

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA: INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**Tesis previa a la obtención del Título de:  
INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA: CONTROL ORGÁNICO DEL GORGOJO DEL MAÍZ (*Sitophilus zeamais*), EN SEMILLAS ALMACENADAS DE CHULPI (*Zea mays var rugosa*) CON AJENJO “SANTA MARÍA” (*Parthenium hysterophorus*) Y ROMERO (*Rosmarinus officinalis*). QUITO - ECUADOR 2012.**

**AUTOR:  
OMAR GERARDO TAPIA ZURITA**

**DIRECTOR:  
ING. FREDDY CUARÁN**

**Quito, Mayo 2013**

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor.

Cayambe, Mayo – 30 – 2013.

(f).....

## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO.**

Dedico este trabajo a mis padres que han sido el pilar de mi vida, que siempre me han apoyado, y que esta culminación de un ciclo más de vida es también parte de ellos, que siempre han sido mi apoyo incondicional y me han brindado su comprensión y cariño.

## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCION</b> .....	15
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	17
2.1. Objetivo general.....	17
2.2. Objetivos específicos.....	17
<b>3. MARCO TEORICO</b> .....	18
3.1. Investigaciones realizadas a base de plantas con propiedades insecticidas.....	18
3.1.1. Búsqueda de plantas con propiedades insecticidas para el control de <i>Sitophilus zeamais</i> en maíz almacenado.....	18
3.1.2. Productos naturales para el control de la principal plaga de maíz, frijol y garbanzo almacenados.....	20
3.1.3. Efectos toxicológicos de cuatro plantas sobre el gorgojo del maíz <i>Sitophilus zeamais</i> motschulsky 1855 (coleoptera: curculionidae) y sobre el gorgojo de las galletas. <i>Stegobium paniceum</i> (linnaeus 1761) (coleoptera: anobiidae) en Perú.....	23
3.2. Gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zea mais</i> ).....	26
3.2.1. Taxonomía del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ).....	26
3.2.2. Morfología.....	26
3.2.3. Ciclo biológico.....	27
3.2.4. Metamorfosis.....	27
3.2.5. Alimentación.....	28
3.2.6. Almacenamiento e invasión.....	28
3.2.7. Medios de transporte de los insectos.....	29
3.2.8. Daños.....	30
3.2.9. Factores que favorecen a la infestación.....	30
3.3. Ajenjo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ).....	31
3.3.1. Taxonomía.....	31
3.3.2. Identificación y descripción.....	31
3.3.3. Origen.....	32
3.3.4. Condiciones ambientales.....	32
3.3.5. Partes utilizadas.....	32
3.3.6. Variabilidad química en los aceites esenciales de plantas aromáticas.....	32
3.3.7. Usos del ajeno ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ).....	33
3.3.8. Composición química del ajeno.....	33
3.4. Romero ( <i>Rosamarinus officinalis</i> ).....	36
3.4.1. Clasificación científica.....	36
3.4.2. Descripción.....	37
3.4.3. Ecología.....	37
3.4.4. Condiciones ambientales.....	37
3.4.5. Partes utilizadas.....	37
3.4.6. Composición química del romero.....	38
3.4.7. Propiedades.....	38
3.5. Descripción de la tuyona.....	39
3.5.1. Efecto toxico de la tuyona.....	39
3.5.2. Presencia de tuyona en insecticidas químicos.....	40
3.6. Fosfamina, fosfina, fosfatina o su nombre comercial gas toxin.....	40
3.6.1. Breve descripción de la sustancia.....	40

3.6.2.	Formulación y concentración.....	40
3.6.3.	Mecanismo de acción.....	41
3.6.4.	Usos de la sustancia.....	41
3.7.	Organofosforados.....	41
3.7.1.	¿Qué es la acetilcolinesterasa? .....	42
3.7.2.	Inhibición de la acetilcolinesterasa.....	43
3.7.3.	¿Cuál es el efecto de la inhibición de la acetilcolinesterasa a causa de los organofosforados? .....	43
3.7.4.	Efectos para la salud.....	44
4.	<b>UBICACIÓN</b> .....	45
5.	<b>MATERIALES Y METODOS</b> .....	45
5.1.	Materiales.....	45
5.2.	Métodos.....	46
5.2.1.	Diseño Experimental.....	46
5.2.1.1.	Tipo de Diseño Experimental.....	46
5.2.1.2.	Tratamientos.....	46
5.2.1.3.	Unidad Experimental.....	47
5.2.1.4.	Variables y Métodos de Evaluación.....	48
5.2.1.4.1.	Porcentaje de grano afectado por la plaga.....	48
5.2.1.4.2.	Porcentaje de gorgojos muertos.....	48
5.2.1.4.3.	Propiedades organolépticas.....	49
6.	<b>MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO</b> .....	50
6.1.	Preparación del ensayo.....	50
6.1.1.	Recolección de plantas.....	50
6.1.2.	Secado y molido de plantas.....	50
6.1.3.	Comprimidos de romero y ajeno.....	51
6.1.4.	Envases para el ensayo.....	52
6.1.5.	Compra y selección de los granos de chulpi.....	53
6.1.6.	Recolección de insectos.....	54
6.1.7.	Conteo y colocación de gorgojos en los envases plásticos.....	55
6.1.8.	Establecimiento de las unidades experimentales.....	55
6.1.9.	Conteo de granos dañados y gorgojos muertos.....	58
6.1.10.	Numero de gorgojos que no contaminaron el envase con chulpi.....	60
6.1.11.	Determinación de propiedades organolépticas.....	60
7.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	62
7.1.	Porcentaje de granos afectados por la plaga en el total de tratamientos.....	62
7.2.	Porcentaje de gorgojos muertos en el total de tratamientos.....	65
7.3.	Correlación entre las variables número de gorgojos muertos y número de granos infestados en los tratamientos con comprimidos elaborados con plantas con propiedades insecticidas.....	69
7.4.	Análisis marginal beneficio neto.....	75
7.5.	Propiedades organolépticas de granos tratados con comprimidos de ajeno.....	79
7.6.	Propiedades organolépticas de granos tratados con comprimidos de romero.....	82
8.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	86
9.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	88
10.	<b>RESUMEN</b> .....	89
11.	<b>SUMARY</b> .....	92

<b>12. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>95</b>
<b>13. ANEXOS.....</b>	<b>98</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>CUADRO 1.</b> Número y descripción de cada uno de los tratamientos en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajenojo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	47
<b>CUADRO 2.</b> Descripción del significado de la calificación de los panelistas para la determinación de la propiedad organoléptica sabor en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajenojo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	49
<b>CUADRO 3.</b> Descripción del significado de la calificación de los panelistas para la determinación de la propiedad organoléptica olor en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajenojo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	50
<b>CUADRO 4.</b> Número de granos contenidos en 454,54g de chulpi, utilizados para cada una de las repeticiones de los 22 tratamientos evaluados en el experimento del control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajenojo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	54
<b>CUADRO 5.</b> Cartilla utilizada para la determinación de las propiedades organolépticas olor y sabor en la investigación destinada a estudiar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajenojo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	61
<b>CUADRO 6.</b> Total de granos evaluados expresados en número y porcentaje de granos afectados a los 63 días de iniciado el experimento, por repetición y por tratamiento en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajenojo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito - Ecuador 2012.....	62
<b>CUADRO 7.</b> ADEVA para porcentaje de granos afectados en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajenojo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito - Ecuador 2012.....	63
<b>CUADRO 8.</b> Prueba de separación de medias Tukey 5% para el porcentaje de granos infestados en la investigación destinada a evaluar en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajenojo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	64
<b>CUADRO 9.</b> Total de gorgojos evaluados y número y porcentaje de gorgojos muertos a los 63 días de iniciado el experimento por repetición y tratamiento en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajenojo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus</i>	

<i>officinalis</i> ). Quito - Ecuador 2012.....	66
<b>CUADRO 10.</b> ADEVA para la variable porcentaje de gorgojos muertos en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajenojo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito - Ecuador 2012.....	67
<b>CUADRO 11.</b> Prueba de separación de medias Tukey 5% para la variable porcentaje de gorgojos muertos en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajenojo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	68
<b>CUADRO 12.</b> Coeficientes de correlación lineal para las diferentes variables correlacionadas en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajenojo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	74
<b>CUADRO 13.</b> Coeficientes de determinación para las diferentes variables correlacionadas en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajenojo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	75
<b>CUADRO 14.</b> Calculo de los beneficios netos de los tratamientos analizados en el estudio destinado a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajenojo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	76
<b>CUADRO 15.</b> Análisis de dominancia para los tratamientos con romero en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajenojo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	77
<b>CUADRO 16.</b> Tasa de retorno marginal para los tratamientos con ajenojo en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajenojo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	78
<b>CUADRO 17.</b> Tasa de retorno marginal en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajenojo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	78
<b>CUADRO 18.</b> Tasa de retorno marginal para los tratamientos con romero en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajenojo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	79
<b>CUADRO 19.</b> Numero de resultados para cada calificación de la propiedad organoléptica olor, del total de los tratamientos con ajenojo, en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus</i>	

zeamais), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajenojo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	80
<b>CUADRO 20.</b> Numero de resultados para cada calificación de la propiedad organoléptica (sabor), del total de los tratamientos con ajenojo, en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajenojo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	81
<b>CUADRO 21.</b> Numero de resultados para cada calificación de la propiedad organoléptica (olor), del total de los tratamientos con romero, en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajenojo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	83
<b>CUADRO 22.</b> Numero de resultados para cada calificación de la propiedad organoléptica (sabor), del total de los tratamientos con romero, en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajenojo “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	84

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO 1.</b> Estructura química de los organofosforados.....	41
<b>GRÁFICO 2.</b> Coeficiente de correlación, coeficiente de determinación y línea de tendencia lineal, entre número de granos infestados y número de comprimidos elaborados con la especie vegetal ajeno en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	70
<b>GRÁFICO 3.</b> Coeficiente de correlación, coeficiente de determinación y línea de tendencia lineal, entre número de gorgojos muertos y número de comprimidos elaborados con la especie vegetal ajeno en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	71
<b>GRÁFICO 4.</b> Coeficiente de correlación, coeficiente de determinación y línea de tendencia lineal, entre número de granos afectados y número de comprimidos elaborados con la especie vegetal romero en la investigación destinada a evaluar, el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	72
<b>GRÁFICO 5.</b> Coeficiente de correlación, coeficiente de determinación y línea de tendencia lineal, entre número de gorgojos de muertos y número de comprimidos elaborados con la especie vegetal romero en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	73
<b>GRÁFICO 6.</b> Porcentaje de resultados obtenidos, donde se evaluó la propiedad organoléptica olor, del total de los tratamientos con ajeno, en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	80
<b>GRÁFICO 7.</b> Porcentaje de resultados obtenidos, donde se evaluó la propiedad organoléptica (sabor), del total de los tratamientos con ajeno, en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	82
<b>GRÁFICO 8.</b> Porcentaje de resultados obtenidos, donde se evaluó la propiedad organoléptica (olor), del total de los tratamientos con romero, en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	83

**GRÁFICO 9.** Porcentaje de resultados obtenidos, donde se evaluó la propiedad organoléptica sabor, en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.....

85

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>FOTOGRAFÍAS 1 Y 2:</b> Muestras de romero y ajeno molido para la elaboración de comprimidos en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	52
<b>FOTOGRAFÍA 3:</b> Comprimidos obtenidos a partir de romero y ajeno utilizados para el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	51
<b>FOTOGRAFÍAS 4, 5 Y 6:</b> Preparación de los envases para realizar el experimento del control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	53
<b>FOTOGRAFÍA 7:</b> Morocho con severa infestación de gorgojos necesario para la ejecución del experimento en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	55
<b>FOTOGRAFÍAS 8, 9 Y 10.</b> Instalación del experimento con sus respectivos tratamientos, para conocer las propiedades evaluadas de los comprimidos de ajeno y romero en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	58
<b>FOTOGRAFÍAS 11, 12, 13, 14, 15 Y 16:</b> Conteo de gorgojos muertos y de granos dañados o infestados en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	59
<b>FOTOGRAFÍAS 17, 18 Y 19:</b> Panel de degustación en el estudio del control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.....	61

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1.</b> Cuadro con fechas para el número de granos infestados y numero de gorgojos muertos en ajeno en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.	98
<b>ANEXO 2.</b> Cuadro con fechas para el número de granos infestados y numero de gorgojos muertos en romero en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.	99
<b>ANEXO 3.</b> Cuadro con fechas para el número de granos infestados y numero de gorgojos muertos con pastillas de fosfamina en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.	100
<b>ANEXO 4.</b> Cuadro con fechas para el número de granos infestados y numero de gorgojos muertos para el tratamiento 22 el cual no contenía ningún tratamiento en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.	101
<b>ANEXO 5.</b> Modelo de la cartilla utilizado para las calificaciones de todos los tratamientos en el panel de degustación, para tratamientos con comprimidos de ajeno en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ). Quito – Ecuador 2012.	102
<b>ANEXO 6.</b> Modelo de la cartilla utilizado para las calificaciones de todos los tratamientos en el panel de degustación, para tratamientos con comprimidos de romero en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.	103
<b>ANEXO 7.</b> Entrevista a comerciantes para determinar la cantidad de comprimidos de fosfamina que usan por cada 45,5kg y en que productos lo usan.	104
<b>ANEXO 8.</b> Resultados de entrevista a comerciantes para determinar la cantidad de comprimidos de fosfamina que usan cada 45,5kg y en que productos lo usan.	105
<b>ANEXO 9.</b> Reporte de análisis fotoquímico de las pastillas de ajeno en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.	106
<b>ANEXO 10.</b> Reporte de análisis fotoquímico de las pastillas de romero en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.	107

<b>ANEXO 11.</b> Costos de elaboración de comprimidos en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.	108
<b>ANEXO 12.</b> Numero de gorgojos que no contaminaron el envase con chulpi en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.	109
<b>ANEXO 13.</b> ADEVA para el Numero de gorgojos que no contaminaron el envase con chulpi en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.	109
<b>ANEXO 14.</b> Prueba de separación de medias Tukey 5% para el Numero de gorgojos que no contaminaron el envase con chulpi en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.	110
<b>ANEXO 15.</b> Reporte farmacéutico de la concentración de tuyona en los comprimidos de ajeno, en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ). Quito – Ecuador 2012.	111
<b>ANEXO 16.</b> Reporte farmacéutico de la concentración de tuyona en los comprimidos de romero, en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.	112
<b>ANEXO 17.</b> Protocolo para la elaboración de comprimidos de ajeno y romero, en el control orgánico del gorgojo del maíz ( <i>Sitophilus zeamais</i> ), en semillas almacenadas de chulpi ( <i>Zea mays var rugosa</i> ) con ajeno “Santa María” ( <i>Parthenium hysterophorus</i> ) y romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ). Quito – Ecuador 2012.	113

## 1. INTRODUCCIÓN.

Las plagas que atacan a los granos que son almacenados en bodegas, cuartos y soberados es un problema muy frecuente que se halla a nivel nacional donde para productores como para los comerciantes. La presencia del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*) en el chulpi (*Zea mays var rugosa*) es por causa del mal acondicionamiento al momento de almacenar, ineficiente desinfección de los lugares de almacenamiento y mezcla de granos infestados con granos que están sanos. Para el control de estos insectos se usa productos químicos como la fosfamina que combate a los gorgojos, con el que se logra la venta de los granos sin importar el grado de contaminación con este insecticida.

Por tal razón en los últimos años se está buscando nuevas alternativas orgánicas basadas en la utilización de plantas aromáticas con propiedades insecticidas para la repelencia y control de plagas de granos almacenados. Estas nuevas alternativas buscan remplazar a los insecticidas sintéticos minimizando la cantidad de residuos tóxicos en las semillas para disminuir los efectos causados en la salud por el consumo de granos que ha sido tratado con productos químicos muy tóxicos como es el caso de la fosfamina que es un insecticida organofosforado. El insecticida llamado fosfamina pertenece a la clasificación 1ª, su categoría toxicológica lo clasifica como extremadamente tóxico ya que tiene banda de color rojo, su formulación líquida DL<sub>50</sub> (24 horas) aguda oral es de <20 y dermal de <20 y la formulación sólida DL<sub>50</sub> (24 horas) aguda oral es de <5 y dermal de <10. La ingesta de alimentos contaminados con fosfamina causa la inhibición de la acetilcolinesterasa que provoca la acumulación del ACh (acetilcolina) en las sinapsis colinérgicas, este exceso de ACh despolariza la célula post-sináptica y la mantiene en un estado refractario causando la parálisis neuromuscular típica de los compuestos organofosforados.

Se realizó encuestas a 15 comerciantes de la plaza central de granos de la ciudad de Latacunga y se obtuvo en los resultados que el 100% de personas dedicadas a la compra y comercialización de granos usan insecticidas organofosforados por recomendación de vendedores de insumos para el agro y de sus compañeros comerciantes, colocando un promedio de 4 pastillas de fosfamina por cada 50 Kg de chulpi (Ver anexo 7 y 8) usando estas pastillas a medida que se observa que existe

gorgojos en los granos almacenados, los granos en los se utiliza la fosfamina son chulpi, maíz, morocho que son los granos más afectados por la plaga, el grano tratado es vendido para consumo directo de las personas sin ninguna medida de prevención a pesar de que los comerciantes saben del peligro del mismo. Según el (MAGAP) la ley de importación de plaguicidas en nuestro país dice en el **Art. 5**, inciso **c** que se suspenderá o cancelará, mediante resolución motivada, expedida por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, el registro de un plaguicida o producto afín, cuando se comprobare que ha sido prohibida su fabricación, comercialización o uso en cualquier país, por ser ineficaz para el control de pestes, por nocivo para la salud o por producir contaminación ambiental.

Pero debido que el registro de este producto se halla descontinuado se continúa con la importación y libre venta de la fosfamina. Según el Servicio de toxicología de España (SERTOX) en países como Bélgica, Belice, Finlandia, Filipinas, China y Japón ya se encuentre prohibida la venta de la fosfamina por ser muy toxico y con serios perjuicios para la salud.

Es por los problemas mencionados que la presente investigación que se la realizo en la Ciudad de Quito, busca evaluar un control orgánico de esta plaga a base de plantas con propiedades insecticidas y de repelencia además, evaluar los distintos resultados de repelencia y mortalidad, evaluar la calidad del grano con distintos tratamientos en función de las características organolépticas y realizar un análisis marginal beneficio neto de los tratamientos utilizados.

Mediante la presente investigación se busca aprovechar los recursos naturales para poder encontrar y generar alternativas que permitan controlar y manejar los granos almacenados con bajo impacto en la salud, amigable con el ambiente sin contaminar el medio en el que vivimos y mejorar el beneficio en sus ingresos económicos de los agricultores y comerciantes que se dedican a la producción y comercialización del chulpi.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Evaluar una alternativa de control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamays*) mediante la utilización de comprimidos a base de plantas con propiedades insecticidas.

### **2.2. Objetivos Específicos**

Evaluar los resultados de repelencia de las distintas concentraciones de tuyona suministradas a través de comprimidos de ajeno y romero.

Evaluar la calidad del grano tratado en función de las condiciones organolépticas al consumidor (sabor y olor) del producto tratado por medio de un panel de degustación.

Análisis marginal beneficio neto.

### **3. MARCO TEORICO.**

#### **3.1. Investigaciones realizadas a base de plantas con propiedades insecticidas.**

Se ha podido encontrar que existen investigaciones basadas en las propiedades insecticidas y repelentes de insectos conocidas como plagas de granos, por lo que se puede mencionar las siguientes.

##### **3.1.1. Búsqueda de plantas con propiedades insecticidas para el control de *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado.**

Este estudio fue realizado en.

Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Departamento de Producción Vegetal, Vicente Méndez 595, Casilla 537, Chillán, Chile.

Materiales y métodos.

Las plantas se colectaron principalmente en la Estación Experimental El Nogal de la Universidad de Concepción, Chillán, Provincia de Ñuble, Octava Región, Chile. Se privilegió la colecta de plantas que fueran de ocurrencia frecuente en el medio del agricultor. Estas plantas se secaron en una estufa a 40°C durante 48 horas y posteriormente fueron pulverizadas con un molino eléctrico. En el Cuadro 1 se detallan las plantas colectadas y las estructuras utilizadas en las evaluaciones. Los ejemplares de *Sitophilus zeamais* M. se obtuvieron de la colonia permanente del Laboratorio de

Toxicología de Insecticidas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción y fueron mantenidas, para su reproducción, en una cámara de cría a una temperatura de 25±2°C y con una foto fase de 16 horas. Se utilizó la metodología propuesta por Lagunes & Rodríguez (1989). En la primera etapa todos los polvos vegetales se evaluaron a una concentración del 1% (p/p). Se eligió esta concentración ya que Lagunes (1994), señala que constituye una concentración razonable al momento de recolectar y utilizar el material vegetal en caso de que la planta resulte efectiva. En frascos de 250 ml. de capacidad se colocaron 100 g de maíz (*Zea mays* L.). Posteriormente se agregó 1 g del polvo vegetal a evaluar y se mezcló

manualmente de tal forma que el grano quedara cubierto uniformemente. Luego cada frasco se infestó con 10 parejas de *S. zeamais* de no más de siete días de edad para así evitar alteraciones en los resultados por la presencia de la segunda generación de los insectos. La diferenciación de sexos se realizó mediante el criterio de Halstead (1963), quien señala que el rostro de la hembra es evidentemente más largo y menos ornamentado que el del macho. Una vez terminada la inoculación todos los frascos fueron puestos en la cámara de cría con las condiciones óptimas para su desarrollo (25°C de temperatura y 60% de humedad relativa). En esta primera parte se evaluaron 24 tratamientos, incluyendo un testigo absoluto formado solamente por el grano y los insectos, con tres repeticiones cada uno. A los quince días a partir de la infestación con los insectos, éstos fueron extraídos mediante un tamiz y se contabilizó el porcentaje de mortalidad. Este valor fue corregido mediante la fórmula de Abbott (1925) con el objetivo de eliminar la mortalidad natural producida en el testigo y no sobredimensionar el efecto real del tratamiento. A los 55 días de realizada la infestación se evaluó el porcentaje de emergencia de insectos adultos y el porcentaje de pérdida de peso del grano con relación al testigo absoluto. En el caso de la emergencia de insectos se consideró como 100% el número de insectos emergidos en el testigo. Para estimar la pérdida de peso de los granos se utilizó la fórmula de Adams & Schulten (1976):  $Pp = (N_{gd}/N_{tg}) \times 100 \times C$ , donde Pp: pérdida de peso [%], N<sub>gd</sub>: número de granos dañados, N<sub>tg</sub>: número total de granos, C: 0,125 si el maíz es almacenado como grano suelto o mazorca sin brácteas y 0,222 si el maíz es almacenado como mazorca con brácteas.

