



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**“ACTIVIDAD INSECTICIDA DE LOS ACEITES ESENCIALES DE *Tagetes minuta*, *Tagetes terniflora* Y *Tagetes zipaquirensis* SOBRE *Premnotrypes vorax*”**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO**

**PRESENTADO POR**

**XIMENA DEL ROCÍO BALDEÓN ORDÓÑEZ**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2011**

## **DEDICATORIA**

*Mi tesis la dedico con mucho amor y cariño a mis padres ya que a más de darme la vida me brindaron el amor y la oportunidad de tener un verdadero hogar.*

*Es una dedicatoria muy merecida por el apoyo incondicional y los consejos que me supieron dar valor, fuerza y sabiduría para continuar en este camino.*

*A mi familia que ha estado presente incentivándome a seguir luchando por este sueño que está a punto de realizarse.*

*A mis amigos por su sinceridad y gracias al equipo que formamos logramos llegar hasta el final del camino y que hasta el momento, seguimos siendo amigos: Lidia, Naty, Anita, Daniela y Juan Carlos*

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, por darme la salud, fuerza y perseverancia; por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarte cada día más.*

*La presente Tesis es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dando ánimo, acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad.*

*Agradezco:*

*A mis padres que supieron darme una carrera para mi futuro y sobre todo supieron confiar en mí y aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindando en todo momento su amor incondicional.*

*A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por su acogida y los conocimientos impartidos en sus aulas,*

*A la Dra. Cumandá Játiva por su valiosa colaboración y asesoramiento en la dirección de la presente Tesis, gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional*

*A la Ing. Norma Erazo por haber guiado el desarrollo de este trabajo y llegar a la culminación del mismo.*

*A todas las personas que colaboraron de cualquier manera para la culminación de este trabajo de investigación.*

# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

## FACULTAD DE CIENCIAS

### ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación: “**ACTIVIDAD INSECTICIDA DE LOS ACEITES ESENCIALES DE *Tagetes minuta*, *Tagetes terniflora* Y *Tagetes zipaquirensis* SOBRE *Premnotrypes vorax*”**, de responsabilidad de la señorita egresada Ximena del Rocio Baldeón Ordoñez, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Dra. Yolanda Díaz

**DECANA FAC. CIENCIAS**

\_\_\_\_\_

Dr. Luis Guevara

**DIRECTOR DE ESCUELA**

\_\_\_\_\_

Dra. Cumandá Játiva

**DIRECTORA DE TESIS**

\_\_\_\_\_

Ing. Norma Erazo

**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

Sr. Carlos Rodríguez

**DIRECTOR CENTRO  
DE DOCUMENTACIÓN**

\_\_\_\_\_

**NOTA DE TESIS ESCRITA**

\_\_\_\_\_

Yo, (Ximena del Rocío Baldeón Ordóñez), soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

---

(XIMENA DEL ROCÍO BALDEÓN ORDÓÑEZ)

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

%	Porcentaje
°C	Grados Celsius
B	Blanco
C	Concentración
C1	Concentración de aceite esencial al 0.2%
C2	Concentración de aceite esencial al 0.4%
C3	Concentración de aceite esencial al 0.6%
C4	Concentración de aceite esencial al 0.8%
C5	Concentración de aceite esencial al 1.0%
cm	Centímetro
D	Densidad relativa
DCA	Diseño completamente al azar
g	Gramos
Ha	Hectárea
I	Insecticida (Carbofuram)
INIAP	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
Kg	Kilogramo
L	Litros
m	metro
M	molaridad
min	minuto
MIP	Manejo integrado de plagas
mL	mililitros
mm	milimetro
$N_d^{25}$	Índice de refracción a 25°C
R	Repetición
R1	Repetición 1
R2	Repetición 2
R3	Repetición 3
T	Valor de la temperatura en (°C)
t	Tonelada
T1	<i>Tagetes minuta</i> (Tzinsu)
T2	<i>Tagetes terniflora</i> (Quichia)
T3	<i>Tagetes zipaquirensis</i> (Zorrillo)
V	Volumen
$\eta$	Índice de refracción

## ÍNDICES

ÍNDICE DE ABREVIATURAS  
ÍNDICE GENERAL  
ÍNDICE DE CUADROS  
ÍNDICE DE GRÁFICOS  
ÍNDICE DE FIGURAS  
ÍNDICE DE ANEXOS  
INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I.....	1
1 <b>MARCO TEÓRICO</b> .....	1
1.1    La papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ).....	1
1.1.1    Origen e importancia.....	2
1.1.2    Consumo .....	4
1.2    Métodos de control .....	4
1.2.1    Productos a usar.....	5
1.3    Daño y huéspedes .....	5
1.4    Cultivo de la papa .....	5
1.5    Gusano blanco de la papa ( <i>Premnotrypes vorax</i> ).....	6
1.5.1    Clasificación taxonómica de <i>Premnotrypes vorax</i> .....	6
1.5.2    Ciclo de vida del gusano blanco .....	7
1.6    Comportamiento y daño.....	9
1.6.1    Importancia económica de la plaga .....	12
1.6.2    Como ataca el gusano blanco a la papa.....	12
1.6.3    Manejo integrado de la plaga .....	12
1.6.4    Control cultural.....	13
1.6.5    Medidas de control biológico .....	15
1.7    Insecticida.....	16
1.7.1    Características ideales de un insecticida .....	17
1.7.2    Forma de actuación.....	17
1.7.3    Efectos secundarios en el ser humano .....	18
1.8    Desventajas de los insecticidas químicos.....	18
1.9    Insecticida biológico .....	18
1.10    Naturaleza de los compuestos .....	19
1.11    Aceites esenciales .....	27

1.12	Proceso de obtención: .....	28
1.13	Inconvenientes de los aceites esenciales: .....	29
1.13.1	Ventajas .....	30
1.14	Tagetes .....	30
1.14.1	Cultivos y usos.....	30
1.15	<i>Tagetes minuta</i> .....	32
1.15.1	Taxonomía.....	32
1.15.2	Botánica.....	32
1.15.3	Características.....	33
1.15.4	Composición del aceite esencial.....	33
1.15.5	Usos.....	33
1.16	<i>Tagetes terniflora</i> .....	34
1.16.1	Taxonomía.....	34
1.16.2	Botánica.....	34
1.16.3	Características.....	35
1.16.4	Composición del aceite esencial.....	35
1.16.5	Usos.....	35
1.17	<i>Tagetes zipaquirensis</i> .....	36
1.17.1	Taxonomía.....	36
1.17.2	Características.....	36
1.17.3	Composición del aceite esencial.....	36
1.17.4	Usos.....	36
CAPÍTULO II.....		38
2	<b>PARTE EXPERIMENTAL</b> .....	38
2.1	Lugar y pruebas de ensayo. ....	38
2.2	Factores de estudio.....	38
2.3	Materiales, equipos y reactivos .....	39
2.3.1	Material biológico.....	39
2.3.2	Obtención del material vegetal. ....	39
2.3.3	Obtención de los insectos para la determinación de la actividad insecticida.....	40
2.3.4	Obtención de materiales para la alimentación de los insectos. ....	40
2.3.5	Equipos.....	40
2.3.6	Materiales de laboratorio.....	41
2.3.7	Reactivos .....	41
2.4	Técnicas.....	42

2.4.1	Obtención de los aceites esenciales de Tzinsu ( <i>Tagetes minuta</i> ), Quichia ( <i>Tagetes terniflora</i> ), Zorrillo ( <i>Tagetes zipaquirensis</i> ).....	42
2.4.2	Determinación de la propiedades organolépticas de los aceites esenciales .....	42
2.4.3	Propiedades físicas.....	43
2.5	Cromatografía de aceite esencial de Quichia ( <i>Tagetes terniflora</i> ) y Zorrillo ( <i>Tagetes zipaquirensis</i> ) .....	47
2.6	Metodología.....	49
2.6.1	Fase de campo .....	49
2.6.2	Fase de laboratorio.....	50
2.6.3	Determinación de la concentración del insecticida comercial .....	50
2.6.4	Métodos de obtención de insectos .....	51
2.6.5	Determinación de la actividad insecticida.....	51
2.7	Tipo de diseño experimental .....	54
2.8	Análisis estadístico .....	56
2.8.1	Análisis de varianza .....	56
2.8.2	Prueba de separación de medias prueba de tukey al 5% .....	56
2.8.3	Coeficiente de variación.....	57
CAPÍTULO III .....		58
3	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	58
3.1	Características organolépticas del aceite esencial de Tzinsu ( <i>Tagetes minuta</i> ), Quichia ( <i>Tagetes terniflora</i> ) y Zorrillo ( <i>Tagetes zipaquirensis</i> ).....	58
3.2	Características físicas del aceite esencial de Quichia ( <i>Tagetes terniflora</i> ) y Zorrillo ( <i>Tagetes zipaquirensis</i> ) .....	58
3.3	Resultados de la cromatografía en capa fina de aceite esencial de Tzinsu ( <i>Tagetes minuta</i> ), Quichia ( <i>Tagetes terniflora</i> ) y Zorrillo ( <i>Tagetes zipaquirensis</i> ) .....	59
3.4	Tratamiento de las larvas de <i>P. vorax</i> .....	61
3.5	Resultados de la actividad insecticida de los aceites esenciales de Tzinsu ( <i>Tagetes minuta</i> ), Quichia ( <i>Tagetes terniflora</i> ) y Zorrillo ( <i>Tagetes zipaquirensis</i> ) sobre <i>Premnotypes vorax</i> .....	61
3.5.1	Determinación de la actividad insecticida de los aceites esenciales de Tzinsu ( <i>T. Minuta</i> ), Quichia ( <i>Tagetes terniflora</i> ) y Zorrillo ( <i>T. zipaquirensis</i> ) sobre <i>Premnotypes vorax</i> .....	61
3.5.2	Análisis de varianza para la mortalidad de <i>Premnotypes vorax</i> a los 4 días de ensayo.....	64
3.5.3	Análisis de varianza para la mortalidad de <i>Premnotypes vorax</i> a los 7 días de ensayo.....	66

3.5.4	Análisis de varianza para la mortalidad de <i>Premnotrypes vorax</i> a los 14 días de ensayo.....	69
3.5.5	Análisis de varianza para la mortalidad de <i>Premnotrypes vorax</i> a los 21 días de ensayo.....	71
	CAPÍTULO IV .....	74
4	<b>CONCLUSIONES</b> .....	74
	CAPÍTULO V.....	76
5	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	76
	CAPÍTULO VI .....	77
6	<b>RESUMEN Y SUMMARY</b> .....	77
	CAPÍTULO VII.....	79
7	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	79
	CAPÍTULO VIII.....	84
8	<b>ANEXOS</b> .....	84

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1	Clasificación taxonómica de <i>Premnotrypes vorax</i> .....	6
CUADRO N° 2	Compuestos principales (%) de aceites esenciales de diferentes especies de tagetes.....	31
CUADRO N° 3	Vegetal elegido para la obtención del aceite esencial, lugar de procedencia .....	39
CUADRO N° 4	Insecto plaga, lugar de procedencia y cultivo al que afecta.....	40
CUADRO N° 5	Códigos de los tratamientos realizados con los aceites esenciales de TINSU <i>T. minuta</i> QUICHIA <i>T. terniflora</i> y ZORRILLO <i>T. zipaquirensis</i> frente a <i>Premnotrypes vorax</i> . ESPOCH Junio 2011....	55
CUADRO N° 6	Análisis organoléptico de los aceites esenciales .....	58
CUADRO N° 7	Características físicas del aceite esencial de <i>T. terniflora</i> ; <i>T. zipaquirensis</i> .....	59
CUADRO N° 8	Porcentaje de mortalidad de <i>P. vorax</i> a los 4, 7, 14, 21 días de análisis, frente a los aceites esenciales. ESPOCH. Riobamba Junio del 2011. ....	62
CUADRO N° 9	Análisis de varianza para la mortalidad de <i>Premnotrypes vorax</i> a los 4 días de ensayo. ....	65
CUADRO N° 10	Prueba de tukey al 5% de la mortalidad de los tratamientos de los aceites esenciales de <i>T. minuta</i> ; <i>T. terniflora</i> ; <i>T. zipaquirensis</i> sobre <i>Premnotrypes vorax</i> a los 4 días de ensayo.....	65
CUADRO N° 11	Prueba de tukey al 5% de la mortalidad de los tratamientos de los aceites esenciales de <i>T. minuta</i> ; <i>T. terniflora</i> ; <i>T. zipaquirensis</i> sobre <i>Premnotrypes vorax</i> a los 4 días de ensayo.....	66
CUADRO N° 12	Análisis de varianza para la mortalidad de <i>Premnotrypes vorax</i> a los 7 días de ensayo .....	67
CUADRO N° 13	Prueba de tukey al 5% para la mortalidad de los tratamientos de los aceites esenciales de <i>T. minuta</i> ; <i>T. terniflora</i> ; <i>T. zipaquirensis</i> sobre <i>Premnotrypes vorax</i> a los 7 días de ensayo.....	67
CUADRO N° 14	Prueba de tukey al 5% para la mortalidad de las concentraciones de los aceites esenciales de <i>T. minuta</i> ; <i>T. terniflora</i> ; <i>T. zipaquirensis</i> sobre <i>Premnotrypes vorax</i> a los 7 días de ensayo .....	69
CUADRO N° 15	Análisis de varianza para la mortalidad de <i>P. vorax</i> a los 14 días de ensayo frente a <i>T. minuta</i> ; <i>T. terniflora</i> ; <i>T. zipaquirensis</i> . ....	69
CUADRO N° 16	Prueba de tukey al 5% para la mortalidad de los tratamientos de los aceites esenciales de <i>T. minuta</i> ; <i>T. terniflora</i> ; <i>T. zipaquirensis</i> sobre <i>Premnotrypes vorax</i> a los 14 días de ensayo. ....	70

CUADRO N° 17 Prueba de tukey al 5% para la mortalidad de las concentraciones de los aceites esenciales de <i>T. minuta</i> ; <i>T. terniflora</i> ; <i>T. zipaquirensis</i> sobre <i>Premnotrypes vorax</i> a los 14 días de ensayo. ....	71
CUADRO N° 18 Análisis de varianza para la mortalidad de <i>P. vorax</i> a los 21 días de ensayo frente a <i>T. minuta</i> ; <i>T. terniflora</i> ; <i>T. zipaquirensis</i> . ....	71
CUADRO N° 19 Prueba de tukey al 5% para la mortalidad de los tratamientos de los aceites esenciales de <i>T. minuta</i> ; <i>T. terniflora</i> ; <i>T. zipaquirensis</i> sobre <i>Premnotrypes vorax</i> a los 21 días de ensayo .....	72
CUADRO N° 20 Prueba de tukey al 5% para la mortalidad de las concentraciones de los aceites esenciales de <i>T. minuta</i> ; <i>T. terniflora</i> ; <i>T. zipaquirensis</i> sobre <i>Premnotrypes vorax</i> a los 21 días de ensayo. ....	73

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1	Porcentaje de mortalidad de <i>Premnotrypes vorax</i> a los 4, 7, 14, 21 días de ensayo ante los aceites esenciales.....	64
GRÁFICO N° 2	Prueba de Tukey al 5% para la mortalidad de <i>P. vorax</i> ante los aceites esenciales de <i>T. minuta</i> ; <i>T. terniflora</i> ; <i>T. zipaquirensis</i> sobre <i>Premnotrypes vorax</i> a los 7 días de ensayo.....	68
GRÁFICO N° 3	Prueba de Tukey al 5% para la mortalidad de los tratamientos de los aceites esenciales de <i>T. minuta</i> ; <i>T. terniflora</i> ; <i>T. zipaquirensis</i> sobre <i>Premnotrypes vorax</i> a los 21 días de ensayo .....	73

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA N° 1	Larva de <i>Premnotrypes vorax</i> .....	51
FOTOGRAFÍA N° 2	Preparación del alimento.....	52
FOTOGRAFÍA N° 3	Incorporación de la larva en el alimento.....	52
FOTOGRAFÍA N° 4	Reparto de larvas en frascos.....	53
FOTOGRAFÍA N° 5	Distribución de insectos.....	53
FOTOGRAFÍA N° 6	Mortalidad del insecticida y blanco.....	53
FOTOGRAFÍA N° 7	Cromatografía en capa fina del aceite esencial de <i>Tagetes minuta</i> y muestra.....	59
FOTOGRAFÍA N° 8	Cromatografía en capa fina del aceite esencial de <i>Tagetes terniflora</i> y muestra.....	60
FOTOGRAFÍA N° 9	Cromatografía en capa fina del aceite esencial de <i>Tagetes zipaquirensis</i> y muestra.....	60
FOTOGRAFÍA N° 10	Equipo de obtención y de aceites esenciales.....	111
FOTOGRAFÍA N° 11	CARBOFURAN 4F Insecticida Nematicida sistémico.....	111
FOTOGRAFÍA N° 12	Obtención de las larvas de <i>Premnotrypes vorax</i> .....	111
FOTOGRAFÍA N° 13	Esterilización de materiales.....	112

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1	Esquema general del ensayo.....	84
ANEXO N° 2	Datos transformados de mortalidad de <i>Premnotrypes vorax</i> a los 4 días ensayo.....	85
ANEXO N° 3	Datos de estadística descriptiva a los 4 días del ensayo. Variable dependiente: mortalidad.....	87
ANEXO N° 4	Cálculos de medias estimadas marginales a los 4 días de ensayo. Media global.....	88
ANEXO N° 5	Datos de estadística descriptiva de <i>T. minuta</i> ; <i>T. terniflora</i> ; <i>T. zipaquierensis</i> a los 4 días de ensayo. Cálculos de medias estimadas marginales. Tratamientos.....	88
ANEXO N° 6	Cálculos de medias estimadas marginales a los 4 días de ensayo. Concentraciones.....	88
ANEXO N° 7	Cálculos de medias estimadas marginales a los 4 días de ensayo. Tratamientos*concentraciones.....	89
ANEXO N° 8	Cuadro de comparación múltiple entre <i>Tagetes minuta</i> , <i>Tagetes terniflora</i> , <i>Tagetes zipaquierensis</i> a los 4 días de ensayo.....	89
ANEXO N° 9	Cuadro de comparación múltiple entre concentraciones a los 4 días de ensayo.....	90
ANEXO N° 10	Datos transformados de mortalidad de <i>Premnotrypes vorax</i> a los 7 días ensayo.....	91
ANEXO N° 11	Datos de estadística descriptiva a los 7 días del ensayo. Variable dependiente: mortalidad.....	93
ANEXO N° 12	Cálculos de medias estimadas marginales a los 7 días de ensayo. Media global.....	93
ANEXO N° 13	Datos de estadística descriptiva de <i>T. minuta</i> ; <i>T. terniflora</i> ; <i>T. zipaquierensis</i> a los 7 días de ensayo. Cálculos de medias estimadas marginales. Tratamientos.....	94
ANEXO N° 14	Cálculos de medias estimadas marginales a los 7 días de ensayo. Concentraciones.....	94
ANEXO N° 15	Cálculos de medias estimadas marginales a los 7 días de ensayo. Tratamientos*concentraciones.....	95

ANEXO N° 16	Cuadro de comparación múltiple entre <i>Tagetes minuta</i> , <i>Tagetes terniflora</i> , <i>Tagetes zipaquirensis</i> a los 7 días de ensayo.....96
ANEXO N° 17	Cuadro de comparación múltiple entre concentraciones a los 7 días de ensayo.....97
ANEXO N° 18	Datos transformados de mortalidad de <i>Premnotrypes vorax</i> a los 14 días de ensayo.....98
ANEXO N° 19	Datos de estadística descriptiva a los 14 días del ensayo. Variable dependiente: mortalidad.....100
ANEXO N° 20	Cálculos de medias estimadas marginales a los 14 días de ensayo. Media global.....101
ANEXO N° 21	Datos de estadística descriptiva de <i>T. minuta</i> ; <i>T. terniflora</i> ; <i>T. zipaquierensis</i> a los 14 días de ensayo. Cálculos de medias estimadas marginales. Tratamientos.....101
ANEXO N° 22	Cálculos de medias estimadas marginales a los 14 días de ensayo. Concentraciones.....101
ANEXO N° 23	Cálculos de medias estimadas marginales a los 14 días de ensayo. Tratamientos*concentraciones.....102
ANEXO N° 24	Cuadro de comparación múltiple entre <i>Tagetes minuta</i> , <i>Tagetes terniflora</i> , <i>Tagetes zipaquirensis</i> a los 14 días de ensayo.....103
ANEXO N° 25	Cuadro de comparación múltiple entre concentraciones a los 14 días de ensayo.....104
ANEXO N° 26	Datos transformados de mortalidad de <i>Premnotrypes vorax</i> a los 21 días ensayo.....105
ANEXO N° 27	Datos de estadística descriptiva a los 21 días del ensayo. Variable dependiente: mortalidad.....107
ANEXO N° 28	Cálculos de medias estimadas marginales a los 21 días de ensayo. Media global.....108
ANEXO N° 29	Datos de estadística descriptiva de <i>T. minuta</i> ; <i>T. terniflora</i> ; <i>T. zipaquierensis</i> a los 21 días de ensayo. Cálculos de medias estimadas marginales. Tratamientos.....108
ANEXO N° 30	Cálculos de medias estimadas marginales a los 21 días de ensayo. Tratamientos*concentraciones.....109
ANEXO N° 31	Cuadro de comparación múltiple entre <i>Tagetes minuta</i> , <i>Tagetes terniflora</i> , <i>Tagetes zipaquirensis</i> a los 21 días de ensayo.....109
ANEXO N° 32	Cuadro de comparación múltiple entre concentraciones a los 21 días de ensayo.....110

ANEXO N° 33	Fotografías del ensayo .....	111
-------------	------------------------------	-----

## INTRODUCCIÓN

La evolución de nuestro planeta como su historia geológica ha conferido a nuestro país Ecuador un alto nivel de biodiversidad en todo el planeta. Existen alrededor de 7000 especies que son poco conocidas por los propios ecuatorianos, subestimando su valor real.

En la Sierra ecuatoriana, la papa es uno de los cultivos más importantes y debido a su cultivo intensivo y continuado como es el caso de los monocultivos, se han incrementado plagas como el gusano blanco de la papa *Premnotrypes vorax*, provocando pérdidas de hasta el 100% en terrenos altamente infestados.

