



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**



**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

**CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA**

---

**“Formulación, Caracterización Fitoquímica y Físicoquímica, y Dosificación de Insecticidas Orgánicos para el control de Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de Fréjol (*Phaseolus vulgaris*, L.)”**

---

Trabajo de Investigación (Graduación). Modalidad: Trabajo Estructurado de Manera Independiente (TEMI) presentado como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniera Bioquímica otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

**AUTOR:** Silvia Viviana Vargas Guevara

**TUTOR:** Dr Ramiro Velasteguí, PhD

**Ambato – Ecuador**

**2013**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema: **“Formulación, Caracterización Fitoquímica y Físicoquímica, y Dosificación de Insecticidas Orgánicos para el control de Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de Fréjol (*Phaseolus vulgaris, L.*)”** de la estudiante: Silvia Viviana Vargas Guevara alumna de la Carrera de Ingeniería Bioquímica considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado.

Ambato, Mayo 2013

EL TUTOR

.....

Dr Ramiro Velasteguí, PhD

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Los criterios emitidos en el Trabajo de Investigación “**Formulación, Caracterización Fitoquímica y Fisicoquímica, y Dosificación de Insecticidas Orgánicos para el control de Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de Fréjol (*Phaseolus vulgaris, L.*)**”, corresponden exclusivamente a mi persona como ejecutora de este trabajo de investigación.

Ambato, Mayo 2013

EL AUTOR

.....  
Silvia Viviana Vargas Guevara

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Informe de Investigación, sobre el tema: **“Formulación, Caracterización Fitoquímica y Fisicoquímica, y Dosificación de Insecticidas Orgánicos para el control de Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de Fréjol (*Phaseolus vulgaris, L.*)”**, de la estudiante: Silvia Viviana Vargas Guevara

Ambato, Mayo 2013

Para constancia firman:

.....

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el período de estudio.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mis hermanos que siempre me han ayudado a seguir para cumplir con mis metas y no decaer.

## **AGRADECIMIENTO**

A los Docentes de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Mi más sincero agradecimiento al Dr. Ramiro Velasteguí, PhD, por su paciencia, guía y apoyo absoluto en el desarrollo de la presente investigación.

A una persona muy especial en mi vida que siempre me ha brindado su amor y apoyo incondicional.

A mis amigos que me han acompañado en el trayecto de mi vida estudiantil.

## ÍNDICE

### PÁGINAS PRELIMINARES

Tema	i
Aprobación del tutor	ii
Autoría	iii
Aprobación del tribunal de grado	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice	vii
Resumen	xviii

### INTRODUCCIÓN

#### CAPÍTULO I

##### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1	Tema de Investigación	1
1.2	Planteamiento del Problema	1
1.2.1	Contextualización	2
1.2.1.1	Macro	2
1.2.1.2	Meso	2
1.2.1.3	Micro	3
1.2.2	Análisis Crítico	4
1.2.3	Prognosis	5
1.2.4	Formulación del Problema	5
1.2.5	Preguntas Directrices	7
1.2.6	Delimitación	7
1.3	Justificación	7
1.4	Objetivos	9
1.4.1	Objetivo General	9
1.4.2	Objetivos Específicos	9

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1	Antecedentes Investigativos	10
2.2	Fundamentación Filosófica	12
2.3	Fundamentación Legal	13
2.4	Categorías Fundamentales	16
2.4.1	Marco Conceptual de la Variable Independiente	17
2.4.1.1	Insecticidas	17
2.4.1.2	Clasificación	17
2.4.1.3	Ejemplos de especies vegetales usados como insecticidas	21
2.4.1.4	Métodos para la elaboración de extractos vegetales	23
2.4.1.5	Análisis Físicoquímico y Fitoquímico	25
2.4.1.6	Problemas planteados por el desarrollo de los plaguicidas	26
2.4.2	Marco Conceptual de la Variable Dependiente	26
2.4.2.1	Fréjol	26
2.4.2.2	Plagas presentes en el Fréjol	27
2.4.2.2.1	Mosca Blanca	27
2.4.2.2.1.1	Generalidades	27
2.4.2.2.1.2	Especies más comunes de mosca blanca	28
2.4.2.2.1.3	Morfología	29
2.4.2.2.1.4	Modo de acción de la mosca blanca	31
2.4.2.2.1.5	Control de la mosca blanca	32
2.5	Hipótesis	36
2.5.1	Hipótesis de Investigación	36
2.5.2	Hipótesis Alternativa	36
2.5.3	Hipótesis Nula	36
2.6	Señalamiento de Variables	36
2.6.1	Variable Independiente	36
2.6.2	Variable Dependiente	36



## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

3.1	Enfoque	37
3.2	Modalidad Básica de la Investigación	37
3.3	Nivel o Tipo de Investigación	38
3.4	Población y Muestra	39
3.4.1	Población	39
3.4.2	Muestra	39
3.5	Operacionalización de Variables	41
3.6	Recolección de Información	43
3.6.1	Técnicas de Recolección de Datos	43
3.6.2	Materiales y Métodos	43
3.6.2.1	Ubicación	43
3.6.2.2	Materiales	43
3.6.2.3	Métodos	45
3.6.2.3.1	Realización del estudio tipo screening para la determinación de las especies más promisorias en el control de mosca blanca	45
3.6.2.3.2	Selección de los extractos vegetales más efectivos para el control de mosca blanca	47
3.6.2.3.3	Factores en estudio	50
3.6.2.3.4	Especificaciones del manejo de la investigación	52
3.6.2.3.5	Tratamientos	53
3.6.2.3.6	Análisis estadístico	57
3.6.2.3.6.1	Diseño experimental y número de repeticiones	57
3.6.2.3.6.2	Análisis de varianza	58
3.6.2.3.6.3	Análisis funcional	60
3.6.2.3.6.4	Características del experimento	60
3.6.2.3.6.5	Unidades experimentales	60
3.6.2.3.6.6	Respuesta experimental	61

3.6.2.3.7	Caracterización fisicoquímica y fitoquímica de los insecticidas seleccionados	61
3.6.1.3.8	Factibilidad económica de los insecticidas elaborados a base de extractos vegetales en comparación con insecticidas comerciales	63
3.7	Procesamiento y Análisis	64

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1	Análisis de los resultados	65
4.1.1	Realización del estudio tipo “screening” en el cultivo de fréjol con extractos vegetales que poseen actividad insecticida sobre mosca blanca	65
4.1.1.1	Determinación de los vegetales más promisorios para el control de mosca blanca	65
4.1.2	Ensayos para el control de mosca blanca	66
4.1.2.1	Extracto de salvia	66
4.1.2.2	Extracto de eucalipto	67
4.1.2.3	Extracto de diefembaquia	68
4.1.2.4	Extracto de albahaca	68
4.1.2.5	Extracto de romero	69
4.1.3	Determinación del mejor tratamiento para el control de mosca blanca	69
4.1.4	Caracterización Fisicoquímica y Fitoquímica de los insecticidas seleccionados	72
4.1.5	Factibilidad económica de los insecticidas elaborados a base de extractos vegetales en comparación con insecticidas comerciales	74
4.2	Interpretación de datos	75

4.2.1	Realización del estudio tipo “screening” en el cultivo de fréjol con extractos vegetales que poseen actividad insecticida sobre mosca blanca	75
4.2.1.1	Determinación de los vegetales más promisorios para el control de mosca blanca	76
4.2.2	Ensayos para el control de mosca blanca	76
4.2.2.1	Extracto de salvia	76
4.2.2.2	Extracto de eucalipto	77
4.2.2.3	Extracto de diefembaquia	78
4.2.2.4	Extracto de albahaca	79
4.2.2.5	Extracto de romero	79
4.2.3	Determinación del mejor tratamiento para el control de mosca blanca	80
4.2.4	Caracterización Físicoquímica y Fitoquímica de los insecticidas seleccionados	82
4.2.5	Factibilidad económica de los insecticidas elaborados a base de extractos vegetales en comparación con insecticidas comerciales	92
4.3	Verificación de Hipótesis	93

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1	Conclusiones	94
5.2	Recomendaciones	96

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

6.1	Datos Informativos	98
6.2	Antecedentes de la Propuesta	99
6.3	Justificación	100
6.4	Objetivos	101

6.4.1	Objetivo General	101
6.4.2	Objetivos Específicos	101
6.5	Análisis de Factibilidad	102
6.6	Fundamentación	104
6.6.1	Bioinsecticidas	104
6.6.2	Métodos de extracción de metabolitos	104
6.6.3	Interacciones químicas entre extractos vegetales	105
6.7	Metodología	106
6.8	Administración	107
6.9	Previsión de la Evaluación	108

## **MATERIALES DE REFERENCIA**

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1.</b> Etapa I: Realización del “screening” para la determinación de extractos vegetales más promisorios	50
<b>Tabla N° 2.</b> Etapa II: Aplicación de los extractos más promisorios en el cultivo de fréjol	51
<b>Tabla N° 3.</b> Plantas utilizadas para la elaboración de insecticidas	52
<b>Tabla N° 4.</b> Tratamientos aplicados en el estudio tipo screening	53
<b>Tabla N° 5.</b> Tratamientos aplicados en la Etapa II del experimento	54
<b>Tabla N° 6.</b> ANOVA de la etapa I	58
<b>Tabla N° 7.</b> ANOVA de la etapa II	59
<b>Tabla N° 8.</b> Metabolitos secundarios presentes en los vegetales analizados (hojas) para el control de mosca blanca	74
<b>Tabla N° 9.</b> Recursos para la evaluación de combinaciones de extractos vegetales	103
<b>Tabla N° 10.</b> Modelo Operativo (Plan de acción)	106
<b>Tabla N° 11.</b> Administración de la Propuesta	107
<b>Tabla N° 12.</b> Previsión de la Evaluación	108

### ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Árbol de Problemas	4
<b>Gráfico 2.</b> Inclusión de variables	16
<b>Gráfico 3.</b> <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	28
<b>Gráfico 4.</b> <i>Bemisia tabaci</i>	29
<b>Gráfico 5.</b> Ciclo de vida de la mosca blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> )	30
<b>Gráfico 6.</b> Tabla internacional de colores	62
<b>Gráfico 7.</b> Resumen del Análisis Fitoquímico	91

## ANEXOS

### **ANEXO A. TABLAS DE RESULTADOS**

- Tabla A-1.** Número inicial de moscas presentes en cada etapa
- Tabla A-2.** Etapa I. Estudio exploratorio tipo “Screening”
- Tabla A-3.** Análisis Fisicoquímico de los insecticidas orgánicos del estudio tipo screening.
- Tabla A-4.** Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de Albahaca obtenido mediante el método de arrastre de vapor.
- Tabla A-5.** Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de Albahaca obtenido mediante el método de decocción.
- Tabla A-6.** Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de Albahaca obtenido mediante el método de infusión.
- Tabla A-7.** Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de diefembaquia obtenido mediante el método de arrastre de vapor
- Tabla A-8.** Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de diefembaquia obtenido mediante el método de decocción.
- Tabla A-9.** Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de diefembaquia obtenido mediante el método de infusión.
- Tabla A-10.** Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de eucalipto obtenido mediante el método de arrastre de vapor
- Tabla A-11.** Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de eucalipto obtenido mediante el método de decocción.
- Tabla A-12.** Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de eucalipto obtenido mediante el método de infusión.
- Tabla A-13.** Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de romero obtenido mediante el método de arrastre de vapor.
- Tabla A-14.** Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de romero obtenido mediante el método de decocción.

- Tabla A-15.** Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de romero obtenido mediante el método de infusión.
- Tabla A-16.** Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de salvia obtenido mediante el método de arrastre de vapor.
- Tabla A-17.** Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de salvia obtenido mediante el método de decocción.
- Tabla A-18.** Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de salvia obtenido mediante el método de infusión.
- Tabla A-19.** Etapa II. % de mortalidad de Abbott de los diferentes tratamientos aplicados para el control de mosca blanca.

## **ANEXO B. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

### **TABLAS**

- Tabla B-1.** Análisis de varianza del estudio exploratorio “Screening”
- Tabla B-2.** Prueba de Tukey-FACTOR A para el % de efectividad de los extractos vegetales en el estudio exploratorio “Screening”
- Tabla B-3.** Análisis de la varianza de la Etapa II del experimento
- Tabla B-4.** Prueba de Tukey-FACTOR A para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.
- Tabla B-5.** Prueba de Tukey-FACTOR B para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.
- Tabla B-6.** Prueba de Tukey-FACTOR C para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.
- Tabla B-7.** Prueba de Tukey-INTERACCIÓN A\*B para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.
- Tabla B-8.** Prueba de Tukey-INTERACCIÓN A\*C para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.
- Tabla B-9.** Prueba de Tukey-INTERACCIÓN B\*C para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.

**Tabla B-10.** Prueba de Tukey-INTERACCIÓN A\*B\*C para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.

## **GRÁFICOS**

**Gráfico B-1.** FACTOR A para el % de efectividad de los extractos vegetales en el estudio exploratorio “Screening”

**Gráfico B-2.** FACTOR A para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.

**Gráfico B-3.** FACTOR B para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.

**Gráfico B-4.** FACTOR C para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.

**Gráfico B-5.** INTERACCIÓN A\*B para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.

**Gráfico B-6.** INTERACCIÓN A\*C para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.

**Gráfico B-7.** INTERACCIÓN B\*C para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.

## **ANEXO C. GRÁFICOS DE BARRAS**

**Gráfico C-1.** % efectividad de las 11 especies vegetales para el control de mosca blanca

**Gráfico C-2.** % efectividad para la Interacción A\*B de la etapa II del experimento

**Gráfico C-3.** % efectividad para la Interacción A\*C de la etapa II del experimento

**Gráfico C-4.** % efectividad para la Interacción B\*C de la etapa II del experimento

**Gráfico C-5.** % efectividad de los 45 tratamientos para el control de mosca blanca



## **ANEXO D. FOTOGRAFÍAS**

**Figura D-1.** Pesaje del vegetal para la elaboración del extracto

**Figura D-2.** Método de arrastre de vapor aplicado al eucalipto

**Figura D-3.** Aplicación del método de decocción a las hojas de romero

**Figura D-4.** Aplicación del método de infusión a las hojas de eucalipto

**Figura D-5.** Extractos vegetales utilizados para el estudio tipo screening

**Figura D-6.** Planta de fréjol infestada con mosca blanca

**Figura D-7.** Realización de la siembra de las planta de fréjol

**Figura D-8.** Trampa de captura de mosca blanca para aplicación de los extractos vegetales

**Figura D-9.** Análisis cromatográfico de los extractos analizados

## **ANEXO E. ANÁLISIS FITOQUÍMICO**

**Tabla E-1.** Análisis Fitoquímico de las hojas de albahaca (*Ocimum basilicum*).

**Tabla E-2.** Análisis Fitoquímico de las hojas de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

**Tabla E-3.** Análisis Fitoquímico de las hojas de Romero (*Rosmarinus officinalis*).

**Tabla E-4.** Análisis Fitoquímico de las hojas de Salvia (*Salvia officinalis*).

**Tabla E-5.** Análisis Fitoquímico de las hojas de Diefembaquia (*Dieffenbachia omoena*).

## **ANEXO F. ESTUDIO ECONÓMICO**

**Tabla F-1.** Costos de los materiales directos e indirectos.

**Tabla F-2.** Costos de los equipos utilizados.

**Tabla F-3.** Costos de los servicios básicos.

**Tabla F-4.** Costos de recursos humanos.

**Tabla F-5.** Costos de producción.

**Tabla F-6.** Precios de productos orgánicos comerciales.

## RESUMEN

La presente investigación se enfocó a la formulación, aplicación y caracterización de insecticidas orgánicos para el control de mosca blanca. Para ello se inició aplicando un estudio tipo screening, lo cual fue trascendental ya que a través de él se pudo identificar las especies vegetales más promisorias en el control de esta plaga, siendo éstas, Salvia (*Salvia officinalis*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Diefembaquia (*Dieffenbachia omoena*), Albahaca (*Ocimum basilicum*) y Romero (*Rosmarinus officinalis*), en su orden. Los valores promedio de mortalidad resultantes de este estudio fueron de 35-45%, siendo la salvia una de las mejores especies (45%).

Posteriormente se analizaron tres factores que inciden directamente en el control de esta plaga como son, el tipo de vegetal, el método de preparación y la dosificación. El primer factor que se estudio fue el tipo de vegetal en el cual se analizaron cinco niveles, siendo éstas las especies determinadas en el estudio tipo screening. El segundo factor fue el método de extracción en él se estudiaron la infusión, decocción y arrastre de vapor; y el último factor que se analizó fue la dosificación, el cual presentó tres niveles, siendo éstos, dosis alta, media y baja.

En esta etapa de la investigación se determinó el mejor tratamiento para el control de mosca blanca, resultando ser el más promisorio el extracto de eucalipto por arrastre de vapor a dosis alta con el que se obtuvo un 55% de mortalidad, pero cabe destacar que la decocción de salvia a dosis alta también resultó efectivo pues se consiguió una mortalidad de 53.40% al igual que el extracto de romero por arrastre de vapor a dosis alta con el que se obtuvo un valor de 52.50%.

Se realizó un análisis físico químico de los insecticidas orgánicos elaborados en el estudio tipo screening con la finalidad de identificar la composición cualitativa (identificar sustancias), cuantitativa (determinar su concentración) o ambas. En esta etapa se analizó el pH, color y olor de los insecticidas orgánicos.

Además se caracterizó fitoquímicamente las 5 especies vegetales con mejores efectos de control sobre los sujetos de estudio, observando la presencia de flavonoides en todas las plantas pero la salvia fue la única especie que mostró mayor cantidad de este principio activo. En tanto que la presencia de taninos se observó en el eucalipto, diefembaquia y albahaca. Aceites esenciales presentaron el eucalipto, albahaca y romero, mientras que las sesquiterpenolactonas solo se observó en la diefembaquia. Los terpenoides en cambio se encontraron en la mayoría de especies vegetales a excepción de la albahaca. Las chalconas por su parte estuvieron presentes en todas las especies vegetales pero en poca cantidad. Las cumarinas solo se encontró en la difembaquia y romero pero en pequeñas cantidades. Las quinonas fue el único principio activo ausente en todas las plantas.

Finalmente se aplicó un análisis económico de los extractos investigados, tomando en cuenta los costos para su obtención y caracterización, es decir, se analizó el costo de las especies vegetales, su concentración y análisis fitoquímico aplicado a cada extracto. Este estudio permitió determinar la factibilidad o viabilidad económica del proyecto, cuantificando costos y beneficios de la inversión. A través del análisis económico también se efectuó una comparación con los insecticidas de síntesis química comercialmente utilizados.

## CAPITULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Tema de Investigación

**“Formulación, Caracterización Fitoquímica y Fisicoquímica, y Dosificación de Insecticidas Orgánicos para el control de “Mosca Blanca” (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de Fréjol (*Phaseolus vulgaris*, L.)**

#### 1.2 Planteamiento del problema

La Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*) es una de las plagas más importantes que afectan a los cultivos y plantas ornamentales, siendo uno de los problemas fitosanitarios más importantes del mundo.

Debido a que la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) es una plaga difícil de combatir, el uso de insecticidas químicos se ha convertido en una vía imprescindible para controlarla. Pero la aplicación indiscriminada de ellos ha ocasionado incremento en los costos de producción, eliminación de enemigos naturales, resistencia a los insecticidas, riesgos para la salud de productores y consumidores y contaminación ambiental.

Este insecto ataca a diferentes cultivos de gran importancia alimenticia y económica, uno de ellos es el fréjol, que actúa absorbiendo la savia del floema, lo cual reduce el vigor de la planta, la calidad del producto y disminuye la producción; constituyéndose un limitante para la agricultura a nivel mundial.

## **1.2.1 Contextualización**

### **1.2.1.1 Macro**

Una de las preocupaciones más grandes en el mundo entero por conservar el medio ambiente es la increíblemente enorme cantidad de insecticidas que se emplean tanto en la agricultura como la ganadería.

El desarrollo de plaguicidas químicos ha tenido un profundo efecto en la batalla del hombre contra las plagas, sin embargo no constituyen una panacea para controlar cualquier tipo de plaga; su abuso puede ser antieconómico, provocar graves daños a los ecosistemas y comprometer la salud humana.

Afortunadamente a través de los años se han investigado distintas posibilidades para solucionar el problema y una de las alternativas más factibles ha sido la creación de insecticidas orgánicos que han tomado importancia debido a su efectividad, a su poca contaminación del ambiente, a la facilidad de su preparación y a su bajo costo (Gispert, 2001).

### **1.2.1.2 Meso**

El Ecuador ha sido privilegiado con una gran diversidad de plantas y animales, muchos de ellos endémicos, razón por la que es considerado un país mega diverso; pero las malas prácticas de cultivo y el uso inadecuado de abonos y pesticidas químicos, han provocado una disminución en la productividad de las parcelas campesinas.

La aplicación de insecticidas de síntesis y el uso indiscriminado de los mismos ha conllevado a graves problemas de contaminación ambiental, residuos no admisibles tanto en la planta como en el suelo (Lagos, 2009).

La Agricultura Orgánica ha surgido como una alternativa para un mejor desarrollo del sector agrícola del país y una parte importante de este ámbito es el empleo de extractos vegetales propios de cada sector que pueden disminuir el uso de agroquímicos, cada vez más caros, más concentrados, y peligrosos, cuyo uso continuo ha provocado una mayor resistencia en los insectos y enfermedades, y ha eliminado a los enemigos naturales de las plagas (Ramón & Rodas, 2007).

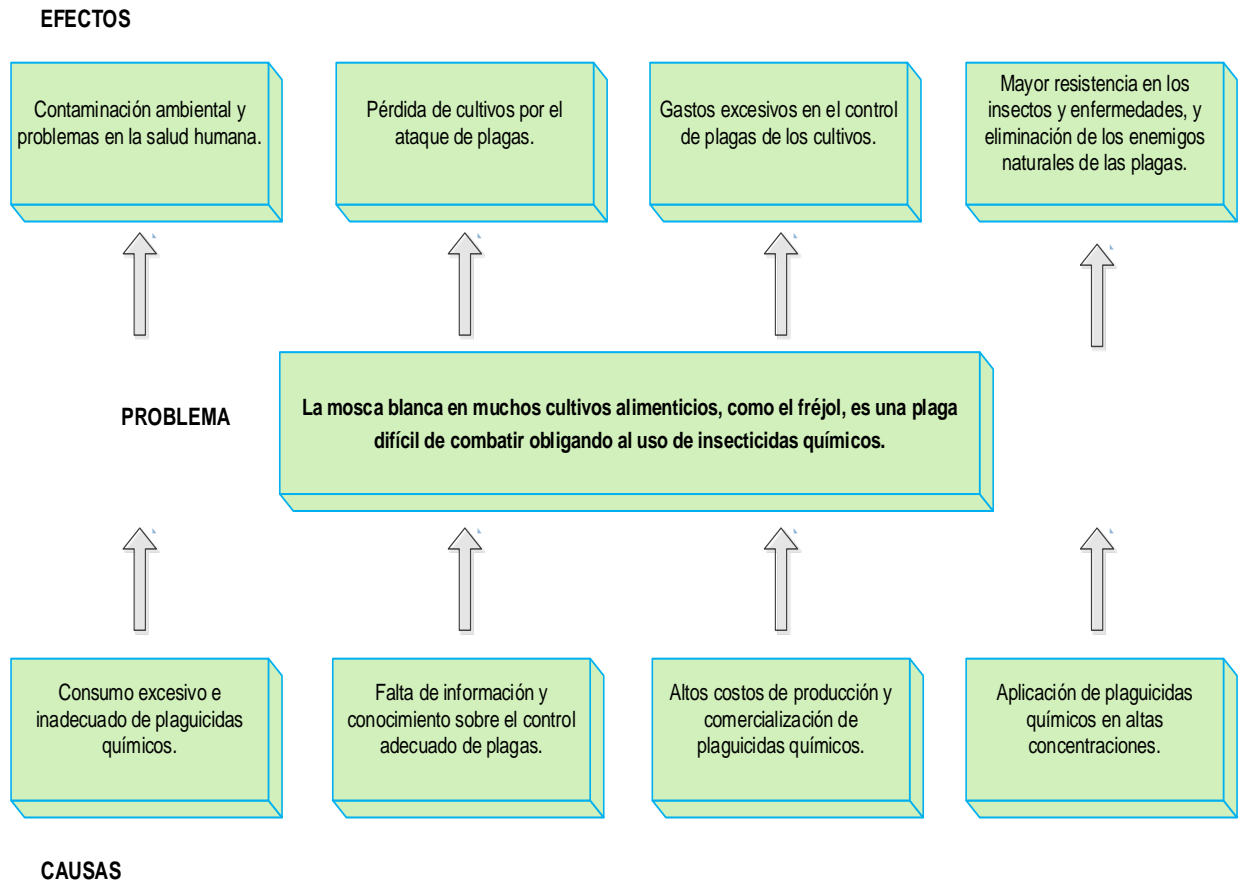
Pero el porcentaje de productores que aplican este tipo de agricultura en el país es relativamente bajo, el desconocimiento de sus cualidades y la carencia de elementos de juicio que les permita establecer los costos en los que se incurren en la elaboración de los mismos han limitado su uso (González & Vallejo, 2008).

### **1.2.1.3 Micro**

En la provincia de Tungurahua también se manifiesta el problema de los productos químicos industriales, agroquímicos y plaguicidas, con su manejo inadecuado; la falta de información y capacitación; la carencia de materiales de protección y la contaminación ambiental. Por ello la agricultura orgánica ha sido una buena alternativa para la solución de este problema sobre todo para el control de plagas que afectan a muchos productos de consumo diario como es el frejol, el cual es atacado principalmente por “Mosca Blanca” que retardan el desarrollo del cultivo disminuyendo las pérdidas de producto y por tanto afectando la calidad del mismo.

Los sistemas de producción orgánica se basan en normas de producción específicas y precisas cuya finalidad es lograr agro ecosistemas que sean sostenibles desde el punto de vista social, ecológico y económico (Moposita, 2010).

## 1.2.2 Análisis crítico



**Gráfico 1. Árbol de problemas**  
**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

En la presente investigación se aplicó un manejo adecuado de una plaga muy importante que afecta al cultivo de fréjol, la Mosca Blanca”, a través de la utilización de insecticidas orgánicos; que mediante un análisis fitoquímico y la aplicación de diferentes dosis permitió controlar adecuadamente este tipo de plaga, minimizando los costos de producción, logrando así generar productos de mejor calidad, más económicos y sin provocar ningún impacto ambiental.

### **1.2.3 Prognosis**

La Agricultura ecológica u orgánica es un sistema de vital importancia que fomenta y mejora la salud del agro ecosistema y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Por tal razón la falta de investigación sobre este tema y en especial sobre los insecticidas orgánicos iba a intensificar diferentes problemas que a diario sufre el área agrícola, pues se continuaría con el uso irracional de agroquímicos que provocan la aparición de plagas, enfermedades y malezas más abundantes y resistentes, incrementan la salinidad y agotamiento del suelo, disminuyen la producción, además de inducir a un grave impacto ambiental y problemas en la salud humana. A través de esta investigación también se benefició al componente económico ya que, al tratarse de productos naturales, no requieren industrialización alguna que encarezca su costo; pero al no llevarse a cabo el estudio, los costos para el control de problemas fitosanitarios iban a aumentar.

### **1.2.4 Formulación del problema**

La presente investigación se dedicó a la “Formulación, Caracterización Físicoquímica y Fitoquímica y Dosificación de Insecticidas Orgánicos para el control de “Mosca Blanca” (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de Fréjol (*Phaseolus vulgaris*, L.)”, con el fin de controlar el uso excesivo de los pesticidas químicos que ha dado lugar a considerables problemas, entre ellos el desarrollo de plagas resistentes a los productos químicos utilizados para su control, la destrucción de los enemigos naturales de las plagas, la expansión de las poblaciones de especies que antes no se consideraban plagas, la presencia de residuos indeseables y otros efectos ambientales perjudiciales.



Aunque la agricultura intensiva actual se basa sobre todo en el uso de plaguicidas químicos como método de defensa de los cultivos y para asegurar las cosechas, hay que considerar las consecuencias que se derivan de su utilización. Los plaguicidas son sustancias biológicamente activas y tóxicas para muchos seres vivos, por lo que de su empleo excesivo se generan numerosos riesgos, tanto para las personas que se hallan en su área de acción como para el medio ambiente.

Por otro lado, cada día se hace más difícil la lucha contra los insectos dañinos para los cultivos, su poder de multiplicación y su capacidad de adaptarse y resistir a los insecticidas han provocado un aumento de los productos químicos utilizados para su control. Como resultado, existe el peligro de entrar en una espiral de mayor uso indiscriminado que aumente la contaminación sin ofrecer los resultados deseados; es así que desde el punto de vista preventivo y remedial, la lucha química (plaguicidas) es uno de los métodos más efectivos que posee el hombre para defenderse de sus enemigos, debido a que produce beneficios a corto plazo. Sin embargo este método de lucha, aplicado indiscriminadamente o por su efecto acumulativo provoca diversos impactos negativos, es por tal razón que la Agricultura Orgánica aparece como una propuesta alternativa para el desarrollo eficiente del sector agrícola del país sin efectos adversos.

Además el mercado internacional se vuelve cada vez más riguroso al momento de escoger los productos ya que no solo exigen productos de buenas características sino también la implementación de métodos amigables con el medio ambiente. Es por ello que el control de las plagas, es necesario para permitir a la industria agropecuaria obtener el máximo rendimiento de sus cultivos o explotaciones, bajo el criterio de un costo - beneficio económico y ecológico saludable.

## **1.2.5 Preguntas directrices**

- 1.2.5.1 ¿Qué extractos vegetales analizados en el screening presentaron actividad insecticida sobre la mosca blanca en el cultivo de fréjol?
- 1.2.5.2 ¿Cuál fue el mejor tratamiento para el control de mosca blanca?
- 1.2.5.3 ¿Cuál fue la composición fisicoquímica y fitoquímica de los insecticidas seleccionados?
- 1.2.5.4 ¿Cuál fue la factibilidad económica de los insecticidas elaborados a base de extractos vegetales en comparación con los insecticidas comerciales?

## **1.2.6 Delimitación**

**Área:** Biotecnología

**Sub-área:** Agroecología

**Sector:** Manejo Agroecológico de Plagas

**Sub-sector:** Mosca Blanca en Fréjol

**Temporal:** Julio 2011 a Marzo 2013

**Espacial:** El trabajo de investigación fue realizado en el sector de Huachi Chico (Ambato-Tungurahua). El análisis fisicoquímico se llevó a cabo en el laboratorio de Química Orgánica de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, y el análisis fitoquímico en la Escuela de Ciencias de la Escuela Politécnica de Chimborazo (Laboratorio Jatper).

## **1.3 Justificación**

El fréjol es uno de los cultivos más importantes en varias regiones del país, especialmente en climas fríos, medios y en zonas de economía campesina. Este es un grano elemental en la dieta alimenticia de la población rural y urbana de nuestro país y del mundo.

Contiene una fuente importante de proteínas (22-30%), carbohidratos, vitaminas y minerales, constituyéndose uno de los alimentos más completos y de bajo costo que últimamente está ganando la preferencia de los estratos de mayores recursos y generando también una fuente de ingresos económicos a miles de agricultores.