#### Resumen:

Se evaluaron, bajo condiciones de laboratorio, 23 plantas en polvo para el control de *Sitophilus zeamais* Mots. en maíz almacenado. En una primera etapa se evaluaron todos los polvos a una concentración del 1,0% (p/p). Posteriormente aquellos polvos con mejores resultados fueron probados en concentraciones del 0,1, 0,5, 1,0 y 2,0% en granos de maíz infestados con los insectos a las 24 horas, 30, 60 y 90 días. Se evaluaron 63 tratamientos distribuidos en un diseño experimental completamente al azar y el ensayo se repitió tres veces. En la primera etapa, la mayor mortalidad de insectos se obtuvo con *Chenopodium ambrosioides* L. y *Peumus boldus* Mol. Con 65,8% y 99,3%, respectivamente. Estos tratamientos también propiciaron la menor emergencia de adultos, mientras que la pérdida de peso de los granos no superó el

13,0%. En las evaluaciones a diferentes concentraciones mostraron una mayor mortalidad y menor emergencia a concentraciones del 1,0% y 2,0% (p/p), obteniéndose para *C. ambrosioides* una mortalidad del 90,3% y 90,1% y para *P. boldus* 97,1% y 98,8%, respectivamente. La residualidad se mantuvo sólo en el tratamiento de 24 horas.

Conclusiones.

*Chenopodium ambrosioides* L. y *Peumus boldus* Mol. Son efectivos controladores de (*Sitophilus zeamais* Mots) en maíz almacenado.

El efecto residual para *Chenopodium ambrosioides* L. y *Peumus boldus* Mol. en polvo es menor a 30 días.

3.1.2. Productos naturales para el control de la principal plaga de maíz, frijol y garbanzo almacenados.

Este estudio fue realizado en.

Laboratorio de Entomología. Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa. CP 62209.

Metodología.

Para el establecimiento de los bioensayos se contó con tres tipos diferentes de granos y tres plagas importantes: *Sitophilus zeamais* para maíz, *Zabrotes subfasciatus* en frijol y *Callosobruchus maculatus* para garbanzo, evaluándose los 57 tratamientos sobre las tres plagas citadas. Se manejó un diseño estadístico completamente al azar con cuatro repeticiones para cada tratamiento, incluyendo el testigo. Los parámetros valorados fueron mortalidad, emergencias de la primera generación y daño al grano. En la evaluación de los tratamientos se emplearon frascos de vidrio de 1 lt de capacidad, en cada uno de los cuales se colocaron 100 gr del grano correspondiente y 1 gr del tratamiento en polvo o 5 ml del extracto o infusión que correspondiese. Después de mezclar manualmente los granos con los tratamiento, se introdujeron en cada frasco 10 parejas de insectos de uno a dos días de emergidos (la especie dependió del tratamiento), efectuando revisiones periódicas cada 48 horas para estimar los resultados parciales de mortalidad. A los seis días se retiraron todos los

insectos (vivos y muertos) de *Z. subfasciatus* y *C. maculatus* cuantificando la mortalidad; en el caso de *S. zeamais* se extrajeron a los 15 días (por la diferencia en el ciclo biológico) para esperar posteriormente la emergencia de la primera generación y determinar el daño al grano. La finalidad de retirar los adultos obedece a varias razones: en primer lugar con esto se evita la sobre posición de la primera generación con los insectos introducidos originalmente, facilitando con ello su conteo y evitando errores en la estimación de la mortalidad. Por otra parte, este intervalo de tiempo es adecuado para determinar si el tratamiento ejerció algún tipo de control, además de que se estandariza el periodo de exposición de la plaga al grano para cuantificar el daño al mismo; ya que no hay que olvidar que todo resultado tiene su comparativo con el testigo, el cual evidentemente carece de tratamiento, lo que presupone una longevidad de la plaga igual o mayor que en las unidades experimentales.

#### Resumen.

El empleo de productos naturales para controlar plagas de insectos en granos almacenados no es una actividad nueva; sin embargo, su desempeño en la mayoría de los casos carece de sustento científico. Por esta razón se ha evaluado la efectividad de más de 30 especies vegetales y materiales diversos para controlar algunas de las especies más importantes. De los resultados obtenidos destacan por su acción contra el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* (Mots.), las plantas de chicalote *Argemone sp.* y valeriana *Valeriana officinalis* ambas provocando 98.9% de mortalidad, 0% de emergencias de la primera generación y 0% de daño al grano: se incluye también la ruda *Ruta graveolens* con 43.3%, 0% y 0%. Como material diverso la cal causó 100%, 0% y 0% respectivamente. Para el gorgojo del frijol *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) el chicalote originó 98.7% de mortalidad, 0% de emergencias y 0% de daño; en tanto que la cal 100%, 0% y 0%. Finalmente, se redujeron las poblaciones del gorgojo del garbanzo *Callosobruchus maculatus* (Fab.) con el chicalote, induciendo el 26.2% de mortalidad y 0% tanto de emergencias como de daño al grano.

#### Conclusión.

De los 57 tratamientos evaluados podemos considerar que para *S. zeamais* solo cuatro resultaron prometedores, los cuales tuvieron la capacidad de actuar satisfactoriamente en las tres variables manejadas: mortalidad, emergencia y daño al

grano. De estos, la cal ocupó el primer lugar siguiéndole en desempeño la valeriana y el chicalote. En lo que respecta a la ruda, a pesar de que su acción sobre la mortalidad no fue absoluta (43.3%), si destaca el hecho de haber reducido al 100% las emergencias y el daño al grano, esto nos hace pensar que posiblemente además de su acción moderadamente tóxica sobre los insectos presente un efecto anti alimentario o repelente. Efecto que se deduce por no registrarse daño en los granos, lo que por consecuencia nos indica que los insectos no se alimentaron; ahora bien, hay que recordar que los organismos se extrajeron de los tratamientos a los 15 días, pero tal vez si estos se expusieran por mayor tiempo la tasa de mortalidad aumentaría por inanición, lo que reforzaría la idea de un efecto antialimentario o repelente, circunstancia que en experimentos posteriores se deberá tipificar a través de pruebas de libre elección. En lo que se refiere a *Z. subfasciatus*, únicamente la cal y el chicalote resultaron prometedores en las tres variables alcanzando altos porcentajes de eficiencia. Evento que no se repitió en *C. maculatus*, donde solamente el chicalote tuvo cierto efecto de control con 26.2% de mortalidad, destacando sin embargo su eficacia en la disminución de emergencias y daño al grano, circunstancia semejante a la sucedida con la ruda en *S. zeamais*. Es importante señalar que en *C. maculatus* no se tuvo la oportunidad de experimentar la cal, tratamiento que en las otras dos plagas desarrolló un control absoluto; lo que hace pensar que tal vez en esta ocurriesen efectos similares. Es primordial destacar nuevamente que todas las pruebas experimentales y resultados se lograron bajo condiciones de laboratorio, situación que pudiera mantenerse o sufrir alguna variación al efectuarse en condiciones de campo. Por otra parte los tratamientos prometedores, dada la dosis empleada y el no ser reconocidos como productos tóxicos, se estima no entrañan riesgos a la salud. Condición que no se da en el chicalote, planta identificada como tóxica por la presencia de dos alcaloides: berberina y proteopina (AGUILAR, C. y ZOLLA, C., 1982), lo que hace necesario realizar pruebas exhaustivas para determinar la pertinencia de su empleo; particularmente en formulación polvo, ya que en las demás formulaciones y partes de la planta que se emplearon no mostraron efectos significativos en la mortalidad de las plagas.

3.1.3. Efectos toxicológicos de cuatro plantas sobre el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* motschulsky 1855 (coleoptera: curculionidae) y sobre el gorgojo de las galletas. *Stegobium paniceum* (linnaeus 1761) (coleoptera: anobiidae) en Perú.

Este estudio fue realizado en.

Laboratorio de Ecofisiología Animal. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad Nacional Federico Villarreal. Calle San Marcos 383, Pueblo Libre, Lima, Perú.

Metodología.

INSECTOS Las crías de *S. zeamais* y de *S. paniceum* fueron iniciadas a partir de adultos procedentes del Mercado Jorge Chávez, La Victoria, Lima, Perú, y alimentadas con maíz variedad amarillo duro para pollo y variedad cancha. Posteriormente los individuos fueron trasladados al laboratorio, separados por especie y colocados en envases plásticos de 1 L de capacidad, y mantenidos a una temperatura aproximada de  $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ , para favorecer la reproducción, oviposición y obtención de los adultos requeridos para realizar los bioensayos toxicológicos (Throne 1994).

PLANTAS Las plantas utilizadas en los ensayos toxicológicos provienen de distintas localidades del Perú: *C. sativum* (Apiaceae), *C. spinosa* (Fabaceae), *B. pilosa* (Asteraceae) y *S. peruviana* (Caprifoliaceae) (Tabla I). *C. sativum* proviene del valle del Rímac, Carapongo, San Juan de Lurigancho, Chosica, Lima, Perú; en cambio *C. spinosa* y *S. peruviana* fueron colectadas de un parque del distrito de Pueblo Libre, Lima, Perú. Finalmente, *B. pilosa* fue obtenida de un mercado procedente de la Provincia de Huacho, Lima, Perú. 150 g de hojas de cada especie fueron secadas en estufa a  $37^{\circ}\text{C}$ , por 70 h aproximadamente, hasta obtener un peso constante por la pérdida de agua. Posteriormente las hojas fueron trituradas en un mortero (Haldenwanger®) y el residuo obtenido fue pasado secuencialmente por 2 tamices de 500  $\mu$  y 250  $\mu$ . Las muestras fueron envasadas en frascos de vidrio color ámbar para evitar la fotólisis, rotuladas, y guardadas a temperatura de  $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  hasta el día a ser utilizadas en los bioensayos (Iannacone & Lamas 2003b).

**BIOENSAYOS EN SECO:** Se colocaron 10 individuos de cada especie de gorgojo en envases cuadrangulares de plástico con cuatro réplicas. La distribución del polvo seco de las plantas se realizó de la siguiente manera: 0,1 g, 0,2 g, 0,4 g, 0,8 g y 1,6 g por cada 10 g de maíz en cada una de las 4 réplicas, y cinco dosis más un control (Iannacone et al. 2004); los insectos fueron controlados cada 24 h durante 5 días (= 120 h), según la técnica sugerida por Mazzonetto & Vendramim (2003). **EN ACUOSO:** El extracto botánico acuoso crudo fue preparado con agua destilada (pH 6±0,5) a cinco concentraciones, y filtrados a través de un papel fino (Whatman® N° 5, USA). Sólo se usaron extractos acuosos que habían sido recientemente preparados (no más de 48 h), debido a que microorganismos fúngicos pudieran afectar la calidad de los mismos (Iannacone & Lamas 2003b). Se colocaron 10 g de maíz previamente remojados por 5 seg por cada concentración y cada tratamiento, y se agregaron 10 individuos de cada especie de gorgojo en cada envase con las concentraciones de 1,25 %, 2,5 %, 5 %, 10 % y 20 %, respectivamente, con cuatro réplicas más un control, evaluados cada 24 h durante 5 días (= 120 h), para obtener el efecto de mortalidad. Para los extractos de cocción e infusión en agua destilada se prepararon a las mismas concentraciones que los extractos acuosos a temperatura ambiente, siguiendo las recomendaciones de Iannacone et al. (2004).

#### Resumen.

Se evaluó el efecto biocida de cuatro plantas: culantro *Coriandrum sativum* L. (Apiaceae), tara *Caesalpinia spinosa* (Mol.) Kuntze (Fabaceae), amor seco *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) y saúco *Sambucus peruviana* HBK (Caprifoliaceae) sobre adultos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky 1885 (Curculionidae) y *Stegobium paniceum* (Linnaeus 1761) (Anobiidae) en bioensayos de mortandad bajo condiciones de laboratorio. A las máximas concentraciones empleadas (20 % p/v), los extractos acuosos de *C. sativum*, *C. spinosa*, *B. pilosa* y *S. peruviana* no mostraron efectos significativos en comparación con el control sobre ambas especies de gorgojos. Sólo los polvos secos de *C. sativum* produjeron un 25 % de mortandad en *S. zeamais*, y en cambio, *C. sativum* ocasionó sobre *S. paniceum*, un 15 % de mortandad, a las más altas dosis ensayadas (1,6 g · 10 g de maíz<sup>-1</sup>). En adición, al evaluar *C. spinosa*, bajo infusión acuosa (20 % p/v) sobre *S. zeamais* se produjo un 17,5 % de mortandad. Sin embargo, ninguna de las cuatro plantas bajo todas las formulaciones evaluadas obtuvo más de 40 % de mortandad en las dos especies de

gorgojos en comparación con el control. Se analizan las posibilidades de integración de las plantas biocidas en el control de gorgojos plagas de productos agrícolas almacenados.

#### Conclusión.

La literatura científica señala diversas plantas promisorias con propiedades biocidas sobre gorgojos de granos almacenados (Oliveira et al. 2003). Así, una concentración de 0,05 % de semillas de plantas tropicales de *Basella alba* L. (Basellaceae), *Operculina turpethum* L. (Convolvulaceae) y *Calotropis gigantea* R.Br. (Asclepiadaceae) retrasaron el desarrollo y redujeron la emergencia de adultos de *S. zeamais* en 62 %, 95 % y 70 %, respectivamente. También se observó actividad biológica de estas plantas a una concentración menor de 0,01 % (Haque et al. 2000). Bajo condiciones de laboratorio, los polvos secos de hojas de *Chenopodium ambrosioides* L. evaluados sobre *S. zeamais* y *Sitophilus granarius* (Linnaeus 1758), utilizando granos de maíz mezclados con polvo de hojas de *C. ambrosioides* a concentraciones de 0,05 - 0,80 %, obtuvieron una mortalidad de 100 % con la dosis de 6,4 % después de 48 h de exposición (Tapondjou et al. 2002). El polvo seco procedente de los frutos de *C. ambrosioides* es altamente tóxico vía inhalación, actuando por contacto e ingesta en adultos, y los granos tratados con el polvo de este fruto afectan su fase inmadura, pero los extractos acuosos de hojas, flores y frutos no mostraron ningún efecto tóxico. Estos resultados concuerdan con el hecho que en *C. spinosa* se observa mayor mortalidad de *S. zeamais* con los polvos secos que con el extracto de infusión. En especies congénéricas de *Caesalpinia* se han reportado compuestos mayormente liposolubles con propiedades biocidas como bilobetinas, diterpenos, limonoides y casalpinos (Kuria et al. 2001; Woldemichael et al. 2003), lo cual explicaría por qué no se encontraron efectos tóxicos en los extractos acuosos (en frío y decocción) de *C. spinosa* sobre *S. zeamais*, pero sí en los polvos secos de *C. spinosa* (que presentan en conjunto los compuestos liposolubles e hidrosolubles). Sin embargo, el inadecuado conocimiento de la composición fotoquímica específica de *C. spinosa* no nos permite explicar por qué en infusión acuosa sobre *S. zeamais* produjo un 17,5 % de mortandad. En los limonoides de diversas plantas, entre ellas las del género *Caesalpinia*, también se han reportado efectos insecticidas (Obeng-Ofori & Amiteye 2005). En *C. sativum* se han reportado compuestos con propiedades biocidas como el burneol, linalool, cineole, cimene, terpineol y terpinolene (Kubo et

al. 2004). Posiblemente en conjunto, el mismo efecto de los polvos secos de *C. spinosa* podría ayudar a explicar el efecto toxicológico de los polvos secos de *C. sativum* sobre *S. paniceum* (Su 1986). Los efectos tóxicos de los compuestos terpenoides pueden ser atribuidos a un mecanismo de inhibición competitiva reversible por la acetilcolinesterasa, al ocupar el sitio hidrofóbico del centro activo de la enzima (Obeng Ofori & Amiteye 2005). Es conocido que el procedimiento de extracción puede influenciar la cantidad de los componentes activos en el extracto final. Dependiendo del origen de la planta, los constituyentes químicos pueden variar entre plantas individuales debido a factores genéticos y ambientales. También el estado de desarrollo de la planta en la cosecha, el proceso de secado y las técnicas de almacenamiento pueden afectar la concentración de los ingredientes activos (Hördegen et al. 2003; Singh et al. 2003). Finalmente, ninguna de las plantas en las formulaciones evaluadas desde la perspectiva como insecticida, fueron consideradas altamente promisorios, ya que no produjeron un 40% de mortandad a 120 h de exposición a la máxima concentración evaluada, criterio considerado por Lagunas (1994) para la selección de plantas con propiedades biocidas sobre gorgojos de granos almacenados.

### **3.2. Gorgojo del maíz (*Sitophilus zea mais*).**

#### 3.2.1. Taxonomía del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*).

Nombre común: Gorgojo del maíz,  
Nombre científico: (*Sitophilus zeamais*)  
Orden: Coleópteros  
Familia: Curculionidae

#### 3.2.2. Morfología.

*Su cabeza se proyecta en forma de pico y su tórax es alargado y cónico, con manchas ovales en el dorso, se caracterizan por tener su aparato bucal masticador en el extremo de una probóscide que puede ser relativamente masiva o larga y estrecha, según las especies, las antenas quedan resguardadas en unos surcos a lo largo de la probóscide, su cuerpo ovalado está cubierto de un tegumento áspero y duro y presenta una única sutura medial en la parte inferior de la cabeza. El tamaño es*

generalmente pequeño cuando se comparan con otros escarabajos, los curculiónidos están generalmente cubiertos por escamas o pelos, sin embargo pueden ser virtualmente desnudos.

El gorgojo adulto suele ser de color apagado. Su tamaño dependiendo de la especie puede variar de 1.5 a 3.5 mm de largo (excluyendo el rostro). Se pueden encontrar especies más pequeñas o más grandes. Las especies varían mucho tanto en color como en forma y estructura.<sup>1</sup>

### 3.2.3. Ciclo biológico.

El gorgojo del maíz puede reproducirse en una proporción de humedad superior al 9,5%, en una gama de temperaturas que va desde 13 a 35°C. La hembra pone alrededor de 200 huevos, a una velocidad de 2 ó 3 diarios, en función de la temperatura y de la humedad, colocando cada uno de ellos en un pequeño agujero realizado en el grano, y sellándolo luego con un tapón de saliva mucilaginoso. A 18-20°C, los huevos eclosionan tras 5 a 8 días, para dar nacimiento a pequeñas larvas blancas desprovistas de patas, que se alimentan del endosperma del grano. En los granos del maíz y del chulpi soportan el desarrollo de varios individuos. Las larvas no viven nunca al aire libre, y se desarrollan totalmente en el interior del grano. Mudan cuatro veces, para transformarse finalmente en ninfas, dentro de los granos, tras 2 a 3 semanas. Los adultos salen después de 5 a 7 días más, y viven unos 9 meses. Si se les molesta, fingen haber muerto replegando las patas sobre el cuerpo y permanecen en esa posición. A una temperatura de 15°C y con una proporción de humedad en el grano igual 11,3%, el ciclo vital completo dura 6 meses.<sup>2</sup>

### 3.2.4. Metamorfosis.

La metamorfosis es un proceso de cambios, ocurre desde que nace el insecto hasta que llega a adulto. En ocasiones es poco conocida, a pesar de que en granos almacenados, en muchas especies, el daño es causado por los estados inmaduros de desarrollo.

Existen diversos tipos de metamorfosis. En la metamorfosis incompleta, el individuo recién enlosado o nacido, es muy similar al adulto y el crecimiento es gradual a medida que cambia la piel. A este grupo pertenecen algunas especies de insectos de menor importancia que atacan granos y productos almacenados.

En la metamorfosis completa el individuo pasa por cuatro fases que son las de huevo, larva, pupa y adulto. El adulto, coloca los huevos de los cuales nacen las larvas, que no se parecen a sus progenitores y tienen

---

<sup>1</sup> GARCIA, L. S; Espinoza, C. & Bergvinson, D. J. (2007). *Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternas para su manejo y control*. Mexico: El Batán, p. 2-12.