Las principales causas de pérdidas de cosecha de papa en el cantón Riobamba son debido a las condiciones climáticas, con un 31% en lo que se refiere a heladas; un 30% por sequía; un 15% a plagas y enfermedades provocadas por *Phytophthora infestans* y un 8% por el gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) entre las principales que no solo afectan la calidad física del tubérculo si no también afectan en el precio de venta.

Con el fin de disminuir los daños causados por *Premnotrypes vorax*, se han propuesto varios métodos para su manejo como la utilización de barreras vegetales, prácticas culturales y la aplicación de bioplaguicidas. No obstante, la medida más utilizada por los agricultores es el uso de insecticidas químicos como carbamatos, piretroides y organofosforados. En la mayoría de los casos, los insecticidas son aplicados sin justificación técnica y sólo con el criterio de proteger la cosecha contra el eventual ataque de la plaga. Esta situación ha originado problemas de contaminación ambiental, crecimiento de plagas secundarias y efectos nocivos para la salud de los agricultores.

Los insecticidas convencionales no discriminan, mata a todos los insectos y muchos son tóxicos para los humanos y otros animales debiendo llamarlos “biosidas” porque mata a los seres vivos. Los aceites esenciales son reconocidos como una importante fuente de pesticidas naturales y se postulan hoy como posibles alternativas de reemplazo a los insecticidas de síntesis quienes ocasionan severos daños ecológicos y a la salud del hombre.

La composición química de *Tagetes* indica la presencia de aceites esenciales los cuales son usados como insecticidas en sectores de Guano y San Andrés donde aplican el cultivo del Tzinsu en forma de un cerco que rodea a los cultivos para ahuyentar a los insectos. Lo mismo sucede con el Clavelon (*Tagetes patula*) sus secreciones radiculares son una barrera eficaz contra los nemátodos, en cultivos de tomates, patatas, perejil.

Los extractos de este género se caracterizan por su actividad insecticida y nematocida, además de sus aplicaciones farmacéuticas, siendo *T. minuta*, *T. erecta*, *T. patula* y *T. terniflora* las especies más conocidas. *Tagetes minuta* es la especie que en la actualidad está siendo estudiada, puesto que sus extractos contienen principalmente (Z) – tagetona, (Z) –  $\beta$  – ocimeno, dihidrotagetona, (Z) – ocimeno y (E) – ocimeno.

Esta tesis se desarrolló en el Departamento de Ciencias Biológicas de la Facultad de Recursos Naturales y en el Laboratorio de Fitoquímica de la Facultad de Ciencias y tiene por objeto determinar la actividad insecticida de los aceites esenciales de Tzinsu (*Tagetes minuta*), Quichia (*Tagetes terniflora*) y Zorrillo (*Tagetes zipaquirensis*) sobre *Premnotrypes vorax*; extraer el aceite esencial mediante destilación por arrastre de vapor, determinar la actividad insecticida del aceite esencial mediante el suministro de concentraciones de 0.2%; 0.4%; 0.6%; 0.8%; y 1% en la dieta de la *P. vorax* y evaluar la mortalidad a los 4, 7, 14, 21 días de ensayo.

Los aceites esenciales se aplicaron en diferentes concentraciones a la alimentación de *Premnotrypes vorax* para lo cual fueron usados tubérculos sanos de papa obtenidos de las bodegas de papa de la ciudad de Riobamba; con esto se lograra observar comportamiento de la larva teniendo como resultado la muerte de los insectos.

## **CAPÍTULO I**

### **1 MARCO TEÓRICO**

#### **1.1 LA PAPA (*Solanum tuberosum*)**

##### **GENERALIDADES DEL CULTIVO DE LA PAPA**

La papa ha sido por milenios un cultivo de alta prioridad en el Ecuador. Hoy en día, los agricultores del país siembran anualmente cerca de 66.000 hectáreas de este cultivo. Las condiciones modernas de producción han contribuido a que el cultivo enfrente muchos problemas que ponen en peligro el bienestar económico de los productores y la seguridad alimentaria del país. Por ejemplo, debido en parte al intenso uso de pesticidas, han surgido plagas secundarias como la mosca blanca y la mosca minadora, constituyéndose en problemas y amenazas graves. Además, las migraciones de organismos como la polilla guatemalteca, han contribuido a crear nuevos problemas fitosanitarios.

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el Centro Internacional de la Papa (CIP) entre otros actores, conjuntamente con numerosos agricultores y colaboradores se dedican a buscar alternativas para responder a la cambiante situación agrícola del país. En el año 1984 el INIAP publicó un recurso exclusivo sobre el cultivo de la papa en Ecuador. Entonces la orientación del Instituto se centraba en el uso de agroquímicos. (24)

Las condiciones modernas de producción han contribuido a que el cultivo enfrente muchos problemas que ponen en peligro el bienestar económico de los productores y la seguridad alimentaria del país. Por ejemplo, debido al intenso uso de pesticidas, han surgido plagas secundarias en el cual destaca el gusano blanco (*Premnotrypes vorax*), y que Gallegos en 1996 la definió como la principal plaga de la papa en el Ecuador. Este insecto ocasiona pérdidas muy severas al reducir la calidad y el valor comercial de las cosechas, pudiendo alcanzar un porcentaje del 48% o más de tubérculos dañados cuando no se aplican las medidas adecuadas de control. (5)

El área dedicada para la producción de papa (*Solanum tuberosum*) en la Provincia de Chimborazo es de 587.80Ha; que equivale al 22% de toda la superficie sembrada del Cantón. Dentro de las principales parroquias del Cantón Riobamba productoras de papa para la comercialización tenemos como principal a la parroquia de Quimiag, con una superficie de 273 hectáreas, lo que representa el 46 % de la superficie sembrada de papa. La principal variedad de papa sembrada en Riobamba es Fripapa con un 33%, seguida por la variedad Gabriela con unos 31% del total cultivadas en éste Cantón. Las principales causas de pérdidas de cosecha de papa en el cantón Riobamba son debido a las condiciones climáticas, con un 31% en lo que se refiere a heladas y con un 30% sequía; en lo concerniente a plagas y enfermedades: *Phytophthora infestans* 15%, y gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) 8% entre las principales. (MAGAP RIOBAMBA 2010)

### **1.1.1 ORIGEN E IMPORTANCIA**

La papa o patata (nombre científico: *Solanum tuberosum*) es una planta perteneciente a la familia de las solanáceas, originaria de América del Sur y cultivada en todo el mundo por sus tubérculos comestibles. (8)

La papa pertenece a las siguientes categorías taxonómicas:

Familia:	<i>Solanaceae</i>
Género:	<i>Solanum</i>
Subgénero:	<i>Potatoe</i>
Sección:	<i>Petota</i>
Serie:	<i>Tuberosa</i>

La papa es una dicotiledónea herbácea con hábitos de crecimiento rastrero o erecto, generalmente de tallos gruesos y leñosos, con entrenudos cortos. Los tallos son huecos o medulosos, excepto en los nudos que son sólidos, de forma angular y por lo general verdes o rojo púrpura. El follaje normalmente alcanza una altura entre 0.60 a 1.50 m. Las hojas son compuestas y pinnadas. Las hojas primarias de plántulas pueden ser simples, pero una planta madura contiene hojas compuestas en par y alternadas. Las hojas se ordenan en forma alterna a lo largo del tallo, dando un aspecto frondoso al follaje, especialmente en las variedades mejoradas.

En 1994 el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) realizó una colección de papas cultivadas en el Ecuador, y encontró más de 400 diferentes tipos entre especies *andígena* y *phureja*. Sin embargo, en el país sólo cosecha 30 cultivares, de los cuales las variedades Gabriela y Superchola representan más de la mitad del área sembrada.

A mediados del siglo XVI los españoles introdujeron la papa a Europa. Durante los siguientes dos siglos la papa fue sólo una curiosidad, siendo cultivada en áreas pequeñas y mantenida principalmente por propósitos botánicos. En el siglo XVII se introdujo el cultivo en América del Norte, probablemente a través de Europa. A través del tiempo la papa evolucionó hasta ser un alimento básico de alto valor nutritivo. (24)

### **1.1.2 CONSUMO**

Los agricultores han reconocido el valor de las raíces y tubérculos en términos de producción de energía cosechada por hectárea por día, de los cuales la papa es el más eficiente entre los cultivos comestibles comunes. (24) La calidad y cantidad de las sustancias nutritivas del tubérculo varían por variedad de papa y condiciones de campo. El contenido de agua en un tubérculo fresco varía entre 63% a 87%; de hidratos de carbono de 13% a 30% (incluyendo el contenido de fibra 0.17% a 3.48%), de proteínas 0.7% a 4.6%; de grasas entre 0.02% a 0.96%; y de cenizas. 0.44% a 1.9%. Los otros constituyentes básicos son: azúcares, ácido ascórbico y vitaminas. (32) La papa es la principal fuente de alimento para los habitantes de las zonas altas del país, con un consumo anual per cápita que fluctúa según las ciudades: 122Kg en Quito, 80Kg en Cuenca y 50Kg en Guayaquil. Los restaurantes de Quito y Guayaquil consumen alrededor de 16.294 t/año principalmente de papa frita, a la francesa. El 90% de papa a nivel nacional se consume en estado fresco.

Los usos industriales son variados: como papas fritas en forma de “chips”, a la francesa, congelada, prefrito y enlatada. También se obtiene almidón, alcohol y celulosa. A partir de 1994 el consumo de comidas rápidas en el país ha aumentado a un ritmo anual del 6%. Hoy en día las industrias procesadoras utilizan 50.000 t/año lo cual representa el 10% de la producción nacional. (24)

## **1.2 MÉTODOS DE CONTROL**

El método de control más empleado por los agricultores para el “Gusano Blanco” (*Premnotrypes vorax*) es la utilización de insecticidas químicos (Carbofurán, Fipronil, Profenofos, Metamidofos, etc.)

Unos 8.000 cultivadores comerciales de papas producen aproximadamente el 40% de la cosecha de papas de Ecuador y se encuentran entre los más grandes consumidores de pesticidas del país. Valiéndose de mochilas debido al terreno sembrado de colinas, aplican los pesticidas como promedio siete veces durante el ciclo de crecimiento de los cultivos usando hasta 43 ingredientes activos, algunos de los cuales están restringidos en Canadá y los Estados Unidos. (33)

### **1.2.1 PRODUCTOS A USAR**

Los productos químicos más usados son: Aldicarb, Benfuracarb, Betacyfluthrina, Carbaryl, Carbofuran, Carbosulfan, Cipermetrina+Methamidophos, Diflubenzuron, Fentoato. (3)

### **1.3 DAÑO Y HUÉSPEDES**

Aunque el adulto del gusano blanco de la papa se puede alimentar del follaje de otras plantas diferentes a la papa como la *ibia Oxalis tuberosa*, o el ulluco *Ullucus tuberosus*, la larva lo hace exclusivamente de los tubérculos de las diferentes especies o subespecies de papa, *Solanum tuberosum* y *Solanum phureja*, los cuales pueden llegar a destruir completamente. (9)

### **1.4 CULTIVO DE LA PAPA**

La papa se caracteriza por una extraordinaria capacidad de adaptación a condiciones muy diversas de suelo y clima. Únicamente su sensibilidad a las heladas y el desarrollo deficiente de tubérculos a temperaturas demasiado elevadas limitan, en cierto modo, su cultivo. (25)

## 1.5 GUSANO BLANCO DE LA PAPA (*Premnotypes vorax*)

*Premnotypes vorax* se encuentra distribuida en la región andina desde Chile hasta Venezuela, por lo que en algunos países se le conoce como “gorgojo de los Andes”. En el Ecuador se le conoce como el gusano blanco o arrocillo. (24)

El gusano blanco de la papa, *Premnotypes vorax*; también conocido como gorgojo de los Andes, es la plaga de mayor importancia, económica en el cultivo de la papa, por cuanto deteriora y daña la calidad del tubérculo. (10)

El género *Premnotypes* ha reportado las siguientes especies según EPPO (1984)

- *P. latithorax* (Pierce)
- *P. pusillus* (Kuschel)
- *P. solani* (Pierce)
- *P. suturicallus* (Kuschell)
- *P. vorax* (Hustache) (4)

### 1.5.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE *Premnotypes vorax*

CUADRO N° 1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE *Premnotypes vorax*

Orden	Coleóptero
Sub-orden	Poliphaga
Familia	Curculionidae
Sub-familia	Otiorrhynchinae
Género	<i>Premnotypes</i>
Especie	<i>Premnotypes vorax</i>

R.E. WARNER (19)

## **1.5.2 CICLO DE VIDA DEL GUSANO BLANCO**

El ciclo biológico del gusano blanco representa una metamorfosis completa. El insecto inmaduro es morfológicamente distinto al insecto en estado adulto, y las diferentes etapas viven en hábitats distintos. Las fases del ciclo biológico son: adulto, huevo, larva, pupa (Fig. 1) (24)

### **1.5.2.1 Huevo**

Una vez que el adulto ha realizado la cópula, deposita los huevos dentro de los tallos secos de cebada, trigo, kikuyo y otras gramíneas, y también en residuos de cosechas de papa, haba, o directamente en el suelo. El huevo del gusano blanco es cilíndrico, ligeramente ovalado, está recubierto por una sustancia mucilaginosa y es blando en el momento de la oviposición. El ciclo de este estado dura entre 20 y 30 días, según la altura sobre el nivel del mar en donde se cultive la papa: a mayores alturas, la duración del estado de huevo es mayor.

### **1.5.2.2 Larva**

Una vez que la papa ha germinado, el adulto del gusano blanco irrumpe en el cultivo para alimentarse y colocar los huevos cerca de las plantas, en donde nacen las larvas. Estas son de color blanco, tiene forma de C, la cabeza diferenciada del resto del cuerpo y presentan entre 5 y 6 instares. Las larvas recién emergidas llegan en formación a las papas y raicillas y penetran en los tubérculos para enterrarse en el suelo a una profundidad de 15 a 25 cm hasta transformarse en pupas.

### 1.5.2.3 Pupa

La pupa es de color blanco y se desarrolla en una celda formada de tierra; en este estado se gasta de 20 a 32 días y es el más susceptible del insecto debido a que durante él muchos microorganismos lo pueden parasitar, como el hongo *Beauveria bassiana*; además, porque al removerse el suelo queda expuesto a la acción de la luz y de las aves. En esta fase el insecto sufre un proceso de melanización a través del cual cambia de un color amarillento a pardo oscuro, para luego subir a la superficie del suelo y continuar su ciclo de vida.

### 1.5.2.4 Adulto

El adulto es un gorgojo cuyo color varía de café a pardo oscuro, adquiriendo, por lo general, el del suelo en donde se encuentre. Mide de 5 a 7 mm de largo y de 2 a 4 mm de ancho. Carece de alas funcionales. El insecto no posee alas membranosas, razón por la cual no puede volar, pero sí tiene unas fuertes patas que le permiten desplazarse varios kilómetros hasta encontrar el cultivo de papa para alimentarse y reproducirse. El adulto rechaza la luz, y por ello se esconde debajo de los terrones cerca de las plantas de papa.

En la noche se desplaza y trepa por los tallos de la planta de papa hasta las hojas, en donde se alimenta haciendo roeduras o cortes en forma de semiluna y copula. La duración del estado adulto depende de la disponibilidad de alimento y de las condiciones medioambientales. (10)

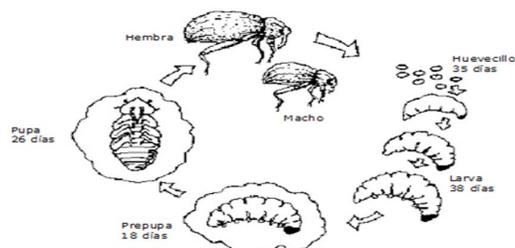


FIGURA N° 1 CICLO DE VIDA DE *Premnotrypes vorax* (24)

## **1.6 COMPORTAMIENTO Y DAÑO**

El adulto de gusano blanco prolifera en dos épocas: del cultivo de papa a partir de la preparación del suelo hasta los 45 días después de la emergencia y en el periodo entre los 30 a 90 días después de la cosecha. En suelos sin remoción, la presencia de adultos no es evidente, ya que emergen a la superficie en diferentes épocas. En caso de remoción del suelo el adulto sale sincronizadamente. (11)

Durante la noche, el adulto recorre el campo en busca de sitios de colonización y alimento. Durante el día se esconde bajo terrones y en la base de las plantas. No puede volar, pero camina hábilmente. La hembra deposita sus huevos en tallos huecos de rastros, gramíneas o malezas, de aproximadamente dos mm de espesor. Al eclosionar las larvas se introducen en la tierra en busca de alimento y en las raicillas y tubérculos de papa, en los que se escarban produciendo galerías. Luego de que la larva cumple su ciclo, sale del tubérculo y empupa en el suelo. Luego de completar un desarrollo bajo tierra, el adulto emerge a la superficie del suelo. En suelos secos pueden permanecer sin alimento hasta por tres meses.

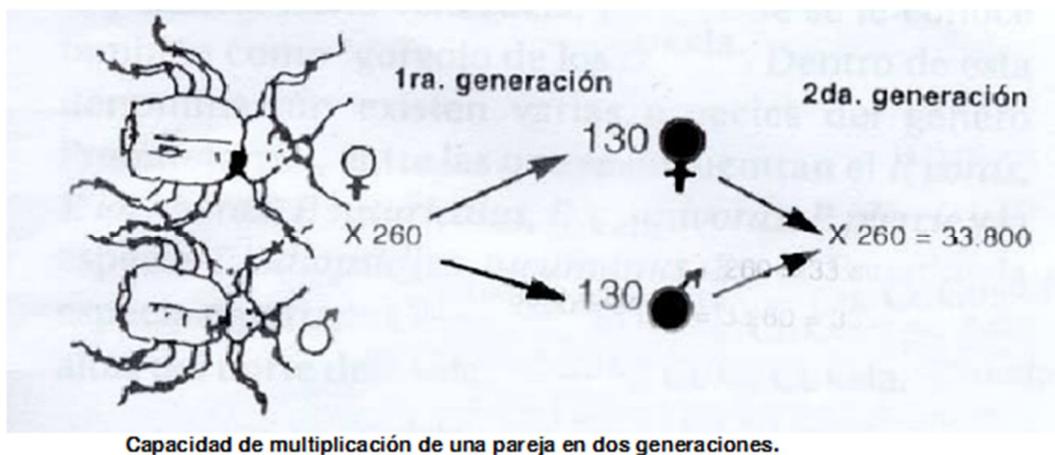
El adulto se alimenta de las hojas bajas de la papa, dejando en el follaje un corte en forma de media luna. También se alimenta de otras plantas como la coloradilla, la tzera, la pacta y el nabo. (24)

### **¿Cuál es la capacidad de reproducción del gusano blanco?**

La hembra comienza a depositar sus huevecillos a partir de la primera semana de vida como adulto libre y pone más huevecillos entre los 90 y 165 días de edad. Si logra sobrevivir 280 días, libera un promedio total de 260 huevecillos. Deposita cada 3 a 5 días, entre 3 y 21 huevos cada vez.

Dentro de una población de gusano blanco, la proporción de sexos es aproximadamente 1 a 1, aunque en una localidad de Chimborazo encontramos 1 macho por cada 1.4 hembras.

La alta capacidad de reproducción de esta especie, sin considerar superposición de poblaciones, se puede ejemplificar en forma numérica de la siguiente manera: si se parte de una pareja, en la primera generación se obtendrá una cantidad de 260 individuos; 130 hembras y 130 machos. En la segunda generación, las hembras darán origen a 33.800 individuos. Esto evidencia la gran capacidad de reproducción y el consiguiente poder de destrucción del cultivo de papa por el gusano blanco (8) Fig: 2



**FIGURA N° 2 CAPACIDAD DE MULTIPLICACION DE UNA PAREJA DE *P. vorax*. INIAP Departamento Nacional de Protección Vegetal, Estación Experimental Santa Catalina (8)**

### ¿Cómo llega el gusano blanco al cultivo?

La principal fuente de donde proviene la plaga es él mismo campo o sus áreas vecinas. La plaga puede llegar al cultivo por diferentes vías:

- a) **Durante el cultivo viven en la misma sementera:** Los adultos que se encuentran en la cementera de papa se reproducen en forma continua. Esto da lugar a poblaciones sucesivas de larvas o gusanos, independientemente de la formación o no de los tubérculos, debido a que pueden alimentarse de las raíces de la planta de papa.

- b) Vive en malezas hospederas:** Algunas malezas permiten el desarrollo de la larva o gusano. Las malezas hospederas más importantes son el llantén negro *Plantago lanceolata*, la gula, coloradilla, la lengua de vaca o pacta *Rumex crispus*, *Rumex obtusifolius*, el rábano *Raphanus raphanistrum* y el nabo *Brassica napus*, y *Brassica campestris* entre otras. (8) La sobrevivencia de la larva en malezas indica que el insecto no requiere penetrar en un tubérculo para desarrollarse y cumplir su ciclo biológico. (13)
- c) Sobrevive en la parcela donde hubo cultivo de papa:** El insecto sobrevive en un sitio en el que anteriormente hubo un cultivo de papa. Se alimenta de los tubérculos de las plantas que crecen en el campo, provenientes de la cosecha anterior y que persisten a pesar del cultivo de rotación. Estas son las plantas remanentes, conocidas también como plantas caídas, huachas, urmas, gualas, renacidas o ñahuis.
- d) Llega desde los bordes del terreno:** En las épocas en las que no hay ninguna clase de plantas en el terreno y hay ausencia de lluvias, los adultos buscan protección en la base de las malezas de los bordes del terreno y con las primeras lluvias se dirigen al interior del terreno en busca de nuevos sitios para refugiarse.
- e) Viene de campos vecinos:** Los campos contiguos con suelo recién preparado o un mes después de una cosecha infestada, o de cultivos por cosecharse, son sitios propicios en donde se presenta una alta población de adultos. Estos fácilmente migran hacia un nuevo terreno donde se siembra papa.
- f) Lugares de almacenamiento de papas:** Los lugares donde se almacenan los tubérculos para semilla, especialmente en la base de los silos o debajo de la semilla sometida a verdeamiento, son fuente de infestación.(8)

### **1.6.1 IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PLAGA**

- ✓ El gusano blanco deteriora la calidad de la papa, afectando su competitividad.
- ✓ Los costos que implica su control tradicional, participan con el 8% de los costos directo del cultivo.
- ✓ Para reducir los niveles del daño, los productores utilizan altas dosis de insecticidas que contribuyen a la contaminación de medio ambiente, del suelo, de las aguas y el ecosistema en general. (9)

### **1.6.2 COMO ATACA EL GUSANO BLANCO A LA PAPA**

Las pérdidas económicas que se derivan del daño a los tubérculos, ocurren únicamente durante la fase de larva en su primer instar, las larvas migran hacia las raicillas de la planta y luego se dirigen a los tubérculos en formación. Allí se alimentan de la pulpa, para lo cual excavan galerías sinuosas, primero superficiales y luego más profundas. Las lesiones se caracterizan por una apariencia abultada del tejido, como el corcho y la posterior pudrición de las partes afectadas (13)

Entonces una vez que la papa ha germinado, el adulto del gusano blanco llega al cultivo para alimentarse y colocar los huevos cerca de la planta de la papa, de donde nacen las larvas. Estas son de color blanco, con la cabeza diferenciada del resto del cuerpo, tiene la forma de C y presenta entre 5 y 6 estados. Las larvas recién emergidas llegan a las papas y a las raicillas en formación y penetran en los tubérculos para alimentarse, dañando su calidad; allí cumple un ciclo de 41 a 54 días y luego sale del tubérculo para enterrarse en el suelo, hasta una profundidad de 15 a 25 metros para transformarse en pupa. (9)

### **1.6.3 MANEJO INTEGRADO DE LA PLAGA**

Es un sistema orientado o dirigido a mantener las especies plaga de un cultivo en niveles que no causen daño económico, empleando preferentemente los factores naturales

adversos al desarrollo de esos insectos plagas; y recurre al uso de pesticidas como medida de emergencia. (19)

#### 1.6.4 CONTROL CULTURAL

Debido al gran efecto de los Insecticidas, la mayoría de los productores han tomado los químicos como el único medio de control, descuidando el uso de otras prácticas que hacen parte del manejo integrado de plagas (MIP) y que consiste en la utilización de varias prácticas culturales, biológicas, etiológicas y químicas que contribuyen a disminuir la incidencia del gusano blanco.

