEXO Nº 1

Asociación Jardín Botánico La Laguna



Antiguo Cuscatlán, viernes 28 de enero de 2011

A quien corresponda:

Por este medio hago constar que los alumnos Nelson Edgardo Ramos Archila y Sergio Frankshescoly Santacruz Jiménez se hicieron presentes a las instalaciones de nuestro herbario solicitando la identificación de un ejemplar botánico. Después de revisado y comparado con nuestra colección de referencia, se verifica que pertenece a la especie *Allium sativum* L. de la familia Alliaceae.

Y para los usos que los interesados estimen convenientes, se extiende la presente nota.

Atentamente.

Jorge Monterrosa Salomón
Jardín Botánico La Laguna
Herbario LAGU
Curador



ANEXO Nº 2

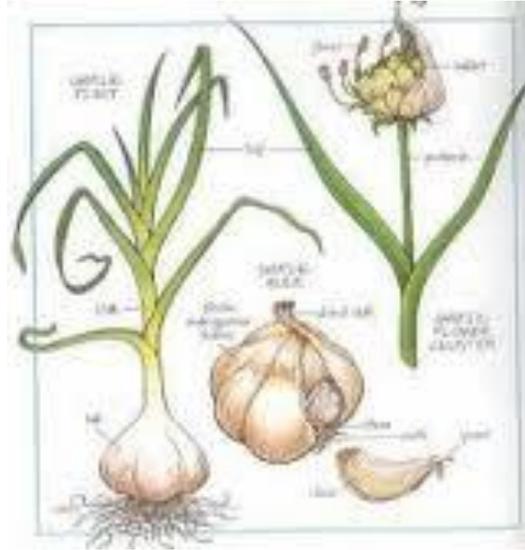


Figura Nº 9. Planta de *Allium sativum* (ajo)



Figura Nº 10. Ajo blanco.



Figura Nº 11. Ajo rosado.

ANEXO N° 3

Imágenes de **Zabrotes subfasciatus** (gorgojo común del frijol)



Figura N° 12. *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común) hembra.



Figura N° 13. Vista aérea del *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común) hembra.



Figura N° 14. *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común) macho.



Figura N° 15. Vista aérea del *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común) macho.

ANEXO N° 4
Fotografías de los procedimientos desarrollados



Figura N° 16. Lugar de muestreo de *Phaseolus vulgaris* (Frijol común) y *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo común del frijol).



Figura N° 17. Remoción de túnica y fraccionado de bulbos de *Allium sativum* (ajo).



Figura N° 18. Proceso de obtención de la solución madre.

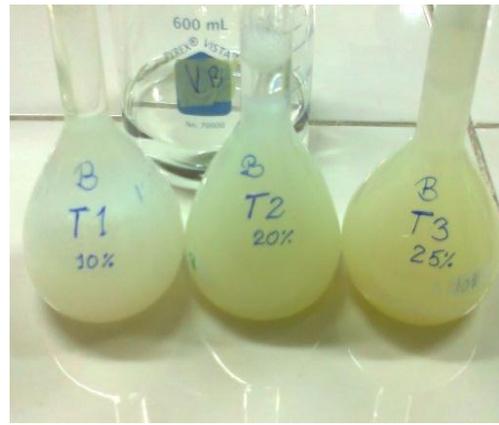
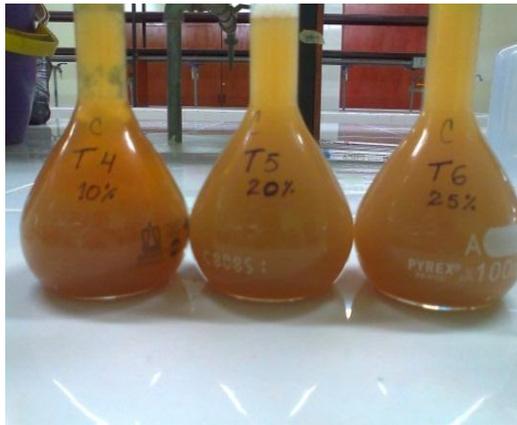


Figura N° 19. Obtención de diluciones.



Figura N° 20. Lectura de pH.



Figura N° 21. Medición de densidad.



Figura N° 22. Codificación de diluciones.



Figura N° 23. Prueba de aplicación directa.