<sup>2</sup> BAYER. (2003). Recuperado el 15 de Febrero de 2013, de [http://www.pestcontrol-expert.com/bayer/cropscience/bespestcontrol.nsf/id/16E25184A743BDEAC125798400560632/\\$file/FICHA%20GORGOJO%20DEL%20TRIGO.pdf](http://www.pestcontrol-expert.com/bayer/cropscience/bespestcontrol.nsf/id/16E25184A743BDEAC125798400560632/$file/FICHA%20GORGOJO%20DEL%20TRIGO.pdf)

*forma de gusano. En algunas especies, las larvas tienen patas verdaderas y/o falsas, mientras que otras larvas carecen de ellas. Las larvas cambian la piel varias veces durante su desarrollo, aumentan de tamaño en cada cambio, finalmente dejan de alimentarse y se transforman en pupas. La pupa es un estado de reposo, que prácticamente no se mueve. Permanece inmóvil, buscando lugares donde protegerse. Durante el estado pupal, se producen cambios fisiológicos que posteriormente darán origen al adulto. El adulto es responsable de la reproducción.*<sup>3</sup>

### 3.2.5. Alimentación.

*Atacan primordialmente granos de cereales. Los adultos y larvas se alimentan vorazmente de los granos de trigo, maíz, arroz, sorgo, cebada, avena y centeno. También se les ha encontrado en algunos granos de leguminosas como garbanzos, maní, (cacahuete, cacahuete), tamarindo y productos industriales de consistencia dura como fideos y galletas.*<sup>4</sup>

### 3.2.6. Almacenamiento e invasión.

*Se debe tener presente que el grano que tenemos almacenado es un ser vivo, y que por lo tanto respira y produce calor, agua y dióxido de carbono. El hecho de respirar es el motivo de muchos de los cambios de estado que se producen durante el tiempo que está almacenado.*

*Los granos pueden calentarse como resultado directo de un ataque de insectos. A este fenómeno se le denomina bolsa de calor, debido a que los granos poseen una baja conductividad térmica y las pequeñas cantidades de calor generadas por los insectos no se disipan. La alta temperatura estimula a los insectos a una mayor actividad, lo que resulta en la formación de nuevos focos, hasta que toda la masa de granos se encuentra infestada y caliente.*

*Aunque siempre hay microorganismos presentes en un grano almacenado, su influencia en la pérdida de calidad está relacionada con las condiciones del medio ambiente que se generan en el mismo. Una temperatura de 5 °C mantiene a la mayoría de los microorganismos en estado latente, los cuales terminan muriendo por pérdida de energía y shock térmico. En ambientes favorables al desarrollo de microorganismos, éstos comienzan a consumir almidón y otros elementos del grano.*

*Estos procesos son típicamente exotérmicos, produciendo calor, humedad, y dióxido de carbono. Dado que la mayoría de los microorganismos prosperan en ambientes cálidos y húmedos, el proceso de deterioro toma una aceleración exponencial.*

---

<sup>3</sup> FAO. (20 de julio de 1983). *Deposito de documentos de la FAO*. Recuperado el 8 de Febrero de 2013, de Deposito de documentos de la FAO: <http://www.fao.org/docrep/X5030S/x5030S01.htm>

<sup>4</sup> (Idem., FAO, 1983.)

*Otros factores también tienen su influencia en el deterioro, como el tiempo de almacenaje y el estado físico del grano.*

*Para reducir todos los procesos de deterioro que comentamos tenemos que lograr básicamente que el grano esté sano, seco, limpio y frío.*

*El hecho de que el grano esté sano reduce las posibilidades de ataque al mismo por parte de microorganismos e insectos, ya que tiene todos los tejidos en perfectas condiciones para defenderse. El hecho de estar limpio significa haber eliminado la presencia de elementos extraños (semillas, granza, tierra, partículas de granos quebrados, etc.) en los que en general habitan los insectos y microorganismos, por una parte. Por otro lado, estos cuerpos pequeños tapan los espacios intergranarios necesarios para una correcta y eficiente circulación del aire. Se ve entonces, lo importante que es cuidar los detalles durante la cosecha y transporte del grano hasta los silos, así como el cuidado de los pasos de llenado de los mismos, para lograr una masa de grano lo más limpia y sana posible.*

*Cuanto más seco y frío esté el grano, se reducirá la tasa de los procesos respiratorios, como así también la proliferación de insectos y microorganismos.*

*A modo de ejemplo se puede decir que un determinado volumen de gorgojos genera 7.000 veces más calor que ese mismo volumen de grano. Por lo tanto, debemos tratar de eliminar toda posibilidad de ataque externo o de infestación en el grano almacenado. Nuestro principal aliado para esto es la buena y eficiente aireación.<sup>5</sup>*

### 3.2.7. Medios de transporte de los insectos.

“Las infestaciones son el resultado de la importación periódica en los granos, de sus derivados y en las estructuras de los vehículos o de las construcciones empleadas para el transporte y almacenamiento de estos productos, así como para otras materias primas vulnerables.”<sup>6</sup>

“Muchas veces el origen inicial está en unas cajas usadas o bolsas de productos, que se han guardado por descuido en los armarios. La infestación se ira produciendo mientras los adultos buscan el alimento.”<sup>7</sup>

Sobreviven en pequeños huecos, esquinas de los lugares donde se almacena los granos, se pueden trasportar en los sacos donde hay infestación y en especial

---

<sup>5</sup> PALANCAR, A. (13 de Octubre de 1998). Recuperado el 7 de febrero de 2013, de <http://html.rincondelvago.com/almacenaje-de-granos.html>

<sup>6</sup> BAYER, 2003., Op. Cit.

<sup>7</sup> Extertronic S.A. (s.f.). Recuperado el 28 de Febrero de 2013, de <http://www.extertronic.com/eliminar-plagas-alimentacion.htm>

cuando mezclan los granos de un saco con infestación a un saco donde el grano está sano.

### 3.2.8. Daños.

*El daño directo sucede cuando los insectos consumen el grano, alimentándose del embrión o endospermo, lo que causa pérdida de peso, reducción de la germinación y menos cantidad de nutrientes. Por consiguiente, su cotización en el mercado disminuye. Otro daño directo es la contaminación por las deposiciones, las telas formadas por las polillas y los cuerpos de los insectos o parte de los mismos. Existe también el daño que ocasionan en las estructuras de madera, en instalaciones y en los equipos, los que ofrecen escondrijo para otros insectos y establecen así focos de infestaciones.*

*Los daños indirectos son el calentamiento y la migración de la humedad, la distribución de parásitos a los seres humanos y a los animales, y el rechazo del producto por parte de los compradores. Los granos pueden calentarse como resultado directo de un ataque de insectos. A este fenómeno se le denomina bolsa de calor, debido a que los granos poseen una baja conductividad térmica y las pequeñas cantidades de calor generadas por los insectos no se disipan. La alta temperatura estimula a los insectos a una mayor actividad, lo que resulta en la formación de nuevos focos, hasta que toda la masa de granos se encuentra infestada y caliente.*

*Entre los daños causados por el tratamiento químico contra los insectos, los más importantes son los costos de los insecticidas, los equipos utilizados en el tratamiento fitosanitario y los residuos tóxicos, que afectan al trabajador y al consumidor.<sup>8</sup>*

### 3.2.9. Factores que favorecen a la infestación.

*La temperatura: Este es el factor de más importancia. A medida que la temperatura sube de 10C a 26C, la actividad de las plagas del almacén aumenta, a temperatura óptima 50 insectos podrían teóricamente multiplicarse en 302 millones en sólo 2 meses. La actividad y la multiplicación se disminuyen considerablemente a menos de 10C y a más de 35C, y la muerte ocurre a menos de 5C o más de 59C.*

*El Contenido de Agua: Los insectos del almacenamiento prefieren el grano poco secado, pero todavía pueden causar problemas en granos tan secos como a 12-13 por ciento. El contenido de agua del grano tiene que ser 9 por ciento o menos antes de que la actividad pare, y este grado de secamiento es difícil de lograr y de mantener.*

---

<sup>8</sup> FAO, 1983. Op. Cit.

*Las Prácticas del Almacenamiento: El almacenamiento de grano nuevo al lado de grano viejo o el uso de graneros o sacos que no se han desinfectado son maneras seguras de invitar una infestación.*<sup>9</sup>

### 3.3. Ajenjo “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*).

*Semiarbusto de 50-100 cm de altura que vive solo 3-10 años. Hojas en oseta, de 4-12 cm de largo, tripinnadas, con pilosidad tomentosa. Vástagos con pilosidad de color gris plateado, con numerosas glándulas aceitosas, intensamente aromáticas, con sabor muy amargo. Tallo erecto, ramoso, con hojas caulinares sentadas. Numerosos capítulos cortamente pedunculados. Brácteas con tomento de color gris. Flores blancas; flores discoides hermafroditas, flores marginales femeninas con estilo largo. Floración desde julio hasta septiembre.*<sup>10</sup>

#### 3.3.1. Taxonomía.

Nombre científico: (*Parthenium hysterophorus*)

Nombre común: Escoba amarga, artemisilla, ajeno cimarrón, ajeno de campo, yerba amarga, santa María, botonera, altamisa del campo, hierba de la oveja.

Familia: Asteraceae.

Reino: Plantae.

Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares).

División: Magnoliophyta (plantas con flor).

Superdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas).

Orden: Asterales.

Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas);

Subclase: Asteridae.

#### 3.3.2. Identificación y descripción.

*Carente de dulzor. Planta perenne, con raíz axonomorfa, de un metro aproximado de altura. El tallo es leñoso con numerosas, con numerosas hojas alternas; las radicales son laciniadas y están provistas de un largo peciolo, las caulinares bipinnadas, todas con tomentosidad blanquecina. Las flores son tubulares, de color amarillento, reunidas en capítulos que forman un panículo terminal.*

---

<sup>9</sup> WAIR, A. (17 de Mayo de 2001). *SEEV*. Recuperado el 9 de febrero de 2013, de SEEV: [http://www.cd3wd.com/cd3wd\\_40/hlthes/pc/m0035s/es/M0035S0W.HTM](http://www.cd3wd.com/cd3wd_40/hlthes/pc/m0035s/es/M0035S0W.HTM)

<sup>10</sup> WENDELBERGER, E. (1981). *Pequeña guía de las plantas medicinales*. Barcelona: Omega S.A, p. 120

*Los frutos son aquenios lisos de forma ovalada.*<sup>11</sup>

### 3.3.3. Origen.

“Especie originaria de las zonas tropicales y subtropicales de América, especialmente de las Antillas.”<sup>12</sup>

### 3.3.4. Condiciones ambientales.

*El cultivo del ajeno debe realizarse en zonas que reciban la mayor cantidad de radiación solar durante el día, ya que mientras más energía solar disponible tenga esta planta mejor es su crecimiento.*

*Esta planta puede ser cultivada en varios tipos de climas, sin embargo se desarrolla muy bien en climas templados y mediterráneos. El ajeno resiste de buena manera las heladas, por lo tanto es posible realizar su cultivo en lugares donde el invierno presente habitualmente temperaturas cercanas a los 0 grados Celsius, se adapta a todo tipo de suelos salvo los muy arcillosos o húmedos.*<sup>13</sup>

### 3.3.5. Partes utilizadas.

“Se utilizan las raíces, las flores y la planta entera.”<sup>14</sup>

### 3.3.6. Variabilidad química en los aceites esenciales de plantas aromáticas.

*Muchas de las aplicaciones de las plantas aromáticas insecticidas, están relacionadas con la presencia de determinadas sustancias biológicamente activas, por lo que la identificación y cuantificación de las mismas es un requisito fundamental para utilizarlas.*

*La tuyona está constituido por productos del metabolismo secundario, cuya naturaleza, distribución en la planta y concentración no es consecuencia únicamente de factores genéticos, sino de un amplio conjunto de factores ecológicos: altitud, tipo de suelo, humedad, etc. Por otra parte, los metabolitos secundarios pueden cumplir también una función semioquímica, ya que constituyen un mecanismo de interacción con el resto de seres vivos de su entorno que se manifiesta en formas*

---

<sup>11</sup> CHIEJ, R. (1983). *Guía de plantas medicinales* (2a edición ed.). (M. S. Vallespinos, Trad.) Barcelona: Grijalbo, p. 41.

<sup>12</sup> BERDONCES, J. L. (2004). *Gran enciclopedia de las plantas medicinales* (1 ed.). Barcelona: Oceano, p. 462.

<sup>13</sup> PLANTAS PARA CURAR. (20 de Enero de 2012). *Plantas para cura*. Recuperado el 10 de Febrero de 2013, de Plantas para cura: <http://www.plantasparacurar.com/cultivo-del-ajeno/#>

<sup>14</sup> BERDONCES. Op. Cit. p. 463.)

*diversas: efectos alelopáticos, efecto atrayente o repelente de insectos, etc., lo cual constituye un factor más de heterogeneidad.*<sup>15</sup>

### 3.3.7. Usos del ajeno (*Parthenium hysterophorus*).

*Es una especie adecuada como un remedio ecológico contra las plagas, se lo utiliza por su peculiar olor, el ajeno se lo ha utilizado por varias generaciones para alejar las plagas de las plantas cultivadas. Sus raíces agregan componentes que parecen inhibir el desarrollo de las hierbas. También se ha utilizado las plantas para repeler insectos, pulgas y polillas del interior de bodegas y casas, el ajeno es tóxico potente. Plantar ajeno cerca de plantas afectadas por insectos y gusanos o de cultivos ayuda a impedir el ataque de estos, fumigar las plantas con infusión de ajeno, ayuda a eliminar los pulgones, por su sabor y principio psicoactivo (tujona) de la absintina, la cual es un potente alucinógeno neurotóxico que al final es mortal.*<sup>16</sup>

*El ajeno Santa María es un potente vermífugo y antihelmíntico.*

### 3.3.8. Composición química del ajeno.

*Contiene lactonas sesquiterpénicas intensamente amargas como absintina, artibsina, matricina, artamarina, artamaridina, artamarinina y anabsintina. También se han identificado flavonoles (artemetina o artemisetina), taninos, ácidos carotenoides, fitosterol, ácido nicotínico y palmítico, quebrachitol y vitamina C.*

*El aceite esencial del ajeno es muy rico en alfa y beta-thuyona, thuyol, cymeno, felandreno, cadineno y azuleno, cuya máxima concentración se da en las épocas de floración.*<sup>17</sup>

### Lactonas sesquiterpénicas.

*Son compuestos que también son constituyentes de los aceites esenciales y de algunas resinas. Un compuesto importante es el farnesol, del que se derivan el ácido abscísico, hormona vegetal de importancia en la caída y otros procesos fisiológicos de las plantas, el zingibereno presente en el “jengibre” (*Zingiber officinale*) y el poligodial aislado de la corteza de *Drimys granadensis*, el “chile muelo” de las tierras altas de Costa Rica y que posee una fuerte actividad antiapetitiva, contra numerosos insectos, incluyendo áfidos resistentes a insecticidas. También se emplea en medicina natural como analgésico contra el dolor de muelas.*

<sup>15</sup> HARBORNE, J. B. & Turner, B. L. (1984) *Plant chemosystematics*, Academic Press, London, U.K.

<sup>16</sup> BOTANICAL ON LINE. (9 de Enero de 2013). Recuperado el 12 de Febrero de 2013, del: <http://www.botanical-online.com/medicinalesflavonoides.htm>

<sup>17</sup> BERDONCES, J. Op. Cit. P. 89.

*Frecuente en la familia de las compuestas son sustancias de sabor amargo, de importancia en los sistemas defensivos de las plantas contra el ataque de las plagas.<sup>18</sup>*

*Es un grupo importante de componentes vegetales que tienen un origen biosintético común. Todos, aunque con estructuras químicas muy distintas, proceden de la condensación, en número variable, de unidades isoprenicas.*

*Desde el punto de vista farmacéutico, los grupos de principios activos de naturaleza terpénica más interesantes son: monoterpenos y sesquiterpenos constituyentes de los aceites esenciales, derivados de monoterpenos correspondientes a los iridoides, lactonas sesquiterpénicas que forman parte de los principios amargos, algunos diterpenos que poseen actividades farmacológicas de aplicación a la terapéutica y por último, triterpenos y esteroides entre los que se encuentran las saponinas y los heterósidos cardiotónicos.*

#### **ACEITES ESENCIALES.**

*En general son los responsables del olor de las plantas. Químicamente están formados principalmente por terpenos, monoterpenos y sesquiterpenos (hidrocarburos, alcoholes, cetonas, etc. que pueden ser acíclicos, monocíclicos, bicíclicos, tricíclicos...), en ocasiones llevan también derivados del fenil propano y, raramente cumarinas.*

*Entre las principales acciones debidas a la presencia de aceites esenciales cabe destacar: antiséptica (recordemos el uso dado durante muchísimos años a especies vegetales como especias, no solo para dar sabor sino también para conservar los alimentos); antiespasmódica; expectorante; carminativa y eupéptica; etc. Es preciso tener en cuenta que algunos aceites esenciales, sobre todo a dosis elevadas, son tóxicos, principalmente a nivel del sistema nervioso central. Otros, como el de ruda o enebro se considera que poseen propiedades abortivas. Algunos también pueden ocasionar problemas tópicos, irritación o alergias<sup>19</sup>*

#### **Compuestos fenólicos.**

*Son compuestos de diversa naturaleza química que se originan a partir del ácido shiquímico o también mediante la vía del acetyl coenzima-A. Por ejemplo, el fenol se encuentra en las agujas y conos de algunos pinos, en el tabaco y en varios líquenes. Los fenilpropanoides son un grupo importante, entre los que se encuentra la cumarina, sustancia de amplia distribución en las plantas y que proporciona a muchas su aroma característico. Otros ejemplos son la umbeliferona de las umbelíferas y la escopoletina frecuente de las solanáceas. Son también componentes*

---

<sup>18</sup> ORRIGI, L. A. (1993). *Recursos Naturales* (2a edición ed.). Costa Rica: EUED. p. 140.

<sup>19</sup> Dermatitis en contacto. (27 de Octubre de 2007). *Dermatitis en contacto*. Recuperado el 1 de Marzo de 2013, de Dermatitis en contacto: <http://dermatitisdecontacto.blogspot.com/2007/10/lactonas-sesquiterpenicas-terpenos.html>

*importantes los lignanos (dimeros de fenilpropanoides), como parte de la lignina, de las paredes celulares de las plantas. Otro grupo importante de fenoles son los flavonoides, compuestos de naturaleza química bastante variada y que se encuentra en casi todas las angiospermas; entre ellas las flavonas, flavanonas, isoflavonas, isoflavonoides, flavonoles, antocianinas (colores azules y rojizos de las flores, hojas y frutos) chalconas, auronas y actequinas. Son importantes como sustancias defensivas de las plantas contra parásitos y herbívoros, y también como compuestos de efecto alelopático. Por ejemplo la rotenona es un insecticida natural, un isoflavonoide, que se extrae de las raíces de *Derris sp*, una leguminosa. Los taninos son también compuestos fenólicos de importancia en la industria del cuero y, por su naturaleza astringente, constituyen una de las barreras más importantes que poseen las angiospermas contra el ataque de mamíferos, aves, reptiles y algunos insectos.<sup>20</sup>*

#### Fitosteroles.

*Son antiinflamatorios, antitumorales, bactericidas, fungicidas, hipocolesterolemiantes (efecto más evidenciado científicamente). Los fitosteroles inhiben la absorción del colesterol, por competencia al ingresar a la micela. En su toxicidad, los estudios realizados no muestran casi efectos secundarios.<sup>21</sup>*

#### Ácido nicotínico.

“La niacina (ácido nicotínico) forma parte del complejo vitamínico B. El ácido nicotínico es abundante en las proteínas animales, vegetales verdes, semillas, frutos secos, setas, maíz, trigo entero y arroz sin descascarillar. La niacina está también presente en los cereales pero al estar unida a las proteínas de las plantas, se absorbe poco.”<sup>22</sup>

#### Ácido Palmítico.

“El principal ácido graso saturado de la dieta es el ácido palmítico, este ácido constituye un 60 % aproximadamente del total de los saturados.

---

<sup>20</sup> ORRIGI, L.. Op. Cit. p. 138-139.

<sup>21</sup> SKAPINO, E. (s.f.). *Fitosteroles*. Recuperado el 2 de Marzo de 2013, de Fitosteroles: [http://www.cardiosalud.org/alimentacion\\_saludable/fitoesteroles.pdf](http://www.cardiosalud.org/alimentacion_saludable/fitoesteroles.pdf)

<sup>22</sup> IQB. (14 de Abril de 2009). *VADEMECUM*. Recuperado el 2 de Marzo de 2013, de VADEMECUM: <http://www.iqb.es/cbasicas/farma/farma04/n036.htm>

El ácido palmítico es muy abundante en la mayoría de las carnes y las grasas lácteas, pero se encuentra también en productos vegetales.”<sup>23</sup>

Felandreno.

*Conoce dos isómeros,  $\alpha$ -felandreno, presente en especies del género *Eucalyptus* y *Satureja*, *Angelica archangelica*, *Bidens pilosa* o *Rosmarinus officinalis*; y  $\beta$ -felandreno, presente por ejemplo en algunas especies de los géneros *Juniperus*, *Pinus*, *Schinus*. Son empleados como aromatizante y entre otras muchos usos, al  $\beta$ -felandreno se le atribuyen virtudes fungicidas.*<sup>24</sup>

Cadineno.

“Es un aleloquímico en su estado puro, lo que produce un efecto tóxico.”<sup>25</sup>

### **3.4. Romero (*Rosmarinus officinalis*)**

#### 3.4.1. Clasificación científica.

Nombre científico: *Rosmarinus officinalis*.