En el control cultural del gusano blanco se pueden señalar varias estrategias, a saber:

- 1. Los cultivos trampa:** consisten en sembrar 20 días antes 2 ó 3 surcos de papa alrededor del cultivo principal, con el fin de atraer y concentrar los adultos de gusano blanco provenientes de otros cultivos o del lote a sembrar. Para evaluar las poblaciones de gusano blanco se colocan recipientes a ras del suelo (trampas de caída) provistos de una tapa de triples o de cartón, con el fin de proteger la boca del recipiente permitir que sirvan de refugio a los adultos.  
Cada ocho días se realizan conteos de las poblaciones de los adultos del gusano blanco: cuando éstas son mayores de 15 adultos por recipiente, conviene efectuar una aplicación del producto químico al cultivo principal y dos aplicaciones al cultivo trampa. Si las poblaciones son bajas, son recomendables dos aplicaciones del producto químico a la barrera o al cultivo trampa: en la época de la germinación de la papa y antes del aporque.
- 2. Uso de semilla sana y libre de la plaga:** el uso de una semilla sana garantiza que no se introduzcan en el lote larvas de gusano blanco.

- 3. Preparación del suelo:** la preparación de éste lo acondiciona desde el punto de vista físico, químico y biológico en beneficio del desarrollo del cultivo de papa. Con la preparación del suelo se exponen las larvas y pupas a condiciones ambientales, depredadores y parasitoides.
- 4. Captura nocturna de adultos:** es una práctica que consiste en recolectar adultos de gusano blanco en la noche, en razón de que ellos suben por los tallos de la planta y se localizan en los foliólos donde se alimentan de los bordes de la hoja y realizan la cópula; en la recolección se emplea una linterna con la cual visualizarlos para proceder a recolectarlos en un recipiente.
- 5. Eliminación de malezas:** las malezas como "corazón herido" y "lengua de vaca", además de competir con el cultivo por agua, luz y nutrientes, son hospederos de los adultos del gusano blanco; por tal motivo, se deben eliminar para impedir que sirvan como refugio de los adultos.
- 6. El aporque alto:** permite crear una barrera física alrededor de la papa que le imposibilita a las larvas llegar hasta el tubérculo.
- 7. Recolección de residuos de cosecha:** es importante recolectar aquellos tubérculos picados y partidos que han quedado en el campo, con el fin de evitar que germinen y sean hospederos de los adultos del gusano blanco; con esta práctica se frustra el crecimiento de las toyas.
- 8. Rotación de cultivos:** la rotación de cultivos contribuye a disminuir las poblaciones del gusano blanco. Hay que rotar la papa siguiendo un sistema que posibilite sembrar en el lote hasta tres cultivos diferentes; con esta práctica se interrumpe el ciclo biológico del insecto.

9. **Uso de trampas envenenadas:** el empleo de trampas envenenadas reduce las poblaciones del gusano blanco; estas trampas se elaboran con cartón o empaques de fique viejo doblados y ubicados en el terreno, colocándose debajo de ellas plantas de papa a las que se les aplica un insecticida, y se sitúan cada 10 m en el terreno en donde se sembrará el cultivo. En caso de no usar insecticida, se aconseja recolectar los adultos en forma manual al menos cada tres días, en especial por las mañanas.
  
10. **Cosecha oportuna:** una vez que el cultivo ha alcanzado su madurez fisiológica, es necesario cortar el follaje para que el tubérculo madure, evitándose así la entrada del gusano blanco. (8)

#### 1.6.5 MEDIDAS DE CONTROL BIOLÓGICO

Este control consiste en el uso de enemigos naturales que, reducen la población de insectos considerados plaga para el cultivo. El control biológico tiene ventajas sobre otros tipos de control, puesto que es relativamente seguro, permanente y económico, y permite mantener las poblaciones de una plaga en niveles inferiores de los que se mantendrían si aquellos no estuvieran presentes, dado que muchos enemigos naturales son específicos para los hospederos.

El uso de hongos entomopatógenos para el control del gusano blanco es una de las estrategias a las que puede acudir en los planes de manejo integrado de plagas para rebajar la población del insecto. Entre estos hongos resultan muy efectivos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. El control biológico del gusano blanco con hongos entomopatógenos tiene las siguientes ventajas: es inocuo, debido a su carácter no tóxico para otras formas de vida ya su buena capacidad de infección.

Además de lo anterior, los hongos pueden permanecer en el medio durante tiempo prolongado, controlando la población de los insectos plaga sin que éstos desarrollen "resistencia" a los microorganismos en corto tiempo, ventajas a las cuales se suma el bajo costo, el cual facilita su producción masiva de tal manera que se pueden multiplicar y conservar en condiciones económicas rentables. (8)

***Bacillus thuringiensis***: este bacilo es causa de una enfermedad en las larvas de Lepidópteros, provocada por unas toxinas cristalinas que produce el bacilo; con estas toxinas se preparan disoluciones y se aplican en pulverización como cualquier otro insecticida.

Hasta ahora es este el único microorganismo que se utiliza y aunque su acción es bastante polivalente entre las orugas, en España solo se autoriza su empleo sobre algodón y se considera como un insecticida de categoría A, con un plazo de seguridad de quince días. (7)

## **1.7 INSECTICIDA**

Un insecticida es un compuesto químico utilizado para matar insectos, mediante la inhibición de enzimas vitales. El origen etimológico de la palabra insecticida deriva del latín y significa literalmente matar insectos. Es un tipo de biosida.

Los insecticidas tienen importancia para el control de plagas de insectos en la apicultura o para eliminar todos aquellos que afectan la salud humana y animal.

### 1.7.1 CARACTERÍSTICAS IDEALES DE UN INSECTICIDA

1. **Gran especificidad.** El producto solo afecta al organismo, dañando dejando indemnes al resto de seres vivos y al medio ambiente.
2. **Baja toxicidad en humanos.** El producto reviste un riesgo bajo tanto para sufrir intoxicaciones agudas como a exposiciones a bajas dosis.
3. **Baja dosis letal.** El insecticida es efectivo con poca cantidad.
4. **Bajo coste.** El producto tiene que ser barato de bajo costo.
5. **De Característica latente:** El insecticida permanece en el lugar durante un período de tiempo matando a todo lo que se cruza.

### 1.7.2 FORMA DE ACTUACIÓN

Los insecticidas pueden hacer acción sobre uno o diferentes de los estados de desarrollo del artrópodo y se pueden considerar ovicidas, larvicidas y adulticidas respectivamente si eliminan los huevos, la larva o el adulto.

Los insecticidas pueden entrar en contacto con el insecto a través de la alimentación cuando tocan al insecto o vuelan en aire contaminado, lo más habitual, de forma combinada. La forma más moderna y efectiva de actuación, en caso de plantas, es la introducción del insecticida en el interior de la planta y a través de los vasos conductores repartirse por toda la planta y la convierten en venenosa para la plaga. Así tenemos:

- Insecticidas de ingestión
- Insecticidas de contacto
- Insecticidas combinados de ingestión y contacto
- Insecticida sistémico

La acción del insecticida sobre el organismo puede ser la muerte a corto o medio plazo. A veces, provoca que dejen de comer o impiden la metamorfosis del insecto que a más largo plazo implica la muerte.

### **1.7.3 EFECTOS SECUNDARIOS EN EL SER HUMANO**

Se ha demostrado que el contacto extendido del ser humano con insecticidas puede producir indigestión, dolores de cabeza, vómitos, manchas en la piel y dolor en los ojos. También puede ocasionar reacciones alérgicas. (9)

## **1.8 DESVENTAJAS DE LOS INSECTICIDAS QUÍMICOS**

- Aunque al principio los insecticidas químicos actúan muy bien, después de cierto tiempo dejan de ser efectivos debido a que los insectos desarrollan resistencia contra ellos.
- Otro problema es que los insecticidas químicos son una fuente de contaminación para las tierras de cultivo y las aguas subterráneas, y de toxicidad para agricultores e insectos a los que no estaban dirigidos.
- Su uso cada vez más frecuente en la agricultura hace que los costos de la producción aumenten y las exportaciones de los productos agropecuarios corran un mayor riesgo de disminuir debido a que no se cumple con la norma sanitaria.

## **1.9 INSECTICIDA BIOLÓGICO**

También denominados bioinsecticidas, son productos de origen natural o incluso organismos vivos que sirven también para el control de insectos. Se diferencian de los

insecticidas sintéticos en su origen natural, son menos agresivos contra el medio ambiente, no suelen ser tóxicos para organismos superiores y plantas. (9)

Las plantas han evolucionado por más de 400 millones de años y para contrarrestar el ataque de los insectos han desarrollado mecanismos de protección, como la repelencia y la acción insecticida. El uso masivo de estos insecticidas ha tenido un camino muy difícil pues en una primera época las recopilaciones que hacían los investigadores, entre los agricultores e indígenas, tenían mucho de superstición y cuando se les sometió a pruebas con rigor científico no mostraron efecto alguno.

Después de la segunda guerra mundial las pocas plantas que mostraron resultados auspiciosos, y alcanzaron a usarse masivamente, fueron reemplazadas por los insecticidas sintéticos. Con la aparición en la década de los cuarenta de estos insecticidas sintéticos se pensó que los insecticidas vegetales desaparecerían para siempre pero problemas como la contaminación del ambiente, los residuos en los alimentos y la resistencia por parte de los insectos han hecho que hoy en día vuelvan a ser tomados en cuenta. Sin lugar a dudas los fito-insecticidas constituyen una muy interesante alternativa de control de insectos además de que sólo se han evaluado muy pocas plantas de las 250.000 que existen en el planeta por lo que las perspectivas futuras son aun insospechadas. (8)

## **1.10 NATURALEZA DE LOS COMPUESTOS**

Las plantas son laboratorios naturales en donde se biosintetizan una gran cantidad de sustancias químicas y de hecho se les considera como la fuente de compuestos químicos más importante que existe. El metabolismo primario de las plantas sintetiza compuestos esenciales y de presencia universal en todas las especies vegetales. Por el contrario, los productos finales del metabolismo secundario no son ni esenciales ni de presencia universal en las plantas. Entre estos metabolitos son comunes aquellos con funciones defensivas contra insectos, tales como alcaloides, aminoácidos no proteicos, esteroides,

fenoles, flavonoides, glicósidos, glucosinolatos, quinonas, taninos y terpenoides. Hay quienes sostienen que estos compuestos no tienen un papel definido, e incluso se les llega a catalogar como “basura metabólica”. Sin embargo otros autores indican que constituyen señales químicas importantes del ecosistema. Existe gran variación en cuanto a la concentración de compuestos secundarios que los individuos de una población expresan. Además, no hay un patrón de máxima producción, ni órganos especiales de almacenaje de metabolitos secundarios, sin embargo lo común es que las mayores concentraciones de este tipo de compuestos se encuentren en flores y semillas.

### **¿Cómo actúan?**

Por definición, un insecticida es aquella sustancia que ejerce su acción biocida debido a la naturaleza de su estructura química. Por ejemplo, si matamos un insecto para nuestra colección entomológica usando frascos con cianuro de potasio podemos decir que esta sustancia tiene efecto insecticida. Sin embargo no podemos decir lo mismo del agua cuando las gotas de lluvia matan pulgones, ya que su mortalidad no se atribuye a las características de la estructura química del agua.

La mayoría de las especies de plantas que se utilizan en la protección vegetal, exhiben un efecto insectistático más que insecticida. Es decir, inhiben el desarrollo normal de los insectos. Esto lo pueden hacer de varias maneras que a continuación se describen brevemente:

### **Reguladores de crecimiento**

Este efecto se puede manifestar de varias maneras. La primera son aquellas moléculas que inhiben la metamorfosis, es decir evitan que esta se produzca en el momento y

tiempo preciso. Otros compuestos hacen que el insecto tenga una metamorfosis precoz, desarrollándose en una época que no le es favorable. Por último, también se ha visto que determinadas moléculas pueden alterar la función de las hormonas que regulan estos mecanismos de modo que se producen insectos con malformaciones, estériles o muertos. De hecho una de las anécdotas más comunes de la entomología señala que mientras se realizaba un experimento en forma paralela en Estados Unidos y Hungría, en este último país los insectos pasaban por un estado inmaduro extra antes de convertirse en adulto. Se revisaron los métodos sin encontrar diferencia alguna hasta que se analizaron las toallas de papel que se usaban para darles agua y se descubrió que en ambos países se hacían de diferentes árboles siendo las europeas de *Abies balsamea*, una conífera muy común en ese país, la cual tenía una hormona vegetal que les inducía una muda supernumeraria. Un ejemplo más práctico lo constituye la albahaca (*Ocimum basilicum*) de donde se extrajo el compuesto juvocineme II del cual posteriormente se derivaron las copias sintéticas piriproxifen y fenoxicarb.

### **Inhibidores de la alimentación**

La inhibición de la alimentación es quizás el modo de acción más estudiado de los compuestos vegetales como insecticidas. En rigor un inhibidor de la alimentación es aquel compuesto, que luego de una pequeña prueba, el insecto se deja de alimentar y muere por inanición. Muchos de los compuestos que muestran esta actividad pertenecen al grupo de los terpenos y se han aislado principalmente de plantas medicinales originarias de Africa y la India.

### **Repelentes**

El uso de plantas como repelentes es muy antiguo pero no se le ha brindado toda la atención necesaria para su desarrollo. Esta práctica se realiza básicamente con

compuestos que tienen mal olor o efectos irritantes como son entre otros el ají y el ajo. Un claro ejemplo lo podemos observar en las prácticas realizadas por los indígenas de Guatemala y Costa Rica que suelen "pintar" o espolvorear con ají los recipientes en los que almacenan maíz y frejol para que no se "agorroje" y además espantar a los roedores. Por último no resulta raro escuchar recetas caseras que hablan del uso de hinojo (*Foeniculum vulgare*), ruda (*Ruta graveolens*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*) entre otras plantas aromáticas para repeler a las polillas de la ropa.

### **Confusores**

Los compuestos químicos de una determinada planta constituyen una señal inequívoca para el insecto para poder encontrar su fuente de alimento. De hecho se dan casos como el de la mariposa monarca, que se alimenta de una planta altamente venenosa, para otros organismos, la cual identifica por la presencia de esta sustancia tóxica. Una forma de usar esta propiedad en el Manejo Integrado de Plagas ha sido poniendo trampas ya sea con aspersiones de infusiones de plantas que le son más atractivas al insecto o de la misma planta pero en otras zonas de modo que el insecto tenga muchas fuentes de estímulo y no sea capaz de reconocer la planta que nos interesa proteger. Otra opción es colocar trampas de recipientes que contengan extractos en agua de la planta de modo que los insectos "aterrizen" en las trampas y no en el cultivo. (24)

## **DESCRIPCIÓN DE ALGUNOS COMPUESTOS**

### **Rotenona**

La rotenona es un flavonoide que se extrae de las raíces de dos plantas que son *Derris* spp (Fabaceae) y *Lonchocarpus* spp (Fabaceae). De la primera se puede obtener un 13%

de rotenona mientras que de la segunda un 5%. *Derris* spp es nativa de los trópicos orientales, mientras que *Lonchocarpus* spp es del hemisferio occidental. Este compuesto es un insecticida de contacto e ingestión, que actúa también como repelente. Su modo de acción implica una inhibición del transporte de electrones a nivel de mitocondrias bloqueando la fosforilación del ADP a ATP. Por esto se dice que actúa inhibiendo el metabolismo del insecto. Los síntomas que presentan los insectos intoxicados con rotenona son; disminución del consumo de oxígeno, depresión en la respiración y ataxia que provocan convulsiones y conducen finalmente a la parálisis y muerte del insecto por paro respiratorio.

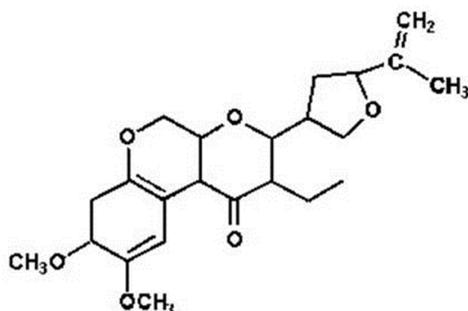


FIGURA N° 3 ESTRUCTURA DE LA ROTENONA

### Sabadilla

Es un compuesto derivado de las semillas de una planta de origen sudamericano conocido como *Schoenocaulon officinale* (Liliaceae). Las semillas de esta planta han demostrado tener cantidades importantes de alcaloides que le confieren las propiedades tóxicas. Su modo de acción es a través de las membranas celulares de las neuronas causando una disminución de las funciones nerviosas, parálisis y muerte. El polvo de estas semillas es uno de los insecticidas vegetales de menor toxicidad para mamíferos pero no así si se aíslan sus alcaloides que pueden llegar a ser altamente tóxicos además de irritantes para la piel.

## Nicotina

La nicotina es un alcaloide derivado de plantas de la familia Solanaceae, especialmente tabaco (*Nicotiana tabacum*). Sus propiedades insecticida fueron reconocidas en la primera mitad del siglo XVI. Este compuesto no se encuentra en la planta en forma libre sino que formando maleatos y citratos. La nicotina es básicamente un insecticida de contacto no persistente. Su modo de acción consiste en mimetizar la acetilcolina al combinarse con su receptor en la membrana postsináptica de la unión neuromuscular. El receptor acetilcolínico, es un sitio de acción de la membrana postsináptica que reacciona con la acetilcolina y altera la permeabilidad de la membrana; la actividad de la nicotina ocasiona la generación de nuevos impulsos que provocan contracciones espasmódicas, convulsiones y finalmente la muerte. Hoy en día se encuentran en el mercado un grupo de insecticidas conocidos como neonicotinoides que son copias sintéticas o derivadas de la estructura de la nicotina como son Imidacloprid, Thiacloprid, Nitempiram, Acetamiprid y Thiamethoxam entre otros.

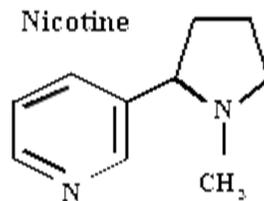


FIGURA N° 4 ESTRUCTURA DE LA NICOTINA

## Rianodina

Este compuesto se obtiene de los tallos y raíces de una planta originaria de América del Sur conocida como *Riania speciosa* (Flacourtiaceae). De esta planta se obtiene una serie de alcaloides, siendo el más importante la rianodina. Este alcaloide actúa por contacto y

vía estomacal afectando directamente a los músculos impidiendo su contracción y ocasionando parálisis.

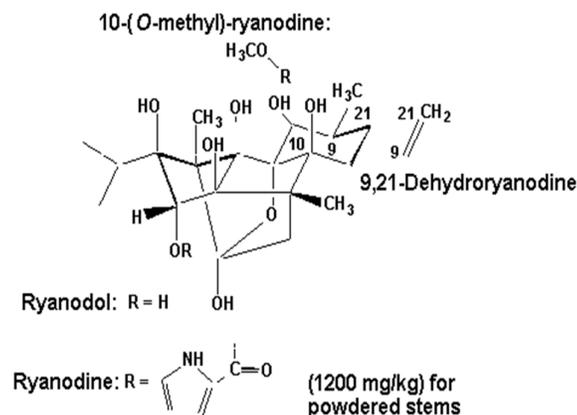


FIGURA N° 5 ESTRUCTURA DE LA RIANODINA

### Azadiractina

Este compuesto es un tetraterpenoide característico de la familia Meliaceae pero especialmente del árbol Neem (*A. indica*), originario de la india. Este se encuentra en la corteza, hojas y frutos de este árbol pero la mayor concentración se ubica en la semilla. Este compuesto no ha podido ser sintetizado en laboratorio además de que cuando ha sido aislado y probado solo, los resultados han sido menores a cuando se aplican extractos. En el extracto se han identificado alrededor de 18 compuestos entre los que destacan salanina, meliantról y azadiractina que es el que se encuentra en mayor concentración. Muestra acción antialimentaria, reguladora del crecimiento, inhibidora de la oviposición y esterilizante. Hoy en día ya se pueden encontrar formulaciones comerciales de Neem con nombres como Neem Gold, Neemazal, Econeem, Neemark, Neemcure y Azatin entre otros, en países como Estados Unidos, India, Alemania y varios países de América Latina.