Pero el cultivo de fréjol en el Ecuador requiere de dosis altas de fertilizantes y plaguicidas, por lo que es imperativa la búsqueda de nuevos métodos de producción agronómica y económicamente sustentables para proteger el entorno. Es por ello que la Agricultura Orgánica aparece como una propuesta alternativa para el desarrollo eficiente del sector agrícola del país, ya que éste se enfoca en proporcionar un medio ambiente limpio y balanceado, potenciar la capacidad productiva y fertilidad natural de los suelos, optimizar el reciclaje de los nutrientes y el control natural de plagas y enfermedades, un ejemplo de esto son los insecticidas orgánicos cuya acción principal es disminuir el efecto dañino que puedan proporcionar las diferentes clases de insectos que atacan los cultivos; ya sea hortalizas, granos básicos y cultivos no tradicionales, pero sin ningún efecto adverso al medio ambiente.

El uso de extractos de plantas como plaguicidas, comúnmente llamados plaguicidas botánicos u orgánicos, es considerado un método de manejo de plagas tradicional o indígena en los países en desarrollo de América Latina y el Caribe.

Los extractos acuosos y preparaciones secas de semillas, hojas, corteza y raíces mezcladas para eliminar plagas son también una extensión satisfactoria de una rica tradición cultural de medicinas basadas en plantas para el tratamiento de enfermedades humanas y animales.

Los plaguicidas naturales presentan diversas ventajas que permiten resolver problemas fitosanitarios de gran relevancia en los cultivos agrícolas, ya que al ser de origen natural no causan ningún daño al medio ambiente ni a la salud humana, además que se mejoraran los procesos productivos, la calidad del producto y se obtiene una mayor rentabilidad de los cultivos.

La finalidad de esta investigación fue controlar una plaga muy importante en el cultivo de Fréjol, la Mosca Blanca, mediante la aplicación de tecnologías amigables con el medio ambiente como es el uso de insecticidas orgánicos.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

1.4.1.1 Realizar un trabajo de investigación relacionado a la formulación, caracterización fitoquímica y dosificación de Insecticidas Orgánicos para el control de “Mosca Blanca” (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de Fréjol (*Phaseolus vulgaris*, L.)”

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

1.4.2.1 Aplicar un estudio tipo “screening” en el cultivo de fréjol con extractos vegetales que posean actividad insecticida sobre mosca blanca.

1.4.2.2 Determinar el mejor tratamiento para el control de mosca blanca probando el tipo de vegetal, metodología y dosificación.

1.4.2.3 Caracterizar fisicoquímica y fitoquímicamente los extractos vegetales más promisorios.

1.4.2.4 Establecer la factibilidad económica de los insecticidas elaborados a base de extractos vegetales en comparación con insecticidas comerciales.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes Investigativos**

Hace cuatro décadas aproximadamente, los antiguos agricultores no utilizaban los agroquímicos en el campo, y la producción de los cultivos era muy buena, además los productos que se obtenían poseían un sabor mejor que los actuales. Además que en épocas anteriores no existían plagas ni enfermedades como las hay ahora, y por lo tanto no había la necesidad de aplicar agroquímicos. Es por ello que el uso de medios orgánicos para controlar el ataque de insectos plagas que dañan las cosechas de los agricultores, aparece una alternativa razonable y viable, de fácil aplicación y sin resultados nocivos posteriores para los cultivos, la salud humana ni en el medio ambiente en general (León, 2007).

El hombre ha dependido y depende del consumo directo de las plantas tanto vegetales, cultivos, cereales como de la obtención de sus productos. Anualmente, una tercera parte de la producción de alimentos se ve destruida por pestes de cultivos y productos almacenados, por lo cual se hace imprescindible el estudio de nuevas vías de control de plagas. Las plantas producen más de 100.000 sustancias de bajo peso molecular conocidas como metabolitos secundarios, los cuales son no-esenciales en el proceso metabólico básico. Semejante diversidad química es consecuencia del proceso evolutivo que ha llevado a la selección de especies con mejores defensas contra el ataque microbiano, o la predación de insectos y animales (Maggi, 2004).

Una forma de protección de los cultivos es el método de control natural que recurre a los principios activos (químicos) existentes en algunos vegetales que tienen propiedades insecticidas y o fungicidas con bajos niveles de residualidad, los mismos que se aplican a los cultivos mediante diluciones en agua o en espolvoraciones. Entre estos vegetales insecticidas y fungicidas encontramos al neem, barbasco, ají, ajo, cola de caballo, tabaco, piñón, entre otros (Encarnación & Fernández, 2006).

Nuestro agroecosistema permite encontrar una gran variedad de plantas aromáticas, medicinales, hortalizas, leguminosas y hasta malezas que por metabolitos secundarios que poseen, presentan características que les permite atraer o rechazar insectos, favorecer o desfavorecer condiciones de desarrollo de otras plantas o cultivos, prevenir plagas y enfermedades. Estas interacciones nos permiten seleccionar las plantas adecuadas a un propósito específico de control de los cultivos (Solario & Moya, 1997).

El factor de riesgo prevalente en la producción florícola en el Ecuador, aunque por cierto no el único, es el uso intensivo de plaguicidas. Una de las alternativas más viables en este caso, es la agricultura orgánica, la cual busca el desarrollo de una agricultura eficiente y sustentable, priorizando la perpetuación de una población sana y la conservación de los fundamentos de la vida, mediante la aplicación de técnicas amigables con el medio ambiente, donde los peligrosos agroquímicos sintéticos contaminantes sean descartados definitivamente para el control de plagas y enfermedades. Una de estas alternativas es el control de plagas y enfermedades mediante el empleo de extractos vegetales. Ya que en la naturaleza existe una gama muy amplia de plantas que producen una diversidad de metabolitos secundarios con características que les permiten actuar como antagonistas de patógenos bióticos y de plagas (Neira, 2010).

Los productos naturales provenientes de una gran variedad de plantas, actúan inhibiendo, repeliendo, disuadiendo o eliminando insectos plagas de distinto tipo (rastreros, voladores, chupadores, defoliadores, etc.) como así también estimulando procesos vitales de los cultivos para fortalecerlos y así protegerse de los ataques de las distintas pestes. Un claro ejemplo de esto, es el ajo y la cebolla que posee un alto poder insecticida que puede ser utilizado en cualquier tipo de cultivo (Sánchez, 2002).

Hoy en día, en el Ecuador se han trabajado con microorganismos eficientes que producen sustancias nocivas a determinadas plagas y agentes causantes de enfermedades, así mismo, se está trabajando con otras fuentes de microorganismos y organismos vegetales, donde en esta última las plantas medicinales juegan un rol importante para la elaboración de nuevos plaguicidas, ya que contienen sustancias nocivas para plagas. Se ha considerado a la sábila por contener antraquinonas que es una sustancia con propiedades bactericidas, fungicida e insecticida (Mestanza & Jaramillo, 2005).

A pesar de las innumerables investigaciones que se han realizado a nivel mundial acerca del control de plagas mediante insecticidas orgánicos, en nuestro país existen escasos estudios sobre la aplicación de este tema en la agricultura.

## **2.2 Fundamentación Filosófica**

La presente investigación estuvo dedicada al control de Mosca Blanca en el cultivo de Fréjol mediante el uso de insecticidas orgánicos, pues en los últimos años ha existido un crecimiento excesivo de productos químicos que se han aplicado en los cultivos provocando diversos aspectos negativos. Los productos sintéticos destinados a controlar plagas y enfermedades en los vegetales han tenido un rol muy marcado en el incremento de la producción agrícola.

Sin embargo el uso continuo e indiscriminado de estas sustancias, no sólo ha causado enfermedades y muertes por envenenamiento a corto y largo plazo, sino también ha afectado al medio ambiente, acumulándose por bioconcentración en los distintos eslabones de la cadena alimenticia, en el suelo y en el agua. Debido a esto, el uso de métodos orgánicos para la protección natural de los cultivos brinda una solución viable y eficaz para el control de estos problemas (Bonifaz, 2010).

Por tal motivo a este estudio se le designó un paradigma positivista debido a que permite explicar, predecir y controlar fenómenos. Este paradigma persigue cuatro ideales que interactúan en la metodología científicista como entes reguladores, la objetividad, primacía del método, la verdad y el progreso (Páez, 2008). Se consideró este paradigma debido a que el método asociado a éste es el cuantitativo el mismo que se basa en la medición penetrante y controlada de la investigación por medio del cual se va a validar la composición química de los insecticidas orgánicos (Páez, 2008).

## **2.3 Fundamentación legal**

### **CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR**

#### **Título II. Derechos.**

#### **Capítulo segundo - Derechos del buen vivir. Sección segunda - Ambiente sano.**

**Art. 15.-** El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.



Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

## **TÍTULO VI. RÉGIMEN DE DESARROLLO**

### **Capítulo primero - Principios generales**

**Art. 278.-** Para la consecución del buen vivir, a las personas y a las colectividades, y sus diversas formas organizativas, les corresponde:

- Producir, intercambiar y consumir bienes y servicios con responsabilidad social y ambiental.

### **Capítulo tercero - Soberanía alimentaria**

**Art. 281.-** La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente. Para ello, será responsabilidad del Estado:

1. Fortalecer la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas y orgánicas en la producción agropecuaria.
2. Prevenir y proteger a la población del consumo de alimentos contaminados o que pongan en riesgo su salud o que la ciencia tenga incertidumbre sobre sus efectos.

## **Título VII. RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR**

### **Capítulo primero - Inclusión y Equidad. Sección octava - Ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales.**

**Art. 396.-** El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

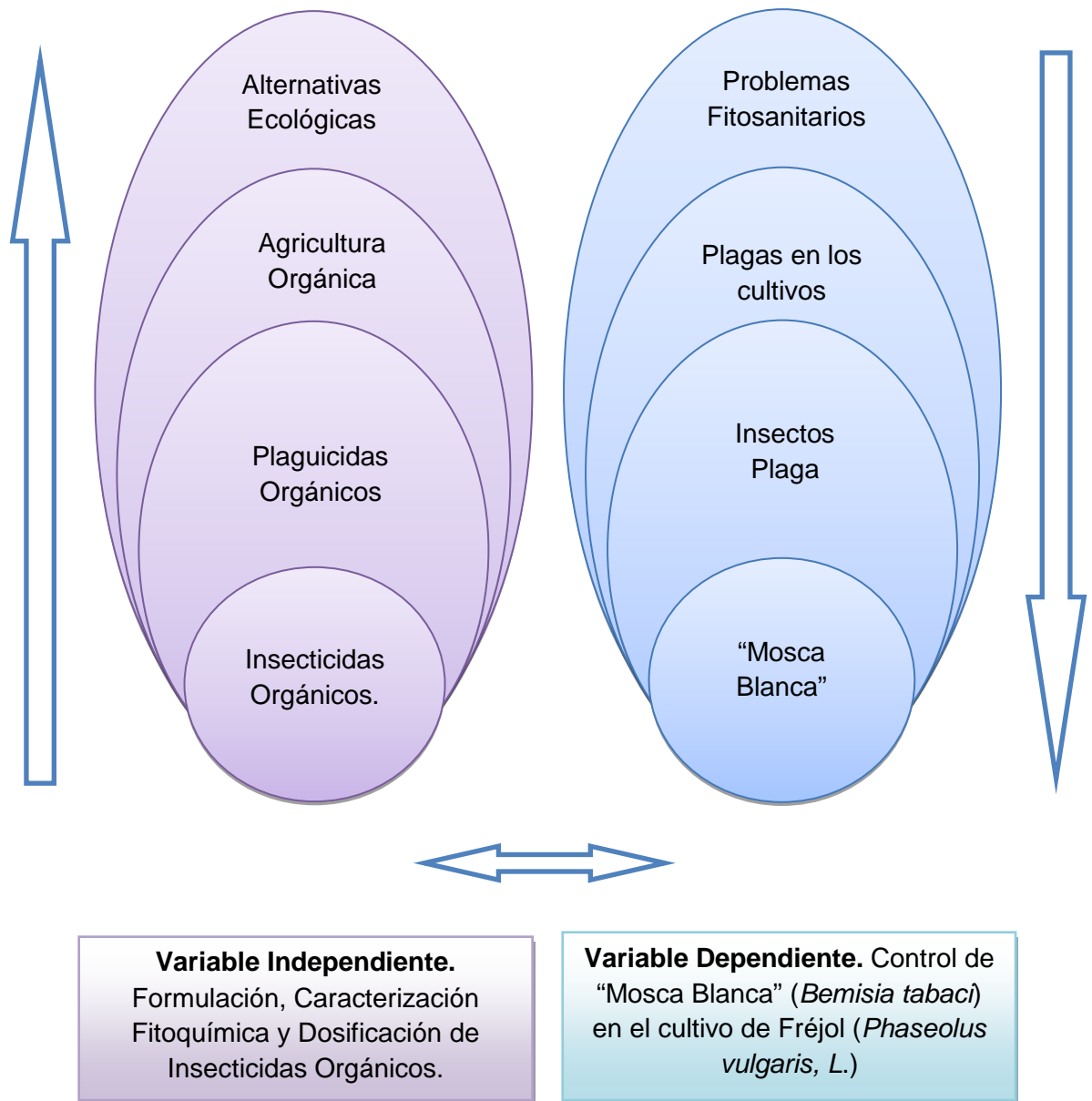
La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

### **Capítulo segundo - Biodiversidad y recursos naturales. Sección séptima - Biosfera, ecología urbana y energías alternativas**

**Art. 413.-** El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

## 2.4 Categorías Fundamentales



**Gráfico 2.** Inclusión de variables  
**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

## **2.4.1 Marco Conceptual de la Variable Independiente**

### **2.4.1.1 Insecticidas**

Un insecticida, es un producto fitosanitario utilizado para controlar insectos (Insecta, en latín, literalmente "cortado en medio", basado en la observación directa de la simetría bilateral de los mismos), generalmente por la inhibición de enzimas. Estos son de tipo de biocida. Los biocidas pueden ser sustancias químicas sintéticas, naturales, de origen biológico o de origen físico que están destinados a destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer un control de otro tipo sobre cualquier organismo. Los insecticidas son importantes para el control de plagas de insectos en la agricultura o para eliminar todos aquellos que afectan la Salud humana y animal (Gladstone & Hruska, 2003).

### **2.4.1.2 Clasificación.**

#### **1. Insecticidas Biorracionales.**

Se incluyen en este grupo a una gama de productos insecticidas que tienen una acción fisiológica propia para cada insecto y que no se obtienen por síntesis química.

- **Biológicos:** Están compuestos por organismos vivos o sus derivados que son aplicados o liberados en gran número o grandes cantidades dentro de una población de plagas con propósitos de control inmediato. Un plaguicida biológico puede consistir de grandes cantidades de un parasitoide o depredador para control de insectos o ácaros, o de un herbívoro para el control de maleza, un extracto botánico, o un microbio vivo o muerto tal como bacteria, hongo, o virus de insecto (Gladstone & Hruska, 2003).

- **Microbianos:** son insecticidas cuyo ingrediente activo es un microorganismo vivo o su derivado. Los plaguicidas microbianos causan enfermedades en insectos, malezas, ácaros o nemátodos o los eliminan a través de toxinas liberadas por el microbio. Cuatro grupos de microorganismos, hongos, bacterias, protozoos y virus y un grupo de organismos más grandes agrupados con ellos, los nemátodos no parasitarios de plantas, se utilizan en los insecticidas microbianos (Gladstone & Hruska, 2003).

## 2. Insecticidas Botánicos, Vegetales u Orgánicos

El uso de extractos de plantas como plaguicidas, comúnmente llamados plaguicidas botánicos u orgánicos, es considerado un método de manejo de plagas tradicional o indígena en los países en desarrollo de América Latina y el Caribe. Los extractos acuosos y preparaciones secas de semillas, hojas, corteza y raíces mezcladas en la finca para eliminar plagas son también una extensión satisfactoria de una rica tradición cultural de medicinas basadas en plantas para el tratamiento de enfermedades humanas y animales (Gladstone & Hruska, 2003).

Los principales compuestos aislados de plantas usadas desde hace mucho tiempo para fines insecticidas son:

**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 (Maggi, 2004).

**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 (Maggi, 2004).

**Nicotina.** La nicotina es un alcaloide derivado de plantas de la familia Solanaceae, especialmente tabaco (*Nicotiana tabacum*). Sus propiedades insecticidas 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 (Maggi, 2004).

**Riania.** Este compuesto se obtiene de los tallos y raíces de una planta originaria de América del Sur conocida como *Rianias peciosa* (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 (Maggi, 2004).

**Azadiractina.** Este compuesto es un tetraterpenoide característico de la familia Meliaceae 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 cuando se aplican extractos. En el extracto se han identificado alrededor de 18 compuestos entre los que destacan salanina, meliantrol y azadiractina que es el que se encuentra en mayor concentración. Muestra acción antialimentaria, reguladora del crecimiento, inhibidora de la oviposición y esterilizante (Maggi, 2004).

**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. Estas sustancias no se pueden usar en el exterior porque se degradan con relativa facilidad por acción de la luz y del calor. Para aumentar su efectividad como insecticidas los preparados comerciales de piretrinas se acompañan de sustancias sinérgicas como el butóxido de piperonilo y el sulfóxido de piperonilo. Estos compuestos atacan tanto el sistema nervioso central como el periférico lo que ocasiona descargas repetidas, seguidas de convulsiones (Maggi, 2004).

### 2.4.1.3 Ejemplos de especies vegetales usados como insecticidas

**Albahaca** (*Ocimum basilicum*). Los principios activos de la albahaca son: estregol, linalol, leneol, alcanfor. La albahaca tiene propiedades repelentes, insecticidas, acaricidas e inhibidoras de crecimiento, por lo que controla áfidos, pulgones, polillas, araña roja y moscas, entre otros insectos (León, 2007).

**Salvia** (*Salvia officinalis*). Planta melífera. Principios activos: boreol, cineol, tuyona. Rechaza la mosca blanca en diferentes cultivos y pulgas y otros insectos voladores (León, 2007).

**Falsa acacia** (*Robinia pseudoacacia*). Árbol de flores tremendamente melíferas. Las hojas machacadas, mezcladas con azúcar atraen y matan a las moscas (León, 2007).

**Ortiga** (*Urtica sp.*). Principios activos: serotonina, histamina, filosterina. Acelera la descomposición de la materia orgánica para la formación del compost con el cual se estimula el crecimiento de las plantas y controla orugas y pulgones (León, 2007).

**Cola de Caballo** (*Equisetum arvense*). Es eficaz para controlar en diferentes cultivos insectos chupadores de hojas. Posee principios activos como: campesterol, equisetrina, equisetonina, tiamicina, alcaloides, aminoácidos, ácidos y minerales (León, 2007).

**Hierbabuena** (*Mentha piperita*). Principio activo: mentol, cíñelo. Es una planta excelente para el control de insectos chupadores como piojos, pulgones, áfidos (León, 2007).



**Romero** (*Rosmarinus officinalis*). es una especie del género *Rosmarinus* cuyo hábitat natural es la región mediterránea, sur de Europa, norte de África. Es una planta muy útil debido a su poder insecticida ya que posee diferentes principios activos como: Ácidos fenólicos (cafeico, clorogénico, rosmarínico), flavonoides (derivados del luteol y del epigenol), aceite esencial (pineno, canfeno, borneol, cineol, alcanfor, limoneno) 1,2 a 2%, diterpenos (carnosol, rosmanol, rosmadial), ácidos triterpénicos (ácido ursólico) 2 a 4%, alcoholes triterpénicos (alfa y beta-amirina, betulósido) (León, 2007).

**Eucalipto** (*Eucalyptus globulus*). Es una planta originaria de Australia y extendido en poblaciones forestales por todo el mundo. Presenta propiedades repelentes e insecticidas debido a sus principios activos como: aceite esencial (0,5-3.5 %), monoterpenos, sesquiterpenos, alcoholes enfáticos y monoterpénicos, sesquiterpenoles, óxidos terpénicos: eucaliptol (70-80%), aldehídos, ácidos polifenólicos (caféico, gálico, ferúlico y gentísico), flavonoides, taninos y elagitaninos, resina, triterpenos (ácido ursólico y derivados) (León, 2007).

**Barbasco** (*Lonchocarpus nicou*). Tiene como principio activo a la rotenona y actúa como insecticida de contacto y de ingesta, sobre larvas de lepidópteros, áfidos, coleópteros e himenópteros, que atacan a cultivos de hortalizas, leguminosas y frutales. Esta planta contiene sustancias rotenoides de alto poder insecticida y rápida degradación, por lo cual controla efectivamente muchas plagas de los cultivos (León, 2007).

**Caléndula** (*Calendula officinalis* L.). Su principio activo lo constituye la calendina y calendulina, comúnmente se le denomina botón de oro de madera y se caracteriza por ser excelente para controlar nemátodos y moscas blancas (León, 2007).

**Diefembaquia** (*Dieffenbachia omoena*), es un género de plantas tropicales de la familia de las aráceas notables por las manchas claras características en sus hojas. Esta planta se considera tóxica. Las células de la planta contienen cristales aciculares de oxalato del calcio llamados rafidios. Otras enzimas de la planta acrecientan la potencia de los cristales (Fernández, 2004).

#### **2.4.1.4 Métodos para la elaboración de extractos vegetales**

**Decocción:** Se remojan las hiervas en agua por un día, luego se ponen a hervir a fuego lento por 20-30 minutos y se deja enfriar el líquido en el recipiente tapado (Ramón & Rodas, 2007). La decocción se aplica en algunas plantas que presentan principios activos de difícil extracción, por estar contenidos en las partes leñosas, o que requieren un calor prolongado, a fin de lograr su extracción en la solución. La decocción como puede fácilmente comprenderse constituye un método de transformación fuerte que puede modificar algunos compuestos de la planta. Ello debe tenerse presente a fin de comprobar, si junto al principio activo que se desea extraer, se obtienen otros de acción contraria, debido a las transformaciones causadas por el calor (Pinto, 2008).

**Infusión:** En un recipiente colocar las plantas y el agua hirviendo. Tapar el recipiente y dejar en reposo por 12 a 24 horas para luego filtrar el líquido antes de aplicar (Ramón & Rodas, 2007). Este método permite, al contrario que la decocción, obtener una gran parte de los principios volátiles que de otro modo se pierden, y en cambio impide la extracción de los que requieren un grado de calor elevado y continuo (Pinto, 2008).

**Zumo:** Se remojan las plantas desmenuzadas se las machaca bien y la pasta se coloca en un lienzo para exprimir el zumo. En este caso la especia debe ser necesariamente fresca y con abundantes contenidos acuosos (Velasteguí, 2005).

**Maceración:** Se pone las plantas desmenuzadas en agua fría, se tapa bien el recipiente y se deja reposar 24 horas (mínimo), y 3 días (máximo). Antes de poner el insecticida en el equipo de fumigación, se filtra finalmente para no tapar las boquillas (Velasteguí, 2005). Este método se utiliza para plantas medicinales cuyos principios activos son solubles en agua fría (Pinto, 2008).

**Purín:** Se pone las plantas desmenuzadas en un recipiente con agua fría. La tapa debe estar perforada para permitir el paso del aire. Duración de 10 a 14 días (remover diariamente) (Velasteguí, 2005).

**Hidrolatos:** En un recipiente se coloca 2 libras de la planta picada a usar, se adicionan 10 litros de agua, se tapa la olla y se coloca al fuego por 30 minutos, luego se deja enfriar sin retirar la tapa y reposar durante 3 días (Ramón & Rodas, 2007).

**Arrastre de vapor:** Este método es uno de los principales procesos utilizados para la extracción de metabolitos secundarios. Los aceites esenciales son un ejemplo de ello, pues están constituidos químicamente por terpenoides y fenilpropanoides, compuestos que son volátiles y por lo tanto arrastrables por vapor de agua.

Es una técnica usada para separar sustancias orgánicas insolubles en agua y ligeramente volátiles, de otras no volátiles que se encuentran en la mezcla, como resinas o sales inorgánicas, u otros compuestos orgánicos no arrastrables.

**Extracto de hierbas en proceso de fermentación:** Se toman las partes de la planta que se va a usar y se las deja remojar en agua lluvia por 3 a 4 días. Se han utilizado para tratamiento de semillas los extractos de manzanilla y valeriana y el ajo en enfermedades bacterianas y fungosas (Ramón & Rodas, 2007).

#### 2.4.1.5 Análisis Físicoquímico y Fitoquímico

- **Análisis Físicoquímico**

Son ensayos cuantitativos o cualitativos que permiten conocer parámetros específicos de la planta y caracterizar sus principios activos. Se realizan con una finalidad cualitativa (identificar sustancias), cuantitativa (determinar su concentración) o ambas.

**pH.** El pH es una medida utilizada por la química para evaluar la acidez o alcalinidad de una sustancia por lo general en su estado líquido. Se entiende por acidez la capacidad de una sustancia para aportar a una disolución acuosa iones de hidrógeno ( $H^+$ ) al medio. La alcalinidad o base aporta hidroxilo  $OH^-$  al medio. Por lo tanto, el pH mide la concentración de iones de hidrógeno de una sustancia, a pesar de que hay muchas definiciones al respecto (Barbado, 2005).

**Color.** Corresponde a la percepción por la vista utilizando un procedimiento independiente de la apreciación personal. El efecto del color es muy importante en la presencia de un extracto y por tanto en la valoración del mismo.

**Olor.** El olor se reconoce como factor de calidad que afecta a la aceptabilidad de los extractos vegetales que pueda corromperse con la presencia de factores externos.

- **Análisis Fitoquímico**

El análisis fitoquímico tiene como objetivo determinar los metabolitos secundarios presentes en la especie vegetal a estudiar, aplicando para ello una serie de técnicas de extracción, de separación, de purificación y de determinación estructural (Lock, 2006).

#### **2.4.1.6 Problemas planteados por el desarrollo de los plaguicidas**

El uso racional de los plaguicidas exige el conocimiento de los problemas biológicos relacionados con el control de las plagas; problemas que son numerosos y de difícil solución. Los plaguicidas alteran el balance de la Naturaleza, desequilibrando los sistemas ecológicos; además, los insectos y parásitos desarrollan razas resistentes a los plaguicidas, lo que hace necesario utilizar mayores dosis o productos de mayor efectividad (Carrasco, 1980).

**Desequilibrios ecológicos:** La eliminación de una especie en un sistema ecológico da como resultado la multiplicación de las que competían con ella. En numerosas ocasiones la aplicación de insecticidas ha provocado la eliminación de predadores y, con ello, la multiplicación desorbitada de la población de otros tipos de insectos, en muchos casos dañinos, poco afectados por el insecticida. Otros desequilibrios ecológicos se producen a causa de la dispersión de los tratamientos que, al afectar a la fauna selvática, dan lugar a la disminución continua de la población de algunas especies (Carrasco, 1980).

**Resistencia:** los parásitos desarrollan mecanismos bioquímicos de defensa frente a los plaguicidas, dando lugar a razas resistentes a los mismos (Carrasco, 1980).

#### **2.4.2 Marco Conceptual de la Variable Dependiente**

##### **2.4.2.1 Fréjol**

Dentro del grupo de las leguminosas comestibles, el fréjol es una de las más importantes debido a su amplia distribución en los 5 continentes y por ser complemento nutricional indispensable en la dieta alimenticia principalmente en Centro y Suramérica.

El fréjol *Phaseolus vulgaris* es una leguminosa que pertenece a la familia de las Papilionáceas, cuyo origen proviene de América.

La planta de fréjol es anual, herbácea, intensamente cultivada desde el trópico hasta las zonas templadas, aunque es una especie termófila, es decir, que no soporta heladas; se cultiva esencialmente para obtener las semillas, las cuales tienen un alto contenido de proteínas, alrededor de un 22% y más, contenido este calculado con base en materia seca. Las semillas pueden ser consumidas tanto inmaduras como secas. También puede consumirse la vaina entera inmadura y las hojas (López, 1985).

#### **2.4.2.2 Plagas presentes en el Fréjol**

Las plagas más importantes de las leguminosas son: gusanos de tierra, gusano picador, cigarritas, arañita roja, mosca blanca, pulgones, escarabajos, mosca minadora, gusano perforador de vainas, prodiplosis y otros (Arbaiza, 2002).

##### **2.4.2.2.1 Mosca Blanca**

###### **2.4.2.2.1.1 Generalidades**

Las moscas blancas pertenecen al Orden: Homóptera (pulgones o áfidos, cóccidos, moscas blancas, cochinillas), familia: Aleyrodidae. La mosca blanca es una plaga primaria del cultivo de fréjol, no por los daños mecánicos que pueda ocasionarle al cultivo, sino porque es vector de la enfermedad conocida como Mosaico Dorado del fréjol, que se ha convertido en los últimos años en un factor limitante de la producción, obligando en muchos casos al agricultor a destruirse su cultivo (Roman, 2012).

Las moscas blancas son pequeños insectos que, a pesar de su nombre común, no son realmente moscas; reciben este nombre debido a un fino polvillo blanco que recubre sus alas, lo cual les da la apariencia de moscas. Son insectos chupadores del orden Homóptero, con metamorfosis incompleta, es decir que pasan por los estados de huevo, ninfa y adulto (Roman, 2012).

#### 2.4.2.2.1.2 Especies más comunes de mosca blanca

➤ *Trialeurodes vaporarum* o *Trialeurodes variabilis*:

Llamada mosca blanca de los invernaderos, descrita por primera vez en Inglaterra en 1856 y registrada en Estados Unidos en 1870. Es originaria de América tropical o subtropical y su rango de hospederos incluye plantas de más de 250 géneros distribuidos en cerca de 85 familias (Roman, 2012).



**Gráfico 3.** *Trialeurodes vaporarum*

**Fuente:** Roman, 2012

➤ *Bemisia tabaci*.

Mosca blanca del tabaco, conocida también como mosca blanca del algodón, fue reportada por primera vez en Grecia en cultivos de tabaco, su incidencia y prevalencia en cultivos de algodón ha incrementado vertiginosamente en los últimos 20 años en todo el mundo; es originaria de áreas tropicales o sub tropicales, probablemente de Pakistán (Roman, 2012).



**Gráfico 4.** *Bemisia tabaci*

**Fuente:** Roman, 2012

#### **2.4.2.2.1.3 Morfología**

Para el control y exterminio de la mosca blanca es algo complicado debido a su potencial de reproducción y a sus ciclos o estados que son cuatro: huevo, larva, pupa y adulto (Roman, 2012).

Los huevos se encuentran, aislados o formando grupos, en el envés de las hojas jóvenes. Son lisos, alargados y miden unos 0,20 mm de longitud por 0,10 mm de ancho. Tras la puesta son blancos, luego toman un color amarillento para volverse de un marrón oscuro justo antes de la eclosión. Se mantienen erectos, sujetos por un corto pedicelo y suelen formar un pequeño círculo, muchas veces incompleto (Roman, 2012).