Nombre común: Romero.

Reino: Plantae.

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida.

Subclase: Asteridae.

Orden: Limiales.

Familia: Limiaceae.

Subfamilia: Nepetoideae.

Género: *Rosmarinus*.

Especie: *R. officinalis*.

---

<sup>23</sup> FUSTER, V. (1982). *Aterosclerosis y Enfermedad Arterial Coronaria*. Barcelona: REVERTE S.A. p. 51.

<sup>24</sup> HERBOLARIA. (s.f.). *HERBOLARIA*. Recuperado el 2 de Marzo de 2013, de HERBOLARIA: <http://prontuariodefarmacopea.blogspot.com/2012/07/felandreno.html>

<sup>25</sup> ANAYA, A. L. y otros. (2001). *Relaciones químicas entre organismos: Aspectos básicos y perspectivas de su aplicación*. Mexico: Plaza y Valdes S.A. p. 209.

### 3.4.2. Descripción.

*Es una planta vivaz leñosa, subarborescente, de ramas pardas, de la que partes hojas de 15-40 mm de longitud, perennes, sentadas, opuestas, coriáceas, estrechas, lanceoladas, con los bordes enteros y revueltos hacia abajo, de color verde brillante, algo granuladas por el haz y suaves, con tomento blanquecino, por su envés. Las flores están agrupadas en pequeños y cortos racimos, en las axilas de las hojas; el cáliz es leñoso, con dientes bordeados de blanco; la corola, de 10 a 12 mm de longitud, es de color azul o lila pálido, a veces rosa y más rara vez blanca. En el interior del tubo de la corola se insertan dos estambres salientes, provistos en su base de un pequeño diente y terminados por dos anteras con un solo saco. El fruto es un tetraquenio; en el interior de cada aquenio hay un embrión desprovisto de albumen, con dos cotiledones convexos. Florece desde febrero hasta noviembre.*<sup>26</sup>

“Planta melífera y que atrae insectos beneficiosos. Las hojas trituradas se usan como repelente de pulgas y garrapatas.”<sup>27</sup>

### 3.4.3. Ecología.

“Especie originaria de terrenos calcáreos y secos, asilvestrada en muchas zonas del mundo como especie de cultivo.”<sup>28</sup>

### 3.4.4. Condiciones ambientales.

“Posición soleada bien expuesta. Clima templado, resiste al frío hasta varios grados bajo 0 sin grandes daños, prefiere el terreno arcilloso-arenoso, rico en sustancia, fresco, aunque se adapta también a los suelos áridos. No conviene regar. Puede podarse en forma de seto.”<sup>29</sup>

### 3.4.5. Partes utilizadas.

“Se usan las hojas, los capítulos florales y ocasionalmente las raíces.”<sup>30</sup>

---

<sup>26</sup> MUÑOZ, F. (2000). *Plantas medicinales y aromáticas* (3ra. ed., Vol. 3). Barcelona, España: Mundi-Prensa, p. 264.

<sup>27</sup> ITURRE, C. (28 de Noviembre de 2012). *Plaguicidas*. Recuperado el 7 de Febrero de 2013, de Plaguicidas: <http://plaguicidasbyctn.blogspot.com/2012/11/indice-introduccion.html>

<sup>28</sup> BERDONCES, J. Op. Cit. p. 994.

<sup>29</sup> MOGGI, G. & GIUGNOLINI, L. (1984). *Guía de flores de balcón y de jardín*. (M. S. Vallespinos, Trad.) Barcelona, España: Grijalbo, p. 305.

<sup>30</sup> BERDONCES J. Op. Cit. p. 994

### 3.4.6. Composición química del romero.

*De las hojas: Contienen derivados polifenólicos: Pigmentos flavónicos, glucosídicos de flavonas, como apigenina y luteolina: ácidos fenólicos, cafeico, clorogénico, neoclorogénico y rosmarínico; una lactona amarga, diterpenica, llamada picrosalvina o carnosol.*

*Tiene pequeñas cantidades de un alcoloide, la rosmaricina artefacto que aparece debido al amoníaco, al extraer el ácido carnosólico. También contiene del 2 al 4% de ácido ursólico y otros derivados triterpénicos. Además contiene taninos y elementos minerales.*

*Del aceite esencial: está constituido por derivados terpenicos, carburos, como pineno y cafenano; cineol (32%), borneol (18%), acetato de bornilo, alcanfor (12%), dipenteno, tuyona.<sup>31</sup>*

Rosmaricina.

Se ha demostrado que posee tanto propiedades estimulantes como analgésicas.

Ácido ursólico.

*Este ácido en arbustos presenta una clara actividad alelopática atribuida a los monoterpenos constituyentes de sus aceites esenciales de las plantas. Tanto monoterpenos como ácido ursólico se encuentran localizados en forma conjunta en tricomas de las plantas con este compuesto, se ha comprobado que el ácido ursólico ejerce un fuerte efecto sinérgico sobre la actividad fitotóxica.<sup>32</sup>*

### 3.4.7. Propiedades.

*Los aceites esenciales que el romero posee llegan a bloquear los neuro receptores octopamina de insectos y ácaros, la enzima octopamina regula el movimiento del insecto, la frecuencia cardíaca, el comportamiento y metabolismo, el bloqueo de los receptores produce una rápida parálisis en el insecto y su muerte. Al mismo tiempo actúa provocando su muerte por asfixia.*

*El romero tiene la propiedad de ser un insecticida acaricida por contacto y de acción rápida, de amplio espectro de control como los gorgojos, ácaros, pulgones, moscas blancas, trips, chinches, gusanos y escarabajos.*

*Eficaz contra todas las etapas del desarrollo de ciertos insectos y especies de ácaros (huevos y adultos).<sup>33</sup>*

---

<sup>31</sup> MUÑOZ, F. Op. Cit. P. 268-269.

<sup>32</sup> ANAYA, A. y otros. Op. Cit. p. 150

<sup>33</sup> TRAGUSA. (s.f.). *Tragusa*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2013, de Tragusa: <http://www.tragusa.com/es/catalogo/ficha.php?producto=224>

“Romero (*Rosmarinus officinalis*) Planta melífera y que atrae insectos beneficiosos. Las hojas trituradas se usan como repelente de insectos, pulgas y garrapatas.”<sup>34</sup>

### 3.5. Descripción de la tuyona.

#### 3.5.1. Efecto toxico de la Tuyona.

*La  $\alpha$ -tuyona es el componente psicotrópico activo, siendo las convulsiones el principal efecto de la intoxicación aguda. Cuando la ingestión es crónica puede llevar a estados de alucinaciones, somnolencia, temblores, convulsiones y parálisis. Los efectos neurotóxicos se deben a que actúa como modulador de los receptores GABA tipo A. La  $\beta$ -tuyona posee menor toxicidad.*<sup>35</sup>

*La tuyona o tujona es el principio activo del ajeno y del romero, relacionado con su acción analéptica y convulsivante. Sin embargo, este aceite esencial no es exclusivo de esta planta, sino que se encuentra en otras especies como en la ruda.*

*En altas dosis, posee una gran toxicidad sobre el sistema nervioso y hepático, pudiendo incluso causar la muerte.*

*La tuyona es una cetona monoterpénica bicíclica saturada que en la naturaleza existe en dos formas esteroisómeras,  $\alpha$ -tujona y la  $\beta$ -Isotujona.*

*Hierve a 201 °C y es insoluble en agua, pero fácilmente soluble en etanol y éter. La tuyona actúa sobre los receptores del GABA (Ácido gamma-aminobutírico) en el cerebro.*

*La tuyona, sobre todo el isómero alfa, el más potente de los dos tipos, inhibe los receptores que activan las neuronas por lo que se presentan espasmos musculares y convulsiones. En los animales, esta droga acorta el tiempo del sueño inducido por barbituratos. Al mismo modo que la anfetamina, la tuyona causa un incremento en la actividad espontánea de los roedores. La tuyona es letal por su elevada toxicidad. Exámenes toxicológicos han encontrado que la dosis letal media en ratones es de 4500 mg de sustancias por kilogramo de peso. Menos de 3000 mg no causa muerte, pero por encima de los 6000 mg es mortal en el 100% de la población de especímenes de prueba.*<sup>36</sup>

---

<sup>34</sup> GONZALES, C. (2013). *Insecticidas organicos*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2012, de Insecticidas organicos: [http://www.ecovidaonline.com/Insecticidas\\_Organicos.html](http://www.ecovidaonline.com/Insecticidas_Organicos.html)

<sup>35</sup> CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES. (2011). *CONICET*. Recuperado el 7 de Febrero de 2013, de CONICET: [http://www.conicet.gov.ar/new\\_scp/detalle.php?keywords=&id=21374&congresos=yes&detalles=yes&congr\\_id=1305496](http://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=&id=21374&congresos=yes&detalles=yes&congr_id=1305496)

<sup>36</sup> LESLIE, B. L. (s.f.). *Scribd*. Recuperado el 26 de Febrero de 2013, de Scribd: <http://es.scribd.com/doc/81130823/Por-Que-Esta-Prohibido-El-Ajenjo>

### 3.5.2. Presencia de tuyona en insecticidas químicos.

Por ser la tuyona de origen vegetal, no se encuentra ningún insecticida químico en el mercado que contenga en su composición a la Tuyona.

### 3.6. Fosfamina, fosfina, fosfatina o su nombre comercial gas toxin.

*Es un insecticida de granos almacenados, así como de otros alimentos y de ciertos productos no alimenticios (como el algodón) destinado a matar los insectos presentes en todos sus estadios (huevo, larva, pupa e insectos adultos) siendo a la vez un producto capaz de solucionar cualquier problema de control de roedores, no solo a nivel de los alimentos almacenados, sino también a nivel agrícola, urbano e institucional.*<sup>37</sup>

#### 3.6.1. Breve descripción de la sustancia.

“La fosfina, fosfamina, fosfatina o gas toxin (PH<sub>3</sub>) es un gas incoloro, inflamable, que explota a temperatura ambiente y que huele a ajo o a pescado podrido. Pequeñas cantidades se producen naturalmente provenientes de la degradación de materia orgánica. Es levemente soluble en agua.”<sup>38</sup>

“El elemento activo del GAS TOXIN es la fosfamina (PH<sub>3</sub>) el cual es producida por reacción del fosforo de aluminio (AIP) con la humedad ambiental:

$AIP + 3H_2O = Al(OH)_3 + PH_3$ . La fosfamina, fosfina o llamada fosfatina está en la categoría toxicológica 1a. (Franja roja). Extremadamente peligroso.”<sup>39</sup>

#### 3.6.2. Formulación y concentración.

“Tabletas (TB) contiene 567g de ingrediente activo por kg de producto comercial.”<sup>40</sup>

---

<sup>37</sup> EDIFARM. (2010). *Vademécum Agrícola Ecuador*. Ecuador, p. 134.

<sup>38</sup> SERVICIO DE SANIDAD AMBIENTAL. (Enero de 2007). Recuperado el 7 de Enero de 2013, de <http://www.murciasalud.es/recursos/ficheros/138597-Fosfina.pdf>

<sup>39</sup> EDIFARM. Op. Cit. p. 134

<sup>40</sup> EDIFARM. Op. Cit. p. 134

### 3.6.3. Mecanismo de acción.

“La fosfina, fosfamina, fosfatina o gas toxín es un fuerte tóxico que actúa sobre el metabolismo y el sistema nervioso. El mecanismo de acción aún no es completamente conocido. Pero la acción se debe a la inhibición de procesos del metabolismo celular enzimático o inactivación de enzimas celulares vitales.”<sup>41</sup>

### 3.6.4. Usos de la sustancia.

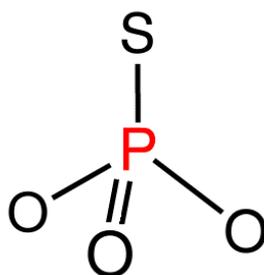
“La fosfina es usada en las industrias de semiconductores y de plásticos, en la producción de un retardador de llamas y como insecticida en granos almacenados.”<sup>42</sup>

## 3.7. Organofosforados.

*Los organofosforados son un grupo de pesticidas artificiales aplicados para controlar las poblaciones plagas de insectos.*

*Los organofosforados son sustancias orgánicas de síntesis, conformadas por un átomo de fósforo unido a 4 átomos de oxígeno o en algunas sustancias a 3 de oxígeno y uno de azufre. Una de las uniones fósforo-oxígeno es bastante lábil y el fósforo liberado de este “grupo libre” se asocia a la acetilcolinesterasa inhibiendo la transmisión nerviosa y provocando la muerte. Sus características principales son su alta toxicidad, su baja estabilidad química y su nula acumulación en los tejidos, característica ésta que lo posiciona en ventaja con respecto a los organoclorados de baja degradabilidad y gran bioacumulación.”<sup>43</sup>*

**GRAFICO 1.** Estructura química de los organofosforados



<sup>41</sup> EDIFARM. Op. Cit. p. 134

<sup>42</sup> EDIFARM. Op. Cit. p. 134

<sup>43</sup> MARTINEZ, A. (s.f.). *cricyt*. Recuperado el 4 de Febrero de 2013, de *cricyt*: <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Organofosf.htm>

*Los organoclorados han sido en parte reemplazados por compuestos organofosforados. Estos son menos persistentes en el ambiente y no se acumulan en el organismo, pero su toxicidad aguda es mayor.*

*Penetran en el organismo por todas las vías. Cuando se utiliza un disolvente orgánico se facilita la absorción del producto a través de la piel. La vía dérmica es responsable de un alto porcentaje de intoxicaciones.*

*La vida media de los organofosforados y sus productos de biotransformación es relativamente corta (horas o días). Su biotransformación se realiza mediante enzimas oxidasas, hidrolasas y transferasas, principalmente hepáticas. La eliminación tiene lugar por la orina y en menor cantidad por heces y aire espirado.*

*Muchos plaguicidas organofosforados no son directamente activos, sino que son activados en productos tóxicos dentro del organismo, principalmente en el hígado. Así, el paration es muy activo por sí mismo, pero se transforma enzimáticamente en diferentes tejidos del organismo (hígado, riñón, intestinos, pulmones), originando paraoxón, potente inhibidor de las colinesterasas.*

*Los principales metabolitos urinarios de estos compuestos son alquilfosfatos y fenoles.*

*El primer efecto bioquímico asociado con la toxicidad de los organofosforados es la inhibición de la acetilcolinesterasa.*

*Independientemente de la gravedad de los efectos anticolinesterásicos. Al cabo de un tiempo (3-4 semanas) pueden aparecer signos y síntomas de neurotoxicidad retardada. En el sistema nervioso existe una proteína que tiene actividad enzimática esterásica, la cual, cuando es fosforilada por el plaguicida, se convierte en la denominada esterasa neurotóxica, responsable de la neuropatía retardada. Se ha observado este efecto en la exposición humana a leptofos, metamidofos y triclorfon.<sup>44</sup>*

### 3.7.1. ¿Qué es la acetilcolinesterasa?

La acetilcolinesterasa es una esterasa que hidroliza a la acetilcolina, neurotransmisor en muchas sinapsis, especialmente en las placas neuromotoras.<sup>45</sup>

*La acetilcolinesterasa es una enzima capaz de hidrolizar a la Acetilcolina, la cual segregada en el bulbo presináptico atraviesa el espacio sináptico y llega a la zona postsináptico; allí alcanza una serie de proteínas que forman el receptor de la acetilcolina. Después de unirse, actúa la acetilcolinesterasa hidrolizando la acetilcolina, liberándose al medio acetato y colina.*

---

<sup>44</sup> MENENDEZ, F. (2009). *Higiene industrial "Manual para la formación del especialista"* (9a edición ed.). Valladolid: Lex Nova S.A. p. 467

<sup>45</sup> BIOQUIMICA AMBIENTAL. (s.f.). *Acetilcolinesterasa*. Recuperado el 5 de Marzo de 2013, de Acetilcolinesterasa:  
[http://www2.uah.es/tejedor\\_bio/bioquimica\\_ambiental/tema12/tema%2012-acetilcolinesterasa.htm](http://www2.uah.es/tejedor_bio/bioquimica_ambiental/tema12/tema%2012-acetilcolinesterasa.htm)

*Esto hace que el impulso nervioso cese; es decir, cuando se hidroliza la acetilcolina, deja de existir la unión Acetilcolina – receptor y como consecuencia el impulso no puede transmitirse de una neurona a otra.<sup>46</sup>*

### 3.7.2. Inhibición de la acetilcolinesterasa.

*Las enzimas que producen las hidrolisis de la acetilcolina y de otros ésteres de la colina se llaman colinesterasas. Existen dos tipos de colinesterasas en el organismo:*

- a) Acetilcolinesterasa o colinesterasa verdadera, eritrocitaria o específica, que tiene una afinidad casi específica para la acetilcolina. Se encuentra localizada en el tejido nervioso, en la unión neuromuscular y en los eritrocitos.*
- b) Seudocolinesterasa o colinesterasa inespecífica, también denominada butirilcolinesterasa. Que tiene capacidad para hidrolizar cierta cantidad de ésteres sintéticos y naturales, entre los que se encuentran las acetilcolina. Existen varias isoenzimas de la pseudocolinesterasa. Está localizada principalmente en el plasma sanguíneo y en el intestino, hígado y otros tejidos.<sup>47</sup>*

### 3.7.3. ¿Cuál es el efecto de la inhibición de la acetil colinesterasa a causa de los organofosforados?

*La acetilcolina se localiza en las uniones sinápticas y actúa como transmisor químico en el sistema nervioso central, nervios somáticos y entre la fibras pre y postganglionares de los sistemas nerviosos, simpático y parasimpático, y afecta a los órganos como el ojo, el tracto gastrointestinal y las glándulas secretoras. En el citoplasma de la terminal nerviosa existen unas vesículas especiales que contienen cierta cantidad de acetilcolina. El impulso nervioso provoca una descarga de esta sustancia desde las vesículas del espacio sináptico. En presencia de una concentración normal de acetilcolinesterasa, la acetilcolina liberada es hidrolizada casi instantáneamente en colina y ácido acético. En caso de inhibición de la acetilcolinesterasa por los ésteres organofosforados se produce una acumulación de acetilcolina, que da lugar a síntomas y signos de intoxicación colinérgica. Estos pueden ser divididos en efectos muscarínicos (parasimpático), nicotínicos (ganglios y autónomos y unión neuromuscular) y sobre el sistema nervioso central.*

*La fosforilación de la acetilcolinesterasa detiene la hidrólisis de la acetilcolina y produce su acumulación en las sinapsis ganglionares periféricas, sistema nervioso central y órganos efectores. La velocidad de reactivación de la enzima depende de la estructura del éster organofosforado inhibidor. Cuando la acetilcolinesterasa es inhibida en*

---

<sup>46</sup> El ergonómista. (2012). *Organofosforado*. Recuperado el 5 de Marzo de 2013, de Organofosforado: <http://www.elergonomista.com/saludpublica/organo.htm>

<sup>47</sup> MENENDEZ, F. Op. Cit. p. 468-469

*forma irreversible por un organofosforado, la restauración de la actividad enzimática dependerá exclusivamente de la síntesis de nuevas moléculas de la enzima.*

*La gravedad de la intoxicación depende no solamente del grado de inhibición de la acetilcolinesterasa, sino también de la velocidad con que la enzima es inhibida. Los compuestos organofosforados no se acumulan en exposiciones repetidas pero, si estas ocurren en un periodo corto, los efectos pueden ser acumulativos.*<sup>48</sup>

*Otros efectos que se producen a causa de la inhibición de la acetilcolinesterasa son.*

- *De tipo neurológico: parestias, parestesias, salivación profusa, somnolencia/insomnio, sudoración, mareo y vértigo, debilidad, cefalea, afasia, shock, alteración del sistema nervioso central, convulsiones, etc.*
- *Efectos cardiocirculatorios como bradicardia/taquicardia, bloqueo cardiaco, hipertensión/hipotensión.*
- *Oculares: miosis/midriasis, perdida de acomodación, dolor ocular, visión oscurecida o borrosa, cataratas, etc.*<sup>49</sup>

#### 3.7.4. Efectos para la salud.

*Por inhalación:*

*Pueden producirse heridas caracterizadas por fuerte irritación pulmonar, tos, dolor de cabeza, presión en el pecho, mareos, aletargamiento, coma, convulsiones, dilatación del corazón, hiperemia de los órganos viscerales y edema pulmonar grave que puede retrasarse en su aparición.*

*Aparato respiratorio:*

*Puede causar irritación de las membranas mucosas, falta de aliento, tos, producción de esputo, presión en el pecho, disnea y edema pulmonar grave que puede retrasarse en su aparición.*

*Sistema cardiovascular:*

*Puede desarrollarse taquicardia e hipotensión con envenenamiento grave. En exposiciones letales se ha informado de arritmias ventriculares y shock.*

*Sistema gastrointestinal:*

*Puede causar nauseas, vómitos, dolor abdominal y diarrea.*

*Sistema neurológico:*

*Se ha observado mareos, dolor de cabeza, fatiga, estupor, agitación, ataxia, ataques y coma.*

*Sistema ocular:*

*Puede producir enrojecimiento y dolor.*

*Sistema dérmico:*

*Se ha observado sudoración y cianosis.*<sup>50</sup>

---

<sup>48</sup> MENENDEZ, F. Op. Cit. p. 468-469

<sup>49</sup> MENENDEZ, F. Op. Cit. p. 468-469

<sup>50</sup> ECURED. (18 de Febrero de 2013). *Fosfina*. Recuperado el 20 de Febrero de 2013, de Fosfina: <http://www.ecured.cu/index.php/Fosfina>

#### **4. UBICACIÓN.**

La investigación se la realizo en un cuarto con dimensiones de 3m × 3m, este se encuentra enlucido, el techo es mixto con planchas de zinc y planchas traslucidas para aprovechar la luminosidad natural, el piso esta entablado.

