

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



**DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD PLAGUICIDA DE CINCO ESPECIES  
BOTÁNICAS CONTRA EL *Aphis nerii* (PULGÓN) DE *Fernaldia pandurata* (LOROCO)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

Emerson Orlando García Velásquez.

Sandra Marisol Lemus Galdámez.

José Vidal Velasco Baires.

16 DE FEBRERO  
DE 1841  
PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIATURA EN QUÍMICA Y FARMACIA

Marzo 2005.

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA

Dra. María Isabel Rodríguez.

SECRETARIA GENERAL

Licda. Alicia Margarita Rivas de Recinos.

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

DECANO

Lic. Salvador Castillo Arévalo.

SECRETARIA

MSc. Míriam del Carmen Ramos de Aguilar.

## COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

### COORDINADORA GENERAL

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo.

### ASESORA DE ÁREA DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE ALIMENTOS

Ing. Rina Lavinia de Medrano.

### ASESORA DE ÁREA DE INDUSTRIA FARMACÉUTICA, COSMÉTICA Y VETERINARIA.

Licda. Mercedes Rossana Brito de Gámez.

### DOCENTES DIRECTORAS

MSc. Sonia Maricela Lemus.

Licda. Mercedes Heydi Cortéz.

## AGRADECIMIENTOS.

A DIOS TODO PODEROSO, por iluminar nuestras mentes durante el desarrollo de nuestro trabajo de graduación y por darnos la oportunidad de alcanzar una de nuestras tan anheladas metas.

A NUESTROS PADRES por brindarnos su cariño, amor y apoyo incondicional en todos los momentos de nuestras vidas.

A NUESTRAS DOCENTES DIRECTORAS, MSc. Sonia Maricela Lemus y la Licda. Mercedes Heydi Cortéz por todo el apoyo y conocimiento que nos brindaron para la realización del trabajo de graduación.

A la COORDINADORA GENERAL la Licda. Odette Rauda y a nuestras ASESORAS DE ÁREA la Licda. Rossana Brito de Gámez, y la Ing. Lavinia de Medrano por el interés que nos han brindado para el desarrollo del trabajo de graduación.

MSc. Nelson Genovéz y al Lic. Carlos Raúl Rodríguez por su colaboración oportuna, desinteresada, el apoyo material y aprecio que siempre nos han mostrado.

A la UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR por abrirnos las puertas y darnos la oportunidad de realizar nuestro proceso de aprendizaje.

Sandra, Emerson y José.

## DEDICATORIA.

A DIOS TODO PODEROSO por iluminar mi camino y haberme dado la oportunidad de alcanzar mis metas, gracias por darme siempre una luz de esperanza.

A mis padres Alejandro Lemus y Catalina de Lemus por su amor, comprensión y apoyo incondicional que siempre me han dado y que gracias a sus consejos soy la persona que soy ahora. Gracias por ser mi inspiración.

A mis hermanos Sofía, Jennifer y Alejandro por su cariño.

A mis amigas Mónica, Xiomara, Mireya y demás compañeras de la Universidad que de alguna forma han estado conmigo apoyándome y dándome ánimo para salir adelante.

A mis compañeros de tesis por su paciencia y apoyo y en especial a Emerson García por su amor, paciencia y por compartir los ideales que nos unirán siempre, y por el apoyo que me brindó durante la carrera y la realización del trabajo de graduación.

Sandra Marisol Lemus Galdámez.

A DIOS TODO PODEROSO por haberme dado la oportunidad de haber finalizado mi carrera, y que gracias a él he logrado alcanzar mi meta. Así como también le doy gracias por haber iluminado las mentes de mis padres y la mía.

A Mis padres Orlando García Estrada y Gloria Alicia Velásquez por su apoyo incondicional, cariño, comprensión y por darme las fuerzas para salir adelante. Gracias a sus valiosos consejos que día a día los llevo en mi mente y en mi corazón.

A mis hermanos Jannette García y Odir García por su apoyo y cariño, gracias por que se que siempre podré contar con ellos. A mi abuela Berta Alicia Barrientos por todo su amor y consejos. Y a toda mi familia que de una u otra manera siempre han estado pendientes de mí.

A mis compañeros de tesis por su paciencia y en especial a Sandra Lemus por su amor, su amistad, por que para mi ha sido un gran apoyo en el transcurso de nuestra carrera.

A mis amigos de la Universidad que siempre estuvieron ahí animándome tanto en los buenos como en los malos momentos. Gracias a todos ellos.

Emerson Orlando García Velásquez.

Le doy gracias, primeramente a DIOS TODO PODEROSO y a la VIRGEN porque siempre han estado conmigo a lo largo de mi vida y mi carrera, por iluminarme y guiarme hasta la culminación de mi carrera.

Muchas gracias a mis PADRES a quienes les dedico este anhelado triunfo, por su apoyo, comprensión y por el amor que me han demostrado durante toda mi vida.

Le agradezco a mi novia MAGALLY la paciencia y comprensión que me dio durante ese tiempo, por apoyarme en las buenas y en las malas.

Gracias a mis HERMANAS por su apoyo, por sus enseñanzas y por su ejemplo, que me ha ayudado mucho en mi vida.

Agradecimiento a los docentes directores MSc. SONIA MARICELA LEMUS Y Licda. MERCEDES HEYDI CORTÉZ por su guía en la realización de este trabajo de graduación.

Gracias a mis compañeros SANDRA Y EMERSON porque juntos logramos hacer realidad este triunfo que nos llena de mucha dicha a todos y por habernos apoyado mutuamente en la realización de nuestra tesis.

José Vidal Velasco Baires.

## INDICE GENERAL

CONTENIDO	Nº Pág.
Abreviaturas	
Resumen	
Capítulo I	
1.0 Introducción	xxvii
Capítulo II	
2.0 Objetivos	
Capítulo III	
3.0 Marco Teórico	35
3.1 Generalidades de los plaguicidas químicos	35
3.1.1 Clasificación	36
3.1.2 Ventajas de los plaguicidas químicos	36
3.1.3 Desventaja de los plaguicidas químicos	37
3.2 Generalidades de los plaguicidas naturales	37
3.2.1 Ventajas de los plaguicidas naturales	38
3.2.2 Modo de acción de los plaguicidas naturales	38
3.3 Diferentes tipos de formulaciones de plaguicidas	39
3.4 Generalidades sobre el <i>Aphis nerii</i> (Pulgón)	41
3.4.1 Clasificación taxonómica	41
3.4.2 Generalidades	41
3.4.3 Descripción	41
3.4.4 Ciclo de vida	42
3.4.5 Daño	42

3.5 Generalidades del <b><i>Jatropha curcas</i></b> (Tempate)	43
3.5.1 Clasificación taxonómica	43
3.5.2 Descripción botánica	43
3.5.3 Usos	43
3.6 Generalidades del <b><i>Lantana camara</i></b> (Cinco negritos)	45
3.6.1 Clasificación taxonómica	45
3.6.2 Descripción botánica	45
3.6.3 Usos	46
3.7 Generalidades del <b><i>Nerium oleander</i></b> (Narciso)	47
3.7.1 Clasificación taxonómica	47
3.7.2 Descripción botánica	47
3.7.3 Usos	47
3.8 Generalidades de la <b><i>Solanum mammosum</i></b> (Chichigua)	48
3.8.1 Clasificación taxonómica	48
3.8.2 Descripción botánica	48
3.8.3 Usos	48
3.9 Generalidades del <b><i>Nicotiana tabacum</i></b> (Tabaco)	50
3.9.1 Clasificación taxonómica	50
3.9.2 Descripción botánica	50
3.9.3 Usos	50
Capítulo IV	
4.0 Diseño metodológico	52
4.1 Investigación bibliográfica	52
4.2 Investigación de campo	52

4.2.1 Tipo de estudio	52
4.2.2 Universo	53
4.2.3 Diseño y tamaño de la muestra	53
4.2.4 Preparación del pie de cría	53
4.2.5 Preparación del material vegetal	54
4.2.5.1 Recolección de muestras	54
4.3 Parte experimental	54
4.3.1 Lavado del material	54
4.3.2 Secado del material vegetal	54
4.3.3 Preparación de los extractos botánicos	55
4.3.4 Aplicación de los extractos de las cinco especies botánicas seleccionadas	55
4.3.5 Evaluación del daño morfológico de la planta de <i>Fernaldia pandurata</i> (Loroco) causado por las cinco especies botánicas	56
4.3.6 Análisis fitoquímico cualitativo	56
4.3.7 Alcaloides	56
4.3.8 Coumarinas	57
4.3.9 Selección de la fase móvil	57
4.3.10 Determinación de la absorción de los componentes de los extractos botánicos por la <i>Fernaldia pandurata</i> (Loroco) a través de la cromatografía de capa fina	58

4.3.11 Determinación de la calidad plaguicida de los extractos a través de un estudio estadístico	59
4.3.12 Preformulación del plaguicida natural	59
Capítulo V	
5.0 Resultados y análisis	62
5.1 Resultados obtenidos del análisis fitoquímico de los cinco extractos seleccionados	62
5.2 Resultados de la aplicación de los cinco extractos seleccionados, para conocer cual de ellos presenta actividad plaguicida	64
5.3 Resultados del daño morfológico de la planta después de la aplicación de los extractos botánicos	76
5.4 Resultados obtenidos de la determinación de absorción de los componentes de los extractos botánicos por el <i>Fernaldia pandurata</i> (loroco)	77
5.5 Resultados comparativos de la aplicación del plaguicida preformulado al 3% y 5% con los extractos botánicos 3% y 5% y la comparación de la efectividad del plaguicida preformulado a diferentes concentraciones (3%, 5% y 10%)	83
5.6 Datos obtenidos de la prueba de homogeneidad de varianzas de Cochran	92
5.7 Datos obtenidos de la prueba del análisis de varianza (ANVA)	96

5.8 Datos obtenidos de la prueba de significación (F de Fisher)	99
5.9 Resultados obtenidos para la determinación de la efectividad de los dos extractos botánicos comparados con el plaguicida natural	101
Capítulo VI	
6.0 Conclusiones	111
Capítulo VII	
7.0 Recomendaciones	115
Bibliografía	
Glosario	
Anexos	

## INDICE DE TABLAS

## Tabla N°

- 1 Resumen general sobre los resultados del análisis fitoquímico de los extractos botánicos
- 2 Resultados obtenidos después de la aplicación de los extractos al 1%
- 3 Porcentajes de mortalidad de los áfidos en la aplicación de los extractos botánicos al 1%
- 4 Resultados obtenidos después de la aplicación de los extractos al 3%
- 5 Porcentajes de mortalidad de los áfidos en la aplicación de los extractos botánicos al 3%
- 6 Resultados obtenidos después de la aplicación de los extractos al 5%
- 7 Porcentajes de mortalidad de los áfidos en la aplicación de los extractos botánicos al 5%
- 8 Análisis del daño morfológico de las plantas de ***Fernaldia pandurata*** (loroco) luego de la aplicación preliminar de los extractos botánicos al 1%, 3% y 5%
- 9 Resumen de los Rf de las manchas de extractos de ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) 1%

- 10 Resumen de los Rf de las manchas de extractos de **Nicotiana glauca** **tabacum** (Tabaco) 3%
- 11 Resumen de los Rf de las manchas de extractos de **Nicotiana glauca** **tabacum** (Tabaco) 5%
- 12 Resumen de los Rf de las manchas de extractos de **Solanum mammosum** (Chichigua) 1%
- 13 Resumen de los Rf de las manchas de extractos de **Solanum mammosum** (Chichigua) 3%
- 14 Resumen de los Rf de las manchas de extractos de **Solanum mammosum** (Chichigua) 5%
- 15 Número de áfidos muertos después de la aplicación de los extractos botánicos al 3% y el plaguicida preformulado (**Solanum mammosum-Nicotiana tabacum** (chichigua-tabaco)) al 3%
- 16 Porcentaje de mortalidad de los áfidos en la aplicación de los extractos botánicos al 3% y el plaguicida preformulado **Solanum mammosum** (Chichigua-Tabaco) al 3%
- 17 Número de áfidos muertos después de la aplicación de los extractos botánicos al 5% y el plaguicida preformulado (**Solanum mammosum-Nicotiana tabacum** (chichigua-tabaco)) al 5%
- 18 Porcentaje de mortalidad de los áfidos en la aplicación de los extractos botánicos al 5% y el plaguicida preformulado (**Solanum mammosum – Nicotiana tabacum** (chichigua – tabaco)) al 5%

- 19 Número de áfidos muertos después de la aplicación del plaguicida natural preformulado a diferentes concentraciones (***Solanum mammosum*** – ***Nicotiana tabacum*** (chichigua-tabaco)) al 3% y 10%
- 20 Porcentaje de mortalidad de los áfidos en la aplicación del plaguicida preformulado a diferentes concentraciones (***Solanum mammosum*** – ***Nicotiana tabacum*** (chichigua-tabaco)) al 3%, 5% y 10%
- 21 Valores obtenidos de Cochran. Los datos de plantas son número de áfidos muertos con extractos botánicos al 3% y el plaguicida preformulado al 3%
- 22 Valores obtenidos de Cochran. Los datos de plantas son números de áfidos muertos con extractos botánicos al 5% y el plaguicida preformulado al 5%
- 23 Resumen de los resultados obtenidos del análisis de varianza con extractos botánicos al 3% y el plaguicida preformulado al 3%
- 24 Resumen de los resultados obtenidos del análisis de varianza con extractos botánicos al 5% y el plaguicida preformulado al 5%
- 25 Resumen de los valores obtenidos de F calculada de los extractos (***Solanum mammosum*** (Chichigua) 3% y ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) 3%) botánicos al 3% y el plaguicida preformulado al 3% de la tabla 23
- 26 Resumen de los valores obtenidos de F calculada de los extractos (***Solanum mammosum*** (Chichigua) 5% y ***Nicotiana tabacum***

(Tabaco) 5%) botánicos al 5% y el plaguicida preformulado al botánicos al 5% de la tabla 24

- 27 Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las dos horas de aplicados los extractos botánicos al 3%
- 28 Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las cuatro horas de aplicados los extractos botánicos al 3%
- 29 Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las seis horas de aplicados los extractos botánicos al 3%
- 30 Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las ocho horas de aplicados los extractos botánicos al 3%
- 31 Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las doce horas de aplicados los extractos botánicos al 3%
- 32 Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las veinticuatro horas de aplicados los extractos botánicos al 3%
- 33 Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las dos horas de aplicados los extractos botánicos al 5%

- 34 Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las cuatro horas de aplicados los extractos botánicos al 5%
- 35 Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las seis horas de aplicados los extractos botánicos al 5%
- 36 Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las ocho horas de aplicados los extractos botánicos al 5%
- 37 Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las doce horas de aplicados los extractos botánicos al 5%
- 38 Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las veinticuatro horas de aplicados los extractos botánicos al 5%

## INDICE DE FIGURAS

### Figura N°

- 1 ***Aphis nerii*** (Pulgón)
- 2 ***Jatropha curcas*** (Tempate)
- 3 ***Lantana camara*** (Cinco negritos)
- 4 ***Nerium oleander*** (Narciso)
- 5 ***Solanum mammosum*** (Chichigua)
- 6 ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco)
- 7 Gráfico que representa el número de áfidos muertos utilizando los extractos botánicos al 1% de la tabla 2
- 8 Gráfico que representa el porcentaje de mortalidad de áfidos utilizando los extractos botánicos al 1% de la tabla 3
- 9 Gráfico que representa el número de áfidos muertos utilizando los extractos botánicos al 3% de la tabla 4
- 10 Gráfico que representa el porcentaje de mortalidad de áfidos utilizando los extractos botánicos al 3% de la tabla 5
- 11 Gráfico que representa el número de áfidos muertos utilizando los extractos botánicos al 5% de la tabla 6
- 12 Gráfico que representa el porcentaje de mortalidad de áfidos utilizando los extractos botánicos al 5% de la tabla 7
- 13 Gráfico que representa el número de áfidos muertos utilizando los extractos botánicos al 3% y el plaguicida preformulado al 3% de la tabla 15

- 14 Gráfico que representa el porcentaje de mortalidad de áfidos utilizando los extractos botánicos al 3% y el plaguicida preformulado al 3% de la tabla 16
- 15 Gráfico que representa el número de áfidos muertos utilizando los extractos botánicos al 5% y el plaguicida preformulado al 5% de la tabla 17
- 16 Gráfico que representa el porcentaje de mortalidad de áfidos utilizando los extractos botánicos al 5% y el plaguicida preformulado al 5% de la tabla 18
- 17 Gráfico que representa el número de áfidos muertos utilizando el plaguicida preformulado ***Solanum mammosum-Nicotiana tabacum*** (Chichigua – Tabaco) a diferentes concentraciones (3%, 5% y 10%) de la tabla 19
- 18 Gráfico que representa el porcentaje de mortalidad de áfidos el plaguicida preformulado ***Solanum mammosum Nicotiana tabacum*** (Chichigua–Tabaco) a diferentes concentraciones (3%, 5% y 10%) de la tabla 20
- 19 Esquema general del trabajo
- 20 Esquema de distribución de las plantas de ***Fernaldia pandurata*** (loroco) para el tratamiento con los extractos botánicos
- 21 Cromatograma 1. ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) 1%
- 22 Cromatograma 2. ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) 3%

- 23 Cromatograma 3. ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) 5%
- 24 Cromatograma 4. ***Solanum mammosum*** (Chichigua) 1%
- 25 Cromatograma 5. ***Solanum mammosum*** (Chichigua) 3%
- 26 Cromatograma 6. ***Solanum mammosum*** (Chichigua) 5%
- 27 Pruebas fitoquímicas preliminares del ***Lantana camara*** (Cinco negritos)
- 28 Pruebas fitoquímicas preliminares del ***Solanum mammosum*** (Chichigua)
- 29 Pruebas fotoquímicas preliminares del ***Nerium oleander*** (Narciso)
- 30 Pruebas fitoquímicas preliminares del ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco)
- 31 Pruebas fitoquímicas preliminares del ***Jatropha curcas*** (Tempate)
- 32 Modelo para la recolección de los áfidos muertos

## INDICE DE ANEXOS

## Anexo N°

- 1 Cuadro 1. Contenido nutricional del ***Fernaldia pandurata*** (loroco) por cada 100g de flores frescas
- 2 Cuadro 2. Especies seleccionadas
- 3 Esquema general del trabajo
- 4 Esquema de distribución de las plantas del ***Fernaldia pandurata*** (loroco) para el tratamiento con los extractos botánicos
- 5 Reactivos, material y equipo
- 6 Preparación de reactivos
- 7 Cuadro 3. Pruebas fitoquímicas preliminares realizadas a los extractos
- 8 Análisis de varianza
- 9 Tablas estadísticas
- 10 Cromatogramas
- 11 Pruebas fotoquímicas
- 12 Modelo para la recolección de áfidos muertos

## ABREVIATURAS

OMS	Organización Mundial de la Salud
A	Aerosoles
CE	Concentrado emulsificable
C	Cebos
FW, FL	Floable
F	Fumigante
G	Granulado
P	Polvo
PS	Polvo soluble
SL	Soluciones líquidas
ULV, UBV	Ultra bajo volumen
LV, B	Bajo volumen
mL	Mililitros
N	Normal
°C	Grado Celsius
cm	Centímetro
nm	Nanometros
Rf	Factor estimado
N.t.	<b><i>Nicotiana tabacum</i></b> (Tabaco)
S.m.	<b><i>Solanum mammosum</i></b> (Chichigua)
J.c.	<b><i>Jatropha curcas</i></b> (Tempate)
L.c.	<b><i>Lantana camara</i></b> (Cinco negritos)
N.o.	<b><i>Nerium oleander</i></b> (Narciso)

LT	Loroco tratado
TB	Tabaco
LNT	Loroco no tratado
UV	Ultra violeta
CH	Chichigua
S.m.-N.t.	<b><i>Solanum mammosum-Nicotiana tabacum</i></b>
Ch-Tb	Chichigua-Tabaco
SC	Suma de cuadrados
GL	Grados de libertad
CM	Cuadrados de medias o varianza
F	Fisher o prueba de significación
DMS	Diferencia mínima significativa
mm	Milímetros
mts	Metros



## RESUMEN

Por siglos, el hombre ha luchado por combatir las plagas utilizando para ello plaguicidas, los cuales han provocado el envenenamiento del agua, aire, suelo, alimentos y seres humanos.<sup>(13)</sup> A pesar de todo, las plagas siguen destruyendo las cosechas en todo el mundo.<sup>(2)</sup> Por ello es que se hace necesario desarrollar nuevos métodos ecológicos sostenibles para mejorar la calidad de la agricultura, disminuir el riesgo de toxicidad en las plantas, regenerar y aprovechar nuestros recursos naturales y minimizar las importaciones de plaguicidas al país.<sup>(15)</sup> Los plaguicidas naturales son una nueva alternativa que se está implementando para el control de plagas, pues poseen múltiples ventajas.<sup>(1)</sup>

En el presente trabajo de investigación se determinó la actividad plaguicida de cinco especies botánicas reportadas con actividad plaguicida, escogidas por revisión bibliográfica: ***Jatropha curcas*** (Tempate),<sup>(3, 10)</sup> ***Lantana camara*** (Cinco negritos),<sup>(3, 7, 10, 12)</sup> ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco),<sup>(1)</sup> ***Nerium oleander*** (Narciso),<sup>(5)</sup> ***Solanum mammosum*** (Chichigua)<sup>(6, 10, 11)</sup>; de las cuales se evaluó la actividad plaguicida contra el ***Aphis nerii*** (pulgón) a diferentes concentraciones con las que comúnmente se comercializa en el mercado (1%, 3% y 5%). Además se determinó por análisis fitoquímico la presencia de Alcaloides y Coumarinas de los cinco extractos botánicos. Posteriormente se escogieron aquellos extractos que a una concentración mínima haya eliminado la mayor cantidad de ***Aphis nerii*** (pulgones), no haya provocado daño y no haya sido absorbido por la planta, los extractos que mejor dieron resultados son: ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) 3% y 5% y ***Solanum mammosum*** (Chichigua) 3% y 5%, se

determinó si estos extractos seleccionados fueron o no absorbidos por las plantas de ***Fernaldia pandurata*** (loroco) por medio de Cromatografía de Capa Fina en la que se usó como revelador Luz Ultravioleta. Posteriormente se preformuló un plaguicida natural con los extractos botánicos que mejor dieron resultados y se prepararon diferentes concentraciones (3%, 5% y 10%) para conocer su efectividad plaguicida.

El estudio planteado tiene como propósito proveer alternativas para el control de plagas y reducir los problemas de contaminación y aprovechar los recursos botánicos que el país ofrece.

CAPITULO I  
INTRODUCCIÓN

## 1.0 INTRODUCCIÓN.

Por siglos, el hombre ha luchado por combatir las plagas que compiten por alimento y que afectan a la salud, utilizando para ello plaguicidas (productos o agentes químicos utilizados para el control de plagas).<sup>(13)</sup>

Desde 1945, más de 45,000 formulaciones diferentes de plaguicidas han ingresado en el mercado mundial. El uso de plaguicidas se ha incrementado vertiginosamente como consecuencia de la tecnificación de los cultivos agrícolas.<sup>(14)</sup>

En El Salvador las importaciones de estas sustancias han pasado de 3,812 toneladas en 1993 a 5,927 toneladas en el 2001, es decir un incremento de 55% en el período señalado.<sup>(9)</sup> Debido a que el país carece de fundamentos legales por lo que existe una gran falta de regulación en la venta, manejo y almacenaje de los plaguicidas y de sus contenedores.<sup>(15)</sup>

La Organización Mundial de la Salud (OMS), estima que unos 25 millones de personas se verán afectadas cada año por envenenamiento por plaguicidas dando como resultado, unas 220,000 muertes poniendo en peligro a los consumidores y a los agricultores que trabajan en la producción de estas cosechas.<sup>(14)</sup>

A pesar de todos los esfuerzos realizados, las plagas siguen destruyendo el 35% de las cosechas en todo el mundo.<sup>(2)</sup>

Es por ello que se hace necesario desarrollar nuevas prácticas agronómicas que no dañen el medio ambiente, utilizando métodos ecológicos sostenibles para mejorar la calidad de la agricultura, disminuir el riesgo de toxicidad en las plantas, regenerar y mejorar el aprovechamiento de nuestros recursos interiores y minimizar las importaciones de plaguicidas al país, ello contribuirá tanto en la mejora de los cultivos como la economía del país.<sup>(15)</sup>

Los plaguicidas naturales son compuestos extraídos de organismos generalmente plantas o microorganismos que incluyen reacciones benéficas que afectan organismos dañinos y/o sus hospederos.<sup>(18)</sup>

Por otra parte los plaguicidas naturales son una nueva alternativa que se está implementando para el control de plagas, pues poseen la ventaja de no ser tóxicos al humano, no dañan el ambiente, protegen al suelo y se degradan rápidamente, ya que el país cuenta con una gama de especies botánicas que podrían ser utilizadas como plaguicidas tales como el ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco), ***Solanum mammosum*** (Chichigua), etc. permitiendo así el desarrollo de una agricultura ecológica sostenible.<sup>(1)</sup>

Hoy en día muchos de los agricultores y exportadores han reconocido el potencial de cultivar el ***Fernaldia pandurata*** Woodson (Loroco) tanto en forma fresca como procesado considerando su valor nutritivo (ver anexo 1), comercial y sus múltiples usos y su posibilidad no solo de un mercado interno, sino también en una comercialización para el exterior, principalmente a los Estados Unidos.<sup>(1)</sup>

El ***Aphis nerii*** Boyer de Fonscolombe (Pulgón) es una plaga de parásitos denominados como áfidos que ataca principalmente a este cultivo, el cual provoca un daño principalmente estético debido a que la colonia, además de ingerir la savia de la planta huésped, produce grandes cantidades de mielecilla que cae en las hojas e induce al crecimiento de un hongo sobre ellas, además hay una deformación en los brotes y no crecen, dando como resultado pérdidas económicas a nivel agrícola.<sup>(1, 2)</sup>

En el presente trabajo de investigación se determinó la actividad plaguicida de cinco especies botánicas reportadas con actividad plaguicida, escogidas por revisión bibliográfica: ***Jatropha curcas*** (Tempate)<sup>(3,10)</sup>, ***Lantana camara*** (Cinco negritos)<sup>(3, 7, 10, 12)</sup>, ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco)<sup>(1)</sup>, ***Nerium oleander*** (Narciso)<sup>(5)</sup>, ***Solanum mammosum*** (Chichigua)<sup>(6, 10, 11)</sup>; de las cuales se evaluó la actividad plaguicida contra el ***Aphis nerii*** Boyer de Fonscolombe (Pulgón)<sup>(1)</sup> a diferentes concentraciones con las que comúnmente se comercializa en el mercado (1%, 3% y 5%).

Se determinó por análisis fitoquímicos la presencia o no de Alcaloides y Coumarinas de los cinco extractos botánicos, posteriormente se escogieron aquellos extractos que a una concentración mínima haya eliminado la mayor cantidad de ***Aphis nerii*** Boyer de Fonscolombe (pulgones), no haya provocado daño y no haya sido absorbido por la planta. Los extractos que mejor dieron resultados son: ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) 3% y 5% y ***Solanum mammosum*** (Chichigua) 3% y 5%. Se determinó si estos extractos seleccionados fueron o no absorbidos por las plantas de ***Fernaldia pandurata*** Woodson (Loroco) por medio de Cromatografía de Capa Fina en la que se usó como revelador Luz Ultravioleta.

Posteriormente se preformuló un plaguicida natural, a partir de los extractos botánicos que presentaron mayor actividad plaguicida en tres diferentes concentraciones (3%, 5% y 10%) para conocer su efectividad como plaguicida natural.

El estudio planteado tiene como propósito proveer alternativas para el control de las plagas, reducir de esa manera los problemas de contaminación y aprovechar los recursos botánicos que el país ofrece.

## CAPITULO II

### OBJETIVOS

## 2.0 OBJETIVOS.

### 2.1 OBJETIVO GENERAL.

Determinar la actividad plaguicida de cinco especies botánicas contra el ***Aphis nerii*** (Pulgón) de ***Fernaldia pandurata*** (Loroco).