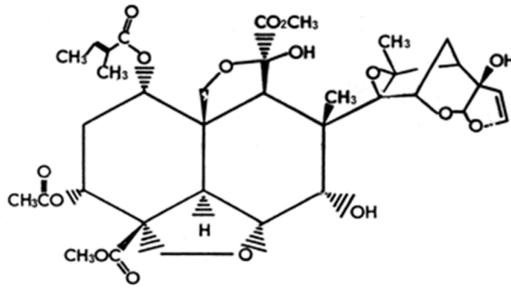


FIGURA N° 6 ESTRUCTURA DE LA AZADIRACTINA

### Piretrinas

Las piretrinas son ésteres con propiedades insecticida obtenidas de las flores del piretro (*T. cinerariaefolium*). Los componentes de esta planta con actividad insecticida reconocida son seis ésteres, formados por la combinación de los ácidos crisantémico y pirétrico y los alcoholes piretrolona, cinerolona y jasmolona. Estos compuestos atacan tanto el sistema nervioso central como el periférico lo que ocasiona descargas repetidas, seguidas de convulsiones. Estudios han demostrado que estos compuestos taponan las entradas de los iones de sodio lo que trae como consecuencia que dichos canales sean afectados por fuerzas intermoleculares alterando la conductividad del ión en tránsito causada por la activación de estos canales. Sin lugar a dudas la característica más importante de estos compuestos es su alto efecto irritante o "Knock down" que hace que el insecto apenas entre en contacto con la superficie tratada deje de alimentarse. Las piretrinas son el mejor ejemplo de la copia y modificación de moléculas en laboratorio pues como se dijo anteriormente dieron origen a la familia de los piretroides. (24)

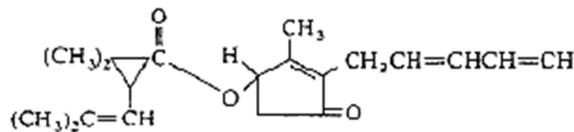


FIGURA N° 7 ESTRUCTURA DE LA PIRETRINA I

### **1.11 ACEITES ESENCIALES**

Son los principales productos aromáticos que existen en diversas partes de las plantas. Debido a que se evaporan por exposición al aire a temperatura ambiente, se denominan: aceites volátiles, aceites etéreos, aceites esenciales o esencias. (27)

En su mayoría son líquidos volátiles que no son aceitosos al tacto. Por lo general, estos químicos forman las esencias odoríferas de un gran número de especies de plantas y árboles. Se extraen de flores, frutos, hojas, raíces, semillas o la corteza. Algunos de estos aceites con acción insecticida son los provenientes del anís, canela, geranios, eucalipto, hisopo, menta, mostaza, romero, tomillo y salvia. (13)

Son productos odoríferos obtenidos de materias primas naturales por destilación con agua o vapor como en casos de frutos cítricos, mediante un proceso mecánico. (27)

Los aceites se han estado usando desde hace siglos para controlar las plagas en cultivos y plantas ornamentales. Los de origen vegetal o mineral son eficaces para controlar ácaros e insectos de cuerpo blando. El modo de acción de los aceites sobre los artrópodos no está definido. Una de las dos teorías más aceptadas establece que los aceites congestionan los orificios (espiráculos) por donde entra el aire al cuerpo de los artrópodos y causan la muerte por sofocación. Otra teoría establece que los aceites actúan como repelentes. La repelencia puede deberse a que irritan el cuerpo de los artrópodos y a la formación de una barrera sobre la superficie del follaje.

Los aceites tienen la desventaja de resultar fitotóxicos (tóxicos a las plantas) en épocas de altas temperaturas o sequía. Tienden a quemar el follaje y las partes tiernas de las plantas. Los problemas de fitotoxicidad y las limitaciones de su uso son similares a los jabones (1)

La mayoría de los insecticidas comerciales formulados a base de aceite son productos refinados del petróleo. Estos aceites se someten a un proceso que les remueve las impurezas perjudiciales para las plantas. También se le añaden unos compuestos emulsionantes que facilitan su dilución en agua. Por lo general, estos aceites comerciales se diluyen con agua a una concentración de 1% a 3%. Desafortunadamente, los aceites vegetales tienden a ser menos eficaces que los derivados del petróleo. (13)

### **1.12 PROCESO DE OBTENCIÓN:**

Los aceites esenciales se obtienen por uno de los métodos siguientes:

- Destilación en corriente de vapor
- Extracción con disolventes volátiles,
- Expresión a mano o a máquina. (aceite de limón)
- Enfleurage, proceso en el cual se utiliza grasa como disolvente.

Hoy los aceites esenciales sintéticos u obtenidos de fuentes naturales por cualquiera de esos cuatro métodos, se purifican normalmente por destilación al vacío.

Propiedades físicas de los aceites esenciales: son líquidos a temperatura ambiente, muy raramente tienen color y su densidad es inferior a la del agua. Casi siempre dotadas de poder rotatorio, tienen un índice de refracción elevado. Solubles en alcoholes y en disolventes orgánicos habituales, son liposolubles y muy poco soluble en agua, son arrastrable por el vapor de agua. (2)

### **EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES POR ARRASTRE DE VAPOR**

Para extraerlos por arrastre de vapor, se debe contar con un equipo destilador de pequeñas dimensiones si se trata de una determinación experimental en laboratorio y de mayor tamaño si es una tarea a nivel industrial.

Los destiladores constan de las siguientes partes: una fuente de calor que genera vapor, un recipiente para alojar la hierba, un colector del aceite esencial separado y un refrigerante para los vapores.

En los laboratorios se utilizan balones de 1 y 5 litros, mientras que los equipos industriales pueden llegar a tener una capacidad de hasta 8000 ó 10000 litros en el recipiente para colocar la hierba. (27)

El vapor de agua atraviesa la hierba colocada en el recipiente, extrae y arrastra el aceite esencial que tiene bajo punto de volatilización y lo lleva hasta el refrigerante, donde al enfriarse se condensa y se separa el agua del aceite por densidad.

Si el aceite es menos denso queda en la superficie y si es más denso que el agua, va al fondo. De esta manera es fácil separarlo. Si bien la composición química de los aceites es muy variada, todos ellos poseen varias propiedades físicas en común, por ejemplo: tienen alto índice de refracción, son ópticamente activos, etc.

### **1.13 INCONVENIENTES DE LOS ACEITES ESENCIALES:**

- Sabor bueno pero incompleto y mal distribuido.
- Se oxidan fácilmente.
- No contienen antioxidante natural.
- Se alteran fácilmente.
- Muy concentrados, por lo tanto difíciles de dosificar.
- No se dispersan fácilmente, sobre todo en los productos secos.

### 1.13.1 VENTAJAS

- Higiénicos, exentos de bacterias, etc.
- Sabor suficientemente fuerte.
- Calidad del sabor conforme con la materia prima.
- No colorea el producto.
- Exento de enzimas y taninos.
- Estable si está bien almacenado. (27)

### 1.14 TAGETES

Pertenece a la familia *ASTERACEAE*, esta familia abarca alrededor de 20.000 especies arbóreas, arbustivas y herbáceas. Es una de las familias más numerosas del reino vegetal, tiene amplia distribución mundial. Especies con importancia económica como malezas, plantas medicinales, ornamentales, oleaginosas y hortícolas. Uno de los géneros representativos es el Género: *Tagetes* (29)

Tagetes es un género de 56 especies de anuales y perennes en su mayoría plantas herbáceas de la familia de los girasoles (*Asteraceae* o *Compositae*). Ellos son nativos del Nuevo Mundo (América del Norte y del Sur), pero se han naturalizado en todo el mundo, y se considera una planta invasora nociva en muchas localidades. (27)

#### 1.14.1 CULTIVOS Y USOS

Dependiendo de la especie, tiene un follaje de caléndula, acre olor almizclado, aunque algunas variedades han sido criadas para ser sin olor. Se dice que pueden evitar a algunos insectos, plagas, así como los nematodos. *Tagetes* por lo tanto son de uso frecuente acompañando en la siembra de tomate, berenjena, chile, tabaco y papa. (27)

*T. minuta*, originaria de América del Sur, se ha utilizado como fuente de aceite esencial para el perfume de la industria conocido como tagete, y como aromatizante en la industria de alimentos y el tabaco. Es comúnmente cultivada en Sudáfrica, donde la especie es útil como una planta pionera en la recuperación de los terrenos alterados. (13)

Las flores de *Tagetes erecta* son ricos en carotenoides, luteína y se utilizan como colorante alimentario (INS-Número E161b) en la Unión Europea para los alimentos como la pasta, aceite vegetal, margarina, mayonesa, aderezos para ensaladas, productos de panadería, confitería, productos lácteos, helados, yogurt, jugo de limón y mostaza. En los Estados Unidos, sin embargo, los polvos y extractos sólo se aprobaron como colorantes en la alimentación de aves de corral. (27)

Extractos de diferentes partes de la planta son bioactivos frente a organismos perjudiciales para el hombre. Presentan propiedades: nematocidas, fungicidas, bactericidas e insecticidas. (29)

**CUADRO N° 2 COMPUESTOS PRINCIPALES (%) DE ACEITES ESENCIALES DE DIFERENTES ESPECIES DE TAGETES**

COMPUESTO/VEGETAL	<i>Tagetes aff. maxima</i>		<i>Tagetes erecta</i>		<i>T. filifolia</i>	<i>T. laxa</i>	<i>Tagetes lucida</i>		<i>Tagetes minuta</i>		<i>Tagetes multiflora</i>		<i>Tagetes patula</i>		<i>Tagetes tenuifolia</i>	
	Hoja	Flor	Hoja	Flor	Flor	Flor	Hoja	Flor	Hoja	Flor	Fruto	Hoja	Flor	Hoja	Flor	
β-Cariofileno							2.1	9.4							18.2	
Dihidrotagetona	26.7				1				61.1							12.6
Dihidrotagetona+(E)-β-cimeno											15.5					20.2
(E)-anetol					67											
(E)-Tagetona									9	58						9.8
(E)-tagetona	22.4					33.2						17.2			41.6	24.7
Limoneno		7.6							8.8					13.4		
Metil Chavicol <sup>®</sup> (alilanisol y estrango)					30.3		93.8									
Metil eugenol								3.6								
Piperitona				11												
Piperitona		52.4	28.5										22.6	14.6		
Terpinoleno			11.2													
(Z)-β-cimeno						15.8				36.8	12.8		15			17
(Z)-tagetona	31.2									17.1	47.3					
(Z)-tagetona						27.1										

FUENTE: Cristian Cofre

### 1.15 *Tagetes minuta*

#### 1.15.1 TAXONOMÍA

**Familia:** *Asteraceae*

**Subfamilia:** *Asteroideae*

**Tribus:** *Tageteae*

**Genus:** *Tagetes*

**Especies:** *Tagetes minuta* (30)

#### 1.15.2 BOTÁNICA

Planta anual, de 0,3 a 1,3 m de altura, con olor característico y penetrante. Tallos erectos o casi, hojosos, más o menos hasta el ápice. Hojas inferiores opuestas, las superiores alternas, de más o menos 10 cm de largo, pinnatisectas, con 4 a 8 pares de segmentos oblongos o lineal lanceolados, finamente aserrados y glandulíferos. Flores en número de 4 a 8 capítulos, dos o tres de ellas liguladas y amarillas, capítulos subsésiles y angostos, agrupados en corimbos terminales densos, involucre cilíndrico de 4 brácteas con ápice deltoide, 1 seriadas, soldadas, verdosas glabras con glándulas alargadas dispuestas en hileras longitudinales.



FIGURA N° 8 *Tagetes minuta*, (6)

### 1.15.3 CARACTERÍSTICAS

*Tagetes minuta* es nativa de los pastizales templados y regiones montañosas del sur de Sudamérica, incluidos los países de Argentina, Chile, Bolivia, Ecuador, Perú, y en la región del Chaco.

### 1.15.4 COMPOSICIÓN DEL ACEITE ESENCIAL

Seis componentes principales fueron identificados mediante el análisis por cromatografía de gases y espectrometría de masas en especies de las localidades de la provincia del Chaco (Argentina).

El aceite de hojas de plantas no florecidas contiene principalmente dehidrotagetona, mientras que el aceite de hojas de plantas florecidas al igual que el aceite de flores es rico en  $\beta$  - ocimeno y tagetenona. La composición del aceite esencial de *Tagetes minuta* L. varía según las diferentes partes de la planta y de su estadio de crecimiento pero no difiere con respecto a la procedencia del material. (6)

El aceite esencial de *Tagetes minuta* tomado de la provincia de Cotopaxi presentó un pH: 3,42; densidad: 0,85; índice de refracción: 1,487; soluble en etanol 1:6,7 (6)

### 1.15.5 USOS

*Tagetes minuta* tiene propiedades hipotensoras, espasmolíticas, antiinflamatorias, antimicrobianas y anti fúngicas (11). El aceite esencial de *Tagetes minuta*, se ha utilizado para dermatitis, las irregularidades menstruales, las varices, hemorroides, la conjuntivitis.

*Tagetes* se utiliza en algunos productos farmacéuticos. El absoluto y el aceite se emplean en cierto modo en perfumes herbáceos y florales. También se utiliza para el tabaco de la condimentación y en la mayoría de las categorías importantes del alimento, incluyendo alcohólico y los refrescos. En China las flores se utilizan para la tos ferina, los fríos, el cólico, las paperas, los ojos doloridos y la mastitis, y en la India las tapas florecientes se destilan para producir “genda de la esencia” un material del perfume. El aceite esencial es obtenido por la destilación de vapor de la hierba floreciente fresca y también de un absoluto (y del concreto) por la extracción solvente de la hierba floreciente. (6)

## **1.16 *Tagetes terniflora***

### **1.16.1 TAXONOMÍA**

**Familia:** *Asteraceae*

**Subfamilia:** *Asteroideae*

**Tribus:** *Tageteae*

**Genus:** *Tagetes*

**Especies:** *Tagetes terniflora* (30)

### **1.16.2 BOTÁNICA**

*Tagetes terniflora*, morfológicamente es muy semejante a *T. minuta*, comparte con este último el uso tradicional, como saborizante alimentario (24).

### 1.16.3 CARACTERÍSTICAS

Con una altura de 60 centímetros. Es una planta de tipo anual, es semirustica, con las ramas delgadas, verde claro. Brota desde junio. *T. minuta* y *T. terniflora* y poseen aromas parecidos. En particular, la fragancia del AE de *T. terniflora* es más agradable y menos picante. (29) El aceite esencial es de color: verde manzana; un olor: fuerte, agradable y dulzón. (27)

*Tagetes terniflora* es descrito por Cabrera como originario de América andina cálida, desde Venezuela hasta el noroeste de la Argentina. (11)

### 1.16.4 COMPOSICIÓN DEL ACEITE ESENCIAL

Los componentes principales del AE destilado son del tipo monoterpenos acíclicos triplemente insaturados: cis-ocimeno, *cis* y *trans*-tagetenona, *cis* y *trans*-ocimenona y dihidrotagetenona. Hay poca variación de algunos como la *trans*-tagetona y la dihidrotagetona. (29)

### 1.16.5 USOS

Usos etnoculinarios, los extractos metanólicos de hojas con actividad antimicrobiana, hay escasa información sobre actividad insecticida. (29) *Tagetes terniflora* podría ser utilizada como protector de los granos en programas de manejo integrado de esta plaga. Tal como se ha evidenciado la efectividad en estudios (24)

## **1.17 *Tagetes zipaquirensis***

### **1.17.1 TAXONOMÍA**

**Familia:** *Asteraceae*

**Subfamilia:** *Asteroideae*

**Tribus:** *Tageteae*

**Genus:** *Tagetes*

**Especies:** *Tagetes zipaquirensis* (30)

### **1.17.2 CARACTERÍSTICAS**

*Tagetes zipaquirensis* es un arbusto medicinal, perenne que se encuentra en las zonas templadas de las cordilleras colombianas. (31)

### **1.17.3 COMPOSICIÓN DEL ACEITE ESENCIAL**

Los principales compuestos identificados fueron dihidrotagetona, cis-tagetona, ácidos grasos y ésteres de etilo, entre otros compuestos (31)

### **1.17.4 USOS**

A partir de otras especies de *Tagetes* se han aislado derivados de  $\alpha$ -tertienil con propiedades insecticidas y en la actualidad estos compuestos se comercializan en Estados Unidos y Canadá.

Las evaluaciones olfatométricas preliminares de los extractos etéreos de las flores, han mostrado unos notables efectos atrayentes sobre las hembras adultas de la broca del café *Hypothenemus hampei*. (31)

Se usa como repelentes de insecticidas y otros insectos. (20)

## **CAPÍTULO II**

### **2 PARTE EXPERIMENTAL**

#### **2.1 LUGAR Y PRUEBAS DE ENSAYO.**

La presente investigación se desarrolló en el Laboratorio de Fitoquímica de la Facultad de Ciencias y en el laboratorio del Departamento de Ciencias Biológicas de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en función a las diversas determinaciones y ensayos que se debieron realizar.

#### **2.2 FACTORES DE ESTUDIO**

Se consideraron como factores de estudio a las larvas de insectos, *Premnotrypes vorax* y el comportamiento que éstos tuvieron frente a la composición de los aceites esenciales del Tzinsu (*Tagetes minuta*) y Quichia (*Tagetes terniflora*) Zorrillo (*Tagetes zipaquirensis*.)

## 2.3 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

### 2.3.1 MATERIAL BIOLÓGICO

- *Premnotrypes vorax*
- *Tagetes minuta*
- *Tagetes terniflora*
- *Tagetes zipaquirensis*
- *Solanum tuberosum*

### 2.3.2 OBTENCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL.

Para la elección de la materia prima fue razonado el lugar de recolección en dependencia de su accesibilidad, disponibilidad, además se tomó en consideración el mayor porcentaje de principio activo que posee en cada una de sus partes, otro factor a considerar fue la temporada de recolección.

**CUADRO N° 3 VEGETAL ELEGIDO PARA LA OBTENCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL, LUGAR DE PROCEDENCIA**

<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>LUGAR DE PROCEDENCIA</b>
<b>TZINSU</b>	<i>Tagetes minuta</i>	Provincia de Cotopaxi Cantón Latacunga
<b>QUICHIA</b>	<i>Tagetes terniflora</i>	Provincia de Chimborazo Parroquia San Luis – Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
<b>ZORRILLO</b>	<i>Tagetes zipaquirensis</i>	Provincia de Chimborazo Parroquia San Luis - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

FUENTE: XIMENA BALDEON

### 2.3.3 OBTENCIÓN DE LOS INSECTOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA.

Para la realización de esta investigación se procedió a la obtención de la plaga que perjudica a los cultivos de papas producidos en la provincia de Chimborazo.

#### CUADRO N° 4 INSECTO PLAGA, LUGAR DE PROCEDENCIA Y CULTIVO AL QUE AFECTA

INSECTO PLAGA	LUGAR DE PROCEDENCIA	CULTIVO AL QUE AFECTA
<i>Premnotrypes vorax</i>	Bodegas de papas del mercado San Francisco	Cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> )

FUENTE: XIMENA BALDEON

### 2.3.4 OBTENCIÓN DE MATERIALES PARA LA ALIMENTACIÓN DE LOS INSECTOS.

Para la alimentación de *Premnotrypes vorax* se utilizaron los tubérculos de papa sanos de la variedad Gabriela, adquiridos en bodegas de la ciudad de Riobamba de mediano tamaño, previamente lavados con agua destilada y secada al ambiente.

### 2.3.5 EQUIPOS

- Balanza analítica (Boeco)
- pH metro (JENWAY 430)
- Refractómetro (WARSZAWA)
- Reverbero Eléctrico
- Computadora Hp (Pavillo dv4)
- Balanza técnica (ELB 300)
- Autoclave
- Refrigeradora
- Cámara Digital
- Bomba de Vacío

### 2.3.6 MATERIALES DE LABORATORIO

- Dean star
- Refrigerante simple
- Soporte universal
- Pipetas volumétricas
- Pinzas universales
- Balón de reflujo de 250 mL
- Balón de Aforo de 50 mL
- Matraz
- Pera de succión
- Varilla de Agitación
- Tijeras
- Ollas
- Tarrinas plásticas
- Gradilla
- Cuba cromatográfica
- Balón de reflujo de 1000 mL
- Mangueras
- Probetas
- Pipetas 1, 5, 10 mL
- Corchos
- Balones de aforados
- Vasos de precipitación
- Bureta de 50 mL
- Esponjas
- Cuchillos
- Cocina a Gas
- Guantes
- Papel Toalla
- Mascarilla

### 2.3.7 REACTIVOS

- Cloro 0.5%
- Alcohol etílico neutro
- Acetato de etilo
- Vainillina
- Alcohol Etílico al 95%
- Tolueno
- Solución reguladora de pH
- Acido sulfúrico

## **2.4 TÉCNICAS**

### **2.4.1 OBTENCIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES DE TZINSU (*Tagetes minuta*), QUICHIA (*Tagetes terniflora*), ZORRILLO (*Tagetes zipaquirensis*)**

La obtención se realizó por un método de arrastre de vapor en el que se procede de la siguiente forma:

Utilizando un aparato perfectamente limpio. Un balón de 500mL pesar 30g de planta previamente troceada e introducir 200mL de agua destilada y algunos fragmentos de porcelana porosa. Colocar el aparato de Dean Star y proceder a conectar un refrigerante con corriente de agua; posteriormente adaptar el balón al equipo. Calentar el líquido del balón hasta que se inicie la ebullición y proceder al arrastre de vapor hasta el momento en el que se evidencie una ausencia de líquido en el balón. Destilar durante al menos 2 horas. Detener la calefacción, dejar transcurrir al menos 10 minutos, leer el volumen del líquido recogido en el tubo graduado. Tomar la muestra que representa la cantidad de aceite esencial en la muestra.

### **2.4.2 DETERMINACIÓN DE LA PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS DE LOS ACEITES ESENCIALES**

#### **2.4.2.1 Color**

Se toma un tubo de ensayo bien limpio y seco y se llena hasta las tres cuartas partes con la muestra de ensayo y se observa el color, la transparencia, la presencia de partículas y la separación de capas. Se informa los resultados.

#### **2.4.2.2 Olor**

Se toma un tira de papel secante aproximadamente 1 cm de ancho por 10 cm de largo y se introduce un extremo en la muestra de ensayo. Se huele y se determina si corresponde con la característica del producto.

#### **2.4.2.3 Apariencia**

Análisis visual del aspecto externo.

#### **2.4.2.4 Sabor**

Apreciar determinadamente la sensación que ciertas sustancias producen en el órgano del gusto.