La mosca blanca es un insecto hemimetábolo (metamorfosis incompleta) pero sus ninfas se parecen más a las cochinillas que a los adultos de mosca blanca. Una vez que eclosionan, éstas se desplazan hasta el punto de alimentación en el envés de las hojas, donde permanecerán inmóviles. Son ovaladas, amarillentas y planas, estrechándose en la parte distal. Son muy pequeñas. Tras la eclosión miden unos 0,25 mm y llegan a medir 0,55 mm antes de la "pupación" (difíciles de distinguir a simple vista). Esta fase suele durar unos 9 días (Roman, 2012).



El siguiente estado se conoce como pupa, aunque esta denominación no es del todo acertada para este tipo de insectos. Son más anchas y visibles. Miden unos 0,75 mm de largo por 0,45 mm de ancho. Al principio son casi transparentes mientras que al final son opacas. Presenta unos hilos largos, erectos y cerosos. Observada de perfil, se dispone elevada respecto a la superficie de la hoja. Esta fase dura unos 7-8 días y al final de la misma ya se observan los ojos compuestos del insecto (Roman, 2012).

Los adultos miden de 1 a 2 mm de longitud y tienen la forma de una pequeña polilla. Su cuerpo es de un amarillo pálido. Presenta cuatro pares de alas, en principio transparentes y que en estado de reposo quedan de forma paralela al cuerpo. Son más estrechas en la parte anterior y se ensanchan hacia la parte posterior (recordar que las moscas verdaderas solo presentan dos alas). El cuerpo y las alas aparecen cubiertas por un polvo blanquinoso y ceroso. Disponen de un aparato bucal chupador en forma de estilete al igual que pulgones y cochinillas (que también son himenópteros). En esta especie, el cuerpo del macho es ligeramente más pequeño que el de la hembra. Los ojos compuestos son de un rojo oscuro (Roman, 2012).



**Gráfico 5.** Ciclo de vida de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

**Fuente:** Roman, 2012

#### **2.4.2.2.1.4 Modo de acción de la mosca blanca.**

La mosca blanca se caracteriza por tener las alas en forma de “techo” sobre el cuerpo cuando el insecto está en reposo, su cabeza es relativamente larga y comprimida al tórax y posee un desarrollado aparato bucal picador - chupador, presente además en otras familias del orden Homóptera; las mandíbulas y maxilas están envueltas en la proboscis que es usada por el insecto para tomar la savia de los tejidos del floema de las plantas, esta proboscis es un tubo hueco que contiene un canal de alimentación y un ducto de saliva que inyecta metabolitos a la planta para “ablandar” las paredes celulares, este estilete es mantenido contra el tórax cuando el insecto no se está alimentando (Roman, 2012).

El daño en las plantas es causado por pinchazos de su aparato bucal chupador en forma de estilete con el que succiona savia y jugos celulares de los tejidos vegetales. Este insecto es importante vector de virus fitopatógenos. Se considera que el estado ninfa es el más sensible a la aplicación de sustancia con poder insecticida por lo que se recomienda realizar aplicaciones cuando dicho estado es el mayoritario (Velasquí, 2005).

La importancia económica de este insecto se debe a su amplia distribución geográfica en el trópico, subtropical y zonas templadas del mundo, el gran número de especies cultivadas que afecta y su amplio rango de hospederos cultivados y silvestres. Los adultos y ninfas de este insecto succionan la savia del floema. Este es un daño directo que reduce los rendimientos. La producción de secreciones azucaradas por adultos y ninfas afecta indirectamente la producción porque favorece el desarrollo de hongos (fumagina) que interfiere con la fotosíntesis (Cardona. et. al., 2005).

#### 2.4.2.2.1.5 Control de la mosca blanca.

##### ➤ Control químico

El uso indiscriminado de insecticidas en el control de especies con ciclos de vida cortos, como es el caso de las moscas blancas, ha facilitado la expresión de caracteres de resistencia a los plaguicidas (Roman, 2012).

Este insecto puede pasar con sus partes bucales a través de una gota de insecticida hasta el tejido vegetal inferior sin ingerir el plaguicida y si éste es de acción estomacal no tendrá efecto en la plaga. Sin embargo un insecticida sistémico que es translocado por el floema de la planta será efectivo siempre que se garantice la ingestión del mismo por el insecto, tener en cuenta por ejemplo en el estado de pupa no existe actividad de alimentación por el insecto (Roman, 2012).

Los plaguicidas sintéticos son elaborados a través de un proceso de síntesis química. Los plaguicidas sintéticos producidos y comercializados en todos los países del mundo desarrollado y en la mayoría del mundo en desarrollo han estado sujetos a los requisitos de pruebas sobre la toxicidad para los humanos y el destino e impacto ambientales.

- **Organofosforados.** Son compuestos químicos orgánicos derivados del ácido fosfórico, aunque un átomo de oxígeno del ácido fosfórico puede ser sustituido por un átomo de azufre. Su modo de acción es interferir la transmisión nerviosa del insecto, por inhibición de la enzima colinesterasa. Son por lo tanto neurotóxicos (Orozco. et. al., 2008).

Existen varios grupos de derivados Organoclorados:

- Ésteres fosfóricos, Ortofosfatos (Diclorvós) y Pirofosfatos (TEPP)
- Fosfotionatos (Fenitrotión) y Fosfotiolatos (Metasistox)
- Esteres ditiofosfóricos (Malatión)
- Amidas del ácido ortofosfórico (Crutomato)
- Fosfonatos (Triclorfón)

- **Carbámicos.** Son compuestos derivados del ácido carbámico,  $\text{H}_2\text{NCOOH}$ . Este grupo carbámico se encuentra bajo formas diferentes entre los diferentes grupos de carbamatos, confiriendo diferente función a la sustancia (así los ditiocarbamatos son fungicidas, los fenilcarbamatos herbicidas y los metilcarbamatos insecticidas). La forma de actuación de los insecticidas carbámicos es la misma que la de los organofosforados, siendo por lo tanto neurotóxicos. La gran ventaja de los carbamatos es su menor toxicidad para los seres humanos y los animales domésticos (Orozco. et. al., 2008).

Dentro de los insecticidas Carbámicos, se encuentran dos grupos:

- Dimetilcarbamatos, (Dimetan)
  - N-metilcarbamatos, (Carbaril)
- **Organoclorados:** Son compuestos químicos orgánicos, es decir cuya estructura principal está formada por una cadena de átomos de carbono, y como grupos sustituyentes al átomo de cloro. La forma de actuación general de los derivados clorados es la de contacto, es decir, basta con que el insecto o ácaro entre en contacto con el producto, para que este se absorba y ejerza su acción tóxica (Orozco, et. al., 2008).

Hay cuatro principales familias de derivados Organoclorados:

- Los derivados del hexaclorociclopentadieno (Aldrin, Dieldrin, Endrin)
- Los derivados del 2,2-difeniletano (DDT, Metoxiclor, Dicofol)
- Los derivados del ciclohexano (Lindano)
- Los de estructura química en forma de caja (Declorane, Clordecone)

➤ **Control alternativo**

La utilización de todas las medidas posibles, no químicas, para proteger a los cultivos y manejar bioracionalmente a los insectos plaga constituye el control alternativo. Entre estos se encuentran los hongos, virus, bacterias y nematodos que junto con depredadores y parasitoides conforman el control biológico. El cual se encuentra siempre presente en la naturaleza y que el hombre aísla, reproduce y regresa a ella con el objetivo de bajar las poblaciones de insectos-plaga. El control microbiano necesita de condiciones climáticas favorables para su mejor actividad, puesto que los entomopatógenos son afectados por la temperatura, humedad y radiación principalmente. En relación a depredadores y parasitoides el principal problema para su uso radica en la cría masiva, puesto que se requieren conocimientos de fisiología, nutrición, comportamiento, genética y de relación específica entre hospedero y parasitoide, además de conocimientos básicos sobre la biología, como cópula, ovoposición y alimentación, entre otros (Roman, 2012).

También se utilizan los productos naturales producidos por una especie vegetal para cambiar el comportamiento alimenticio, de ovoposición y de refugio de los insectos, al ser aplicados como extractos o polvos sobre los cultivos y productos agrícolas.

El control de insectos con compuestos órgano sintéticos ha sido tan exitoso que no se requieren conocimientos entomológicos profundos de fisiología, biología, hábitos, comportamiento, nivel de daño económico, etc. En cambio para el combate bioracional es necesario conocer a fondo los insectos para planear la mejor estrategia de manejo. Entre más información se tenga del comportamiento y hábitos, principalmente, se tendrá mayor probabilidad de éxito en su combate, sin alterar el ecosistema (Roman, 2012).

Por tal motivo, debe incentivarse al productor a ser observador perspicaz de todos los fenómenos de la naturaleza. Por el contrario de lo que se asevera, estas prácticas alternativas si afectan a los enemigos naturales, como todos los métodos de combate de insectos plaga, pero en mucha menor medida que las aplicaciones químicas. Al eliminar la plaga se elimina también a su enemigo natural, en el caso de control alternativo se busca que la densidad de población de la plaga baje a un nivel que no cause daño económico por lo que también la densidad de población del enemigo natural baja, acoplándose de esta manera a la cantidad de insectos plaga disponibles (Roman, 2012).

No todas las alternativas sirven para todas las plagas. Existe especificidad en cada una de ellas, por las condiciones necesarias para su implementación. Pero siempre puede utilizarse más de una estrategia (Roman, 2012).

La aplicabilidad de estas alternativas, de la mejor manera posible, permitirá la sostenibilidad del agro ecosistema en el concepto de fotoprotección y por ende se obtendrán productos agrícolas más sanos (Roman, 2012).

## **2.5 Hipótesis**

### **2.5.1 Hipótesis de Investigación**

La utilización de Insecticidas Orgánicos será positiva para controlar la “Mosca Blanca” (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de Fréjol (*Phaseolus vulgaris, L.*)

### **2.5.2 Hipótesis Alternativa**

La utilización de Insecticidas Orgánicos será efectivo para controlar la “Mosca Blanca” (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de Fréjol (*Phaseolus vulgaris, L.*)

### **2.5.3 Hipótesis Nula**

La utilización de Insecticidas Orgánicos no será efectivo para controlar la “Mosca Blanca” (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de Fréjol (*Phaseolus vulgaris, L.*)

## **2.6 Señalamiento de variables**

### **2.6.1 Variable Independiente**

Formulación, Caracterización Físicoquímica y Fitoquímica, y Dosificación de Insecticidas Orgánicos.

### **2.6.2 Variable Dependiente**

Control de Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de Fréjol (*Phaseolus vulgaris, L.*).

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Enfoque**

La presente investigación fue de tipo cuantitativo debido a que gran parte de los resultados que se obtuvieron fueron numéricos, en el cual se determinó las concentraciones óptimas de efectividad de los extractos vegetales y los porcentajes de mortalidad del insecto plaga. A través de este estudio se obtuvo resultados claros de la actividad insecticida de los extractos vegetales para controlar la “Mosca Blanca” en el cultivo de Fréjol.

#### **3.2 Modalidad básica de la investigación**

La presente investigación se efectuó bajo la modalidad de Investigación de campo apoyada y sustentada en una investigación experimental y bibliográfica.

#### **Investigación de Campo:**

En esta investigación se obtuvo la información directamente de la realidad en que se encuentra, lo cual implicó la observación directa por parte del investigador. Por tanto, en este estudio, se aplicó en campo los extractos vegetales más promisorios para el control de “Mosca Blanca” determinando la dosis óptima y el extracto más efectivo.



### **Investigación Experimental:**

Los experimentos son más efectivos para la investigación explicativa y frecuentemente están limitados a temas en los cuales el investigador puede manipular la situación en la cual las personas se hallan. A través de este tipo de investigación se obtuvo los extractos elaborados a partir de distintas especies vegetales. Estos extractos fueron analizados fisicoquímicamente y fitoquímicamente, lo cual permitió determinar el tipo de componentes que presentan y de esta manera se fijó si muestran actividad insecticida.

### **Investigación Bibliográfica:**

Este tipo de investigación es la que se realiza apoyándose en fuentes de carácter documental, esto es, en documentos de cualquier especie. Como subtipos de esta investigación están la investigación bibliográfica, la hemerográfica y la archivística; la primera se basa en la consulta de libros, la segunda en artículos o ensayos de revistas y periódicos, y la tercera en documentos que se encuentran en los archivos, como cartas, oficios, circulares, expedientes, entre otros.

## **3.3 Nivel o tipo de investigación**

### **Explicativa**

Este tipo de investigación fue aplicada debido a que no sólo persigue describir o acercarse a un problema, sino que intenta encontrar las causas del mismo. Es decir a través de esta investigación se analizó a profundidad esta plaga que es muy frecuente en el cultivo de fréjol, y a través de la utilización de insecticidas orgánicos se encontró una solución a este problema.

## **Descriptivo**

Mediante esta investigación se determinó la composición fitoquímica de los extractos vegetales que presentaron mayores porcentajes de efectividad para el control de graves problemas fitosanitarios como es la “Mosca Blanca”.

### **3.4 Población y muestra**

#### **3.4.1 Población**

La población con la que se realizó la investigación fueron todas las plantas que presentaron actividad insecticida; mediante revisión bibliográfica se encontró que existen alrededor de 60 plantas que presentan esta actividad.

Como se observa la población de estudio es muy amplia por lo que se aplicó la técnica del muestreo, con el objetivo de llevar a cabo una investigación más específica.

#### **3.4.2 Muestra**

La muestra que se escogió para la presente investigación fueron 11 plantas que presentaron actividad insecticida. Se seleccionaron estas plantas debido a que éstas actúan repeliendo, inhibiendo, disuadiendo y/o eliminando insectos chupadores como son las moscas blancas. Pero a través del estudio tipo “screening” se escogieron las 5 especies más efectivas.

Para la obtención de la muestra, se utilizó una población de 60 plantas con un margen de error del 30%, se tomó en cuenta este error debido a que la investigación es de campo.

La fórmula que se utilizó fue la siguiente:

$$n = \frac{N}{E^2(N - 1) + 1}$$

En donde:

N = Población

E = Error (30%)

n = Muestra

Cálculo de la Muestra:

$$n = \frac{N}{E^2(N - 1) + 1}$$

$$n = \frac{60}{(0.3)^2(60 - 1) + 1}$$

$$n = 9,51 \approx 10$$

### 3.5 Operacionalización de Variables

#### Variable Independiente

Formulación y Dosificación de Insecticidas Orgánicos.

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍNDICES	ÍTEMBÁSICO	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>La formulación de insecticidas orgánicos es el empleo de especies vegetales elaboradas mediante diferentes métodos de extracción que permitan obtener los principios activos de las plantas para el control de problemas fitosanitarios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipos de especies vegetales</li> <li>- Métodos de extracción de principios activos de las plantas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de especies vegetales que presentan actividad insecticida.</li> <li>- Efectividad de las especies vegetales usadas como insecticidas.</li> <li>- Cantidad de métodos de extracción de principios activos.</li> <li>- Efectividad de los métodos de extracción para la obtención de principios activos.</li> </ul>	<p>Unidades (u)</p> <p>Porcentaje de efectividad (%)</p> <p>Unidades (u)</p> <p>Porcentaje de efectividad (%)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Qué cantidad de especies vegetales presentan actividad insecticida?</li> <li>- ¿Cuál es la efectividad de las especies vegetales que son usadas como insecticidas?</li> <li>- ¿Cuántos métodos de extracción existen para la obtención de principios activos?</li> <li>- ¿Qué efectividad presentan los métodos de extracción en la obtención de principios activos?</li> </ul>	<p>Investigación bibliográfica</p> <p>Estudio tipo "Screening"</p> <p>Investigación bibliográfica</p> <p>Investigación de campo y de laboratorio</p>

Elaborado por: Silvia Vargas, 2013

## Variable Dependiente.

Control de Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de Fréjol (*Phaseolus vulgaris*, L.)

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍNDICES	ÍTEMBÁSICO	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>El Control de "Mosca Blanca" (<i>Bemisia tabaci</i>) en el cultivo de Fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i>, L.) se conceptualiza como un problema fitosanitario que requiere de alternativas agroecológicas como el uso de insecticidas orgánicos para la erradicación de esta plaga.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problema fitosanitario en el cultivo de fréjol.</li> <li>- Uso de insecticidas orgánicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de plagas que afectan al cultivo de fréjol.</li> <li>- Costos de control fitosanitario mediante el uso de productos orgánicos.</li> <li>- Mortalidad de Mosca Blanca.</li> <li>- Periodicidad de aplicación de los insecticidas orgánicos en el cultivo de fréjol.</li> </ul>	<p>Unidades (u)</p> <p>Dólares (\$)</p> <p>Porcentaje de mortalidad (%)</p> <p>Días</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Qué cantidad de plagas afectan al cultivo de fréjol?</li> <li>- ¿Cuál es el costo del control fitosanitario usando productos orgánicos?</li> <li>- ¿Cuál es el porcentaje de mortalidad de Mosca Blanca usando insecticidas orgánicos?</li> <li>- ¿Cuál es el periodo de aplicación de los insecticidas orgánicos en el cultivo de fréjol?</li> </ul>	<p>Investigación bibliográfica</p> <p>Investigación de campo.</p> <p>Diseño experimental.</p> <p>Investigación de campo</p>

Elaborado por: Silvia Vargas, 2013

## **3.6 Recolección de información**

### **3.6.1 Materiales y Métodos**

#### **3.6.1.1 Ubicación**

El trabajo de investigación a nivel de campo se llevó a cabo en un mini invernadero de Fréjol ubicado en el sector de Huachi Chico en la ciudad de Ambato, Provincia de Tungurahua.

El trabajo a nivel de laboratorio se realizó en el laboratorio de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato (Preparación de extractos vegetales y análisis fisicoquímico) y en la Escuela Politécnica de Chimborazo (Análisis Fitoquímico de los extractos) en el Laboratorio Jatper.

#### **3.6.1.2 Materiales**

##### **Material para Análisis:**

- Muestras de Plantas de Fréjol infestadas con mosca blanca.
- Muestras de Plantas para la elaboración de los extractos vegetales.

##### **Equipos de Laboratorio:**

- Licuadora
- Termómetro
- Balanza de precisión
- Alambique
- pH metro

**Equipo de Informática:**

- Programa estadístico INFOSTAT
- Computadora
- Impresora
- Cámara fotográfica digital

**Reactivos:**

- Agua
- Alcohol antiséptico

**Materiales de Laboratorio:**

- Tarrinas transparentes estériles de 1 L
- Malla
- Guantes quirúrgicos
- Mandil
- Algodón
- Papel toalla
- Vasos de precipitación pirex
- Frasco de vidrio color ambar 1 lt.
- Pipetas
- Recipientes resistentes al calor (10lt)

**Materiales de campo:**

- Balde plástico
- Atomizador manual
- Hielera

### **Suministros de Oficina:**

- Lápiz
- Libreta de campo
- Carpetas
- Hojas de papel bond

### **3.6.1.3 Métodos**

#### **3.6.1.3.1 REALIZACIÓN DEL ESTUDIO TIPO “SCREENING” PARA LA DETERMINACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES MÁS PROMISORIOS PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA**

##### **1. Preparación de extractos vegetales.**

Para esta etapa se preparó los extractos acuosos de vegetales en una proporción 50:50 utilizando las siguientes plantas: Albahaca (*Ocimum basilicum*), Salvia (*Salvia officinalis*), Falsa acacia (*Robinia pseudoacacia*), Ortiga (*Urtica sp.*), Romero (*Rosmarinus officinalis*), Hierbabuena (*Mentha piperita*), Cola de Caballo (*Equisetum arvense*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Barbasco (*Lonchocarpus nicou*), Caléndula (*Calendula ofinalis L.*) y Diefembaquia (*Dieffenbachia omoena*). Para la obtención de los extractos se utilizó el follaje de las plantas, tomando la sección media de las mismas y de edad intermedia.

Estos extractos se obtuvieron licuando las partes frescas anteriormente mencionadas de las plantas por un lapso de 1 minuto. La papilla obtenida se filtró utilizando un tamiz para obtener el líquido. La proporción para realizar este método fue 1:3 (P/V).



Los extractos vegetales filtrados se guardaron en refrigeración a una temperatura de 3°C en recipientes de vidrio color ámbar, estériles. Después se utilizaron en las pruebas de control.

## **2. Aplicación de los extractos en las hojas infestadas**

En esta etapa las plantas de fréjol con “Mosca Blanca” fueron colocadas en cajas de madera cubiertas con malla nylon, las cuales presentaron una dimensión de 50 cm x 50 cm x 70 cm de ancho, largo y alto respectivamente.

Se aplicó 1 ml de los extractos preparados directamente sobre las hojas de fréjol infestadas con la plaga, utilizando un atomizador manual de 100 ml de capacidad.

## **3. Determinación de la eficacia**

El método anteriormente descrito permitió determinar los extractos más promisorios en el control de mosca blanca. Esto se obtuvo mediante el conteo de insectos muertos utilizando una lupa de bolsillo (10X), la lectura se realizó el día 3 luego de la aplicación.

Posteriormente se calculó el porcentaje de efectividad de cada extracto, aplicando la fórmula de Abbott:

$$M = \frac{m_e - m_b}{1 - m_b}$$

M = Mortalidad.

$m_e$  = mortalidad en el extracto.

$m_b$  = mortalidad en el blanco.

### **3.6.1.3.2 SELECCIÓN DE LOS EXTRACTOS VEGETALES MÁS EFECTIVOS PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA**

#### **1. Selección de las especies vegetales más promisorias.**

Mediante el estudio tipo “screening” se evidenció los extractos más eficaces en el control de Mosca Blanca, a través del cual se escogieron las 5 mejores especies para la aplicación en campo. Estas especies fueron: Albahaca (*Ocimum basilicum*), Salvia (*Salvia officinalis*), Romero (*Rosmarinus officinalis*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y Dieffenbachia (*Dieffenbachia amoena*).

#### **2. Métodos para la preparación de los extractos vegetales.**

Para la preparación de los extractos vegetales se utilizó 3 métodos diferentes:

##### **Arrastre de Vapor.**

En la parte inferior del equipo de destilación (alambique) se añadió el agua y en la parte superior se introdujo el material vegetal en una proporción 1:3 (P/V), esto se mantuvo encendido por 20 minutos hasta obtener la cantidad necesaria para las pruebas de campo.

A través de este método se extrajeron metabolitos secundarios con propiedades insecticidas, pues muchos de ellos son volátiles y por lo tanto arrastrables por vapor de agua.

Los extractos fueron guardados en refrigeración a una temperatura de 3°C, en recipientes de vidrio color ámbar, estériles.

### **Decocción:**

El material vegetal se colocó en agua en proporción de 1:3 (P/V) y luego se sometió a decocción a fuego lento (80°C +- 3) durante 20 minutos, se tapó y se dejó enfriar.

Todos los extractos vegetales se filtraron y se guardaron en refrigeración a una temperatura de 3°C, en recipientes de vidrio color ámbar, estériles.

### **Infusión:**

Para realizar la infusión, se utilizó material fresco de cada planta en proporción 1:3 (P/V) y se lo colocó en un recipiente resistente al calor, sobre el cual se vertió el agua hirviendo (este intervalo en el que se trasvasa el agua hirviendo permite alcanzar una temperatura de aproximadamente 80°C, la cual es la indicada para realizar la infusión, sin degradar sustancias termolábiles) se tapó y se dejó reposar de 10 a 15 minutos, finalmente se filtró el extracto.

Su conservación se hizo en refrigeración a una temperatura de 3°C, en recipientes de vidrio color ámbar, estériles.

### **3. Dosificación.**

Para la preparación de los extractos vegetales anteriormente descritos se utilizó 50 gr de material vegetal y 150 ml de agua, es decir, presentaron una proporción 1:3 (P/V), estos extractos se consideraron como puros, por tal razón fue necesario diluirlos en agua para obtener su concentración determinada. Se analizaron tres dosificaciones diferentes: alta, media y baja.

**Dosificación alta:** se aplicó una proporción 3:1 (V/V), es decir, 75 ml de extracto puro y 25 ml de agua.

**Dosificación media:** se aplicó una proporción 1:1 (V/V), es decir, 50 ml de extracto puro y 50 ml de agua.

**Dosificación baja:** se aplicó una proporción 1:3 (V/V), es decir, 25 ml de extracto puro y 75 ml de agua.

#### **4. Aplicación de los extractos en las hojas infestadas**

En esta etapa las plantas de fréjol con “Mosca Blanca” fueron colocadas en cajas de madera cubiertas con malla nylon, las cuales presentaron una dimensión de 50 cm x 50 cm x 70 cm de ancho, largo y alto, respectivamente.

Se aplicó por aspersión 1 ml de los extractos vegetales sobre el follaje de la planta infestada. Se dejó secar la aplicación y se evaluó la acción del extracto con ayuda de una lupa de bolsillo (10X).

#### **Testigo.**

Para comprobar la efectividad de los extractos vegetales, se utilizó un blanco que correspondió a la aplicación de 1 ml agua sobre el follaje de las plantas infestadas.

#### **5. Determinación de la efectividad**

Posteriormente se aplicó la fórmula de Abbott (Püntener, 1981) para observar el porcentaje de mortalidad de los insectos. La lectura se hizo el día 3 luego de la aplicación, tanto en el blanco como en las demás pruebas de control.

$$M = \frac{m_e - m_b}{1 - m_b} \quad \text{Fórmula de Abbott}$$

M = Mortalidad.

$m_e$  = mortalidad en el extracto.

$m_b$  = mortalidad en el blanco.

### 3.6.1.3.3 FACTORES EN ESTUDIO

**Tabla N° 1.** Etapa I: Realización del “screening” para la determinación de extractos vegetales más promisorios.

FACTOR	NIVEL
<b>Especie vegetal</b>	Extracto 1: a <sub>0</sub> : Albahaca ( <i>Ocimum basilicum</i> ) Extracto 2: a <sub>1</sub> : Salvia ( <i>Salvia officinalis</i> ). Extracto 3: a <sub>2</sub> : Falsa acacia ( <i>Robinia pseudoacacia</i> ) Extracto 4: a <sub>3</sub> : Ortiga ( <i>Urtica sp.</i> ) Extracto 5: a <sub>4</sub> : Romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ) Extracto 6: a <sub>5</sub> : Hierbabuena ( <i>Mentha piperita</i> ) Extracto 7: a <sub>6</sub> : Cola de Caballo ( <i>Equisetum arvense</i> ) Extracto 8: a <sub>7</sub> : Eucalipto ( <i>Eucalyptus globulus</i> ) Extracto 9: a <sub>8</sub> : Barbasco ( <i>Lonchocarpus nicou</i> ) Extracto 10: a <sub>9</sub> : Caléndula ( <i>Calendula ofinalis L.</i> ) Extracto 11: a <sub>10</sub> : Diefembaquia ( <i>Dieffenbachia omoena</i> ).

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**Tabla N° 2.** Etapa II: Aplicación de los extractos más promisorios en el cultivo de fréjol.

<b>FACTOR</b>	<b>NIVEL</b>
<b>FACTOR A: Especie vegetal</b>	<p>a<sub>0</sub>: Extracto 1  a<sub>1</sub>: Extracto 2  a<sub>2</sub>: Extracto 3  a<sub>3</sub>: Extracto 4  a<sub>4</sub>: Extracto 5</p>
<b>FACTOR B: Método de preparación del extracto</b>	<p>b<sub>0</sub>: Zumo  b<sub>1</sub>: Decocción  b<sub>2</sub>: Infusión</p>
<b>FACTOR C: Dosis de Aplicación</b>	<p>C<sub>0</sub>: Alta  C<sub>1</sub>: Media  C<sub>2</sub>: Baja</p>

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

### 3.6.1.3.4 ESPECIFICACIONES DEL MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

**Tabla N° 3.** Plantas utilizadas para la elaboración de insecticidas

<b>Especie vegetal</b>	<b>Nombre científico</b>
Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i>
Salvia	<i>Salvia officinalis</i>
Falsa acacia	<i>Robinia pseudoacacia</i>
Ortiga	<i>Urtica sp.</i>
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>
Hierbabuena	<i>Mentha piperita</i>
Cola de Caballo	<i>Equisetum arvense</i>
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>
Barbasco	<i>Lonchocarpus nicou</i>
Caléndula	<i>Calendula officinalis L</i>
Diefembaquia	<i>Dieffenbachia amoena</i>

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**Variedad de fréjol:** Rojo moteado

**Parte de planta empleada para la elaboración de los extractos:** follaje

**Edad de la planta:** media

**Tipo de plaga a controlar:** “Mosca Blanca” (*Bemisia tabaci*)

### 3.6.1.3.5 TRATAMIENTOS

#### ETAPA 1. Realización del “screening” para la determinación de extractos vegetales más promisorios.

Lista de once tratamientos obtenidos de cada uno de los niveles de los factores en estudio. El método de preparación para estos extractos vegetales fue el zumo o extracto puro.

**Tabla N° 4.** Tratamientos aplicados en el estudio tipo screening

# Tratamiento	Descripción
a0	Albahaca ( <i>Ocimum basilicum</i> )
a1	Salvia ( <i>Salvia officinalis</i> )
a2	Falsa acacia ( <i>Robinia pseudoacacia</i> )
a3	Ortiga ( <i>Urtica sp.</i> )
a4	Romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ),
a5	Yerbabuena ( <i>Mentha piperita</i> )
a6	Cola de Caballo ( <i>Equisetum arvense</i> )
a7	Eucalipto ( <i>Eucalyptus globulus</i> )
a8	Barbasco ( <i>Lonchocarpus nicou</i> )
a9	Caléndula ( <i>Calendula ofinalis L.</i> )
a10	Diefembaquia ( <i>Dieffenbachia omoena</i> ).

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013.



**ETAPA 2. “Selección de los extractos más promisorios en el cultivo de fréjol”**

Lista de tratamientos de acuerdo a la interacción de niveles de los factores en estudio. Además en esta etapa se utilizó un testigo, el agua.