### 2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

2.2.1.Extraer con etanol 90° por maceración en frío, los principios activos de las especies botánicas ***Jatropha curcas*** (Tempate), ***Lantana camara*** (Cinco negritos), ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco), ***Nerium oleander*** (Narciso), y ***Solanum mammosum*** (Chichigua).

2.2.2.Comprobar a través de un análisis fitoquímico preliminar de los extractos etanólicos la presencia de Alcaloides y Coumarinas.

2.2.3.Establecer la concentración mínima de toxicidad de los extractos etanólicos, a la cual el pulgón presenta reacción inmediata.

2.2.4.Observar de forma visual si hay daño morfológico en la planta de ***Fernaldia pandurata*** (loroco) después de aplicados los extractos.

2.2.5. Verificar mediante Cromatografía de Capa Fina la posible absorción de los extractos a la planta de ***Fernaldia pandurata*** (loroco).

2.2.6. Preformular a nivel de laboratorio un plaguicida natural con los extractos etanólicos que presenten mejor actividad plaguicida.

2.2.7. Aplicar un método estadístico adecuado para el tratamiento de los resultados con extractos que presenten actividad plaguicida.

CAPITULO III  
MARCO TEÓRICO

### 3.0 MARCO TEÓRICO.

#### 3.1. GENERALIDADES DE LOS PLAGUICIDAS QUÍMICOS.

Los plaguicidas son sustancias químicas o químico biológicas o mezclas de las sustancias destinadas a prevenir o combatir plagas o enfermedades en animales o vegetales tales como: plaguicidas, fungicidas, germicidas, rodenticidas, bactericidas, repelentes, atrayentes y otros productos para uso tanto en los animales como en las plantas. <sup>(2)</sup>

Debido a su naturaleza química, los diversos plaguicidas tienen algunos efectos sobre las plantas, pudiendo llegar a alterar en forma significativa sus procesos metabólicos e inducir diversos tipos de respuesta. <sup>(1)</sup>

Algunos plaguicidas usados pueden causar trastornos más severos, como quemaduras o deformaciones especialmente en las hojas y menos frecuente en frutos en crecimiento, a estos efectos se les conoce como fitotoxicidad. Aunque la mayor parte de los sistemas agrícolas a nivel mundial dependen del uso de plaguicidas, es necesario evitar usar aquellos que son extremadamente peligrosos para el ambiente, la salud humana o aquellos que han generado resistencia a plagas. <sup>(1)</sup>

Las clases químicas de los plaguicidas son: hidrocarburos clorados (organoclorados), fosfatos orgánicos (órganofosforados), carbamidas, piretroides y órganometálicos. <sup>(1)</sup>

### 3.1.1. Clasificación. <sup>(1)</sup>

- Comúnmente los plaguicidas se clasifican en inorgánicos, botánicos y microbianos. Los plaguicidas inorgánicos son derivados del arsénico, plomo y cobre.
- Por su modo de acción, se clasifican en:
  - a) Plaguicidas sistemáticos: son aquellos plaguicidas absorbidos por la savia de la planta y la mayoría son traslocados por toda la planta. Estos plaguicidas son especialmente efectivos contra los insectos como los áfidos, saltahojas, chinches; puesto que estos se alimentan de la savia de la planta. Estos pueden ser de aplicación foliar y de aplicación terrestre. Los de aplicación foliar pueden quedarse en las plantas hasta tres semanas, mientras los de aplicación terrestre pueden permanecer hasta seis semanas en la planta.
  - b) Plaguicidas no sistemáticos: son todos aquellos plaguicidas que no son absorbidos por las plantas. Muchos de estos plaguicidas de contacto no sistemático controlan también a los insectos chupadores.

### 3.1.2. Ventajas de los plaguicidas químicos. <sup>(1)</sup>

- Actúan rápidamente.
- Son el único método de control práctico después de que la población de plagas llega al umbral económico de daños a un cultivo comercial.
- Están disponibles con una variedad de propiedades y además presentan efectividad sobre especies y métodos de aplicación.

### 3.1.3. Desventaja de los plaguicidas químicos. <sup>(1)</sup>

- La resistencia de los insectos a los plaguicidas: esto es un problema creciente.
- Infestación de plagas secundarias: pocos plaguicidas matan todo tipo de insectos y algunos productos en realidad promueven el aumento de ciertos insectos.
- Daños a otros insectos no escogidos: estos incluyen los enemigos naturales beneficiosos.
- Los peligros de los residuos: algunos compuestos de hidrocarburos clorados, son altamente persistentes en el medio ambiente y pueden acumularse en los tejidos grasos de los animales y ser humano.
- La toxicidad inmediata: algunos plaguicidas son sumamente tóxicos al ser humano en las mínimas cantidades.

### 3.2. GENERALIDADES DE LOS PLAGUICIDAS NATURALES.

Se define como una planta tóxica, aquella que bajo ciertas condiciones en contacto con el organismo, en cualquier forma que sea, tiene efectos dañinos o causa la muerte inmediatamente o por acumulación de sustancias, debido a principios químicos conocidos o desconocidos y no por una acción puramente mecánica. <sup>(11)</sup>

Las especies tóxicas están dispersas, en cuanto a su hábitat. Contienen más de veinte componentes tóxicos, en especial alcaloides, glicósidos, saponinas, resinoides, oxalatos, compuestos fotosensibilizadores y ciertos minerales

(selenio o nitratos, que toman del suelo y se van acumulando). Los compuestos venenosos pueden estar distribuidos por todas las partes de la planta o acumularse en más de un lugar que en otros, como la raíz, las bayas o las hojas. La toxicidad de una planta puede variar con la edad; por lo general, la nocividad aumenta con la madurez, sin embargo, algunas especies muy tóxicas en sus fases juveniles se transforman luego en inocuas. <sup>(2)</sup>

Con la creciente demanda de productos agrícolas libres de residuos agroquímicos se profundizó en la necesidad de prácticas agronómicas que no dañen al medio ambiente. Es por ello que los plaguicidas botánicos están tomando importancia en el manejo integral de plagas; estos plaguicidas son biodegradables, no contaminan los afluentes de agua, su toxicidad es nula en los humanos y no son tóxicos para la fauna benéfica. <sup>(1)</sup>

### 3.2.1. Ventajas de los plaguicidas naturales. <sup>(1)</sup>

- Protegen al suelo y los recursos naturales.
- Son de rápida degradación.
- Ayudan a reducir los costos de mantenimiento para los agricultores.
- Reducen los problemas fitosanitarios.

### 3.2.2. Modo de acción de los plaguicidas naturales. <sup>(1)</sup>

- Acción repelente: aleja las plagas.
- Acción fagorepelente o efecto antialimentario: al ser consumido por la plaga, frena su capacidad de comer, hasta que la plaga muere de hambre.

- Veneno de contacto: la plaga muere por absorción dentro del cuerpo, cuando el veneno entra en contacto con la plaga.
- Veneno estomacal: al ser consumido por la plaga tiene un efecto tóxico contra el sistema digestivo de la plaga siendo eliminado de esta forma.
- Disfrazar olores: este modo aprovecha olores fuertes y desagradables de algunas plantas para ocultar el olor del cultivo al ser atacado.
- Combinación: es posible combinar varias plantas plaguicidas para producir una preparación que tenga varios modos de acción.

### 3.3. DIFERENTES TIPOS DE FORMULACIONES DE PLAGUICIDAS. <sup>(4)</sup>

- Aerosoles (A): el plaguicida está dentro de un envase con un propulsor de aire comprimido (spray). Peligro de envase y de inhalación de la partícula.
- Concentrado emulsificable (CE): concentrado líquido de plaguicida que al diluirse con agua, forma una emulsión. Tendencia a perder sus propiedades emulsificables.
- Cebos (C): el plaguicida se encuentra mezclado con una sustancia sólida que atrae las plagas. No se absorbe por la piel.
- Floable (FW, FL): plaguicida en forma de líquido (parecido a una miel). Que necesita ser disuelto en agua o solventes especiales. Debe agitarse ligeramente durante su uso.
- Fumigantes (F): son plaguicidas en forma de tabletas o líquidos en tanques bajo presión que liberan vapores o gases tóxicos. Deben inyectarse en el suelo o aplicarse en áreas cerradas, para evitar el escape de gases, inicialmente inhalantes.

- Granulado (G): grano fino listo para ser usado. Presenta problemas de arrastre y peligro. Libera gases tóxicos.
- Polvo (P): polvo fino listo para ser usado. Presenta problemas de arrastre y peligro para las vías respiratorias.
- Polvo mojable o humectante: plaguicida en polvo que al ser mezclado con el agua forma una suspensión. Por lo que debe ser agitado frecuentemente.
- Polvo soluble (PS): plaguicida en polvo que se disuelve en agua para formar una solución. Fácil aplicación.
- Soluciones (SL): son plaguicidas líquidos que se disuelven completamente en agua. Buena dispersión y permanencia. Fácil aplicación.
- Ultra bajo volumen (ULV, UBV): formulaciones líquidas que necesitan muy poca dilución.
- Bajo volumen (LV, B): disminuyen el número de vuelos en aplicaciones aéreas y facilitan el transporte en aplicaciones terrestres. Mejor distribución y penetración. Mayor riesgo de exposición por alta concentración y gotas muy pequeñas, técnicas de calibrado y aplicación difícil.

### 3.4. GENERALIDADES SOBRE EL *Aphis nerii* (PULGÓN).<sup>(1)</sup>

#### 3.4.1. Clasificación taxonómica.

Reino : Animal.  
 Clase : Insecta.  
 Orden : Hemiptera.  
 Familia : Aphididae.  
 Subfamilia : Aphididae.  
 Género : Aphis.  
 Especie : Nerii.

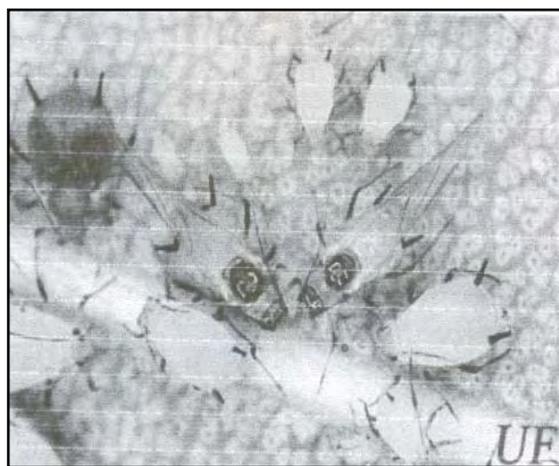


Fig. 1. *Aphis nerii* (Pulgón)

#### 3.4.2. Generalidades.<sup>(1)</sup>

El *Aphis nerii* (pulgón), es una plaga común de varias plantas importantes de las familias Apocynaceae (familia del *Fernaldia pandurata* (loroco)). Este es un áfido de color amarillo brillante con patas y cornículos de color negro.

#### 3.4.3. Descripción.<sup>(1)</sup>

Se cree que este áfido es una especie partenogenética obligada; ya que todos los áfidos adultos son hembras y los machos no aparecen. Las hembras adultas pueden ser aladas y no aladas (ápteras). Ambos tipos de áfidos son de cuerpo amarillo y extremidades negras. Las ninfas son de apariencia similar solo que más pequeñas. Su longitud varía entre 1.5 y 2.6 mm.

#### 3.4.4. Ciclo de vida. <sup>(1)</sup>

Las hembras son vivíparas y partenogenéticas, lo que significa que depositan ninfas en lugar de huevos y la progenie son clones de la hembra adulta. Las ninfas se alimentan en grupo sobre la planta (colonia). Las ninfas atraviesan por cinco estados larvarios. Los adultos se forman a partir del quinto estado larval. Normalmente solo se forman adultos ápteros, pero los alados solo se forman al haber sobrepoblación o cuando la planta se esta debilitando momento en el cual los alados se dirigen hacia nuevas plantas. El modo de reproducción partenogenética, alta reproducidad y corto tiempo de generación les permite formar grandes colonias en poco tiempo.

#### 3.4.5. Daño. <sup>(1)</sup>

Este áfido ingiere savia del floema de la planta huésped. El daño causado por la colonia es principalmente estético, debido a que la colonia produce grandes cantidades de mielecilla que cae en las hojas e induce el crecimiento de un hongo sobre las hojas; además los brotes se deforman y no crecen.

### 3.5. GENERALIDADES DEL *Jatropha curcas* (TEMPATE). <sup>(3, 10)</sup>

#### 3.5.1. Clasificación taxonómica. <sup>(10)</sup>

Reino	: Plantae.
División	: Antofitas.
Clase	: Angiosperma.
Subclase	: Dicotiledóneas.
Orden	: Tripocas.
Familia	: Euforbiáceas.
Género	: <i>Jatropha</i> .
Especie	: <i>Curcas</i> .

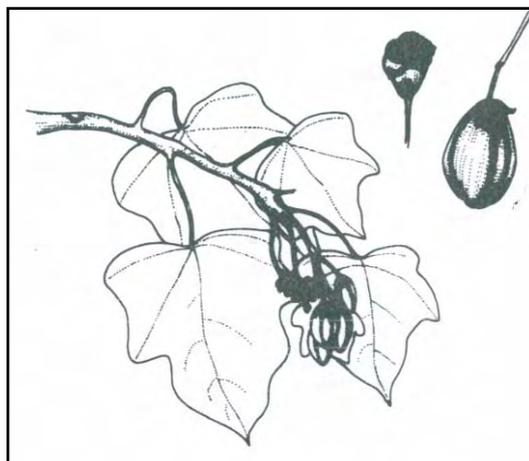


Fig. 2. *Jatropha curcas* (Tempate)

#### 3.5.2. Descripción botánica. <sup>(3)</sup>

Es un arbusto de madera suave, muy común y conocido, de unos 6 mts. de altura, con ramas esparcidas y ramitas gruesas. Hojas alternas, ovadas, acorazonadas en la base, recortadas, angulosas, de 3 a 5 lóbulos. Flores amarillas, acampanadas. Su fruto es ovalado, liso, 2.5 – 4 cm. de largo, verde al principio, negro al final; al secarse dejan libres 2 – 3 semillas oblongas, negras de 2 cm. de largo y 1 cm. de grueso.

#### 3.5.3. Usos. <sup>(3)</sup>

Estudios han comprobado la actividad antibacteriana del extracto etanólico de la raíz contra *Staphylococcus aureus*. El extracto clorofórmico y etanólico de las hojas y ramas han demostrado actividad contra la leucemia. El extracto etanólico de las semillas es considerado como tóxico, debido a que hay mayor concentración de principios activos tóxicos.

### 3.6. GENERALIDADES DEL *Lantana camara* (CINCO NEGRITOS). <sup>(3, 7, 10,12)</sup>

#### 3.6.1. Clasificación taxonómica. <sup>(3, 10)</sup>

Reino	: Plantae.
División	: Antofitas.
Clase	: Angiospermas.
Subclase	: Dicotiledóneas.
Orden	: Tubifloras.
Familia	: Verbenáceas.
Género	: Lantana.
Especie	: Camara.



Fig. 3. *Lantana camara* (Cinco negritos)

#### 3.6.2. Descripción botánica. <sup>(7)</sup>

Es un arbusto de 1 – 3 mts. de altura, tallo espinoso, muy ramificado y tetraangular. Las ramas se disponen de manera decusada, presentando un color café claro especialmente en la parte más vieja, las partes mas jóvenes son verdes. Las hojas son ovaladas y oblongas, ásperas del haz; sencillas y decusadas. Las flores están reunidas en inflorescencia capituliforme de color amarillo, rojo y anaranjado en forma de manojitos. Las flores son pequeñas con pétalos soldados que forman un tubo encorvado en cuyo extremo superior se ensanchan dando lugar a la formación de cuatro túbulos. Los pequeños frutos maduros son negros y dulces.

### 3.6.3. Usos. <sup>(12)</sup>

Es usado como remedio casero en casos de fiebre, aunque también en extracto etanólico de las hojas puede considerarse como fungicida y posiblemente como plaguicida debido a la presencia de sustancias tóxicas como Alcaloides.

### 3.7. GENERALIDADES DEL *Nerium oleander* (NARCISO). <sup>(5)</sup>

#### 3.7.1. Clasificación taxonómica. <sup>(5)</sup>

Reino	: Plantae.
División	: Antofitas.
Clase	: Angiosperma.
Subclase	: Dicotiledóneas.
Orden	: Contortas.
Familia	: Apocinaceas.
Género	: Nerium.
Especie	: Oleander.



Fig. 4. *Nerium oleander* (Narciso)

#### 3.7.2. Descripción botánica. <sup>(5)</sup>

Es un arbusto con muchos tallos, flores regulares, de cáliz con cinco divisiones, corola rosada o blanca de seis pétalos en tres series de seis cada uno, cinco estambres que están sobre la corola. Dos ovarios con muchos óvulos; el fruto esta formado de 1 – 2 folículos, con granos velludos; las hojas son coriáceas, en lanzas, opuestas, flores en cimas compuestas, terminales rosadas o blancas, todas sus partes son lechosas.

#### 3.7.3. Usos. <sup>(5)</sup>

Debido a su contenido de principios activos tóxicos como el Alcaloide acumulado especialmente en las hojas, se pude utilizar como plaguicida.

### 3.8. GENERALIDADES DE LA *Solanum mammosum* (CHICHIGUA). <sup>(6, 10,11)</sup>

#### 3.8.1. Clasificación taxonómica. <sup>(10)</sup>

Reino	: Plantae.
División	: Antofitas.
Clase	: Angiosperma.
Subclase	: Dicotiledóneas.
Orden	: Tubifloras.
Familia	: Solanáceas.
Género	: Solanum.
Especie	: Mammosum.



Fig. 5. *Solanum mammosum* (Chichigua)

#### 3.8.2. Descripción botánica. <sup>(6)</sup>

Planta de tallo herbáceo. Arbusto de unos 2 mts. de altura, densamente pubescentes, con ramas vellosas y espinosas algo extendidas. Hojas acorazonadas, lovadas, con aguijones a uno y a otro lado con muchos vellos, de 6 – 8.5 cm. de largo y 7.5 – 11 cm. de ancho, con espinas y aguijones. Las flores en cimas laterales, purpúreas, azuladas o azul verduscas de 1.3 cm. de diámetro. Su fruto es periforme, con el ápice mamiforme, 5.8 cm. de largo, 3 - 3.5 cm. de ancho en la parte basal, son de color amarillo, exocarpo color rojizo-anaranjado o amarillo, cuyo vértice termina en una especie de pezón.

#### 3.8.3. Usos. <sup>(11)</sup>

Estudios han comprobado que esta planta reporta un abundante contenido de alcaloides (Solsodine, alcaloide esteroideal con amina de carácter secundario) lo que lo hace muy tóxica, pudiéndose utilizar como funguicida o plaguicida.

### 3.9. GENERALIDADES DEL *Nicotiana tabacum* (TABACO). <sup>(1)</sup>

#### 3.9.1. Clasificación taxonómica. <sup>(1)</sup>

Reino	: Plantae.
División	: Antofitas.
Clase	: Magnoliophyta.
Subclase	: Simpétalas.
Orden	: Tubifloras.
Familia	: Solanáceas.
Género	: Nicotiana.
Especie	: Tabacum.

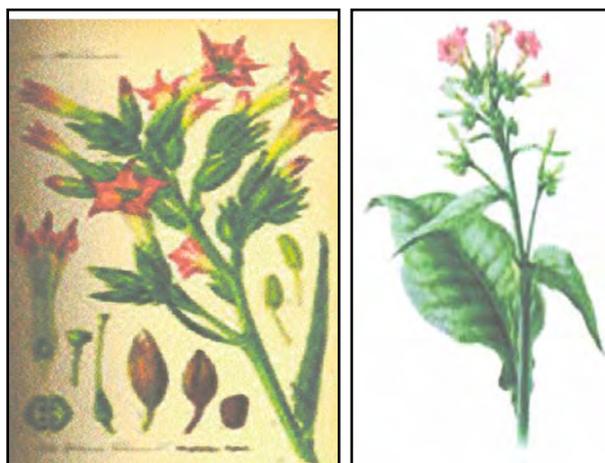


Fig. 6. *Nicotiana tabacum* (Tabaco)

#### 3.9.2. Descripción botánica. <sup>(1)</sup>

Es una hierba anual, de raíz fibrosa y de hasta 2 mts. de altura. Las hojas son alternas, y ovaladas; el aroma de las hojas secas del tabaco es debido a la pequeña cantidad de alcanfor de tabaco o nicotianina.

#### 3.9.3. Usos. <sup>(1)</sup>

Debido a que posee 66 especies ricas en alcaloides, lo que le da su propiedad tóxica, en especial la nicotina, es usado como plaguicida, repelente, fungicida y acaricida. Veneno respiratorio de contacto y estomacal.

CAPITULO IV  
DISEÑO METODOLÓGICO

## 4.0 DISEÑO METODOLÓGICO.

La investigación se realizó en tres etapas:

- Investigación bibliográfica
- Investigación de campo
- Parte experimental

### 4.1 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA:

- Se recopiló información utilizando los libros, trabajos de graduación, revistas, de la biblioteca de la Facultad de Química y Farmacia, la biblioteca de la Facultad de Ciencias Agronómicas y la Escuela de Biología de la Universidad de El Salvador.
- Referencias encontradas en Internet.

### 4.2 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

#### 4.2.1 Tipo de estudio:

- a) Según el tiempo de ocurrencia de hechos registros de la información.

Prospectivo: La investigación proporcionó información que no había sido establecida y que se obtuvo a través de la práctica.

Retrospectivo: Se utilizó información basada en documentos anteriores.

- b) Según el análisis y alcance de los resultados:

Experimental: Los datos se obtuvieron por medio de la experimentación, los cuales permitieron explicar los resultados.

#### 4.2.2 Universo.

El universo para la investigación se constituyó por el recurso vegetal de las siguientes plantas: ***Lantana camara*** (Cinco negritos), ***Solanum mammosum*** (Chichigua), ***Nerium oleander*** (Narciso), ***Jatropha curcas*** (Tempate), y ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) para la preparación de los extractos etanólicos al 1%, 3% y 5% y el plaguicida preformulado al 3%, 5% y 10%; así como también de 56 plantas en total de ***Fernaldia pandurata*** (Loroco) para inocular 54 de estas con diez ***Aphis nerii*** (Pulgones) cada planta haciendo un total de 540 áfidos utilizados, sin contar la planta que se utilizó como blanco y la planta de pie de cría. (Ver anexo 4)

#### 4.2.3 Diseño y tamaño de la muestra.

Se utilizaron 45 plantas de ***Fernaldia pandurata*** (loroco) 3 plantas por concentración, para realizar las pruebas con los cinco extractos botánicos a diferentes concentraciones (1%, 3% y 5%), una planta como pie de cría y una planta blanco. A partir de esta prueba se escogió el extracto que mejor dio resultado para proceder a la preformulación del plaguicida natural en concentraciones de 3%, 5% y 10% y se realizaron pruebas para conocer su efectividad, utilizando para ello 9 plantas de ***Fernaldia pandurata*** (loroco) 3 plantas por concentración. (Ver anexo 4)

#### 4.2.4 Preparación del pie de cría.

De una planta de ***Fernaldia pandurata*** (loroco) madre infestada se recolectó una colonia de 10 áfidos para cada planta de ***Fernaldia pandurata*** (Loroco).

#### 4.2.5 Preparación del material vegetal.

##### 4.2.5.1 Recolección de muestras.

Las plantas se recolectaron en los siguientes lugares:

-***Jatropha curcas*** (Tempate): Municipio de Metalío. Departamento de Sonsonate.

-***Lantana camara*** (Cinco negritos): Urbanización La Esperanza, Departamento de Santa Ana y en la Universidad de El Salvador.

-***Nicotiana tabacum*** (Tabaco): Mercado Central de San Salvador.

-***Nerium oleander*** (Narciso): Colonia La Cima, Departamento de San Salvador.

-***Solanum mammosum*** (Chichihua): CENTA, carretera a Santa Ana.

#### 4.3 PARTE EXPERIMENTAL.

##### 4.3.1 Lavado del material

El material se lavó con agua destilada, para retirar la suciedad.

##### 4.3.2 Secado del material vegetal.

Se secó el material vegetal (hojas) por un período de una semana, con excepción de los frutos (***Solanum mammosum*** (Chichigua) y ***Jatropha curcas*** (Tempate)), que se utilizaron en forma fresca.

#### 4.3.3 Preparación de los extractos botánicos.

Se trituraron en forma manual y mecánica las hojas secas y en el caso de los frutos frescos (con semillas) se fraccionaron en forma manual y se pesó en balanza granataria 200 g de las muestras secas y trituradas (Ver anexo 2). Se colocó el material molido en frascos de vidrio de color ámbar y se cubrieron con etanol 90°, para dejar macerar por tres días, tres veces consecutivas en un total de nueve días. Se unieron los líquidos resultantes de la maceración, se filtró y concentró al vacío hasta haberse obtenido una consistencia siruposa a una temperatura de 40°C. Se aforó el concentrado con etanol 90° a volumen exacto de 100mL (concentración de 100%). Se diluyó cada extracto con agua destilada para preparar las concentraciones de 1%, 3% y 5% V/V.

#### 4.3.4 Aplicación de los extractos de las cinco especies botánicas seleccionadas.

1. Se colocaron en cada planta de ***Fernaldia pandurata*** (loroco) diez áfidos adultos de la especie ***Aphis nerii*** y se dejó una hora para que se adaptaran a la nueva planta. (ver anexo 4).
2. Luego en las bombas de aspersión se colocaron los extractos y se asperjaron sobre las plantas de ***Fernaldia pandurata*** (loroco) las diferentes concentraciones, visualizando la reacción de los áfidos por intervalos de tiempo a 2, 4, 6, 8, 12 y 24 horas después de la aspersión.

3. Se realizó el recuento de áfidos vivos y muertos, posteriormente se analizaron los resultados obtenidos mediante un análisis de varianza.

#### 4.3.5 Evaluación del daño morfológico de la planta de *Fernaldia pandurata* (Loroco) causado por las cinco especies botánicas.

Se asperjaron los extractos de las especies botánicas por cuatro semanas sobre la planta de *Fernaldia pandurata* (Loroco) y se observaron los parámetros de daño siguientes:

- a) Quemaduras de las hojas.
- b) Marchitez de la planta.
- c) Deformación de hojas tiernas.
- d) Muerte de la planta.

#### 4.3.6 Análisis fitoquímico cualitativo.

Para realizar este análisis se utilizaron los extractos concentrados obtenidos de las cinco especies botánicas y se les realizó pruebas específicas de identificación de Alcaloides y Coumarinas (Ver anexo 7).

#### 4.3.7 Alcaloides.

Se tomaron 5mL. del extracto concentrado y se extrajo con dos porciones de 5mL. de cloroformo, se unieron ambas porciones y se acidificó con HCl 1N hasta obtener un pH=1.62, se concentró a 6 mL. y se dividió en tres porciones

de 2 mL. y a cada una de las porciones se añadió 2 gotas de los siguientes reactivos: Dragendorff, Mayer y Wagner.

Resultado: la formación de un precipitado.

#### 4.3.8 Coumarinas

Se tomó 1 mL. del extracto concentrado, se añadió 2 mL. de NaOH 10% y se observó la formación de un color oscuro, luego se neutralizó con HCl 10% y se observó el cambio de color de oscuro a transparente.

Resultado: Cambio de color de oscuro a transparente.

#### 4.3.9 Selección de la Fase Móvil

Se realizó ensayos preliminares para la elección de la fase móvil más adecuada tanto de solventes puros como en mezcla, en una proporción adecuada para la separación de componentes en su recorrido, por placa cromatográfica.

Cuadro 1. Solventes propuestos

MEZCLA DE SOLVENTES	PROPORCIÓN
Diclorometano	Grado reactivo
Acetona	Grado reactivo
Cloroformo	Grado reactivo
n-Hexano:Acetato de etilo	1:1
n-Hexano:Acetato de etilo	2:8
n-Hexano:Diclorometano	3:7
n-Hexano:Diclorometano	1:9

4.3.10 Determinación de la absorción de los componentes de los extractos botánicos por el ***Fernaldia pandurata*** (loroco) a través de la cromatografía de capa fina.