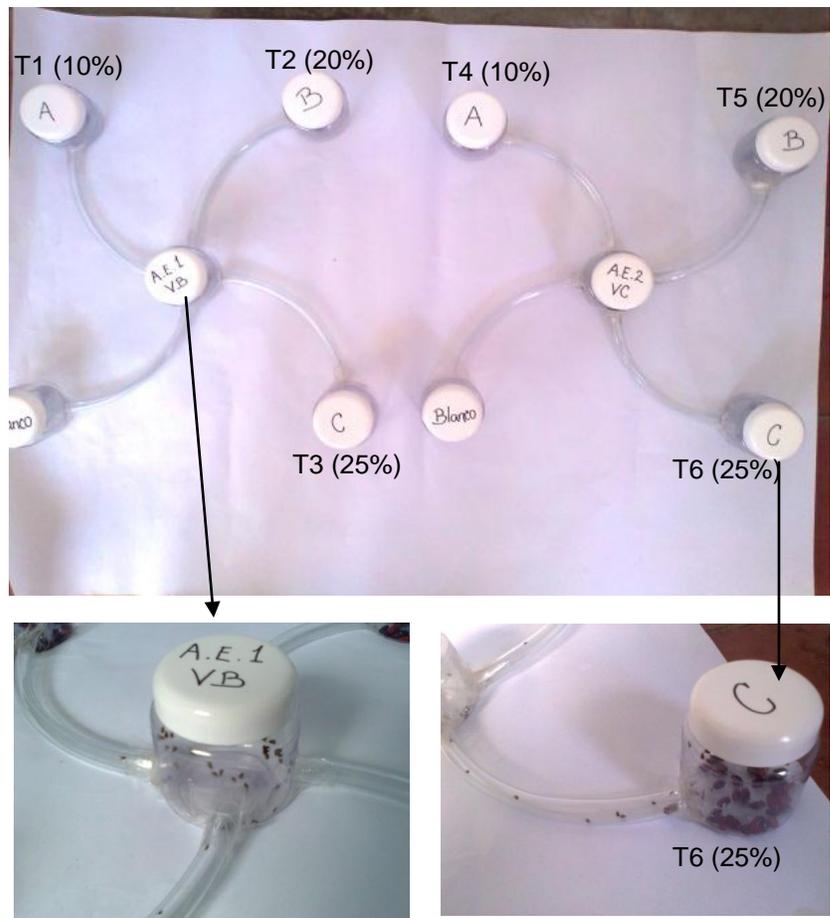


Figura N° 24. Arena experimental de prueba de repelencia.

ANEXO Nº 5

Tabla Nº 9. Recolección de datos para prueba de aplicación directa.

Tx	REPETICION I						REPETICION II						REPETICION III						REPETICION IV						REPETICION V					
	Horas						Horas						Horas						Horas						Horas					
	1	6	12	24	48	72	1	6	12	24	48	72	1	6	12	24	48	72	1	6	12	24	48	72	1	6	12	24	48	72
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0	3	0	0	0	2	1	1
3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	1	1
4	0	0	1	0	0	3	0	0	0	2	1	2	0	0	2	0	0	2	0	0	1	2	0	3	0	0	0	0	1	2
5	0	0	0	1	1	2	0	0	1	0	1	3	0	0	0	1	0	5	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	0	3
6	0	0	1	0	0	2	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	3
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VB1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VB2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VB3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VC1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VC2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VC3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

T1: dilución al 10% de la solución madre de ajo con vinagre blanco.
T2: dilución al 20% de la solución madre de ajo con vinagre blanco.
T3: dilución al 25% de la solución madre de ajo con vinagre blanco.
T4: dilución al 10% de la solución madre de ajo con vinagre casero.
T5: dilución al 20% de la solución madre de ajo con vinagre casero.
T6: dilución al 25% de la solución madre de ajo con vinagre casero.
T7: Testigo (agua).

VB1: Blanco de vinagre blanco al 10% v/v.
VB2: Blanco de vinagre blanco al 20% v/v.
VB3: Blanco de vinagre blanco al 25% v/v.
VC1: Blanco de vinagre casero al 10% v/v.
VC2: Blanco de vinagre casero al 20% v/v.
VC3: Blanco de vinagre casero al 25% v/v.