### **2.4.3 PROPIEDADES FÍSICAS.**

#### **2.4.3.1 Densidad relativa**

Se entiende por densidad relativa a la relación entre masa de un volumen de la sustancia a ensayar a 25°C y la masa de un volumen igual de agua a la misma temperatura. Este término equivale a peso específico.

$$D(25^{\circ}C) \frac{M1 - M}{M2 - M}$$

**Dónde:**

M1: Peso de picnómetro con la muestra (g)

M2: Peso del picnómetro con agua (g)

M: Peso del picnómetro vacío (g)

**Procedimiento**

Primeramente se pesó el picnómetro vacío y seco a 25°C y se llenó con la porción de ensayo, se mantuvo a temperatura de 25°C (+/- 1°C) durante 15 min. Y se ajustó el líquido al nivel empleado, con una tira de papel se extrajo el exceso y secó exteriormente el picnómetro.

Se pesó cuidadosamente el picnómetro con la porción de ensayo y se repitió la operación con el agua destilada a 25°C, y después se limpió el picnómetro.

**2.4.3.2 Determinación de índice de refracción**

El índice de refracción es una constante característica de cada sustancia, la cual representa la relación entre seno del ángulo de incidencia de la luz y el seno del ángulo de refracción cuando la luz pasa oblicuamente a través del medio.

Esta relación viene dada por la ecuación siguiente:

$$\eta = \frac{\text{Sen } i}{\text{Sen } r}$$

Así los refractómetros utilizan como principio de medición, la determinación del ángulo límite el cual presenta en el campo visual un contraste claro y otro oscuro. La línea de separación entre ambos campos establece el ángulo límite de la luz incidente.

### **Procedimiento**

Se colocó sobre el prisma de medición un gota de agua destilada, utilizando para ello una varilla de vidrio que no tenga cantos agudos, se ajustó el equipo seleccionando la zona del espectro visible que aparecen en la línea límite del campo visual, moviendo el compensador cromático y colocando la intersección del retículo sobre la línea límite de los campos claros y oscuros.

Después se realizó el ajuste del refractómetro. Se coloca una gota de la muestra de ensayo sobre el prisma de medición, se cierra el termoprisma y se enfocó hacia la luz por medio del espejo, de modo tal que la misma indicó la temperatura de entrada del prisma de medición y se procedió de igual manera que el agua.

### **Expresión de resultados**

Se realizaron tres lecturas y se calculó el promedio de las mismas; dos o más lecturas no difieren en más de 0.002.

Las determinaciones no se efectuaron a la temperatura de referencia y se empleó la fórmula siguiente:

$$N_d^{25} = N_d^t + 0.00044(t - 25)$$

$N_d^{25}$  = Índice de refracción a 25°C

$N_d^t$  = Valor leído en la escala del refractómetro a la temperatura t

t = valor de la temperatura a que se realiza la medición (°C)

0.00044 = Factor de corrección por grado Celsius

### **2.4.3.3 Determinación de pH**

El pH es un índice numérico que se utiliza para expresar la mayor o menos acidez de una solución en función de los iones hidrógeno. Se calcula teóricamente mediante la ecuación:

$$\text{pH} = -\log a[\text{H}^+]$$

$a[\text{H}^+]$  = Actividad de los iones hidrógeno

En la práctica, la medición del pH se lleva a cabo por medio de la lectura de pH en la escala de un instrumento medidor de pH, ya sea digital o analógico.

Esta lectura está en función de la diferencia de potencial establecida entre un electrodo indicador y un electrodo de referencia usando como solución de ajuste de la escala del medidor de pH, una solución reguladora del mismo.

#### **Procedimiento**

Se ajustó el equipo con la solución reguladora de pH adecuada al rango que se realizó la determinación. Posteriormente se determinó el valor del pH de la muestra. Los resultados dieron apreciando hasta la décima.

### **2.4.3.4 Determinación de solubilidad en alcohol**

Se dice que el aceite esencial es soluble en número de volúmenes (20 como máximo) de alcohol etílico de determinada graduación, si el volumen mínimo de alcohol adicionado para obtener una solución límpida es el número de veces el volumen de aceite esencial.

### **Procedimiento**

Se mide con pipeta 1 mL de aceite esencial previamente enfriado a 20°C, el cual se lleva una probeta de 25 mL, por medio de una bureta se añade el alcohol de la graduación a ensayar gota a gota el aceite, agitando con frecuencia.

Cuando se obtiene una solución límpida, se registra el volumen consumido.

### **2.5 CROMATOGRAFÍA DE ACEITE ESENCIAL DE QUICHIA (*Tagetes terniflora*) Y ZORRILLO (*Tagetes zipaquirensis*)**

La cromatografía de capa fina es un procedimiento que se utiliza para separar moléculas relativamente pequeñas. Al igual que otras cromatografías, consiste de una fase estacionaria y una fase móvil y el principio es el mismo: la sustancia de interés se adherirá a la fase estacionaria o se moverá con la fase móvil, viajando una distancia que es inversamente proporcional a la afinidad por la fase estacionaria.

La **Fase Estacionaria** que se utiliza es de celulosa o de un gel de silicato (vidrio molido bien fino) unido a una superficie sólida (una placa de vidrio, aluminio, plástico o papel). Esta superficie sólida puede ser rígida o flexible. El tipo de fase estacionaria que se utilice en un experimento dependerá del tipo de moléculas que se quieran separar. Incluso vienen algunas placas con indicadores fluorescentes. La **Fase Móvil** consiste de un solvente que puede ser agua, un solvente orgánico o una mezcla de ambos.

#### **Procedimiento:**

1. Tomar las placas de silica gel teniendo cuidado de no tocar la superficie de la placa de silica con sus dedos y colóquela sobre la mesa
2. Utilizando capilares coloque 2 µl de cada una de las muestras individuales (los estándares y la mezcla desconocida) sobre la fase estacionaria a 1.0cm del borde

inferior y a 0.5 del borde lateral. Mantenga una separación de 1.0 cm entre las muestras. Identifique cada uno de los puntos: numere el orden de cada mancha.

3. Coloque las placas en la cámara cromatográfica. El solvente debe tener menos de 1 cm de profundidad para que no entre en contacto directo con las muestras. Tape la cámara para saturar de vapor
4. Deje que el solvente suba por capilaridad hasta 1,0 cm antes del borde superior. Marque la altura.
5. Secar y leer la placa al UV si no se ve manchas fluorescentes se procede a revelar la placa con Vainillina en ácido sulfúrico.
6. Caliente la placa por varios minutos hasta que note manchas de colores.
7. Mida la distancia recorrida por cada mancha desde el lugar donde colocó la muestra hasta el centro de la mancha de color.
8. Como marcó el punto de origen y el punto hasta donde corrió el solvente, mida esta distancia también.
9. Anote el color de cada una de las manchas.

### **RESULTADOS:**

1. Haga un dibujo de su placa, identificando cada uno de los estándares.
2. Calcule en Rf de cada muestra estándar y determine cuál(es) es (son) el (los) desconocido(s) de su muestra.

$$R_f = \frac{\text{Distancia corrida por la muestra}}{\text{Distancia del Solvente}}$$

**FASE MÓVIL:** Tolueno: acetato de etilo 99:1

**FASE ESTACIONARIA:** Placas de sílice gel 60 F 254 (Merck)

**REVELADOR:** revelador de Ácido Sulfúrico-Vainillina (0.5g Vainillina en 8mL de etanol y dos 2mL de ácido sulfúrico)

**MUESTRAS:** extracto alcohólico de los restos de *Premnotrypes vorax* usados en el ensayo correspondientes a cada aceite esencial.

- **Muestra 1:** extracto alcohólico de los restos de *Premnotrypes vorax* expuestos a *Tagetes minuta*
- **Muestra 2:** extracto alcohólico de los restos de *Premnotrypes vorax* expuestos a *Tagetes terniflora*
- **Muestra 3:** extracto alcohólico de los restos de *Premnotrypes vorax* expuestos a *Tagetes zipaquirensis*

## 2.6 METODOLOGÍA

### 2.6.1 FASE DE CAMPO

Se realizó la recolección del material vegetal de los campos de la Latacunga provincia de Cotopaxi y de la Parroquia San Luis de la Provincia de Chimborazo se recolectó las partes teóricamente con una mayor concentración del principio activo como son las flores, hojas y el tallo. El material recolectado se hizo bultos debidamente etiquetados y se trasladado al Laboratorio de Farmacognosia de la Facultad de Ciencias.

Además se realizó la obtención y el cuidado de las larvas de insectos de *Premnotrypes vorax*.

## 2.6.2 FASE DE LABORATORIO

En la fase de laboratorio se realizó el siguiente procedimiento para la determinación de la actividad insecticida de los aceites esenciales de Tzinsu (*Tagetes minuta*), Quichia (*Tagetes terniflora*) y Zorrillo (*Tagetes zipaquirensis*)

- Obtención y mantenimiento de las larvas de *Premnotrypes vorax*.
- Ensayo de la actividad insecticida.

También se debió realizar un tratamiento estadístico de los datos.

- Análisis de varianza.
- Separación de medias utilizando la prueba de Tukey al 5%.

## 2.6.3 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL INSECTICIDA COMERCIAL

**CARBOFURAN 4F** Insecticida Nematicida sistémico

**DOSIS:** 0,5-2,0 L/Ha

- Se toma la dosis adecuada para la dilución del insecticida tal y como viene en la presentación. Tomando en cuenta que  $1\text{ha} = 2 \times 10^9\text{g}$ .
- Realizar los cálculos respectivos de acuerdo a los gramos aproximados de tubérculos a usar en el ensayo.
- Guardar la solución hasta montar el ensayo.

## 2.6.4 MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE INSECTOS

### 2.6.4.1 Obtención de las larvas de *Premnotrypes vorax*

- Colectar en el lugar de muestreo 100 larvas de gusano blanco a partir de papas infestadas.



**FOTOGRAFÍA N° 1** LARVA DE *Premnotrypes vorax*

- Desinfectar las larvas con agua estéril y cloro al 5%.
- Colocarles en recipientes plásticos adecuados con papel toalla humedecido
- Para la alimentación de las larvas *P. vorax* se utilizaran los tubérculos de papa sanos, adquiridos en bodegas de la ciudad de Riobamba de mediano tamaño, previamente lavados con agua destilada y secada al ambiente.
- Cubrir con la tapa acondicionada con una malla para que exista una buena aireación.
- Ubicar los frascos en un lugar que no sobrepase a la temperatura de 18°C

## 2.6.5 DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA

### 2.6.5.1 Bioensayo

- Una vez obtenidos los aceites esenciales preparar las diluciones 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1% respectivamente y sumergir en ellas tubérculos de papa medianos.



**FOTOGRAFÍA N° 2 PREPARACIÓN DEL ALIMENTO**

- Dejar que se concentre el aceite esencial por lo menos durante 3 horas
- Una vez listos colocarlos en frascos adecuados para su mantenimiento previamente la colocación de un papel whatman humedecido con 500 $\mu$ L de aceite y su respectiva etiquetación con las concentraciones. Además realizar un triplicado de cada concentración.



**FOTOGRAFÍA N° 3 INCORPORACIÓN DE LA LARVA EN EL ALIMENTO**

- En cada pedazo de papa colocar tres larvas de *Premnotrypes vorax* y evaluar con respecto a un control (insecticida) y un blanco.



**FOTOGRAFÍA N° 4 REPARTO DE LARVAS EN FRASCOS**

- Dejar incubar aproximadamente 30 días.



**FOTOGRAFÍA N° 5 DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS**

- Se registra la mortalidad comparado con el control y blanco.



**FOTOGRAFÍA N° 6 MORTALIDAD DEL INSECTICIDA Y BLANCO**

- Con este ensayo se puede evaluar la actividad insecticida de los aceites esenciales de *Tagetes* frente a *P. vorax*
- El ensayo se replica en condiciones similares a la naturaleza de vida de la larva estos en oscuras y a temperatura ambiente.

## **2.7 TIPO DE DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se realizó 5 tratamientos de aceite esencial de *Tzinsu* (*T. minuta*), 5 tratamientos de aceite esencial de Quichia (*T. terniflora*) y 5 tratamientos de aceite esencial de Zorrillo (*T. zipaquirensis*) con 3 repeticiones en cada tratamiento para la determinación de la actividad insecticida de los aceites esenciales de los vegetales y además se realizaron pruebas con un insecticida comercial y con un blanco para destacar la crianza normal del insecto *Premnotrypes vorax*.

**CUADRO N° 5 CÓDIGOS DE LOS TRATAMIENTOS REALIZADOS CON LOS ACEITES  
ESENCIALES DE TZINSU *T. minuta* QUICHIA *T. terniflora* Y ZORRILLO *T.*  
*zipaquirensis* FRENTE A *Premnotrypes vorax*. ESPOCH JUNIO 2011**

TRATAMIENTOS			CONTROL POSITIVO	MEDIO NATURAL
T1C1R1	T2C2R3	T3C4R2	IR1	BR1
T1C1R2	T2C3R1	T3C4R3	IR2	BR2
T1C1R3	T2C3R2	T3C5R1	IR3	BR3
T1C2R1	T2C3R3	T3C5R2		
T1C2R2	T2C4R1	T3C5R3		
T1C2R3	T2C4R2			
T1C3R1	T2C4R3			
T1C3R2	T2C5R1			
T1C3R3	T2C5R2			
T1C4R1	T2C5R3			
T1C4R2	T3C1R1			
T1C4R3	T3C1R2			
T1C5R1	T3C1R3			
T1C5R2	T3C2R1			
T1C5R3	T3C2R2			
T2C1R1	T3C2R3			
T2C1R2	T3C3R1			
T2C1R3	T3C3R2			
T2C2R1	T3C3R3			
T2C2R2	T3C4R1			

FUENTE: XIMENA BALDEON

**NOMENCLATURA:**

**CÓDIGOS**

**T1:** *Tagetes minuta*

**T2:** *Tagetes terniflora*

**T3:** *Tagetes zipaquirensis*

**C1:** Aceite esencial al 0,2%

**C2:** Aceite esencial al 0,4%

**C3:** Aceite esencial al 0,6%

**C4:** Aceite esencial al 0,8%

**C5:** Aceite esencial al 1,0%

**R1:** Repetición 1  
**R2:** Repetición 2  
**R3:** Repetición 3  
**I:** Insecticida comercial (**CARBOFURAN**)  
**4F** Insecticida Nematicida sistémico)

## **2.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los datos se tabularon y se determinaron las medias de las distintas lecturas para realizar el análisis de varianza y separación de medias.

### **2.8.1 ANÁLISIS DE VARIANZA**

Es un procedimiento estadístico que sirve para medir la variación total de las observaciones, la que se divide para sus componentes, quedando el residuo como error experimental. Este análisis indica la relación entre una variable dependiente (actividad insecticida) y los factores independientes (concentraciones aceites esenciales) aceite esencial *T. minuta*, *T. zipaquirensis*, *T. terniflora*

El análisis de varianza es un método para comparar dos o más medias de las observaciones o de los tratamientos, permite medir la variación de las respuestas numéricas como valores de evaluación de diferentes variables nominales. En esta investigación de análisis de varianza permitió establecer la relación entre una variable dependiente (actividad insecticida) y un factor independiente (concentración de aceites esenciales) (6)

### **2.8.2 PRUEBA DE SEPARACIÓN DE MEDIAS PRUEBA DE TUKEY AL 5%**

La prueba de Tukey al 5% es un procedimiento empleada para determinar las diferencias existentes entre las medias de los tratamientos realizados. (6)

### **2.8.3 COEFICIENTE DE VARIACIÓN**

Indica el nivel de confianza que se puede tener en los datos, un valor bajo indica que el ensayo ha sido bien planificado y ha tenido un buen manejo, en tanto que un valor alto puede ser indicador en ciertos casos de lo contrario. (6)

## CAPÍTULO III

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL ACEITE ESENCIAL DE TZINSU *Tagetes minuta*, QUICHIA *Tagetes terniflora* Y ZORRILLO *Tagetes zipaquirensis*

CUADRO N° 6 ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DE LOS ACEITES ESENCIALES

CARACTERÍSTICAS	<i>T. minuta</i>	<i>T. terniflora</i>	<i>T. zipaquirensis</i>
Color	Amarillo Intenso	Amarillo pálido	Ámbar
Olor	Aromático picante	Aromático picante	Aromático picante fuerte
Sabor	Amargo mentolado	Amargo	Amargo mentolado picante
Aspecto	Transparente	Transparente	Trasparente

Fuente: XIMENA BALDEON

El análisis organoléptico de los aceites difiere en todas las características excepto el color siendo las más notables en el olor y sabor.

#### 3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ACEITE ESENCIAL DE QUICHIA (*Tagetes terniflora*) Y ZORRILLO (*Tagetes zipaquirensis*)

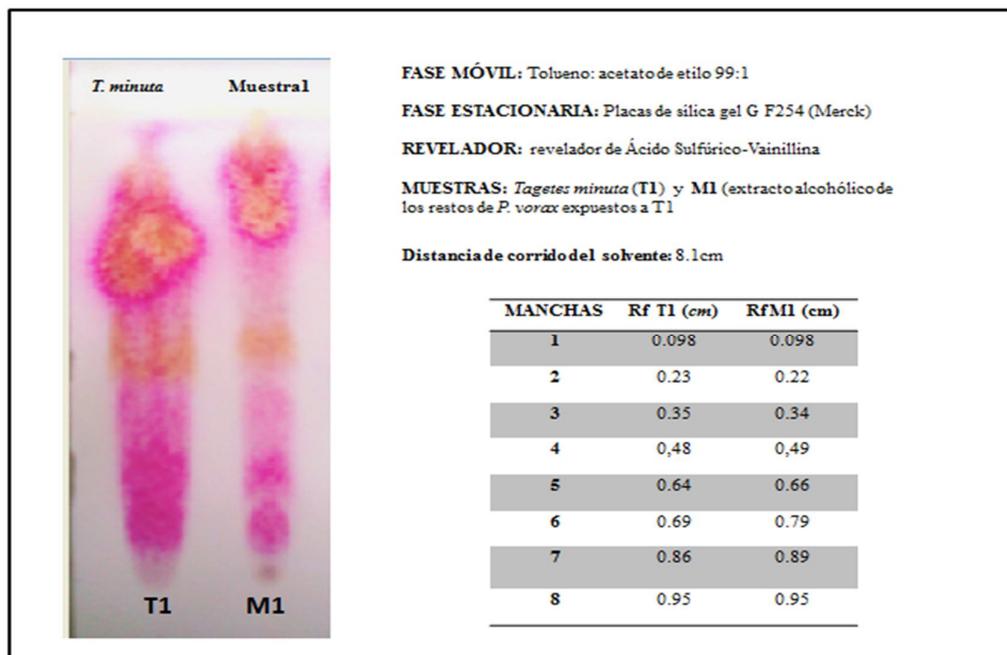
**CUADRO N° 7 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ACEITE ESENCIAL DE *T. terniflora*; *T. zipaquirensis***

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	ACEITE ESENCIAL <i>T. minuta</i>	ACEITE ESENCIAL <i>T. terniflora</i>	ACEITE ESENCIAL <i>T. zipaquirensis</i>
Ph	3.42	4.44	3.95
Densidad g/mL	0.85	0.848	0.862
Índice de refracción	1.487	1.45	1.46
Solubilidad en etanol de 96° (mL)	1:6.7	1:5	1:13

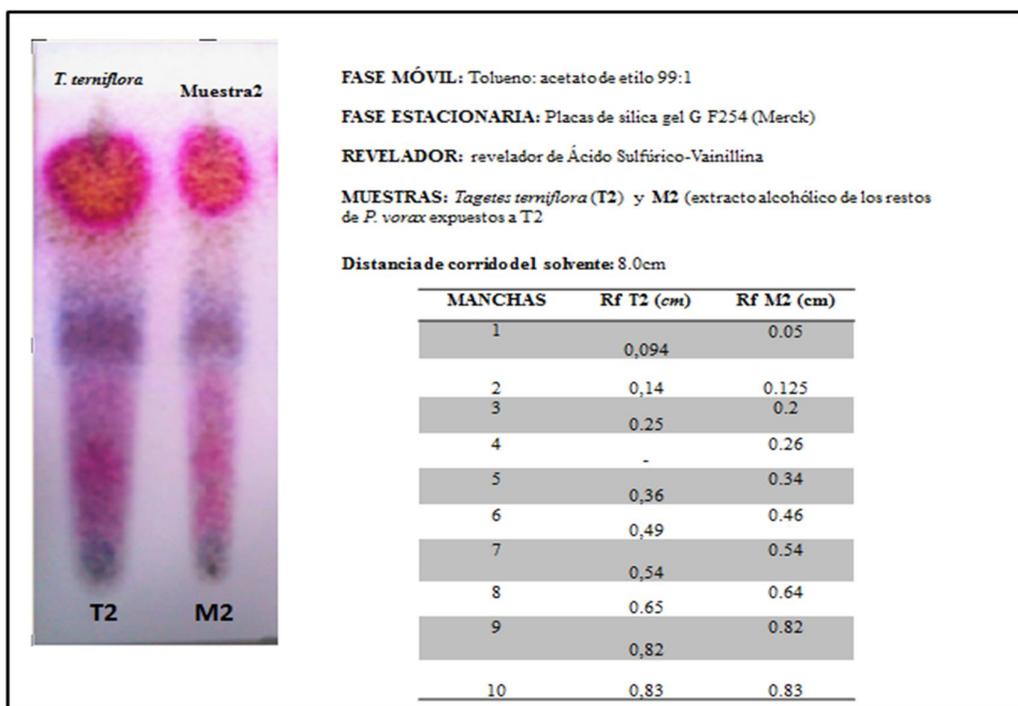
Fuente: XIMENA BALDEON

El pH de los aceites esenciales obtenido por hidrodestilación es literalmente ácido.