1. Se asperjó una vez por semana durante un mes las plantas de ***Fernaldia pandurata*** (loroco) con los extractos botánicos que presentaron mejor actividad plaguicida, en este caso fue: el ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) al 1%, 3% y 5% y la ***Solanum mammosum*** (Chichigua) al 1%, 3% y 5%, a excepción de una planta que sirvió como blanco.
2. Se cortaron las hojas de ***Fernaldia pandurata*** (loroco), fraccionaron, se colocaron en frascos de vidrio color ámbar, se cubrieron con etanol 90° y se dejó macerar por tres días, tres veces consecutivas haciendo un total de nueve días.
3. Se unieron los líquidos resultantes de la maceración, se filtró y concentró al vacío hasta obtener una consistencia siruposa a una temperatura de 40°C en el rotavapor, donde se obtuvo un extracto concentrado.
4. Se procedió a la preparación de las placas cromatográficas.
5. Se inyectaron los extractos sobre las placas cromatográficas de 20x20cm. a una temperatura de 25°C, las cuales estaban previamente saturadas con la fase móvil (n-hexano:acetato de etilo (1:1) para el ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) y n-hexano:diclorometano (1:9) para la ***Solanum mammosum*** (Chichigua)), de la siguiente forma: la planta con extracto, la planta sin extracto, el extracto y Etanol como blanco.

6. Posteriormente se observó a través de Luz Ultravioleta a una longitud de onda de 254nm (longitud de onda corta) y 365nm (longitud de onda larga).
7. Por último se midieron los Rf. (Factor estimado).

La fórmula para determinar la Relación entre la distancia recorrida por los diferentes componentes de la muestra y el eluyente es:

$$R_f = \frac{\text{distancia recorrida por los componentes de la muestra}}{\text{distancia recorrida por la fase móvil ó eluyente}}$$

4.3.11 Determinación de la calidad plaguicida de los extractos a través de un estudio estadístico.

Se realizó un estudio estadístico denominado “Randomizado completamente al azar con tres repeticiones” con los extractos botánicos que presentaron mejor actividad plaguicida los cuales fueron: ***Solanum mammosum*** (Chichigua) y ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco), para determinar la calidad de los resultados.

4.3.12 Preformulación del plaguicida natural.

1. Para preformular el plaguicida natural, se hizo a partir del extracto que a una concentración mínima eliminó la mayor cantidad de ***Aphis nerii*** (pulgones), no provocó daño y no fue absorbido por la planta.

2. Los extractos que mejor dieron resultados fueron: ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) 3% y 5% y ***Solanum mammosum*** (Chichigua) 3% y 5%, por lo que se realizó una mezcla de ambos extractos para observar mejores resultados.
3. Se procedió a mezclar con agua destilada los extractos: ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) y ***Solanum mammosum*** (Chichigua), y se prepararon diferentes concentraciones (3%, 5% y 10%).
4. Se comparó la efectividad de la mezcla de los extractos con los extractos individuales, para observar si hubo o no diferencia entre ambos tratamientos, para ello se utilizó el estudio estadístico “Randomizado completamente al azar con tres repeticiones”.

CAPITULO V  
RESULTADOS Y ANÁLISIS

## 5.0 RESULTADOS Y ANÁLISIS.

5.1 Resultados obtenidos del análisis fitoquímico de los cinco extractos seleccionados.

Tabla 1. Resumen general sobre los resultados del análisis fitoquímico de los extractos botánicos. (Ver anexo 11)

PRUEBAS	EXTRACTOS	N.t. (Tabaco)	S.m. (Chichigua)	J.c. (Tempate)	L.c. (Cinco negritos)	N.o. (Narciso)
	REACCIONES					
Alcaloides	Dragendorff	+	+	-	+	+
	Mayer	+	+	-	+	+
	Wagner	+	+	-	+	+
Coumarinas	Anillo lactónico (NaOH)	+	+	+	-	+
Glicósidos Saponínicos	Salkowski	-	+	-	+	+
	Espuma	-	+	-	+	+
Glicósidos Cardiotónicos	Kéller Killiani	+	+	-	-	-
	Liebermann Burchard	+	+	-	-	-
Glicósidos Antraquinónicos	Borntrager	-	-	+	-	-
Flavonoides	Shinoda	-	-	-	-	-
Taninos	FeCl <sub>3</sub> 5%	-	-	+	+	+
	Acetato de Plomo 5%	-	-	+	+	+
	Dicromato de potasio	-	-	+	+	+
	Solución de gelatina 10%	-	-	+	+	+
Sesquiterpenlactonas	Legal	+	+	+	+	+
	Baljet	+	+	+	+	+

+ = positivo

- = negativo

N.t.= *Nicotiana tabacum*

S.m.= *Solanum mammosum*

J.c.= *Jatropha curcas*

N.o. = *Nerium oleander*

L.c. = *Lantana camara*

El análisis fitoquímico reveló la presencia de Alcaloides y Coumarinas especialmente en aquellos extractos que presentaron mayor porcentaje de efectividad plaguicida como la ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) y la ***Solanum mammosum*** (Chichigua), aunque los Alcaloides presentes en el ***Lantana camara*** (Cinco negritos) no fueron muy tóxicos para los áfidos, pues presentaron un porcentaje de mortalidad menor del 50%. El ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco), la ***Solanum mammosum*** (Chichigua), y el ***Nerium oleander*** (Narciso) presentan reacción positiva a la prueba de Alcaloides y Coumarinas, en cambio el ***Lantana camara*** (Cinco negritos) da positiva únicamente a la prueba de Alcaloides.

5.2 Resultados de la aplicación de los cinco extractos seleccionados, para conocer cual de ellos presenta actividad plaguicida.

Tabla 2. Resultados obtenidos después de la aplicación de los extractos al 1%

Extractos	Planta número	TIEMPO						Actividad
		2 h	4 h	6 h	8 h	12 h	24 h	
S.m. (Chichigua) 1%	1	0M/10V	0M/10V	1M/9V	1M/9V	2M/8V	3M/7V	+
	2	0M/10V	1M/9V	3M/7V	3M/7V	3M/7V	3M/7V	+
	3	0M/10V	1M/9V	1M/9V	1M/9V	3M/7V	4M/6V	+
	Total	0M/30V	2M/28V	5M/25V	5M/25V	8M/22V	10M/20V	
L.c. (Cinco negritos) 1%	1	0M/10V	0M/10V	1M/9V	1M/9V	2M/8V	2M/8V	+
	2	0M/10V	1M/9V	1M/9V	1M/9V	1M/9V	1M/9V	+
	3	0M/10V	0M/10V	0M/10V	1M/9V	2M/8V	2M/8V	+
	Total	0M/30V	1M/29V	2M/28V	3M/27V	5M/25V	5M/25V	
N.o. (Narciso) 1%	1	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	–
	2	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	–
	3	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	–
	Total	0M/30V	0M/30V	0M/30V	0M/30V	0M/30V	0M/30V	
N.t. (Tabaco) 1%	1	2M/8V	2M/8V	2M/8V	3M/7V	3M/7V	5M/5V	+
	2	0M/10V	1M/9V	3M/7V	3M/7V	3M/7V	4M/6V	+
	3	1M/9V	1M/9V	1M/9V	2M/8V	3M/7V	4M/6V	+
	Total	3M/27V	4M/26V	6M/24V	8M/22V	9M/21V	13M/17V	
J.c. (Tempate) 1%	1	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	–
	2	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	–
	3	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	–
	Total	0M/30V	0M/30V	0M/30V	0M/30V	0M/30V	0M/30V	

M: Afidos muertos.

+ = Extractos activos.

V: Afidos vivos

– = Extractos no activos

OM: Ningún áfido muerto

N.t.= *Nicotiana tabacum*

L.c. = *Lantana camara*

S.m.= *Solanum mammosum*

N.o.= *Nerium oleander*

J.c.= *Jatropha curcas*

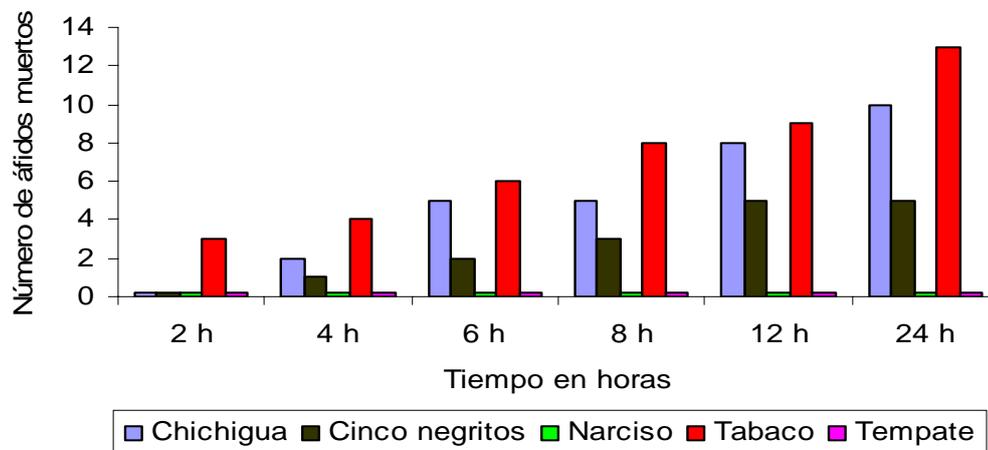


Fig. 7 Gráfico que representa el número de áfidos muertos utilizando los extractos botánicos de la Tabla 2.

De los cinco extractos tres presentaron actividad plaguicida, obteniéndose como resultado: que el *Nicotiana tabacum* (tabaco) 1% a las dos horas ya había eliminado 3 áfidos, sin embargo la *Solanum mammosum* (chichigua) 1% alcanzó esa cantidad a las 4 horas. Al final de las 24 horas el *Nicotiana tabacum* (tabaco) 1% había eliminado 13 áfidos, mientras que la *Solanum mammosum* (chichigua) 1% en ese mismo período ya había eliminado 10 áfidos. *Nerium oleander* (narciso) 1% y *Jatropha curcas* (tempate) 1% no presentaron ninguna actividad.

Tabla 3. Porcentajes de mortalidad de los áfidos en la aplicación de los extractos botánicos al 1%.

EXTRACTOS 1%	TIEMPO.					
	2 h	4 h	6 h	8 h	12 h	24 h
S.m. (Chichigua) 1%	0.00	6.67	16.67	16.67	26.67	33.33
L.c. (Cinco negritos)1%	0.00	3.33	6.67	10.00	16.67	16.67
N.o. (Narciso) 1%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N.t. (Tabaco) 1%	10.00	13.33	20.00	26.67	30.00	43.33
J.c. (Tempate) 1%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

N.t.= *Nicotiana tabacum*

S.m.= *Solanum mammosum*

N.o.= *Nerium oleander*

J.c.= *Jatropha curcas*

L.c. = *Lantana camara*

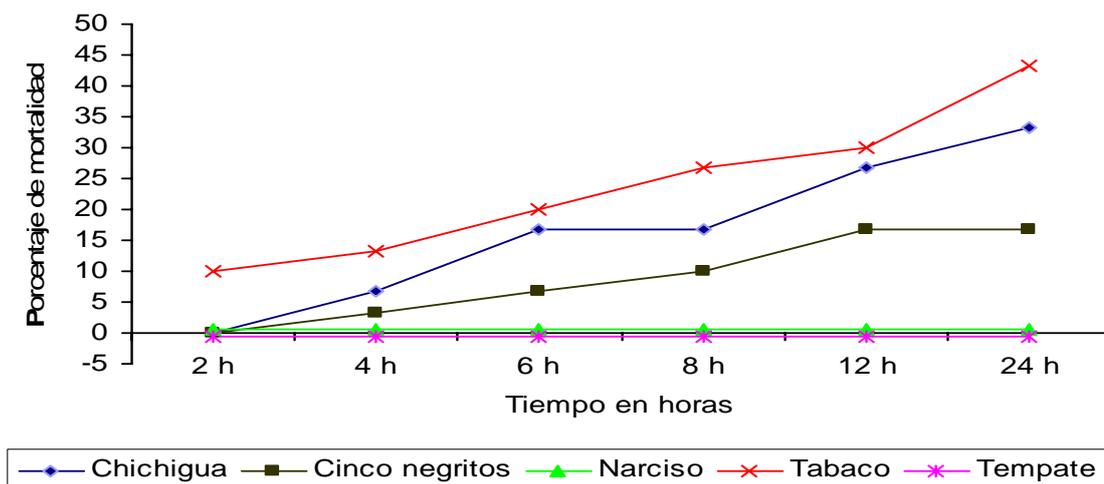


Fig. 8 Gráfico que representa el porcentaje de mortalidad de áfidos utilizando los extractos botánicos al 1% de la Tabla 3.

Según los resultados a las dos horas el extracto de ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) 1% ya presentaba un 10% de la actividad plaguicida, y a las 24 horas alcanzó un porcentaje del 43.33%, mientras que el extracto de ***Solanum mammosum*** (Chichigua) 1% a las 24 horas alcanzó un porcentaje del 33.33% y el extracto de ***Lantana camara*** (Cinco negritos) 1% alcanzó un porcentaje del 16.67%, teniendo este último un porcentaje muy bajo.

Tabla 4. Resultados obtenidos después de la aplicación de los extractos al 3%

Extractos	Planta número	TIEMPO						Actividad
		2 h	4 h	6 h	8 h	12 h	24 h	
S.m. (Chichigua) 3%	1	0M/10V	1M/9V	1M/9V	3M/7V	4M/6V	6M/4V	+
	2	1M/9V	3M/7V	4M/6V	6M/4V	6M/4	6M/4V	+
	3	0M/10V	1M/9V	2M/8V	4M/6V	6M/4	8M/2V	+
	Total	1M/29V	5M/25V	7M/23V	13M/17V	16M/14V	20M/10V	
L.c. (Cinco negritos)3%	1	0M/10V	1M/9V	1M/9V	1M/9V	3M/7V	3M/7V	+
	2	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	2M/8V	2M/8V	+
	3	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	2M/8V	2M/8V	+
	Total	0M/30V	1M/29V	1M/29V	1M/29V	7M/23V	7M/23V	
N.o. (Narciso) 3%	1	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	—
	2	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	—
	3	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	—
	Total	0M/30V	0M/30V	0M/30V	0M/30V	0M/30V	0M/30V	
N.t. (Tabaco) 3%	1	1M/9V	3M/7V	4M/6V	7M/3V	9M/1V	9M/1V	+
	2	1M/9V	3M/7V	5M/5V	6M/4V	7M/3V	9M/1V	+
	3	0M/10V	3M/7V	5M/5V	6M/4V	6M/4V	8M/2V	+
	Total	2M/28V	9M/21V	14M/16V	19M/11V	22M/8V	26M/4V	
J.c. (Tempate) 3%	1	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	—
	2	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	—
	3	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	—
	Total	0M/30V	0M/30V	0M/30V	0M/30V	0M/30V	0M/30V	

M: Afido muertos.

+ = Extractos activos.

V: Afidos vivos.

— = Extractos no activos.

OM: Ningún áfido muerto.

J.c. = *Jatropha curcas*N.t.= *Nicotiana tabacum*L.c. = *Lantana camara*S.m.= *Solanum mammosum*N.o.= *Nerium oleander*

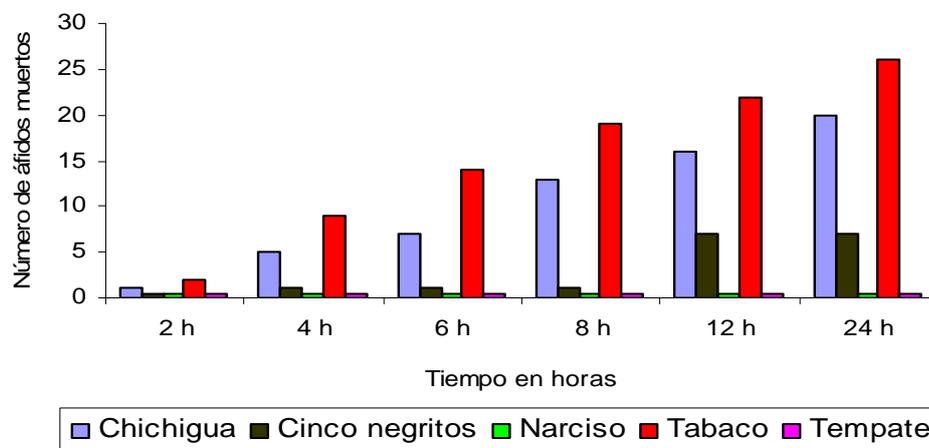


Fig. 9. Gráfico que representa el número de áfidos muertos utilizando los extractos botánicos al 3% de la Tabla 4.

Se observa que a las 6 horas el extracto de *Solanum mammosum* (Chichigua) 3% ya había eliminado un total de 7 áfidos, sin embargo el extracto de *Lantana camara* (Cinco negritos) 3% alcanzó ese total (7 áfidos) a las 24 horas y el extracto de *Nicotiana tabacum* (Tabaco) 3% alcanzó un total similar (9 áfidos) a las 4 horas después de aplicados los extractos. También se observa que el extracto de *Solanum mammosum* (Chichigua) 3% al final de las 24 horas había eliminado un total de 20 áfidos, cantidad similar (19 áfidos) que alcanzó el extracto de *Nicotiana tabacum* (Tabaco) 3% a las 8 horas después de aplicados los extractos. Mientras que los extractos del *Jatropha curcas* (Tempate) 3% y *Nerium oleander* (Narciso) 3% continuaron sin producir alguna actividad.

Tabla 5. Porcentajes de mortalidad de los áfidos en la aplicación de los extractos botánicos al 3%.

EXTRACTOS 3%	TIEMPO					
	2 h	4 h	6 h	8 h	12 h	24 h
S.m. (Chichigua) 3%	3.33	16.67	23.33	43.33	53.33	66.67
L.c. (Cinco negritos) 3%	0.00	3.33	3.33	3.33	23.33	23.33
N.o. (Narciso) 3%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N.t. (Tabaco) 3%	6.67	30.00	46.67	63.33	73.33	86.67
J.c. (Tempate) 3%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

N.t.= *Nicotiana tabacum*

S.m.= *Solanum mammosum*

N.o.= *Nerium oleander*

J.c.= *Jatropha curcas*

L.c. = *Lantana camara*

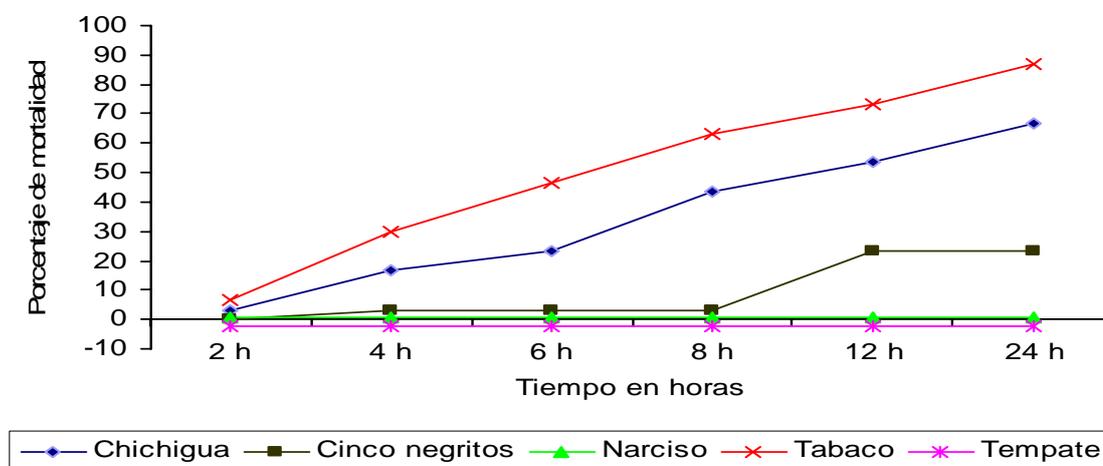


Fig. 10 Gráfico que representa el porcentaje de mortalidad de áfidos utilizando los extractos botánicos al 3% de la Tabla 5.

Según los resultados el extracto de *Lantana camara* (Cinco negritos) 3% comenzó a ejercer su actividad plaguicida a las 4 horas con un porcentaje del 3.33% manteniéndose así hasta las 8 horas. El extracto de *Nicotiana tabacum* (Tabaco) 3% a las 8 horas ya había eliminado un poco más del 50%

de áfidos muertos, mientras que el extracto de ***Solanum mammosum*** (Chichigua) 3% alcanzó el 50% de mortalidad a las 12 horas después de su aplicación. Por otro lado el extracto de ***Lantana camara*** (Cinco negritos) 3% al final de las 24 horas su promedio de mortalidad fue menor del 50%, teniendo como porcentaje final un 23.33%.

Tabla 6. Resultados obtenidos después de la aplicación de los extractos al 5%

Extractos	Planta número	TIEMPO						Actividad
		2 h	4 h	6 h	8 h	12 h	24 h	
S.m. (Chichigua) 5%	1	1M/9V	2M/8V	4M/6V	6M/4V	9M/1V	10M/0V	+
	2	0M/10V	1M/9V	2M/8V	4M/6V	6M/4V	8M/2V	+
	3	0M/10V	1M/9V	2M/8V	5M/5V	8M/2V	9M/1V	+
	Total	1M/29V	4M/26V	8M/22V	15M/15V	23M/7V	27M/3V	
L.c. (Cinco negritos)5%	1	2M/8V	3M/7V	3M/7V	3M/7V	4M/6V	6M/4V	+
	2	2M/8V	2M/8V	2M/8V	2M/8V	2M/8V	5M/5V	+
	3	1M/9V	1M/9V	2M/8V	2M/8V	3M/7V	6M/4V	+
	Total	5M/25V	6M/24V	7M/23V	7M/23V	9M/21V	17M/13V	
N.o. (Narciso) 5%	1	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	-
	2	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	-
	3	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	-
	Total	0M/30V	0M/30V	0M/30V	0M/30V	0M/30V	0M/30V	
N.t. (Tabaco) 5%	1	2M/8V	5M/5V	7M/3V	8M/2V	9M/1V	10M/0V	+
	2	2M/8V	3M/7V	6M/4V	9M/1V	10M/0V	10M/0V	+
	3	3M/7V	6M/4V	8M/2V	9M/1V	9M/1V	9M/1V	+
	Total	7M/23V	14M/16V	21M/9V	26M/4V	28M/2V	29M/1V	
J.c. (Tempate) 5%	1	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	-
	2	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	-
	3	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	0M/10V	-
	Total	0M/30V	0M/30V	0M/30V	0M/30V	0M/30V	0M/30V	

M: Afidos muertos

+ = Extractos activos.

V: Afidos vivos

- = Extractos no activos

OM: Ningún áfido muerto.

N.t.= *Nicotiana tabacum*S.m.= *Solanum mammosum*N.o.= *Nerium oleander*J.c.= *Jatropha curcas*L.c. = *Lantana camara*

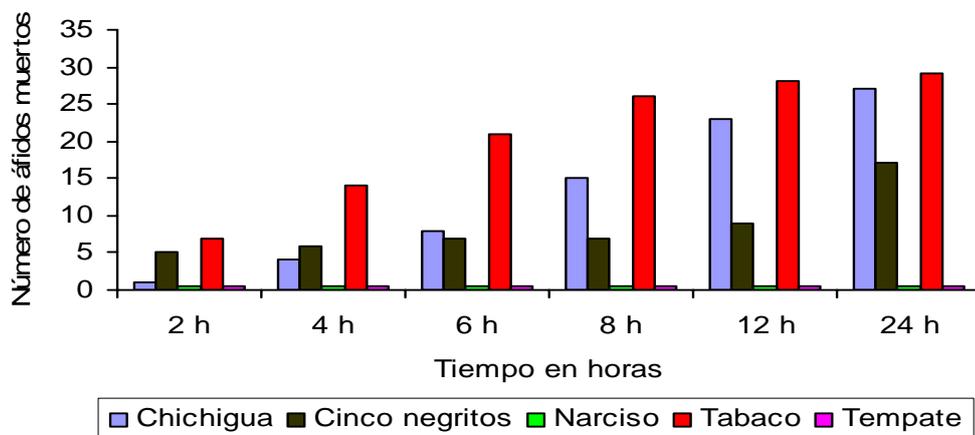


Fig.11 Gráfico que representa el número de áfidos muertos utilizando los extractos botánicos al 5% de la Tabla 6.

Los resultados muestran que el extracto de *Nicotiana tabacum* (Tabaco) 5% a las 4 horas de aplicado ya había eliminado prácticamente la mitad de áfidos totales (14 áfidos), sin embargo el extracto de *Solanum mammosum* (Chichigua) 5% alcanzó esa cantidad a las 8 horas (15 áfidos) y el extracto de *Lantana camara* (Cinco negritos) 5% alcanzó una cantidad similar (17 áfidos) a las 24 horas. Se observa que al final del período de 24 horas el extracto de *Nicotiana tabacum* (Tabaco) 5% resultó ser más efectivo pues prácticamente eliminó casi en su totalidad a los áfidos teniendo un total de 29 áfidos muertos. Mientras que los extractos *Nerium oleander* (Narciso) 5% y *Jatropha curcas* (Tempate) 5% no presentaron actividad plaguicida.

Tabla 7. Porcentajes de mortalidad de los áfidos en la aplicación de los extractos botánicos al 5%.

EXTRACTOS 5%	TIEMPO					
	2 h	4 h	6 h	8 h	12 h	24 h
S.m. (Chichigua) 5%	3.33	13.33	26.67	50.00	76.67	90.00
L.c. (Cinco negritos) 5%	16.67	20.00	23.33	23.33	30.00	56.67
N.o. (Narciso) 5%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N.t. (Tabaco) 5%	23.33	46.67	70.00	86.67	93.33	96.67
J.c. (Tempate) 5%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

N.t.= *Nicotiana tabacum*

S.m.= *Solanum mammosum*

N.o.= *Nerium oleander*

J.c.= *Jatropha curcas*

L.c. = *Lantana camara*

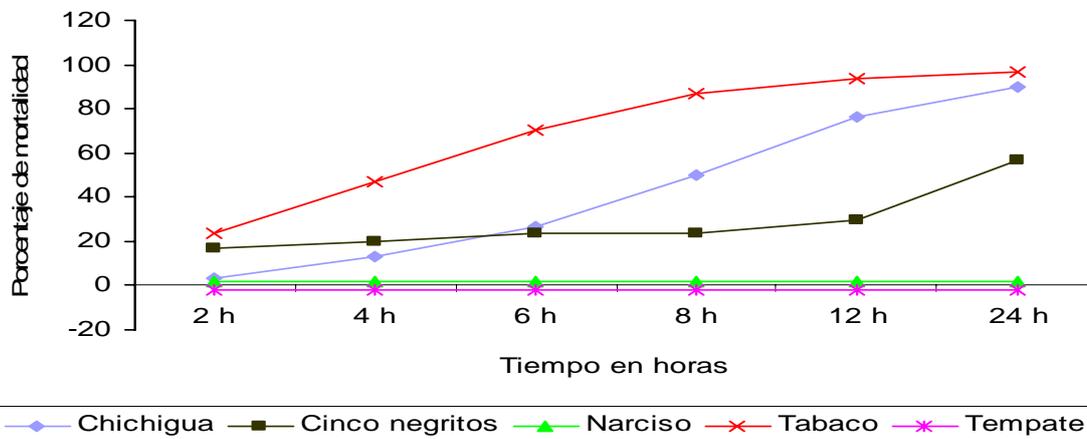


Fig. 12. Gráfico que representa el porcentaje de mortalidad de áfidos utilizando los extractos botánicos al 5% de la Tabla 7.

El extracto de *Solanum mammosum* (Chichigua) 5% alcanzó el 50% de mortalidad a las 8 horas, el extracto de *Lantana camara* (Cinco negritos) 5% alcanzó un porcentaje similar (56.67%) hasta las 24 horas, sin embargo el

***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) al finalizar el período de las 24 horas alcanzó un porcentaje máximo de mortalidad de 96.67%.

De las tablas 1 a la 7 se escogieron las especies botánicas que presentaron mayor actividad plaguicida contra el áfido, así como la mejor concentración a utilizar, los cuales fueron: 3% y 5%. Los extractos elegidos fueron: ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) y ***Solanum mammosum*** (Chichigua).