**Tabla N° 5.** Tratamientos aplicados en la Etapa II del experimento

<b># Tratamiento</b>	<b>Cód.</b>	<b>Descripción</b>
t1	a0b0c0	Extracto 1 + Arrastre de vapor + Dosis Alta
t2	a0b0c1	Extracto 1 + Arrastre de vapor + Dosis Media
t3	a0b0c2	Extracto 1 + Arrastre de vapor + Dosis Baja
t4	a0b1c0	Extracto 1 + Decocción + Dosis Alta
t5	a0b1c1	Extracto 1 + Decocción + Dosis Media
t6	a0b1c2	Extracto 1 + Decocción + Dosis Baja
t7	a0b2c0	Extracto 1 + Infusión + Dosis Alta
t8	a0b2c1	Extracto 1 + Infusión + Dosis Media
t9	a0b2c2	Extracto 1 + Infusión + Dosis Baja
t10	a1b0c0	Extracto 2 + Arrastre de vapor + Dosis Alta
t11	a1b0c1	Extracto 2 + Arrastre de vapor + Dosis Media
t12	a1b0c2	Extracto 2 + Arrastre de vapor + Dosis Baja

**Tabla N° 5. Continuación**

t13	a1b1c0	Extracto 2 + Decocción + Dosis Alta
t14	a1b1c1	Extracto 2 + Decocción + Dosis Media
t15	a1b1c2	Extracto 2 + Decocción + Dosis Baja
t16	a1b2c0	Extracto 2 + Infusión +Dosis Alta
t17	a1b2c1	Extracto 2 + Infusión +Dosis Media
t18	a1b2c2	Extracto 2 + Infusión +Dosis Baja
t19	a2b0c0	Extracto 3 + Arrastre de vapor + Dosis Alta
t20	a2b0c1	Extracto 3 + Arrastre de vapor + Dosis Media
t21	a2b0c2	Extracto 3 + Arrastre de vapor + Dosis Baja
t22	a2b1c0	Extracto 3 + Decocción + Dosis Alta
t23	a2b1c1	Extracto 3 + Decocción + Dosis Media
t24	a2b1c2	Extracto 3 + Decocción + Dosis Baja
t25	a2b2c0	Extracto 3 + Infusión + Dosis Alta
t26	a2b2c1	Extracto 3 + Infusión +Dosis Media
t27	a2b2c2	Extracto 3 + Infusión +Dosis Baja
t28	a3b0c0	Extracto 4 + Arrastre de vapor + Dosis Alta
t29	a3b0c1	Extracto 4 + Arrastre de vapor + Dosis Media

**Tabla N° 5. Continuación**

t30	a3b0c2	Extracto 4 + Arrastre de vapor + Dosis Baja
t31	a3b1c0	Extracto 4 + Decocción + Dosis Alta
t32	a3b1c1	Extracto 4 + Decocción + Dosis Media
t33	a3b1c2	Extracto 4 + Decocción + Dosis Baja
t34	a3b2c0	Extracto 4 + Infusión +Dosis Alta
t35	a3b2c1	Extracto 4 + Infusión +Dosis Media
t36	a3b2c2	Extracto 4 + Infusión +Dosis Baja
t37	a4b0c0	Extracto 5 + Arrastre de vapor + Dosis Alta
t38	a4b0c1	Extracto 5 + Arrastre de vapor + Dosis Media
t39	a4b0c2	Extracto 5 + Arrastre de vapor + Dosis Baja
t40	a4b1c0	Extracto 5 + Decocción + Dosis Alta
t41	a4b1c1	Extracto 5 + Decocción + Dosis Media
t42	a4b1c2	Extracto 5 + Decocción + Dosis Baja
t43	a4b2c0	Extracto 5 + Infusión +Dosis Alta
t44	a4b2c1	Extracto 5 + Infusión +Dosis Media
t45	a4b2c2	Extracto 5 + Infusión + Dosis Baja

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013.

### 3.6.1.3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

#### 3.6.1.3.6.1 *Diseño Experimental y Número de repeticiones*

**ETAPA 1. Realización del “screening” para la determinación de extractos vegetales más promisorios.**

**Modelo matemático:**

El modelo matemático que se empleó para esta etapa es  $Y_{ij} = \mu + T_j + \epsilon_{ij}$

**Diseño experimental:**

Para este estudio se utilizó un diseño experimental de un solo factor completamente aleatorizado con 2 réplicas. El único factor a estudiar en esta etapa fueron las especies vegetales para la realización de los extractos, este factor contó con 11 niveles.

**ETAPA 2. Selección de los extractos más promisorios en el cultivo de fréjol”**

**Modelo matemático:**

El modelo matemático que se empleó para esta etapa fue:

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + A_j + B_k + C_l + (AB)_{jk} + (AC)_{jl} + (BC)_{kl} + (ABC)_{jkl} + \epsilon_{ijkl}$$

**Diseño experimental:**

En esta etapa se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) en un arreglo factorial (A\*B\*C)+1, el factor A fueron las especies vegetales utilizadas para la elaboración del extracto, el cual presentó 5 niveles; el factor B fueron los métodos de preparación del extracto, el mismo que contó con 3 niveles; y el factor C fueron las dosis de aplicación que tenía 3 niveles.

**3.6.1.3.6.2 Análisis de Varianza**

**ETAPA 1. Realización del “screening” para la determinación de extractos vegetales más promisorios.**

**Tabla N° 6.** ANOVA de la etapa I

<b>Fuente de Varianza (FV)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Suma de Cuadrados (SC)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>F calculado</b>	<b>F tabulado 5%</b>
Tratamientos	K – 1	$\frac{\sum Y_{.j}^2}{n_j} - \frac{Y_{..}^2}{\sum n_j}$	$\frac{SCTr}{GL}$	$\frac{CMTr}{CME}$	---
Error	K (n – 1)	SCT – SCTr	$\frac{SCE}{GL}$		
Total	nK – 1	$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{\sum n_j}$	$\frac{SCT}{GL}$		

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013.

**ETAPA 2. “Aplicación de los extractos más promisorios en el cultivo de fréjol”**

**Tabla N° 7. ANOVA de la etapa II**

<b>Fuente Varianza (FV)</b>	<b>Grados libertad (GL)</b>	<b>Suma de Cuadrados (SC)</b>	<b>Cuadrados medios (CM)</b>	<b>F calc</b>	<b>F tab 5%</b>
<b>Réplicas</b>	$r - 1$	$\frac{1}{abc} \sum_i Y_{i...}^2 - \frac{Y_{...}^2}{rabc}$	$\frac{SCR}{GL}$	$\frac{CMTr}{CME}$	---
<b>A</b>	$A - 1$	$\frac{1}{rbc} \sum_j Y_{.j..}^2 - \frac{Y_{...}^2}{rabc}$	$\frac{SCA}{GL}$		
<b>B</b>	$B - 1$	$\frac{1}{rac} \sum_k Y_{..k.}^2 - \frac{Y_{...}^2}{rabc}$	$\frac{SCB}{GL}$		
<b>C</b>	$C - 1$	$\frac{1}{rab} \sum_l Y_{...l}^2 - \frac{Y_{...}^2}{rabc}$	$\frac{SCC}{GL}$		
<b>AB</b>	$AB - 1$	$SC(AB) = SCT_{AB} - SCA - SCB$	$\frac{SC(AB)}{GL}$		
<b>AC</b>	$AC - 1$	$SC(AC) = SCT_{AC} - SCA - SCC$	$\frac{SC(AC)}{GL}$		
<b>BC</b>	$BC - 1$	$SC(BC) = SCT_{BC} - SCB - SCC$	$\frac{SC(BC)}{GL}$		
<b>ABC</b>	$ABC - 1$	$SC(ABC) = SCT_r - SCA - SCB - SCC - SC(AB) - SC(AC) - SC(BC)$	$\frac{SC(ABC)}{GL}$		
<b>Error</b>	$K(n - 1)$	$SCE = SCT - SCT_r - SCR$	$\frac{SCE}{GL}$		
<b>Total</b>	$rabc - 1$	$\sum_i \sum_j \sum_k \sum_l Y_{ijkl}^2 - \frac{Y_{...}^2}{rabc}$	$\frac{SCT}{GL}$		

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013.

#### **3.6.1.3.6.3 *Análisis Funcional***

Tanto en la etapa 1 como en la 2, se aplicó la prueba de Tukey al 5% (Apuntes de Diseño Experimental, 2009), para los tratamientos significativos.

#### **3.6.1.3.6.4 *Características del experimento***

Para el manejo de “Mosca Blanca” en el cultivo fréjol se utilizó cajas de madera cubiertas con malla de nylon, las cuales presentaron una dimensión de 50 cm x 50 cm x 70 cm de ancho, largo y alto respectivamente.

Dentro de ellas se introdujeron las plantas de fréjol de edad media infestadas con la plaga en cuestión y allí se aplicó el insecticida, que mediante la fórmula de Abbott se determinó la mortalidad de los insectos, lo cual permitió evidenciar la eficacia del producto elaborado.

#### **3.6.1.3.6.5 *Unidades experimentales***

**ETAPA 1. Realización del “screening” para la determinación de extractos vegetales más promisorios.**

Este ensayo presentó 11 tratamientos con 2 réplicas cada uno, por lo que esta etapa contó con 22 unidades experimentales.

**ETAPA 2. “Aplicación de los extractos más promisorios en el cultivo de fréjol”**

Esta etapa presentó 45 tratamientos y cada uno de ellos con 2 réplicas, obteniendo así 90 unidades experimentales.

#### 3.6.1.3.6.6 *Respuesta experimental*

La respuesta experimental para este estudio fue la mortalidad de los insectos que estuvieron contaminando el cultivo, esto se determinó utilizando la fórmula de Abbott (Püntener, 1981).

$$M = \frac{m_e - m_b}{1 - m_b}$$

Donde:

M = Mortalidad.

$m_e$  = mortalidad en el extracto.

$m_b$  = mortalidad en el blanco.

#### 3.6.1.3.7 CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA Y FITOQUÍMICA DE LOS INSECTICIDAS SELECCIONADOS.

- **Análisis Físicoquímico**

En esta etapa se analizó el pH, color y olor de los 11 insecticidas orgánicos elaborados en el estudio tipo screening.

**Determinación del pH.** A cada uno de los extractos vegetales elaborados en el estudio tipo screening se midió el pH, utilizando un pH metro de mercurio.

**Determinación del color de los extractos.** Para la determinación del color de los extractos del estudio tipo screening se utilizó la tabla internacional de colores, como se muestra en el gráfico 6.





**Gráfico 6.** Tabla internacional de colores

**Fuente:** [http://www.pinta-](http://www.pinta-croma.com/index.php?option=com_content&view=article&id=58&Itemid=72)

[croma.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=58&Itemid=72](http://www.pinta-croma.com/index.php?option=com_content&view=article&id=58&Itemid=72)

- **Determinación del olor de los extractos.**

El olor de los extractos del estudio tipo screening se determinó utilizando una escala arbitraria de 1 a 4, donde:

1 = sin olor

2 = olor ligero

3 = olor moderado

4 = olor penetrante

- **Análisis Fitoquímico**

Se realizaron los análisis fitoquímicos semicuantitativos para determinar la composición de las 5 especies de las que se obtuvieron los extractos más promisorios para el control de mosca blanca. Estas especies fueron: Albahaca (*Ocimum basilicum*), Salvia (*Salvia officinalis*), Romero (*Rosmarinus officinalis*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y Dieffenbachia (*Dieffenbachia amoena*). Los análisis se realizaron de las hojas de la planta.

El análisis fitoquímico tuvo como objetivo determinar los metabolitos secundarios presentes en la especie vegetal a estudiar, aplicando para ello una serie de técnicas de extracción, de separación, de purificación y de determinación estructural (Lock, 2006).

El análisis fitoquímico fue realizado en la Facultad de Ciencias de la Escuela Politécnica de Chimborazo (Laboratorio Jatper).

#### **3.6.1.3.8 FACTIBILIDAD ECONÓMICA DE LOS INSECTICIDAS ELABORADOS A BASE DE EXTRACTOS VEGETALES EN COMPARACIÓN CON INSECTICIDAS COMERCIALES.**

Se realizó un análisis económico de los extractos investigados, tomando en cuenta los costos para su obtención y caracterización, es decir, se analizó el costo de las especies vegetales, su concentración y análisis fitoquímico aplicado a cada extracto. Este estudio permitió determinar la factibilidad o viabilidad económica del proyecto, cuantificando costos y beneficios de la inversión. A través del análisis económico también se efectuó una comparación con los insecticidas de síntesis química comercialmente utilizados.

### **3.7 Procesamiento y análisis**

En la presente investigación se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT el cual permitió procesar y analizar la información obtenida experimentalmente. El análisis estadístico se basó en la interpretación y tabulación de los datos que se obtuvieron de la investigación de campo; esto respaldó la información bibliográfica y resultados del análisis fitoquímico de los extractos investigados. Los resultados de esta investigación ayudaron a comprobar la hipótesis planteada y a obtener conclusiones y recomendaciones para un correcto manejo de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1 Análisis de los resultados**

##### **4.1.1 Realización del estudio tipo “screening” en el cultivo de fréjol con extractos vegetales que poseen actividad insecticida sobre mosca blanca**

En la tabla A2 (Anexos) se muestra la eficiencia de los 11 extractos vegetales en el control de mosca blanca, observando a la salvia como un representante eficaz en la erradicación de esta plaga seguido del eucalipto, diefembaquia, albahaca, romero, ortiga, cola de caballo, caléndula, falsa acacia, hierba buena y barbasco, en su orden. Los porcentajes de mortalidad en las especies vegetales analizadas fluctúan entre 10 y 45%.

##### **4.1.1.1 Determinación de los vegetales más promisorios para el control de mosca blanca.**

Una vez realizado el estudio exploratorio tipo screening se pudo determinar los vegetales más promisorios para el control de mosca blanca; en la tabla A2 (Anexos) se muestra el porcentaje de mortalidad para cada especie vegetal observando que los extractos con mayor efectividad fueron, en su orden: salvia, eucalipto, diefembaquia, albahaca y romero.

Esta información fue corroborada mediante la aplicación de una prueba estadística de Tukey, la cual se muestra en la tabla B2 (Anexos), observando cinco grupos homogéneos que se enunciaron anteriormente, siendo uno de los mejores la salvia.

#### **4.1.2 Ensayos para el control de mosca blanca**

En esta etapa se analizó tres factores: el tipo de vegetal, el método de preparación y la dosificación, lo cual permitió determinar el ensayo más efectivo en el control de mosca blanca.

##### **4.1.2.1 Extracto de salvia**

Uno de los extractos vegetales que mayor efectividad presentó en el estudio tipo screening fue el de salvia, observando que esta especie vegetal es importante en el control de mosca blanca pues posee un porcentaje de mortalidad de hasta el 55%. Lo cual es aceptable dado que la mosca blanca es una de las plagas más difíciles de combatir (Escoto, 2004).

Al aplicar los tres métodos de extracción se pudo determinar que el método de decocción fue el más eficaz para la obtención de metabolitos secundarios pues se observó un rango de mortalidad del 51-55%, como se observa en la tabla A-17 (Anexos); este no fue el único método que arrojó buenos resultados, pues a través de arrastre de vapor también se obtuvo rangos de efectividad de hasta el 50%, así lo muestra la tabla A-16 (Anexos).

El método que no resultó tan eficaz en el control de mosca blanca fue el de infusión pues solo se logró eliminar hasta un 30% de dicha plaga, esto se muestra en la tabla A-18 (Anexos).

El extracto de salvia fue aplicado en diferentes dosis, siendo la más efectiva la dosis alta pues se obtuvo un rango de mortalidad de hasta el 55%, así también con la dosis media se logró resultados eficientes ya que la diferencia de mortalidad entre las dos dosificaciones fue tan solo de un 10%. Mientras que con la dosis baja no se consiguió buenos resultados aunque con el método de arrastre de vapor esta dosis pudo controlar hasta un 35% de la plaga en estudio, como se observa en la tabla A-16 (Anexos).

#### **4.1.2.2 Extracto de eucalipto**

El extracto de eucalipto mostró excelentes resultados en el control de mosca blanca en el cultivo de fréjol pues como se observa en las tablas A-10, A-11 y A-12 (Anexos) los porcentajes de mortalidad son relativamente altos cuya efectividad alcanza hasta un 57%.

El método de arrastre de vapor resultó ser muy eficaz para controlar esta plaga pues en relación a los otros vegetales con el extracto de eucalipto se obtuvo los mejores porcentajes de mortalidad sobre todo en dosis alta con una efectividad del 57% como se muestra en la tabla A-10 (Anexos), aunque con la dosis media también se logró resultados satisfactorios ya que presentó una mortalidad de hasta el 42%.

El método de decocción e infusión también resultaron eficientes en el control de esta plaga pero en dosis alta como se muestra en la tabla A-11 y A-12 (Anexos) pues sus valores de mortalidad fluctúan entre 37-47%, mientras que con dosis media y sobre todo con dosis baja no se obtuvieron buenos resultados.

#### **4.1.2.3 Extracto de diefembaquia**

La diefembaquia es un vegetal poco difundido por su acción insecticida, por tal razón se lo ha probado en el control de mosca blanca obteniendo excelentes resultados cuya efectividad fue de hasta 52%, lo cual indica que este extracto puede ser utilizado como una alternativa ecológica en el control de esta plaga.

El método de arrastre de vapor, en la mayoría de vegetales, fue el más efectivo para la extracción de metabolitos secundarios pero en este caso con el método de decocción y de infusión también se obtuvieron resultados satisfactorios en dosis alta cuyos valores varían de 43-50% y 32-35%, respectivamente, como lo muestra la tabla A-8 y A-9 (Anexos).

La dosificación fue un factor importante en el control de esta plaga pues como se muestra en las tablas A-7, A-8 y A9 (Anexos), la dosis alta prevalece en todos los casos pues su efectividad es sumamente alta a diferencia de la dosis baja cuyos valores de mortalidad no fueron satisfactorios.

#### **4.1.2.4 Extracto de albahaca**

En las tablas A-4, A-5 y A-6 (Anexos) se detalla el porcentaje de mortalidad de las moscas blancas al aplicar los tres métodos de extracción de metabolitos del vegetal con su respectiva dosificación, observando un rango de mortalidad del 16%-45%. Como se observa en la tabla A-5, el método de decocción a fuego lento resultó ser el mejor pero en dosis alta con una efectividad del 41 y 45%, a diferencia del método de infusión en dosis baja que presentó una mortalidad inferior a los demás ensayos, como se muestra en la tabla A-6 (Anexos). En los tres métodos aplicados se pudo observar que la dosis alta fue la más eficiente para el control de mosca blanca mientras que con la dosis baja no se obtuvieron buenos resultados.

#### **4.1.2.5 Extracto de romero**

En esta etapa el extracto de romero resultó más eficiente de lo que se pudo observar en el estudio tipo screening pues se obtuvo un porcentaje de mortalidad de hasta el 55%.

En las tablas A-13, A-14 y A-15 (Anexos) se muestra el porcentaje de mortalidad para cada método de extracción de acuerdo a su dosificación, observando que el mejor porcentaje de efectividad se lo obtuvo con el método de arrastre de vapor cuyo rango fluctúa entre el 30-55%; aunque los métodos de decocción e infusión no resultaron tan eficientes como el de arrastre de vapor estos arrojaron resultados muy efectivos para el control de mosca blanca pues los rangos de mortalidad no variaron significativamente de acuerdo al primer método descrito.

Las tres dosificaciones aplicadas fueron muy efectivas para el control de mosca blanca, pero los mejores resultados se obtuvieron con la dosis alta y media pues los rangos de mortalidad varían entre 25 y 55%. La dosis alta del método de arrastre de vapor fue el ensayo en que mejor resultados se obtuvieron pues se pudo combatir más de la mitad de la plaga, así lo muestra la tabla A-13 (Anexos).

#### **4.1.3 Determinación del mejor tratamiento para el control de mosca blanca.**

Los resultados del porcentaje de efectividad de los 45 tratamientos se presentan en la tabla A-19 (Anexos), los cuales se obtuvieron después de aplicaciones puntuales en el cultivo y la evaluación continua a los sujetos en estudio. Se seleccionó a la variedad de fréjol “rojo moteado” para el presente ensayo debido a la susceptibilidad a la plaga en estudio.



Para la determinación del mejor tratamiento en el control de mosca blanca se tomó en cuenta tres factores significativos como son tipo de vegetal, el método de extracción y la dosificación. Para realizar los cálculos estadísticos y determinar el mejor tratamiento, de los 45 formulados, se utilizó un diseño factorial  $A \times B \times C$ , en el cual se utilizó los promedios de los datos de mortalidad.

Una vez procesados los datos en el programa estadístico Infostat, los resultados que se obtuvieron se muestran en las tablas del Anexo B. El análisis de varianza del experimento se encuentra en la Tabla B-3 (Anexos), en donde señala que el coeficiente de variación es 9.21, indicando que los datos de mortalidad tomados entre cada réplica no son significativos y no existe variación entre ellos. De igual forma muestra que el Factor A (Especie vegetal), Factor B (Método de extracción) y el Factor C (Dosificación) presentan diferencia significativa, al igual que las interacciones entre los factores AB, AC, BC y ABC; lo cual indica que estos factores interactúan entre sí para presentar un efecto combinado que influyen significativamente en la variable respuesta.

En el caso del factor A, al aplicar la prueba de Tukey al 0.05%, como se muestra en la Tabla B-4 (Anexos), se puede observar cuatro grupos homogéneos, siendo las mejores especies vegetales la salvia con una media del 35.93% y el romero con 35.56%, en segundo lugar se encuentra la diefembaquia con 33.80%, seguido del eucalipto que presenta una media de 32.41% y por último se encuentra la albahaca con una media de 30.09%, esta información se puede verificar en el gráfico B-2 (Anexos) en el que se puede observar claramente que la salvia y el romero presentan un mayor porcentaje de mortalidad a diferencia de la albahaca cuya efectividad es menor.

En la tabla B-5 (Anexos) se muestra la prueba de Tukey al 0.05% para el Factor B, en donde se puede observar 3 grupos homogéneos, siendo el mejor nivel el método de arrastre de vapor cuya media es de 37.78%, seguido del método de

decocción con una media del 35.78% y finalmente se encuentra el método de infusión que presenta una media de 27.71%. El gráfico B-3 (Anexos) corrobora esta información pues el método de arrastre de vapor se encuentra por sobre los otros dos métodos.

La prueba de Tukey al 0.05% para el factor C se detalla en la tabla B-6 (Anexos), la cual muestra 3 grupos homogéneos, destacando la dosis alta con una media de 43.50%, seguida por la dosis media con 33.59% de efectividad y por último la dosis baja cuya media es de 23.78%, estos datos se pueden comprobar en el gráfico B-4 (Anexos), en el cual se observa que la dosis alta presenta un porcentaje de mortalidad alto en comparación con la dosis baja.

La tabla B-7 (Anexos) detalla la prueba de Tukey al 0.05% para la interacción AB, en la cual se muestra 5 grupos homogéneos y el mejor resultado se demuestra con los tratamientos a2b0 (extracto de romero y método de arrastre de vapor) y a1b1 (extracto de salvia y método de decocción) con una mortalidad del 43.33% y 42.78%, respectivamente. En el gráfico B-5 (Anexos) se muestra que el romero con el método de arrastre de vapor y la salvia con el método de decocción prevalecen con respecto al método de infusión para todas las especies vegetales pues los valores de mortalidad en estos casos son relativamente bajos.

En el caso de la interacción AC, al aplicar la prueba de Tukey al 0.05%, como se muestra en la Tabla B-8 (Anexos), se puede observar diez grupos homogéneos, determinando que los tratamientos a2c0 (extracto de romero y dosis alta) y a3c0 (extracto de eucalipto y dosis alta) fueron los mejores pues presentan medias de 46.39% y 46.11%, respectivamente. Esto se comprobó mediante el gráfico B-6, en el cual se muestra que la línea que corresponde a la dosis alta prevalece con respecto a las otras dosis y además se observó que el romero y el eucalipto presentan valores superiores de mortalidad.

La prueba de Tukey al 0.05% para la interacción BC se muestra en la tabla B-9 (Anexos), la cual presenta 5 grupos homogéneos, en donde los niveles b0c0 y b1c0 predominan sobre los tratamientos restantes, los mismos que presentan una media de 47.84% y 47.67%, respectivamente. En el gráfico B-9 (Anexos) se puede observar claramente la aseveración que se enuncia anteriormente, en donde la dosis alta presenta valores superiores en relación a las dosificaciones restantes, de la misma manera el método de arrastre de vapor prevalece ante los demás.

Finalmente en la tabla B-10 (Anexos) se puede observar la prueba de Tukey al 0.05% para la Interacción ABC, siendo ésta la más importante en la determinación del mejor tratamiento, la cual presenta 25 grupos homogéneos que demuestra como mejor resultado el nivel a3b0c0 (eucalipto, arrastre de vapor, dosis alta) obteniéndose un porcentaje de mortalidad del 55%, cabe destacar que el tratamiento a1b1c0 (salvia, decocción y dosis alta) también presentó una alta efectividad con una media del 53.40% a diferencia del tratamiento a0b2c2 (albahaca, infusión y dosis baja) cuya mortalidad fue sumamente baja con una media es del 19.17%

#### **4.1.4 Caracterización Fisicoquímica y Fitoquímica**

- **Caracterización Fisicoquímica**

**Determinación del pH.** En la tabla A3 (Anexos) se muestra los valores de pH de los 11 extractos vegetales los cuales oscilan entre 5 y 7, encontrándose en el rango de acidez los extractos de salvia (pH 5), eucalipto (pH 5.5), albahaca (pH 5.5), barbasco (pH 5.5), caléndula (pH 5.5), falsa acacia (pH 6), hierba buena (pH 6), cola de caballo (pH 6) y diefembaquia (pH 6); mientras que los extractos de ortiga (pH 7) y de romero (pH 7) se encuentran en la neutralidad.

**Determinación del color de los extractos.** En la tabla A3 (Anexos) se muestra los colores que presentaron los extractos vegetales de acuerdo a lo establecido en el catálogo internacional de colores. Se observó que el extracto de albahaca, romero y diefembaquia presentaron un color S 1050 B9OG, mientras que la salvia y la ortiga mostraron un color S 1055 B9OG, en tanto que la coloración de los otros extractos fluctuaron de S 1040 B3OG a S 1030 B7OG.

**Determinación del olor de los extractos.** Para la determinación del olor se utilizó una escala arbitraria de 1 – 4. En este análisis se determinó que el extracto de albahaca, romero y eucalipto presentaron un olor penetrante, mientras que en la salvia, ortiga, cola de caballo y diefembaquia se identificó un olor moderado, y la falsa acasia, barbasco y caléndula presentaron un olor ligero.

- **Caracterización Fitoquímica**

El análisis fitoquímico se realizó de las plantas que mejores resultados presentaron en el estudio tipo screening, lo cual fue analizado en la Facultad de Ciencias de la Escuela Politécnica de Chimborazo. El análisis fitoquímico realizado es de carácter semicuantitativo pues la cuantificación total de solo ciertos componentes es de costo elevado debido a que el equipamiento para su análisis es muy complejo.

El estudio fitoquímico se realizó del follaje de cada planta, en el cual se analizó 8 metabolitos secundarios: flavonoides, taninos, aceites esenciales, sesquiterpenolactonas, terpenoides, quinonas, cumarinas y chalconas. Los resultados de este estudio se muestran en las tablas E-1, E-2, E-3, E-4 y E-5 (Anexos). A continuación se presenta una tabla que resume el tipo de metabolitos presentes en cada uno de los vegetales analizados.

**Tabla N° 8.** Metabolitos secundarios presentes en los vegetales (hojas)

<b>Grupo Vegetal</b> <b>Fitoquimico</b>	<i>Salvia</i>	<i>Eucalipto</i>	<i>Diefembaquia</i>	<i>Albahaca</i>	<i>Romero</i>
<i>Flavonoides</i>	++	+	+	+	+
<i>Taninos</i>	+	++	++	++	+
<i>Aceites Esenciales</i>	+	++	-	++	++
<i>Sesquiterpenolactonas</i>	+	+	++	+	-
<i>Terpenoides</i>	++	++	++	+	++
<i>Quinonas</i>	-	-	-	-	-
<i>Cumarinas</i>	-	-	+	-	+
<i>Chalconas</i>	+	+	+	+	+

**Fuente:** Facultad de Ciencias de la Escuela Politécnica de Chimborazo

(Laboratorio Jatper).

**EQUIVALENCIAS:**

Abundante cantidad	+++
Mediana cantidad	++
Poca cantidad	+
Ausencia	-

**4.1.5 FACTIBILIDAD ECÓNOMICA DE LOS INSECTICIDAS ELABORADOS A BASE DE EXTRACTOS VEGETALES EN COMPARACIÓN CON INSECTICIDAS COMERCIALES**

Se realizó un análisis económico de comparación de los costos de los extractos, sus concentraciones y dosis, incluyendo la implementación de lo necesario para obtenerlos, versus los costos de los tratamientos de carácter orgánico comercial. La tabla F-1, F-2, F-3 Y F-4 (Anexos) muestra los costos de los materiales, equipos, recursos humanos y servicios básicos utilizados para la elaboración de los extractos vegetales.

Mientras que la tabla F-5 muestra los costos de producción, a través del cual se pudo identificar el costo de 100 ml de extracto vegetal, el mismo que resultó ser de \$4,85. La tabla F6 (Anexos) indica los costos de insecticidas botánicos comerciales.

## **4.2 Interpretación de datos**

### **4.2.1 Realización del estudio tipo “screening” en el cultivo de fréjol con extractos vegetales que poseen actividad insecticida sobre mosca blanca**

El estudio tipo screening fue una etapa trascendental en la investigación pues a través de ello se pudo identificar las especies más promisorias en el control de mosca blanca. Para la obtención de los extractos se empleó el follaje del vegetal, pues en la mayoría de especies ésta es la parte donde se concentra mayor cantidad de sustancias activas

Mediante el método de zumo se elaboró los extractos vegetales, método por el cual se extrajo metabolitos secundarios de manera eficiente ya que no se empleó cambios bruscos de temperatura que pueda alterar su composición, aunque asépticamente este método no es muy recomendado, así lo indica Rodas (2009)..

Según, Alfonso (2002), la síntesis o acumulación de productos del metabolismo secundario se conocen como metabolitos secundarios los cuales son metabólicamente costosos para la planta y además son tóxicos para animales y vegetales, actuando como repelentes, alomonas y reguladores del crecimiento. En el caso de los extractos vegetales analizados, los metabolitos secundarios presentaron actividad insecticida pues la mayoría de ellos actuaron de manera eficiente controlando mosca blanca.

Estos productos, además de su alta selectividad y baja persistencia ambiental, tienen especial interés debido a que ayudan a retrasar la aparición de resistencia, ya que están constituidos por una mezcla de varios compuestos con distinto modo de acción, así lo revela Cerón (2009).

#### **4.2.1.1 Determinación de los vegetales más promisorios para el control de mosca blanca.**

Muchas plantas son capaces de sintetizar metabolitos secundarios que poseen propiedades biológicas con importancia contra insectos plagas. Según, Bonifaz (2010), la selección de plantas que contengan metabolitos secundarios capaces de ser utilizados como insecticidas naturales deben ser de fácil cultivo y con principios activos potentes, con alta estabilidad química y de óptima producción. Todas las especies vegetales estudiadas en esta investigación presentan las características antes mencionadas pero las que mejores resultados arrojaron fueron la salvia, eucalipto, diefembaquia (aunque esta planta no es de fácil cultivo), albahaca y romero, en su orden.

#### **4.2.2 Ensayos para el control de mosca blanca**

##### **4.2.2.1 Extracto de salvia**

La salvia es una planta melífera cuya acción insecticida no ha sido muy difundida, sin embargo investigaciones han demostrado que este vegetal presenta sustancias activas que rechazan la mosca blanca en diferentes cultivos y otros insectos voladores (González, 2012). Lo cual coincide con la presente investigación en donde el extracto de salvia resultó uno de los más importantes en el control de mosca blanca debido a los principios activos que este presenta, lo cual fue comprobado mediante el análisis fitoquímico realizado.

La efectividad de este vegetal como insecticida depende del método de extracción que se aplique debido a que los metabolitos secundarios pueden activarse o inactivarse dependiendo de las condiciones fisicoquímicas a las que se ha sometido a la planta, tal como lo revela Malagón (2010).

Por tal razón en la investigación se observó que el método de arrastre de vapor resultó ser el más efectivo en el control de mosca blanca debido a que permite separar sustancias insolubles en agua y ligeramente volátiles en otros productos no volátiles. Mientras que el método de infusión resultó ineficaz en el control de la plaga debido a que se emplea una temperatura alta que puede alterar la composición química de la planta dificultando la extracción de sustancias activas.