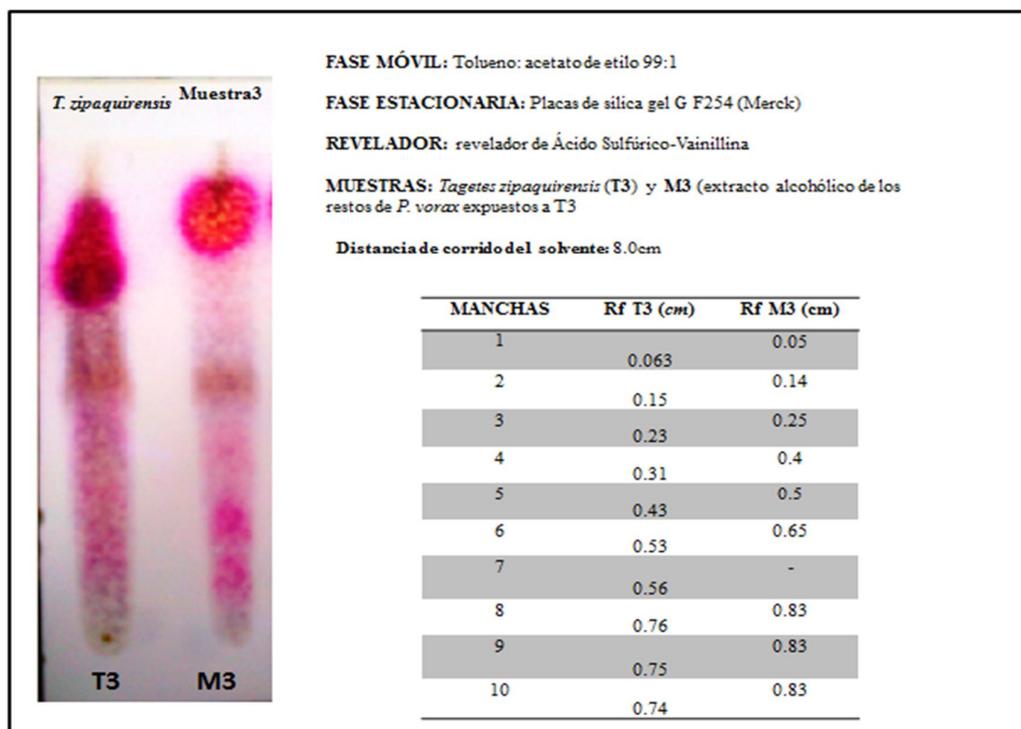
### 3.3 RESULTADOS DE LA CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA DE ACEITE ESENCIAL DE TZINZU (*Tagetes minuta*), QUICHIA (*Tagetes terniflora*) Y ZORRILLO (*Tagetes zipaquirensis*)



**FOTOGRAFÍA N° 7** Cromatografía en capa fina del aceite esencial de *Tagetes minuta* y muestra



FOTOGRAFÍA N° 8 Cromatografía en capa fina del aceite esencial de *Tagetes terniflora* y muestra



FOTOGRAFÍA N° 9 Cromatografía en capa fina del aceite esencial de *Tagetes zipaquirensis* y muestra

### **3.4 TRATAMIENTO DE LAS LARVAS DE *P. vorax***

Para realizar los ensayos de actividad insecticida es necesario disponer de las larvas de *P. vorax* en perfecto estado.

Se prepararon los bloques para el ensayo utilizando 3 larvas del insecto del segundo o tercer instar y se inoculó en la dieta las distintas concentraciones de aceite esencial, evaluando a los 4, 7, 14, y 21 días la actividad insecticida para los distintos aceites esenciales usados en el tratamiento obteniendo así los siguientes resultados.

### **3.5 RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA DE LOS ACEITES ESENCIALES DE TZINSU (*Tagetes minuta*), QUICHIA (*Tagetes terniflora*) Y ZORRILLO (*Tagetes zipaquirensis*) SOBRE *Premnotrypes vorax***

Para la determinación de la actividad insecticida se incorporó los aceites esenciales por separado con diferentes concentraciones previamente determinadas para cada tratamiento en la dieta de la larva de *Premnotrypes vorax* y se evaluó la mortalidad y efectos causados.

#### **3.5.1 DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA DE LOS ACEITES ESENCIALES DE TZINSU (*T. minuta*), QUICHIA (*Tagetes terniflora*) Y ZORRILLO (*T. zipaquirensis*) SOBRE *Premnotrypes vorax***

La siembra de la larva se realiza en condiciones normales observándose que estas tratan de evitar la luz; razón por la cual armándose el experimento se mantiene en oscuridad y a temperatura ambiente.

En el cuadro N° 8 se presenta un resumen del porcentaje medio de mortalidad que presentaron los tratamientos aplicados a *Premnotrypes vorax* además se evidencio cambios notorios en la piel, el aspecto y la posición de las larvas muertas.

**CUADRO N° 8 PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE *P. vorax* A LOS 4, 7, 14, 21 DÍAS DE ANÁLISIS, FRENTE A LOS ACEITES ESENCIALES. ESPOCH. RIOBAMBA JUNIO DEL 2011.**

TRATAMIENTO	CÓDIGO	DÍA 4	DÍA 7	DÍA 14	DÍA 21
Tratamiento 1	T1C1	00,00%	11,11%	66,67%	88,89%
Tratamiento 2	T1C2	11,11%	44,44%	100,00%	
Tratamiento 3	T1C3	22,22%	33,33%	100,00%	
Tratamiento 4	T1C4	22,22%	33,33%	77,77%	100,00%
Tratamiento 5	T1C5	11,11%	33,33%	100,00%	
Tratamiento 6	T2C1	00,00%	0,00%	66,67%	88,89%
Tratamiento 7	T2C2	00,00%	0,00%	55,56%	100,00%
Tratamiento 8	T2C3	00,00%	0,00%	55,56%	100,00%
Tratamiento 9	T2C4	00,00%	0,00%	55,56%	88,89%
Tratamiento 10	T2C5	00,00%	0,00%	55,56%	88,89%
Tratamiento 11	T3C1	00,00%	22,22%	88,89%	88,89%
Tratamiento 12	T3C2	22,22%	22,22%	77,78%	100,00%
Tratamiento 13	T3C3	11,11%	11,11%	77,78%	88,89%
Tratamiento 14	T3C4	44,44%	77,77%	100,00%	
Tratamiento 15	T3C5	00,00	0,00%	66,67%	77,78%
Tratamiento 16	I	66,67%	77,78%	100,00%	
Tratamiento 17	B	00,00%	11,11%	22,22%	22,22%

Fuente: XIMENA BALDEON

**NOMENCLATURA:**

**T1:** *Tagetes minuta*

**T2:** *Tagetes terniflora*

**T3:** *Tagetes zipaquirensis*

**C1:** Aceite esencial al 0,2%

**C2:** Aceite esencial al 0,4%

**C3:** Aceite esencial al 0,6%

**C4:** Aceite esencial al 0,8%

**C5:** Aceite esencial al 1,0%

**I:** Insecticida (CARBOFURAN 4F Insecticida Nematicida sistémico)

**B:** blanco (Agua estéril)

En el Grafico N° 1 se representa el porcentaje medio de mortalidad de *P. vorax* ante todo el trabajo de campo y se logró establecer los siguientes resultados:

**Día 4:** el mejor tratamiento que se presenta es el insecticida comercial presentando un porcentaje de mortalidad de 66,67% muy seguido del *Tagetes zipaquirensis* al 0,8% (T3C4) que presenta un porcentaje de mortalidad del 44,44%

**Día 7:** a este tiempo el insecticida comercial se ve igualado con el poder insecticida de *T. zipaquirensis* al 0,8% presentando un porcentaje de mortalidad del 77,78% lo cual indica que la actividad insecticida de T3 es sin duda la mejor de los tres aceites a este tiempo de evaluación. A este le sigue el poder insecticida de *T. minuta* (T1) presentando porcentajes de mortalidad del 44,44% y 33,33%.

**Día 14:** más del 50% de la población ha sido eliminado en donde el mejor tratamiento es *T. minuta* llegando al 100% de mortalidad a las concentraciones de 0,4%, 0,6% y 1,0%. De manera similar se comporta *T. zipaquirensis* presentando el 100% de mortalidad a la concentración de 0,8%, sin ignorar que también presenta altos porcentajes de mortalidad al resto de las concentraciones (88,89% y 77,78%) y sin lugar a dudas el T16 (insecticida comercial) ha logrado matar el 100% de la población. El poder insecticida de *T. terniflora* ha alcanzado un comportamiento homogéneo en cuanto al % de mortalidad (55,56%) para todas las concentraciones

**Día 21:** hay la presencia de más del 75% de mortalidad en la población existiendo un comportamiento muy homogéneo para todas las concentraciones del aceite esencial *T. terniflora* (88,89-100%), en cuanto a *T. minuta* todas las concentraciones alcanzan a eliminar toda la plaga, caso similar sucede con *T. zipaquirensis* que sin lugar a dudas fue el que presento mayor efecto insecticida a menor tiempo.

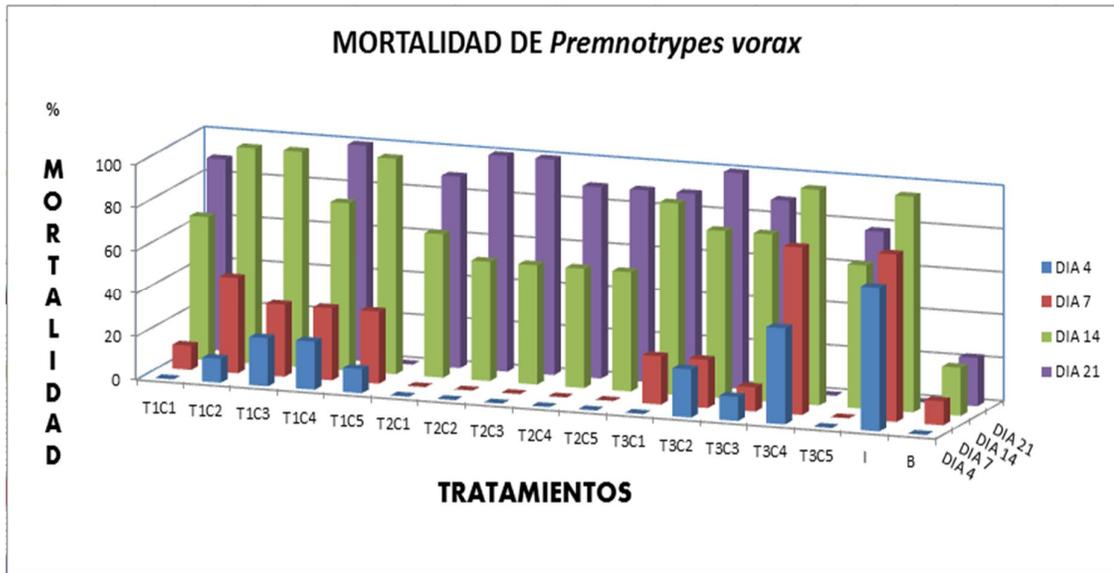


GRÁFICO N° 1 PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE *Premnotrypes vorax* A LOS 4, 7, 14, 21 DÍAS DE ENSAYO ANTE LOS ACEITES ESENCIALES

### 3.5.2 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA MORTALIDAD DE *Premnotrypes vorax* A LOS 4 DÍAS DE ENSAYO

En el análisis de varianza correspondiente a los 4 días presentado en el Cuadro N° 9 se determinó que no existe diferencia significativa entre tratamientos, tampoco entre las concentraciones de dichos tratamientos puesto que presentan resultados no significativos así como también se determinó el coeficiente de variación que es del 13.1% indicándonos que el experimento está correctamente ejecutado, este valor es considerando como permisible, al tener como límite tolerable el 30% de coeficiente de variación.

**CUADRO N° 9 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA MORTALIDAD DE *Premnotrypes vorax* A LOS 4 DÍAS DE ENSAYO.**

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA CUADRÁTICA	F. CALCULADA
Tratamientos	2	0,052	0,026	1,400 <sup>ns</sup>
Concentraciones	4	0,075	0,019	1,000 <sup>ns</sup>
Tratamientos* Concentraciones	8	0,060	0,007	0,400 <sup>ns</sup>
Error	30	0,560	0,019	
Total	45	49,941		

Coefficiente de Variación = 13.1 %  
FUENTE: XIMENA BALDEON

**3.5.2.1 Prueba de Tukey al 5% para la determinar la actividad insecticida de los aceites esenciales de *T. minuta*; *T. terniflora*; *T. zipaquirensis* sobre *Premnotrypes vorax* a los 4 días de ensayo**

En la prueba de Tukey al 5% presentado en el CUADRO N° 10 se establece una comparación neta entre los 3 tratamientos aplicados a las larvas de *Premnotrypes vorax* a los 4 días de análisis del cual se deriva un nivel o rango lo cual significa que a este tiempo los tres tratamientos están actuando de una manera similar. Sin ninguna diferencia significativa en sus medias de mortalidad.

**CUADRO N° 10 PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE LA MORTALIDAD DE LOS TRATAMIENTOS DE LOS ACEITES ESENCIALES DE *T. minuta*; *T. terniflora*; *T. zipaquirensis* SOBRE *Premnotrypes vorax* A LOS 4 DÍAS DE ENSAYO**

TRATAMIENTOS	RANGOS	MORTALIDAD
T2	A	1,0000
T3	A	1,0547
T1	A	1,0820

En la prueba de Tukey al 5% presentado en el Cuadro N° 11 se establece una comparación neta entre las 5 concentraciones tratamientos aplicados a las larvas de *Premnotrypes vorax* a los 4 días de análisis del cual se deriva un nivel o rango lo cual significa que a este tiempo las cinco concentraciones están actuando de una manera similar. Sin ninguna diferencia significativa en sus medias de mortalidad.

**CUADRO N° 11 PRUEBA DE TUKEY AL 5% DE LA MORTALIDAD DE LOS TRATAMIENTOS DE LOS ACEITES ESENCIALES DE *T. minuta*; *T. terniflora*; *T. zipaquirensis* SOBRE *Premnotrypes vorax* A LOS 4 DÍAS DE ENSAYO**

CONCENTRACIONES	RANGOS	MORTALIDAD
C1	A	1,0000
C4	A	1,0000
C2	A	1,0456
C3	A	1,0911
C5	A	1,0911

### 3.5.3 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA MORTALIDAD DE *Premnotrypes vorax* A LOS 7 DIAS DE ENSAYO

En el análisis de varianza correspondiente a los 7 días presentado en el Cuadro N. 12 se determinó que existe una diferencia altamente significativa entre tratamientos, y una diferencia significativa entre tratamientos y concentraciones; siendo no significativa para las concentraciones; así como también se determinó el coeficiente de variación que es del 14.7% indicándonos que el experimento está correctamente ejecutado, este valor es considerando como permisible, al tener como límite tolerable el 30% de coeficiente de variación.

**CUADRO N° 12 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA MORTALIDAD DE *Premnotrypes vorax* A LOS 7 DIAS DE ENSAYO**

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA CUADRÁTICA	F. CALCULADA
Tratamientos	2	0.363	0.182	6,779**
Concentraciones	4	0.095	0.024	0,883 <sup>ns</sup>
Tratamientos*	8	0.511	0.064	2,383*
Concentraciones				
Error	30	0.804	0.027	
Total	45	57,862		

Coefficiente de Variación = 14.7 %

FUENTE: XIMENA BALDEON

**3.5.3.1 Prueba de Tukey al 5% para la determinar la actividad insecticida de los aceites esenciales de *T. minuta*; *T. terniflora*; *T. zipaquirensis* sobre *Premnotrypes vorax* a los 7 días de ensayo**

La prueba de Tukey al 5% presentado en el CUADRO N° 13 se establece una comparación neta entre los 3 tratamientos aplicados a las larvas de *Premnotrypes vorax* a los 7 días de análisis del cual se deriva 2 niveles o rangos ordenados acorde a su medida de mortalidad obtenida.

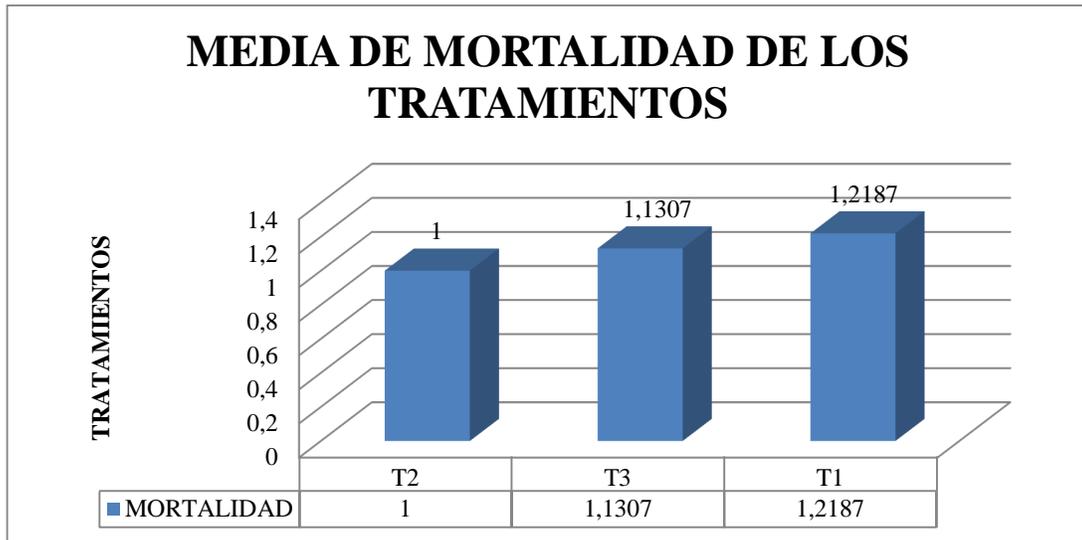
**CUADRO N° 13 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA MORTALIDAD DE LOS TRATAMIENTOS DE LOS ACEITES ESENCIALES DE *T. minuta*; *T. terniflora*; *T. zipaquirensis* sobre *Premnotrypes vorax* A LOS 7 DIAS DE ENSAYO.**

TRATAMIENTOS	RANGOS	MORTALIDAD
T2	A	1,0000
T3	AB	1,1307
T1	B	1,2187

FUENTE: XIMENA BALDEON

En la gráfica N° 2 tenemos 2 rangos, donde claramente el tratamiento T1 tiene una media de mortalidad de 1,2187 diferenciándose así del comportamiento de T2 y T3 los

cuales presentan un promedio de mortalidad muy similar indicándome que su comportamiento a este tiempo de ensayo es muy similar



**GRÁFICO N° 2** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA MORTALIDAD DE *P. vorax* ANTE LOS ACEITES ESENCIALES DE *T. minuta*; *T. terniflora*; *T. zipaquirensis* sobre *Premnotrypes vorax* A LOS 7 DIAS DE ENSAYO

FUENTE: XIMENA BALDEON

La prueba de Tukey al 5% presentado en el Cuadro N° 14 se establece una comparación neta entre las concentraciones aplicadas a las larvas de *Premnotrypes vorax* a los 7 días de análisis del cual se deriva un solo nivel o rango ordenados acorde a su medida de mortalidad obtenida indicando que la mortalidad para *P. vorax* es similar para todas las concentraciones es decir matan aunque a diferentes horas pero todas están a un mismo nivel de agresividad

**CUADRO N° 14 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA MORTALIDAD DE LAS CONCENTRACIONES DE LOS ACEITES ESENCIALES DE *T. minuta*; *T. terniflora*; *T. zipaquirensis* sobre *Premnotrypes vorax* A LOS 7 DIAS DE ENSAYO**

CONCENTRACIONES	RANGOS	MORTALIDAD
C3	A	1,0456
C5	A	1,0911
C1	A	1,1267
C2	A	1,1367
C4	A	1,1822

FUENTE: XIMENA BALDEON

**3.5.4 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA MORTALIDAD DE *P. vorax* A LOS 14 DIAS DE ENSAYO FRENTE A *T. minuta*; *T. terniflora*; *T. zipaquirensis***

En el análisis de varianza correspondiente a los 14 días presentado en el Cuadro N° 15 se determinó que no existen cifras significativas entre tratamientos y concentraciones; así como también se determinó el coeficiente de variación que es del 15.2% indicándonos que el experimento está correctamente ejecutado, este valor es considerando como permisible, al tener como límite tolerable el 30% de coeficiente de variación.

**CUADRO N° 15 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA MORTALIDAD DE *P. vorax* A LOS 14 DÍAS DE ENSAYO FRENTE A *T. minuta*; *T. terniflora*; *T. zipaquirensis*.**

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA CUADRÁTICA	F. CALCULADA
Tratamientos	2	0,032	0,016	0,261 <sup>ns</sup>
Concentraciones	4	0,310	0,078	1,270 <sup>ns</sup>
Tratamientos*	8	0,257	0,032	0,527 <sup>ns</sup>
Concentraciones				
Error	30	1,831	0,061	
Total	45	120,658		

Coefficiente de Variación = 15.2 %

FUENTE: XIMENA BALDEON

**3.5.4.1 Prueba de Tukey al 5% para la determinar la actividad insecticida de los aceites esenciales de *T. minuta*; *T. terniflora*; *T. zipaquirensis* sobre *Premnotrypes vorax* a los 14 días de ensayo**

La prueba de Tukey al 5% presentado en el cuadro N° 16 se establece una comparación neta entre los 3 tratamientos aplicados a las larvas de *Premnotrypes vorax* a los 14 días de análisis del cual se deriva 1 nivel o rango ordenados acorde a su medida de mortalidad obtenida lo que indicia muy poca diferencia estadística en cuanto a la acción de cada insecticida sobre la plaga.

**CUADRO N° 16 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA MORTALIDAD DE LOS TRATAMIENTOS DE LOS ACEITES ESENCIALES DE *T. minuta*; *T. terniflora*; *T. zipaquirensis* sobre *Premnotrypes vorax* A LOS 14 DÍAS DE ENSAYO.**

TRATAMIENTOS	RANGOS	MORTALIDAD
T3	A	1,5833
T1	A	1,6380
T2	B	1,6413

La prueba de Tukey al 5% presentado en el cuadro N° 17 se establece una comparación neta entre las concentraciones aplicadas a las larvas de *Premnotrypes vorax* a los 14 días de análisis del cual se deriva un solo nivel o rango ordenados acorde a su medida de mortalidad obtenida indicando que la mortalidad para *P. vorax* es similar para todas las concentraciones es decir matan aunque a diferentes horas pero todas están a un mismo nivel de agresividad

**CUADRO N° 17 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA MORTALIDAD DE LAS CONCENTRACIONES DE LOS ACEITES ESENCIALES DE *T. minuta*; *T. terniflora*; *T. zipaquirensis* sobre *Premnotrypes vorax* A LOS 14 DIAS DE ENSAYO.**

CONCENTRACIONES	RANGOS	MORTALIDAD
C4	A	1,4611
C2	A	1,6233
C3	A	1,6533
C5	A	1,6778
C1	A	1, 6889

FUENTE: XIMENA BALDEON

**3.5.5 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA MORTALIDAD DE *P. vorax* A LOS 21 DÍAS DE ENSAYO FRENTE A *T. minuta*; *T. terniflora*; *T. zipaquirensis***

En el análisis de varianza correspondiente a los 21 horas presentado en el Cuadro N° 18 se determinó que existe diferencia notable entre los tratamientos siendo los resultados altamente significativos, así como también se determinó el coeficiente de variación que es del 14.0 % indicándonos que el experimento está correctamente ejecutado, este valor es considerando como permisible, al tener como límite tolerable el 30% de coeficiente de variación.