ANEXO Nº 6

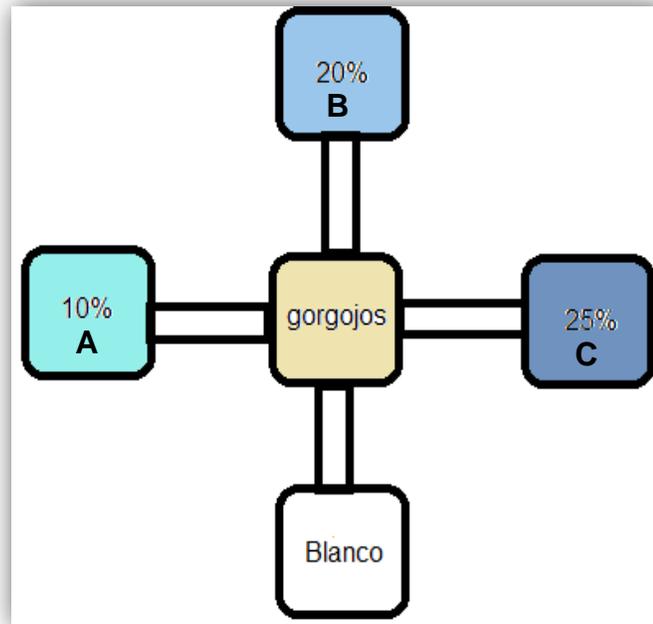


Figura Nº 25. Esquema de la arena experimental.

A= dilución al 10% de solución madre de ajo
B= dilución al 20% de solución madre de ajo
C= dilución al 25% de solución madre de ajo
Blanco = Vinagre

Se utilizó aparatos diferentes, para las diluciones de extracto con vinagre blanco y para las diluciones de extracto con vinagre casero.

ANEXO N° 7

Cálculo de densidades

Fórmula de densidad:

$$D = \frac{a - b}{v}$$

Donde:

D: Densidad

a: peso del picnómetro lleno con el líquido a 25 °C

b: peso del picnómetro vacío

v: volumen del picnómetro

Representación matemática del cálculo de la primera densidad de T1.

$$D = \frac{20.2400\text{g} - 10.9550\text{g}}{10\text{mL}} = 0.9285 \text{ g/mL}$$

Representación matemática del cálculo de la primera densidad de T2.

$$D = \frac{21.1950\text{g} - 10.9870\text{g}}{10\text{mL}} = 1.0208 \text{ g/mL}$$

Tabla N° 10. Densidades de los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, y T6.

Frasco volumétrico de 10 mL		Código	Pesos (g)			1ª Densidad (g/mL)	2ª Densidad (g/mL)	3ª Densidad (g/mL)
Vacío (g)	con agua (g)		1º Pesada	2º Pesada	3º Pesada			
10.9550	20.2300	T1	20.2400	20.2400	20.2400	0.9285	0.9285	0.9285
10.9870	20.2510	T2	21.1950	21.2045	21.2045	1.0208	1.0218	1.0218
16.1545	26.8081	T3	27.0304	26.9227	27.0454	1.0876	1.0768	1.0890
12.5615	22.5293	T4	22.6395	22.6140	22.6415	1.0078	1.0052	1.0080
12.5242	-	T5	22.6837	22.6829	22.6827	1.0159	1.0159	1.0159
10.6312	-	T6	20.8743	20.8276	20.8286	1.0243	1.0196	1.0197

Las densidades restantes se calcularon de la misma manera como se ejemplifica en el cálculo de la densidad de T1 y T2.

ANEXO N° 8

Cálculos de concentraciones de las diluciones a partir de las densidades.

$$C = D * \% \text{ de dilución} * \frac{1000\text{mL}}{1\text{L}}$$

Donde:

C = concentración

D = densidad promedio (g/mL)

g = gramos

mL = mililitros

% de dilución = mL de alícuota tomada / 100 mL

Representación matemática del cálculo de la concentración de T1 mediante la densidad.

T1: dilución al 10% v/v del extracto madre de ajo con vinagre blanco.

$$C = \frac{0.9285\text{g}}{1\cancel{\text{mL}}} * \frac{10\cancel{\text{mL}}}{100\cancel{\text{mL}}} * \frac{1000\cancel{\text{mL}}}{1\text{L}} = 92.850 \text{ g/L}$$

Tabla N° 11. Densidades promedio y concentraciones de todos los tratamientos.