#### **4.2.2.2 Extracto de eucalipto**

En los últimos años se ha intensificado la exploración entre ciertas especies botánicas en las cuales existe alguna presunción sobre la presencia de moléculas activas. Una de ellas es el eucalipto que mediante investigaciones se ha comprobado su acción insecticida y fungicida sobre ciertas plagas de importancia agrícola, así lo indica Salazar (2009).

No existen investigaciones que comprueben la actividad insecticida del eucalipto sobre mosca blanca, pues solo existe estudios que indican su acción fungicida sobre *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus* (Cerón, 2009). Razón por la cual se ha visto necesario investigar su acción insecticida sobre mosca blanca, corroborando esta hipótesis a través de la presente investigación pues se observó que el eucalipto ha mostrado una alta efectividad en el control de esta plaga eliminando hasta un 57%, lo cual es vital para la sostenibilidad de la agricultura.



Como en la mayoría de los vegetales analizados, el método que mejor resultados brindó fue el de arrastre de vapor pues como lo señala Barnola (2010), el eucalipto presentan aceites esenciales que son sustancias activas que pueden ser letales para los insectos, los mismos que están constituidos químicamente por terpenoides y fenilpropanoides, que son compuestos volátiles y por lo tanto arrastrables por vapor de agua.

#### **4.2.2.3 Extracto de diefembaquia**

Esta especie es una planta ornamental de interiores, de la cual no existen investigaciones que hayan probado a este vegetal como un producto fitosanitario, razón por la cual se hizo necesario indagar su acción insecticida sobre mosca blanca debido a la toxicidad que este presenta. A través de esta investigación se pudo obtener resultados satisfactorios que permitieron revelar la acción insecticida que este vegetal presenta sobre la plaga en estudio. La toxicidad de esta planta radica en su contenido en oxalatos de calcio los cuales se encuentran en forma de cristales en la savia del vegetal, así lo muestra Fernández (2004). Los oxalatos de calcio y magnesio son uno de los principales componentes de las plantas venenosas, así lo indica Barnola (2010).

Mediante el análisis fitoquímico se pudo analizar los metabolitos secundarios que este vegetal presenta los cuales fueron extraídos mediante métodos diferentes, siendo uno de los mejores el de arrastre de vapor debido a que a través de él se pueden atrapar sustancias volátiles e insolubles en agua. Los métodos restantes también presentaron resultados satisfactorios, sobre todo el de decocción ya que a través de él se pudo controlar hasta un 45% de la plaga, pues como lo muestra Soubeyran et al (1847), este método es efectivo para extraer principios activos debido a que se alteran algunos tejidos por acción prolongada de calor que ayudan a obtener sustancias que no se pueden disolver fácilmente.

#### **4.2.2.4 Extracto de albahaca**

La albahaca es una planta aromática muy difundida en el medio por su acción medicinal y culinaria pero actualmente también se han realizado investigaciones que comprueban su acción insecticida (Vázquez, 2010).

Hernández (2005), reporta que los extractos de neem, albahaca y epazote, muestran un alto porcentaje de mortalidad de mosca blanca en el cultivo de tomate criollo riñón, lo cual concuerda con esta investigación pues el extracto de albahaca presentó resultados satisfactorios en el control de mosca blanca pero sobre todo el que se realizó mediante decocción debido a que la planta es sensible a altas temperaturas y no se puede extraer fácilmente sus compuestos activos.

Para esta planta el método de decocción a fuego lento resultó ser el mejor debido a que la temperatura que se empleo es de 80°C y el calor es prolongado por lo que se disuelven todos los principios solubles y se llega a cargar el líquido de principios activos, sobre los que no se tenía acción a una temperatura más baja o extremadamente alta, así lo señala Soubeiran, et al (1847).

#### **4.2.2.5 Extracto de romero**

Una manera posible de controlar naturalmente las plagas es mediante productos químicos naturales. La utilización de extractos obtenidos de plantas aromáticas o culinarias es una de las maneras de atajar estos enemigos, este es el caso del romero una planta que desde la antigüedad ha sido utilizada por su agradable aroma en varios aspectos, siendo uno de ellos su acción insecticida ayudando a controlar plagas como pulgas y garrapatas, además de ayudar a atraer insectos benéficos para las plantas, así lo muestra Barnola (2010).

La acción insecticida del romero sobre mosca blanca no ha sido difundida en la actualidad por tal razón en la investigación se ha analizado en detalle la función de este vegetal sobre la plaga en cuestión obteniendo datos satisfactorios que corroboran su acción tóxica.

Mediante el método de arrastre de vapor se obtuvo mejores resultados en relación a los métodos restantes, debido a que a través de él se obtiene sustancias volátiles que no pueden ser extraídas fácilmente por otro tipo de metodología debido a las condiciones a las que se somete al vegetal (Chamorro, 2008).

#### **4.2.3 Determinación del mejor tratamiento para el control de mosca blanca.**

Para la determinación del mejor tratamiento en el control de mosca blanca se tomó en cuenta tres factores significativos como son tipo de vegetal, el método de extracción y la dosificación.

Cada uno de ellos influyó directamente en los resultados que se obtuvieron pues su combinación ayudó a determinar el tratamiento más promisorio en el control de esta plaga.

El primer factor estudiado fue el tipo de vegetal, lo cual es de vital importancia debido a que las plantas, en conjunto, producen más de 100.000 sustancias de bajo peso molecular conocidas también como metabolitos secundarios. Estos son, normalmente, no-esenciales para el proceso metabólico básico del vegetal (Maggi, 2004). Muchas plantas son capaces de sintetizar metabolitos secundarios que poseen propiedades biológicas con importancia contra insectos plagas, por tal razón los vegetales evaluados en la investigación pasaron por una etapa previa que permitió identificar su acción tóxica.

La selección de plantas que contengan metabolitos secundarios capaces de ser utilizados como insecticidas naturales deben ser de fácil cultivo y con principios activos potentes, con alta estabilidad química y de óptima producción, así lo indica Maggi (2004). Estas características presentaron todos los vegetales analizados en la investigación pero el eucalipto fue la especie que mejores resultados arrojó pues se logró controlar hasta un 57% de la plaga.

El segundo factor analizado fue el método de extracción, esto constituyó un elemento trascendental en la investigación pues de ello dependen los metabolitos que se extraigan del vegetal. La extracción envuelve la separación de las sustancias activas de los materiales inertes o inactivos de una planta, a partir de la utilización de un disolvente seleccionado y de un proceso de extracción adecuado (Rodas, 2009). El método de extracción utilizado depende del tipo de planta a emplear (caracteres organolépticos), de la concentración de principios activos y de sus propiedades farmacológicas (Dueñas, 2012).

En la investigación se analizaron tres tipos de métodos de extracción siendo el más eficaz en la mayoría de los casos el de arrastre de vapor debido a que a través de él se puede atrapar sustancias volátiles que no son fácilmente extraíbles por otro tipo de metodología, además que estas sustancia en muchos casos le brindan la acción insecticida al vegetal (Neira, 2010).

Aunque el método de arrastre de vapor resultó ser el mejor para extraer sustancias activas, el de decocción también arrojó resultados satisfactorios esto se debe al prolongado calor que se aplicó al vegetal con lo cual se alteró algunos tejidos ayudando de esta manera a disolver las sustancias que se necesitaron extraer. Mientras que el método de infusión en la mayoría de casos resultó ineficaz debido a que el calor que se aplicó no fue prolongado y por lo tanto no se pudo llegar a extraer sustancias que son de difícil disolución, así lo señala Tlacuilo (2007).

El tercer factor analizado en la investigación fue la dosificación, este elemento es muy importante debido a que a mayor cantidad de vegetal utilizado mayor será la concentración de metabolitos en el extracto por tal razón será más efectivo en el control de la plaga. Es por ello que a través de la investigación se pudo evidenciar que la dosificación alta fue la que mejores resultados brindó debido a la alta cantidad de vegetal que se empleó, así también la dosificación media arrojó resultados satisfactorios lo cual indica que existió suficiente cantidad de sustancias activas que permitieron controlar un aceptable porcentaje de la plaga. Mientras que la dosis baja al presentar escasa cantidad de metabolitos secundarios tuvo una deficiente acción sobre la plaga en cuestión.

Sin lugar a dudas los insecticidas naturales a partir de extractos vegetales constituyen una muy interesante alternativa de control de insectos además de que sólo se han evaluado muy pocas plantas en relación a la fuente natural que ofrece el planeta, por lo que las perspectivas futuras en cuanto a investigación, son aún mayores.

#### **4.2.4 Caracterización Físicoquímica y Fitoquímica de los insecticidas seleccionados**

- **Caracterización Físicoquímica**

**Determinación del pH.** El pH es un índice numérico que se utiliza para expresar la mayor o menor acidez de una solución en función de los iones hidrógeno. El pH de los extractos analizados en el proyecto se encuentran dentro de los límites adecuados para su aplicación en producción vegetal, pues como lo indica Neira (2010), las soluciones con pH menor a 4 o mayor a 9 no deben emplearse en la agricultura, porque son muy ácidas o muy alcalinas, respectivamente.

Los pH indicados para la mayoría de cultivos están próximos a la neutralidad y admiten un rango de variación que depende de la sensibilidad del cultivo o la alcalinización o a la acidificación del medio (Neira, 2010).

**Determinación del color de los extractos.** Mediante lo establecido en el catálogo internacional de colores, se observó que el extracto de albahaca, romero y diefembaquia presentaron un color verde intenso debido a su alto contenido de clorofila, mientras que la salvia y la ortiga mostraron una coloración verde claro, en tanto que el resto de extractos presentaron una coloración ligeramente verdosa debido a la presencia de poca cantidad de este componente.

**Determinación del olor de los extractos.** El olor es un componente importante de identificarlo debido a que mediante éste se puede confirmar la identidad de la planta, da una idea de su conservación, y detecta posibles adulteraciones o falsificaciones. Además permite identificar ciertas sustancias presentes en una solución. Mediante este análisis se pudo determinar que albahaca, romero y eucalipto presentaron un olor penetrante, debido a la gran cantidad de aceites esenciales que presentan pues este tipo de metabolitos generan un olor muy intenso debido a que en su estructura presentan anillos aromáticos, cuya principal característica es brindarle aroma a la planta que lo posea.

- **Caracterización Fitoquímica**

Según Alonso (2012), la interacción planta-plaga puede estar condicionada por los metabolitos secundarios de las plantas. De ahí que los compuestos naturales pueden tener actividad insecticida, nematocida, viricida, fungicida, bactericida y herbicida. Por tal razón el análisis fitoquímico fue imprescindible en este estudio ya que de esta manera se pudo conocer el tipo de metabolitos secundarios que presenta cada vegetal.

**Salvia** (*Salvia officinalis*). Según Olgún (2012), este vegetal está compuesto principalmente por aceite esencial, monoterpenos, sesquiterpenos, alcoholes no terpénicos monoterpenoles, sesquiterpenoles, monoterpenonas, aldehidos, diterpenos, flavonoides, ácidos fenólicos y taninos.

Lo cual en su mayoría coincide con el estudio realizado en la investigación que señala la presencia de flavonoides (mediana cantidad), taninos (poca cantidad), aceites esenciales (mediana cantidad), sesquiterpenolactonas (poca cantidad), terpenoides (poca cantidad), y chalconas (poca cantidad).

Según el análisis fitoquímico realizado en el presente estudio, se observa que la salvia presenta flavonoides que son compuestos activos que se encuentran en mayor cantidad dentro del vegetal. Los flavonoides son los polifenoles más distribuidos en las plantas y constituyen un grupo muy importante con más de 5000 compuestos. Poseen bajo peso molecular debido a que comparten un esqueleto común de difenilpirano: comúnmente se encuentra como pigmentos en los vegetales, frutas y flores, biosintetizados a partir de la fenilalanina y cuyo primer anillo es condensado por tres moléculas de malonil-CoA. Se les conocen las mismas propiedades que a los fenoles, de hecho dentro del grupo de los fenoles los compuestos reportados con actividad insecticida son los flavonoides (Neira, 2010).

Los flavonoides son insecticidas de contacto e ingestión y repelente. Su modo de acción implica una inhibición del transporte de electrones a nivel de mitocondrias, bloqueando de esta forma la fosforilación del ADP a ATP. Por esto actúa inhibiendo el metabolismo del insecto.

Los síntomas que presentan los insectos intoxicados con estos metabolitos 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.

**Eucalipto** (*Eucalyptus globulus*). Estudios señalan que los componentes activos de este vegetal son monoterpenos, compuestos polifenólicos, taninos, aceites esenciales, flavonoides, aldehídos, alcoholes sesquiterpénicos (Cerón, 2009). Los cuales en su mayor parte coinciden con el análisis fitoquímico realizado en la investigación el cual señala la presencia de flavonoides (poca cantidad), taninos (mediana cantidad), aceites esenciales (mediana cantidad), sesquiterpenolactonas (poca cantidad), terpenoides (mediana cantidad) y chalconas (poca cantidad).

Los aceites esenciales son metabolitos secundarios presentes en cantidades considerables en el eucalipto, los cuales varían su composición y calidad de acuerdo a diferentes factores como el clima, composición del suelo, órgano de la planta, edad y etapa del ciclo vegetativo, quimiotipo y el biotipo de la planta.

Los componentes de los aceites esenciales constituyen principalmente dos grupos de distinto origen biosintético. El principal grupo está compuesto por terpenos y terpenoides y el otro por aromáticos y compuestos alifáticos, todos caracterizados por bajo peso molecular (Cerón, 2009). El aceite esencial de eucalipto se caracteriza por sus propiedades insecticidas, un estudio realizado por Mareggiani (2008), evalúa la actividad insecticida del aceite de eucalipto, contra adultos de *Aphis gossypii* encontrando valores de LC50 (Concentración letal necesaria para matar el 50% de la población) de 2000 ppm a las 4 y 6 horas, atribuida al metabolito secundario 1,8 cineol o eucaliptol, principal componente del aceite esencial de eucalipto (Cerón, 2009).

Los aceites esenciales del eucalipto actúan sobre los insectos bloqueando los receptores de octopamina, un modulador químico que se encuentra únicamente en el sistema nervioso de los invertebrados. Por esta razón su toxicidad es muy baja para los humanos y otros vertebrados, así lo indica Farrill (2012).



Otro grupo de metabolitos secundarios presentes en el eucalipto son los terpenoides, los cuales representan una vasta y diversa clase de compuestos orgánicos similares a los terpenos. Están formados por unidades de 5-carbonos isopreno, ensambladas y modificadas de muchas maneras diferentes, siempre basadas en el esqueleto del isopentano.

La mayoría de los terpenoides tiene estructuras multicíclicas, las cuales difieren entre sí no sólo en grupo funcional sino también en su esqueleto básico de carbono (Farrill, 2012). Estos metabolitos actúan por contacto e ingestión (efecto translaminar y sistémico) el efecto insecticida se produce cuando los terpenoides actúan como potente regulador de crecimiento, pues inhibe la ecdisoma (hormona de crecimiento de los insectos) perjudicando los estados inmaduros (larvas, pupas y ninfas) lo que bloquea el ciclo de mudas y provoca la muerte de los insectos en estos estados. También actúa como fagodisuasivo (antialimentarismo) por lo que los insectos dejan de comer interrumpiendo así su desarrollo causándoles la muerte entre los 4 y 6 días (Farrill, 2012).

Otro de los principales mecanismos de acción propuestos para los terpenoides consiste en la disrupción de la membrana celular mediante tres posibles vías: aumentando la permeabilidad de la membrana a iones pequeños, afectando la estabilidad estructural de la membrana y desestabilizando el empaquetamiento de la bicapa lipídica, cualquiera de estos efectos produce la muerte celular (Farrill, 2012).

Los taninos representan un porcentaje considerable en el eucalipto, los cuales son sustancias no bien definidas químicamente, pero que se agrupan debido a que tienen algunas propiedades comunes. Comprenden una pequeña parte del tan amplio como diverso grupo de los compuestos fenólicos vegetales, que abarca los ácidos fenólicos de 7 a 9 átomos de carbono (Ramos, 1998). Existen dos categorías: condensados e hidrolizables.

Los taninos condensados son polímeros de unidades de flavonoides unidas por enlaces C-C, los cuales no pueden ser hidrolizados pero sí oxidados por un ácido fuerte para rendir antocianidinas. Los taninos hidrolizables son polímeros heterogéneos que contienen ácidos fenólicos, sobre todo ácido gálico y azúcares simples; son más pequeños que los condensados y se hidrolizan más fácilmente (Ávalos, 2009).

La acción insecticida de los taninos presentes en el eucalipto ha sido probada en ciertas plagas de importancia agrícola, y pese a que su acción sobre mosca blanca no ha sido estudiada los resultados arrojados en la investigación indican que puede usarse eficazmente para el control del mismo. Los taninos atacan el proceso digestivo del insecto, actuando como reductores de la digestibilidad o inhibiendo la actividad de enzimas hidrolíticas (Caballero, 2004).

**Diefembaquia** (*Dieffenbachia omoena*). Según Vazquez (2012), en la diefembaquia se puede encontrar compuestos activos tales como: alcaloides, polipéptidos y aminas, glucósidos, oxalatos, resinas, fitotoxinas y minerales.

Aunque en el análisis fitoquímico realizado a este vegetal no se examinó este tipo de compuestos, se pudo observar la presencia de flavonoides (poca cantidad), taninos (mediana cantidad), sesquiterpenolactonas (mediana cantidad), terpenoides (mediana cantidad), chalconas (poca cantidad) y cumarinas (poca cantidad).

No existen investigaciones que señalen la actividad insecticida de este vegetal, por tal razón ha sido imprescindible el estudio fitoquímico que permita determinar el tipo de metabolitos que presenta la planta para poder dilucidar la acción que puede ocasionar en los insectos.

La toxicidad de la diefembaquia solo ha sido probada en los seres humanos provocando diversos síntomas por ingestión o contacto con esta planta. Miranda (2010) indica que la diefembaquia presenta una toxicidad media debido a los cristales de oxalato de calcio y el ácido oxálico presentes en su savia.

Según el análisis fitoquímico realizado en esta investigación, uno de los metabolitos presentes en mayor cantidad en este vegetal son las sesquiterpenlactonas, derivadas biogénicamente de los sesquiterpenos, son una clase de productos naturales distribuidos menos ampliamente que estos últimos. Son sustancias amargas que se encuentran en todas las partes de las plantas, en concentraciones que varían entre 0,01-8% del peso seco, siendo las concentraciones mayores en las hojas.

Presentan gran importancia por la variada acción biológica que han demostrado: acción citotóxica, antifúngica y antibacteriana (Lock, 1994). Aunque no existen investigaciones que corroboren la actividad insecticida contra mosca blanca, con los resultados obtenidos en el presente estudio queda demostrado que puede usarse eficazmente para el control del mismo.

Este vegetal también se caracteriza por poseer gran cantidad de compuestos fenólicos pues como se puede observar en el análisis fitoquímico existe la presencia de taninos, flavonoides y cumarinas. Los compuestos fenólicos producen efectos a dos niveles, sobre la integridad de la pared celular y la membrana citoplasmática y sobre la respuesta fisiológica del insecto, sensibilizan a la membrana celular y cuando se saturan los sitios sobre los cuales actúan se produce un grave daño a la membrana citoplasmática. Además actúan inhibiendo la producción de enzimas intracelulares, tales como amilasas y proteasas, lo que provoca el deterioro de la pared y un alto grado de lisis celular.

**Albahaca** (*Ocimum basilicum*). El análisis fitoquímico de este vegetal reveló la existencia de flavonoides (poca cantidad), taninos (mediana cantidad), aceites esenciales (mediana cantidad), sesquiterpenolactonas (poca cantidad), terpenoides (poca cantidad) y chalconas (poca cantidad).

Estos resultados coinciden con estudios que señalan que el *Ocimum basilicum* presenta aceites esenciales (cineol, linanol, estragol y eugenol), saponinas, taninos y terpenoides, así lo indica Sánchez (2000).

Según el análisis fitoquímico realizado, los taninos y aceites esenciales son los metabolitos secundarios mayoritarios en este vegetal. En la naturaleza, los aceites esenciales juegan un rol importante en la protección de las plantas como antibacterianos, antivirales, anti-fungicidas e insecticidas (Cerón, 2009).

Los aceites esenciales son mezclas naturales muy complejas que pueden contener cerca de 20 a 60 diferentes componentes. Las esencias naturales están principalmente compuestas por alcoholes, ésteres, fenoles, aldehídos, cetonas, ácidos e hidrocarburos, al igual que pequeñas cantidades de otras funciones químicas (Cerón, 2009).

Los aceites esenciales de albahaca exhiben actividad insecticida contra *Tribolium castaneum* (insecto que ataca al cultivo de arroz), *Aedes aegypti* (vector de transmisión del dengue y la fiebre amarilla), *Epilachna paenulata* y *Diabrotica speciosa* (atacan cultivos de calabaza y maíz), así lo indica Vázquez (2007).

Pese a no existir reportes acerca de la actividad contra mosca blanca, con los resultados obtenidos en la investigación se puede notar que este vegetal puede combatir hasta un 47% de la plaga.

Otro compuesto significativo presente en el vegetal analizado son los taninos, los cuales son compuestos polifenólicos de masa molecular relativamente alta e insolubles en solventes apolares. Investigaciones han demostrado que los taninos presentan actividad insecticida sobre plagas de importancia agrícola ya que tienen como función bloquear la absorción de nutrientes básicos para el crecimiento del insecto, por lo que después de que el insecto ingiere el fitometabolito muere por inanición (Alonso, 2012).

**Romero** (*Rosmarinus officinalis*). Mediante investigaciones se comprobó que este vegetal está compuesto por flavonoides, saponinas, taninos y triterpenos. Este estudio en su mayoría coincide con los resultados obtenidos mediante investigación en donde se observa la presencia de flavonoides (poca cantidad), taninos (poca cantidad), aceites esenciales (mediana cantidad), terpenoides (mediana cantidad), cumarinas (poca cantidad) y chalconas (poca cantidad).

Los aceites esenciales y terpenoides son metabolitos secundarios que se encuentran en cantidades considerables en el romero, pero estos principios activos ya han sido descritos con anterioridad por tal razón no se ha visto indispensable describirlos nuevamente.

En el estudio realizado al romero también se pudo encontrar cumarinas y chalconas. Las cumarinas son compuestos heterocíclicos derivados del ácido cinámico con un núcleo formado por un anillo bencénico condensado con un anillo piránico, aunque en muchas se fusiona un tercer anillo heterocíclico (Ramos, 1998).

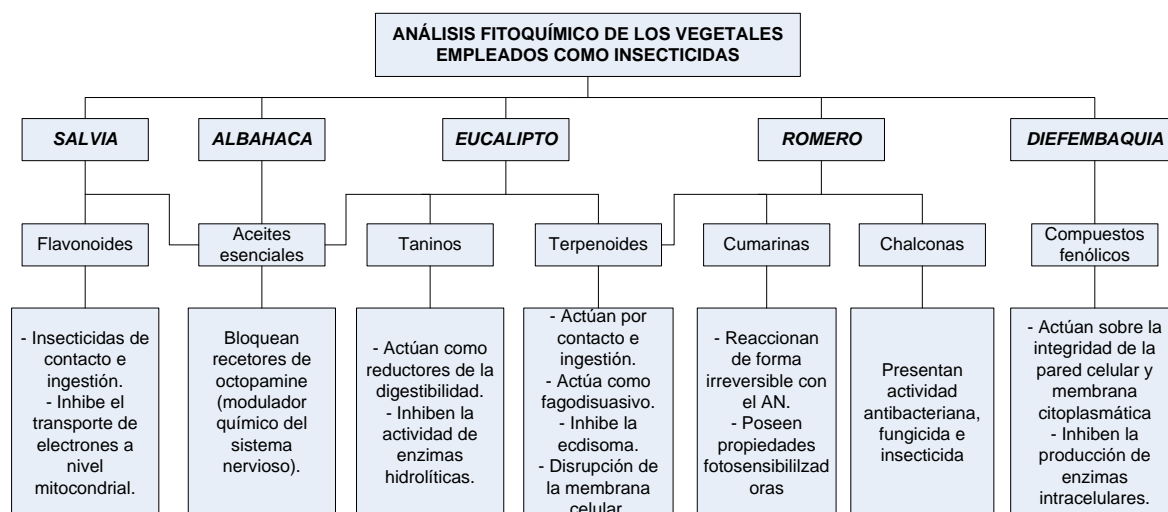
El aislamiento de las cumarinas de plantas ha conseguido un gran interés, debido al amplio rango de actividad biológica que muchas cumarinas han mostrado, como la acción anticoagulante y antibacteriana, la acción antibiótica, la aguda hepatotoxicidad y carcinogenicidad y la acción insecticida (Oliva, 2011).

Algunas muestran fototoxicidad frente a insectos (es el caso del psoraleno) tras activarse por luz UV, acción llevada a cabo por bloqueo de la transcripción y de la reparación de DNA, provocando la muerte celular (Ávalos, 2009).

Los metabolitos secundarios con actividad insecticida pueden actuar a diferentes niveles sobre la fisiología del insecto, en el caso de las cumarinas reaccionan de forma irreversible con el ADN.

Además poseen propiedades fotosensibilizadoras, esto es, su acción tóxica se refuerza en presencia de la luz ultravioleta (Caballero, 2004).

Las chalconas consisten de flavonoides de cadena abierta en los cuales dos grupos fenilo están enlazados por un puente de enona. Se ha reportado que este importante grupo de moléculas orgánicas exhibe una amplia variedad de propiedades farmacológicas, incluyendo citotoxicidad (Vázquez, 2012). Las chalconas son compuestos de gran interés pues muchas de ellas presentan diferentes tipos de bioactividades antibacteriana, fungicida, o insecticida selectiva (Pasquale, 2009).



**Gráfico 7.** Resumen del Análisis Fitoquímico.

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

#### **4.2.5 FACTIBILIDAD ECÓNOMICA DE LOS INSECTICIDAS ELABORADOS A BASE DE EXTRACTOS VEGETALES EN COMPARACIÓN CON INSECTICIDAS COMERCIALES.**

El estudio económico permite determinar la factibilidad o viabilidad económica del proyecto, cuantificando costos y beneficios de la inversión. A través del análisis económico se determina el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, el costo total de la operación (que abarque las funciones de producción, administración y ventas), así como la rentabilidad que se obtenga del mismo.

En esta etapa de la investigación se determinó todos los costos necesarios para la obtención de los insecticidas orgánicos, tomando en cuenta tanto materiales, equipos, recurso humano y servicios básicos pues cada uno de estos factores influyen directa o indirectamente en la producción de los extractos vegetales.

A partir de la determinación de estos costos se pudo obtener el costo unitario del producto, es decir, el costo necesario para producir 100 ml de extracto vegetal, resultando ser \$3,88. A este costo se le agregó un porcentaje de utilidad del 25%, con el que se obtuvo el precio de venta, siendo este costo de \$4,85.

Esto comparado con los costos de insecticidas comerciales resulta significativamente menor, pues como se puede observar en la tabla F-6, el costo de estos insecticidas fluctúan entre \$6 y \$9, en tanto que el costo de los insecticidas que se elaboró en la presente investigación fue sólo de \$4,85.

Este estudio permitió determinar el comportamiento y condiciones para la ejecución del proyecto, y su comportamiento a futuro para determinar su factibilidad con respecto a otros proyectos totalmente establecidos.

### **4.3 Verificación de hipótesis**

De acuerdo a los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis nula que señala que la utilización de insecticidas orgánicos no son efectivos para controlar “Mosca Blanca” en el cultivo de fréjol, pues como se observa en el apartado 4.1, los extractos vegetales presentan resultados satisfactorios como insecticida para el control de esta plaga.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa la cual expone que los insecticidas orgánicos son efectivos para controlar “Mosca Blanca” en el cultivo de fréjol, pues así lo demuestran los resultados obtenidos en el estudio.



## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- Mediante la presente investigación se formuló insecticidas orgánicos a través de la utilización de las hojas de especies vegetales, que mediante un estudio tipo screening se escogió las más promisorias en el control de mosca blanca. A parte de las especies vegetales escogidas en esta etapa para un posterior tratamiento se analizó otro tipo de factores como son la metodología de preparación y la dosificación, siendo las mejores el método de arrastre de vapor y dosificación alta, mientras que las especies vegetales más promisorias fueron el eucalipto y la salvia. El análisis fitoquímico de este estudio fue indispensable lo cual permitió distinguir el tipo de metabolito que presentan las especies vegetales.
- El estudio tipo screening arrojó resultados satisfactorios en la investigación donde se observó que la salvia, eucalipto, diefembaquia, albahaca y romero, en su orden, fueron las especies más promisorias en el control de mosca blanca, por medio del cual se determinó que los valores promedio de mortalidad fueron de 35-45%, siendo la salvia una de las mejores especies (45%).
- Se determinó el mejor tratamiento para el control de mosca blanca, siendo el más importante el de eucalipto por arrastre de vapor a dosis alta con el que se obtuvo un 55% de mortalidad, pero cabe destacar que la decocción de salvia a dosis alta también resultó efectivo pues se

consiguió una mortalidad de 53.40% al igual que el de romero por arrastre de vapor a dosis alta que arrojó un valor de 52.50%.

- Se caracterizó fitoquímicamente las 5 especies vegetales más promisorias en el control de mosca blanca, observando la presencia de flavonoides en todas las plantas pero la salvia fue la única especie que mostró mayor cantidad de este principio activo. En tanto que la presencia de taninos se observó en el eucalipto, diefembaquia y albahaca. Aceites esenciales presentaron el eucalipto, albahaca y romero, mientras que las sesquiterpenolactonas solo se observó en la diefembaquia. Los terpenoides en cambio se encontraron en la mayoría de especies vegetales a excepción de la albahaca. Las chalconas por su parte estuvieron presentes en todas las especies vegetales pero en poca cantidad. Las cumarinas solo se encontró en la diefembaquia y romero pero en pequeñas cantidades. Las quinonas fue el único principio activo ausente en todas las plantas.
- A través del análisis económico se determinó los costos necesarios para la obtención de los insecticidas orgánicos, tomando en cuenta los materiales, equipos, recurso humano y servicios básicos pues cada uno de estos factores influyen directa o indirectamente en la producción de los extractos vegetales. A partir de este análisis se pudo obtener el costo unitario del producto, resultando ser \$3,88. A este costo se le agregó un porcentaje de utilidad del 25%, con el que se obtuvo el precio de venta, siendo este costo de \$4,85. Lo cual comparado con los costos de insecticidas comerciales resultó significativamente menor.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- La aplicación de los extractos vegetales evaluados en esta investigación se lo hizo en concentraciones elevadas en comparación con la aplicación de productos comerciales, por lo que sería conveniente probar concentraciones más bajas hasta determinar la concentración mínima efectiva de los extractos para combatir la mosca blanca.
- Se recomienda realizar una investigación más exhaustiva sobre la ortiga (*Urtica sp.*) pues en el estudio tipo screening se obtuvo resultados satisfactorios como insecticida.
- Tanto la salvia (*Salvia officinalis*) como el eucalipto (*Eucalyptus globulus*) presentaron elevados porcentajes de mortalidad contra mosca blanca y esto se debe a la presencia de terpenoides, por lo que se recomienda realizar estudios acerca de la extracción específica detallada de estos metabolitos.
- Para la elaboración de los extractos vegetales en esta investigación se utilizó las hojas de las plantas por tal razón es recomendable realizar un estudio sobre la acción insecticida de los extractos vegetales elaborados a partir de diferentes partes de la planta tales como raíces, tallos y flores.
- Investigaciones indican que el jabón de potasio presenta ingredientes eficaces y su modo de actuación lo hacen adecuado e importante como insecticida, además de ser inocuo para el medio ambiente. Por tal razón es recomendable agregar jabón potásico a los extractos vegetales pues de esta manera aumenta la efectividad de los extractos además de mejorar la adherencia y la cobertura a la planta.