La temperatura que se mantuvo fue de 17°C.

La investigación se la realizo a una altitud de 2.800 m.s.n.m.

#### **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

##### **5.1. Materiales.**

30kg de chulpi. Utilizado para colocar en los envases en donde se realizara la investigación.

165 comprimidos de ajeno con una concentración de tuyona de 500mg. (ver anexo15)

165 comprimidos de romero con una concentración de tuyona de 500mg. (ver anexo16)

132 vasos plásticos transparentes de 1000 c.c. de 22 cm de alto y un diámetro de 32 cm en su parte superior y 28 cm de diámetro en su parte inferior, utilizados para colocar la plaga y el grano.

6,6m. de manguera transparente de ½ plg, utilizada para unir a los envases plásticos en su parte inferior, con la finalidad de observar el comportamiento de la plaga.

1 tela blanca de 1m × 1m para realizar conteo de gorgojos y granos afectados.

1 cámara fotográfica, utilizada para realizar tomas del proceso de instalación de la investigación.

1 cautín utilizado para realizar perforaciones en los envases plásticos.

1 pistola de silicona y 6 barra de silicona, utilizadas para sellar las uniones de la manguera con los envases plásticos.

330 fundas plásticas de 1,5 × 1,5 con 8 orificios en cada lado para permitir el paso del olor de los comprimidos, utilizadas para colocar los comprimidos en los envases con chulpi

## **MATERIALES DE OFICINA.**

1 computadora, utilizada para guardar datos y realizar el documento de la investigación.

1 libreta de apuntes, utilizada para recolectar los datos

### **5.2. Métodos.**

5.2.1. Diseño Experimental.

5.2.1.1. Tipo de Diseño Experimental.

Para el análisis estadístico se utilizó un Diseño Completamente al azar (DCA).

5.2.1.2. Tratamientos.

En el cuadro 1 se muestra una descripción de los 22 tratamientos. Cada tratamiento estuvo constituido por 3 repeticiones.

**CUADRO 1.** Número y descripción de cada uno de los tratamientos en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

Tratamientos	Codificación	Descripción
1	CA1	1 Comprimido de ajeno de 500mg de concentración de tuyona en 454.54 g de chulpi.
2	CA2	2 Comprimidos de ajeno de 500mg de concentración de tuyona 454.54 g de chulpi.
3	CA3	3 Comprimidos de ajeno de 500mg de concentración de tuyona en 454.54 g de chulpi.
4	CA4	4 Comprimidos de ajeno de 500mg de concentración de tuyona en 454.54 g de chulpi.
5	CA5	5 Comprimidos de ajeno de 500mg de concentración de tuyona en 454.54 g de chulpi.
6	CA6	6 Comprimidos de ajeno de 500mg de concentración de tuyona en 454.54 g de chulpi.
7	CA7	7 Comprimidos de ajeno de 500mg de concentración de tuyona en 454.54 g de chulpi.
8	CA8	8 Comprimidos de ajeno de 500mg de concentración de tuyona en 454.54 g de chulpi.
9	CA9	9 Comprimidos de ajeno de 500mg de concentración de tuyona en 454.54 g de chulpi.
10	CA10	10 Comprimidos de ajeno de 500mg de concentración de tuyona en 454.54 g de chulpi.
11	CR1	1 Comprimido de romero de 500mg de concentración de tuyona en 454.54 g de chulpi.
12	CR2	2 Comprimidos de romero de 500mg de concentración de tuyona en 454.54 g de chulpi.
13	CR3	3 Comprimidos de romero de 500mg de concentración de tuyona en 454.54 g de chulpi.
14	CR4	4 Comprimidos de romero de 500mg de concentración de tuyona en 454.54 g de chulpi.
15	CR5	5 Comprimidos de romero de 500mg de concentración de tuyona en 454.54 g de chulpi.
16	CR6	6 Comprimidos de romero de 500mg de concentración de tuyona en 454.54 g de chulpi.
17	CR7	7 Comprimidos de romero de 500mg de concentración de tuyona en 454.54 g de chulpi.
18	CR8	8 Comprimidos de romero de 500mg de concentración de tuyona en 454.54 g de chulpi.
19	CR9	9 Comprimidos de romero de 500mg de concentración de tuyona en 454.54 g de chulpi.
20	CR10	10 Comprimidos de romero de 500mg de concentración de tuyona en 454.54 g de chulpi.
21	CF	¼ de pastilla de fosfamina con 141.75g de concentración de fosfina en 454.54 g de chulpi.
22	ST	454.54 g de chulpi.

Fuente: La investigación.

Elaborado por: El autor.

### 5.2.1.3. Unidad Experimental.

La unidad experimental estuvo constituida por 454.54g de chulpi en grano seco con 13% de humedad, esta cantidad es equivalente a una libra, que corresponde a la medida de comercialización común en el Ecuador.

El grano seco que se colocó en envases plásticos transparentes de 1000 c.c. de 22 cm de alto y un diámetro de 32 cm en su parte superior y 28 cm de diámetro en su parte inferior. Cada envase plástico que contenía el chulpi estuvo unido mediante una manguera transparente de ½ pulgada de diámetro y 10 cm de longitud a un envase plástico de similares características que el anterior, el cual contenía 10 gorgojos.

Se utilizó 2 envases por cada tratamiento, el uno con chulpi y el otro envase con gorgojos. El objetivo de ubicar de forma separada, en un envase el grano y en el otro

la plaga, fue para evaluar la infestación del chulpi, es decir, se buscó determinar si la migración de la plaga de un envase al otro estaría en función del efecto producido por los comprimidos de ajeno y romero

El número de unidades experimentales fue 66.

#### 5.2.1.4. Variables y Métodos de Evaluación.

##### 5.2.1.4.1. Porcentaje de grano afectado por la plaga.

A los 7 días de la instalación del experimento se realizó el conteo de granos que presentaban daño mecánico producido por la plaga, los valores obtenidos se los transformo a porcentajes en función del número total de granos de cada unidad experimental.

Para seleccionar los granos dañados en los envases con los tratamientos, se colocó cada tratamiento en una mesa sobre un manto blanco y se sacó los granos dañados, procediendo a observar y a contar el número de granos dañados.

Esta variable fue medida desde la instalación del experimento cada 7 días durante 2 meses y una semana en un total de 9 mediciones.

##### 5.2.1.4.2. Porcentaje de gorgojos muertos.

El conteo de gorgojos muertos se lo hizo tanto en el envase sin chulpi donde inicialmente se colocó a los gorgojos y en el envase con chulpi donde se encontraban los comprimidos. Los valores obtenidos del conteo de gorgojos muertos se los transformo a porcentajes en función del número total de gorgojos de cada unidad experimental.

Al momento de realizar el conteo de gorgojos muertos en los envases con los tratamientos, se colocó cada tratamiento en una mesa sobre una tela blanca, donde se retiró y se contó los gorgojos muertos.

#### 5.2.1.4.3. Propiedades organolépticas.

Las propiedades organolépticas sabor y olor fueron determinadas en una escala de Regular, Normal, Bueno, Muy bueno, (ver cuadro 2 y 3), esta variable fue medida mediante un panel de degustación constituido por personas de género y edad variada, en las que constaban 2 mujeres de 35 y 38 años, y 3 hombres de 30, 39 y 44 años, lo que permitía que las calificaciones sean más confiables, por ser personas con buenas condiciones en sus características de percepción de las propiedades organolépticas.

Para indicar las características de las propiedades organolépticas se basó en la siguiente escala 1: Regular, 2: Normal, 3: Bueno, 4: Muy bueno.

La preparación del grano tratado con ajeno y romero se los preparo de la misma manera que se prepara el tostado, pero con aceite vegetal para que el sabor sea natural y se pueda percibir cambios organolépticos en caso de haberlos.

**CUADRO 2.** Descripción del significado de la calificación de los panelistas para la determinación de la propiedad organoléptica sabor en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Regular.	El chulpi presenta un fuerte sabor a ajeno o a romero, tiene un sabor ajeno a un grano normal.
Normal.	El chulpi presenta un leve sabor a ajeno o a romero, se diferencia de un grano normal.
Bueno.	El chulpi presenta un pequeñísimo sabor a ajeno o a romero, casi indetectable, tiene un sabor casi similar a un grano normal.
Muy bueno.	El chulpi no presenta ningún sabor a ajeno o a romero, es muy aceptado y sabe a un grano normal.

**CUADRO 3.** Descripción del significado de la calificación de los panelistas para la determinación de la propiedad organoléptica olor en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajenojo “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Regular.	El chulpi presenta un fuerte olor a ajenojo o a romero, tiene un olor ajeno a un grano normal.
Normal.	El chulpi presenta un leve olor a ajenojo o a romero, se diferencia de un grano normal.
Bueno.	El chulpi presenta un pequeñísimo olor a ajenojo o a romero, casi indetectable, tiene un olor casi similar a un grano normal.
Muy bueno.	El chulpi no presenta ningún olor a ajenojo o a romero, es muy aceptado y huele a un grano normal.

## 6. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO.

### 6.1. Preparación del ensayo.

#### 6.1.1. Recolección de plantas.

La recolección de plantas de ajenojo se lo realizó en la ciudad de Ibarra y la recolección de plantas de romero se lo realizó en Tabacundo.

#### 6.1.2. Secado y molido de plantas.

Una vez que se realizó la recolección de las plantas se las tendió sobre un plástico directamente al sol por un tiempo de 48 horas (2 días), cuando ya se encontraban secas se separó las hojas de sus tallos tanto del ajenojo como del romero y se las molió con un molino de mano hasta dejarlo totalmente en polvo se molió ½ kg de cada planta. (Ver fotografía 1 y 2).



(1) Romero deshidratado y molido.  
Fuente: La Investigación. 2012



(2) Ajenjo deshidratado y molido.  
Fuente: La Investigación. 2012

**FOTOGRAFÍAS 1 Y 2:** Plantas de romero y ajeno deshidratadas y molidas para la elaboración de comprimidos en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

### 6.1.3. Comprimidos de romero y ajeno.

La fotografía 3 muestra los comprimidos elaborados en la facultad de farmacología de la Universidad Central del Ecuador, los comprimidos elaborados de las plantas con propiedades insecticidas fueron secados a una temperatura de 35°C ya que así se conserva el olor de las plantas, permaneciendo con sus características físicas y químicas lo que permite que su ingrediente activo la tuyona no se volatilice, lo cual permite que al realizar los conteos de las variables estudiadas, no pierden su efectividad. (Ver anexo 17)



(3) Comprimidos.  
Fuente: La Investigación. 2012

**FOTOGRAFÍA 3:** Comprimidos obtenidos a partir de romero y ajeno utilizados para el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012

#### 6.1.4. Envases para el ensayo.

Se utilizó 2 envases plásticos de 1000c.c. por tratamiento para que se pudiera colocar en un envase los gorgojos y en el otro envase los 454,54g de chulpi, los envases estaban unidos en las bases por una manguera transparente de ½ pulgada de diámetro de una longitud de 10 cm, destinada para permitir el paso de los gorgojos hacia el envase con chulpi, en el lugar donde se colocó la manguera se selló con silicona para evitar la fuga de los insectos y del olor de los comprimidos, los envases utilizados eran de 22 cm de alto y un diámetro de 32 cm en su parte superior y 28 cm de diámetro en su parte inferior, se utilizó un total de 132 envases plásticos.

Para cada tratamiento se realizó 3 repeticiones.

Los envases en donde se colocaron los gorgojos, poseían perforaciones en las tapas para permitir el paso de oxígeno para los gorgojos. Los envases donde se colocó el chulpi se tapó con tapas de plástico para evitar la fuga del olor y que este se pudiera concentrar. (Ver fotografía 4, 5 y 6)



(4) Perforación de los envases.  
Fuente: La Investigación. 2012



(5) colocación de manguera y sellado.  
Fuente: La Investigación. 2012



(6) Envase terminado para la investigación.  
Fuente: La Investigación. 2012

**FOTOGRAFÍAS 4, 5 Y 6:** Preparación de los envases para realizar el experimento del control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajenojo “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012

#### 6.1.5. Compra y selección de los granos de chulpi.

Para experimentar con los comprimidos, se compró 30kg de chulpi. Los granos escogidos para el ensayo fueron aquellos que no presentaban daños mecánicos ni causados por agentes fitopatógenos, por lo que en los envases con tratamientos los respectivos tratamientos se colocó chulpi sano y con un porcentaje de humedad del 13%.

Una vez escogido el chulpi sano, se pesó 454,54g de chulpi un total de 66 veces para utilizar en los tratamientos con sus 3 repeticiones, posteriormente se realizó el conteo de granos que contenía cada 454,54g de chulpi con el objetivo de al final de la investigación obtener los porcentajes de los granos que presentaron daño mecánico durante el experimento con respecto al número de granos sanos colocados inicialmente. (Ver cuadro 4)

**CUADRO 4.** Número de granos contenidos en 454,54g de chulpi, utilizados para cada una de las repeticiones de los 22 tratamientos evaluados en el experimento del control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajenojo “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

Nº TRATAMIENTO	CODIFICACION	NUMERO DE GRANOS POR REPETICION.		
		I	II	III
1	CA1	1867	1904	1882
2	CA2	1875	1898	1887
3	CA3	1877	1896	1871
4	CA4	1876	1901	1889
5	CA5	1906	1873	1867
6	CA6	1912	1891	1907
7	CA7	1895	1863	1909
8	CA8	1894	1873	1896
9	CA9	1908	1872	1891
10	CA10	1898	1870	1901
11	CR11	1873	1887	1905
12	CR12	1897	1901	1886
13	CR13	1902	1879	1896
14	CR14	1893	1875	1899
15	CR15	1871	1883	1897
16	CR16	1882	1894	1912
17	CR17	1886	1872	1884
18	CR18	1880	1904	1874
19	CR19	1901	1877	1894
20	CR20	1907	1897	1879
21	CF	1902	1889	1890
22	ST	1893	1906	1898

Fuente: La investigación.

Elaborado por: El autor.

#### 6.1.6. Recolección de insectos.

La recolección de los insectos se lo hizo en la bodega de la Sra. Rosa Freire en la ciudad de Latacunga, la cual me proporciono morocho que se encontraba infestado con gorgojos.

Posteriormente se reprodujo a los gorgojos en un saco de plástico que contenía morocho infestado mezclado con morocho sano. (Ver fotografía 7)



(7) Morocho con infestación de gorgojos.  
Fuente: La Investigación. 2012

**FOTOGRAFÍA 7:** Morocho con severa infestación de gorgojos necesario para la ejecución del experimento en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012

#### 6.1.7. Cuento y colocación de gorgojos en los envases plásticos.

Una vez que se realizó la propagación de los gorgojos, se procedió a contarlos para colocarlos en cada envase. Para esto se colocó en una mesa los granos infestados y con la ayuda de una lámpara encendida por 5 minutos se logró sacarlos de los granos. A más de lo indicado se cernió los granos infestados que estaba hecho harina. El total de gorgojos seleccionados fue de 660, que sirvieron para colocar 10 insectos por cada unidad experimental.

#### 6.1.8. Establecimiento de las unidades experimentales.

Se instaló 66 unidades experimentales, para lo cual se procedió a incorporar en cada uno de los envases plásticos de 1000c.c. varias dosis. 10 diferentes tratamientos para los comprimidos de ajeno, 10 diferentes tratamientos para los comprimidos de romero, 1 tratamiento diferente para el comprimido de fosfamina, además se colocó 1 testigo solo con chulpi. Para los 22 tratamientos se realizaron 3 repeticiones. (Ver fotografía 8, 9 y 10)

Las unidades experimentales con sus tratamientos se las instaló de la siguiente manera:

Los tratamientos con 1 comprimido de ajeno (CA1) y con 1 comprimido de romero (CR11) con sus 3 repeticiones fueron colocados entre los granos. Primero se colocó 227,27 g de chulpi, luego se puso 1 comprimido, posteriormente se cubrió al comprimido con los 227,27 g de chulpi restante para completar los 454,54 g.

Los tratamientos con 2 comprimidos de ajeno (CA2) y con 2 comprimidos de romero (CR12) con sus 3 repeticiones fueron colocados entre los granos. Primero se colocó 227,27 g de chulpi, luego se puso los 2 comprimidos, posteriormente se cubrió a los comprimidos con los 227,27 g de chulpi restante para completar los 454,54 g.

Los tratamientos con 3 comprimidos de ajeno (CA3) y con 3 comprimidos de romero (CR13) con sus 3 repeticiones fueron colocados entre los granos. Primero se colocó 227,27 g de chulpi, luego se puso los 3 comprimidos, posteriormente se cubrió a los comprimidos con los 227,27 g de chulpi restante para completar los 454,54 g.

Los tratamientos con 4 comprimidos de ajeno (CA4) y con 4 comprimidos de romero (CR14) con sus 3 repeticiones fueron colocados entre los granos. Primero se colocó 227,27 g de chulpi, luego se puso los 4 comprimidos, posteriormente se cubrió a los comprimidos con los 227,27 g de chulpi restante para completar los 454,54 g.

Los tratamientos con 5 comprimidos de ajeno (CA5) y con 5 comprimidos de romero (CR15) con sus 3 repeticiones fueron colocados entre los granos. Primero se colocó 227,27 g de chulpi, luego se puso los 5 comprimidos, posteriormente se cubrió a los comprimidos con los 227,27 g de chulpi restante para completar los 454,54 g.

Los tratamientos con 6 comprimidos de ajeno (CA6) y con 6 comprimidos de romero (CR16) con sus 3 repeticiones fueron colocados entre los granos. Primero se

colocó 3 comprimidos y encima 227,27 g de chulpi, luego se puso los 3 comprimidos faltantes, posteriormente se cubrió a los comprimidos con los 227,27 g de chulpi restante para completar los 454,54 g.

Los tratamientos con 7 comprimidos de ajeno (CA7) y con 7 comprimidos de romero (CR17) con sus 3 repeticiones fueron colocados entre los granos. Primero se colocó 4 comprimidos y encima 227,27 g de chulpi, luego se puso los 3 comprimidos faltantes, posteriormente se cubrió a los comprimidos con los 227,27 g de chulpi restante para completar los 454,54 g.

Los tratamientos con 8 comprimidos de ajeno (CA8) y con 8 comprimidos de romero (CR18) con sus 3 repeticiones fueron colocados entre los granos. Primero se colocó 4 comprimidos y encima 227,27 g de chulpi, luego se puso los 8 comprimidos faltantes, posteriormente se cubrió a los comprimidos con los 227,27 g de chulpi restante para completar los 454,54 g.

Los tratamientos con 9 comprimidos de ajeno (CA9) y con 9 comprimidos de romero (CR19) con sus 3 repeticiones fueron colocados entre los granos. Primero se colocó 5 comprimidos y encima 227,27 g de chulpi, luego se puso los 4 comprimidos faltantes, posteriormente se cubrió a los comprimidos con los 227,27 g de chulpi restante para completar los 454,54 g.

Los tratamientos con 10 comprimidos de ajeno (CA10) y con 10 comprimidos de romero (CR20) con sus 3 repeticiones fueron colocados entre los granos. Primero se colocó 5 comprimidos y encima 227,27 g de chulpi, luego se puso los 5 comprimidos faltantes, posteriormente se cubrió a los comprimidos con los 227,27 g de chulpi restante para completar los 454,54 g.

En el tratamiento 21 con  $\frac{1}{4}$  de pastilla de fosfamina (CF21) se colocó en el fondo del envase de las 3 repeticiones. Primero se colocó el  $\frac{1}{4}$  de comprimido y encima 454,54 g de chulpi, el  $\frac{1}{4}$  de pastilla de fosfamina se envolvió en tela como lo hacen los comerciantes y productores.

En el tratamiento 22 el cual se le considero como el testigo (ST22) se colocó semilla de chulpi sin ningún tratamiento con 3 repeticiones.



(8) Codificación para el testigo.  
Fuente: La Investigación. 2012



(9) Codificación para ajeno y romero  
Fuente: La Investigación. 2012



(10) Codificación para tratamiento con fosfamina  
Fuente: La Investigación. 2012

**FOTOGRAFÍA 8, 9 y 10.** Instalación del experimento con sus respectivos tratamientos, para conocer las propiedades evaluadas de los comprimidos de ajeno y romero en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

#### 6.1.9. Conteo de granos dañados y gorgojos muertos.

El conteo de granos dañados y de gorgojos muertos se la realizó cada 7 días, en las 66 unidades experimentales, la manera de hacerlo era observando primero el envase donde se colocó los gorgojos con la finalidad de saber si han pasado al otro envase donde se encontraba el chulpi así como también para determinar si hay gorgojos muertos, luego se trastornó el chulpi en una tela blanca para realizar el conteo de granos infestados y gorgojos muertos.

Para el conteo de granos infestados se sacaban los granos que han sido dañados pero que ya no se encontraba dentro el gorgojo, a los 7 días siguientes se volvía a realizar el conteo y se realizaba lo mismo con la diferencia de que se sumaban los granos dañados anteriormente más los granos dañados del ultimo conteo.

A los granos que estaban dañados y con el gorgojo dentro se los pintaba de negro para distinguirlos en el siguiente conteo.