Código	1 ^a Densidad (g/mL)	2 ^a Densidad (g/mL)	3 ^a Densidad (g/mL)	Densidad promedio	Concentración (g/L)	Concentración (g/mL)
T1	0.9285	0.9285	0.9285	0.9285	92.850	9.285
T2	1.0208	1.0218	1.0218	1.0215	204.300	20.430
T3	1.0876	1.0768	1.0890	1.0845	271.125	27.113
T4	1.0078	1.0052	1.0080	1.0070	100.700	10.070
T5	1.0159	1.0159	1.0159	1.0159	203.180	20.032
T6	1.0243	1.0196	1.0197	1.0212	254.550	25.455

Las concentraciones restantes se calcularon de la misma manera como se ejemplifica en el cálculo de la concentración de T1.

ANEXO N° 9

Tabla N° 12. Desviaciones típicas y medias de los tratamientos con sus respectivos blancos.

Desviación típica												
Cod.	1 HORA		6 HORAS		12 HORAS		24 HORAS		48 HORAS		72 HORAS	
	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S
BV1	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	13.3	5.7735
T1	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	20.0	12.2474
BV2	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	3.3	5.7735	23.3	11.5470
T2	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	10.0	10.0000	4.0	5.4772	24.0	11.4018
VB3	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	23.3	15.2752
T3	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	6.0	5.4772	26.0	16.7332
VC1	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	4.0	5.7735	23.3	15.2753
T4	0.0	0.0000	0.0	0.0000	8.00	8.3666	8.0	10.9545	4.0	5.4772	24.0	5.4772
VC2	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	16.6	5.7735
T5	0.0	0.0000	0.0	0.0000	4.00	5.4772	4.0	5.4772	6.0	5.4772	32.0	10.9545
VC3	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	16.6	5.7735
T6	0.0	0.0000	0.0	0.0000	4.00	5.7772	2.0	4.4721	2.0	4.4721	24.0	8.9443

Tabla N° 13. Varianzas de cada tratamiento con su respetivo blanco.

ANALISIS DE VARIANZA: Prueba de Cochran							
Código	1 HORA	6 HORAS	12 HORAS	24 HORAS	48 HORAS	72 HORAS	ΣS^2
	S^2	S^2	S^2	S^2	S^2	S^2	
BV1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	149.9988	149.9988
T1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	149.9988	149.9988
BV2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	33.3333	133.3332	166.6665
T2	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	29.9997	130.0010	260.0007
VB3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	233.3348	233.3348
T3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	29.9997	279.9999	309.9996
VC1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	33.3333	233.3348	266.6651
T4	0.0000	0.0000	69.9999	120.0010	29.9997	29.9997	250.0003
VC2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	33.3333	33.3333
T5	0.0000	0.0000	29.9997	29.9997	29.9997	120.0011	210.0002
VC3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	33.3333	33.3333
T6	0.0000	0.0000	33.3760	19.9997	19.9997	80.0005	153.3759

ANEXO Nº 10

Prueba de homogeneidad de varianzas de Cochran

Prueba de Cochran, definido como el cociente entre la mayor varianza y la sumatoria de todas las varianzas.

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

Donde:

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

K = Número de tratamientos

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

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

La fórmula anterior es equivalente a la fórmula presentada a continuación:

$$Q_{\text{exp}} = S^2_{\text{máx}} / \sum S^2_i$$

Donde:

Q_{exp} = Valor de Q experimental.

$S^2_{\text{máx}}$ = Desviación típica máxima

$\sum S^2_i$ = Sumatoria de las desviaciones típicas.

Representación matemática del cálculo de Q_{exp} de T2.

$$Q = \frac{130.0010}{100.0000 + 29.9997 + 130.0010} = 0.5000$$

ANEXO Nº 11

Tabla Nº 14. Tabla de Cochran ⁽²⁹⁾

$\alpha = 0.05$

<i>k</i>	<i>n</i>													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	17	37	145	1000
2	0.998	0.975	0.939	0.905	0.877	0.853	0.833	0.815	0.801	0.788	0.734	0.660	0.581	0.500
3	0.966	0.870	0.797	0.745	0.707	0.677	0.653	0.633	0.616	0.602	0.546	0.474	0.403	0.333
4	0.906	0.767	0.684	0.628	0.589	0.559	0.536	0.517	0.501	0.488	0.436	0.372	0.309	0.250
5	0.841	0.683	0.598	0.544	0.506	0.478	0.456	0.438	0.424	0.411	0.364	0.306	0.251	0.200
6	0.780	0.616	0.532	0.480	0.444	0.418	0.398	0.381	0.368	0.336	0.313	0.261	0.211	0.166
7	0.727	0.561	0.480	0.430	0.397	0.372	0.353	0.338	0.352	0.315	0.275	0.227	0.183	0.142
8	0.679	0.515	0.437	0.391	0.350	0.336	0.318	0.304	0.292	0.282	0.246	0.202	0.161	0.125
9	0.638	0.477	0.402	0.358	0.328	0.306	0.290	0.276	0.265	0.256	0.222	0.182	0.144	0.111
10	0.602	0.445	0.373	0.331	0.302	0.282	0.266	0.254	0.243	0.235	0.203	0.165	0.130	0.100