- Se recomienda realizar combinaciones de extractos vegetales sobre todo con los que presentaron mejores resultados para evaluar su efectividad sobre mosca blanca en el cultivo de fréjol.
- Es recomendable para futuros estudios la determinación de la efectividad de los mejores extractos sobre otros agentes plaga que afectan al cultivo de fréjol.

## CAPÍTULO VI

### PROPUESTA

#### 6.1 DATOS INFORMATIVOS

- 1 Título:** Evaluación del comportamiento de combinaciones de extractos vegetales para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*, L.).
- 2 Unidad Ejecutora:** Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Carrera de Ingeniería Bioquímica.
- 3 Beneficiario:** Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Carrera de Ingeniería Bioquímica.
- 4 Director del Proyecto:** Dr. Ramiro Velasteguí, PhD
- 5. Personal Operativo:** Egda. Silvia Vargas
- 6 Tiempo de Duración:** 7 meses
- 7 Fecha de Inicio:** Junio 2013
- 8 Lugar de Ejecución:** Universidad Técnica de Ambato
- 9 Costo:** \$ 2000

## 6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La utilización de mezclas de plaguicidas naturales ha demostrado su eficacia, gracias al efecto sinérgico por la acción combinada de sus componentes. Así, se ha logrado reducir la cantidad de principios activos necesarios para disminuir la resistencia que desarrollan los patógenos causantes de las enfermedades.

Diversas experiencias de efectos sinérgicos in vitro e in vivo han sido reportadas en la literatura. Por ejemplo, los extractos acuosos de *Allium sativum* y *Monodora myristica* presentaron actividad insecticida marcada contra plagas de *Vigna unguiculata*; asimismo, los extractos vegetales de *Coriandrum sativum*, *Caesalpinia spinosa*, *Bidens pilosa* y *Stegobium paniceum* mostraron efecto insecticida contra el gorgojo del maíz (Niño, 2012).

También se han realizado estudios sobre la acción de los extractos vegetales de especies de la familia *Asteraceae* sobre el crecimiento de los insectos. Por ejemplo, en la especie *Ageratum conyzoides*, se logró identificar compuestos de naturaleza triterpénica como cromenos que afectan el proceso de muda de los insectos, produciendo adultos estériles al inhibir la actividad de las hormonas que aceleran el proceso de crecimiento (Niño, 2012).

Investigaciones han determinado el potencial para el control simultáneo de plagas y enfermedades de formulaciones de mezclas de extractos de tabaco, neem y aceite esencial de eucalipto, mediante diferentes pruebas de actividad biológica, siendo necesario la evaluación de los tres tipos de acción conjunta de las mezclas (acción conjunta independiente, acción conjunta similar, sinergismo y antagonismo). Lo anterior buscando la mejor combinación de mezcla, hecho que se sustenta en investigaciones que reportan la potenciación de la actividad biológica en extractos, por la combinación de varios de sus metabolitos bioactivos.

Esto permitirá conducir a la evaluación de combinaciones de los anteriores con fungicidas e insecticidas de síntesis con el fin de aumentar su efectividad, sin embargo poco es lo que se conoce sobre el comportamiento de mezclas de extractos vegetales frente a su actividad fungicida e insecticida simultánea como alternativa para el control de insectos plaga y hongos fitopatógenos en cultivos de importancia agrícola (Murillo, 2012).

### **6.3 JUSTIFICACIÓN**

Las plagas constituyen la principal limitante de la producción agrícola. Cada año, una tercera parte de la producción de alimentos debe destruirse, por plagas de cultivos y de productos almacenados, por lo cual se hace imprescindible el estudio de nuevas vías para su control (Medina, 2001). Este se ha basado, tradicionalmente, en el uso de productos químicos sintéticos, muchos de los cuales han producido, como efecto secundario, problemas de desequilibrio ambiental, salud humana y el surgimiento de poblaciones de plagas más agresivas. Son responsables además de resistencia a insecticidas por parte de los insectos y la pérdida de predadores naturales y polinizadores, que han visto alterado su ciclo de vida a causa de estos productos (Celis, 2008).

Una de las plagas de mayor incidencia en la agricultura es la mosca blanca cuyo daño es debido a que adultos y ninfas se alimentan de la savia del floema y de esta manera disminuye los nutrientes para la planta.

La mosca blanca tiene un gran número de plantas huésped e infesta un amplia gama de cultivos por todo el mundo, donde el aumento de la resistencia del insecto a los plaguicidas es uno de los factores más importantes en la severidad de la plaga (Araya, 2012).

Por tal razón el control de organismos nocivos es vital para la sostenibilidad de la agricultura y se fundamenta principalmente en la aplicación de agroquímicos, en su gran mayoría de origen sintético, siendo los de uso más común organoclorados, organofosforados y benzimidazoles, no obstante generan un alto riesgo tóxico por la exposición a múltiples residuos de agroquímicos en los alimentos y el ambiente que igualmente pueden potenciar efectos tóxicos indeseados en la población en general y afectar los organismos que no son objeto de control (Murillo, 2012).

Ante esta problemática se hace necesario el desarrollo de métodos de control alternativos, dando paso al uso de productos botánicos, cuyo interés radica no solo en la posibilidad de encontrar nuevos compuestos útiles, sino también en aprovechar la naturaleza compleja de sus mezclas y el sinergismo que se puede presentar entre sus componentes (Murillo, 2012).

## **6.4 OBJETIVOS**

### **6.4.1 OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar el comportamiento de combinaciones de extractos vegetales para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*, L.).

### **6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un estudio tipo screening utilizando combinaciones promisorias de extractos vegetales que posean actividad insecticida sobre mosca blanca.
- Caracterizar fitoquímicamente las mejores combinaciones de extractos vegetales.



- Probar la actividad insecticida de las combinaciones de extractos vegetales para el control de mosca blanca en el cultivo de fréjol.
- Establecer el análisis económico de los extractos investigados.

## **6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

La factibilidad es la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señalados. Para determinar la factibilidad del proyecto se debe tomar en cuenta 3 aspectos básicos: operativo, técnico y económico.

La factibilidad operativa se refiere a todos aquellos recursos donde interviene algún tipo de actividad (proceso), depende de los recursos humanos que participen durante la operación del proyecto. En esta etapa se identifican todas aquellas actividades que son necesarias para lograr el objetivo y se evalúa y determina todo lo necesario para llevarla a cabo. Es decir a través de esta etapa se determinará las plantas más promisorias para el control de este insecto plaga, además de los métodos más apropiados para la extracción de metabolitos secundarios de las planta, las combinaciones más adecuadas y su respectiva dosificación, lo cual permitirá probar su efecto insecticida contra mosca blanca e implementarlo como una alternativa viable, efectiva y amigable con el medio ambiente.

La factibilidad técnica se refiere a los recursos como herramientas, conocimientos, habilidades experiencia que son necesarios para efectuar las actividades o procesos que requiere el proyecto. En esta etapa se tomará en cuenta los antecedentes investigativos lo cual permitirá dilucidar las mejores alternativas para optimizar los procesos de extracción de metabolitos secundarios, además de investigar las combinaciones de vegetales más factibles para esta investigación. En esta etapa se debe considerar si los recursos técnicos actuales son suficientes o deben complementarse.

La factibilidad económica se refiere a los recursos económicos y financieros necesarios para desarrollar o llevar a cabo las actividades o procesos para obtener los recursos básicos (humanos, físicos y adicionales). Generalmente la factibilidad económica es el elemento más importante ya que a través de él se solventan las demás carencias de otros recursos. En la siguiente tabla se detalla la factibilidad económica para la evaluación de las combinaciones de extractos vegetales.

**Tabla N° 9.** Recursos para la evaluación de combinaciones de extractos vegetales

	<b>TUTOR</b>	<b>TESISTA</b>
<b>RECURSOS HUMANOS</b>		
Tutor	1500	
Tesista		
<b>RECURSOS FÍSICOS</b>		
Materia Prima	120	
Equipos	1500	
Reactivos	30	
Material de Escritorio		70
<b>OTROS</b>		
Transporte		50
Imprevistos		50
Publicaciones		
<b>TOTAL</b>	<b>3320</b>	

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

## **6.6 FUNDAMENTACIÓN**

### **6.6.1 Bioinsecticidas**

En la búsqueda de nuevas alternativas biorracionales que ayuden en el control de plagas de insectos y, a la vez, permitan sustituir los pesticidas sintéticos, los fitoinsecticidas se perfilan como una opción agronómica eficiente, viable y amigable con el ambiente. Los bioinsecticidas preparados a partir de extractos vegetales contienen metabolitos secundarios como alcaloides, sesquiterpenlactonas y terpenos, entre otros compuestos con acciones larvicidas, disuasorias, repelentes y anti-alimentarias contra un amplio rango de insectos plagas. Muchas plantas son capaces de sintetizar metabolitos secundarios que poseen propiedades biológicas con importancia contra insectos plagas. La selección de plantas que contengan metabolitos secundarios capaces de ser utilizados como insecticidas naturales deben ser de fácil cultivo y con principios activos potentes, con alta estabilidad química y de óptima producción (Niño, 2012).

### **6.6.2 Métodos de extracción de metabolitos**

La extracción es la separación de una mezcla de sustancias por disolución de cada componente, sirviéndose de uno o varios disolventes, donde siempre se obtienen, por lo menos, dos componentes: la solución extraída en su disolvente (el extracto) y el residuo (Rodas, 2009).

Los principios activos contenidos en las plantas pueden ser extraídos mediante diversas técnicas extractivas o bien pueden ser administrados como tales, tal y como se encuentran en la planta desecada o en la planta fresca.

A lo largo de la historia se ha desarrollado diversos métodos de extracción para el mejor aprovechamiento de las virtudes terapéuticas de las plantas tratadas.

El método de extracción depende del tipo de planta, de la concentración de principios activos y de sus propiedades farmacológicas. Los métodos más utilizados son la infusión, decocción, maceración y percolación (Rodas, 2009).

### **6.6.3 Interacciones químicas entre extractos vegetales**

Para evaluar los efectos de mezclar extractos activos, es necesario conocer las interacciones químicas que se dan entre ellos:

*a) Acción conjunta independiente*, en ésta se considera que los productos químicos actúan de forma independiente, en los cuales la presencia de un producto químico no altera la toxicidad de otro y la toxicidad combinada se puede predecir a partir del conocimiento de los productos químicos independientes (Lagos, 2009).

*b) Acción conjunta similar*, la cual se refiere a los productos químicos que pueden causar efectos similares a menudo a través de mecanismos semejantes y en este caso la forma en que la presencia de un producto químico puede afectar el otro (en caso de dos productos químicos A y B, que actúan combinados sobre el mismo receptor, el impacto de B dependerá de la cantidad de A presente en la mezcla y su efecto puede ser disminuido o aumentado si A está presente) por lo que la toxicidad se puede predecir con el conocimiento de los productos químicos independientes (Lagos, 2009).

*c) Acción sinérgica*, se presenta cuando la efectividad de la mezcla no puede ser evaluada a partir de los componentes individuales, pero depende del conocimiento de la toxicidad combinada cuando éstos son usados en proporciones diferentes. El sinergismo se presenta cuando el efecto de la combinación de dos productos químicos es mucho mayor que el esperado por la acción de los componentes individuales (Lagos, 2009).

## 6.7 METODOLOGÍA

**Tabla N° 10.** Modelo Operativo (Plan de acción)

Fases	Metas	Actividad	Responsable	Recursos	Presupuesto	Tiempo
1. Formulación de la propuesta	Evaluación del comportamiento de combinaciones de extractos vegetales para el control de mosca blanca.	Revisión bibliográfica	Investigador	Humanos Técnicos Económico	\$200	2 meses
2. Desarrollo preliminar de la propuesta	Cronograma de la propuesta.	Realización de un estudio tipo screening utilizando combinaciones promisorias de extractos vegetales.	Investigador	Humanos Técnicos Económico	\$250	1mes
3. Implementación de la propuesta	Ejecución de la propuesta	Ensayo del efecto insecticida de las mejores combinaciones de extractos vegetales aplicándolos para el control de mosca blanca.	Investigador	Humanos Técnicos Económico	\$500	2 mes
4. Evaluación de la propuesta	Comprobación del proceso de la implementación.	Constatación de la actividad insecticida de las combinaciones de extractos vegetales en el cultivo de fréjol.	Investigador	Humanos Técnicos Económico	\$450	2 mes

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

## 6.8 ADMINISTRACIÓN

La ejecución de la propuesta estará coordinada por los responsables del proyecto Dr. Ramiro Velasteguí, PhD y Egda. Silvia Vargas.

**Tabla N° 11.** Administración de la Propuesta

<b>Indicadores a mejorar</b>	<b>Situación actual</b>	<b>Resultados esperados</b>	<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>
<p>Porcentajes de efectividad para control de mosca blanca.</p>	<p>Desconocimiento total acerca del potencial insecticida de las combinaciones de extractos vegetales.</p>	<p>Obtención de las combinaciones promisorias de extractos vegetales y su caracterización fitoquímica, además de los métodos adecuados para la elaboración de los de extractos.</p>	<p>Realización de un estudio tipo screening utilizando combinaciones promisorias de extractos vegetales que posean actividad insecticida sobre mosca blanca.</p> <p>Determinación de los procedimientos óptimos para la elaboración de los mejores extractos vegetales obtenidos.</p> <p>Caracterización fitoquímicamente las mejores combinaciones de extractos vegetales.</p> <p>Comprobar la actividad insecticida de las combinaciones</p>	<p>Investigador: Silvia Vargas, Dr. Ramiro Velasteguí, PhD</p>

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013.

## 6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

**Tabla N° 12.** Previsión de la Evaluación

<b>Preguntas Básicas</b>	<b>Explicación</b>
¿Quiénes solicitan evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sector científico</li> </ul>
¿Por qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para obtener las combinaciones promisorias de extractos vegetales que posean actividad insecticida sobre mosca blanca.</li> <li>- Para determinar los procedimientos óptimos para la elaboración de los extractos vegetales.</li> <li>- Para caracterizar fitoquímicamente las mejores combinaciones de extractos vegetales.</li> <li>- Para comprobar la actividad insecticida de las combinaciones vegetales en el control de mosca blanca.</li> </ul>
¿Para qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar los procesos más adecuados para la elaboración de extractos vegetales que permitan obtener gran cantidad de metabolitos secundarios que presenten actividad insecticida.</li> </ul>
¿Qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecnología utilizada.</li> <li>- Materias primas.</li> <li>- Resultados obtenidos</li> <li>- Efecto insecticida producido.</li> </ul>

¿Quién evalúa?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Director del proyecto</li> <li>- Tutor</li> <li>- Calificadores</li> </ul>
¿Cuándo evaluar?	- Todo el tiempo desde las pruebas preliminares, hasta la determinación del efecto insecticida de las combinaciones de extractos.
¿Cómo evaluar?	- Mediante observación de campo, análisis de laboratorio y comprobaciones estadísticas de los resultados obtenidos.
¿Con qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Experimentación.</li> <li>- Normas establecidas</li> </ul>

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013.



# **BIBLIOGRAFÍA**

1. Alfonso, Margarita. 2012. “Los Plaguicidas Botánicos y su Importancia en la Agricultura Orgánica”. Revista Agricultura Orgánica, vol.2. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT), Ministerio de la Agricultura. 5 pp. Disponible en: [http://www.actaf.co.cu/revistas/revista\\_ao\\_95-2010/Rev%202002\\_2/10plaguicidasbotanicos.pdf](http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_ao_95-2010/Rev%202002_2/10plaguicidasbotanicos.pdf)
  
2. Arbaiza, Alonso. 2002. “Guía Práctica y Manejo de Plagas en 26 cultivos. Editorial BASF Peruana S.A. Primera Edición. Perú. Págs. 100-101, 447-449, 454, 638-639.
  
3. Ávalos, Adolfo. 2009. “Metabolismo secundario de plantas”. Revista Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal, vol.2, n.3, págs: 119-145. ISSN: 1989-3620. Disponible en: [http://eprints.ucm.es/9603/1/Metabolismo\\_secundario\\_de\\_plantas.pdf](http://eprints.ucm.es/9603/1/Metabolismo_secundario_de_plantas.pdf)
  
4. Barnola, P. 2010. Artículo: “Diefembaquia – Planta venenosa”. Publicación del Blog Online Botanical. Disponible en: <http://www.botanical-online.com/alcaloidesdiefembaquia.htm>
  
5. Bonifaz, Luis. 2010. Tesis: “Determinación de la actividad insecticida de la Saponina de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) hidrolizada y no hidrolizada sobre *Drosophila melanogaster*”. s.n. Presentada en la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo previa la obtención del título de Bioquímico Farmacéutico. 127 pp. Ecuador. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/390/1/56T00201.pdf>
  
6. Caballero, Cristina. 2004. Tesis: “Efectos de terpenoides naturales y hemisintéticos sobre “*Leptinotarsa decemlineata* (say) (Coleoptera: Chrysomelidae) y “*Spodoptera exigua* (hübner) (Lepidoptera:Nocturnae)”.

s.n. Presentada en la Universidad Complutense de Madrid. Memoria para optar por el grado de Doctor. 119 pp. España. Disponible en: <http://pendientedemigracion.ucm.es/BUCM/tesis/bio/ucm-t28156.pdf>

7. Cardona, César; et. al. 2005. Manual: “Biología y Manejo de la Mosca Blanca *Trialeurodes vaporariorum* en Habichuela y Fríjol”. Publicación del Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia. 51 pp. Disponible en: [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/Car%C3%A1tula.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Car%C3%A1tula.pdf)
8. Carrasco, Dorrien. 1980. “Química Agrícola II: Plaguicidas y Fitoreguladores”. Editorial Alhambra. Primera edición. España. Págs. 4-5.
9. Celis, Álvaro. et. al. 2008. “Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae”. Revista Agronomía Colombiana [online], vol.26, n.1, págs. 97-106. ISSN 0120-9965. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v26n1/v26n1a12.pdf>
10. Cerón, Ximena. 2009. Tesis: “Separación de metabolitos de los aceites esenciales de eucalipto y cidrón por destilación molecular”. s.n. Presentada en la Universidad Nacional de Colombia previa la obtención del título en Magister en Ingeniería Química. 149 pp. Colombia. Disponible en: <http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=separaci%C3%B3n%20de%20metabolitos%20de%20los%20aceites%20esenciales%20de%20eucalipto%20y%20cidr%C3%B3n%20por%20destilaci%C3%B3n&source=web&cd=1&cad=rja&sqi=2&ved=0CCwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.bdigital.unal.edu.co%2F2869%2F1%2Fivonneximenaceronsalazar.2009.pdf&ei=3hs9Ua2eNlj28gTgh4GoCQ&usg=AFQjCNFXCdfi8sFAvGtPhxVBDSx4BbU2wA&bvm=bv.43287494,d.eWU>

11. Chamorro, Luis. 2008. Proyecto: “Obtención de extractos secos solubles de yerba mate con alta capacidad antioxidante para usos varios”. Instituto Nacional de la Hierba Mate. Argentina. Disponible en: [http://www.inym.org.ar/inyms/paginas/plantillas\\_contenido/Page.asp?seccion=664&pagina=68&plantilla=Page.asp](http://www.inym.org.ar/inyms/paginas/plantillas_contenido/Page.asp?seccion=664&pagina=68&plantilla=Page.asp)
  
12. Dueñas & Naranjo, 2012. Artículo de Tesis: “Extracción y caracterización de principios activos de estructura fenólica con propiedades antioxidantes y antibacterianas, a partir de residuos del procesamiento de alcachofas”. Departamento de Ciencias de la Vida. Escuela Politécnica del Ejército. 8 pp. Ecuador. Disponible en: [http://www.espe.edu.ec/portal/files/sitio\\_congreso\\_2011/papers/V4.pdf](http://www.espe.edu.ec/portal/files/sitio_congreso_2011/papers/V4.pdf)
  
13. Encarnación, Bolívar & Fernández, Rita. 2006. Tesis: “Utilización de Agricultura Orgánica Sustentable como alternativa de producción para el desarrollo de Proyectos Didácticos Productivos en el Instituto Tecnológico Superior, Calazacón, de Santo Domingo de los Colorados”. Presentada en la Universidad Estatal de Bolívar previo a la obtención del título de Magister en Gerencia de Proyectos Educativos y Sociales. Ecuador. 173 pp. Disponible en: <http://www.biblioteca.ueb.edu.ec/bitstream/15001/51/1/0023.pdf>
  
14. Escoto, L. (Acosta, Manuel). 2004. Artículo: “El fin de las plagas mediante una práctica guía: La Mosca Blanca”. Publicación del Blog Online GrowLandia. Colombia. Disponible en: <http://es.growlandia.com/noticias/laboratorio/el-fin-de-las-plagas-mediante-una-practica-guia-la-mosca-blanca.html>

15. Farrill, Hipólito, 2008. Artículo: "Insecticidas Biorracionales". Universidad de Puerto Rico. Recinto Universitario de Mayaguez. 7 pp. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/ofarrill/HTMLobj-323/biorational.pdf>
16. Fernández. 2004. Artículo: "Plantas comunes". Producido por Friends of University of Wisconsin Hospital and Clinics Inc. 10 pp. Disponible en: <http://ebookbrowse.com/plantas-venenosas-pdf-d27895944>
17. Gispert, Carlos. 2001. "El mundo de la Ecología". Editorial Océano. Primera edición. España. Págs. 288-292
18. Gladstone, Sarah & Hruska, Allan. 2003. Manual: "Una Guía para Promover el Manejo de Plagas más Seguro y más Eficaz con los Pequeños Agricultores". Publicación de Cooperative for Assistance and Relief Everywhere, Inc. (CARE). Atlanta, Georgia. 110 pp. Disponible en: [http://www.nisperal.org/docs/Guia\\_MIP\\_esp.pdf](http://www.nisperal.org/docs/Guia_MIP_esp.pdf)
19. González, Betty & Vallejo, Luis. 2008. Tríptico: "Evaluación económica de la elaboración de productos orgánicos en Quevedo". Plegable No. 19. Ecuador. 2 pp. Disponible en: [http://www.uteq.edu.ec/u\\_investigacion/uict/guias/Triptico\\_Estudio%20de%20Mercado\\_Poster.pdf](http://www.uteq.edu.ec/u_investigacion/uict/guias/Triptico_Estudio%20de%20Mercado_Poster.pdf)
20. González, Carolina. 2012. "Insecticidas orgánicos" Publicación del Blog Online Ecovida. Colombia. Disponible en: [http://www.ecovidaonline.com/Insecticidas\\_Organicos.html](http://www.ecovidaonline.com/Insecticidas_Organicos.html)
21. Hernández, Santiago. 2005. et. al. Artículo de Tesis: "Extractos vegetales para el control de mosquita blanca (*Bemisia tabaco*)". Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Programa de Maestría en Ciencias en

Agroecosistemas. México. 7 pp. Disponible en: [http://www.somas.org.mx/imagenes\\_somas2/pdfs\\_libros/agriculturasostenible5/5\\_1/70.pdf](http://www.somas.org.mx/imagenes_somas2/pdfs_libros/agriculturasostenible5/5_1/70.pdf)

22. Holguín, S. 2012. "Composición de la salvia". Publicación del Blog [online] Innatia. Plantas Para Curar. Disponible en: <http://www.plantasparacurar.com/composicion-de-la-salvia/>

23. Jiménez, J. 1995. Manual: "Análisis de Punto de Equilibrio". Capítulo IV. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá – Colombia. 25 pp. Disponible en: <http://www.javeriana.edu.co/decisiones/analfin/capitulo4.pdf>

24. Lagos, Ana. 2009. Tesis: "Normalización de la dieta artificial y evaluación de actividad insecticida contra la broca del café de extractos vegetales de plantas recolectadas en la eco región cafetera". Presentada en la Universidad Tecnológica de Pereira previo a la obtención del título de Tecnólogo en Química. Colombia. 79 pp. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1782/1/57488L177.pdf>

25. León, Guillermo. 2007. "Control de Plagas y Enfermedades en los Cultivos". Primera Edición. Editorial Grupo Latino. Colombia. Págs.: 81-85, 680, 708-723.

26. Lock, Olga. 1994. Manual: "Análisis Fitoquímico y metabolitos secundarios". Capítulo IV. Segunda Edición. Pontificia Universidad Católica del Perú. 24 pp. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/texcom/manualesMEC/fitoterapia/cap4.pdf>

27. Lock, Olga. 2006. "Análisis Fitoquímico y Metabolitos secundarios". Disponible en: [www.bvsde.paho.org/texcom/manualesMS/fitoterapia/cap4.pdf](http://www.bvsde.paho.org/texcom/manualesMS/fitoterapia/cap4.pdf)
28. López, Marcelino. 1985. "Frijol: Investigación y Producción". Editorial CIAT. Primera edición. México. Págs. 7-9, 270- 271.
29. Maggi, María. 2004. Manual: "Insecticidas naturales". Publicado por el Laboratorio de Química Fina y Productos Naturales. Argentina. 9 pp. Disponible en: <http://www.rapaluruaguay.org/organicos/articulos/InsecticidasNaturales.pdf>
30. Malagón, José. 2010. "Productos Fitosanitarios: Materias Activas y Preparados". Publicación del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). España. 14 pp. Disponible en: [http://www.ivia.es/sdta/pdf/apuntes/plaguicidas\\_cualificado/TEMA04.pdf](http://www.ivia.es/sdta/pdf/apuntes/plaguicidas_cualificado/TEMA04.pdf)
31. Mareggiani, Graciela. Russo, Serafina y Rocca, Margarita. 2008. "Eucalyptus Globulus Essential oil: Efficacy against aphis gossypii (HEMIPTERA: APHIDIDAE), an agricultural pest". Revista Latinoamericana de Química, vol.36, n.1. págs: 7-18. Disponible en: <http://www.relaquim.com/archive/2008/p2008361-16.pdf>
32. Mestanza, Sonia & Jaramillo, Leysi. 2005. Tesis: "Proyecto de inversión para la producción y comercialización de Plaguicidas de Aloe Vera en la Península de Santa Elena". Presentada en la Escuela Politécnica del Litoral previa a la obtención del título de Economista en Gestión Empresarial. Ecuador. 182 pp. Disponible en: [http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D\\_Tesis\\_PDF/D-34414.pdf](http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-34414.pdf)

33. Miranda, Martha. 2010. "Diffembachia, una planta ornamental y peligrosa". Publicación del Blog [online] Decoesfera. Disponible en: <http://www.decoesfera.com/plantas/diffembachia-una-planta-ornamental-y-peligrosa>
34. Moposita, Luis. 2010. Tesis: "Determinación de la entomofauna de sistemas convencionales y agroecológicas en zonas potenciales para el cultivo de lechuga, brócoli y cebolla blanca en el cantón Píllaro, Provincia de Tungurahua". Presentada en la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Ecuador. 69 pp. Disponible en: <http://www.google.com.ec/url?sa=>
35. Murillo, Walter. 2012. "Actividad Fungicida e Insecticida de Emulsiones Agua/Aceite de Mezclas de Extractos de *Nicotiana tabacum*, *Azadiractha indica* y *Eucalyptus tereticornis*". Revista Información Tecnológica, La Serena, vol.23, n. 1, págs. 139-152. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-7642012000100015&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-7642012000100015&script=sci_arttext)
36. Neira, M. & Velasteguí, R. 2011. Tesis: "Estudio fitofarmacológico del manejo del "oídio" (*Oidium sp.*), "trips" (*Frankliniella occidentalis*) y "pulgones" (*Myzus sp.*), en rosas de exportación con la utilización de extractos vegetales. Nevado Ecuador S.A.". Presentada en la Universidad Técnica de Ambato previo a la obtención del título de Ingeniera Bioquímica. Ecuador. 228 pp. Disponible en: <http://www.buscagro.com/www.buscagro.com/biblioteca/Ramiro-Velastegui/sanidad-en-rosas-de-exportacion.pdf>



37. Niño, Jaime. et al. 2012. "Evaluación de la actividad insecticida in vitro de mezclas binarias de extractos vegetales contra la broca del café". Revista Recursos Naturales y Ambiente, vol.58, n.1, págs.: 40-44. Costa Rica. Disponible en: [http://web.catie.ac.cr/informacion/RFCA/rev58/rna\\_58Art\\_5\\_pag40-44.pdf](http://web.catie.ac.cr/informacion/RFCA/rev58/rna_58Art_5_pag40-44.pdf)
38. Oliva, Ingrid. 2011. Artículo: "Extracto Glicólico de Romero e Investigación de Cumarinas en Canela". Publicación de la Universidad de San Carlos de Guatemala. 6 pp. Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Farmacia/2613073.html>
39. Orozco, Carmen; et. al. 2008. "Contaminación ambiental una visión desde la Química". Editorial Thomson Paraninfo S.A. Primera Edición. España. Págs. 108-114.
40. Páez, Hernán. 2008. "Paradigmas". Publicación del Blog [online] phpBB – Teorías Pedagógicas. Disponible en: <http://djav2008.mejorforo.net/t32-paradigmas>
41. Pinto, Fernando. 2008. "Bases de Fitoterapia". Publicación del Periódico Convivir [online]. Buenos Aires – Argentina. Disponible en: <http://www.drpintofloril.com/downloads/5BASES%20DE%20FITOTERAPIA%205.pdf>
42. Püntener, W. 1981. "Control Correction: Manual for field trials in plant protection". Second Edition. Agricultural Division. Ciba-Geigy Limited. Disponible en: <http://www.ehabsoft.com/ldpline/onlinecontrol.htm>

43. Ramón, Vanessa & Rodas, Fabián. 2007. Manual o Guía: “El control orgánico de plagas y enfermedades de los cultivos y la fertilización natural del suelo”. Publicación de Naturaleza & Cultura Internacional. Groen Hart. 35 pp. Disponible en: [http://www.redmujeres.org/biblioteca%20digital/control\\_organico\\_fertilizacion\\_suelo.pdf](http://www.redmujeres.org/biblioteca%20digital/control_organico_fertilizacion_suelo.pdf)
44. Ramos, G. 1998. “Los compuestos secundarios de las plantas en la Nutrición de los herbívoros”. Revista Archivos de Zootecnia, vol.57, n.180, págs: 567 – 620. León – España. Disponible en: [http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/05\\_09\\_52\\_1.pdf](http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/05_09_52_1.pdf)
45. Salazar, Claudia. 2009. “Evaluación de extractos de plantas para el manejo de polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*) en cultivos de papa en Nariño, Colombia”. Revista Agronomía Colombiana [online], vol.27, n.2, págs. 219-226. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-99652009000200010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652009000200010&lng=en&nrm=iso)
46. Sánchez, Ester. et. al. 2000. “Estudio farmacognóstico de *Ocimum basilicum* L. (albahaca blanca)”. Revista Cubana Farm [online], vol.34, n.3, págs: 187-195. Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/far/vol34\\_3\\_00/far06300.pdf](http://bvs.sld.cu/revistas/far/vol34_3_00/far06300.pdf)
47. Sanchez, T. 2002. “Contaminación del suelo y lucha biológica”. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos18/insecticidas-naturales/insecticidas-naturales.shtml>