**CUADRO N° 18 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA MORTALIDAD DE *P. vorax* A LOS 21 DIAS DE ENSAYO FRENTE A *T. minuta*; *T. terniflora*; *T. zipaquirensis*.**

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA CUADRÁTICA	F. CALCULADA
Tratamientos	2	1.092	0.546	20,892**
Concentraciones	4	0.088	0.22	,845 <sup>ns</sup>
Tratamientos*	8	0.261	0.033	1,250 <sup>ns</sup>
Concentraciones				
Error	30	0.784	0.026	
Total	45	61.831		

Coeficiente de Variación = 14.0 %

FUENTE: XIMENA BALDEON

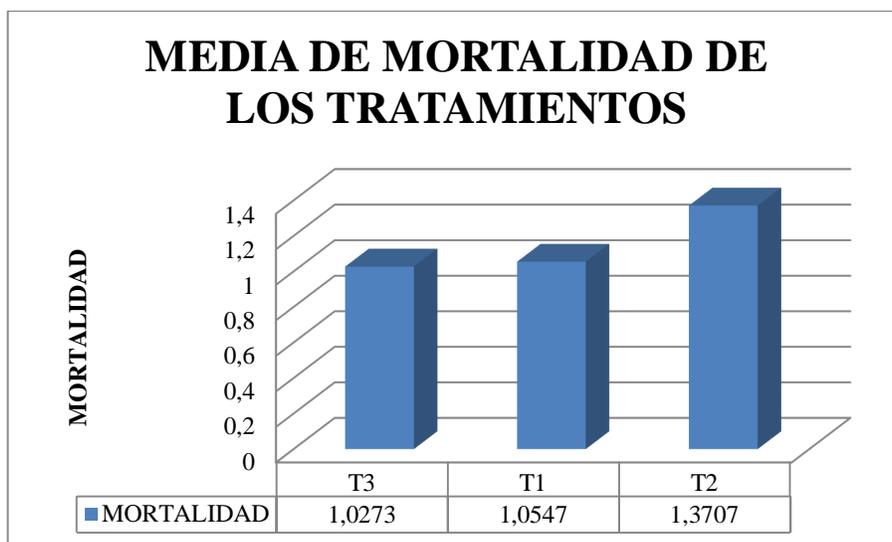
**3.5.5.1 Prueba de Tukey al 5% para la determinar la actividad insecticida de los aceites esenciales de *T. minuta*; *T. terniflora*; *T. zipaquirensis* sobre *Premnotrypes vorax* a los 21 días de ensayo**

Alrededor de la prueba de Tukey al 5% presentado en el Cuadro N° 19 se establece una comparación neta entre los 3 tratamientos aplicados a las larvas de *P. vorax* a los 21 días de análisis del cual se deriva 2 niveles o rangos ordenados acorde a su medida de mortalidad obtenida indicando al T2 como el más efectivo a este tiempo de evaluación.

**CUADRO N° 19 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA MORTALIDAD DE LOS TRATAMIENTOS DE LOS ACEITES ESENCIALES DE *T. minuta*; *T. terniflora*; *T. zipaquirensis* sobre *Premnotrypes vorax* A LOS 21 DIAS DE ENSAYO**

TRATAMIENTOS	RANGOS	MORTALIDAD
T3	A	1,0273
T1	A	1,0547
T2	B	1,3707

En la Grafica N. 3 tenemos 2 rangos, donde el tratamiento T2 tiene una alta diferencia estadística con una media de mortalidad de 1,370 mientras que en el tratamiento T1 presenta una mortalidad del 1,0547 y el T3 una mortalidad de 1,0273 datos que evidencias que a este tiempo de evaluación el mejor insecticida es T2 correspondiendo a *Tagetes terniflora*.



**GRÁFICO N° 3 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA MORTALIDAD DE LOS TRATAMIENTOS DE LOS ACEITES ESENCIALES DE *T. minuta*; *T. terniflora*; *T. zipaquirensis* sobre *Premnotrypes vorax* A LOS 21 DIAS DE ENSAYO**

La prueba de Tukey al 5% presentado en el cuadro N° 20 se establece una comparación neta entre las concentraciones aplicadas a las larvas de *Premnotrypes vorax* a los 21 días de análisis del cual se deriva un solo nivel o rango ordenados acorde a su medida de mortalidad obtenida indicando que la mortalidad para *Premnotrypes. vorax* es similar para todas las concentraciones es decir matan aunque a diferentes horas pero todas están a un mismo nivel de agresividad

**CUADRO N° 20 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA MORTALIDAD DE LAS CONCENTRACIONES DE LOS ACEITES ESENCIALES DE *T. minuta*; *T. terniflora*; *T. zipaquirensis* sobre *Premnotrypes vorax* A LOS 21 DIAS DE ENSAYO.**

CONCENTRACIONES	RANGOS	MORTALIDAD
C5	A	1,0911
C4	A	1,1267
C2	A	1,1367
C1	A	1,1822
C3	A	1,2178

FUENTE: XIMENA BALDEON

## CAPÍTULO IV

### 4 CONCLUSIONES

1. Los aceites esenciales de Tzinsu (*Tagetes minuta*), Quichia (*Tagetes terniflora*) y Zorrillo (*Tagetes zipaquirensis*) tienen efecto insecticida por contacto e inhibición de la alimentación comprobándose que la hipótesis es positiva, dado que las larvas de *Premnotrypes vorax* son eliminadas más de un 50% a los 14 días de evaluación seguido de un 75% a los 21 días de ser colocado en el alimento de las larvas.
2. Las larvas de *Premnotrypes vorax* fueron obtenidas de papas infestadas de acuerdo a su forma y tamaño que indicaron estado larval similar.
3. Los aceites esenciales se obtuvieron por arrastre de vapor de agua del vegetal fresco presentando características como: *Tagetes minuta* es amarillo intenso, aromático, amargo mentolado y transparente. *Tagetes terniflora* es amarillo pálido, aromático picante, amargo y transparente y *Tagetes zipaquirensis* es ámbar, aromático picante fuerte, amargo mentolado picante y transparente.
4. Estadísticamente se considera una media de mortalidad máxima de 2 y el parámetro determinado fue la “significancia entre tratamientos” siendo la media de mortalidad para *Tagetes zipaquirensis* 1.1307 y para *Tagetes minuta* 1.2187 a

los 7 días y finalmente 1.3707 para *Tagetes terniflora* a los 21 días de ensayo; Indicando que los aceites esenciales tienen efecto insecticida con diferente eficiencia.

5. El Diseño Completamente al Azar (DCA) estableció un experimento muy homogéneo, el material de investigación no presentó variaciones, el análisis de varianza de los tratamientos y repeticiones dio un coeficiente de variación (C.V) de 13,1% a los 4 días, 14,7% a los 7 días, 15,2% a los 14 días y 14,0% a los 21 días de ensayo; datos que confirman que el ensayo ha sido bien planificado y con buen manejo del mismo.
6. *Tagetes zipaquirensis* es el insecticida más eficiente ya que mata a las larvas a los 7 días de ensayo y la concentración efectiva es la de 0.8%, de manera general las larvas mueren con pérdida de peso corporal como también con un cambio de aspecto en color de piel de crema a marrón y/o café.

## CAPÍTULO V

### 5 RECOMENDACIONES

1. Dada la efectividad insecticida de los aceites esenciales de *Tagetes minuta*, *Tagetes terniflora* y *Tagetes zipaquirensis* se sugiere aplicar en productos para el control biológico de plagas como *Premnotrypes vorax*
2. Realizar más investigaciones aplicada al campo para determinar la actividad insecticida in vivo en cultivos infectados por estas plagas.
3. Promover más investigaciones de campo para encontrar insecticidas naturales los cuales logren eliminar selectivamente a las plagas pudiendo reemplazar a muchos productos químicos que generalmente son biosidas.
4. Realizar campañas para fomentar el uso de Insecticidas Biológicos y la aplicación de alternativas ecológicas a nivel de campo como una forma de reducir el deterioro ambiental por medio de los resultados de esta investigación.

## CAPÍTULO VI

### 6 RESUMEN Y SUMMARY

#### RESUMEN

La presente investigación evaluó la actividad insecticida de los aceites esenciales de Tzinsu (*Tagetes minuta*), Quichia (*Tagetes terniflora*) y Zorrillo (*Tagetes zipaquirensis*) sobre la larva del gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax*) denominados como T1, T2, T3 respectivamente, para obtener un bioinsecticida como alternativa de reemplazo a los insecticidas químicos que causan impacto ambiental y daño a la salud del agricultor. Los aceites fueron extraídos del vegetal fresco por arrastre de vapor de agua y se preparó diluciones a concentraciones de 0,2%; 0,4%; 0,6%; 0,8%; 1,0% aplicándolos en las dietas de la larva para determinar la mortalidad de estas; quedando 17 tratamientos en ejecución y cada uno por triplicado; tomando como referencia al blanco (papa: *Solanum tuberosum*) y al control insecticida (papa mas CARBOFURAN), a los resultados se aplicó análisis de Varianza y la prueba de Tukey al 5%. Las larvas son eliminadas en un 50% a los 14 días y sobrepasan el 75% a los 21 días ensayo. Estadísticamente se considera una media de mortalidad máxima de 2 y el parámetro determinado fue la “significancia entre tratamientos” siendo la media de mortalidad para T3 1.1307 y para T1 1.2187 a los 7 días y finalmente para T2 1.3707 a los 21 días de ensayo; indicando que los aceites esenciales tienen efecto insecticida por contacto e inhibición de la alimentación pero a diferente tiempo; pudiendo ser aprovechado este conocimiento para la industrialización de un nuevo plaguicida que preserve el medio ambiente.

## CHAPTER VI

### SUMMARY

This study is a contribution to protect the environment by using an alternative insecticide. The research evaluated the insects activity of the essential oils of Tzinsu (*Tagetes minuta*), Quichia (*Tagetes terniflora*) and Zorrillo (*Tagetes zipaquirensis*) on the larva of the white worm in potatoes (*Premnotrypes vorax*). These were denominated as T1, T2, T3. The objective of this research is to get a bio insecticide as a replacement to the chemical insecticides which cause environmental impact and damage the farmer's health. The procedure used was the following: the oils were extracted from the fresh vegetable by dragging the steam of the water, and then dilutions were prepared to concentrations of 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%, and 1.0%. These procedure was applied in the diets of the larvas to determinate their mortality. 17 Treatments are being developed in a triple way. The reference was the white one (potatoes: *Solanun tuberosum*) and for the insecticide control (potatoes more CARBOFURAN), to these results was applied a variance and the test of Tukey to the 5%. The results were: the larvas were eliminated in a 50% to the 14 days and exceed to the 75% to the 21 days of the test. Statistically it is considered an average of maximum mortality of 2 in the determined parameter which was "significance in treatments" The average of mortality for T3 1.1307 and for T1 1.2187 to the 7 days and finally for T2 1.3707 to the 21 days of the test. The essential oils have insecticide effect by contact and inhibition in the feeding but to a different time. In conclusion this knowledge can be used to industrialize a new insecticide which conserves the environment.

## CAPÍTULO VII

### 7 BIBLIOGRAFÍA

#### 1. ACEITES ESENCIALES

<http://aromaticas.tripod.com/Aceites.htm>  
20110222

#### 2. ACEITES ESENCIALES

<http://www.slideshare.net/dicoello/aceites-esenciales>  
20110222

3. **ARBAIZA, A.** Guía práctica y manejo de plagas en 26 cultivos. Chiclayo  
Perú, 1996. pp. 572

4. **AVALOS, G.** Control integrado del gusano blanco de la papa:  
*Premnotrypes vorax* (Hustache). Tesis Ingeniero Agrónomo. Riobamba.  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Agronomía.  
pp. 5

5. **BACH, P.** Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas  
México-España-Argentina, Continental, 1964. pp. 13

6. **COFRE, C.** Determinación de la actividad insecticida y/o anti alimentario del aceite esencial de *Tzinsu Tagetes minuta* en *Drosophila melanogaster*. Tesis Bioquímico Farmacéutico. Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias, 2011. pp. 15, 16
7. **DOMINGUEZ, J.** Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. 4ª. Ed. Madrid, Dossat, 1972. pp. 160
8. **GALLEGOS, P. AVALOS, G. y CASTILLO, C.** El gusano blanco de la papa en Ecuador comportamiento y daño (INIAP). Departamento Nacional de protección vegetal. Estación Experimental Santa Catalina. pp. 6- 12
9. **GRUPO LATINOS EDITORES.** Control de plagas y enfermedades en los cultivos. Colombia, D´vinni, 1972. pp. 627, 640-643
10. **GUSANO DE PAPA**  
<http://es.scribd.com/doc/22442593/Gusanos-blancos-de-la-papaBiologiayManejo>  
20110211
11. **GUTIERRES, M STEFANAZZI, N y T. STADLER.** Biological activity of esencial oil of *Tagetes terniflora* Kunth (*Asteraceae*) against *Tribolium castaneum* Herbst. Bolivia, 1972. pp. 439, 4478
12. **HARPER, R.** Introducción a la botánica. 10a. ed. México, Continental, 1991. pp. 721
13. **HERRERA, P.** El gusano blanco de la papa. Biología, comportamiento y prácticas de manejo integrado, CORPOICA Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural/Corporación Colombiana de investigación agropecuaria Cundinamarca –Boyacá, Pre-prensa, 1991. pp. 2, 10

**14. HURTADO, B.** Actividad insecticida de los extractos alcohólicos y acuoso de *Beauveria bassiana* sobre *Prennotrypes vorax*. Tesis. Dra. Bioquímica y Farmacia. Riobamba. Escuela superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias, 2006. pp. 45, 46

**15. INSECTICIDA NATURAL**

<http://www.buenastareas.com/ensayos/Proyecto-Biologico/851813.html>  
20110208

**16. INSECTICIDAS**

<http://es.wikipedia.org/wiki/Insecticida>  
20110208

**17. INSECTICIDAS BIORRACIONALES**

<http://academic.uprm.edu/ofarrill/HTMLobj-323/biorational.pdf>  
20110222

**18. INSECTICIDAS VEGETALES**

<http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/GsilvaSp.htm>  
20110222

**19. MURILLO, L.** Historia del gusano blanco: ochenta años en Colombia. El cultivo de la papa plagas de la papa y su control. Pasto, 1979. pp. 4

**20. NATEZ, B. CRERON, P. y HERNANDEZ, H.** Las plantas y el territorio “Clasificaciones, usos y concepciones en los Andes colombianos”. Quito-Ecuador, Abya-Yala Madremonite, 1996. pp. 112

**21. PAPA**

[http://es.wikipedia.org/wiki/Solanum\\_tuberosum](http://es.wikipedia.org/wiki/Solanum_tuberosum)  
20110222

- 22. PEÑA, L. BOLAÑOS, M.** Manejo Integrado del Gusano de la Papa, Boletín Fivulgativo. Colombia N°1 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 1997. pp. 5
- 23. PÉREZ, R. GARZA, J. ARGÜELLES, CÁRDENAS, J.** Revista Corpoica – Ciencia y tecnología agropecuaria. Artículo científico: Método de cría en laboratorio del gusano blanco de la papa *Premnotrypes vorax* (Coleoptera: Curculionidae, 1997. pp. 16, 17, 18
- 24. PUMISACHO, M. y SHERWOOD, S.** El cultivo de papa en Ecuador. Quito-Ecuador, INIAP-CIP, 2002. pp. 17, 21, 22, 33, 132, 133
- 25. SANTOS, R. ACCATINO, P. CALLEJOS, P.** Producción de papas. Buenos Aires-Argentina, Albatros, 1986. pp. 11, 13-16, 81
- 26. STEFAZZI N.** Actividad Biologica del Acéite esencial de Tagetes Terniflora (Asteraceae) en *Tribolium castaneum* Herbst (Insecta, Coleoptera. - Tenebrionidae). pp. 35-46
- 27. TAGETES**  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Tagetes>  
20110212
- 28. Tagetes terniflora**  
<http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/CD%20INT%20ERACTIVOS/NOA2002/Ensayo%20Piloto%20Extraccion.pdf>  
20110213
- 29. Tagetes terniflora**  
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2579011>  
20110202

**30. *Tagetes terniflora***

[http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&sl=en&u=http://species.wikimedia.org/wiki/Tagetes\\_terniflora&ei=5rSKTe2XJo2itgeCtbWLDg&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=3&ved=0CCkQ7gEwAg&prev=/search%3Fq%3Dtagetes%2Bterniflora%26hl%3Des%26client%3Dfirefox-a%26prmd%3Divns](http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&sl=en&u=http://species.wikimedia.org/wiki/Tagetes_terniflora&ei=5rSKTe2XJo2itgeCtbWLDg&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=3&ved=0CCkQ7gEwAg&prev=/search%3Fq%3Dtagetes%2Bterniflora%26hl%3Des%26client%3Dfirefox-a%26prmd%3Divns) 30/01/2007

20110202

**31. *Tagetes zipaquirensis***

<http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=CAFE.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=020818>

20110216

**32. TERRANOVA.** Enciclopedia Agropecuaria Terranova. Producción Agrícola. Vol. 2. Colombia, Panamericana, 1998. pp. 345, 346

**33. YEPEZ D.** Proyecto De Ecología Agroindustrial. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Agroindustrial, pp. 3, 7

## CAPÍTULO VIII

### 8 ANEXOS

#### ANEXO N° 1 ESQUEMA GENERAL DEL ENSAYO

	N°	Cant.
TAGETES	1	15
	2	15
	3	15
CONCENTRACIONES	1	9
	2	9
	3	9
	4	9
	5	9

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 2 DATOS TRANSFORMADOS DE MORTALIDAD DE *Premnotrypes vorax* A LOS 4 DIAS ENSAYO**

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	CONCENTRACIONES	MORTALIDAD TRANSFORMADA
1	1	1	1,00
2	1	1	1,00
3	1	1	1,00
1	1	2	1,00
2	1	2	1,41
3	1	2	1,00
1	1	3	1,00
2	1	3	1,41
3	1	3	1,00
1	1	4	1,00
2	1	4	1,00
3	1	4	1,00
1	1	5	1,41
2	1	5	1,00
3	1	5	1,00
1	2	1	1,00
2	2	1	1,00
3	2	1	1,00
1	2	2	1,00
2	2	2	1,00
3	2	2	1,00
1	2	3	1,00
2	2	3	1,00
3	2	3	1,00
1	2	4	1,00
2	2	4	1,00
3	2	4	1,00
1	2	5	1,00
2	2	5	1,00
3	2	5	1,00
1	3	1	1,00
2	3	1	1,00
3	3	1	1,00
1	3	2	1,00
2	3	2	1,00
3	3	2	1,00
1	3	3	1,00
2	3	3	1,00
3	3	3	1,41
1	3	4	1,00
2	3	4	1,00

3	3	4	1,00
1	3	5	1,41
2	3	5	1,00
3	3	5	1,00
1	4	.	1,73
2	4	.	1,00
3	4	.	1,00
1	5	.	1,00
2	5	.	1,00
3	5	.	1,00

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 3 DATOS DE ESTADISTICA DESCRIPTIVA A LOS 4 DIAS DEL ENSAYO.  
VARIABLE DEPENDIENTE: MORTALIDAD**

TRATAMIENTOS	CONCENTRACIONES	MEDIA	DESVIACION STD.	N°
1	1	1,0000	,00000	3
	2	1,1367	,23671	3
	3	1,1367	,23671	3
	4	1,0000	,00000	3
	5	1,1367	,23671	3
	Total	1,0820	,16976	15
2	1	1,0000	,00000	3
	2	1,0000	,00000	3
	3	1,0000	,00000	3
	4	1,0000	,00000	3
	5	1,0000	,00000	3
	Total	1,0000	,00000	15
3	1	1,0000	,00000	3
	2	1,0000	,00000	3
	3	1,1367	,23671	3
	4	1,0000	,00000	3
	5	1,1367	,23671	3
	Total	1,0547	,14426	15
Total	1	1,0000	,00000	9
	2	1,0456	,13667	9
	3	1,0911	,18079	9
	4	1,0000	,00000	9
	5	1,0911	,18079	9
	Total	1,0456	,13031	45

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 4 CALCULOS DE MEDIAS ESTIMADAS MARGINALES A LOS 4 DIAS DE ENSAYO.  
Media Global**

MEDIA	Std. Error	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
		LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1,046	,020	1,004	1,087

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 5 DATOS DE ESTADISTICA DESCRIPTIVA DE *T. minuta*; *T. terniflora*; *T. zipaquierensis* A LOS 4 DIAS DE ENSAYO. CALCULOS DE MEDIAS ESTIMADAS MARGINALES. TRATAMIENTOS**

Tagetes	MEDIA	Std. Error	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
			LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1	1,082	,035	1,010	1,154
2	1,000	,035	,928	1,072
3	1,055	,035	,983	1,127

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 6 CALCULOS DE MEDIAS ESTIMADAS MARGINALES A LOS 4 DIAS DE ENSAYO.  
CONCENTRACIONES**

Concentraciones	MEDIA	Std. Error	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
			LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1	1,000	,046	,907	1,093
2	1,046	,046	,953	1,139
3	1,091	,046	,998	1,184
4	1,000	,046	,907	1,093
5	1,091	,046	,998	1,184

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 7 CALCULOS DE MEDIAS ESTIMADAS MARGINALES A LOS 4 DIAS DE ENSAYO. TRATAMIENTOS\*CONCENTRACIONES**

Tratamientos	Concentraciones	MEDIA	Std. Error	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
				LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1	1	1,000	,079	,839	1,161
	2	1,137	,079	,976	1,298
	3	1,137	,079	,976	1,298
	4	1,000	,079	,839	1,161
	5	1,137	,079	,976	1,298
2	1	1,000	,079	,839	1,161
	2	1,000	,079	,839	1,161
	3	1,000	,079	,839	1,161
	4	1,000	,079	,839	1,161
	5	1,000	,079	,839	1,161
3	1	1,000	,079	,839	1,161
	2	1,000	,079	,839	1,161
	3	1,137	,079	,976	1,298
	4	1,000	,079	,839	1,161
	5	1,137	,079	,976	1,298