$\alpha = 0.01$

<i>k</i>	<i>n</i>													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	17	37	145	1000
2	0.999	0.995	0.979	0.958	0.937	0.917	0.898	0.882	0.867	0.853	0.794	0.706	0.606	0.500
3	0.993	0.942	0.883	0.831	0.793	0.760	0.733	0.710	0.691	0.674	0.605	0.515	0.423	0.333
4	0.967	0.864	0.781	0.711	0.676	0.641	0.612	0.589	0.570	0.553	0.488	0.405	0.325	0.250
5	0.927	0.788	0.693	0.632	0.587	0.553	0.525	0.503	0.485	0.469	0.409	0.335	0.264	0.200
6	0.882	0.721	0.625	0.563	0.519	0.486	0.460	0.440	0.422	0.408	0.352	0.285	0.222	0.166
7	0.837	0.664	0.568	0.508	0.465	0.434	0.410	0.391	0.375	0.361	0.310	0.249	0.192	0.142
8	0.794	0.615	0.520	0.462	0.422	0.393	0.370	0.352	0.337	0.324	0.277	0.221	0.170	0.125
9	0.754	0.572	0.481	0.425	0.387	0.359	0.337	0.320	0.306	0.295	0.251	0.199	0.152	0.111
10	0.717	0.535	0.446	0.393	0.357	0.330	0.310	0.294	0.251	0.270	0.281	0.181	0.137	0.100

$C(K, v, \alpha) = C(3, 4, 0.05)$

ANEXO N° 12

Cálculos de mortalidad corregida según fórmula de Abbott. ⁽¹⁴⁾

Fórmula de Abbott:

$$MC = \frac{X - Y}{100 - Y}$$

Donde:

MC= Mortalidad corregida

X= Porcentaje de mortalidad en el tratamiento.

Y= Porcentaje de mortalidad en el blanco.

Para ver los resultados de mortalidad en los tratamientos como en los blancos, referirse a los cuadros 1 y 2, ubicados en las páginas 17 y 18 respectivamente.

Representación del cálculo de muertes corregidas en T1 a las 72 horas de exposición.

$$MC = \frac{20 - 13.3}{100 - 13.3} = 0.0773$$

$$\%MC = (0.0773)(100\%) = 7.73\%$$

Representación del cálculo de muertes corregidas en T4 a las 72 horas de exposición.

$$MC = \frac{24 - 23.3}{100 - 23.3} = 0.0087$$

$$\%MC = (0.0087)(100\%) = 0.87\%$$

ANEXO N° 14

Tabla N° 16. Número de gorgojos en cada compartimiento después de la aplicación de los tratamientos T1, T2 y T3.

Prueba de repelencia				
Tratamiento	Repetición	24h	48h	72h
Blanco	1	24	10	9
	2	30	17	21
	3	20	15	16
	Promedio	24.66	14	15.33
T1	1	17	1	14
	2	9	2	3
	3	5	2	2
	Promedio	10.33	1.66	6.33
T2	1	6	0	2
	2	0	3	3
	3	2	1	4
	Promedio	2.66	1.33	3
T3	1	3	0	2
	2	1	2	5
	3	2	1	1
	Promedio	2	1	2.66

Tabla N° 17. Número de gorgojos en cada compartimiento después de la aplicación de los tratamientos T4, T5 y T6.

Prueba de repelencia				
Tratamiento	Repetición	24h	48h	72h
Blanco	1	20	16	12
	2	17	21	19
	3	10	13	16
	Promedio	15.66	16.66	15.66
T4	1	4	0	3
	2	5	5	2
	3	6	6	5
	Promedio	5	3.66	3.33
T5	1	5	2	4
	2	5	2	0
	3	3	4	2
	Promedio	4.33	2.66	2
T6	1	4	0	1
	2	5	3	1
	3	4	3	2
	Promedio	4.33	2	1.33