48. Silva, Gonzalo. 2002. "Insecticidas Vegetales". Texto Mundial de MIP [online]. Universidad de Minnesota. E. B. Radcliffe y W. D. Hutchison Editions. Chile. Disponible en: <http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/GsilvaSp.htm>
49. Solano, Orlando & Moya, Robinson. 1997. Manual: "Plaguicidas Orgánicos". Programa Nacional de Transferencia Agropecuaria. Ministerio de Agricultura. SINTAP – PRONATTA Costa Atlántica. Disponible en: [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/20067199296\\_Plantas%20con%20accion%20insecticida.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20067199296_Plantas%20con%20accion%20insecticida.pdf)
50. Soubeiran, Eugène. 1847. Tratado de farmacia teórico y práctico. Traducido de la tercera edición por Antonio Casares. Madrid- España. Sociedad de autores, Libreros, impresores de España.
51. Tlacuilo, Alejandra. 2007. "Aislamiento de nuevos principios activos a partir de plantas terrestres". Revista Infármate, Sección Química Medicinal, año 3, número 16. Págs: 13-24. México. Disponible en: [http://www.infarmate.org.mx/pdfs/noviembre\\_diciembre07/plantasTerrestres.pdf](http://www.infarmate.org.mx/pdfs/noviembre_diciembre07/plantasTerrestres.pdf)
52. Vargas & Robalino. 2009. Apuntes de Diseño Experimental. "Prueba de Comparación Múltiple". Ambato-Ecuador.
53. Vázquez, 2012. Síntesis de chalconas ferrocenílicas por condensación de Claisen-Schmidt sin disolvente. Disponible en: <http://www.unca.edu.mx/seminario/resumen080411.pdf>

54. Vázquez, José. 2010. Ponencia en el Seminario de Investigación: "Síntesis de chalconas ferrocenílicas por condensación de Claisen - Schmidt sin disolvente". Presentado en la Universidad de la Cañada. Oaxaca – México. Disponible en: <http://www.unca.edu.mx/seminario/resumen080411.pdf>
55. Velasteguí, R. 2005. Alternativas ecológicas para el manejo integrado fitosanitario en los cultivos. AgroExpress-Eclipse, Quito, Ec. 173 páginas. ISBN 9978-44-182-4, Derechos de autor 021681
56. Velasteguí, R. 2007. "Fungicidas sistémicos en agricultura y la problemática de la generación de resistencia". Publicación del Blog BuscAgro. Ecuador. 4 pp. Disponible en: [www.buscagro.com/biblioteca/Ramiro-Velastegui/Asimetrias-fungicidas.pdf](http://www.buscagro.com/biblioteca/Ramiro-Velastegui/Asimetrias-fungicidas.pdf)

**ANEXOS**

**ANEXO A**

**TABLAS DE**

**RESULTADOS**

**Tabla A-1. Número inicial de moscas presentes en cada etapa del experimento.**

<b>EXPERIMENTO</b>	<b>N° INICIAL DE MOSCAS</b>
ETAPA I. SCREENING	10
ETAPA II	60
NOTA: MOSCAS MUERTAS EN EL BLANCO = 0	

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**Tabla A-2. Etapa I. Estudio exploratorio tipo “Screening”**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>ESPECIE VEGETAL</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>N° MOSCAS MUERTAS</b>		<b>% MORTALIDAD ABOIT</b>		<b>PROMEDIO</b>
			R1	R2	R1	R2	
t1	Albahaca	a0	4	3	40	30	35
t2	Salvia	a1	5	4	50	40	45
t3	Falsa Acacia	a2	2	1	20	10	15
t4	Ortiga	a3	3	2	30	20	25
t5	Romero	a4	3	4	30	40	35
t6	Hierba Buena	a5	2	1	20	10	15
t7	Cola de Caballo	a6	2	2	20	20	20
t8	Eucalipto	a7	4	4	40	40	40
t9	Barbasco	a8	2	1	20	10	15
t10	Caléndula	a9	2	2	20	20	20
t11	Diefembaquia	a10	4	4	40	40	40

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**Tabla A-3. Análisis fisicoquímico de los insecticidas orgánicos del estudio tipo screening**

<b>N.</b>	<b>Especie vegetal</b>	<b>pH</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>
t1	Albahaca	5.5	S 1050 B9OG	4
t2	Salvia	5	S 1055 B9OG	3
t3	Falsa Acacia	6	S 1040 B3OG	2
t4	Ortiga	7	S 1055 B9OG	3
t5	Romero	7	S 1050 B9OG	4
t6	Hierba Buena	6	S 1040 B7OG	3
t7	Cola de Caballo	6	S 1030 B9OG	3
t8	Eucalipto	5	S 1050 B8OG	4
t9	Barbasco	5.5	S 1030 B7OG	2
t10	Caléndula	5.5	S 1030 B7OG	2
t11	Diefembaquia	6	S 1050 B9OG	3

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**Tabla A-4. Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de Albahaca obtenido mediante el método de arrastre de vapor.**

ARRASTRE DE VAPOR						
<b>DOSIS</b>	<b>N° MUERTAS</b>		<b>MORTALIDAD ABOIT</b>		<b>%MORTALIDAD</b>	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
ALTA	22	19	22	19	36,67	31,67
MEDIA	18	15	18	15	30,00	25,00
BAJA	12	13	12	13	20,00	21,67

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013



**Tabla A-5. Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de Albahaca obtenido mediante el método de decocción.**

DECOCCIÓN						
DOSIS	N° MUERTAS		MORTALIDAD ABOOTT		%MORTALIDAD	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
ALTA	25	27	25	27	41,67	45,00
MEDIA	21	23	21	23	35,00	38,33
BAJA	16	14	16	14	26,67	23,33

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**Tabla A-6. Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de Albahaca obtenido mediante el método de infusión.**

INFUSIÓN						
DOSIS	N° MUERTAS		MORTALIDAD ABOOTT		%MORTALIDAD	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
ALTA	23	21	23	21	38,33	35,00
MEDIA	15	18	15	18	25,00	30,00
BAJA	13	10	13	10	21,67	16,67

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**Tabla A-7. Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de diefembaquia obtenido mediante el método de arrastre de vapor**

ARRASTRE DE VAPOR						
DOSIS	N° MUERTAS		MORTALIDAD ABOTT		%MORTALIDAD	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
ALTA	28	31	28	31	46,67	51,67
MEDIA	24	21	24	21	40,00	35,00
BAJA	17	18	17	18	28,33	30,00

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**Tabla A-8. Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de diefembaquia obtenido mediante el método de decocción.**

DECOCCIÓN						
DOSIS	N° MUERTAS		MORTALIDAD ABOTT		%MORTALIDAD	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
ALTA	30	26	30	26	50,00	43,33
MEDIA	24	21	24	21	40,00	35,00
BAJA	15	13	15	13	25,00	21,67

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**Tabla A-9. Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de diefembaquia obtenido mediante el método de infusión.**

INFUSIÓN						
DOSIS	N° MUERTAS		MORTALIDAD ABOTT		%MORTALIDAD	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
ALTA	19	21	19	21	31,67	35,00
MEDIA	14	18	14	18	23,33	30,00
BAJA	13	12	13	12	21,67	20,00

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**Tabla A-10. Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de eucalipto obtenido mediante el método de arrastre de vapor**

ARRASTRE DE VAPOR						
DOSIS	N° MUERTAS		MORTALIDAD ABOTT		%MORTALIDAD	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
ALTA	32	34	32	34	53,33	56,67
MEDIA	25	22	25	22	41,67	36,67
BAJA	15	12	15	12	25,00	20,00

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**Tabla A-11. Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de eucalipto obtenido mediante el método de decocción.**

DECOCCIÓN						
DOSIS	N° MUERTAS		MORTALIDAD ABOOTT		%MORTALIDAD	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
ALTA	26	28	26	28	43,33	46,67
MEDIA	17	14	17	14	28,33	23,33
BAJA	11	13	11	13	18,33	21,67

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**Tabla A-12. Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de eucalipto obtenido mediante el método de infusión.**

INFUSIÓN						
DOSIS	N° MUERTAS		MORTALIDAD ABOOTT		%MORTALIDAD	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
ALTA	24	22	24	22	40,00	36,67
MEDIA	15	17	15	17	25,00	28,33
BAJA	10	13	10	13	16,67	21,67

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**Tabla A-13. Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de romero obtenido mediante el método de arrastre de vapor.**

ARRASTRE DE VAPOR						
DOSIS	N° MUERTAS		MORTALIDAD ABOOTT		%MORTALIDAD	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
ALTA	30	33	30	33	50,00	55,00
MEDIA	25	29	25	29	41,67	48,33
BAJA	21	18	21	18	35,00	30,00

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**Tabla A-14. Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de romero obtenido mediante el método de decocción.**

DECOCCIÓN						
DOSIS	N° MUERTAS		MORTALIDAD ABOOTT		%MORTALIDAD	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
ALTA	29	31	29	31	48,33	51,67
MEDIA	23	19	23	19	38,33	31,67
BAJA	13	11	13	11	21,67	18,33

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**Tabla A-15. Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de romero obtenido mediante el método de infusión.**

INFUSIÓN						
DOSIS	N° MUERTAS		MORTALIDAD ABOOTT		%MORTALIDAD	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
ALTA	24	20	24	20	40,00	33,33
MEDIA	19	15	19	15	31,67	25,00
BAJA	11	13	11	13	18,33	21,67

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**Tabla A-16. Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de salvia obtenido mediante el método de arrastre de vapor.**

ARRASTRE DE VAPOR						
DOSIS	N° MUERTAS		MORTALIDAD ABOOTT		%MORTALIDAD	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
ALTA	28	30	28	30	46,67	50,00
MEDIA	25	23	25	23	41,67	38,33
BAJA	19	21	19	21	31,67	35,00

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**Tabla A-17. Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de salvia obtenido mediante el método de decocción.**

DECOCCIÓN						
DOSIS	N° MUERTAS		MORTALIDAD ABOOTT		%MORTALIDAD	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
ALTA	33	31	33	31	55,00	51,67
MEDIA	26	26	26	26	43,33	43,33
BAJA	20	18	20	18	33,33	30,00

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**Tabla A-18. Etapa II. % de mortalidad de Abbott del extracto de salvia obtenido mediante el método de infusión.**

INFUSIÓN						
DOSIS	N° MUERTAS		MORTALIDAD ABOOTT		%MORTALIDAD	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
ALTA	17	19	17	19	28,33	31,67
MEDIA	15	14	15	14	25,00	23,33
BAJA	10	13	10	13	16,67	21,67

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**Tabla A-19. Etapa II. % de mortalidad de Abbott de los diferentes tratamientos aplicados para el control de mosca blanca.**

<b>N°</b>	<b>TRATAMIENTO</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>SUMATORIAS</b>	<b>PROMEDIO</b>
t1	a0b0c0	36,67	31,67	68,33	34,17
t2	a0b0c1	30,00	25,00	55,00	27,50
t3	a0b0c2	20,00	21,67	41,67	20,83
t4	a0b1c0	41,67	45,00	86,67	43,33
t5	a0b1c1	35,00	38,33	73,33	36,67
t6	a0b1c2	26,67	23,33	50,00	25,00
t7	a0b2c0	38,33	35,00	73,33	36,67
t8	a0b2c1	25,00	30,00	55,00	27,50
t9	a0b2c2	21,67	16,67	38,33	19,17
t10	a1b0c0	46,67	50,00	96,67	48,33
t11	a1b0c1	41,67	38,33	80,00	40,00
t12	a1b0c2	31,67	35,00	66,67	33,33
t13	a1b1c0	55,00	51,67	106,67	53,33
t14	a1b1c1	43,33	43,33	86,67	43,33
t15	a1b1c2	33,33	30,00	63,33	31,67
t16	a1b2c0	28,33	31,67	60,00	30,00
t17	a1b2c1	25,00	23,33	48,33	24,17
t18	a1b2c2	16,67	21,67	38,33	19,17
t19	a2b0c0	50,00	55,00	105,00	52,50
t20	a2b0c1	41,67	48,33	90,00	45,00
t21	a2b0c2	35,00	30,00	65,00	32,50
t22	a2b1c0	48,33	51,67	100,00	50,00
t23	a2b1c1	38,33	31,67	70,00	35,00
t24	a2b1c2	21,67	18,33	40,00	20,00
t25	a2b2c0	40,00	33,33	73,33	36,67
t26	a2b2c1	31,67	25,00	56,67	28,33



**Tabla A-19. Continuación**

t27	a2b2c2	18,33	21,67	40,00	20,00
t28	a3b0c0	53,33	56,67	110,00	55,00
t29	a3b0c1	41,67	36,67	78,33	39,17
t30	a3b0c2	25,00	20,00	45,00	22,50
t31	a3b1c0	43,33	46,67	90,00	45,00
t32	a3b1c1	28,33	23,33	51,67	25,83
t33	a3b1c2	18,33	21,67	40,00	20,00
t34	a3b2c0	40,00	36,67	76,67	38,33
t35	a3b2c1	25,00	28,33	53,33	26,67
t36	a3b2c2	16,67	21,67	38,33	19,17
t37	a4b0c0	46,67	51,67	98,33	49,17
t38	a4b0c1	40,00	35,00	75,00	37,50
t39	a4b0c2	28,33	30,00	58,33	29,17
t40	a4b1c0	50,00	43,33	93,33	46,67
t41	a4b1c1	40,00	35,00	75,00	37,50
t42	a4b1c2	25,00	21,67	46,67	23,33
t43	a4b2c0	31,67	35,00	66,67	33,33
t44	a4b2c1	23,33	30,00	53,33	26,67
t45	a4b2c2	21,67	20,00	41,67	20,83

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**ANEXO B**

**ANÁLISIS**

**ESTADÍSTICO**

**Tabla B-1. Análisis de varianza del estudio exploratorio “Screening”**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
%MORTALIDAD	22	0.92	0.83	17.53

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Probabilidad
Modelo.	2750.00	11	250.00	10.58	0.0004
REPLICAS	113.64	1	113.64	4.81	0.0531
VEGETAL	2636.36	10	263.64	11.15	0.0004
Error	236.36	10	23.64		
Total	2986.36	21			

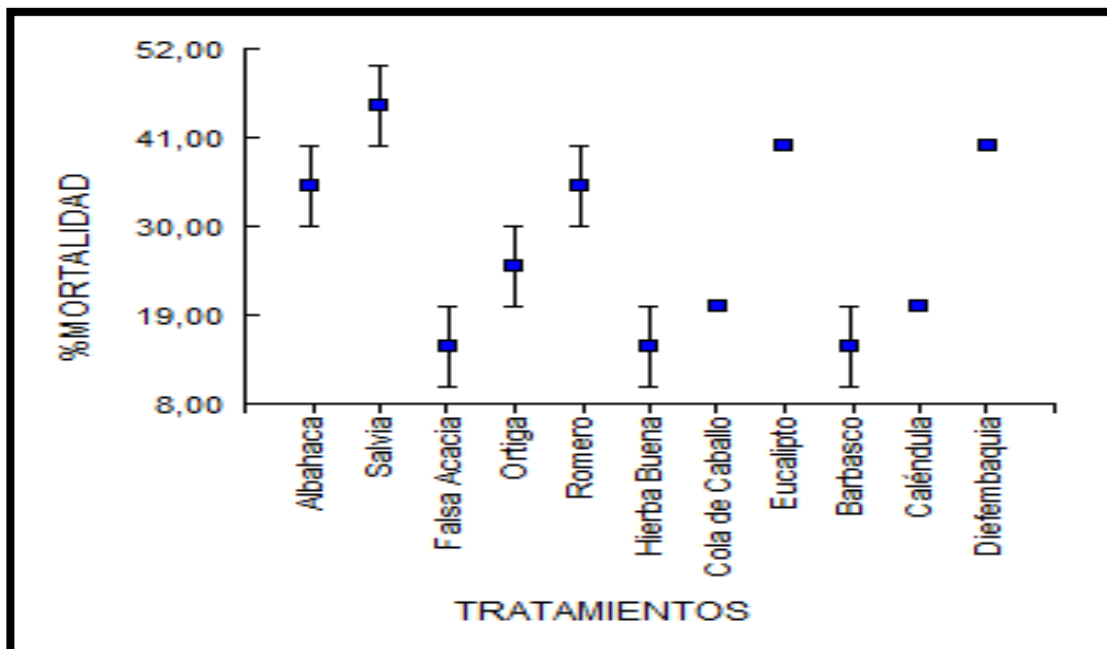
Elaborado por: Silvia Vargas, 2013 (Infostat)

**Tabla B-2. Prueba de Tukey-FACTOR A para el % de efectividad de los extractos vegetales en el estudio exploratorio “Screening”**

Vegetal	Medias	n	E.E.			
Salvia	45.00	2	3.44	A		
Eucalipto	40.00	2	3.44	A B		
Diefembaquia	40.00	2	3.44	A B		
Romero	35.00	2	3.44	A B C		
Albahaca	35.00	2	3.44	A B C		
Ortiga	25.00	2	3.44	B C D		
Caléndula	20.00	2	3.44	C D		
Cola de Caballo	20.00	2	3.44	C D		
Falsa Acacia	15.00	2	3.44	D		
Barbasco	15.00	2	3.44	D		
Hierba Buena	15.00	2	3.44	D		

Alfa=0.05 DMS=19.66972 Error: 23.6364 gl: 10

Elaborado por: Silvia Vargas, 2013 (Infostat)



**Gráfico B-1. FACTOR A para el % de efectividad de los extractos vegetales en el estudio exploratorio "Screening"**

Elaborado por: Silvia Vargas, 2013 (Infostat)

**Tabla B-3. Análisis de la varianza de la Etapa II del experimento**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
%MORTALIDAD	90	0.96	0.92	9.21

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Probabilidad
Modelo.	9808.12	45	217.96	22.80	<0.0001
REPLICAS	4.44	1	4.44	0.46	0.4991
VEGETAL	413.68	4	103.42	10.82	<0.0001
METODO	1928.84	2	964.42	100.88	<0.0001
DOSIS	5835.62	2	2917.81	305.20	<0.0001
VEGETAL*METODO	1005.60	8	125.70	13.15	<0.0001

**Tabla B-3. Continuación**

VEGETAL*DOSIS	237.71	8	29.71	3.11	0.0072
METODO*DOSIS	177.17	4	44.29	4.63	0.0033
VEGETAL*METODO*DOSIS	205.06	16	12.82	1.34	0.02168
Error	420.66	44	9.56		
Total	10228.78	89			

Alfa=0.05 DMS=1.31372 Error: 9.5605 gl: 44

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013 (Infostat)

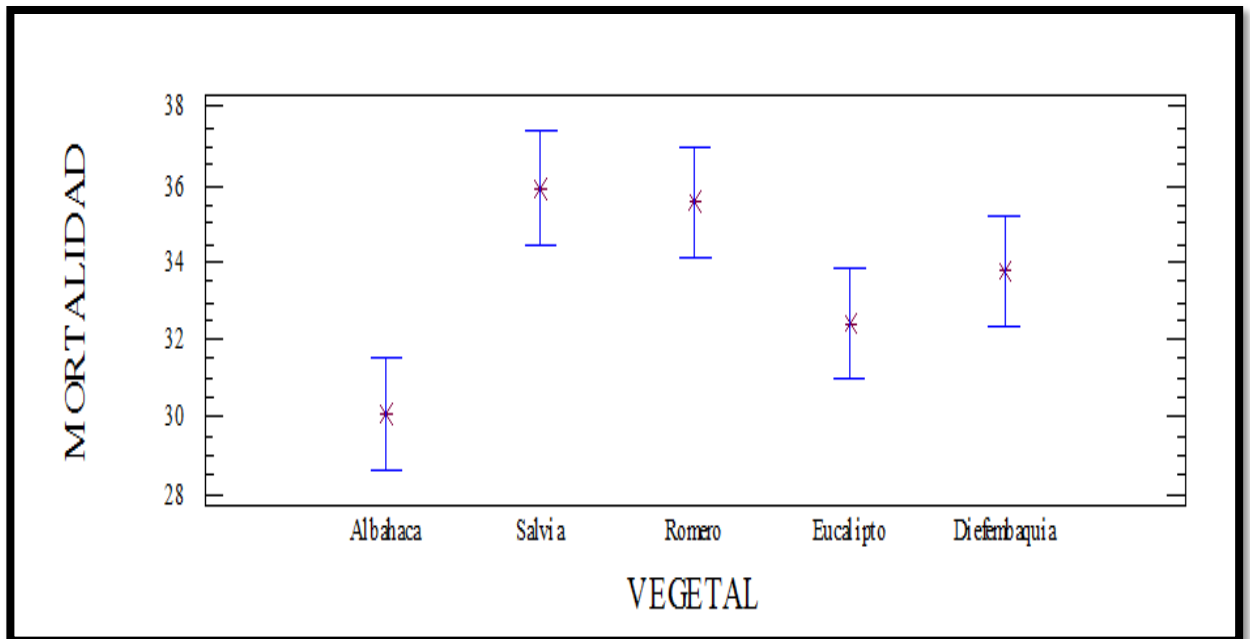
**Tabla B-4. Prueba de Tukey-FACTOR A para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.**

<b>Vegetal</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
Salvia	35.93	18	0.73	A
Romero	35.56	18	0.73	A
Diefembaquia	33.80	18	0.73	A B
Eucalipto	32.41	18	0.73	B C
Albahaca	30.09	18	0.73	C

Alfa=0.05 DMS=2.93132

Error: 9.5605 gl: 44

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013 (Infostat)



**Gráfico B-2. FACTOR A para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.**

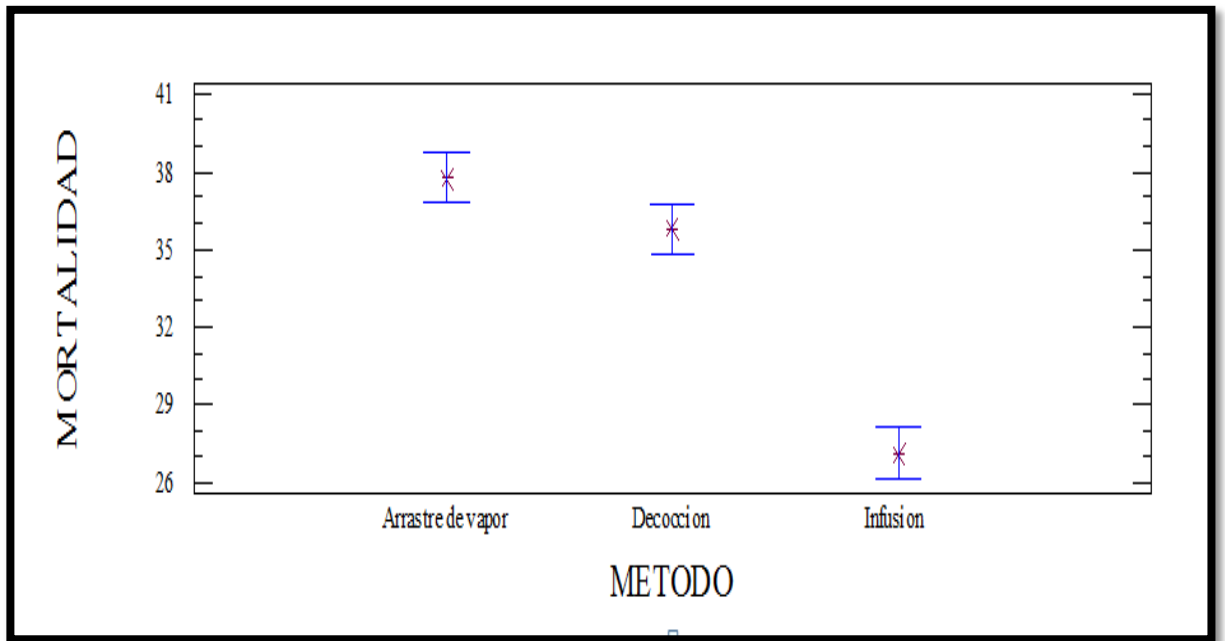
Elaborado por: Silvia Vargas, 2013 (Infostat)

**Tabla B-5. Prueba de Tukey-FACTOR B para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.**

Método	Medias	n	E.E.
Arrastre de vapor	37.78	30	0.56 A
Decocción	35.78	30	0.56 B
Infusión	27.11	30	0.56 C

Alfa=0.05 DMS=1.93639 Error: 9.5605 gl: 44

Elaborado por: Silvia Vargas, 2013 (Infostat)



**Gráfico B-3. FACTOR B para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.**

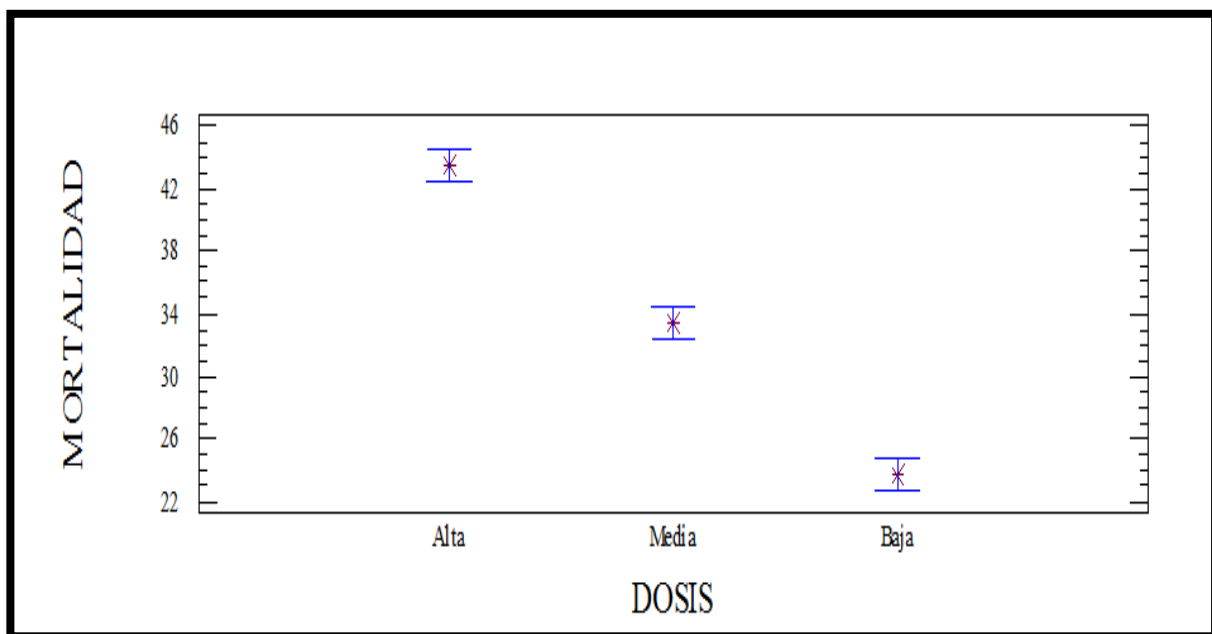
**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013 (Infostat)

**Tabla B-6. Prueba de Tukey-FACTOR C para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.**

Dosis	Medias	n	E.E.
Alta	43.50	30	0.56 A
Media	33.39	30	0.56 B
Baja	23.78	30	0.56 C

Alfa=0.05 DMS=1.93639 Error: 9.5605 gl: 44

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013 (Infostat)



**Gráfico B-4. FACTOR C para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.**

Elaborado por: Silvia Vargas, 2013 (Infostat)

**Tabla B-7. Prueba de Tukey-INTERACCIÓN A\*B para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.**

Vegetal	Método	Medias	n	E.E.
Romero	Arrastre de vapor	43.33	6	1.26 A
Salvia	Decocción	42.78	6	1.26 A
Salvia	Arrastre de vapor	40.56	6	1.26 A B
Eucalipto	Arrastre de vapor	38.89	6	1.26 A B
Diefembaquia	Arrastre de vapor	38.61	6	1.26 A B
Diefembaquia	Decocción	35.83	6	1.26 B C
Romero	Decocción	35.00	6	1.26 B C
Albahaca	Decocción	35.00	6	1.26 B C
Eucalipto	Decocción	30.28	6	1.26 C D

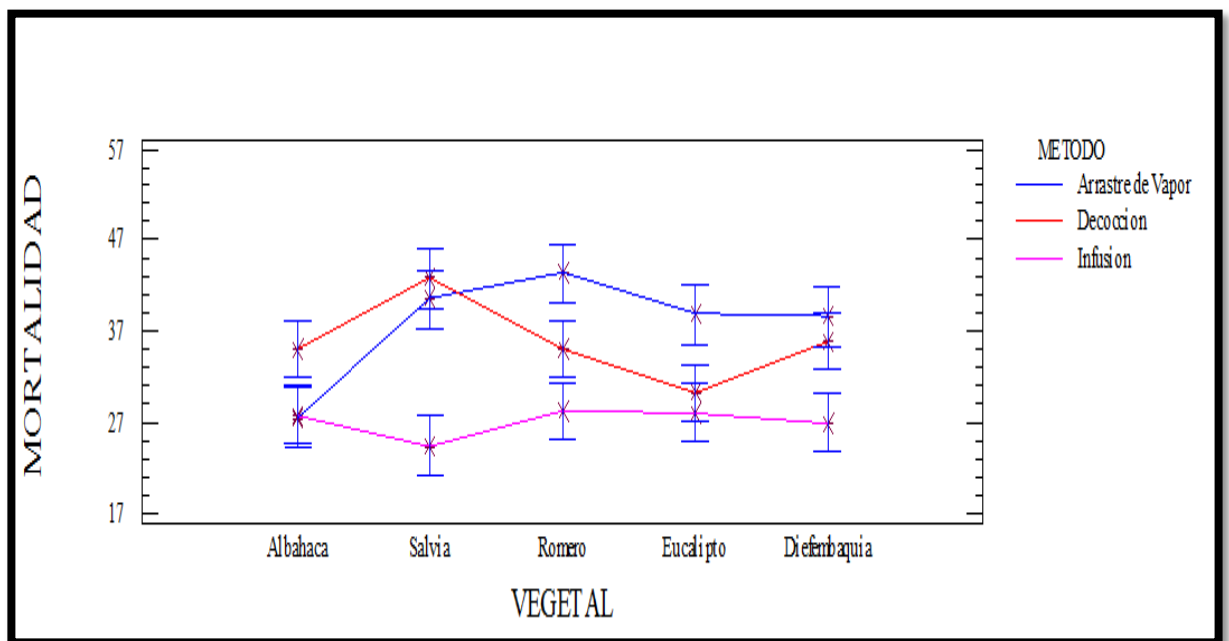


**Tabla B-7. Continuación**

Romero	Infusión	28.33	6	1.26	D
Eucalipto	Infusión	28.06	6	1.26	D
Albahaca	Infusión	27.78	6	1.26	D
Albahaca	Arrastre de vapor	27.50	6	1.26	D
Diefembaquia	Infusión	26.95	6	1.26	D
Salvia	Infusión	24.45	6	1.26	D