### 5.3 Resultados del daño morfológico de la planta después de la aplicación de los extractos botánicos.

Tabla 8. Análisis del daño morfológico de las plantas de *Fernaldia pandurata* (loroco) luego de la aplicación preliminar de los extractos botánicos al 1%, 3% y 5%.

Extracto / Daño morfológico	Quemaduras de las hojas	Marchitez de la planta	Deformación de hojas tiernas	Muerte de la planta
<i>Lantana camara</i> (Cinco negritos) 1%	—	—	—	—
<i>Lantana camara</i> (Cinco negritos) 3%	—	—	—	—
<i>Lantana camara</i> (Cinco negritos) 5%	—	—	—	—
<i>Solanum mammosum</i> (Chichigua) 1%	—	—	—	—
<i>Solanum mammosum</i> (Chichigua) 3%	—	—	—	—
<i>Solanum mammosum</i> (Chichigua) 5%	—	—	—	—
<i>Nerium oleander</i> (Narciso) 1%	—	—	—	—
<i>Nerium oleander</i> (Narciso) 3%	—	—	—	—
<i>Nerium oleander</i> (Narciso) 5%	—	—	—	—
<i>Nicotiana tabacum</i> (Tabaco) 1%	—	—	—	—
<i>Nicotiana tabacum</i> (Tabaco) 3%	—	—	—	—
<i>Nicotiana tabacum</i> (Tabaco) 5%	—	—	—	—
<i>Jatropha curcas</i> (Tempate) 1%	—	—	—	—
<i>Jatropha curcas</i> (Tempate) 3%	—	—	—	—
<i>Jatropha curcas</i> (Tempate) 5%	—	—	—	—

(—) = No hay daño morfológico en la planta.

(+) = Hay daño morfológico en la planta.

Se observa que las plantas de *Fernaldia pandurata* (loroco) no presentaron daño morfológico después de la aplicación de los extractos al 1%, 3% y 5%.

5.4 Resultados obtenidos de la determinación de absorción de los componentes de los extractos botánicos por el *Fernaldia pandurata* (loroco).

Para la realización de estas pruebas se utilizó la cámara de luz UV a las longitudes de onda de 254nm (longitud de onda corta) y a 365nm (longitud de onda larga), esto con la finalidad de observar las manchas a distintas longitudes de onda. (Ver cromatogramas en anexo 10).

Tabla 9. Resumen de los Rf de las manchas de extractos de *Nicotiana tabacum* (Tabaco) 1%.

Extractos	Nombre de la mancha	Rf	Color a luz UV a 254 nm	Color a luz UV a 365 nm
Planta tratada	LT-1	0.36	No aparece	Rojo
N.t. (Tabaco) 1%	TB-1	0.34	No aparece	Azul-verde
	TB-2	0.32	No aparece	Azul-verde
Planta Sin tratar	LNT-1	0.35	No aparece	Rojo
	LNT-2	0.22	No aparece	Rojo

N.t. : *Nicotiana tabacum*

LT: Planta de *Fernaldia pandurata* (Loroco) tratado con el extracto de *Nicotiana tabacum* (Tabaco) 1%.

TB: Extracto de *Nicotiana tabacum* (Tabaco) 1%

LNT: Planta de *Fernaldia pandurata* (Loroco) no tratado

Solventes empleados: n – hexano:acetato de etilo (1:1)

El extracto de *Nicotiana tabacum* (tabaco) 1% presentó dos manchas con color diferente a las manchas de *Fernaldia pandurata* (loroco) tratado, las cuales son de color rojo a la luz Ultravioleta con una longitud de onda larga de 365nm, el color rojo es indicativo de la presencia de clorofila.

Tabla 10. Resumen de los Rf de las manchas de extractos de *Nicotiana tabacum* (Tabaco) 3%.

Extractos	Nombre de la mancha	Rf	Color a luz UV a 254 nm	Color a luz UV a 365 nm
Planta Tratada	LT-1	0.63	No aparece	Rojo
	LT-2	0.54	No aparece	Rojo
N.t. (Tabaco) 3%	TB-1	0.73	No aparece	Azul-verde
	TB-2	0.63	No aparece	Azul-verde
Planta sin Tratar	LNT-1	0.65	No aparece	Rojo
	LNT-2	0.50	No aparece	Rojo

N.t.: *Nicotiana tabacum*

LT: Planta de *Fernaldia pandurata* (Loroco) tratado con el extracto de *Nicotiana tabacum* (Tabaco) 3%.

TB: Extracto de *Nicotiana tabacum* (Tabaco) 3%

LNT: Planta de *Fernaldia pandurata* (Loroco) no tratado

Solventes empleados: n – hexano:acetato de etilo (1:1)

El extracto de *Nicotiana tabacum* (tabaco) 3% presentó dos manchas de color azul-verde, los cuales son diferentes a las manchas de *Fernaldia pandurata* (loroco) tratado, las cuales son de color rojo a la luz Ultravioleta con una longitud de onda larga de 365nm, el color rojo es indicativo de la presencia de clorofila.

Tabla 11. Resumen de los Rf de las manchas de extractos de *Nicotiana tabacum* (Tabaco) 5%.

Extractos	Nombre de la mancha	Rf	Color a luz UV a 254 nm	Color a luz UV a 365 nm
Planta Tratada	LT-1	0.58	No aparece	Rojo
	LT-2	0.50	No aparece	Rojo
N.t. (Tabaco) 5%	TB-1	0.66	No aparece	Azul-verde
	TB-2	0.63	No aparece	Azul-verde
Planta sin Tratar	LNT-1	0.64	No aparece	Rojo
	LNT-2	0.50	No aparece	Rojo

N.t.: *Nicotiana tabacum*

LT: Planta de *Fernaldia pandurata* (Loroco) tratado con el extracto de *Nicotiana tabacum* (Tabaco) 5%.

TB: Extracto de *Nicotiana tabacum* (Tabaco) 5%

LNT: Planta de *Fernaldia pandurata* (Loroco) no tratado

Solventes empleados: n – hexano:acetato de etilo (1:1)

El extracto de *Nicotiana tabacum* (tabaco) 5% presentó dos manchas de color azul-verde, los cuales son diferentes a las manchas de *Fernaldia pandurata* (loroco) tratado, las cuales son de color rojo a la luz Ultravioleta con una longitud de onda larga de 365nm, el color rojo es indicativo de la presencia de clorofila.

Tabla 12. Resumen de los Rf de las manchas de extractos de *Solanum mammosum* (Chichigua) 1%.

Extractos	Nombre de la mancha	Rf	Color a luz UV a 254 nm	Color a luz UV a 365 nm
Planta tratada	LT-1	0.453	No aparece	Rojo
S.m. (Chichigua) 1%	CH-1	0.573	No aparece	Amarillo
	CH-2	0.453	No aparece	Amarillo
	CH-3	0.113	No aparece	Amarillo
Planta sin Tratar	LNT-1	0.453	No aparece	Rojo
	LNT-2	0.346	No aparece	Rojo

S.m.: *Solanum mammosum*

LT: Planta de *Fernaldia pandurata* (Loroco) tratado con el extracto de *Solanum mammosum* (Chichigua) 1%

CH: Extracto de *Solanum mammosum* (Chichigua) 1%

LNT: Planta de *Fernaldia pandurata* (Loroco) no tratado

Solventes empleados: n – hexano:diclorometano (1:9)

El extracto de *Solanum mammosum* (chichigua) 1% presentó tres manchas de color amarillo, los cuales son diferentes a las manchas de *Fernaldia pandurata* (loroco) tratado, las cuales son de color rojo a la luz Ultravioleta con una longitud de onda larga de 365nm, el color rojo es indicativo de la presencia de clorofila.

Tabla 13. Resumen de los Rf de las manchas de extractos de ***Solanum mammosum*** (Chichigua) 3%.

Extractos	Nombre de la mancha	Rf	Color a luz UV a 254 nm	Color a luz UV a 365 nm
Planta tratada	LT-1	0.56	No aparece	Rojo
	LT-2	0.486	No aparece	Rojo
	LT-3	0.46	No aparece	Rojo
S.m. (Chichigua) 3%	CH-1	0.55	No aparece	Amarillo
	CH-2	0.46	No aparece	Amarillo
Planta sin Tratar	LNT-1	0.46	No aparece	Rojo
	LNT-2	0.40	No aparece	Rojo

S.m.: ***Solanum mammosum***

LT: Planta de ***Fernaldia pandurata*** (Loroco) tratado con el extracto de ***Solanum mammosum*** (Chichigua) 3%

CH: Extracto de ***Solanum mammosum*** (Chichigua) 3%

LNT: Planta de ***Fernaldia pandurata*** (Loroco) no tratado

Solventes empleados: n – hexano:diclorometano (1:9)

El extracto de ***Solanum mammosum*** (chichigua) 3% presentó dos manchas de color amarillo, los cuales son diferentes a las manchas de ***Fernaldia pandurata*** (loroco) tratado, las cuales son de color rojo a la luz Ultravioleta con una longitud de onda larga de 365nm, el color rojo es indicativo de la presencia de clorofila.

Tabla 14. Resumen de los Rf de las manchas de extractos de *Solanum mammosum* (Chichigua) 5%.

Extractos	Nombre de la mancha	Rf	Color a luz UV a 254 nm	Color a luz UV a 365 nm
Planta Tratada	LT-1	0.56	No aparece	Rojo
	LT-2	0.486	No aparece	Rojo
	LT-3	0.44	No aparece	Rojo
S.m. (Chichigua) 5%	CH-1	0.59	No aparece	Amarillo
	CH-2	0.54	No aparece	Amarillo
	CH-3	0.47	No aparece	Amarillo
Planta sin Tratar	LNT-1	0.50	No aparece	Rojo
	LNT-2	0.46	No aparece	Rojo

S.m.: *Solanum mammosum*

LT: Planta de *Fernaldia pandurata* (Loroco) tratado con el extracto de *Solanum mammosum* (Chichigua) 5%

CH: Extracto de *Solanum mammosum* (Chichigua) 5%

LNT: Planta de *Fernaldia pandurata* (Loroco) no tratado

Solventes empleados: n – hexano:diclorometano (1:9)

El extracto de *Solanum mammosum* (chichigua) 5% presentó tres manchas de color amarillo, los cuales son diferentes a las manchas de *Fernaldia pandurata* (loroco) tratado, las cuales son de color rojo a la luz Ultravioleta con una longitud de onda larga de 365nm, el color rojo es indicativo de la presencia de clorofila.

5.5 Resultados comparativos de la aplicación del plaguicida preformulado al 3% y 5%, con los extractos botánicos 3% y 5% y la comparación de la efectividad del plaguicida preformulado a diferentes concentraciones (3%, 5% y 10%).

Los datos que se presentan a continuación son los datos obtenidos en la aplicación de los dos extractos botánicos seleccionados (*Solanum mammosum* (Chichigua) y *Nicotina tabacum* (Tabaco)) al 3% y 5% y el plaguicida preformulado al 3% y 5%.

Tabla 15. Número de áfidos muertos después de la aplicación de los extractos botánicos al 3% y el plaguicida preformulado (*Solanum mammosum* – *Nicotiana tabacum* (chichigua-tabaco)) al 3%.

Extractos	Planta número	TIEMPO					
		2 h	4 h	6 h	8 h	12 h	24 h
S.m. (Chichigua) 3%	1	0M/10V	1M/9V	1M/9V	3M/7V	4M/6V	6M/4V
	2	1M/9V	3M/7V	4M/6V	6M/4V	6M/4	6M/4V
	3	0M/10V	1M/9V	2M/8V	4M/6V	6M/4	8M/2V
	Total	1M/29V	5M/25V	7M/23V	13M/17V	16M/14V	20M/10V
N.t. (Tabaco) 3%	1	1M/9V	3M/7V	4M/6V	7M/3V	9M/1V	9M/1V
	2	1M/9V	3M/7V	5M/5V	6M/4V	7M/3V	9M/1V
	3	0M/10V	3M/7V	5M/5V	6M/4V	6M/4V	8M/2V
	Total	2M/28V	9M/21V	14M/16V	19M/11V	22M/8V	26M/4V
S.m. – N.t. (Ch – Tb) 3%	1	5M/5V	7M/3V	7M/3V	7M/3V	9M/1V	9M/1V
	2	6M/4V	7M/3V	8M/2V	10M/0V	10M/0V	10M/0V
	3	4M/6V	5M/5V	7M/3V	8M/2V	9M/1V	10M/0V
	Total	15M/15V	19M/11V	22M/8V	25M/5V	28M/2V	29M/1V

M: áfidos muertos.

V: áfidos vivos.

OM: Ningún áfido muerto

(Ch – Tb) = Chichigua - Tabaco

S.m. – N.t. = *Solanum mammosum* – *Nicotiana tabacum*

N.t.= *Nicotiana tabacum*

S.m.= *Solanum mammosum*

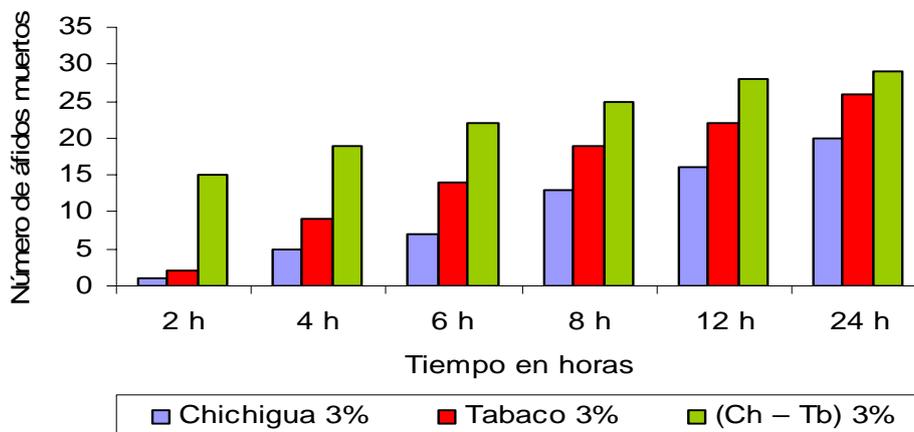


Fig. 13. Gráfico que representa el número de áfidos muertos utilizando los extractos botánicos 3% de la Tabla 15.

Los resultados presentados muestran que el plaguicida preformulado a las 2 horas después de haberse aplicado ya había eliminado la mitad de áfidos (15 áfidos), mientras que el extracto de *Nicotiana tabacum* (Tabaco) 3% alcanzó esa cantidad (14 áfidos) a las 6 horas y el extracto de *Solanum mammosum* (Chichigua) 3% (16 áfidos) a las 12 horas.

Tabla 16. Porcentajes de mortalidad de los áfidos en la aplicación de los extractos botánicos al 3% y el plaguicida preformulado *Solanum mammosum*–*Nicotiana tabacum* (Chichigua – Tabaco) al 3%.

EXTRACTOS	TIEMPO					
	2 h	4 h	6 h	8 h	12 h	24 h
S.m. (Chichigua) 3%	3.33	16.67	23.33	43.33	53.33	66.67
N.t. (Tabaco) 3%	6.67	30.00	46.67	63.33	73.33	86.67
S.m. – N.t. (Ch – Tb) 3%	50.00	63.33	73.33	83.33	93.33	96.67

(Ch – Tb) = Chichigua - Tabaco

S.m. – N.t. = *Solanum mammosum* – *Nicotiana tabacum*

N.t.= *Nicotiana tabacum*

S.m.= *Solanum mammosum*

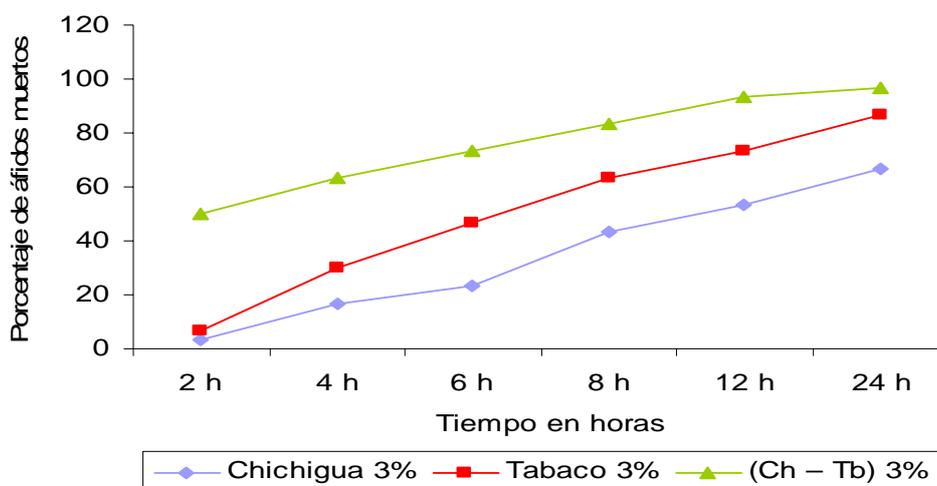


Fig. 14. Gráfico que representa el porcentaje de mortalidad de áfidos utilizando los extractos botánicos al 3% y el plaguicida preformulado al 3% de la Tabla 16.

Según los resultados al final del período de las 24 horas el plaguicida preformulado al 3% alcanzó un porcentaje máximo de 96.67% eliminando casi por completo los áfidos, mientras que el extracto de *Nicotiana tabacum* (Tabaco) 3% obtuvo un porcentaje del 86.67% y el extracto de *Solanum mammosum* (Chichigua) 3% obtuvo un poco más del 50%.

Tabla 17. Número de áfidos muertos después de la aplicación de los extractos botánicos al 5% y el plaguicida preformulado (***Solanum mammosum*** – ***Nicotiana tabacum*** (chichigua-tabaco)) al 5%.

Extractos 5%	Planta número	TIEMPO					
		2 h	4 h	6 h	8 h	12 h	24 h
S.m. (Chichigua) 5%	1	1M/9V	2M/8V	4M/6V	6M/4V	9M/1V	10M/0V
	2	0M/10V	1M/9V	2M/8V	4M/6V	6M/4V	8M/2V
	3	0M/10V	1M/9V	2M/8V	5M/5M	8M/2V	9M/1V
	Total	1M/29V	4M/26V	8M/22V	15M/15V	23M/7V	27M/3V
N.t. (Tabaco) 5%	1	2M/8V	5M/5V	7M/3V	8M/2V	9M/1V	10M/0V
	2	2M/8V	3M/7V	6M/4V	9M/1V	10M/0V	10M/0V
	3	3M/7V	6M/4V	8M/2V	9M/1V	9M/1V	9M/1V
	Total	7M/23V	14M/16V	21M/9V	26M/4V	28M/2V	29M/1V
S.m. – N.t. (Ch – Tb) 5%	1	3M/7V	5M/5V	7M/3V	9M/1V	10M/0V	10M/0V
	2	6M/4V	6M/4V	8M/2V	8M/2V	8M/2V	8M/2V
	3	4M/6V	7M/3V	9M/1V	10M/0V	10M/0V	10M/0V
	Total	13M/17V	18M/12V	24M/6V	27M/3V	28M/2V	28M/2V

M: áfidos muertos.

V: áfidos vivos.

OM: Ningún áfido muerto

(Ch – Tb) = Chichigua - Tabaco

S.m. – N.t. = ***Solanum mammosum*** – ***Nicotiana tabacum***

N.t.= ***Nicotiana tabacum***

S.m.= ***Solanum mammosum***

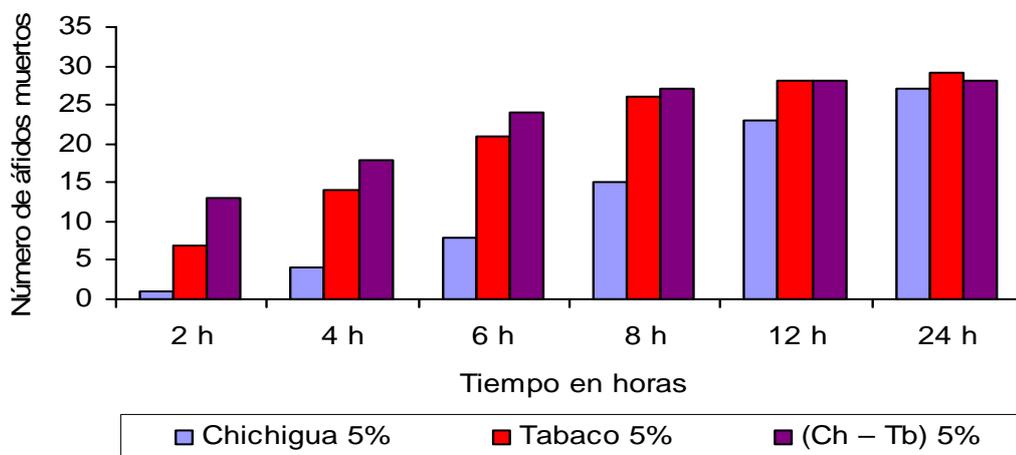


Fig. 15 Gráfico que representa el número de áfidos muertos utilizando los extractos botánicos al 5% de la tabla 17.

Los resultados observados el plaguicida preformulado al 5% en un período de 12 horas ya había eliminado 28 áfidos, al igual que el extracto de *Nicotiana tabacum* (Tabaco) 5% que obtuvo a las 12 horas la misma cantidad de áfidos muertos (28 áfidos). Se observó que el plaguicida preformulado al 5% a las 2 horas ya había eliminado un total de 13 áfidos, mientras que el extracto de *Nicotiana tabacum* (Tabaco) 5% a ese mismo período había eliminado 7 áfidos y el extracto de *Solanum mammosum* (Chichigua) 5% 1 áfido.

Tabla 18. Porcentajes de mortalidad de los áfidos en la aplicación de los extractos botánicos al 5% y el plaguicida preformulado (***Solanum mammosum*** – ***Nicotiana tabacum*** (chichigua-tabaco)) al 5%.

EXTRACTOS 5%	TIEMPO					
	2 h	4 h	6 h	8 h	12 h	24 h
S.m. (Chichigua) 5%	3.33	13.33	26.67	50.00	76.67	90.00
N.t. (Tabaco) 5%	23.33	46.67	70.00	86.67	93.33	96.67
S.m. – N.t. (Ch – Tb) 5%	43.33	60.00	80.00	90.00	93.33	93.33

(Ch – Tb) = Chichigua - Tabaco

S.m. – N.t. = ***Solanum mammosum*** – ***Nicotiana tabacum***

N.t.= ***Nicotiana tabacum***

S.m.= ***Solanum mammosum***

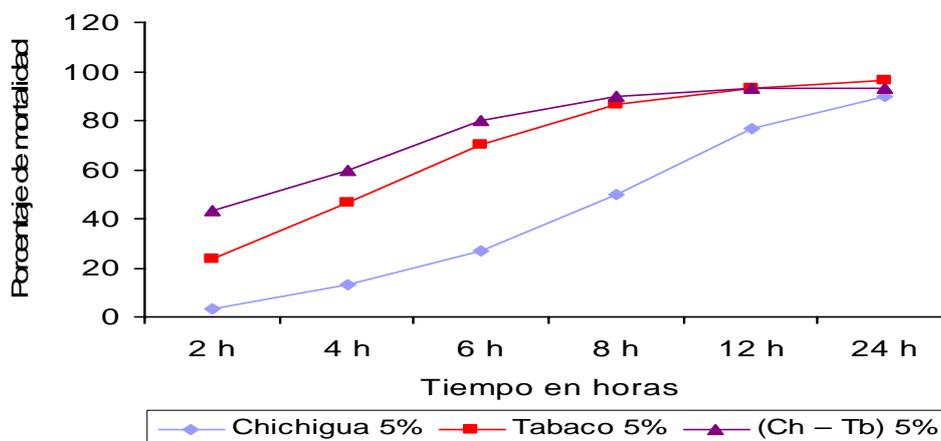


Fig. 16. Gráfico que representa el porcentaje de mortalidad de áfidos utilizando los extractos botánicos al 5% de la tabla 18.

Los resultados muestran que el plaguicida preformulado al 5% alcanzó a las 2 horas casi el 50% de áfidos eliminados (43.33%), el extracto de ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) 5% alcanzó ese porcentaje (46.67%) a las 4 horas y el extracto de ***Solanum mammosum*** (Chichigua) 5% a las 8 horas (50%). El plaguicida obtuvo un porcentaje de muerte del 90% a las 8 horas, mientras que

el extracto de *Solanum mammosum* (Chichigua) 5% obtuvo ese mismo porcentaje a las 24 horas.

Tabla 19. Número de áfidos muertos después de la aplicación del plaguicida natural preformulado a diferentes concentraciones (*Solanum mammosum* – *Nicotiana tabacum* (chichigua-tabaco)) al 3%, 5% y 10%.

Extractos	Planta número	TIEMPO					
		2 h	4 h	6 h	8 h	12 h	24 h
S.m. – N.t. (Ch – Tb) 3%	1	5M/5V	7M/3V	7M/3V	7M/3V	9M/1V	9M/1V
	2	6M/4V	7M/3V	8M/2V	10M/0V	10M/0V	10M/0V
	3	4M/6V	5M/5V	7M/3V	8M/2V	9M/1V	10M/0V
	Total	15M/15V	19M/11V	22M/19V	25M/5V	28M/2V	29M/1V
S.m. – N.t. (Ch – Tb) 5%	1	3M/7V	5M/5V	7M/3V	9M/1V	10M/0V	10M/0V
	2	6M/4V	6M/4V	8M/2V	8M/2V	8M/2V	8M/2V
	3	4M/6V	7M/3V	9M/1V	10M/0V	10M/0V	10M/0V
	Total	13M/17V	18M/12V	24M/6V	27M/3V	28M/2V	28M/2V
S.m. – N.t. (Ch – Tb) 10%	1	5M/5V	7M/3V	9M/1V	10M/0V	10M/0V	10M/0V
	2	6M/4V	5M/5V	7M/3V	9M/1V	10M/0V	10M/0V
	3	5M/5V	7M/3V	8M/2V	10M/0V	10M/0V	10M/0V
	Total	16M/14V	19M/11V	24M/6V	29M/1V	30M/0V	30M/0V

M: áfidos muertos.

V: áfidos vivos.

OM: Ningún áfido muerto

(Ch – Tb) = Chichigua - Tabaco

S.m. – N.t. = *Solanum mammosum* – *Nicotiana tabacum*

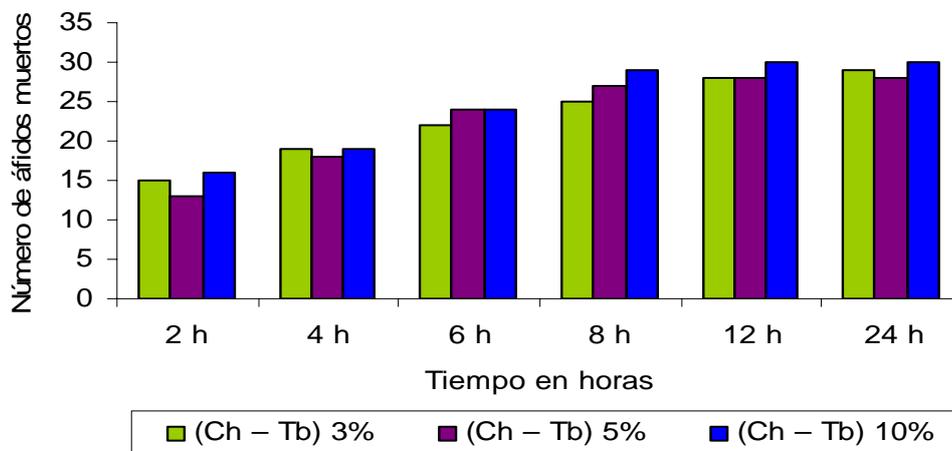


Fig. 17. Gráfico que representa el número de áfidos muertos utilizando el plaguicida preformulado a diferentes concentraciones (3%, 5% y 10%).

Los plaguicidas preformulados, a las 2 horas el número de áfidos muertos están en el siguiente orden: el plaguicida preformulado al 10% ya había eliminado 16 áfidos, el plaguicida preformulado al 3% había eliminado 15 áfidos y por último el plaguicida preformulado al 5% había eliminado 13 áfidos. Por otra parte el plaguicida preformulado al 10% ya había eliminado los 30 áfidos a las 12 horas, mientras que el plaguicida al 3% y 5% habían eliminado un total de 28 áfidos.