Para realizar el conteo de los gorgojos muertos se lo hacía el mismo día que se realizaba el conteo de los granos dañados, el conteo de gorgojos muertos se lo hacía al final ya que con el movimiento del chulpi por el conteo de los granos afectados se quedaban al fondo del chulpi colocado sobre la tela blanca por lo cual se los podía divisar mejor. (Ver fotografía 11, 12, 13, 14, 15 y 16)



(11) Conteo de granos infestados.  
Fuente: La Investigación. 2012



(12) Conteo de gorgojos muertos.  
Fuente: La Investigación. 2012



(13) Selección de gorgojos muertos.  
Fuente: La Investigación. 2012



(14) Observación de gorgojos infestando al chulpi.  
Fuente: La Investigación. 2012



(15) Observación de gorgojos en los tratamientos.  
Fuente: La Investigación. 2012



(16) Observación y conteo de gorgojos muertos.  
Fuente: La Investigación. 2012

**FOTOGRAFÍAS 11, 12, 13, 14, 15 Y 16:** Conteo de gorgojos muertos y de granos dañados o infestados en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

6.1.10. Numero de gorgojos que no contaminaron el envase con chulpi.

El comportamiento de los gorgojos con respecto a la repelencia fue diferente dependiendo del tratamiento. La plaga colocada en uno de los envases de la unidad experimental donde se observó que pasaron paulatinamente, en otros casos murieron en el envase donde se los colocó o murieron en la manguera transparente de ½ pulgada de diámetro. (Ver anexo 12, 13, 14)

6.1.11. Determinación de propiedades organolépticas.

La degustación para la determinación de las propiedades organolépticas se la realizó con todos los tratamientos es decir el tratamiento CA1, CA2, CA3, CA4, CA5, CA6, CA7, CA8, CA9 y CA10 para los tratamientos con comprimidos de ajeno y los tratamientos CR11, CR12, CR13, CR14, CR15, CR16, CR17, CR18, CR19 y CA20 que contenían comprimidos de romero.

No se realizó la degustación con el tratamiento 21 debido a que contenía fosfamina y es perjudicial para la salud. Tampoco se realizó la degustación del tratamiento 22 el cual era el testigo, ya que se deseaba conocer las propiedades organolépticas del grano tratado con comprimidos a base de plantas de propiedades insecticidas.

Con el grano tratado se preparó el chulpi con aceite vegetal para que el sabor y olor del chulpi no tuviera ninguna distorsión. El panel de degustación estuvo conformado por 5 personas (3 hombres y 2 mujeres) que consumen comúnmente chulpi. (Ver fotografía 17, 18 y 19)

En el cuadro N° 5 se pudo observar la cartilla que se utilizó para la calificación de las propiedades organolépticas.

**CUADRO 5.** Cartilla utilizada para la determinación de las propiedades organolépticas olor y sabor en la investigación destinada a estudiar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajenojo “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

TRATAMIENTO N°	
OLOR	SABOR
CONCLUSIÓN	CONCLUSIÓN

Fuente: La investigación.  
Elaborado por: El autor.



(17) Lavado del chulpi para la preparación.  
Fuente: La Investigación. 2012



(18) Chulpi preparado para degustación.  
Fuente: La Investigación. 2012



(19) Degustación y calificación del chulpi.  
Fuente: La Investigación. 2012

**FOTOGRAFÍAS 18, 19 Y 20:** Panel de degustación en el estudio del control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajenojo “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 7.1. Porcentaje de granos afectados por la plaga en el total de tratamientos.

En el cuadro 6 se presenta el número y porcentaje de granos infestados en relación al total de granos evaluados, por tratamiento, obtenidos a los 63 días de iniciado el proceso experimental.

**CUADRO 6.** Total de granos evaluados expresados en número y porcentaje de granos afectados a los 63 días de iniciado el experimento, por repetición y por tratamiento en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito - Ecuador 2012.

TRATAMIENTOS	TOTAL GRANOS EVALUADOS, NÚMERO Y PORCENTAJE DE GRANOS AFECTADOS POR <i>Sitophilus zeamais</i> EN CADA UNA DE LAS REPETICIONES								
	REPETICIÓN I			REPETICIÓN II			REPETICIÓN III		
	# GRANOS EVALUADOS	# GRANOS AFECTADOS	% GRANOS AFECTADOS	# GRANOS EVALUADOS	# GRANOS AFECTADOS	% GRANOS AFECTADOS	# GRANOS EVALUADOS	# GRANOS AFECTADOS	% GRANOS AFECTADOS
CA1	1867	19	1,02	1904	20	1,05	1882	22	1,16
CA2	1875	17	0,91	1898	15	0,74	1887	19	1,00
CA3	1877	13	0,69	1896	14	0,79	1871	15	0,80
CA4	1876	9	0,48	1901	11	0,58	1889	9	0,48
CA5	1906	5	0,37	1873	9	0,48	1867	3	0,43
CA6	1912	2	0,10	1891	1	0,05	1907	1	0,05
CA7	1895	0	0,00	1863	0	0,00	1909	0	0,00
CA8	1894	0	0,00	1873	0	0,00	1896	0	0,00
CA9	1908	0	0,00	1872	0	0,00	1891	0	0,00
CA10	1898	0	0,00	1870	0	0,00	1901	0	0,00
CR11	1873	24	1,28	1887	23	1,22	1905	24	1,26
CR12	1897	15	0,79	1901	16	0,84	1886	15	0,79
CR13	1902	10	0,52	1879	11	0,58	1896	13	0,68
CR14	1893	10	0,52	1875	12	0,64	1899	9	0,47
CR15	1871	6	0,32	1883	5	0,26	1897	7	0,37
CR16	1882	2	0,11	1894	1	0,05	1912	2	0,10
CR17	1886	1	0,05	1872	1	0,05	1884	0	0,00
CR18	1880	0	0,00	1904	1	0,05	1874	0	0,00
CR19	1901	0	0,00	1877	0	0,00	1894	0	0,00
CR20	1907	0	0,00	1897	0	0,00	1879	0	0,00
CF	1902	11	0,57	1889	4	0,21	1890	9	0,47
ST	1893	50	2,64	1906	47	2,46	1898	49	2,58

Fuente: La investigación.  
Elaborado por: El autor.

El ADEVA (cuadro 7) muestra alta significancia estadística para los tratamientos lo que indica que las distintas concentraciones de Tuyona expuesta a través de comprimidos elaborados a base de 2 especies de plantas, se comportan de diferente manera en el control de *Sitophilus zeamais*.

El coeficiente de variación de 14,21% da confiabilidad relativa al proceso experimental realizado:

**CUADRO 7.** ADEVA para porcentaje de granos afectados en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajenojo “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito - Ecuador 2012.

F.V.	GL	SC	CM
TRATAMIENTO	21	23,40	1,11**
ERROR EXPERIMENTAL	44	0,20	$4,5 \times 10^{-3}$
TOTAL	65	23,60	

Fuente: La investigación.  
Elaborado por: El autor.

El cuadro 8 presenta la prueba de separación de medias Tukey al 5% para los tratamientos, la cual detecta 7 rangos de significancia estadística. En el rango “A” se encuentran los tratamientos 7 (3500 mg de tuyona – origen ajenojo), 8 (4000 mg de tuyona – origen ajenojo), 9 (4500 mg de tuyona – origen ajenojo), 10 (5000 mg de tuyona – origen ajenojo), 20 (5000 mg de tuyona – origen romero) y 19 (4500 mg de tuyona – origen romero) con 0% de granos afectados, y los tratamientos 18 (4000 mg de tuyona – origen romero), 17 (2300 mg de tuyona – origen romero), 6 (3000 mg de tuyona – origen ajenojo) y 16 (3000 mg de tuyona – origen romero) con 0,02%, 0,03%, 0,07% y 0,09% respectivamente.

El tratamiento 21 que correspondió al uso de ¼ de pastilla de fosfina con 141,75 g de ingrediente activo (fosfamina), este se encuentra compartiendo los rangos “B – C” con 0,42% de granos afectados y el tratamientos 22 testigo absoluto (sin ningún tipo de control) se ubicó en el rango “H” con 2,56% de granos afectados.

**CUADRO 8.** Prueba de separación de medias Tukey 5% para el porcentaje de granos infestados en la investigación destinada a evaluar en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

TRAT.	CODIF.	PROMEDIOS	RANGOS
7	CA7	0	A
8	CA8	0	A
9	CA9	0	A
10	CA10	0	A
20	CR20	0	A
19	CR19	0	A
18	CR18	0,02	A
17	CR17	0,03	A
6	CA6	0,07	A
16	CR16	0,09	A
15	CR15	0,32	B
21	CF	0,42	B C
5	CA5	0,43	B C
4	CA4	0,51	B C
14	CR14	0,54	C
13	CR13	0,59	C D
3	CA3	0,76	D E
12	CR12	0,81	E
2	CA2	0,88	E F
1	CA1	1,08	F G
11	CR11	1,25	G
22	ST	2,56	H

Fuente: La investigación.

Elaborado por: El autor.

Coincide que todos los tratamientos ubicados en el rango “A” y por lo tanto los aparentemente mejores en el control de *Sitophilus zeamais* por los bajos porcentajes de granos afectados que presentan, contienen concentraciones de Tuyona provenientes tanto del Ajeno como del Romero que van desde los 3000 hasta los 5000mg, comportándose ligeramente mejor que el tratamiento con la sustancia química sintética y mucho mejor que el testigo absoluto. Las concentraciones menores a 3000mg se ubican en los rangos “B, C, D, E, F y G” con mayores porcentajes de granos afectados.

La diferencia en el porcentaje de granos afectados entre los mejores tratamientos (0%) y el peor tratamiento (testigo absoluto) es de 2,56%, valor que parecería ser no muy interesante al tratarse de pequeños volúmenes de granos almacenados, pero de gran valor en la realidad del campo, donde la actividad de almacenado involucra grandes volúmenes.

Concentraciones desde 3000mg de tuyona son efectivas debido a que el campo de acción insecticida de los comprimidos es de amplio espectro, ya que a partir de estas dosis se observó efectividad para la variable porcentaje de granos infestados. La tuyona presente en los aceites esenciales de los comprimidos a base de plantas con propiedades insecticidas, causa un efecto tóxico que se refleja en la repelencia y mortalidad de la plaga. La tuyona afecta al sistema nervioso central y al sistema nervioso hepático de los insectos paralizándolos y por ende provocando su muerte, además posee acción convulsivante.

Considerando que la fosfamina que emite un fuerte olor y el cual es usado comúnmente, las plagas de los granos almacenados han generado una aparente tolerancia al olor y al efecto que produce la fosfamina, en cambio el olor de la tuyona que es un componente químico de plantas con propiedades insecticidas, las plagas no han generado resistencia.

Concentraciones menores a 3000mg de tuyona no son efectivas debido a que el campo de acción insecticida de los comprimidos es limitado. La presentación en comprimidos no permite una alta volatilidad de sus compuestos químicos, en tal razón la densidad de comprimidos por kg de chulpi fue demasiado baja.

## **7.2. Porcentaje de gorgojos muertos en el total de tratamientos.**

El cuadro 9 presenta el número de gorgojos evaluados y el número y porcentaje de gorgojos muertos para cada una de las repeticiones de los diferentes tratamientos.

**CUADRO 9.** Total de gorgojos evaluados y número y porcentaje de gorgojos muertos a los 63 días de iniciado el experimento por repetición y tratamiento en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajenojo “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito - Ecuador 2012.

TRATAMIENTOS	TOTAL GORGOJOS MUERTOS, NÚMERO Y PORCENTAJE DE GORGOJOS MUERTOS POR <i>Sitophilus zeamais</i> EN CADA UNA DE LAS REPETICIONES								
	REPETICIÓN I			REPETICIÓN II			REPETICIÓN III		
	# GORGOJOS EVALUADOS	# GORGOJOS MUERTOS	% GORGOJOS MUERTOS	# GORGOJOS EVALUADOS	# GORGOJOS MUERTOS	% GORGOJOS MUERTOS	# GORGOJOS EVALUADOS	# GORGOJOS MUERTOS	% GORGOJOS MUERTOS
CA1	10	3	30%	10	2	20%	10	2	20%
CA2	10	5	50%	10	4	40%	10	6	60%
CA3	10	6	60%	10	5	50%	10	6	60%
CA4	10	10	100%	10	9	90%	10	10	100%
CA5	10	10	100%	10	10	100%	10	10	100%
CA6	10	10	100%	10	10	100%	10	10	100%
CA7	10	10	100%	10	10	100%	10	10	100%
CA8	10	10	100%	10	10	100%	10	10	100%
CA9	10	10	100%	10	10	100%	10	10	100%
CA10	10	10	100%	10	10	100%	10	10	100%
CR11	10	1	10%	10	1	10%	10	2	20%
CR12	10	3	30%	10	2	20%	10	3	30%
CR13	10	5	50%	10	5	50%	10	4	40%
CR14	10	6	60%	10	5	50%	10	6	60%
CR15	10	7	70%	10	8	80%	10	8	80%
CR16	10	9	90%	10	9	90%	10	10	100%
CR17	10	10	100%	10	10	100%	10	10	100%
CR18	10	10	100%	10	10	100%	10	10	100%
CR19	10	10	100%	10	10	100%	10	10	100%
CR20	10	10	100%	10	10	100%	10	10	100%
CF	10	10	100%	10	10	100%	10	10	100%
ST	10	0	0%	10	0	0%	10	0	0%

Fuente: La investigación.

Elaborado por: El autor.

El ADEVA (cuadro 10), detecta alta significancia estadística (\*\*) para los tratamientos, indicando que los tratamientos son diferentes.

El coeficiente de variación de 5,72%, proporciona alta confiabilidad a los resultados obtenidos.

**CUADRO 10.** ADEVA para la variable porcentaje de gorgojos muertos en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajenojo “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito - Ecuador 2012.

F.V.	GL	SC	CM
TRATAMIENTO	21	72636,36	3458,87**
ERROR EXPERIMENTAL	44	800,00	18,18
TOTAL	65	73436,36	

Fuente: La investigación.

Elaborado por: El autor.

En el análisis de medias a través de la prueba de Tukey 5% presentado en el cuadro 11, se encontraron 6 rangos de significancia, en el rango “A” se encuentran los tratamientos 5 (2500 mg de tuyona – origen ajenojo), 6 (3000mg de tuyona – origen ajenojo), 7 (3500mg de tuyona – origen ajenojo), 8 (4000mg de tuyona – origen ajenojo), 9 (4500mg de tuyona – origen ajenojo), 10 (5000mg de tuyona – origen ajenojo), 17 (3500mg de tuyona – origen romero), 18 (4000mg de tuyona – origen romero), 19 (4500mg de tuyona – origen romero) y 20 (5000mg de tuyona – origen romero) con un 100% de gorgojos muertos y los tratamientos 4 (2000mg de tuyona – origen ajenojo) y 16 (3000mg de tuyona – origen ajenojo) con 96,67% y 93,33% de gorgojos muertos respectivamente.

El tratamiento 21 que correspondió al uso de ¼ de pastilla de fosfina con 141,75g de ingrediente activo (fosfamina) también se encuentra ubicado en el rango “A” con 100% de gorgojos muertos.

Al igual que para la variable porcentaje de granos afectados, el tratamiento t22 (testigo absoluto) ocupa el último rango “F” con 0% de gorgojos muertos.

**CUADRO 11.** Prueba de separación de medias Tukey 5% para la variable porcentaje de gorgojos muertos en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

TRAT.	CODIF.	PROMEDIOS	RANGOS
21	CA7	100,00	A
10	CA8	100,00	A
9	CA9	100,00	A
17	CA10	100,00	A
20	CR20	100,00	A
19	CR19	100,00	A
18	CR18	100,00	A
8	CR17	100,00	A
5	CA6	100,00	A
6	CR16	100,00	A
7	CR15	100,00	A
4	CF	96,67	A
16	CA5	93,33	A
15	CA4	76,67	B
14	CR14	56,67	C
3	CR13	56,67	C
2	CA3	50,00	C
13	CR12	46,67	C
12	CA2	26,67	D
1	CA1	26,67	D E
11	CR11	13,33	E
22	ST	0,00	F

Fuente: La investigación.  
Elaborado por: El autor.

Coincide que todos los tratamientos ubicados en el rango “A” y por lo tanto los aparentemente mejores en el control de *Sitophilus zeamais* por los altos porcentajes de gorgojos muertos que presentan, contienen concentraciones de tuyona provenientes tanto del ajeno van desde los 2000 hasta los 5000 mg, y para romero van desde los 3000mg hasta los 5000 mg, comportándose igual que el tratamiento con la sustancia química sintética, pero mucho mejor que el testigo absoluto. Las concentraciones menores a 2000 se ubican en los rangos “B, C, D, E y F” con menores porcentajes de gorgojos muertos.

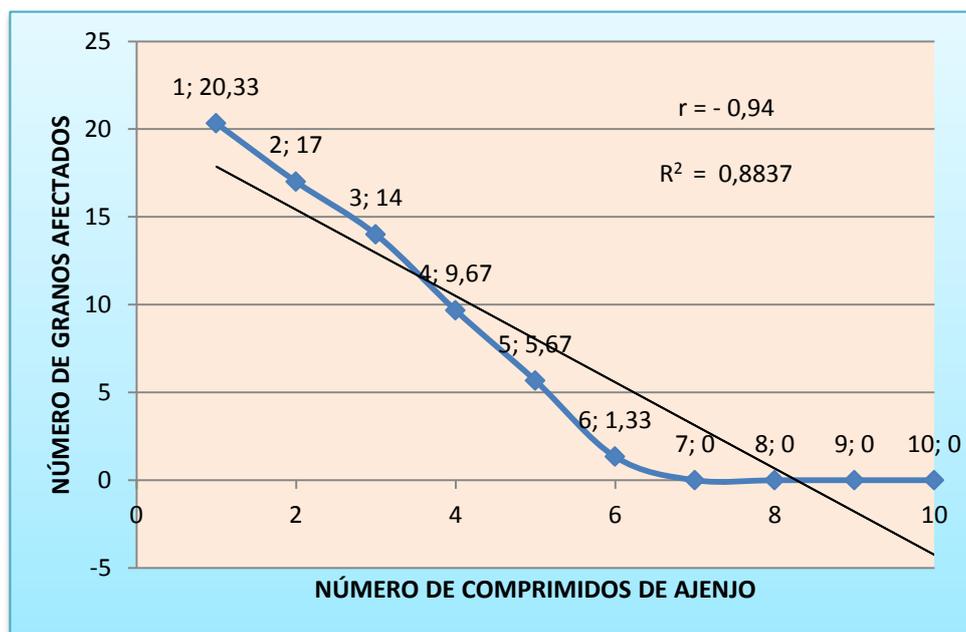
La ventaja de utilizar sustancias químicas de síntesis orgánica como los comprimidos de romero y ajeno vs sustancias químicas sintéticas como la fosfamina, va relacionada con los efectos a la salud de los productores, comerciantes y consumidores de los granos almacenados como el chulpi, produciendo en el caso de la fosfamina intoxicaciones y problemas de salud, ya que este producto es un organofosforado de categoría toxicológica 1a correspondiente a altamente tóxico.

Aunque la degradación en el ambiente de los productos organofosforados es variable y en el mayor de los casos es alta, sin embargo estos productos son altamente tóxicos con una dosis letal  $<20$  y además son bioacumulables, en cambio los productos con sustancias químicas de síntesis orgánica como son los comprimidos de plantas con propiedades insecticidas, son de fácil degradación y la toxicidad es reducida, necesitando dosis altas para causar mortalidad en ratones de 4500mg de tuyoona por kilogramo de peso para causar la muerte.

### **7.3. Correlación entre las variables número de gorgojos muertos y número de granos infestados en los tratamientos con comprimidos elaborados con plantas con propiedades insecticidas.**

Con el fin de determinar la intensidad con qué se encuentran relacionados los tratamientos en estudio con los datos originales utilizados para obtener las dos variables que fueron analizadas porcentaje de granos afectados y porcentaje de gorgojos muertos, se determinó el coeficiente de correlación lineal y el coeficiente de determinación para las siguientes relaciones.

## Número de comprimidos de ajeno – Número de granos afectados (gráfico 2)

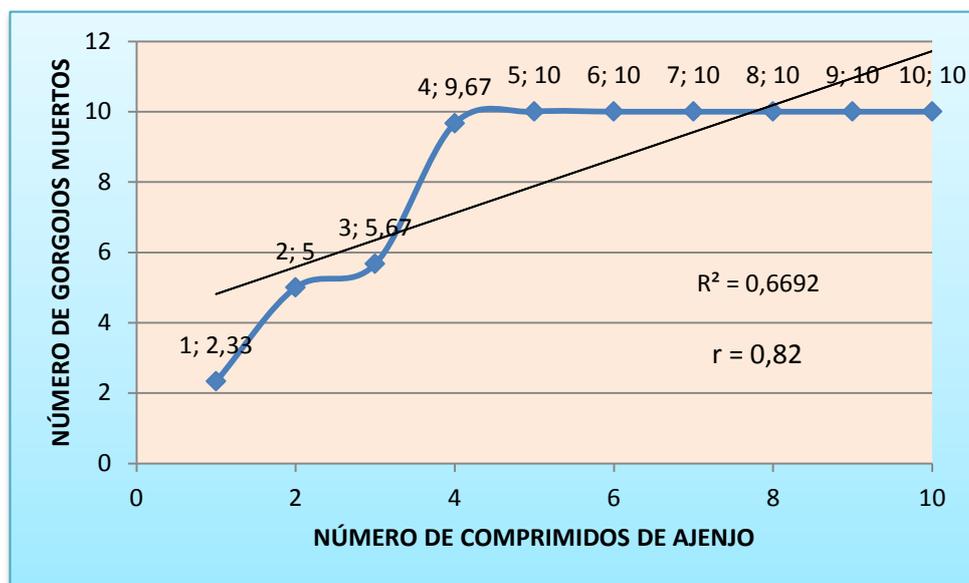


Fuente: La investigación.