Alfa=0.05 DMS=6.40865 Error: 9.5605 gl: 44

Elaborado por: Silvia Vargas, 2013 (Infostat)



**Gráfico B-5. INTERACCIÓN A\*B para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.**

Elaborado por: Silvia Vargas, 2013 (Infostat)

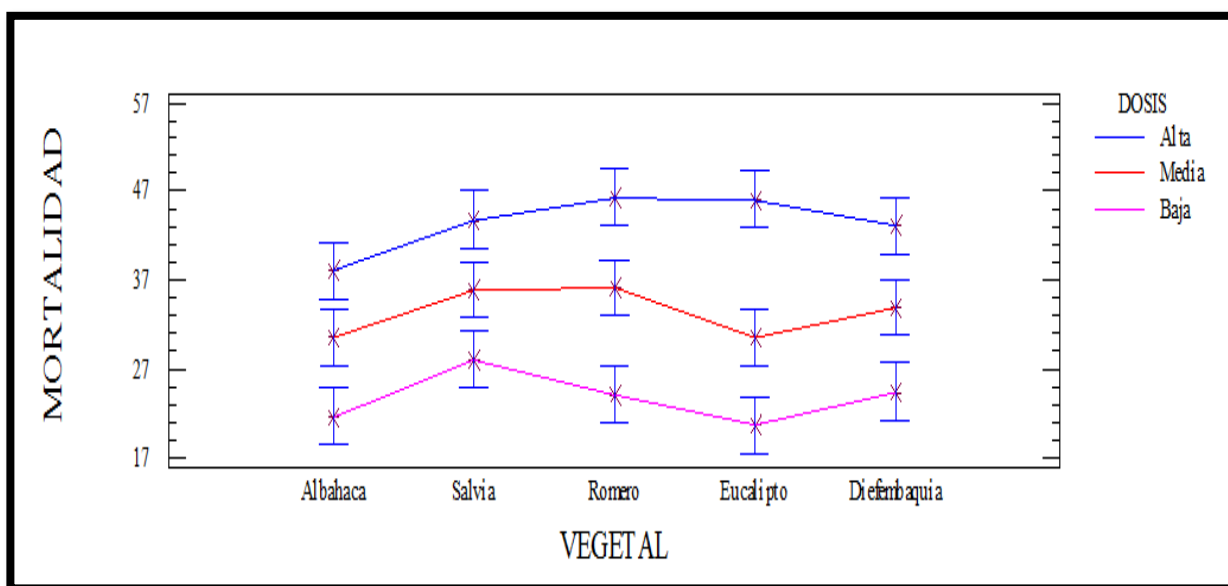
**Tabla B-8. Prueba de Tukey-INTERACCIÓN A\*C para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.**

<b>Vegetal</b>	<b>Dosis</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
Romero	Alta	46.39	6	1.26	A
Eucalipto	Alta	46.11	6	1.26	A
Salvia	Alta	43.89	6	1.26	A B
Diefembaquia	Alta	43.06	6	1.26	A B
Albahaca	Alta	38.06	6	1.26	B C
Romero	Media	36.11	6	1.26	C D
Salvia	Media	35.83	6	1.26	C D
Diefembaquia	Media	33.89	6	1.26	C D E
Eucalipto	Media	30.56	6	1.26	D E F
Albahaca	Media	30.56	6	1.26	D E F
Salvia	Baja	28.06	6	1.26	E F G
Diefembaquia	Baja	24.45	6	1.26	F G H
Romero	Baja	24.17	6	1.26	F G H
Albahaca	Baja	21.67	6	1.26	G H
Eucalipto	Baja	20.56	6	1.26	H

Alfa=0.05 DMS=6.40865

Error: 9.5605 gl: 44

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013 (Infostat)



**Gráfico B-6. INTERACCIÓN A\*C para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.**

Elaborado por: Silvia Vargas, 2013 (Infostat)

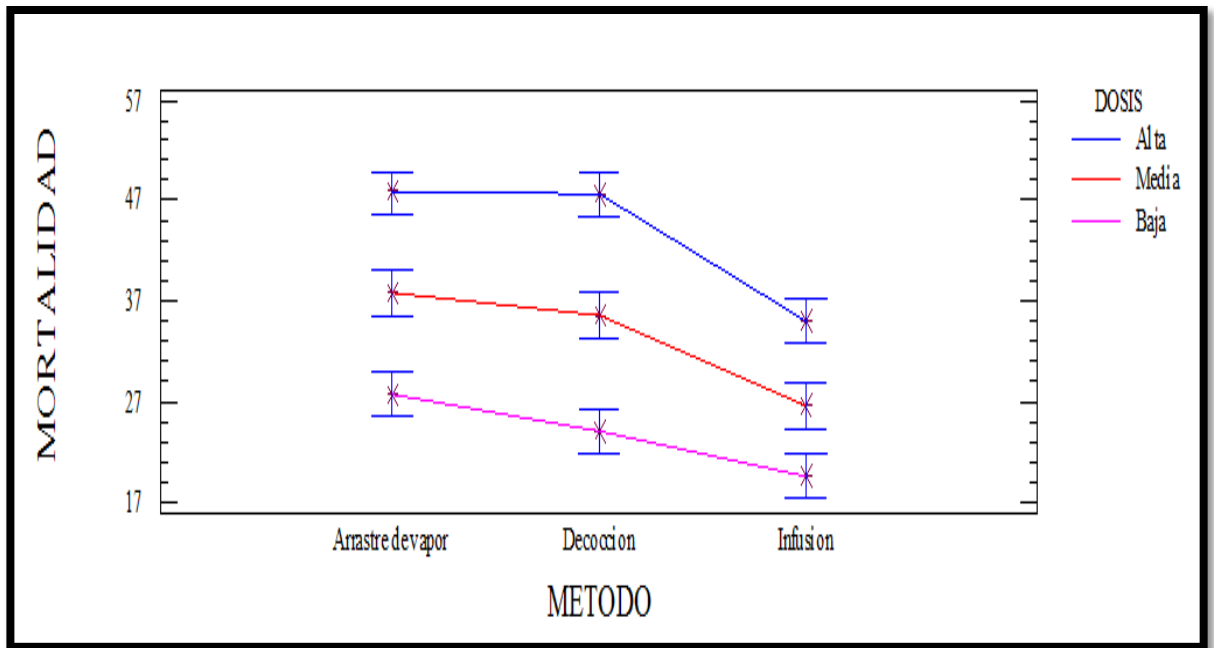
**Tabla B-9. Prueba de Tukey-INTERACCIÓN B\*C para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.**

Método	Dosis	Medias	n	E.E.	
Arrastre de vapor	Alta	47.84	10	0.98	A
Decocción	Alta	47.67	10	0.98	A
Arrastre de vapor	Media	37.83	10	0.98	B
Decocción	Media	35.67	10	0.98	B
Infusión	Alta	35.00	10	0.98	B
Arrastre de vapor	Baja	27.67	10	0.98	C
Infusión	Media	26.67	10	0.98	C
Decocción	Baja	24.00	10	0.98	C D
Infusión	Baja	19.67	10	0.98	D

Alfa=0.05 DMS=4.50891

Error: 9.5605 gl: 44

Elaborado por: Silvia Vargas, 2013 (Infostat)



**Gráfico B-7. INTERACCIÓN B\*C para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.**

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013 (Infostat)

**Tabla B-10. Prueba de Tukey-INTERACCIÓN A\*B\*C para el % de efectividad de los extractos vegetales en la etapa II del experimento.**

<b>Vegetal</b>	<b>Método</b>	<b>Dosis</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>
Eucalipto	A. de Vapor	Alta	55.00	2	2.19 A
Salvia	Decocción	Alta	53.34	2	2.19 A
Romero	A. de Vapor	Alta	52.50	2	2.19 A B
Romero	Decocción	Alta	50.00	2	2.19 A B C
Diefembaquia	A. de Vapor	Alta	49.17	2	2.19 A B C D
Salvia	A. de Vapor	Alta	48.34	2	2.19 A B C D
Diefembaquia	Decocción	Alta	46.67	2	2.19 A B C D E
Eucalipto	Decocción	Alta	45.00	2	2.19 A B C D E F
Romero	A. de Vapor	Media	45.00	2	2.19 A B C D E F
Albahaca	Decocción	Alta	43.34	2	2.19 A B C D E F G
Salvia	Decocción	Media	43.33	2	2.19 A B C D E F G
Salvia	A. de Vapor	Media	40.00	2	2.19 B C D E F G H
Eucalipto	A. de Vapor	Media	39.17	2	2.19 C D E F G H I
Eucalipto	Infusión	Alta	38.34	2	2.19 C D E F G H I J
Diefembaquia	Decocción	Media	37.50	2	2.19 C D E F G H I J K
Diefembaquia	A. de Vapor	Media	37.50	2	2.19 C D E F G H I J K
Albahaca	Infusión	Alta	36.67	2	2.19 D E F G H I J K L
Albahaca	Decocción	Media	36.67	2	2.19 D E F G H I J K L
Romero	Infusión	Alta	36.67	2	2.19 D E F G H I J K L
Romero	Decocción	Media	35.00	2	2.19 E F G H I J K L M
Albahaca	A. de Vapor	Alta	34.17	2	2.19 E F G H I J K L M
Diefembaquia	Infusión	Alta	33.34	2	2.19 F G H I J K L M N
Salvia	A. de Vapor	Baja	33.34	2	2.19 F G H I J K L M N
Romero	A. de Vapor	Baja	32.50	2	2.19 F G H I J K L M N O
Salvia	Decocción	Baja	31.67	2	2.19 G H I J K L M N O P
Salvia	Infusión	Alta	30.00	2	2.19 H I J K L M N O P
Diefembaquia	A. de Vapor	Baja	29.17	2	2.19 H I J K L M N O P

**Tabla B-10. Continuación**

Romero	Infusión	Media	28.34	2	2.19	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
Albahaca	A. de Vapor	Media	27.50	2	2.19	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
Albahaca	Infusión	Media	27.50	2	2.19	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
Diefembaquia	Infusión	Media	26.67	2	2.19			I	J	K	L	M	N	O	P
Eucalipto	Infusión	Media	26.67	2	2.19			I	J	K	L	M	N	O	P
Eucalipto	Decocción	Media	25.83	2	2.19			J	K	L	M	N	O	P	
Albahaca	Decocción	Baja	25.00	2	2.19				K	L	M	N	O	P	
Salvia	Infusión	Media	24.17	2	2.19					L	M	N	O	P	
Diefembaquia	Decocción	Baja	23.34	2	2.19							M	N	O	P
Eucalipto	A. de Vapor	Baja	22.50	2	2.19							M	N	O	P
Diefembaquia	Infusión	Baja	20.84	2	2.19								N	O	P
Albahaca	A. de Vapor	Baja	20.84	2	2.19								N	O	P
Romero	Infusión	Baja	20.00	2	2.19									O	P
Eucalipto	Decocción	Baja	20.00	2	2.19									O	P
Romero	Decocción	Baja	20.00	2	2.19									O	P
Salvia	Infusión	Baja	19.17	2	2.19										P
Eucalipto	Infusión	Baja	19.17	2	2.19										P
Albahaca	Infusión	Baja	19.17	2	2.19										P

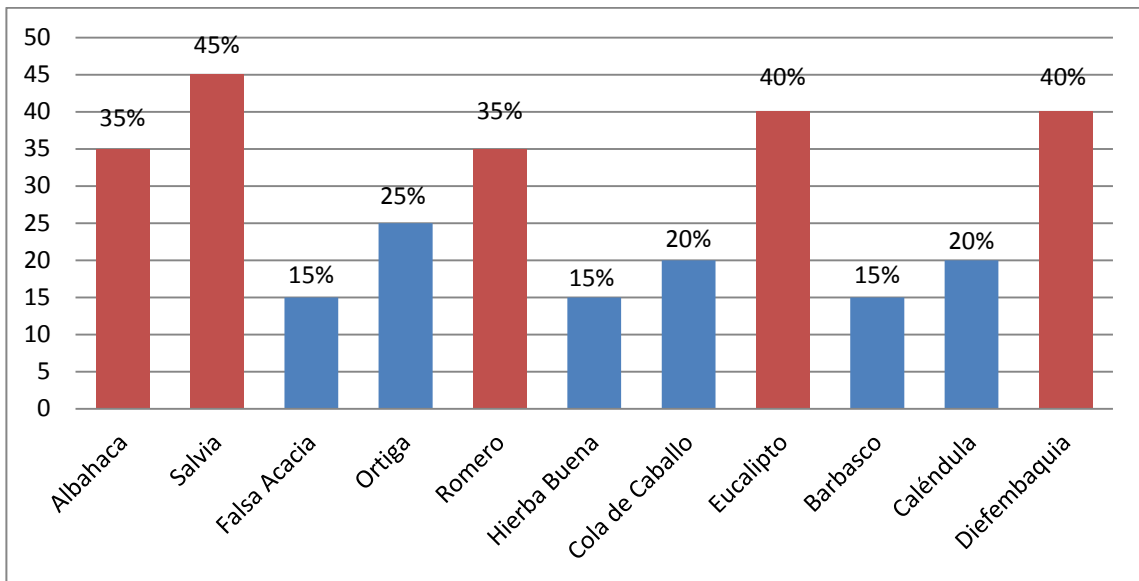
Alfa=0.05 DMS=13.09135 Error: 9.5605 gl: 44

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013 (Infostat)

**ANEXO C**

**GRÁFICOS DE**

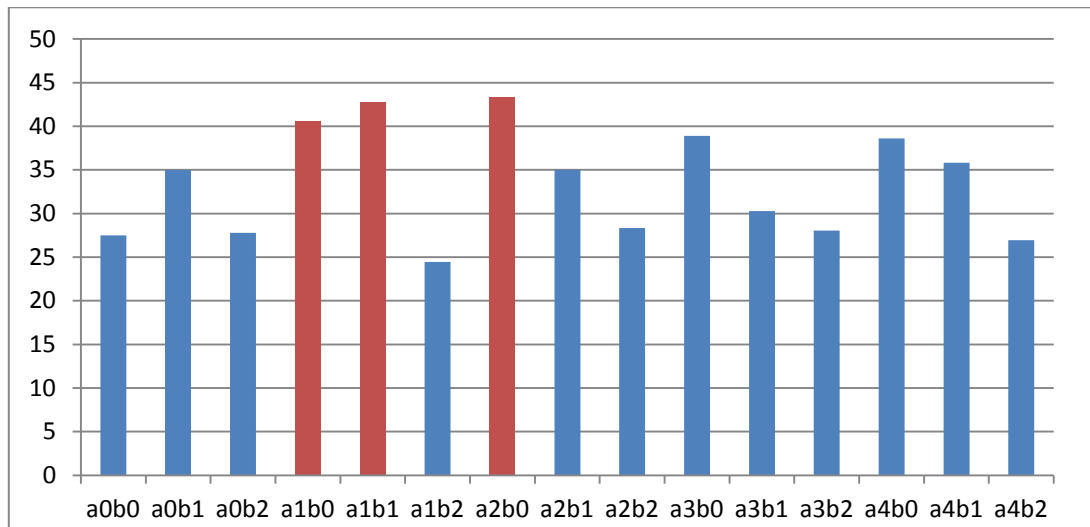
**BARRAS**



■ Vegetales probados ■ Mejores vegetales

**Gráfico C-1. % efectividad de las 11 especies vegetales para el control de mosca blanca**

Elaborado por: Silvia Vargas, 2013 (Infostat)

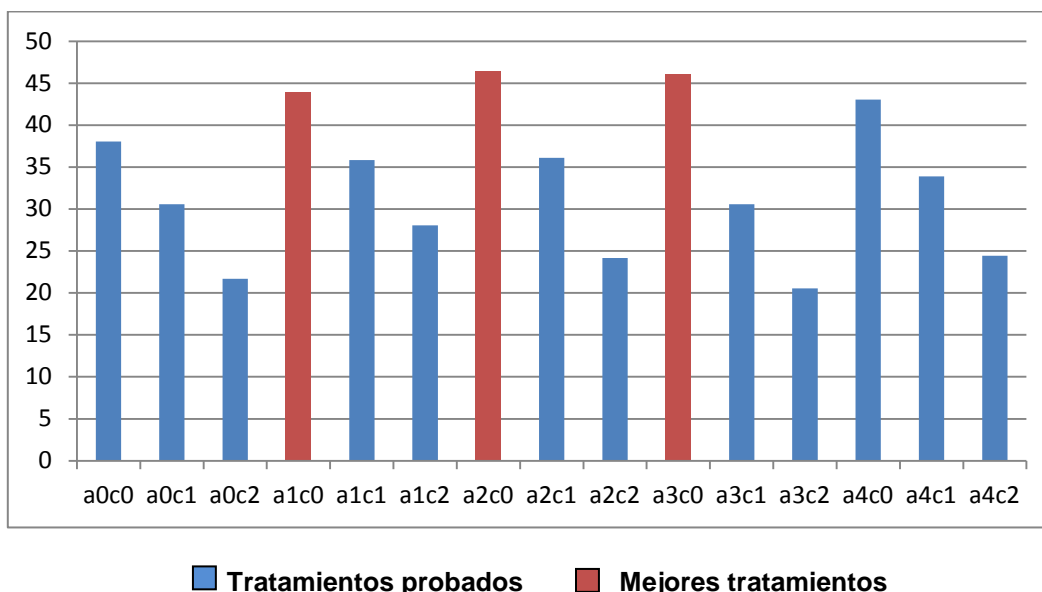


■ Tratamientos probados ■ Mejores tratamientos

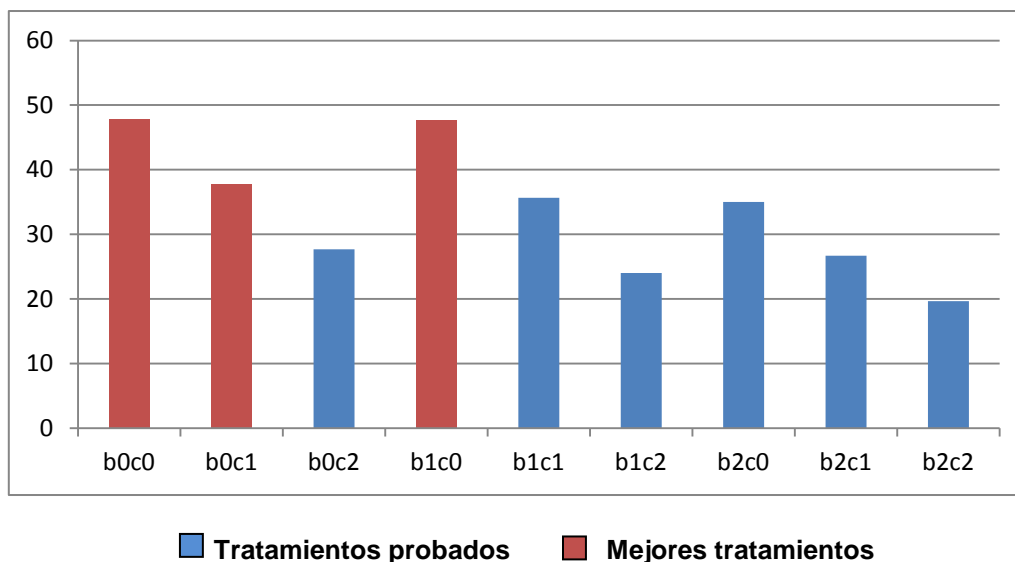
**Gráfico C-2. % efectividad para la Interacción A\*B de la etapa II del experimento**

Elaborado por: Silvia Vargas, 2013 (Infostat)

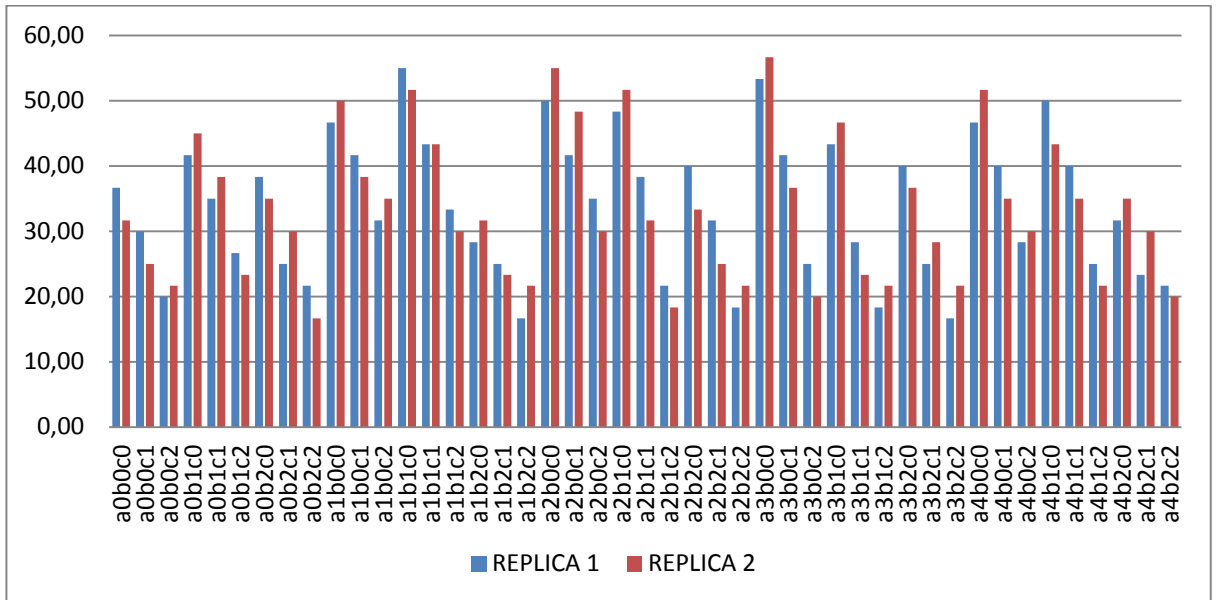




**Gráfico C-3. % efectividad para la Interacción A\*C de la etapa II del experimento**  
 Elaborado por: Silvia Vargas, 2013 (Infostat)



**Gráfico C-4. % efectividad para la Interacción B\*C de la etapa II del experimento**  
 Elaborado por: Silvia Vargas, 2013 (Infostat)



**Gráfico C-5. % efectividad de los 45 tratamientos para el control de mosca blanca**

**Elaborado por: Silvia Vargas, 2013 (Infostat)**

# **ANEXO D**

# **FOTOGRAFÍAS**



**Figura D-1. Pesaje del vegetal para la elaboración del extracto**



**Figura D-2. Método de arrastre de vapor aplicado al eucalipto**



**Figura D-3. Aplicación del método de decocción a las hojas de romero**



**Figura D-4. Aplicación del método de infusión a las hojas de eucalipto**



**Figura D-5. Extractos vegetales utilizados para el estudio tipo screening**



**Figura D-6. Planta de fréjol infestada con mosca blanca**

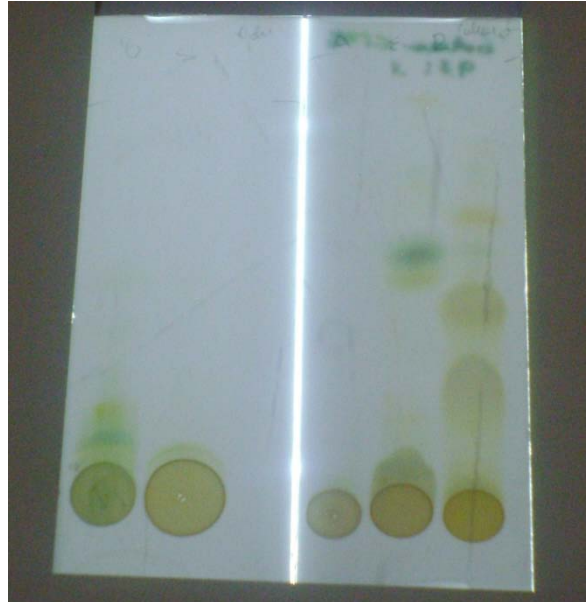




**Figura D-7. Realización de la siembra de las planta de fréjol**



**Figura D-8. Trampa de captura de mosca blanca para aplicación de los extractos vegetales**



**Figura D-9. Análisis cromatográfico de los extractos analizados**



**ANEXO E**

**ANÁLISIS**

**FITOQUÍMICO**

**Tabla E-1. Análisis Fitoquímico de las hojas de albahaca (*Ocimum basilicum*).**

GRUPO FITOQUIMICO	RESULTADO
FLAVONOIDES	+
TANINOS	++
ACEITES ESENCIALES	++
SESQUITERPENOLAC-TONAS	+
TERPENOIDES	+
QUINONAS	-
CUMARINAS	-
CHALCONAS	+

**Fuente:** Facultad de Ciencias de la Escuela Politécnica de Chimborazo  
(Laboratorio Jatper).

**EQUIVALENCIAS:**

Abundante cantidad	+++
Mediana cantidad	++
Poca cantidad	+
Ausencia	-

**Tabla E-2. Análisis Fitoquímico de las hojas de Eucalipto (*Eucaliptus globulus*).**

GRUPO FITOQUIMICO	RESULTADO
FLAVONOIDES	+
TANINOS	++
ACEITES ESENCIALES	++
SESQUITERPENOLAC-TONAS	+
TERPENOIDES	++
QUINONAS	-
CUMARINAS	-
CHALCONAS	+

**Fuente:** Facultad de Ciencias de la Escuela Politécnica de Chimborazo  
(Laboratorio Jatper).

**EQUIVALENCIAS:**

Abundante cantidad	+++
Mediana cantidad	++
Poca cantidad	+
Ausencia	-

**Tabla E-3. Análisis Fitoquímico de las hojas de Romero (*Rosmarinus officinalis*).**

GRUPO FITOQUIMICO	RESULTADO
FLAVONOIDES	+
TANINOS	+
ACEITES ESENCIALES	++
SESQUITERPENOLAC-TONAS	-
TERPENOIDES	++
QUINONAS	-
CUMARINAS	+
CHALCONAS	+

**Fuente:** Facultad de Ciencias de la Escuela Politécnica de Chimborazo  
(Laboratorio Jatper).

**EQUIVALENCIAS:**

Abundante cantidad	+++
Mediana cantidad	++
Poca cantidad	+
Ausencia	-

**Tabla E-4. Análisis Fitoquímico de las hojas de Salvia (*Salvia officinalis*).**

GRUPO FITOQUIMICO	RESULTADO
FLAVONOIDES	++
TANINOS	+
ACEITES ESENCIALES	+
SESQUITERPENOLAC-TONAS	+
TERPENOIDES	++
QUINONAS	-
CUMARINAS	-
CHALCONAS	+

**Fuente:** Facultad de Ciencias de la Escuela Politécnica de Chimborazo  
(Laboratorio Jatper).

**EQUIVALENCIAS:**

Abundante cantidad	+++
Mediana cantidad	++
Poca cantidad	+
Ausencia	-

**Tabla E-5. Análisis Fitoquímico de las hojas de Diefembaquia  
(*Dieffenbachia omoena*).**

GRUPO FITOQUIMICO	RESULTADO
FLAVONOIDES	+
TANINOS	++
ACEITES ESENCIALES	-
SESQUITERPENOLAC-TONAS	++
TERPENOIDES	++
QUINONAS	-
CUMARINAS	+
CHALCONAS	+

**Fuente:** Facultad de Ciencias de la Escuela Politécnica de Chimborazo

(Laboratorio Jatper).

**EQUIVALENCIAS:**

Abundante cantidad           +++

Mediana cantidad            ++

Poca cantidad                 +

Ausencia                       -

**ANEXO F**

**ESTUDIO**

**ECONÓMICO**

**Tabla F-1. Costos de los materiales directos e indirectos utilizados en la elaboración de extractos vegetales**

<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario USD</b>	<b>Costo Total USD</b>
Material vegetal	Kg	6,7	5,00	33,50
Tarrinas plásticas de 1 L	Unidades	46	0,10	4,60
Malla	Metros	10	0,45	4,50
Cajas de madera	Unidades	5	10,00	50,00
Guantes quirúrgicos	Unidades	20	0,25	50,00
Papel absorbente	rollos	2	1,25	2,50
Vasos de precipitación pirex	Unidad	5	8,00	40,00
Frasco de vidrio color ambar de 100 ml	Unidades	45	0,25	11,25
Atomizador manual	Unidades	10	1,00	10,00
<b>TOTAL</b>				<b>156,35</b>

Elaborado por: Silvia Vargas, 2013

**Tabla F-2. Costos de los equipos utilizados**

<b>Concepto</b>	<b>Costo Unitario (\$)</b>	<b>Horas utilizadas</b>	<b>Vida útil (años)</b>	<b>Costo Anual (\$)</b>	<b>Costo día (\$)</b>	<b>Costo hora (\$)</b>	<b>Costo Total (\$)</b>
Termómetro	25,00	10	10	2,50	0,010	0,001	0,01
Balanza de precisión	300,00	15	10	30,00	0,130	0,016	0,24
Cocineta	50,00	20	10	5,00	0,020	0,003	0,06
Olla de cocción	25,00	15	5	5,00	0,020	0,003	0,045
Alambique	550,00	20	10	55,00	0,230	0,028	0,26
pH metro	150,00	10	10	15,00	0,063	0,008	0,08
Equipos varios	100,00	10	5	20,00	0,083	0,010	0,05
<b>TOTAL</b>							<b>0,745</b>

Elaborado por: Silvia Vargas, 2013

**Tabla F-3. Costos de los servicios básicos**

<b>Servicio</b>	<b>Consumo</b>	<b>Costo Unitario USD</b>	<b>Costo Total USD</b>
Gas (Kg)	4	0,10	0,40
Energía (Kw/H)	2	0,09	0,18
Agua (m3)	5	0,24	1,20
<b>TOTAL</b>			<b>1,78</b>

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**Tabla F-4. Costos de recursos humanos**

<b>Personal</b>	<b>Costo Unitario (\$)</b>	<b>Costo día (\$)</b>	<b>Costo hora (\$)</b>	<b>Horas utilizadas</b>	<b>Costo Total (\$)</b>
1	318	15,9	1,99	8	15,9

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**Tabla F-5. Costos de producción**

<b>Costo total (\$)</b> (D1+D2+D3+D4)	174,78
<b>Costo Unitario (\$)</b> (45 frascos)	3,88
<b>Utilidad por frasco (\$)</b> (25%)	0,97
<b>Precio de venta (frasco de 100 ml)</b>	<b>4,85</b>

**Elaborado por:** Silvia Vargas, 2013

**Tabla F-6. Precios de productos orgánicos comerciales**

<b>PRODUCTO ORGÁNICO</b>	<b>CANTIDAD COMERCIAL (ml)</b>	<b>PRECIO (\$)</b>
Trebon	100	9,95
Fortiset	100	5,25
Xtract	100	6,00
Eslabón	100	6,00
Epingle	250	10,60

**Fuente:** Bioproducción, 2013