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 8 CUADRO DE COMPARACION MULTIPLE ENTRE *Tagetes minuta*, *Tagetes terniflora*, *Tagetes zipaquirensis* A LOS 4 DIAS DE ENSAYO**

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Std. Error	Sig.	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
					LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1	2	,0820	,04990	,244	-,0410	,2050
	3	,0273	,04990	,848	-,0957	,1504
2	1	-,0820	,04990	,244	-,2050	,0410
	3	-,0547	,04990	,524	-,1777	,0684
3	1	-,0273	,04990	,848	-,1504	,0957
	2	,0547	,04990	,524	-,0684	,1777

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 9 CUADRO DE COMPARACION MULTIPLE ENTRE CONCENTRACIONES A LOS 4 DIAS DE ENSAYO**

(I) Concentraciones	(J) Concentraciones	Diferencia De Medias (I-J)	Std. Error	Sig.	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
					LIMITE INFERIOR	LIMITE INFERIOR
1	2	-,0456	,06443	,953	-,2324	,1413
	3	-,0911	,06443	,624	-,2780	,0958
	4	,0000	,06443	1,000	-,1869	,1869
	5	-,0911	,06443	,624	-,2780	,0958
2	1	,0456	,06443	,953	-,1413	,2324
	3	-,0456	,06443	,953	-,2324	,1413
	4	,0456	,06443	,953	-,1413	,2324
	5	-,0456	,06443	,953	-,2324	,1413
3	1	,0911	,06443	,624	-,0958	,2780
	2	,0456	,06443	,953	-,1413	,2324
	4	,0911	,06443	,624	-,0958	,2780
	5	,0000	,06443	1,000	-,1869	,1869
4	1	,0000	,06443	1,000	-,1869	,1869
	2	-,0456	,06443	,953	-,2324	,1413
	3	-,0911	,06443	,624	-,2780	,0958
	5	-,0911	,06443	,624	-,2780	,0958
5	1	,0911	,06443	,624	-,0958	,2780
	2	,0456	,06443	,953	-,1413	,2324
	3	,0000	,06443	1,000	-,1869	,1869
	4	,0911	,06443	,624	-,0958	,2780

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 10 DATOS TRANSFORMADOS DE MORTALIDAD DE *Premnotrypes vorax* A LOS 7 DIAS ENSAYO**

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	CONCENTRACIONES	MORTALIDAD TRANSFORMADA
1	1	1	1,00
2	1	1	1,00
3	1	1	1,41
1	1	2	1,41
2	1	2	1,41
3	1	2	1,41
1	1	3	1,00
2	1	3	1,41
3	1	3	1,00
1	1	4	1,00
2	1	4	1,00
3	1	4	1,41
1	1	5	1,41
2	1	5	1,00
3	1	5	1,41
1	2	1	1,00
2	2	1	1,00
3	2	1	1,00
1	2	2	1,00
2	2	2	1,00
3	2	2	1,00
1	2	3	1,00
2	2	3	1,00
3	2	3	1,00
1	2	4	1,00
2	2	4	1,00
3	2	4	1,00
1	2	5	1,00
2	2	5	1,00
3	2	5	1,00
1	3	1	1,00

2	3	1	1,73
3	3	1	1,00
1	3	2	1,00
2	3	2	1,00
3	3	2	1,00
1	3	3	1,00
2	3	3	1,00
3	3	3	1,00
1	3	4	1,41
2	3	4	1,41
3	3	4	1,41
1	3	5	1,00
2	3	5	1,00
3	3	5	1,00
1	4	.	1,00
2	4	.	1,41
3	4	.	1,00
1	5	.	1,00
2	5	.	1,00
3	5	.	1,41

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 11 DATOS DE ESTADISTICA DESCRIPTIVA A LOS 7 DIAS DEL ENSAYO. VARIABLE DEPENDIENTE: MORTALIDAD**

TRATAMIENTOS	CONCENTRACIONES	MEDIA	DESVIACION Std.	N°
1	1	1,1367	,23671	3
	2	1,4100	,00000	3
	3	1,1367	,23671	3
	4	1,1367	,23671	3
	5	1,2733	,23671	3
	Total	1,2187	,21172	15
2	1	1,0000	,00000	3
	2	1,0000	,00000	3
	3	1,0000	,00000	3
	4	1,0000	,00000	3
	5	1,0000	,00000	3
	Total	1,0000	,00000	15
3	1	1,2433	,42147	3
	2	1,0000	,00000	3
	3	1,0000	,00000	3
	4	1,4100	,00000	3
	5	1,0000	,00000	3
	Total	1,1307	,23620	15
Total	1	1,1267	,26377	9
	2	1,1367	,20500	9
	3	1,0456	,13667	9
	4	1,1822	,21609	9
	5	1,0911	,18079	9
	Total	1,1164	,20067	45

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 12 CALCULOS DE MEDIAS ESTIMADAS MARGINALES A LOS 7 DIAS DE ENSAYO. Media Global**

MEDIA	Std. Error	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
		LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1,116	,024	1,067	1,166

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 13 DATOS DE ESTADISTICA DESCRIPTIVA DE *T. minuta*; *T. terniflora*; *T. zipaquierensis* A LOS 7 DIAS DE ENSAYO. CALCULOS DE MEDIAS ESTIMADAS MARGINALES. TRATAMIENTOS**

TAGETES	MEDIA	Std. Error	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
			LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1	1,219	,042	1,132	1,305
2	1,000	,042	,914	1,086
3	1,131	,042	1,044	1,217

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 14 CALCULOS DE MEDIAS ESTIMADAS MARGINALES A LOS 7 DIAS DE ENSAYO. CONCENTRACIONES**

CONCENTRACIONES	MEDIA	Std. Error	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
			LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1	1,127	,055	1,015	1,238
2	1,137	,055	1,025	1,248
3	1,046	,055	,934	1,157
4	1,182	,055	1,071	1,294
5	1,091	,055	,980	1,203

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 15 CALCULOS DE MEDIAS ESTIMADAS MARGINALES A LOS 7 DIAS DE ENSAYO.  
TRATAMIENTOS\*CONCENTRACIONES**

Tratamientos	Concentraciones	Media	Std. Error	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
				LIMITE INFERIOR	LIMITE INFERIOR
1	1	1,137	,094	,944	1,330
	2	1,410	,094	1,217	1,603
	3	1,137	,094	,944	1,330
	4	1,137	,094	,944	1,330
	5	1,273	,094	1,080	1,466
2	1	1,000	,094	,807	1,193
	2	1,000	,094	,807	1,193
	3	1,000	,094	,807	1,193
	4	1,000	,094	,807	1,193
	5	1,000	,094	,807	1,193
3	1	1,243	,094	1,050	1,436
	2	1,000	,094	,807	1,193
	3	1,000	,094	,807	1,193
	4	1,410	,094	1,217	1,603
	5	1,000	,094	,807	1,193

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 16 CUADRO DE COMPARACION MULTIPLE ENTRE *Tagetes minuta*, *Tagetes terniflora*, *Tagetes zipaquirensis* A LOS 7 DIAS DE ENSAYO**

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Std. Error	Sig.	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
					LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1	2	,2187(*)	,05976	,003	,0713	,3660
	3	,0880	,05976	,318	-,0593	,2353
2	1	-,2187(*)	,05976	,003	-,3660	-,0713
	3	-,1307	,05976	,090	-,2780	,0167
3	1	-,0880	,05976	,318	-,2353	,0593
	2	,1307	,05976	,090	-,0167	,2780

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 17 CUADRO DE COMPARACION MULTIPLE ENTRE CONCENTRACIONES A LOS 7 DIAS DE ENSAYO**

(I) Concentraciones	(J) Concentraciones	Diferencia de medias (I-J)	Std. Error	Sig.	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
					LIMITE INFERIOR	LIMITE INFERIOR
1	2	-,0100	,07715	1,000	-,2338	,2138
	3	,0811	,07715	,829	-,1427	,3049
	4	-,0556	,07715	,950	-,2793	,1682
	5	,0356	,07715	,990	-,1882	,2593
2	1	,0100	,07715	1,000	-,2138	,2338
	3	,0911	,07715	,762	-,1327	,3149
	4	-,0456	,07715	,975	-,2693	,1782
	5	,0456	,07715	,975	-,1782	,2693
3	1	-,0811	,07715	,829	-,3049	,1427
	2	-,0911	,07715	,762	-,3149	,1327
	4	-,1367	,07715	,408	-,3604	,0871
	5	-,0456	,07715	,975	-,2693	,1782
4	1	,0556	,07715	,950	-,1682	,2793
	2	,0456	,07715	,975	-,1782	,2693
	3	,1367	,07715	,408	-,0871	,3604
	5	,0911	,07715	,762	-,1327	,3149
5	1	-,0356	,07715	,990	-,2593	,1882
	2	-,0456	,07715	,975	-,2693	,1782
	3	,0456	,07715	,975	-,1782	,2693
	4	-,0911	,07715	,762	-,3149	,1327

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 18 DATOS TRANSFORMADOS DE MORTALIDAD DE *Premnotrypes vorax* A LOS 14 DIAS ENSAYO**

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	CONCENTRACIONES	MORTALIDAD TRANSFORMADA
1	1	1	1,73
2	1	1	1,73
3	1	1	1,41
1	1	2	1,73
2	1	2	1,41
3	1	2	1,73
1	1	3	2,00
2	1	3	1,41
3	1	3	1,73
1	1	4	1,41
2	1	4	1,41
3	1	4	1,73
1	1	5	1,41
2	1	5	2,00
3	1	5	1,73
1	2	1	1,73
2	2	1	1,73
3	2	1	1,73
1	2	2	1,73
2	2	2	1,73
3	2	2	1,41
1	2	3	1,73
2	2	3	1,41
3	2	3	1,73
1	2	4	1,41
2	2	4	1,73
3	2	4	1,73
1	2	5	1,41
2	2	5	1,41
3	2	5	2,00
1	3	1	2,00

2	3	1	1,41
3	3	1	1,73
1	3	2	1,41
2	3	2	1,73
3	3	2	1,73
1	3	3	1,73
2	3	3	1,73
3	3	3	1,41
1	3	4	1,00
2	3	4	1,73
3	3	4	1,00
1	3	5	1,41
2	3	5	2,00
3	3	5	1,73
1	4	.	1,41
2	4	.	1,00
3	4	.	1,41
1	5	.	1,41
2	5	.	1,41
3	5	.	1,41

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 19 DATOS DE ESTADISTICA DESCRIPTIVA A LOS 14 DIAS DEL ENSAYO.  
VARIABLE DEPENDIENTE: MORTALIDAD**

Tratamientos	Concentraciones	Media	Desviación Std.	N°
1	1	1,6233	,18475	3
	2	1,6233	,18475	3
	3	1,7133	,29535	3
	4	1,5167	,18475	3
	5	1,7133	,29535	3
	Total	1,6380	,21268	15
2	1	1,7300	,00000	3
	2	1,6233	,18475	3
	3	1,6233	,18475	3
	4	1,6233	,18475	3
	5	1,6067	,34064	3
	Total	1,6413	,18263	15
3	1	1,7133	,29535	3
	2	1,6233	,18475	3
	3	1,6233	,18475	3
	4	1,2433	,42147	3
	5	1,7133	,29535	3
	Total	1,5833	,30455	15
Total	1	1,6889	,18114	9
	2	1,6233	,16000	9
	3	1,6533	,20224	9
	4	1,4611	,30048	9
	5	1,6778	,27472	9
	Total	1,6209	,23503	45

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 20 CALCULOS DE MEDIAS ESTIMADAS MARGINALES A LOS 14 DIAS DE ENSAYO.  
Media Global**

MEDIA	Std. Error	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
		LIMITE INFERIOR	LIMITE INFERIOR
1,621	,037	1,546	1,696

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 21 DATOS DE ESTADISTICA DESCRIPTIVA DE *T. minuta*; *T. terniflora*; *T. zipaquierensis* A LOS 14 DIAS DE ENSAYO. CALCULOS DE MEDIAS ESTIMADAS MARGINALES. TRATAMIENTOS**

TAGETES	MEDIA	Std. Error	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
			LIMITE INFERIOR	LIMITE INFERIOR
1	1,638	,064	1,508	1,768
2	1,641	,064	1,511	1,772
3	1,583	,064	1,453	1,714

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 22 CALCULOS DE MEDIAS ESTIMADAS MARGINALES A LOS 14 DIAS DE ENSAYO.  
CONCENTRACIONES**

Concentraciones	MEDIA	Std. Error	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
			LIMITE INFERIOR	LIMITE INFERIOR
1	1,689	,082	1,521	1,857
2	1,623	,082	1,455	1,792
3	1,653	,082	1,485	1,822
4	1,461	,082	1,293	1,629
5	1,678	,082	1,510	1,846

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 23 CALCULOS DE MEDIAS ESTIMADAS MARGINALES A LOS 14 DIAS DE ENSAYO.  
TRATAMIENTOS\*CONCENTRACIONES**

Tratamientos	Concentraciones	MEDIA	Std. Error	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
				LIMITE INFERIOR	LIMITE INFERIOR
1	1	1,623	,143	1,332	1,915
	2	1,623	,143	1,332	1,915
	3	1,713	,143	1,422	2,005
	4	1,517	,143	1,225	1,808
	5	1,713	,143	1,422	2,005
2	1	1,730	,143	1,439	2,021
	2	1,623	,143	1,332	1,915
	3	1,623	,143	1,332	1,915
	4	1,623	,143	1,332	1,915
	5	1,607	,143	1,315	1,898
3	1	1,713	,143	1,422	2,005
	2	1,623	,143	1,332	1,915
	3	1,623	,143	1,332	1,915
	4	1,243	,143	,952	1,535
	5	1,713	,143	1,422	2,005

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 24 CUADRO DE COMPARACION MULTIPLE ENTRE *Tagetes minuta*, *Tagetes terniflora*, *Tagetes zipaquirensis* A LOS 14 DIAS DE ENSAYO**

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Std. Error	Sig.	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
					LIMITE INFERIOR	LIMITE INFERIOR
1	2	-,0033	,09022	,999	-,2257	,2191
	3	,0547	,09022	,818	-,1677	,2771
2	1	,0033	,09022	,999	-,2191	,2257
	3	,0580	,09022	,798	-,1644	,2804
3	1	-,0547	,09022	,818	-,2771	,1677
	2	-,0580	,09022	,798	-,2804	,1644

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 25 CUADRO DE COMPARACION MULTIPLE ENTRE CONCENTRACIONES A LOS 14 DIAS DE ENSAYO**

(I) Concentraciones	(J) Concentraciones	Diferencia de medias (I-J)	Std. Error	Sig.	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
					LIMITE INFERIOR	LIMITE INFERIOR
1	2	,0656	,11647	,979	-,2723	,4034
	3	,0356	,11647	,998	-,3023	,3734
	4	,2278	,11647	,311	-,1101	,5656
	5	,0111	,11647	1,000	-,3267	,3489
2	1	-,0656	,11647	,979	-,4034	,2723
	3	-,0300	,11647	,999	-,3678	,3078
	4	,1622	,11647	,637	-,1756	,5001
3	1	-,0356	,11647	,998	-,3734	,3023
	2	,0300	,11647	,999	-,3078	,3678
	4	,1922	,11647	,478	-,1456	,5301
4	1	-,2278	,11647	,311	-,5656	,1101
	2	-,1622	,11647	,637	-,5001	,1756
	3	-,1922	,11647	,478	-,5301	,1456
5	1	-,0111	,11647	1,000	-,3489	,3267
	2	,0544	,11647	,990	-,2834	,3923
	3	,0244	,11647	1,000	-,3134	,3623
	4	,2167	,11647	,360	-,1212	,5545

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 26 CALCULOS DE MEDIAS ESTIMADAS MARGINALES A LOS 7 DIAS DE ENSAYO.  
CONCENTRACIONES**

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	CONCENTRACIONES	MORTALIDAD TRANSFORMADA
1	1	1	1,41
2	1	1	1
3	1	1	1,41
1	1	2	1
2	1	2	1
3	1	2	1
1	1	3	1
2	1	3	1
3	1	3	1
1	1	4	1,41
2	1	4	1,41
3	1	4	1
1	1	5	1
2	1	5	1
3	1	5	1
1	2	1	1,41
2	2	1	1,41
3	2	1	1
1	2	2	1,41
2	2	2	1,41
3	2	2	1,41
1	2	3	1,41
2	2	3	1,73
3	2	3	1,41
1	2	4	1,73
2	2	4	1
3	2	4	1,41
1	2	5	1,41
2	2	5	1,41
3	2	5	1
1	3	1	1

2	3	1	1
3	3	1	1
1	3	2	1,41
2	3	2	1
3	3	2	1,41
1	3	3	1
2	3	3	1
3	3	3	1,41
1	3	4	1
2	3	4	1
3	3	4	1
1	3	5	1
2	3	5	1
3	3	5	1,41
1	4	1	1
2	4	1	1
3	4	1	1
1	5	1	1
2	5	1	1
3	5	1	1

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 27 DATOS DE ESTADISTICA DESCRIPTIVA A LOS 21 DIAS DEL ENSAYO.  
VARIABLE DEPENDIENTE: MORTALIDAD**

Tratamientos	Concentraciones	Medias	Desviación Std.	N°
1	1	1,2733	,23671	3
	2	1,0000	,00000	3
	3	1,0000	,00000	3
	4	1,0000	,00000	3
	5	1,0000	,00000	3
	Total	1,0547	,14426	15
2	1	1,2733	,23671	3
	2	1,4100	,00000	3
	3	1,5167	,18475	3
	4	1,3800	,36592	3
	5	1,2733	,23671	3
	Total	1,3707	,22134	15
3	1	1,0000	,00000	3
	2	1,0000	,00000	3
	3	1,1367	,23671	3
	4	1,0000	,00000	3
	5	1,0000	,00000	3
	Total	1,0273	,10586	15
Total	1	1,1822	,21609	9
	2	1,1367	,20500	9
	3	1,2178	,27621	9
	4	1,1267	,26377	9
	5	1,0911	,18079	9
	Total	1,1509	,22495	45

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 28 CALCULOS DE MEDIAS ESTIMADAS MARGINALES A LOS 21 DIAS DE ENSAYO.  
Media Global**

MEDIA	Std. Error	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
		LIMITE INFERIOR	LIMITE INFERIOR
1,151	,024	1,102	1,200

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 29 DATOS DE ESTADISTICA DESCRIPTIVA DE *T. minuta*; *T. terniflora*; *T. zipaquierensis* A LOS 21 DIAS DE ENSAYO. CALCULOS DE MEDIAS ESTIMADAS MARGINALES. TRATAMIENTOS**

TAGETES	MEDIA	Std. Error	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
			LIMITE INFERIOR	LIMITE INFERIOR
1	1,055	,042	,969	1,140
2	1,371	,042	1,285	1,456
3	1,027	,042	,942	1,113

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 30 CALCULOS DE MEDIAS ESTIMADAS MARGINALES A LOS 21 DIAS DE ENSAYO. TRATAMIENTOS\*CONCENTRACIONES**

Tratamientos	Concentraciones	Media	Std. Error	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
				LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1	1	1,273	,093	1,083	1,464
	2	1,000	,093	,809	1,191
	3	1,000	,093	,809	1,191
	4	1,000	,093	,809	1,191
	5	1,000	,093	,809	1,191
2	1	1,273	,093	1,083	1,464
	2	1,410	,093	1,219	1,601
	3	1,517	,093	1,326	1,707
	4	1,380	,093	1,189	1,571
	5	1,273	,093	1,083	1,464
3	1	1,000	,093	,809	1,191
	2	1,000	,093	,809	1,191
	3	1,137	,093	,946	1,327
	4	1,000	,093	,809	1,191
	5	1,000	,093	,809	1,191

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 31 CUADRO DE COMPARACION MULTIPLE ENTRE *Tagetes minuta*, *Tagetes terniflora*, *Tagetes zipaquirensis* A LOS 21 DIAS DE ENSAYO**

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Std. Error	Sig.	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
					LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1	2	-,3160(*)	,05904	,000	-,4616	-,1704
	3	,0273	,05904	,889	-,1182	,1729
2	1	,3160(*)	,05904	,000	,1704	,4616
	3	,3433(*)	,05904	,000	,1978	,4889
3	1	-,0273	,05904	,889	-,1729	,1182
	2	-,3433(*)	,05904	,000	-,4889	-,1978

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 32 CUADRO DE COMPARACION MULTIPLE ENTRE CONCENTRACIONES A LOS 21 DIAS DE ENSAYO**

(I) Concentraciones	(J) Concentraciones	Diferencia de medias (I-J)	Std. Error	Sig.	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
					LIMITE INFERIOR	LIMITE INFERIOR
1	2	,0456	,07622	,974	-,1755	,2666
	3	-,0356	,07622	,990	-,2566	,1855
	4	,0556	,07622	,948	-,1655	,2766
	5	,0911	,07622	,754	-,1300	,3122
2	1	-,0456	,07622	,974	-,2666	,1755
	3	-,0811	,07622	,823	-,3022	,1400
	4	,0100	,07622	1,000	-,2111	,2311
	5	,0456	,07622	,974	-,1755	,2666
3	1	,0356	,07622	,990	-,1855	,2566
	2	,0811	,07622	,823	-,1400	,3022
	4	,0911	,07622	,754	-,1300	,3122
	5	,1267	,07622	,472	-,0944	,3478
4	1	-,0556	,07622	,948	-,2766	,1655
	2	-,0100	,07622	1,000	-,2311	,2111
	3	-,0911	,07622	,754	-,3122	,1300
	5	,0356	,07622	,990	-,1855	,2566
5	1	-,0911	,07622	,754	-,3122	,1300
	2	-,0456	,07622	,974	-,2666	,1755
	3	-,1267	,07622	,472	-,3478	,0944
	4	-,0356	,07622	,990	-,2566	,1855

FUENTE: XIMENA BALDEON

**ANEXO N° 33 FOTOGRAFÍAS DEL ENSAYO**



**FOTOGRAFÍA N° 10 EQUIPO DE OBTENCIÓN Y DE ACEITES ESENCIALES**



**FOTOGRAFÍA N° 11 CARBOFURAN 4F Insecticida Nematicida sistémico**



**FOTOGRAFÍA N° 12 OBTENCIÓN DE LAS LARVAS DE *Premnotypes vorax***



**FOTOGRAFÍA N° 13 ESTERILIZACIÓN DE MATERIALES**