Elaborado por: El autor.

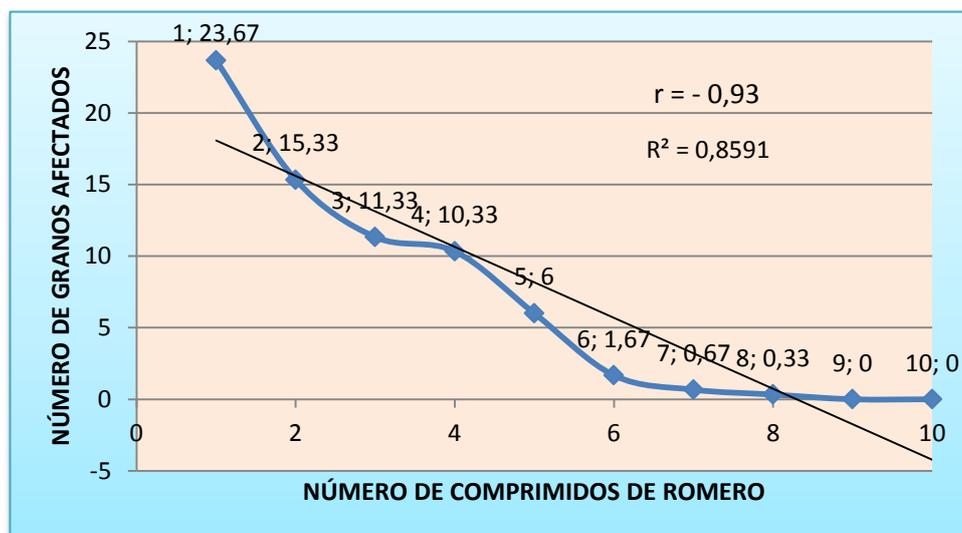
**GRÁFICO 2.** Coeficiente de correlación, coeficiente de determinación y línea de tendencia lineal, entre número de granos infestados y número de comprimidos elaborados con la especie vegetal ajeno en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

Número de comprimidos de ajeno – Número de gorgojos muertos (gráfico 3)



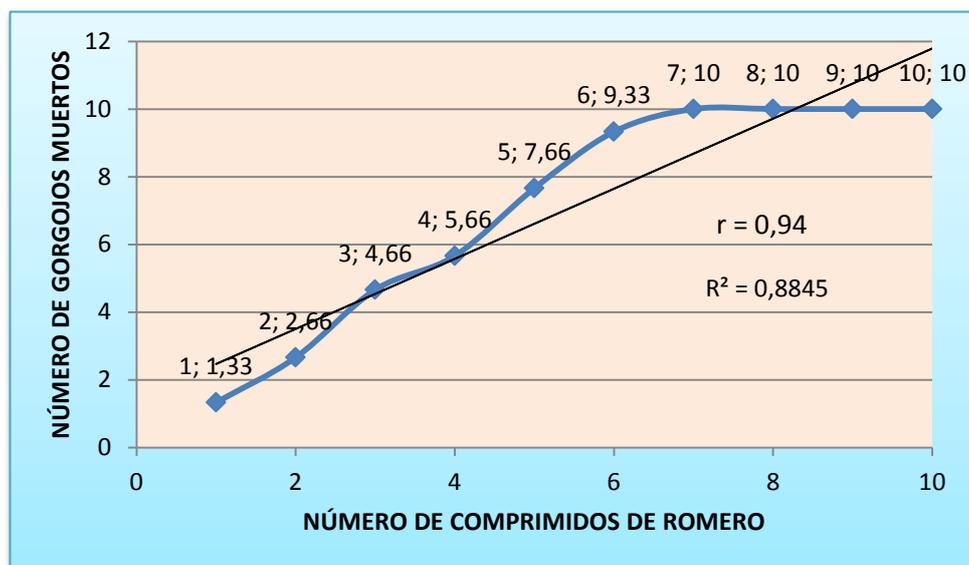
**GRÁFICO 3.** Coeficiente de correlación, coeficiente de determinación y línea de tendencia lineal, entre número de gorgojos muertos y número de comprimidos elaborados con la especie vegetal ajeno en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

Número de comprimidos de romero – Número de granos afectados (gráfico 4)



**GRÁFICO 4** Coeficiente de correlación, coeficiente de determinación y línea de tendencia lineal, entre número de granos afectados y número de comprimidos elaborados con la especie vegetal romero en la investigación destinada a evaluar, el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajenojo “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

Número de comprimidos de Romero – Número de gorgojos muertos (gráfico 5)



**GRÁFICO 5.** Coeficiente de correlación, coeficiente de determinación y línea de tendencia lineal, entre número de gorgojos de muertos y número de comprimidos elaborados con la especie vegetal romero en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

El cuadro 12 muestra los valores del coeficiente de correlación lineal, para las diferentes variables correlacionadas.

**CUADRO 12.** Coeficientes de correlación lineal para las diferentes variables correlacionadas en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajenojo “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

Variables	Número de comprimidos de Ajenojo	Número de comprimidos de Romero
Número de granos afectados	-0,94	-0,93
Número de gorgojos muertos	0,82	0,94

En términos generales los coeficientes de correlación lineal para las diferentes variables correlacionadas se alejan del valor de cero (0), siendo muy próximos a +1 los directamente proporcionales como número de comprimidos y gorgojos muertos y a -1 los inversamente proporcionales como número de comprimidos y granos afectados. Esto determina que hay una estrecha relación entre el número de comprimidos de las dos especies vegetales con el número de granos afectados y con el número de gorgojos muertos.

Con seguridad los coeficientes de correlación lineal ( $r$ ) hubiesen sido mayores si las curvas de tendencia descritas entre las diferentes variables analizadas mantenían sus pendientes mientras se iban incrementando el número de comprimidos, pero como se observa en los distintos gráficos, al llegar a los 7 comprimidos de ajenojo y a los 9 comprimidos de romero la curvas cambian de sentido presentado pendientes de cero (0), debido a que las variables dependientes han logrado su máximo valor, 0% para número de granos afectados y 100% para número de gorgojos muertos, situación que se mantiene para 7, 8, 9 y 10 comprimidos de romero y de igual manera se mantiene para 5, 6, 7, 8, 9 y 10 comprimidos de ajenojo.

El cuadro 13 muestra los valores del coeficiente de determinación, para las diferentes variables donde se mide la proporción de la variación de las variables dependientes con relación a las variables independientes.

**CUADRO 13.** Coeficientes de determinación para las diferentes variables correlacionadas en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajenojo “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

Variables	Número de comprimidos de Ajenojo	Número de comprimidos de Romero
Porcentaje de granos afectados	88,37%	85,91%
Porcentaje de gorgojos muertos	66,92%	88,45%

El coeficiente de determinación obtenido nos indica que el 88,37% y el 85,91%, del cambio en la variable porcentaje de granos afectados es producto de la aplicación de las diferentes dosis de comprimidos de ajenojo y romero respectivamente.

El coeficiente de determinación obtenido nos indica que el 66,92% y el 88,45%, del cambio en la variable porcentaje de gorgojos muertos es producto de la aplicación de las diferentes dosis de comprimidos de ajenojo y romero respectivamente.

#### **7.4. Análisis marginal beneficio neto.**

El cuadro 14, muestra el cálculo de los beneficios netos de los tratamientos analizados.

**CUADRO 14.** Calculo de los beneficios netos de los tratamientos analizados en el estudio destinado a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

Tecnología	Nº de comprimidos	Aplicaciones	Rendimiento promedio	Rendimiento ajustado	Beneficios brutos en campo	Costo del comprimido	Costo de la aplicación en cada envase	Costos totales que varían	Beneficio neto
		Nº	g/454,54g	g/454,54g	comprimido/454,54g			costo total de la aplicación/454,54g	comprimido/454,54g
Tratamientos	<i>F</i>		<i>R</i>	$Ra = 0,95 (R)$	$IT = Py (Ra)$			$CqV = Costo Fert + Costo aplicación$	$BN = IT - CqV$
ST22	0	0	442,14	420,03	83,17	0,00	0,00	0,00	83,17
CA1	1	1	449,64	427,16	84,58	0,05	0,01	0,06	84,52
CA2	2	1	450,34	427,82	84,71	0,05	0,02	0,07	84,64
CA3	3	1	451,04	428,49	84,84	0,05	0,03	0,08	84,76
CA4	4	1	452,04	429,44	85,03	0,05	0,04	0,09	84,94
CA5	5	1	453,14	430,48	85,24	0,05	0,05	0,10	85,14
CA6	6	1	454,34	431,62	85,46	0,05	0,06	0,11	85,35
CA7	7	1	454,54	431,81	85,50	0,05	0,07	0,12	85,38
CA8	8	1	454,54	431,81	85,50	0,05	0,08	0,13	85,37
CA9	9	1	454,54	431,81	85,50	0,05	0,09	0,14	85,36
CA10	10	1	454,54	431,81	85,50	0,05	0,10	0,15	85,35
CR11	1	1	448,24	425,83	84,31	0,05	0,01	0,06	84,25
CR12	2	1	450,84	428,30	84,80	0,05	0,02	0,07	84,73
CR13	3	1	451,84	429,25	84,99	0,05	0,03	0,08	84,91
CR14	4	1	452,24	429,63	85,07	0,05	0,04	0,09	84,98
CR15	5	1	453,14	430,48	85,24	0,05	0,05	0,10	85,14
CR16	6	1	454,24	431,53	85,44	0,05	0,06	0,11	85,33
CR17	7	1	454,53	431,80	85,50	0,05	0,07	0,12	85,38
CR18	8	1	454,54	431,81	85,50	0,05	0,08	0,13	85,37
CR19	9	1	454,54	454,54	90,00	0,05	0,09	0,14	89,86
CR20	10	1	454,54	454,54	90,00	0,05	0,10	0,15	89,85
CF21	1	1	424,44	424,44	84,04	0,50	0,50	0,50	83,54

Fuente: La investigación.

Elaborado por: El autor.

En el cuadro 15 se indica el análisis de dominancia exclusivamente para los tratamientos con comprimidos de ajeno, en donde se puede observar los tratamientos que han sido dominados y por lo tanto se los ha excluido.

El análisis de dominancia se lo realizó únicamente para los tratamientos en los cuales fue efectivo el control de la plaga, siendo determinante que para la venta el grano debe estar completamente libre de plaga y si está libre de plaga por ende no existirá daño mecánico, lo que ayudaría a mejorar la venta no afectando al precio del grano, es así que desde el tratamiento 5, (CA5) con 5 comprimidos de ajeno, el porcentaje de mortalidad fue del 100%.

<b>Tecnología</b>	<b>Costos totales que varían</b>	<b>Beneficio neto</b>	<b>Dominancia</b>
ST22: testigo	0,00	83,168	ND
CA5	0,10	85,137	ND
CA6	0,11	85,352	ND
CA7	0,12	85,380	ND
CA8	0,13	85,370	Dominado
CA9	0,14	85,360	Dominado
CA10	0,15	85,350	Dominado
CF21	0,50	83,540	Dominado

Fuente: La investigación.  
Elaborado por: El autor.

**CUADRO 15.** Análisis de dominancia para los tratamientos con romero en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

En el cuadro 16 se indica el análisis de dominancia exclusivamente para los tratamientos con comprimidos de romero, en donde se puede observar los tratamientos que han sido dominados y por lo tanto se los ha excluido.

El análisis de dominancia se lo realizó únicamente para los tratamientos en los cuales fue efectivo el control de la plaga, siendo determinante que para la venta el grano debe estar completamente libre de plaga y si está libre de plaga por ende no existirá daño mecánico, lo que ayudaría a mejorar la venta no afectando al precio del grano, es así que desde el tratamiento 17, (CR17) con 7 comprimidos de ajeno, el porcentaje de mortalidad fue del 100%.

Tecnología	Costos totales que varían	Beneficio neto	Dominancia
ST22	0	83,168	ND
CR17	0,12	85,378	ND
CR18	0,13	85,370	Dominado
CR19	0,14	89,860	Dominado
CR20	0,15	89,850	Dominado
CF21	0,5	83,540	Dominado

Fuente: La investigación.

Elaborado por: El autor.

**CUADRO 16.** Tasa de retorno marginal para los tratamientos con ajeno en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

Como se indica en el cuadro 17 la mayor tasa de retorno marginal fue del 2157%, este porcentaje fue registrado en el tratamiento en donde se aplicó 6 comprimidos de ajeno (CA6) en 454,54 g de chulpi obteniendo un rendimiento de 454,34g/454,54g de chulpi colocado inicialmente.

**CUADRO 17.** Tasa de retorno marginal en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

Tecnología	Costos totales que varían		Beneficios netos	Tasa de retorno marginal	
	costo total de la aplicación/454,54g	Dólares/cambio	Dólares/45,45 kg	Dólares/cambio	%
		$\Delta = CqV2 - CqV1$		$\Delta = BN2-BN1$	$(BN2-BN1)/(CqV2-CqV1)$
ST22: testigo	0,00	0,000	83,17	-	-
CA5	0,10	0,100	85,14	1,97	1969%
CA6	0,11	0,010	85,35	0,22	2157%
CA7	0,12	0,010	85,38	0,03	276%

Fuente: La investigación.

Elaborado por: El autor.

La mayor tasa de retorno marginal como se indica en el cuadro 18, según el análisis realizado donde se aplicó comprimidos de romero fue del 1641%, se registró en el tratamiento en donde se aplicó 7 comprimidos de romero (CR17) en 454,54 g de chulpi obteniendo un rendimiento de 454,53g/454,54g de chulpi colocado inicialmente.

**CUADRO 18.** Tasa de retorno marginal para los tratamientos con romero en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajenojo “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

Tecnología	Costos totales que varían		Beneficios netos	Tasa de retorno marginal	
	costo total de la aplicación/454,54g	Dólares/cambio	Dólares/44,45 kg	Dólares/cambio	%
		$\Delta = CqV2 - CqV1$		$\Delta = BN2 - BN1$	$(BN2 - BN1) / (CqV2 - CqV1)$
ST22: testigo	0,00	0,000	83,17	-	-
CR17	0,12	0,120	85,14	1,97	1641%

Fuente: La investigación.

Elaborado por: El autor.

### 7.5. Propiedades organolépticas de granos tratados con comprimidos de Ajenojo.

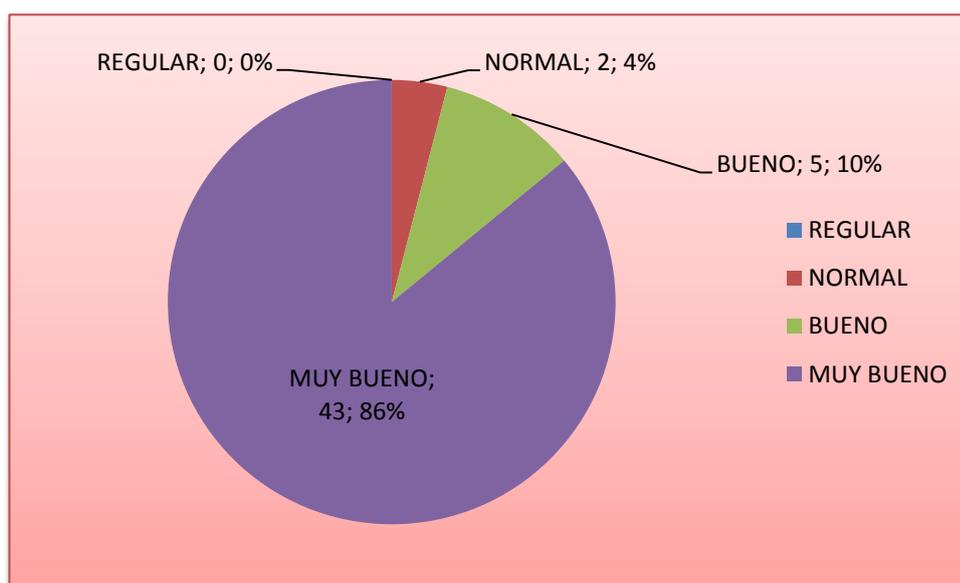
El cuadro 19 y el gráfico 6, muestran las calificaciones para la propiedad organoléptica olor de los granos tratados con comprimidos de ajenojo que fue realizada por un total de 5 panelistas.

Se obtuvo una buena aceptación por medio del panel de degustación, en donde se realizó el análisis basado en todos los tratamientos, obteniendo 43 resultados de 50 para “MUY BUENO” dando así un porcentaje de 86%, lo que indicó que en la mayoría de los tratamientos evaluados no fueron afectados en la propiedad organoléptica olor del grano tratado.

**CUADRO 19.** Numero de resultados para cada calificación de la propiedad organoléptica olor, del total de los tratamientos con ajeno, en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

DESCRIPCION	NUMERO DE RESULTADOS PARA CADA CALIFICACION.
REGULAR	0
NORMAL	2
BUENO	5
MUY BUENO	43

Fuente: La investigación.  
Elaborado por: El autor.



Fuente: La investigación.  
Elaborado por: El autor.

**GRÁFICO 6.** Porcentaje de resultados obtenidos, donde se evaluó la propiedad organoléptica olor, del total de los tratamientos con ajeno, en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

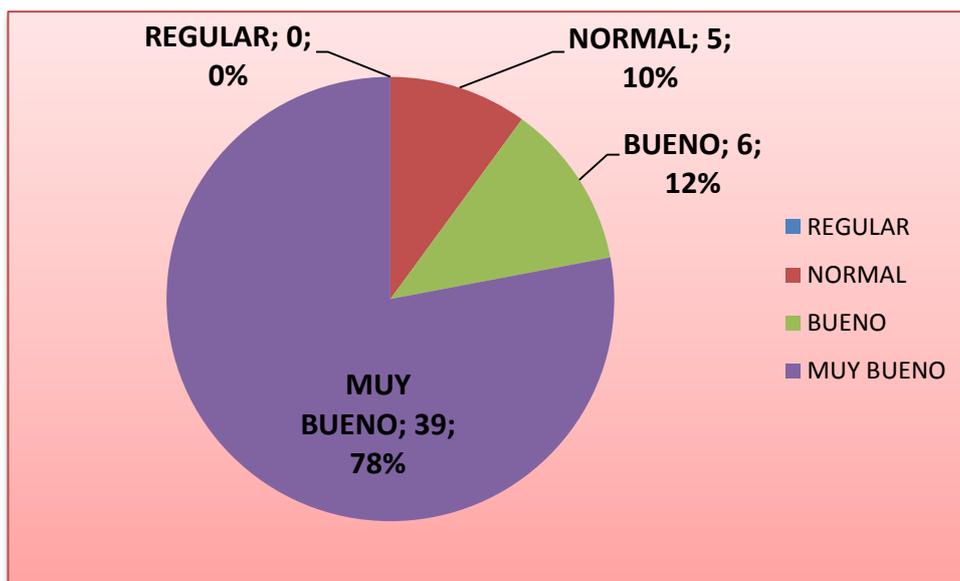
El cuadro 20 y el gráfico 7 indican la calificación obtenida mediante un panel de degustación, para determinar la propiedad organoléptica sabor en todos los tratamientos con comprimidos de ajeno, se la realizo con una total de 5 panelistas.

En la evaluación por medio de panelistas en donde se determinó el sabor del chulpi, por medio de la degustación, de un total de 50 resultados obtenidos de todos los tratamientos, 39 de estos resultados fueron para “MUY BUENO” por lo tanto el 78% de los resultados indicaron que la propiedad organoléptica sabor del grano tratado no fue afectado teniendo una buena aceptabilidad.

**CUADRO 20.** Numero de resultados para cada calificación de la propiedad organoléptica (sabor), del total de los tratamientos con ajeno, en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

DESCRIPCION	NUMERO DE RESULTADOS PARA CADA CALIFICACION.
REGULAR	0
NORMAL	5
BUENO	6
MUY BUENO	39

Fuente: La investigación.  
Elaborado por: El autor.



Fuente: La investigación.  
Elaborado por: El autor.