Tabla 20. Porcentajes de mortalidad de los áfidos en la aplicación del plaguicida preformulado a diferentes concentraciones (*Solanum mammosum* – *Nicotiana tabacum*) (chichigua-tabaco)) al 3%, 5% y 10%.

EXTRACTOS	TIEMPO					
	2 h	4 h	6 h	8 h	12 h	24 h
S.m. – N.t. (Ch – Tb) 3%	50.00	63.33	73.33	83.33	93.33	96.67
S.m. – N.t. (Ch – Tb) 5%	43.33	60.00	80.00	90.00	93.33	93.33
S.m. – N.t. (Ch – Tb) 10%	53.33	63.33	80.00	96.67	100.00	100.00

(Ch – Tb) = Chichigua - Tabaco

S.m. – N.t. = *Solanum mammosum* – *Nicotiana tabacum*

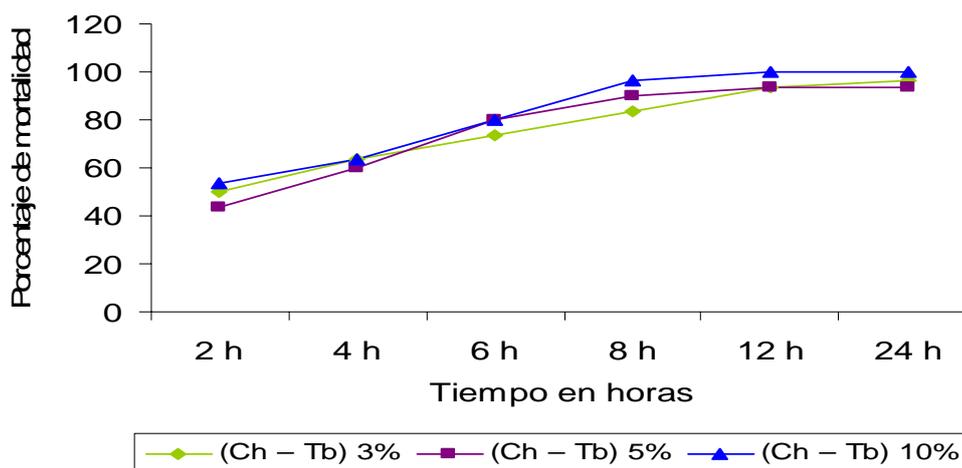


Fig. 18. Gráfico que representa el porcentaje de mortalidad de áfidos utilizando los extractos botánicos de la Tabla 20.

Según los resultados el plaguicida preformulado al 3% a las 2 horas ya tenía un porcentaje del 50% de mortalidad, mientras que el plaguicida preformulado al 5% y al 10% en un período de 6 horas ya tenían el 80% de áfidos muertos. El plaguicida preformulado al 10% alcanzó su porcentaje máximo de 100% a las 12 horas eliminando en su totalidad los 30 áfidos.

5.6 Datos obtenidos de la prueba de homogeneidad de varianza de Cochran. (ver cálculos estadísticos en anexo 8 y la tabla de valores en anexo 9).

- Fórmulas:

$$\text{Media} = \bar{X} = \Sigma xi/n$$

$$\text{Desviación estándar } (\sigma) = \sqrt{\Sigma (X_i - \bar{X})^2 / n-1}$$

$$\text{Varianza} = \sigma^2$$

$$\text{Cochran calculado (C)} = \sigma^2_{\text{más grande}} / \Sigma \sigma^2$$

$$C_{\text{tabla}} = \text{número de repeticiones} - 1 \text{ (horizontal)} \text{ y el número de tratamientos (vertical)}$$

- A continuación se presenta un ejemplo de la prueba de Cochran de los tratamientos de los extractos botánicos (***Solanum mammosum*** (Chichigua) 3% y ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) 3%) y el plaguicida preformulado al 3% a las plantas de ***Fernaldia pandurata*** (loroco) infestadas con los áfidos a las dos horas de aplicados.

$$\bar{X}_{\text{Chichigua 3\%}} = (0 + 1 + 0)/3 = 0.3333$$

$$\sigma_{\text{Chichigua 3\%}} = \sqrt{[(0-0.333)^2 + (1-0.333)^2 + (0-0.333)^2]/2} = 0.5774$$

$$\sigma^2_{\text{Chichigua 3\%}} = (0.5774)^2 = 0.3333$$

$$\Sigma \sigma^2 = 0.3333 + 0.3333 + 1.0000 = 1.6666$$

$$C_{\text{calculado}} = 1.0000/1.6666=0.6000$$

$$C_{\text{tabla}} = 3 \text{ repeticiones} - 1 = 2 \text{ (horizontal)} \text{ y } 3 \text{ tratamientos (vertical)} = 0.9559$$

Tabla 21. Valores obtenidos de Cochran. Los datos de plantas son número de áfidos muertos con extractos botánicos al 3% y el plaguicida preformulado al 3%.

Cochran calculado a las 2 horas después del tratamiento					
TRATAMIENTOS	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	$\sigma$	$\sigma^2$
S.m. (Chichigua) 3%	0	1	0	0.5774	0.3333
N.t. (Tabaco) 3%	1	1	0	0.5774	0.3333
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 3%	5	6	4	1.0000	1.0000
Cochran calculado					0.6000
Cochran Tabla					0.9559
Cochran calculado a las 4 horas después del tratamiento					
TRATAMIENTOS	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	$\sigma$	$\sigma^2$
S.m. (Chichigua) 3%	1	3	1	1.1547	1.3333
N.t. (Tabaco) 3%	3	3	3	0.0000	0.0000
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 3%	7	7	5	1.1547	1.3333
Cochran calculado					0.5000
Cochran Tabla					0.9559
Cochran calculado a las 6 horas después del tratamiento					
TRATAMIENTOS	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	$\sigma$	$\sigma^2$
S.m. (Chichigua) 3%	1	4	2	1.5275	2.3333
N.t. (Tabaco) 3%	4	5	5	0.5774	0.3333
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 3%	7	8	7	0.5774	0.3333
Cochran calculado					0.7778
Cochran Tabla					0.9559
Cochran calculado a las 8 horas después del tratamiento					
TRATAMIENTOS	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	$\sigma$	$\sigma^2$
S.m. (Chichigua) 3%	3	6	4	1.5275	2.3333
N.t. (Tabaco) 3%	7	6	6	0.5774	0.3333
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 3%	7	10	8	1.5275	2.3333
Cochran calculado					0.4667
Cochran Tabla					0.9559
Cochran calculado a las 12 horas después del tratamiento					
TRATAMIENTOS	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	$\sigma$	$\sigma^2$
S.m. (Chichigua) 3%	4	6	6	1.1547	1.3333
N.t. (Tabaco) 3%	9	7	6	1.5275	2.3333
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 3%	9	10	9	0.5774	0.3333
Cochran calculado					0.5833
Cochran Tabla					0.9559
Cochran calculado a las 24 horas después del tratamiento					
TRATAMIENTOS	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	$\sigma$	$\sigma^2$
S.m. (Chichigua) 3%	6	6	8	1.1547	1.3333
N.t. (Tabaco) 3%	9	9	8	0.5774	0.3333
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 3%	9	10	10	0.5774	0.3333
Cochran calculado					0.6667
Cochran Tabla					0.9559

(Ch-Tb) = Chichigua – Tabaco.

$\sigma$  = Desviación estándar.

$\sigma^2$  = Varianza.

S.m.= *Solanum mammosum*

N.t.= *Nicotiana tabacum*

S.m. – N.t.= *Solanum mammosum* – *Nicotiana tabacum*

Tabla 22. Valores obtenidos de Cochran. Los datos de plantas son número de áfidos muertos con extractos botánicos al 5% y el plaguicida preformulado al 5%.

Cochran calculado a las 2 horas después del tratamiento					
TRATAMIENTOS	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	$\sigma$	$\sigma^2$
S.m. (Chichigua) 5%	1	0	0	0.5774	0.3333
N.t. (Tabaco) 5%	2	2	3	0.5774	0.3333
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 5%	3	6	4	1.5275	2.3333
Cochran calculado					0.7778
Cochran Tabla					0.9559
Cochran calculado a las 4 horas después del tratamiento					
TRATAMIENTOS	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	$\sigma$	$\sigma^2$
S.m. (Chichigua) 5%	2	1	1	0.5774	0.3333
N.t. (Tabaco) 5%	5	3	6	1.5275	2.3333
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 5%	5	6	7	1.0000	1.0000
Cochran calculado					0.6364
Cochran Tabla					0.9559
Cochran calculado a las 6 horas después del tratamiento					
TRATAMIENTOS	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	$\sigma$	$\sigma^2$
S.m. (Chichigua) 5%	4	2	2	1.1547	1.3333
N.t. (Tabaco) 5%	7	6	8	1.0000	1.0000
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 5%	7	8	9	1.0000	1.0000
Cochran calculado					0.4000
Cochran Tabla					0.9559
Cochran calculado a las 8 horas después del tratamiento					
TRATAMIENTOS	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	$\sigma$	$\sigma^2$
S.m. (Chichigua) 5%	6	4	5	1.0000	1.0000
N.t. (Tabaco) 5%	8	9	9	0.5774	0.3333
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 5%	9	8	10	1.0000	1.0000
Cochran calculado					0.4286
Cochran Tabla					0.5995
Cochran calculado a las 12 horas después del tratamiento					
TRATAMIENTOS	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	$\sigma$	$\sigma^2$
S.m. (Chichigua) 5%	9	6	8	1.5275	2.3333
N.t. (Tabaco) 5%	9	10	9	0.5774	0.3333
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 5%	10	8	10	1.1547	1.3333
Cochran calculado					0.5833
Cochran Tabla					0.9559
Cochran calculado a las 24 horas después del tratamiento					
TRATAMIENTOS	PLANTA 1	PLANTA 2	PLANTA 3	$\sigma$	$\sigma^2$
S.m. (Chichigua) 5%	10	8	9	1.0000	1.0000
N.t. (Tabaco) 5%	10	10	9	0.5774	0.3333
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 5%	10	8	10	1.1547	1.3333
Cochran calculado					0.5000
Cochran Tabla					0.9559

(Ch-Tb) = Chichigua – Tabaco.

$\sigma$  = Desviación estándar.

$\sigma^2$  = Varianza.

S.m.= *Solanum mammosum*

N.t.= *Nicotiana tabacum*

S.m. – N.t.= *Solanum mammosum* – *Nicotiana tabacum*

Para realizar el análisis de varianza se debe realizar antes, la prueba de homogeneidad de varianzas de Cochran (Tabla 21 y 22). Donde se divide la varianza mayor de los tratamientos a un determinado periodo (2, 4, 6, 8, 12 y 24 horas después del tratamiento) entre las sumatorias de las varianzas de todos los tratamientos. Comparar el valor obtenido con el valor de Cochran de tabla. Observándose que los valores obtenidos son menores que los de tabla, resultando así que hay homogeneidad en las varianzas y se procede a hacer el análisis de varianza.

5.7 Datos obtenidos de la prueba del análisis de varianza (ANVA). (Ver tabla de valores en anexo 9).

- Fórmula:

$$\text{Factor de corrección} = Fc = (\sum xi)^2 / n$$

$$\text{Suma de cuadrados de los tratamientos} = SC_{\text{tratamiento}} = \sum (\sum xi)^2 / r - Fc$$

$$\text{Suma de cuadrados total} = SC_{\text{total}} = \sum xi^2 - Fc$$

$$\text{Error de tratamiento} = E = SC_{\text{total}} - SC_{\text{trat.}}$$

$$\text{Grados de libertad del tratamiento} = GL_{\text{tratamiento}} = (a-1)$$

$$\text{Grados de libertad del error} = GL_{\text{error}} = a(r-1)$$

$$\text{Cuadrado de medias o varianza del tratamiento} = CM_{\text{tratamiento}} = SC_{\text{trat.}} / GL_{\text{trat.}}$$

$$\text{Error experimental} = CM_{\text{error}} = SC_{\text{error}} / a (r-1)$$

$$\text{Fisher calculado o prueba de significación} = F_{\text{calculado}} = CM_{\text{trat.}} / CM_{\text{error}}$$

- A continuación se presenta un ejemplo del análisis de varianza de los tratamientos de los extractos botánicos (***Solanum mammosum*** (Chichigua) 3% y ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) 3%) y el plaguicida preformulado al 3% a las plantas de ***Fernaldia pandurata*** (loroco) infestadas con los áfidos, utilizando los datos de la tabla 21 a las dos horas de aplicados los tratamientos.

$$Fc = (0+1+0+1+1+0+5+6+4)^2 / 9 = (18)^2 / 9 = 36.$$

$$SC_{\text{Tratamiento}} = [(0+1+0)^2 + (1+1+0)^2 + (5+6+4)^2] / 3 - 36 = 40.667.$$

$$SC_{\text{total}} = [(0^2+1^2+0^2) + (1^2+1^2+0^2) + (5^2+6^2+4^2)] - 36 = 44.000$$

$$E = 44.000 - 40.667 = 3.333$$

$$GL_{\text{Tratamiento}} = 3 \text{ tratamientos} - 1 = 2$$

$$GL_{\text{Error}} = 3 \text{ tratamientos} (3 \text{ repeticiones} - 1) = 3 (2) = 6$$

$$CM_{\text{tratamiento}} = 40.667 / 2 = 20.334$$

$$CM_{\text{error}} = 3.333 / 6 = 0.556.$$

$$F_{\text{calculado}} = 20.334 / 0.556 = 36.572$$

Tabla 23. Resumen de los resultados obtenidos del análisis de varianza con extractos botánicos al 3% y el plaguicida preformulado al 3%.

Análisis de varianza a las 2 horas de aplicados los tratamientos				
	SC	GL	CM	F
TRATAMIENTOS	40.667	2	20.334	36.572
ERROR	3.333	6	0.556	
Análisis de varianza a las 4 horas de aplicados los tratamientos				
	SC	GL	CM	F
TRATAMIENTOS	34.667	2	17.334	19.498
ERROR	5.333	6	0.889	
Análisis de varianza a las 6 horas de aplicados los tratamientos				
	SC	GL	CM	F
TRATAMIENTOS	37.556	2	18.778	18.778
ERROR	6.000	6	1.000	
Análisis de varianza a las 8 horas de aplicados los tratamientos				
	SC	GL	CM	F
TRATAMIENTOS	24.000	2	12.000	7.199
ERROR	10.000	6	1.667	
Análisis de varianza a las 12 horas de aplicados los tratamientos				
	SC	GL	CM	F
TRATAMIENTOS	24.000	2	12.000	9.002
ERROR	8.000	6	1.333	
Análisis de varianza a las 24 horas de aplicados los tratamientos				
	SC	GL	CM	F
TRATAMIENTOS	14.000	2	7.000	10.495
ERROR	4.000	6	0.667	

SC = Suma de cuadrados

GL = Grados de libertad

CM = Cuadrados de medias o varianza

F = Fisher calculado o prueba significativa

Tabla 24. Resumen de los resultados obtenidos del análisis de varianza con extractos botánicos al 5% y el plaguicida preformulado al 5%.

Análisis de varianza a las 2 horas de aplicados los tratamientos				
	SC	GL	CM	F
TRATAMIENTOS	24.000	2	12.000	12.000
ERROR	6.000	6	1.000	
Análisis de varianza a las 4 horas de aplicados los tratamientos				
	SC	GL	CM	F
TRATAMIENTOS	34.667	2	17.334	14.185
ERROR	7.333	6	1.222	
Análisis de varianza a las 6 horas de aplicados los tratamientos				
	SC	GL	CM	F
TRATAMIENTOS	48.222	2	24.111	21.702
ERROR	6.667	6	1.111	
Análisis de varianza a las 8 horas de aplicados los tratamientos				
	SC	GL	CM	F
TRATAMIENTOS	29.555	2	14.778	18.995
ERROR	4.667	6	0.778	
Análisis de varianza a las 12 horas de aplicados los tratamientos				
	SC	GL	CM	F
TRATAMIENTOS	5.556	2	2.778	2.084
ERROR	8.000	6	1.333	
Análisis de varianza a las 24 horas de aplicados los tratamientos				
	SC	GL	CM	F
TRATAMIENTOS	0.667	2	0.334	0.376
ERROR	5.333	6	0.889	

SC = Suma de cuadrados.

GL = Grados de libertad.

CM = Cuadrados de medias o varianza.

F = Fisher calculado o prueba de significación.

5.8 Datos obtenidos de la prueba de significación (F de Fisher). (Ver tabla de cálculo en el anexo 9).

Tabla 25. Resumen de los valores obtenidos de F calculada de los extractos (***Solanum mammosum*** (Chichigua) 3% y ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) 3%) y el plaguicida preformulado al 3% de la tabla 23. (ver tabla de Fisher en anexo 9)

PERIODO	F CALCULADO	ACEPTA $H_0$ o $H_1$
2 horas	36.572	Se acepta $H_1$
4 horas	19.498	Se acepta $H_1$
6 horas	18.778	Se acepta $H_1$
8 horas	7.199	Se acepta $H_1$
12 horas	9.002	Se acepta $H_1$
24 horas	10.495	Se acepta $H_1$

F tabla al 5% de probabilidad = 5.1432

$H_1$  = hay diferencias entre los tratamientos (Hipótesis alternativa).

$H_0$  = no hay diferencias entre los tratamientos (Hipótesis nula).

Si F calculado es mayor a F tablas se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) existen diferencias entre los tratamientos de ***Fernaldia pandurata*** (loroco) con los extractos botánicos.

Se comparan los valores de F calculada, con los valores de F de tablas para el nivel de 5% de probabilidad, porque este nivel es el utilizado para pruebas que se realizan en los campos agrícolas. Se observa en este caso que F calculada es mayor que F de tablas, lo cual indica que hay significación estadística, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de que no existen diferencias entre los

tratamientos, esto quiere decir que existe uno o más tratamientos mejores que los demás.

Tabla 26. Resumen de los valores obtenidos de F calculada de los extractos (***Solanum mammosum*** (Chichigua) 5% y ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) 5%) y el plaguicida preformulado al 5% (ver tabla de Fisher en anexo 9) de la tabla 24.

PERIODO	F CALCULADO	ACEPTA $H_0$ o $H_1$
2 horas	12.000	Se acepta $H_1$
4 horas	14.185	Se acepta $H_1$
6 horas	21.702	Se acepta $H_1$
8 horas	18.995	Se acepta $H_1$
12 horas	2.084	Se acepta $H_0$
24 horas	0.376	Se acepta $H_0$

F tabla al 5% de probabilidad = 5.1432

$H_1$  = hay diferencias entre los tratamientos (Hipótesis alternativa).

$H_0$  = no hay diferencias entre los tratamientos (Hipótesis nula).

Se observa que el F calculado es mayor que F de tabla hasta las ocho horas, por lo que se acepta la hipótesis alternativa, pero a partir de las doce horas se acepta la hipótesis nula de que no existen diferencias entre los tratamientos.

5.9 Resultados obtenidos para la determinación de la efectividad de los dos extractos botánicos comparados con el plaguicida natural. (Ver tabla en anexo 9).

A continuación se presentan los cuadros de doble entrada, estos son utilizados para determinar cuales de los extractos son mejores que los otros. La Diferencia Mínima Significativa (DMS) es común para comparar la diferencia de cualquier para de medias.

- Fórmula:

$$DMS = t_{\alpha, (r-1)GL} \times EDT$$

$$EDT = \sqrt{2 \times CM_{error} / rep}$$

$$\text{Media de cada tratamiento} = X = \Sigma xi/n$$

- A continuación se presenta un ejemplo para la determinación de la efectividad de los extractos botánicos (***Solanum mammosum*** (Chichigua) 3% y ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) 3%) y el plaguicida preformulado al 3% a las dos horas de aplicados.

$$X_{\text{Chichigua 3\%}} = (0 + 1 + 0)/3 = 0.33$$

El valor de  $t_{\text{student}}$  para  $\alpha = 0.05$  y 2 GL = 4.3027

$$EDT = \sqrt{2 \times 0.556 / 3} = 0.609$$

$$DMS = 4.3027 \times 0.609 = 2.6203$$

Luego se construye una tabla según el diseño que se presenta en las tablas 27 a 38. Como se puede observar, en la fila superior se ordenan los tratamientos

de mayor a menor valor de su media, y en la columna izquierda se ordenan de menor a mayor valor de su media. Después los datos son restados. Ej: valor de ***Solanum mammosum/Nicotiana tabacum*** (chichigua/tabaco) 3% (fila) – valor de ***Solanun mammosum*** (chichigua) 3% (columna).

Tabla 27. Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las dos horas de aplicados los extractos botánicos al 3%.

		S.m. – N.t. (Ch-Tb) 3%	N.t. (Tabaco) 3%	S.m. (Chichigua) 3%
	MEDIAS	5.00	0.67	0.33
S.m. (Chichigua) 3%	0.33	4.67*	0.34	
N.t. (Tabaco) 3%	0.67	4.33*		
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 3%	5.00			

Ch-Tb = Chichigua-Tabaco

S.m.= ***Solanum mammosum***

N.t.= ***Nicotiana tabacum***

S.m. – N.t.= ***Solanum mammosum – Nicotiana tabacum***

Error experimental = 0.556

DMS = 2.620

Los datos marcados con asterisco (\*) son significativos por ser mayores que el DMS, es decir que son mejores a los tratamientos con los que se comparan.

Tabla 28. Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las cuatro horas de aplicados los extractos botánicos al 3%.

		S.m. – N.t. (Ch-Tb) 3%	N.t. (Tabaco) 3%	S.m. (Chichigua) 3%
	MEDIAS	6.33	3.00	1.67
S.m. (Chichigua) 3%	1.67	4.66*	1.33	
N.t. (Tabaco) 3%	3.00	3.33*		
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 3%	6.33			

Ch-Tb = Chichigua-Tabaco

S.m.= *Solanum mammosum*

N.t.= *Nicotiana tabacum*

S.m. – N.t.= *Solanum mammosum – Nicotiana tabacum*

Error experimental = 0.889

DMS = 3.312

Los datos marcados con asterisco (\*) son significativos por ser mayores que el DMS, es decir que son mejores a los tratamientos con los que se comparan.

Tabla 29. Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las seis horas de aplicados los extractos botánicos al 3%.

		S.m. – N.t. (Ch-Tb) 3%	N.t. (Tabaco) 3%	S.m. (Chichigua) 3%
	MEDIAS	7.33	4.67	2.33
S.m. (Chichigua) 3%	2.33	5.00*	2.34	
N.t. (Tabaco) 3%	4.67	2.66		
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 3%	7.33			

Ch-Tb = Chichigua-Tabaco

S.m.= *Solanum mammosum*

N.t.= *Nicotiana tabacum*

S.m. – N.t.= *Solanum mammosum – Nicotiana tabacum*

Error experimental = 1.000

DMS = 3.513

Los datos marcados con asterisco (\*) son significativos por ser mayores que el DMS, es decir que son mejores a los tratamientos con los que se comparan.

Tabla 30. Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las ocho horas de aplicados los extractos botánicos al 3%.

		S.m. – N.t. (Ch-Tb) 3%	N.t. (Tabaco) 3%	S.m. (Chichigua) 3%
	MEDIAS	8.33	6.33	4.33
S.m. (Chichigua) 3%	4.33	4.00	2.00	
N.t. (Tabaco) 3%	6.33	2.00		
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 3%	8.33			

Ch-Tb = Chichigua-Tabaco

S.m.= *Solanum mammosum*

N.t.= *Nicotiana tabacum*

S.m. – N.t.= *Solanum mammosum – Nicotiana tabacum*

Error experimental = 1.667

DMS = 4.536

Los datos no son significativos por ser menores que el DMS, es decir que no hay diferencia entre los tratamientos con los que se comparan.

Tabla 31. Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las doce horas de aplicados los extractos botánicos al 3%.

		S.m. – N.t. (Ch-Tb) 3%	N.t. (Tabaco) 3%	S.m. (Chichigua) 3%
	MEDIAS	9.33	7.33	5.33
S.m. (Chichigua) 3%	5.33	4.00	2.00	
N.t. (Tabaco) 3%	7.33	2.00		
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 3%	9.33			

Ch-Tb = Chichigua-Tabaco

S.m.= *Solanum mammosum*

N.t.= *Nicotiana tabacum*

S.m. – N.t.= *Solanum mammosum – Nicotiana tabacum*

Error experimental = 1.333

DMS = 4.056

Los datos no son significativos por ser menores que el DMS, es decir que no hay diferencia entre los tratamientos con los que se comparan.

Tabla 32. Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las 24 horas de aplicados los extractos botánicos al 3%.

		S.m. – N.t. (Ch-Tb) 3%	N.t. (Tabaco) 3%	S.m. (Chichigua) 3%
	MEDIAS	9.67	8.67	6.67
S.m. (Chichigua) 3%	6.67	3.00*	2.00	
N.t. (Tabaco) 3%	8.67	1.00		
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 3%	9.67			

Ch-Tb = Chichigua-Tabaco

S.m.= *Solanum mammosum*

N.t.= *Nicotiana tabacum*

S.m. – N.t.= *Solanum mammosum* – *Nicotiana tabacum*

Error experimental = 0.667

DMS = 2.869

Los datos marcados con asterisco (\*) son significativos por ser mayores que el DMS, es decir que son mejores a los tratamientos con los que se comparan.

Se observa a través de estos cuadros que hay diferencia significativa entre el plaguicida preformulado al 3% que con los extractos *Solanum mammosum* (chichigua) 3% y *Nicotiana tabacum* (tabaco) 3%, resultando más efectivo el plaguicida preformulado 3%.

Tabla 33. Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las dos horas de aplicados los extractos botánicos al 5%.

		S.m. – N.t. (Ch-Tb) 5%	N.t. (Tabaco) 5%	S.m. (Chichigua) 5%
	MEDIAS	4.33	2.33	0.33
S.m. (Chichigua) 5%	0.33	4.00*	2.00	
N.t. (Tabaco) 5%	2.33	2.00		
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 5%	4.33			

Ch-Tb = Chichigua-Tabaco

S.m.= *Solanum mammosum*

N.t.= *Nicotiana tabacum*

S.m. – N.t.= *Solanum mammosum – Nicotiana tabacum*

Error experimental = 1.000

DMS = 3.513

Los datos marcados con asterisco (\*) son significativos por ser mayores que el DMS, es decir que son mejores a los tratamientos con los que se comparan.

Tabla 34. Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las cuatro horas de aplicados los extractos botánicos al 5%.

		S.m. – N.t. (Ch-Tb) 5%	N.t. (Tabaco) 5%	S.m. (Chichigua) 5%
	MEDIAS	6.00	4.67	1.33
S.m. (Chichigua) 5%	1.33	4.67*	3.34	
N.t. (Tabaco) 5%	4.67	1.33		
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 5%	6.00			

Ch-Tb = Chichigua-Tabaco

S.m.= *Solanum mammosum*

N.t.= *Nicotiana tabacum*

S.m. – N.t.= *Solanum mammosum – Nicotiana tabacum*

Error experimental = 1.222

DMS = 3.884

Los datos marcados con asterisco (\*) son significativos por ser mayores que el DMS, es decir que son mejores a los tratamientos con los que se comparan.

Tabla 35. Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las seis horas de aplicados los extractos botánicos al 5%.

		S.m. – N.t. (Ch-Tb) 5%	N.t. (Tabaco) 5%	S.m. (Chichigua) 5%
	MEDIAS	8.00	7.00	2.67
S.m. (Chichigua) 5%	2.67	5.33*	4.33*	
N.t. (Tabaco) 5%	7.00	1.00		
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 5%	8.00			

Ch-Tb = Chichigua-Tabaco

S.m.= *Solanum mammosum*

N.t.= *Nicotiana tabacum*

S.m. – N.t.= *Solanum mammosum – Nicotiana tabacum*

Error experimental = 1.111

DMS = 3.703

Los datos marcados con asterisco (\*) son significativos por ser mayores que el DMS, es decir que son mejores a los tratamientos con los que se comparan.

Tabla 36. Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las ocho horas de aplicados los extractos botánicos al 5%.

		S.m. – N.t. (Ch-Tb) 5%	N.t. (Tabaco) 5%	S.m. (Chichigua) 5%
	MEDIAS	9.00	8.67	5.00
S.m. (Chichigua) 5%	5.00	4.00*	3.67*	
N.t. (Tabaco) 5%	8.67	0.33		
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 5%	9.00			

Ch-Tb = Chichigua-Tabaco

S.m.= *Solanum mammosum*

N.t.= *Nicotiana tabacum*

S.m. – N.t.= *Solanum mammosum – Nicotiana tabacum*

Error experimental = 0.778

DMS = 3.099

Los datos marcados con asterisco (\*) son significativos por ser mayores que el DMS, es decir que son mejores a los tratamientos con los que se comparan.

Tabla 37. Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las doce horas de aplicados los extractos botánicos al 5%.

		S.m. – N.t. (Ch-Tb) 5%	N.t. (Tabaco) 5%	S.m. (Chichigua) 5%
	MEDIAS	9.33	9.33	7.67
S.m. (Chichigua) 5%	7.67	1.66	1.66	
N.t. (Tabaco) 5%	9.33			
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 5%	9.33			

Ch-Tb = Chichigua-Tabaco

S.m.= *Solanum mammosum*

N.t.= *Nicotiana tabacum*

S.m. – N.t.= *Solanum mammosum – Nicotiana tabacum*

Error experimental = 1.333

DMS = 4.056

Los datos no son significativos por ser menores que el DMS, es decir que no hay diferencia entre los tratamientos con los que se comparan.

Tabla 38. Resultados obtenidos de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a las 24 horas de aplicados los extractos botánicos al 5%.

		N.t. (Tabaco) 5%	S.m. – N.t. (Ch-Tb) 5%	S.m. (Chichigua) 5%
	MEDIAS	9.67	9.33	9.00
S.m. (Chichigua) 5%	9.00	0.67	0.33	
S.m. – N.t. (Ch-Tb) 5%	9.33	0.34		
N.t. (Tabaco) 5%	9.67			

Ch-Tb = Chichigua-Tabaco

S.m.= *Solanum mammosum*

N.t.= *Nicotiana tabacum*

S.m. – N.t.= *Solanum mammosum – Nicotiana tabacum*

Error experimental = 0.889

DMS = 3.312

Los datos no son significativos por ser menores que el DMS, es decir que no hay diferencia entre los tratamientos con los que se comparan.

Se observa a través de estos cuadros que hay diferencia del plaguicida preformulado al 5% y los otros extractos al 5% hasta las ocho horas, pero de las doce horas en adelante como se muestra en las Tablas 37 y 38 los resultados muestran que no hay diferencia entre los tratamientos.

CAPITULO VI  
CONCLUSIONES

## 6.0 CONCLUSIONES

- 6.1 De las cinco especies estudiadas, solo tres presentaron actividad plaguicida: ***Solanum mammosum*** (Chichigua), ***Lantana camara*** (Cinco negritos) y ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) contra el ***Aphis nerii*** (pulgón) del ***Fernaldia pandurata*** (loroco), de las cuales se descartó el ***Lantana camara*** (Cinco negritos) por no presentar un porcentaje significativo de áfidos muertos.
- 6.2 Los Alcaloides por su naturaleza se consideran tóxicos y las Coumarinas son sustancias que tienen la capacidad de unirse a los receptores de estrógenos provocando en los animales que los ingieren en grandes cantidades, alteraciones reproductivas. Las Coumarinas se encuentran en pequeñas cantidades de manera natural. Sin embargo, la síntesis de ellas se incrementa notablemente bajo condiciones adversas, tales como la temperatura y luminosidad inadecuada. Por lo tanto estos dos componentes son considerados como principios que le dan la propiedad plaguicida a los extractos del ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) y la ***Solanum mammosum*** (Chichigua).
- 6.3 Los extractos botánicos ***Nicotiana tabacum*** (Tabaco) y ***Solanum mammosum*** (Chichigua) no fueron absorbidos por las plantas de ***Fernaldia pandurata*** (loroco), por lo que estos extractos se consideran seguros para ser aplicados a este cultivo y no podrían representar un

peligro para la ecología, el humano y para la planta de ***Fernaldia pandurata*** (loroco).

- 6.4 El plaguicida preformulado ***Solanum mammosum – Nicotiana tabacum*** (Chichigua – Tabaco) al 10% debido a que hay mayor concentración de extracto es más efectivo como plaguicida en comparación con el plaguicida preformulado ***Solanum mammosum – Nicotiana tabacum*** (Chichigua – Tabaco) al 3% y 5%.
- 6.5 La prueba de Cochran sirve para determinar si se cumplen los supuestos de homogeneidad de varianzas para poder realizar el análisis de varianza que nos permita determinar la efectividad de los tratamientos.
- 6.6 Al comparar los valores de F calculado con los valores de F tablas, nos indica que el plaguicida preformulado ***Solanum mammosum – Nicotiana tabacum*** (Chichigua – Tabaco) al 3% en comparación con los otros extractos a la misma concentración hay diferencia significativa, pero el plaguicida preformulado ***Solanum mammosum – Nicotiana tabacum*** (Chichigua – Tabaco) al 5% presenta diferencia hasta las ocho horas con los extractos al 5%, indicando que a partir de las doce horas no hay diferencia significativa entre usar el plaguicida preformulado o los extractos en forma individual al 5%.

- 6.7 La prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) determina el orden de efectividad de los tratamientos con extractos botánicos para eliminar al *Aphis nerii* (pulgón) presentando el siguiente orden de efectividad: plaguicida preformulado *Solanum mammosum* – *Nicotiana tabacum* (Chichigua–Tabaco) al 5%, plaguicida preformulado *Solanum mammosum* – *Nicotiana tabacum* (Chichigua–Tabaco) al 3%, *Nicotiana tabacum* (Tabaco) 5%, *Nicotiana tabacum* (Tabaco) 3%, *Solanum mammosum* (Chichigua) 5% y *Solanum mammosum* (Chichigua) 3%.
- 6.8 En las Tablas 29 y 30 se muestran que en la prueba de DMS, al comparar el plaguicida preformulado *Solanum mammosum* – *Nicotiana tabacum* (Chichigua–Tabaco) al 3% con los otros extractos no existe diferencia entre los tratamientos, lo cual pudo deberse a que los *Aphis nerii* (pulgones) no estaban bien protegidos y el mal tiempo del clima pudo haber propiciado la caída de los *Aphis nerii* (pulgones).

CAPITULO VII  
RECOMENDACIONES

## 7.0 RECOMENDACIONES

- 7.1 Investigar otras partes del arbusto de la ***Solanum mammosum*** (Chichigua) para evitar utilizar el fruto y no detener la propagación de la especie.
- 7.2 Utilizar el plaguicida preformulado ***Solanum mammosum – Nicotiana tabacum*** (Chichigua–Tabaco) al 3%, por razones de costo y medio ambiente.
- 7.3 Establecer leyes para la bioseguridad en el uso de plaguicidas y que se forje de acuerdo a normas de alta seguridad.
- 7.4 Impulsar la investigación de otras especies botánicas consideradas con actividad plaguicida, para que sean utilizadas en el desarrollo de una agricultura sostenible.
- 7.5 Se deben realizar estudios a nivel de campo del plaguicida preformulado ***Solanum mammosum – Nicotiana tabacum*** (Chichigua–Tabaco) al 3% para verificar su efectividad plaguicida a una escala mayor.
- 7.6 Mantener un buen cuidado al realizar estos estudios, ya que el ***Aphis nerii*** (pulgón), se cría a una temperatura de 25°C, por lo que se recomienda realizar este tipo de estudios durante el verano, pues esta época presenta las condiciones óptimas para la reproducción del áfido.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Argueta Ramírez, A. Y. y otros. Abril de 2003. "Evaluación Preliminar de la actividad Plaguicida de cinco Extractos Botánicos para combatir al Pulgón (*Aphis nerii* Boyer de Fonscolombe) del Loroco (*Fernaldia pandurata* Woodson)". Trabajo de graduación. Facultad de Química y Farmacia. San Salvador. El Salvador. Universidad de El Salvador. 56 páginas.
2. Aguirre Miranda, J. y otros. Enciclopedia Microsoft. Encarta. 2003. (Programa de computadora). Microsoft Corporation. 1 disco compacto 8 mm.
3. Bernal M. y otros. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). 1995. "270 Plantas Medicinales Iberoamericanas". Editorial Presencia Ltda. Bogota Colombia. 617 páginas.
4. Cruz Zamora, H. A. y otros. Septiembre de 1997. "Recopilación de datos referentes a características básicas de plaguicidas y su utilización según cultivo y plaga objeto de control". Trabajo de graduación. Facultad de Química y Farmacia. San Salvador. El Salvador, Universidad de El Salvador. 481 páginas.

5. Chávez Quezada, C. 1981. "Estudio etnobotánico y farmacognóstico de quince plantas medicinales de El Salvador zona Oriental". Trabajo de graduación. Facultad de Química y Farmacia. San Salvador. El Salvador, Universidad de El Salvador. 146 páginas.
6. Gómez Acosta, E. L. 1984. "Estudio etnobotánico y farmacognóstico de diez especies medicinales de la flora salvadoreña (zona Occidental y Central)". Trabajo de graduación. Facultad de Química y Farmacia. San Salvador. El Salvador. Universidad de El Salvador. 102 páginas.
7. Godoy Luna, A. J. 1976. "Estudio fitoquímico de la *Lantana camara* sobre la base de flavonoides". Trabajo de graduación. Facultad de Química y Farmacia. San Salvador. El Salvador, Universidad de El Salvador. 42 páginas.
8. Guzmán, D. J. 1975. "Especies útiles de la flora salvadoreña". Tomo I, tercera edición. Editorial Dirección de publicaciones. Ministerio de Educación. San Salvador. El Salvador.
9. Jenkins Molieri, J. J. y otros. Noviembre 2003. "Plaguicidas y Salud en El Salvador: Aproximación a la Problemática". Primera edición. Imprenta Criterio. Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). San Salvador, El Salvador.

10. Lagos, J. A. 1997. "Compendio de Botánica Sistemática". Segunda edición. Editorial Dirección de publicaciones. Ministerio de Educación. San Salvador. El Salvador. 318 paginas.
11. Miranda Cornejo, R. J. y otros. Año 1995. "Estudio Preliminar de toxicidad de las Plantas Medicinales: "chichihua" *Solanum mammosum*, "diente de chucho" *Lobelia laxiflora*, y "epazote" *Chenopodium ambrosoides*". Trabajo de graduación. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas. San Salvador. El Salvador, Universidad de El Salvador. 45 páginas.
12. Montano, C.A. 1971. "Estudio de alcaloides en la *Lantana camara* (Cinco negritos)". Trabajo de graduación. Facultad de Química y Farmacia. San Salvador. El Salvador, Universidad de El Salvador. 39 páginas.
13. Menjívar, R. 2001. "Insecticidas Naturales: Riesgos y Beneficios". (en línea) El Salvador. El Diario de Hoy. Consultado 14 de abril de 2004.  
Disponibile en:  
<http://www.elsalvador.com/hablemos/ediciones/290701/actualidad.htm>
14. Pozas, P. 2003. "Plaguicidas: Una plaga para la salud". (en línea). España. Los Verdes de Andalucía. Consultado 14 de abril de 2004.

Disponible en:

<http://www.losverdesdeandalucia.org/noticias.php?id=4691>

15. Puente Isidrón, M. 2004. "Hacia una agricultura cubana sostenible: Evaluación de extractos vegetales para sus uso para herbicidas y pesticidas biológicos". (en línea). Cuba. Universidad Central de Las Villas. Consultado 14 de abril de 2004. Disponible en:  
<http://www.iicasaninet.net/pub/sanveg/pdf/extractos.pdf>
  
16. Quintanilla, A. K y otros. Agosto de 2003. "Evaluación de la actividad insecticida de los extractos alcohólicos de cuatro especies vegetales en el control de la Chinche Pata de Hoja (*Leptoglossus zonatus* L.) a nivel de laboratorio". Trabajo de graduación. Facultad de Química y Farmacia. San Salvador. El Salvador, Universidad de El Salvador. 79 páginas.
  
17. Salas, A. W. Estrategia Nacional de Diversidad Biológica del Perú. 2001. "Pesticidas". (en línea) Perú. CONAM. Consultado 14 de abril de 2004. Disponible en:  
[http://www.conam.gob.pe/endb/does/base/biodesarrollo/5\\_2/htm](http://www.conam.gob.pe/endb/does/base/biodesarrollo/5_2/htm)

18. VAMTech, L.L.C. 2003. "Productos naturales". (en línea). USA.

VAMTech. Consultado 14 de abril de 2004. Disponible en:

[http://www.vantech.com/vantech\\_esp/natural\\_esp.htm](http://www.vantech.com/vantech_esp/natural_esp.htm)

## **GLOSARIO** <sup>(10)</sup>

Plaguicida	Son sustancias destinadas a prevenir o combatir plagas o enfermedades en animales o plantas.
Fototoxicidad	Son trastornos ocasionados a la planta como quemaduras o deformación de las hojas, etc.
Cornículos	Son vellos que los áfidos poseen alrededor de sus patas, los cuales les sirve para treparse en la hoja.
Haz	Es la parte superior de la hoja.
Envés	Es la parte inferior de la hoja.
Hojas opuestas	Son hojas que se insertan una enfrente de la otra.
Hojas alternas	Son hojas que se insertan aisladamente a distintas alturas de la rama.
Inflorescencia	La agrupación de las flores en las ramificaciones de las plantas.
Capítuliforme	Reunión de flores sésiles sobre un eje ensanchado
Cimosa compuesta	Presentan una flor o un grupo de flores en el extremo terminal del eje, por lo tanto el crecimiento de este se anula.

ANEXOS

## ANEXO 1.

Cuadro 1. Contenido nutricional del *Fernaldia pandurata* (Loroco) por cada 100g de flores frescas. <sup>(1)</sup>

COMPONENTE	CONTENIDO
Valor energético	32.00 cal
Humedad	89.20 g
Proteínas	2.60 g
Grasa	0.20 g
Carbohidratos	1.40 g
Fibra	1.40 g
Cenizas	1.20 g
Calcio	58.00 mg
Fósforo	46.00 mg
Hierro	1.10 mg
Vitamina A activada	55.00 mg
Tiamina	0.64 mg
Riboflavina	0.11 mg
Niacina	2.30 mg
Ácido ascórbico	12.00 mg

## ANEXO 2.

Cuadro 2. Especies seleccionadas.

Nombre científico	Nombre común	Órgano de la planta a utilizar	Peso
<b><i>Jatropha curcas</i></b>	Tempate	Fruto (Fresco)	200 g
<b><i>Lantana camara</i></b>	Cinco negritos	Hojas (Secas)	200 g
<b><i>Nicotiana tabacum</i></b>	Tabaco	Hojas (Secas)	200 g
<b><i>Nerium oleander</i></b>	Narciso	Hojas (Secas)	200 g
<b><i>Solanum mammosum</i></b>	Chichigua	Fruto (Fresco)	200 g

### ANEXO 3

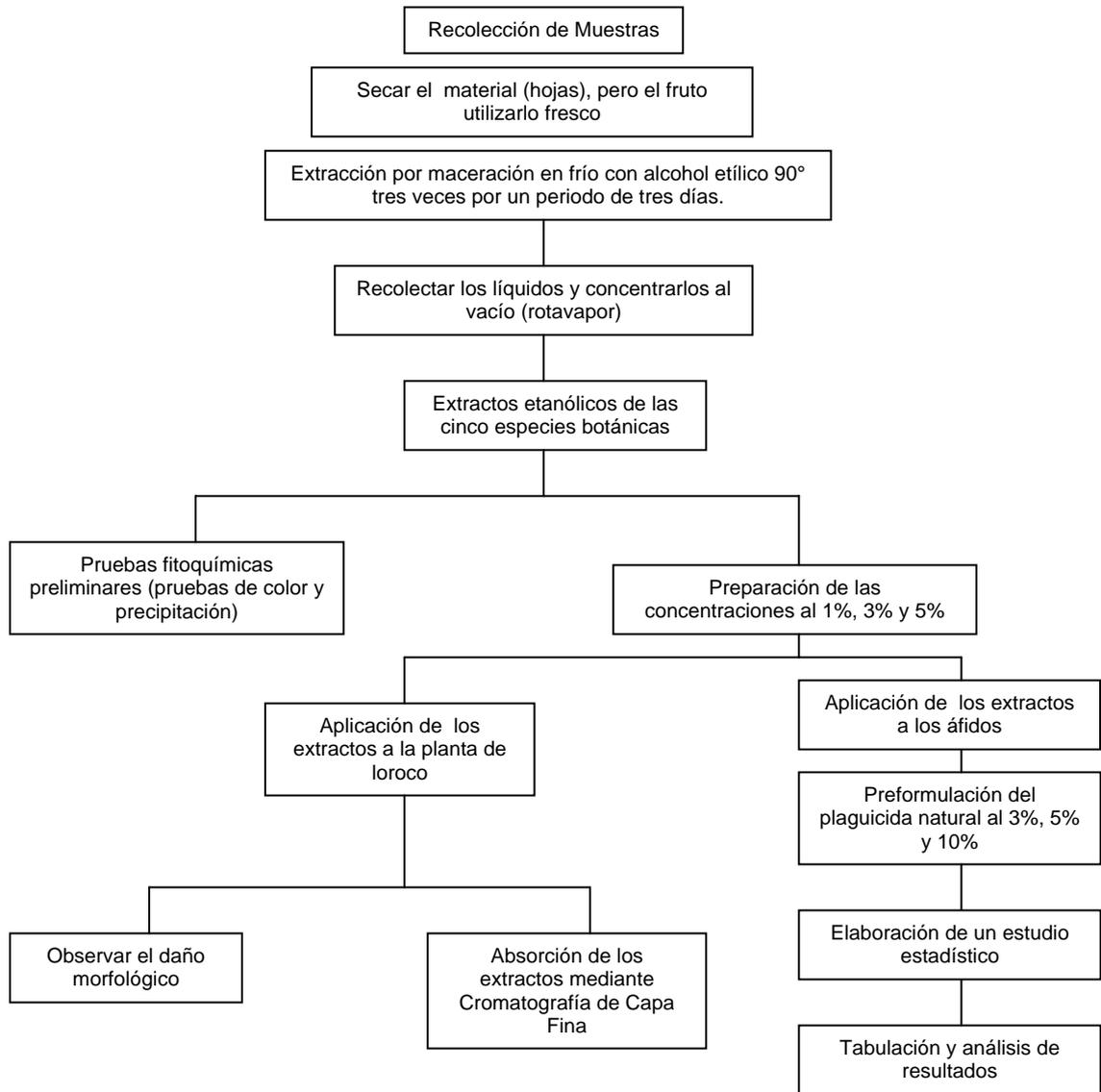


Fig.19. Esquema general de trabajo.

## ANEXO 4

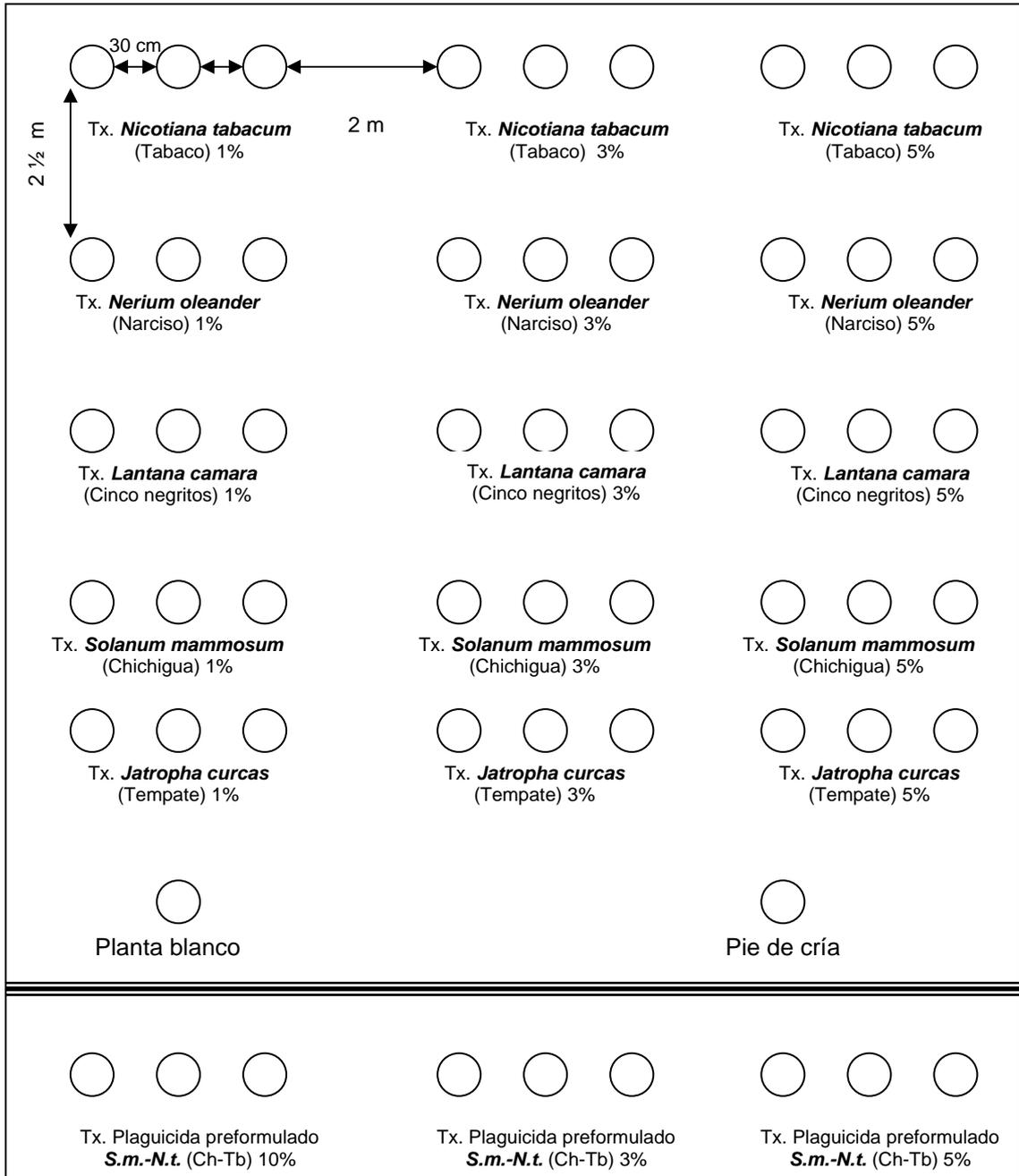


Fig. 20. Esquema de distribución de las plantas de *Fernaldia pandurata* (loroco) para el tratamiento con los extractos botánicos.

## ANEXO 5

### REACTIVOS

- Acido clorhídrico 10%
- Amoníaco al 10%
- Cloroformo
- Acido sulfúrico
- Nitrato básico de bismuto
- Yodo
- Yoduro de potasio
- Hidróxido de sodio 10%
- Hidróxido de sodio 2N
- Nitroprusiato de sodio
- Dicromato de potasio
- Acetato de plomo
- Cloruro férrico
- Piridina
- Gel de sílice FG<sub>254</sub>
- Alcohol etílico de 90°
- Acido acético glacial
- Dicromato de potasio
- Cloruro mercúrico

### MATERIAL Y EQUIPO

- Probetas de (25,50, 100) mL.
- Ampolla de separación.
- Beakers de (10, 100, 250, 600) mL.
- Embudos.
- Agitadores.
- Espátula.
- Frascos de vidrio color ámbar.
- Molino de aspas rotativas Thomas-Wiley. Model 4.
- Protectores plásticos transparentes para proteger a las plantas.
- Tela para cubrir protectores.
- Balanza granataria
- Evaporador de gases
- Algodón.
- Aspersores de 100mL.
- Bandas de hule.
- Bolsas plásticas para tierra negra.
- Jeringas graduadas en 10µL.
- Papel filtro.
- Soportes.
- Aros metálicos
- Espectrofotómetro de absorción ultravioleta.
- Placas cromatográficas.
- Cámaras cromatográficas

## ANEXO 6

### PREPARACION DE REACTIVOS. <sup>(3)</sup>

- Solución de gelatina (preparación reciente) al 10%

Pesar en balanza granataria 1 g. de gelatina en polvo y disolverlo en 40 mL de agua destilada, y agitar.

- Reactivo de Dragendorff.

Disolver 1 g. de Subnitrato de bismuto en 3 mL de Ácido Clorhídrico 10M y diluir con 20 mL de agua destilada, y agitar. Disolver en la mezcla 1 g. de yoduro de potasio.

- Reactivo de Wagner.

Se disuelven 1.27 g. de Yodo resublimado y 2 g. de Yoduro de potasio en 10 mL. de agua, posteriormente se afora a 100 mL.

- Reactivo de Mayer.

Disolver 1.35 g. de Cloruro de mercurio en 60 mL. de agua. Añadir una solución de 5 g. de Yoduro de potasio en 10 mL. de agua y llevar a volumen de 100 mL.

- Reactivo de Liebermann

Disolver 10 g. de Nitrito de potasio en una cantidad suficiente de ácido sulfúrico para preparar 100 mL.

- Reactivo de Keller – Killiani.

Keller: ácido acético glacial + trazas de  $\text{FeCl}_3$

Killiani: ácido sulfúrico + trazas de Sulfato ferroso

- Nitroprusiato de sodio 0.5%

Disolver 0.5 g. de Nitroprusiato de sodio en 100 mL. de agua destilada.

- Acetato de plomo 5%.

Disolver 5 g. de Acetato de plomo en 100 mL. de agua destilada.

- Tricloruro de hierro ( $\text{FeCl}_3$ ) 5%

Disolver 5 g. de Tricloruro de hierro en 100 mL. de agua destilada.

## ANEXO 7

Cuadro 3. Pruebas fitoquímicas preliminares realizadas a los extractos. <sup>(1,5 Y6)</sup>

PRUEBAS	REACCIONES	PROCEDIMIENTO	RESULTADO
Coumarinas (anillo lactónico)	Reacciones de color	Disolver 1mL de muestra en NaOH.	Aparición de una coloración amarilla que desaparece al acidular.
Glicósidos saponínicos	Prueba de Salkowski	2mL de muestra + 5mL CCl <sub>4</sub> Enfriar y agregar sobre las paredes H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Formación de un anillo violáceo.
	Espuma	2mL de muestra + 5mL de H <sub>2</sub> O y agitar.	Formación de espuma
Glicósidos cardiotónicos	Keller – Killiani	2mL muestra evaporar a sequedad en baño maría. Agregar 2mL reactivo Keller y gotas del reactivo de Killiani	Aparición de una coloración roja.
	Liebermann – Burchard	2mL. de muestra + 1mL de CCl <sub>4</sub> , agitar y agregar 1mL de Anhídrido acético + 3 gotas de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Formación del anillo violeta y azul.
Glicósidos flavonoides	Shinoda	2mL de muestra, agregar una laminilla de Mg <sup>o</sup> + 1mL HCl	Cambio de color

Cuadro 3. Continuación

PRUEBAS	REACCIONES	PROCEDIMIENTO	RESULTADO
Glicósidos antraquinónicos	Borntrager	5mL de muestra, evaporar a sequedad en baño maría. Agregar 10mL H <sub>2</sub> O, calentar, filtrar, agitar. Agregar 10mL de Benceno en una ampolla. Eliminar la capa acuosa y agregar 2mL de Amoníaco.	Observar un cambio de color rosado intenso.
Taninos	Tricloruro de hierro 5%	2mL de muestra + 5 gotas de FeCl <sub>3</sub>	Coloración azul
	Acetato de Plomo 5%	2mL de muestra + 1mL Acetato de plomo	Coloración verde
	Dicromato de potasio 5%	2mL de muestra + 1mL Dicromato de potasio	Formación de Precipitado café oscuro
	Solución de gelatina 10%	2mL de muestra + 1mL Solución de gelatina	Formación de Precipitado

Cuadro 3. Continuación.

PRUEBAS	REACCIONES	PROCEDIMIENTO	RESULTADO
Alcaloides	Dragendorff	1mL de muestra + 1mL de CCl <sub>2</sub> acidificar y agregar 5 gotas del reactivo de Dragendorff	Formación de precipitado
	Mayer	1mL de muestra + 1mL de CCl <sub>2</sub> acidificar y agregar 5 gotas del reactivo de Mayer	Formación de precipitado
	Wagner	1mL de muestra + 1mL de CCl <sub>2</sub> acidificar y agregar 5 gotas del reactivo de Wagner	Formación de precipitado
Sesquiterpenlactonas	Legal	2mL de muestra evaporar a sequedad en baño maría + 5 gotas de Piridina + 5 gotas Nitroprusiato de sodio 0.5% + 5 gotas de NaOH 2N	Formación de una coloración roja
	Baljet	2mL de muestra + 5 gotas de solución A + 5 gotas de sln. B	Formación de una coloración naranja oscuro.

## ANEXO 8

### ANÁLISIS DE VARIANZA <sup>(1)</sup>

#### INTRODUCCIÓN.

El análisis de varianza (ANVA) es un método para comparar dos o más medias. Es un método que permite comparar varias medidas de diversas situaciones, muy ligado por tanto, al diseño de experimentos, y de alguna manera es la base del análisis multivariante.

#### BASE DEL ANÁLISIS DE VARIANZA.

Existen dos maneras independientes de estimar la varianza (CM) de la población:

1. Una llamada varianza dentro de los grupos (ya que solo contribuye a ella la varianza dentro de las muestras), o varianza de error, o cuadrados medios de error, y representado por CM error y se calcula dividiendo la suma de cuadrados del error por los grados de libertad del error.
2. Otra llamada varianza entre grupos (solo contribuye a ella la varianza entre las distintas muestras) o varianza de tratamientos, o cuadrados medios de los tratamientos y representada por  $CM_{\text{trat}}$ . Se calcula dividiendo la suma de cuadrados de tratamientos por los grados de libertad de los tratamientos.

La varianza de los tratamientos y la varianza del error, estiman la varianza poblacional en la hipótesis de que las  $k$  muestras provengan de la misma población. La distribución muestral del coeficiente de dos estimaciones

independientes de la varianza de una población normal es  $F$  que se obtiene dividiendo la varianza de los tratamientos por la varianza del error.

El coeficiente  $F$  se usa para realizar el contraste de la hipótesis de medias iguales, donde si la región crítica para dicho contraste es  $F > F_{(k-1, k(n-1))}$  se acepta la hipótesis nula de que no hay diferencia entre los tratamientos, pero si la región crítica para dicho contraste es  $F_{(k-1, k(n-1))} > F$  se acepta la hipótesis alternativa de que si existe diferencia entre los tratamientos.

#### PLAN PARA REALIZAR UN ANÁLISIS DE VARIANZA.

1. Tener hipótesis muy claras.
2. Verificar homogeneidad de varianza: Aplicar la prueba de Cochran (C).
3. Transformar si las varianzas son muy heterogéneas.

Si todo esta bien, se procede a hacer el análisis de varianza.

#### SIMBOLOGÍA.

GL = grados de libertad.

$X_i$  = número de Áfidos muertos por el tratamiento.

$a$  = número de tratamientos.

$r, rep$  = número de repeticiones.

$\Sigma$  = sumatoria.

$SC_{trat}$  = suma de cuadrados de tratamiento.

CM = cuadrado de medias.

E = error.

## PRUEBA DE COCHRAN (C) DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS.

Esta prueba se basa en comparar la varianza más grande de todos los grupos a comparar contra la sumatoria de las varianzas de todos los grupos.

$$\text{Cochran (C)} = \sigma^2 \text{ mas grande} / \Sigma \sigma^2$$

- a) Seleccionar la varianza más grande de entre todos los grupos a comparar.
- b) Sumar las varianzas maestras de todos los grupos.
- c) Calcular la razón de Cochran.
- d) Comparar el valor observado contra los valores tabulados de Cochran bajo la hipótesis de homogeneidad de varianzas, con “a” grupos y “n-1” grados de libertad. En este caso, “n” debe ser igual para todos los grupos.
- e) Si Cochran observado es menor que Cochran de tabla a un  $\alpha = 0.05$ , entonces aceptamos la hipótesis que las varianzas son homogéneas, y se puede hacer el análisis de varianza.

A continuación se presenta un ejemplo de la prueba de Cochran de los tratamientos de los dos extractos botánicos (*Nicotiana tabacum* (Tabaco) y *Solanum mammosum* (Chichigua)) al 3% y el plaguicida preformulado al 3% a las plantas de *Fernaldia pandurata* (loroco) infestadas con los áfidos a las dos horas de aplicados.

$$\text{Cochran (C)} = 1.6666 / 1.0000 = 0.6000$$

$$\text{Cochran tabla} = 0.9559$$

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

A continuación se presenta el análisis de varianza de los tratamientos de los dos extractos botánicos (*Nicotiana tabacum* (Tabaco) y *Solanum mammosum* (Chichigua)) al 3% y el plaguicida preformulado al 3% a las plantas de *Fernaldia pandurata* (loroco) infestadas con los áfidos a las dos horas de aplicados.

1) Primero, debemos de calcular los grados de libertad para el tratamiento y para el error experimental.

$$GL_{\text{tratamiento}} = (a-1)$$

$$GL_{\text{tratamiento}} = 3 \text{ tratamientos} - 1 = 2$$

$$GL_{\text{error}} = a(r-1)$$

$$GL_{\text{error}} = 3 \text{ tratamientos (3 repeticiones)} - 1 = 6$$

2) Factor de corrección: El factor de corrección nos servirá para corregir la suma de cuadrados de tratamientos ( $SC_{\text{tratamiento}}$ ) que nos servirá para calcular el error experimental. Para calcularlo, se suman los áfidos muertos a las dos horas, se eleva al cuadrado y se divide por el total de observaciones.

$$Fc = (\sum x_i)^2 / n$$

$$Fc = (18)^2 / 9 = 36$$

3) Cálculo de cuadrados.

a) Para calcular la suma de cuadrados de los tratamientos ( $SC_{\text{tratamiento}}$ ), se suman los áfidos muertos por cada tratamiento, se elevan al cuadrado y luego

se suman:  $SC_{\text{tratamiento}} = \sum (\sum x_i)^2 / r - Fc$

$$\sum (\sum x_i)^2 = (0+1+0)^2 + (1+1+0)^2 + (5+6+4)^2 = 230$$

Después se divide por el número de repeticiones y se le resta el factor de corrección.

$$SC_{\text{tratamiento}} = (230 / 3) - 36 = 40.6667$$

b) Cálculo del cuadrado de medias o varianza: La suma del cuadrado de tratamientos se divide por el número de grados de libertad de los tratamientos:

$$CM_{\text{tratamiento}} = SC_{\text{trat.}} / GL_{\text{trat.}}$$

$$CM_{\text{tratamiento}} = 40.6667 / 2 = 20.3334$$

4) Cálculo del error experimental.

$$E = SC_{\text{total}} - SC_{\text{trat.}}$$

$$SC_{\text{total}} = \sum x_i^2 - Fc$$

Primero se necesita conocer la sumatoria total de cuadrados:

$$\sum x_i^2 = (0^2+1^2+0^2) + (1^2+1^2+0^2) + (5^2+6^2+4^2) = 80$$

$$SC_{\text{total}} = 80 - 36 = 44.00$$

5) Cálculo de prueba de significación (Prueba de F): esta prueba nos sirve para concluir, con cierto grado de confianza, que las diferencias observadas entre medias de tratamientos son debidas a diferencias reales entre los tratamientos y no al azar.  $F = CM_{\text{trat.}} / CM_{\text{error}}$

$$F = 20.3334 / 0.5567 = 36.5972$$

Luego los valores obtenidos de F se comparan con los valores de F tabla, y si los valores de F calculada son mayores a los de F tabla, se concluye que hay diferencias entre los tratamientos.

#### 6) Construcción de la tabla de análisis de varianza.

Análisis de varianza	SC	GL	Varianza	F
Tratamientos	SC trat	A - 1	$SC_{\text{trat}} / (a-1) = CM_{\text{trat}}$	$CM_{\text{trat}} / CM_{\text{error}}$
Error	SC error	a (r - 1)	$SC_{\text{error}} / a (r-1) = CM_{\text{error}}$	

#### 7) Prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS)

Se utiliza cuando F calculada es significativo ( $F_{\text{calculada}} > F_{\text{tablas}}$ ) y consiste en calcular un límite mínimo de significación, el cual sirve para comparar diferencias entre cualquier par de medias.

$$DMS = t_{\alpha, (r-1)GL} \times EDT$$

$$EDT = \sqrt{2 \times CM_{\text{error}} / \text{rep}}$$

Donde:

$t_{\alpha, (r-1)GL}$  = valor de "t" de la tabla t de student, el cual depende de  $\alpha$  (% de probabilidad) y GL (grados de libertad) del error experimental.

Rep = número de repeticiones de los tratamientos.

ETD = error típico de diferencia entre medias de tratamientos.

$$DMS = 4.3027 \times \sqrt{2 \times 0.5567 / 3} = 2.6203$$

Valor de t de student para  $\alpha = 0.05$  y 4 GL es 4.3027

Calculado el valor de DMS, se establecen las diferencias entre todos los posibles pares de medias, de manera que se facilite determinar si cualquier diferencia entre tratamientos es significativa. Para lograrlo se recomienda el uso de los cuadros de doble entrada.

### CONSTRUCCIÓN DEL CUADRO DE DOBLE ENTRADA

A continuación se detalla el proceso para poder construir el cuadro de doble entrada, que nos sirve para saber cual tratamiento es el mejor.

a) Primero se debe calcular el DMS.

b) Calcular las medias de los tratamientos, que se obtiene sumando el número de áfidos muertos por cada extracto y dividiéndolo por el número de observaciones:

Medias a las dos horas después de los tratamientos:

Tx. ***Solanum mammosum*** (chichigua) 3%= 0.33

Tx ***Nicotiana tabacum*** (tabaco) 3%= 0.67

Tx ***Nicotiana tabacum* / *Solanum mammosum*** (chichigua/tabaco) 3% = 5.00

Luego se construye una tabla según el diseño que se presenta en las tablas 27 a 38. Como se puede observar, en la fila superior se ordenan los tratamientos de mayor a menor valor de su media, y en la columna izquierda se ordenan de menor a mayor valor de su media. Después los datos son restados. Ej:  $v_{\alpha}$  de ***Solanum mammosum* / *Nicotiana tabacum*** (Chichigua/Tabaco) 3% (fila) – valor de ***Solanum mammosum*** (Chichigua) 3% (columna).



Tabla de distribución F (Fisher) al 5% de probabilidad.

$\infty = 0.05$	Grados de libertad del numerador										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20
1	161.45	199.2	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88	248.02
2	18.513	19	19.164	19.247	19.296	19.329	19.353	19.371	19.385	19.396	19.446
3	10.128	9.5521	9.2766	9.1172	9.0134	8.9407	8.8867	8.8452	8.8123	8.7855	8.6602
4	7.7086	6.9443	6.5914	6.3882	6.2561	6.1631	6.0942	6.041	5.9988	5.9644	5.8025
5	6.6079	5.7861	5.4094	5.1922	5.0503	4.9503	4.8759	4.8183	4.7725	4.7351	4.5581
6	5.9874	5.1432	4.7571	4.5337	4.3874	4.2839	4.2067	4.1468	4.099	4.06	3.8742
7	5.5915	4.7374	4.3468	4.1203	3.9715	3.866	3.7871	3.7257	3.6767	3.6365	3.4445
8	5.3176	4.459	4.0662	3.8379	3.6875	3.5806	3.5005	3.4381	3.3881	3.3472	3.1503
9	5.1174	4.2565	3.8625	3.6331	3.4817	3.3738	3.2927	3.2296	3.1789	3.1373	2.9365
10	4.9646	4.1028	3.7083	3.478	3.3258	3.2172	3.1355	3.0717	3.0204	2.9782	2.774
11	4.8443	3.9823	3.5874	3.3567	3.2039	3.0946	3.0123	2.948	2.8962	2.8536	2.6464
12	4.7472	3.8853	3.4903	3.2592	3.1059	2.9961	2.9134	2.8486	2.7964	2.7534	2.5436
13	4.6672	3.8056	3.4105	3.1791	3.0254	2.9153	2.8321	2.7669	2.7144	2.671	2.4589
14	4.6001	3.7389	3.3439	3.1122	2.9582	2.8477	2.7642	2.6987	2.6458	2.6022	2.3879
15	4.5431	3.6823	3.2874	3.0556	2.9013	2.7905	2.7066	2.6408	2.5876	2.5437	2.3275
16	4.494	3.6337	3.2389	3.0069	2.8524	2.7413	2.6572	2.5911	2.5377	2.4935	2.2756
17	4.4513	3.5915	3.1968	2.9647	2.81	2.6987	2.6143	2.548	2.4943	2.4499	2.2304
18	4.4139	3.5546	3.1599	2.9277	2.7729	2.6613	2.5767	2.5102	2.4563	2.4117	2.1906
19	4.3808	3.5219	3.1274	2.8951	2.7401	2.6283	2.5435	2.4768	2.4227	2.3779	2.1555
20	4.3513	3.4928	3.0984	2.8661	2.7109	2.599	2.514	2.4471	2.3928	2.3479	2.1242

Tabla de distribución t de Student

		gl →									
1/∞	∞	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	0.1	6.3137	2.92	2.3534	2.1318	2.015	1.9432	1.8946	1.8595	1.8331	1.8125
20	0.05	12.706	4.3027	3.1824	2.7765	2.5706	2.4469	2.3646	2.306	2.2622	2.2281
40	0.025	25.452	6.2054	4.1765	3.4954	3.1634	2.9687	2.8412	2.7515	2.685	2.6338
50	0.02	31.821	6.9645	4.5407	3.7469	3.3649	3.1427	2.9979	2.8965	2.8214	2.7638
100	0.01	63.656	9.925	5.8408	4.6041	4.0321	3.7074	3.4995	3.3554	3.2498	3.1693
200	0.005	127.032	14.089	7.4532	5.5975	4.7733	4.3168	4.0294	3.8325	3.6896	3.5814
1000	0.001	636.58	31.6	12.924	8.6101	6.8685	5.9587	5.4081	5.0414	4.7809	4.5868
2000	0.0005	1273.2	44.703	16.326	10.305	7.9756	6.7882	6.0815	5.617	5.2911	5.0489
10000	0.0001	6370.5	100.14	28.014	15.534	11.176	9.0804	7.8883	7.12	6.5938	6.2119
20000	0.00005	12665	141.26	35.316	18.515	12.89	10.263	8.7824	7.851	7.2177	6.7614
100000	0.00001	63477	314.71	60.797	27.716	17.881	13.56	11.176	9.7603	8.8289	8.1584
200000	5E-06	126953	457.76	76.294	33.379	20.564	15.199	12.517	10.729	9.6112	8.7917
1000000	1E-06	625000	915.53	133.51	47.684	28.61	20.266	15.497	13.113	11.921	10.729
2000000	5E-07	3E-06	1220.7	152.59	57.22	38.147	23.842	19.073	14.305	13.113	11.921

## ANEXO 10

CROMATOGRAMAS.

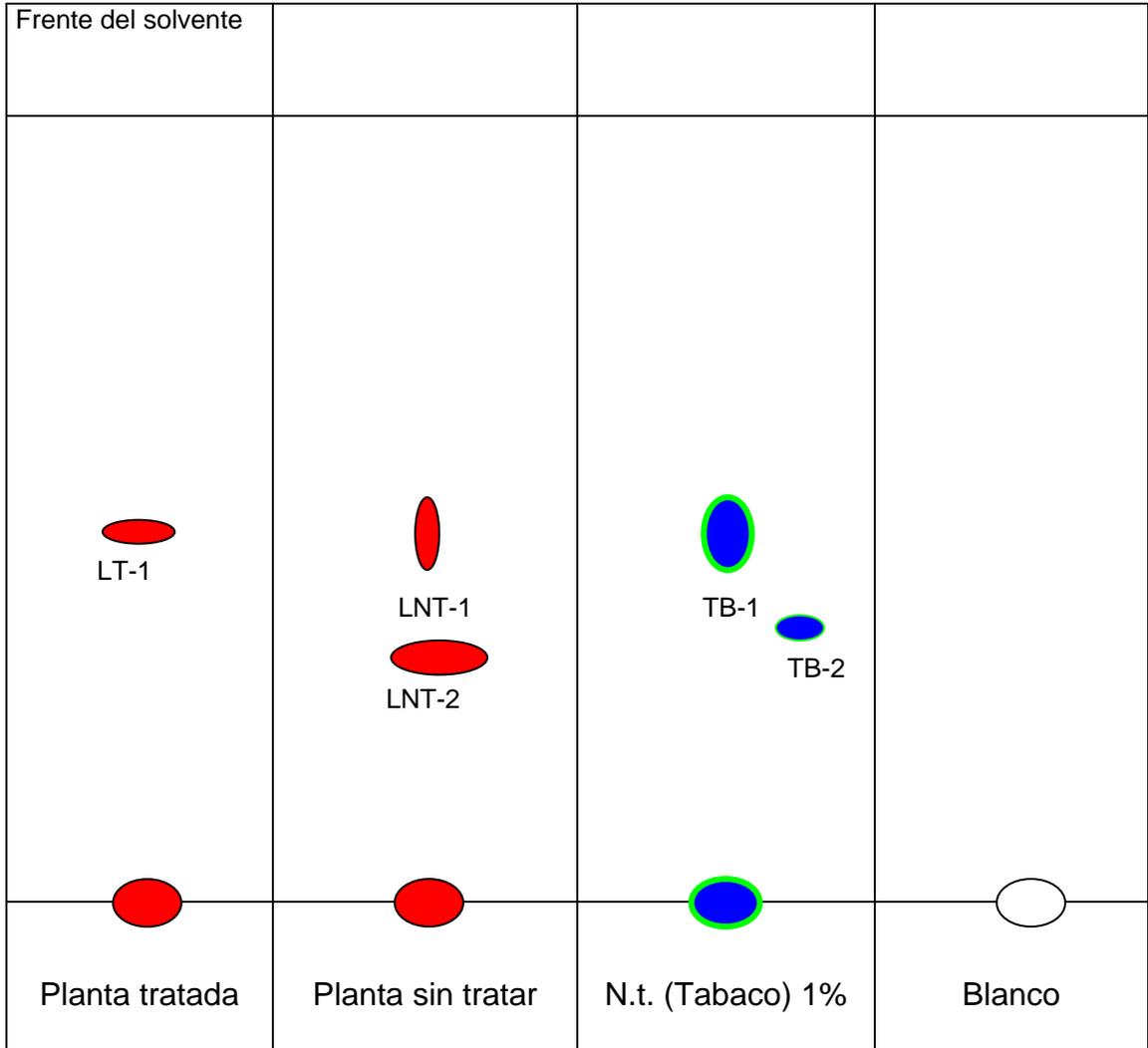


Fig. 21. CROMATOGRAMA 1. *Nicotiana tabacum* (TABACO) 1%

Sistema de solventes: n – hexano/acetato de etilo (1:1)

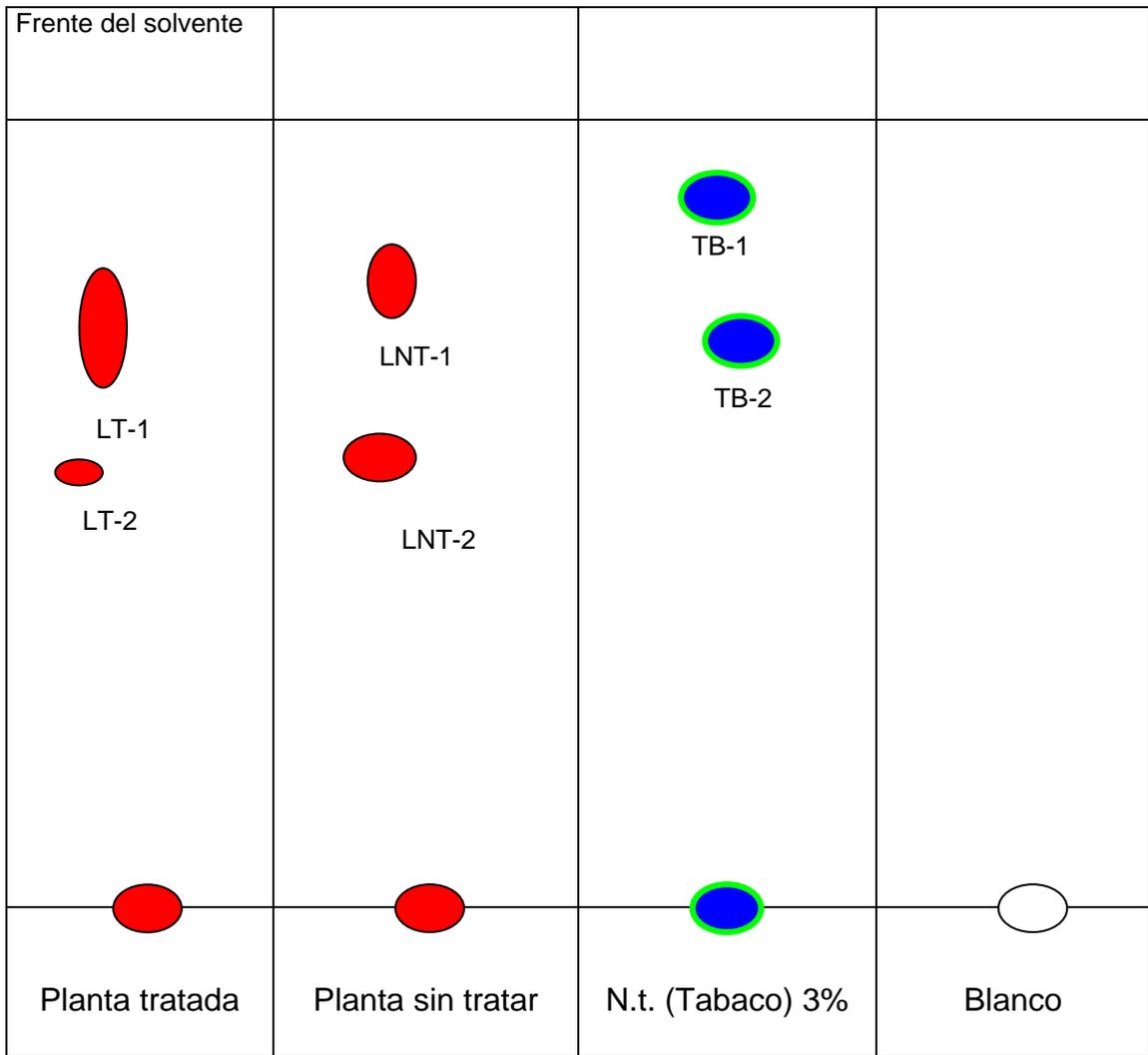


Fig. 22. CROMATOGRAMA 2. *Nicotiana tabacum* (TABACO) 3%

Sistema de solventes: n – hexano/acetato de etilo (1:1)

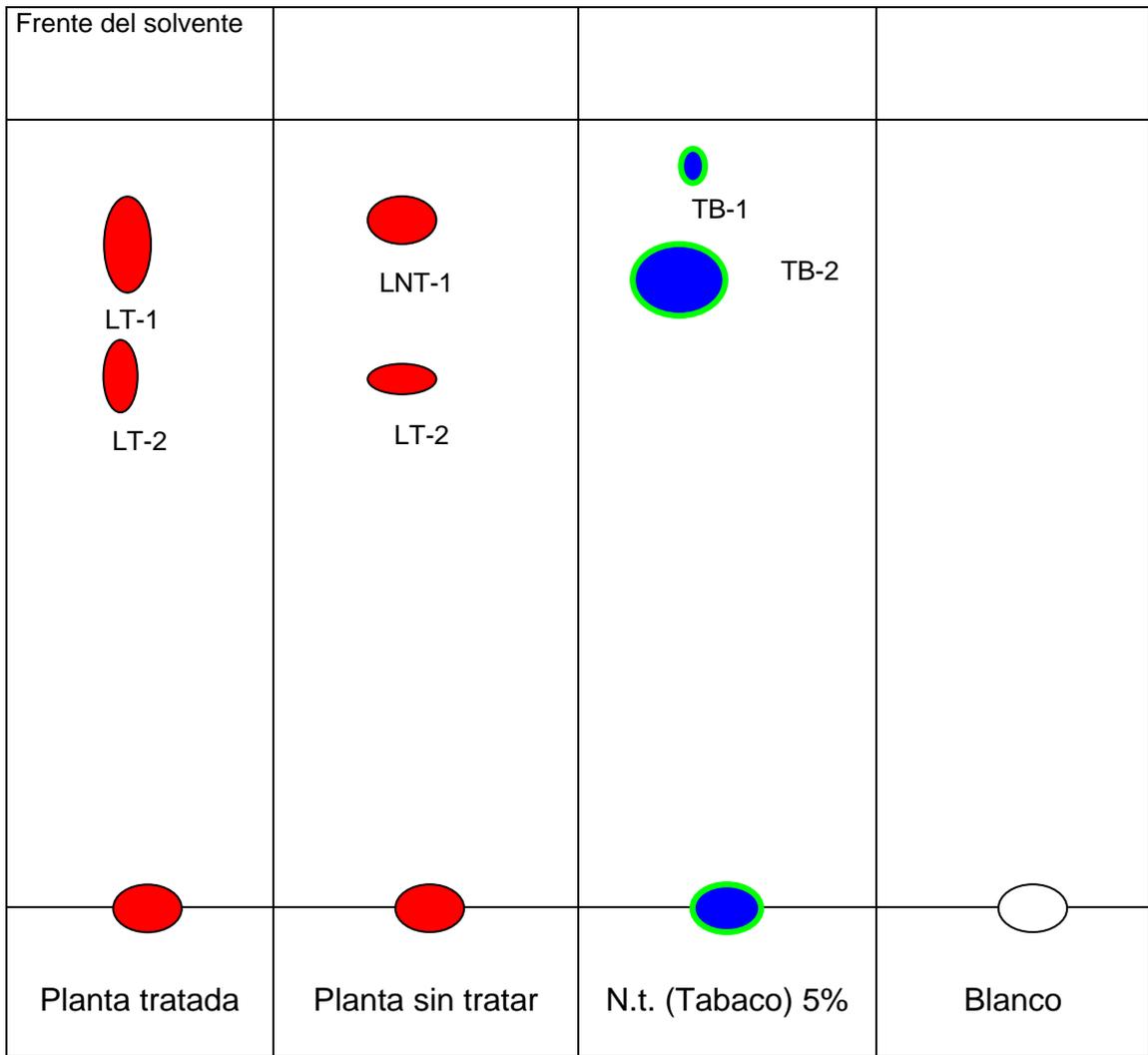


Fig. 23. CROMATOGRAMA 3. *Nicotiana tabacum* (TABACO) 5%

Sistema de solventes: n – hexano/acetato de etilo (1:1)

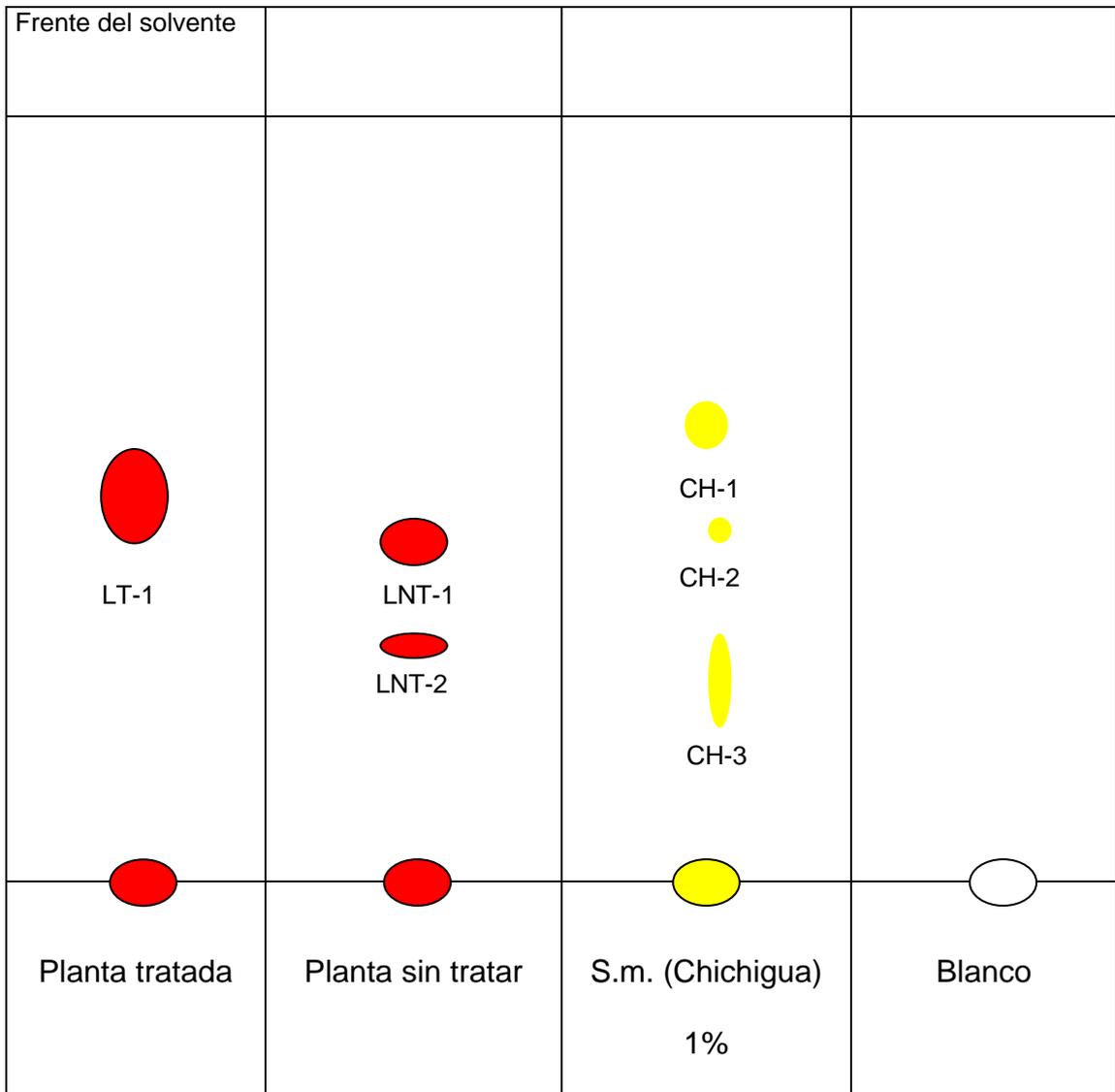


Fig. 24. CROMATOGRAMA 4. *Solanum mammosum* (CHICHIGUA) 1%

Sistema de solventes: n – hexano/diclorometano (1:9)

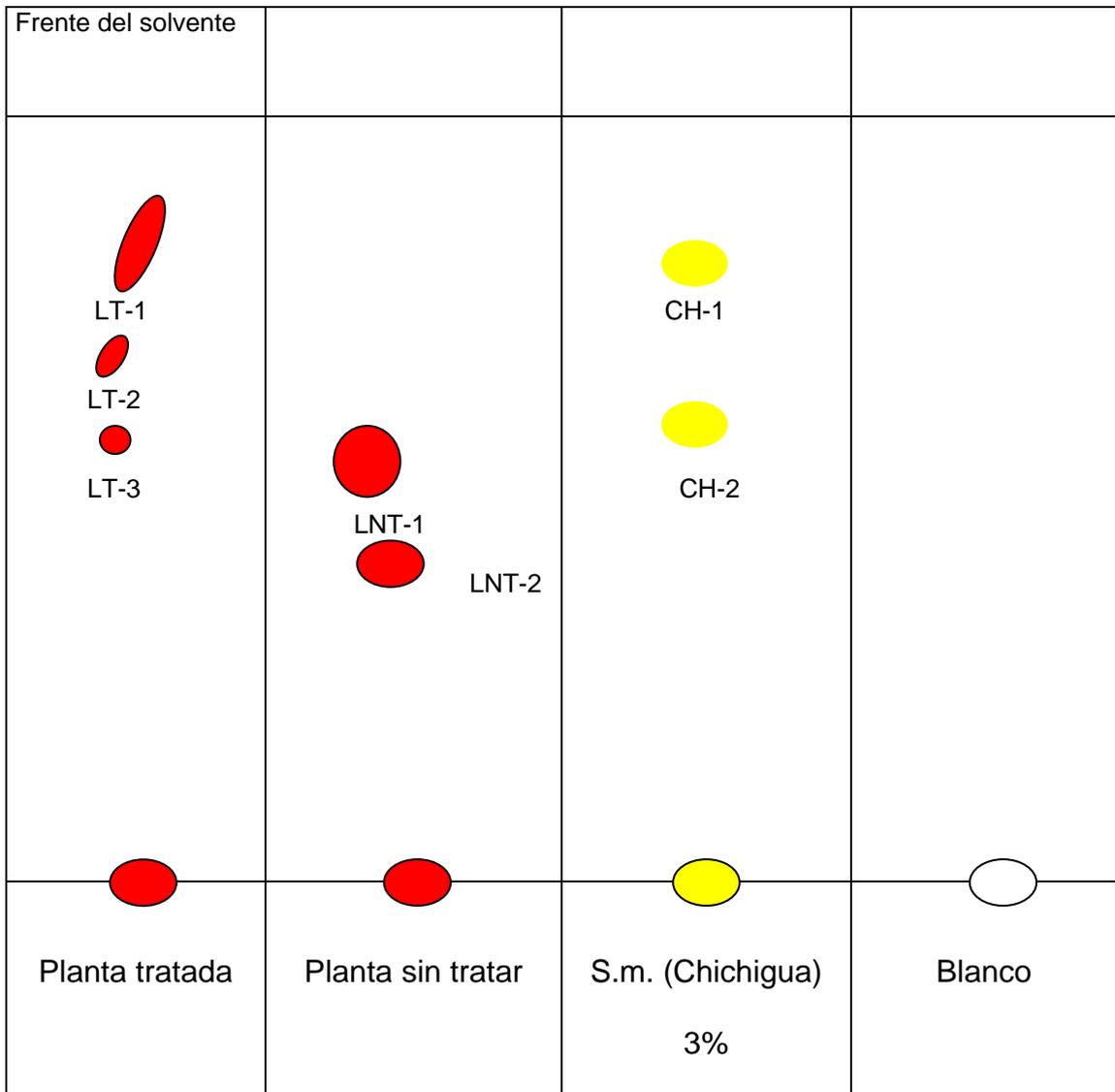


Fig. 25. CROMATOGRAMA 5. *Solanum mammosum* (CHICHIGUA) 3%

Sistema de solventes: n – hexano/diclorometano (1:9)

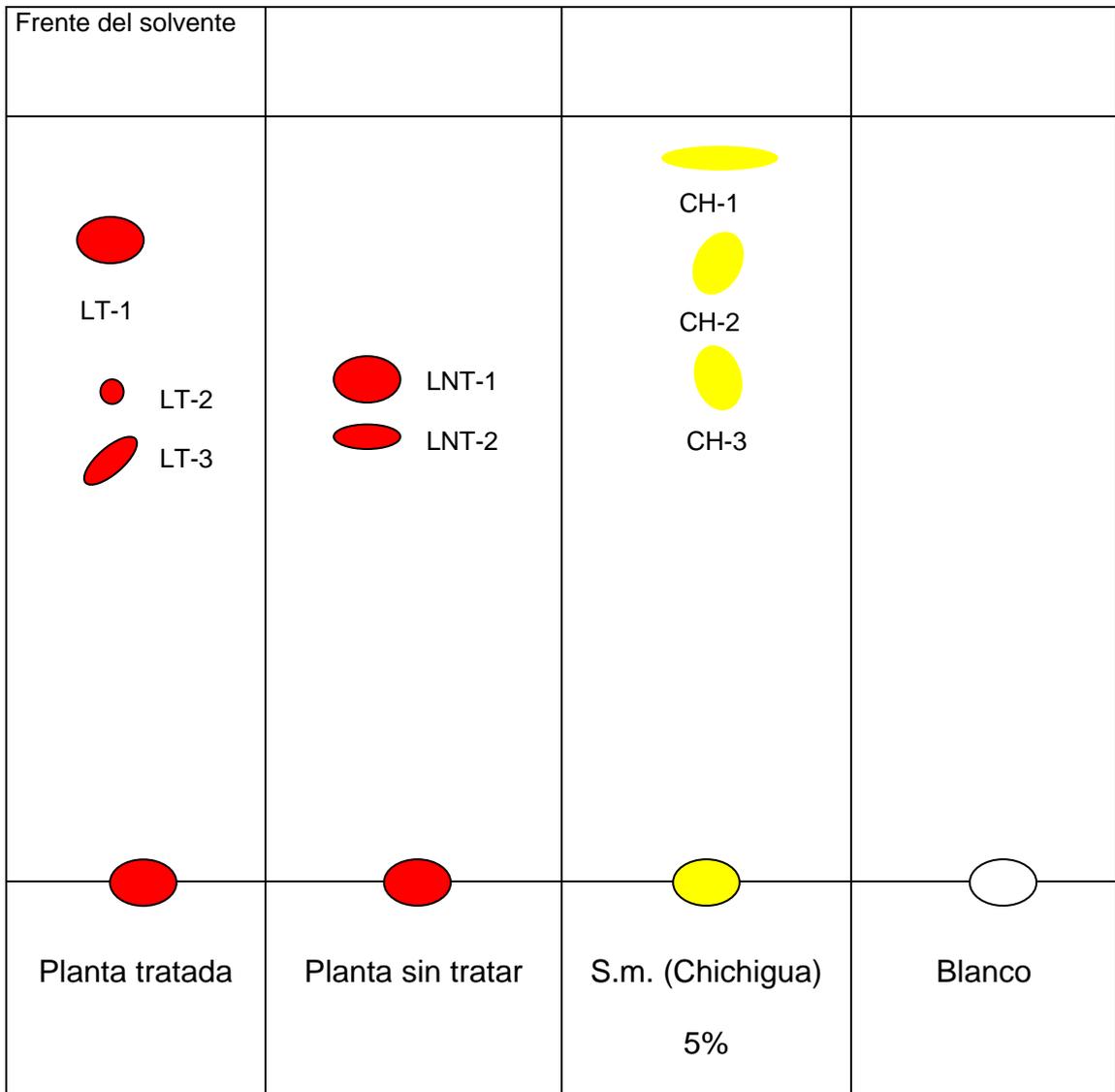


Fig. 26. CROMATOGRAMA 6. *Solanum mammosum* (CHICHIGUA) 5%

**Sistema de solventes: n – hexano/diclorometano (1:9)**

## ANEXO 11

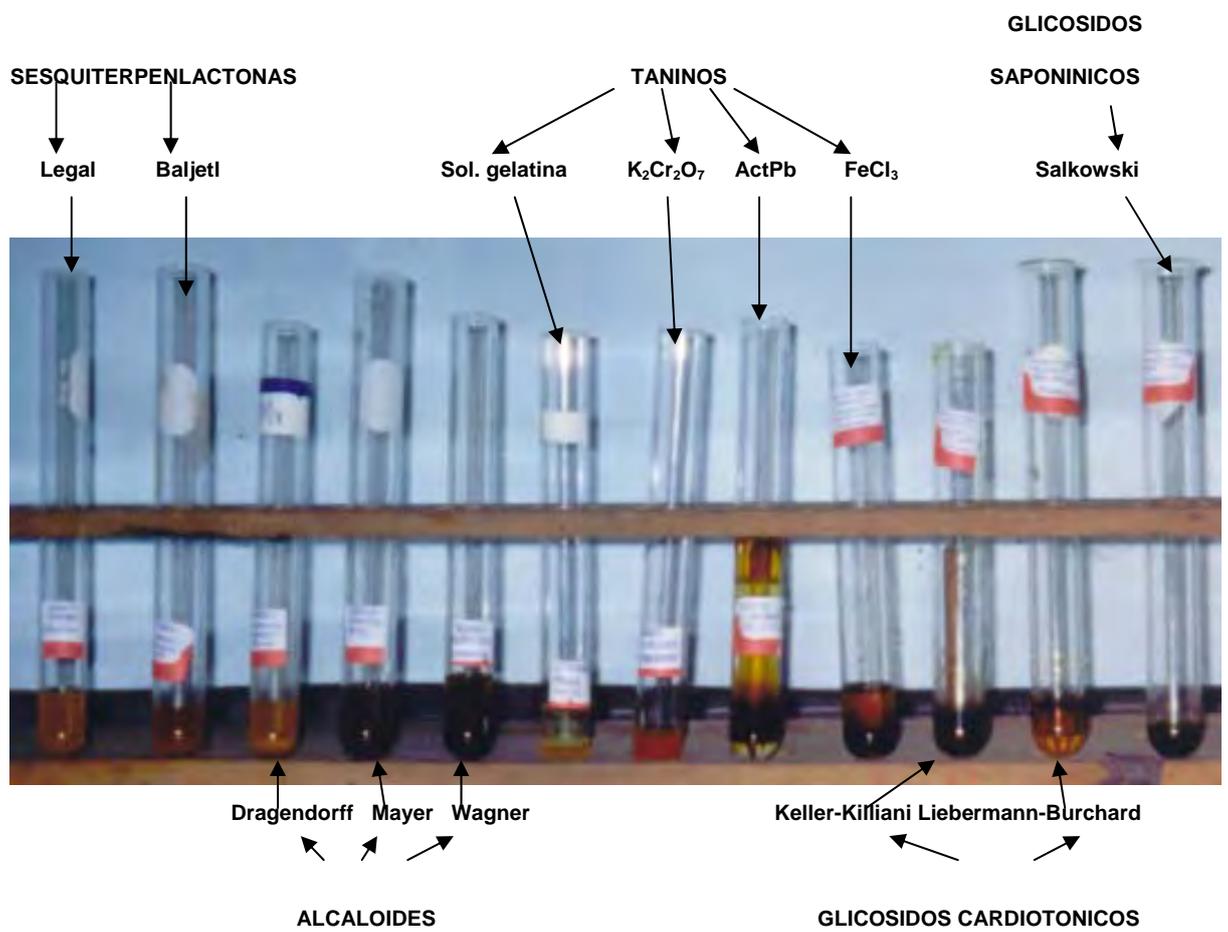


Fig. 27. Pruebas fitoquímicas preliminares del *Lantana camara* (Cinco negritos).

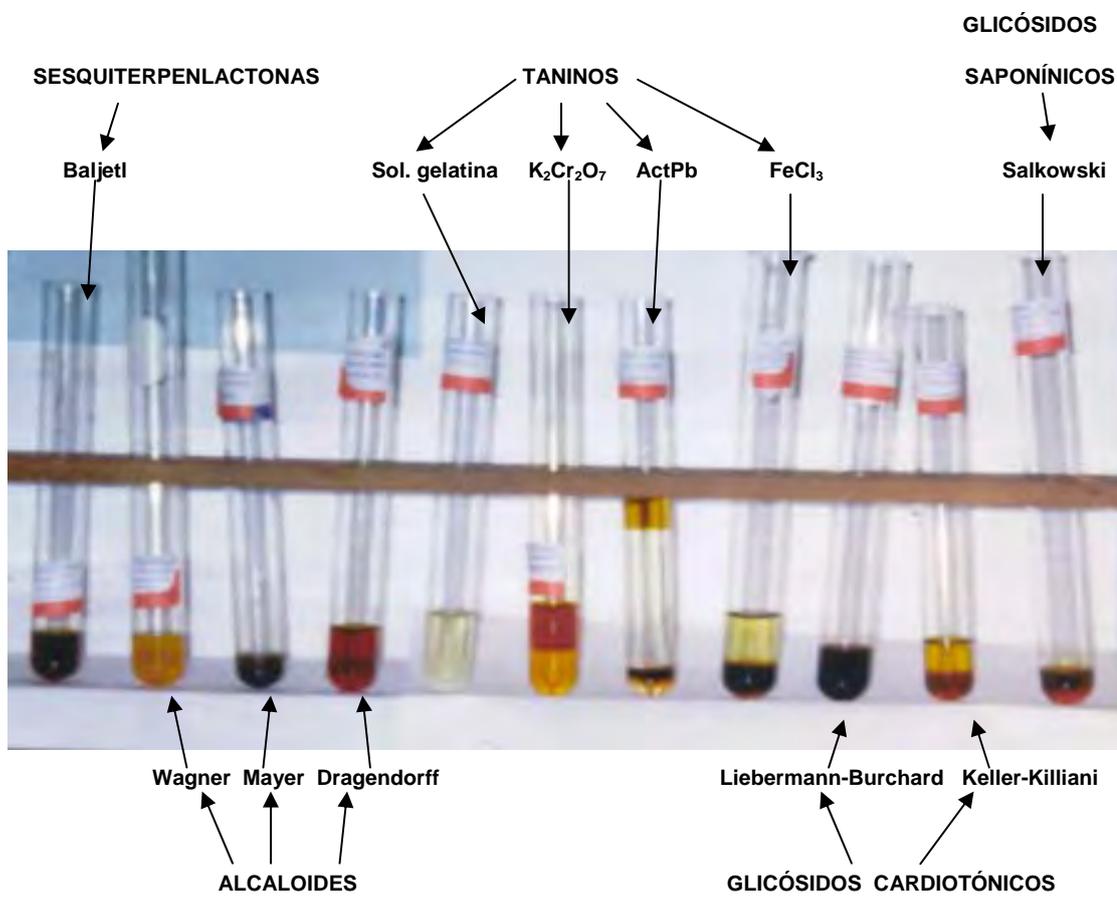


Fig. 28. Pruebas fitoquímicas preliminares de la *Solanum mammosum* (Chichigua).

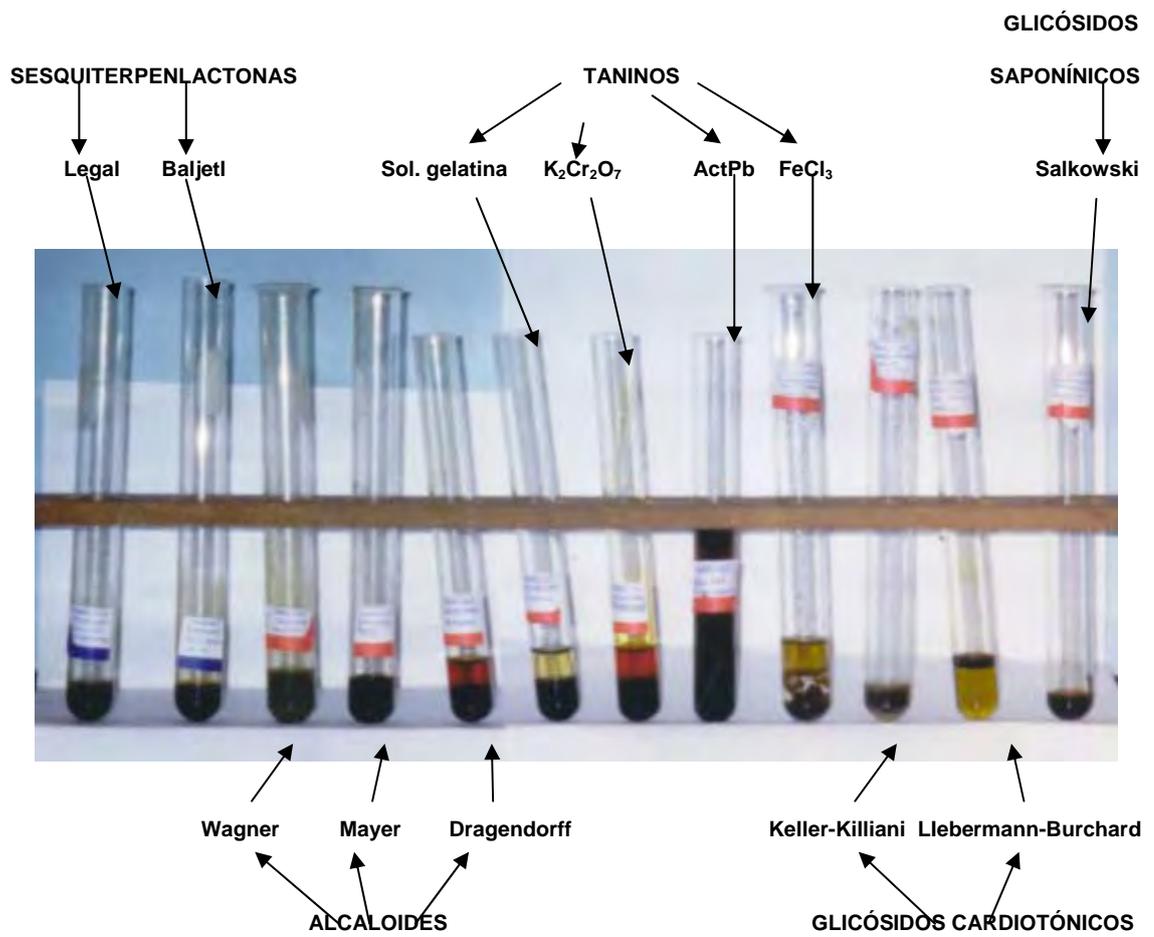


Fig. 29. Pruebas fitoquímicas preliminares del *Nerium oleander* (Narciso).

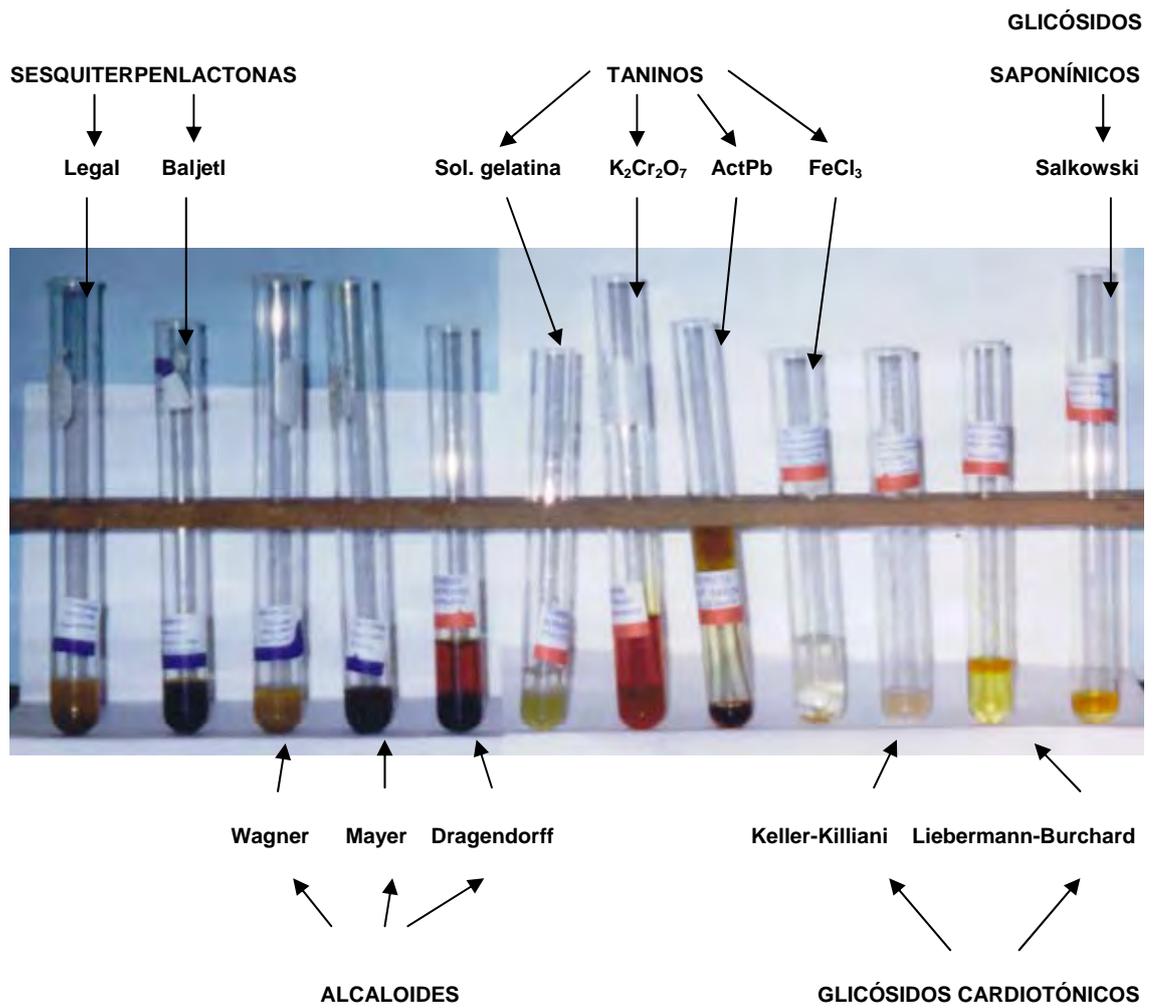


Fig. 30. Pruebas fitoquímicas preliminares del *Nicotiana tabacum* (Tabaco).

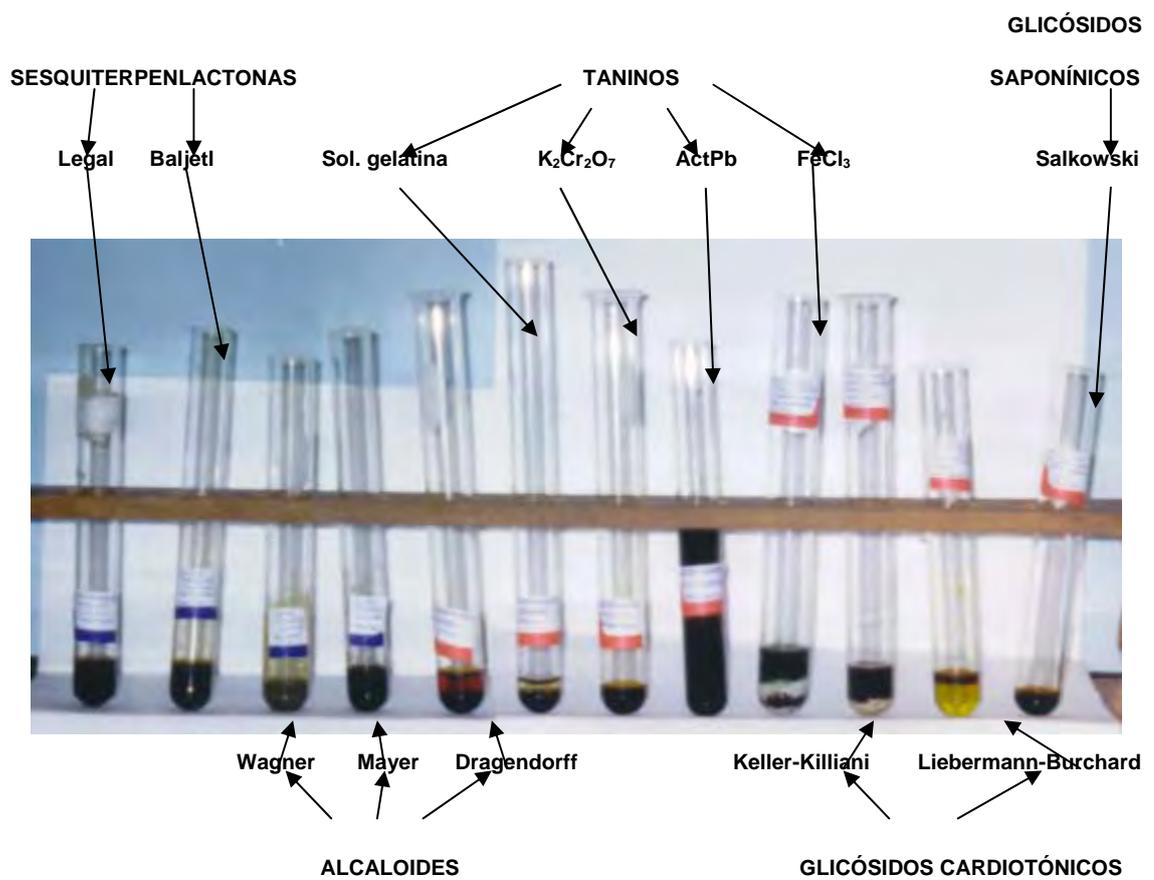


Fig. 31. Pruebas fitoquímicas preliminares del *Jatropha curcas* (Tempate).

ANEXO 12.



Fig. 32. Modelo para la recolección de los áfidos muertos.