**GRÁFICO 7.** Porcentaje de resultados obtenidos, donde se evaluó la propiedad organoléptica (sabor), del total de los tratamientos con ajenojo, en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajenojo “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

#### **7.6. Propiedades organolépticas de los granos tratados con comprimidos de romero.**

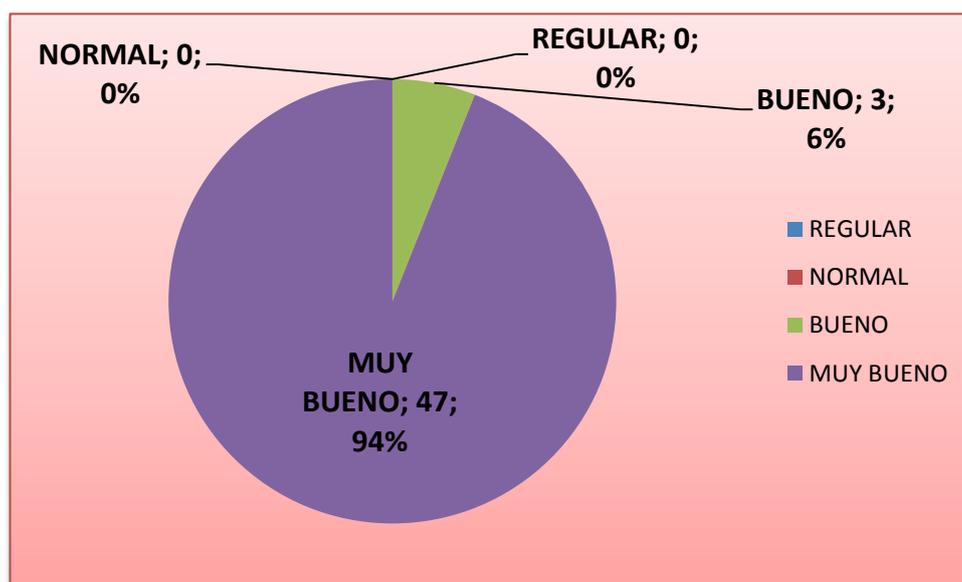
El cuadro 21 y el gráfico 8 muestran la calificación de la propiedad organoléptica olor, obtenidas por medio de 5 panelistas que degustaron el grano con los tratamientos propuestos.

Para La valoración de la propiedad organoléptica (olor) se obtuvo 47 resultados como “MUY BUENO” resultando en un 94%, lo que indica que en los tratamientos en donde se probó las propiedades insecticidas del romero, el grano tratado es muy aceptable por medio de los panelistas, resultando que las características de chulpi no fueron afectadas.

**CUADRO 21.** Numero de resultados para cada calificación de la propiedad organoléptica (olor), del total de los tratamientos con romero, en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajenojo “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

DESCRIPCION	NUMERO DE RESULTADOS PARA CADA CALIFICACION.
REGULAR	0
NORMAL	0
BUENO	3
MUY BUENO	47

Fuente: La investigación.  
Elaborado por: El autor.



Fuente: La investigación.  
Elaborado por: El autor.

**GRÁFICO 8.** Porcentaje de resultados obtenidos, donde se evaluó la propiedad organoléptica (olor), del total de los tratamientos con romero, en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajenojo “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

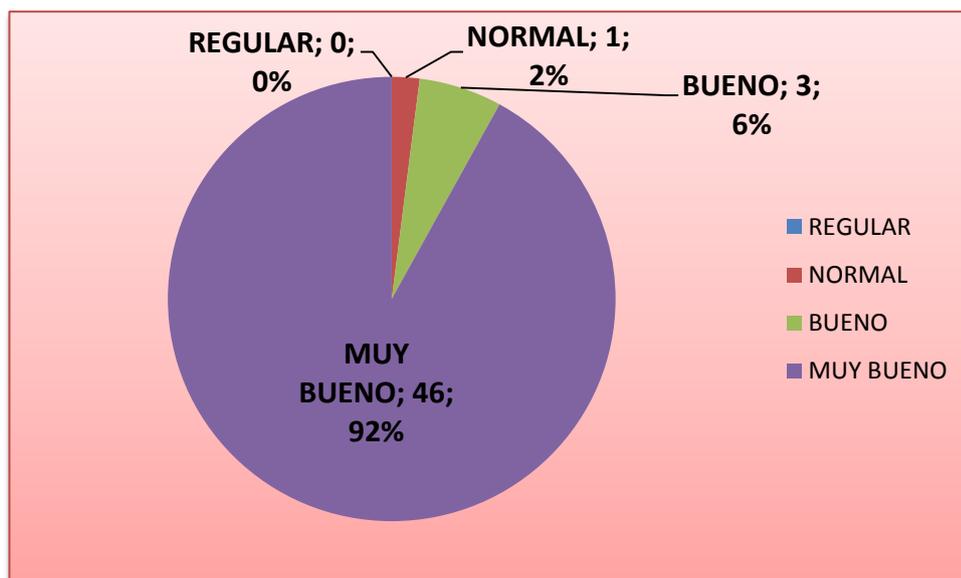
El cuadro 22 y el gráfico 9, presentan la calificación obtenida en el panel de degustación para la propiedad organoléptica sabor, obtenidas por medio de 5 panelistas que degustaron los granos con los tratamientos donde se aplicó comprimidos de romero.

Los resultados de la evaluación de las propiedades organolépticas, muestran con un total de 46 resultados para “MUY BUENO”, resultando un 92%, lo que indica que los tratamientos con comprimidos de ajeno no afectan el sabor de los granos.

**CUADRO 22.** Numero de resultados para cada calificación de la propiedad organoléptica (sabor), del total de los tratamientos con romero, en la investigación destinada a evaluar el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

<b>DESCRIPCION</b>	<b>NUMERO DE RESULTADOS PARA CADA CALIFICACION.</b>
REGULAR	0
NORMAL	1
BUENO	3
MUY BUENO	46

Fuente: La investigación.  
Elaborado por: El autor.



Fuente: La investigación.  
Elaborado por: El autor.

**GRÁFICO 9.** Porcentaje de resultados obtenidos, donde se evaluó la propiedad organoléptica sabor, en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

## **8. CONCLUSIONES**

Los mejores resultados para la variable porcentaje de gorgojos muertos se obtuvieron aplicando 5, 6, 7, 8, 9 y 10 comprimidos de ajeno con concentraciones de 2500, 3000, 3500, 4000, 4500 y 5000mg de tuyona respectivamente. En el caso de los comprimidos de romero los mejores resultados se obtuvieron aplicando 7, 8, 9 y 10 comprimidos con concentraciones de 3000, 3500, 4000, 4500 y 5000mg de tuyona respectivamente.

Los mejores resultados para la variable porcentaje de granos infestados se obtuvieron aplicando 7, 8, 9 y 10 comprimidos de ajeno con concentraciones de 3500, 4000, 4500 y 5000mg de tuyona respectivamente. En el caso de los comprimidos de romero los mejores resultados se obtuvieron aplicando 9 y 10 comprimidos con concentraciones 4500 y 5000mg de tuyona respectivamente.

La utilización de los comprimidos de las plantas con propiedades insecticidas estudiadas no produjeron efectos en las propiedades organolépticas del chulpi tratado.

Los coeficientes de correlación lineal para las diferentes variables correlacionadas se alejaron del valor de cero (0), lo que nos indicó que hay una estrecha relación entre el número de comprimidos de las dos especies vegetales con el número de granos afectados y con el número de gorgojos muertos.

El coeficiente de determinación obtenido en la correlación entre las variables porcentaje de granos afectados y número de comprimidos, nos indicó una alta confiabilidad de que la variación de los resultados son producto de la aplicación de diferente número de comprimidos de ajeno y romero.

El coeficiente de determinación obtenido en la correlación entre las variables porcentaje de gorgojos muertos y número de comprimidos, nos indicó una alta confiabilidad de que la variación de los resultados son producto de la aplicación de diferente número de comprimidos de ajeno y romero.

En función del análisis marginal beneficio neto se concluye que el mejor tratamiento es el tratamiento (CA6) con 6 comprimidos de ajenjo con una dosis de 3000mg de concentración de tuyona por cada 454,54g de chulpi, ya que presenta la mayor tasa de retorno marginal.

## 9. RECOMENDACIONES

En la aplicación de distintas dosis de comprimidos elaborados a base de plantas de romero y ajeno las cuales tienen propiedades insecticidas, donde se evaluó el porcentaje de gorgojos muertos, se recomienda aplicar 5 comprimidos de ajeno y 7 comprimidos de romero, ya que desde estas dosis se obtuvo un 100% de mortalidad tanto para ajeno como para romero, sin necesidad de aplicar dosis más altas por motivos de costos.

En la aplicación de distintas dosis de comprimidos elaborados a base de plantas de romero y ajeno las cuales tienen propiedades insecticidas, donde se evaluó el porcentaje de granos infestados, se recomienda aplicar 7 comprimidos de ajeno y 9 comprimidos de romero, ya que desde estas dosis se obtuvo un 0% de granos infestados tanto para ajeno como para romero, sin necesidad de aplicar dosis más altas por motivos de costos.

Se podría realizar investigaciones con los tratamientos donde las concentraciones de tuyona fueron efectivas, pero con más cantidad de chulpi.

Se podría realizar investigaciones utilizando comprimidos de ajeno y romero, con una cantidad mayor de chulpi y de igual manera más gorgojos para conocer la eficacia de los comprimidos.

La realización de la investigación a base de comprimidos con plantas que poseen propiedades insecticidas dio resultados positivos, por lo que se recomienda realizar investigaciones aplicando ajeno y romero en otras presentaciones, como polvo, en granos que son almacenados.

Se recomienda realizar investigaciones utilizando las dosis que resultaron efectivas en el experimento pero con diferentes semillas como maíz dulce (*Zea mays*), maíz duro “morochillo” (*Miconia theazans*) y morocho (*Zea mays indurada*) que son los granos más afectados por la misma plaga que es el gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*).

## 10. RESUMEN

En nuestro país está muy difundido el consumo de granos secos en diferentes formas, preparaciones y presentaciones. Uno de ellos y que es parte de la dieta del común de la población es el chulpi que acompañado de chochos es parte de la dieta de un alto porcentaje de la población. Sin embargo existen factores que afectan a los granos cuando estos se encuentran almacenados para su distribución como el gorgojo del maíz que es el responsable de que los granos disminuyan su calidad y pierdan su valor comercial afectando a la economía de los productores y comerciantes.

En la actualidad para el control de esta plaga habitualmente se está utilizando el control químico con fosfamina que es un pesticida organofosforado cuya venta está prohibida debido a su clasificación 1a, su banda es de color rojo extremadamente tóxico a que afecta a la salud y al medio ambiente, este es usado indiscriminadamente por todas las personas dedicadas a la comercialización de granos. Se realizó encuestas a 15 comerciantes en la zona de estudio y se obtuvo en los resultados que el 100% de personas dedicadas a la compra y comercialización de granos usan insecticidas organofosforados, colocando un promedio de 4 pastillas por quintal, es por eso que se propuso un “Control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “santa maría” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito - Ecuador 2012”. Con un total de 22 tratamientos para evaluar la eficacia de las dosis aplicada en cada tratamiento.

Los beneficios de realizar un control orgánico a base plantas con propiedades insecticidas es que no se afectaría a la salud, no afectaría al medio ambiente, la rápida degradación ambiental y en especial se aprovecharía los recursos naturales con propiedades insecticidas.

las variables propuestas que fueron porcentaje de gorgojos muertos, porcentaje de granos infestados y determinación de las propiedades organolépticas (olor y sabor) para el tratamiento con comprimidos de ajeno y con comprimidos de romero las mismas que fueron evaluadas mediante observación y conteo que se realizó cada 7 días durante un periodo de 2 meses y 1 semana con un total de 9 mediciones tomadas, para cada tratamiento que consto de 3 repeticiones se realizó el conteo de

granos que contenía cada libra de chulpi para poder obtener el porcentaje de granos infestados y el porcentaje de granos sanos.

Esta investigación se realizó desde el 27 de agosto al 29 de octubre del 2012. Los tratamientos que se empleó fueron: aplicando 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 comprimidos de ajeno en 454,54g de chulpi con una concentración de tuyona por tratamiento de 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500 y 5000mg respectivamente, para la descripción que contenía ajeno se utilizó (CA). Para identificar a los tratamientos con romero se utilizó (CR) en estos tratamientos se aplicó 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 comprimidos de romero con una concentración de tuyona por tratamiento de 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500 y 5000mg en 454,54g de chulpi respectivamente, se realizó un tratamiento en donde se aplicó 1 pastilla de fosfamina con la descripción (CF) para realizar comparaciones con los tratamientos con plantas que poseen propiedades insecticidas y se utilizó un testigo en el que no se aplicó ningún tratamiento con la descripción (ST).

Según las variables establecidas para evaluar las propiedades insecticidas de las plantas utilizadas en el experimento, se obtuvo 0% de granos infestados para ajeno en el tratamiento con 7, 8, 9 y 10 comprimidos. Para romero el tratamiento con 9 y 10 comprimidos resultó en 0% de granos infestados, por lo que no haría falta suministrar más de 7 comprimidos de ajeno y 9 comprimidos de romero.

En la investigación donde se evaluó a los comprimidos de ajeno, la mayor tasa de retorno marginal fue del (1641%), se obtiene aplicando 7 comprimidos de romero/454,54g. Con el que se obtuvo 454,53g/454,54g de producto.

Para la investigación donde se evaluó a los comprimidos de ajeno, la mayor tasa de retorno marginal fue del (2157%), se obtiene aplicando 6 comprimidos de ajeno/454,54g. Con el que se obtuvo 454,34 g/454,54g de producto

El comportamiento de los tratamientos aplicados con diferentes números de comprimidos elaborados a base de plantas con propiedades insecticidas, fue completamente distinto. Se obtuvieron resultados de mortalidad del 100% aplicando desde 5 comprimidos de ajeno y 7 comprimidos de romero en 454,54g de chulpi,

por lo que no haría falta suministrar dosis más altas en ningunas de las dos especies vegetales.

En los resultados obtenidos en el conteo de gorgojos muertos resulto que a más alta dosis con respecto al número de comprimidos es menor el porcentaje de granos infestados pero mayor el número de gorgojos muertos.

En las propiedades organolépticas del grano tratado no se presentó cambios, siendo aceptado sin manifestación alguna de que hubiese habido variabilidad en el olor y en especial en el sabor.

## 11. SUMMARY

In our country is widespread consumption of dry beans in different forms, preparations and presentations. One of them and that is part of the common diet of the population is accompanied cunt chulpi that is part of the diet of a large proportion of the population. However, there are factors affecting the grains when they are stored for distribution as maize weevil that is responsible for that decrease their quality grains and lose their commercial value affecting the economy of producers and traders.

Today for the control of this pest usually are using phosphine chemical control with an organophosphate pesticide that is banned from sale due to classification 1a, the red band is extremely toxic to affect the health and environmental environment, it is used indiscriminately for all persons engaged in the marketing of grain. We conducted surveys of 15 dealers in the study and obtained the results that 100% of people engaged in the purchase and marketing of grain used organophosphate insecticides, placing an average of 4 pills per quintal, which is why it was proposed a 'Organic Control maize weevil (*Sitophilus zeamais*) in chulpi stored seeds (*Zea mays var rugosa*) with wormwood "Santa Maria" (*Parthenium hysterophorus*) and rosemary (*Rosmarinus officinalis*). Quito - Ecuador 2012 ". With a total of 22 treatments to evaluate the efficacy of the applied dose for each treatment.

The benefits of making a plant-based organic control with insecticidal properties is not affect health, does not affect the environment, rapid environmental degradation in particular would take advantage of natural resources with insecticidal properties.

Proposals variables were dead weevils percentage, and percentage of infested grain determining the organoleptic (taste and odor) for the treatment of foreign tablets and the tablets rosemary which were evaluated by observing and counting was performed every 7 days during a period of 2 month and 1 week for a total of 9 measurements taken for each treatment group contained 3 replications were counted each containing grain chulpi pound to obtain the percentage of infested grain and the percentage healthy grain.

This research was conducted from August 27 to October 29, 2012. The treatments

were employed: using 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10 tablets wormwood chulpi 454.54 g of a concentration of thujone by treating 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500 and 5000mg, respectively, for the description was used containing wormwood (CA). To identify treatments used rosemary (CR) was used in these treatments 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10 tablets with a concentration of rosemary thujone by treating 500, 1000 , 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500 and 5000mg in chulpi 454.54 g respectively, were performed where treatment was applied 1 tablet with the description phosphine (CF) for comparison with plants treatments possessing insecticidal properties and used a control in which no treatment was not applied to the description (ST).

According to the variables set to evaluate the insecticidal properties of the plants used in the experiment was obtained from infested grain 0% to outside the treatment with 7, 8, 9 and 10 tablets. For treatment rosemary 9 and 10 resulted in tablets of infested grain 0%, so it would not need to supply more than 7 and 9 wormwood tablets tablets of rosemary.

In research which evaluated the tablets of absinthe, the highest rate was marginal return (1641%), is given seven tablets rosemary/454,54g. With the was obtained 454.53g/454,54 of product.

For research which evaluated the tablets of absinthe, the highest rate was marginal return (2157%), is obtained by applying 6 tablets of wormwood/454, 54g. With 454.34 g/454 was obtained, 54g Product

The behavior of the treatments applied with different numbers of tablets prepared from plants with insecticidal properties, was completely different. Results were obtained by applying 100% mortality from 5 tablets 7 tablets wormwood and rosemary chulpi 454.54 g, so we would not need higher doses provide none of the two plant species.

In the results of counting dead weevils that resulted highest dose to the number of pills is less than the percentage of infested grain but increased the number of dead beetles.

In the organoleptic properties of treated grain did not show changes being accepted without representation that had been variability in the smell and especially taste.

## 12. BIBLIOGRAFÍA.

ANAYA, A. L. y otros. *Relaciones químicas entre organismos: Aspectos básicos y perspectivas de su aplicación.*, Plaza y Valdes S.A. Mexico, 2001.

BERDONCES, J. L. *Gran enciclopedia de las plantas medicinales* (1 ed.). Oceano. Barcelona, 2004.

BERDONCES, J. L. *Gran enciclopedia de las plantas medicinales* (2a ed.). Oceano. Barcelona, 2004.

CHIEJ, R. *Guía de plantas medicinales* (2a edición ed.). (M. S. Vallespinos, Trad.). Grijalbo Barcelona, 1983.

Edifarm. (2010). *Vademécum Agrícola Ecuador*. Ecuador.

HARBORNE, J. B. & Turner, B. L. *Plant chemosystematics*, Academic Press, London, U.K., 1984.

LAGUNES, T. A. *Extractos, polvos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia*. las Antillas. Mexico, 1994.

MENENDEZ, F. *Higiene industrial "Manual para la formación del especialista"* (9a edición ed.). Lex Nova S.A. Valladolid, 2009.

MOGGI, G. & GIUGNOLINI, L. *Guía de flores de balcón y de jardín*. (M. S. Vallespinos, Trad.). Grijalbo. Barcelona, España, 1984.

MUÑOZ, F. *Plantas medicinales y aromáticas* (3ra. ed., Vol. 3). Mundi Prensa. Barcelona, España, 2000.

ORRIGI, L. A. *Recursos Naturales* (2a edición ed.). EUED Costa Rica, 1993.

GARCIA, L. S; Espinoza, C. & Bergvinson, D. J. *Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternas para su manejo y control*. El Batán. Mexico, 2007.

FUSTER, V. R. R. *Aterosclerosis y Enfermedad Arterial Coronaria*. REVERTE S.A. Barcelona, 1982.

WENDELBERGER, E. (1981). *Pequeña guía de las plantas medicinales*. Omega S.A. Barcelona, 1982.

## **Páginas electrónicas.**

BAYER. (2003). Recuperado el 15 de Febrero de 2013, de [http://www.pestcontrol-expert.com/bayer/cropscience/bespestcontrol.nsf/id/16E25184A743BDEAC125798400560632/\\$file/FICHA%20GORGOJO%20DEL%20TRIGO.pdf](http://www.pestcontrol-expert.com/bayer/cropscience/bespestcontrol.nsf/id/16E25184A743BDEAC125798400560632/$file/FICHA%20GORGOJO%20DEL%20TRIGO.pdf)

Bioquímica ambiental. (s.f.). *Acetilcolinesterasa*. Recuperado el 5 de Marzo de 2013, de Acetilcolinesterasa: [http://www2.uah.es/tejedor\\_bio/bioquimica\\_ambiental/tema12/tema%2012-acetilcolinesterasa.htm](http://www2.uah.es/tejedor_bio/bioquimica_ambiental/tema12/tema%2012-acetilcolinesterasa.htm)

Botanical On line. (9 de Enero de 2013). Recuperado el 12 de Febrero de 2013, de <http://www.botanical-online.com/medicinalesflavonoides.htm>

Botanical online. (21 de Marzo de 2012). *El mundo de las plantas*. Recuperado el 24 de Octubre de 2012, de El mundo de las plantas: <http://www.botanical-online.com/romero.html>

Consejo Nacional de Investigaciones. (2011). *CONICET*. Recuperado el 7 de Febrero de 2013, de CONICET: [http://www.conicet.gov.ar/new\\_scp/detalle.php?keywords=&id=21374&congresos=yes&detalles=yes&congr\\_id=1305496](http://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=&id=21374&congresos=yes&detalles=yes&congr_id=1305496)

Dermatitis en contacto. (27 de Octubre de 2007). *Dermatitis en contacto*. Recuperado el 1 de Marzo de 2013, de Dermatitis en contacto: <http://dermatitisdecontacto.blogspot.com/2007/10/lactonas-sesquiterpenicas-terpenos.html>

ECURED. (18 de Febrero de 2013). *Fosfina*. Recuperado el 20 de Febrero de 2013, de Fosfina: <http://www.ecured.cu/index.php/Fosfina>

El ergonomista. (2012). *Organofosforado*. Recuperado el 5 de Marzo de 2013, de Organofosforado: <http://www.elergonomista.com/saludpublica/organo.htm>

EXTERTRONIC S.A. (s.f.). Recuperado el 28 de Febrero de 2013, de <http://www.extertronic.com/eliminar-plagas-alimentacion.htm>

FAO. (20 de julio de 1983). *Deposito de documentos de la FAO*. Recuperado el 8 de Febrero de 2013, de Deposito de documentos de la FAO: <http://www.fao.org/docrep/X5030S/x5030S01.htm>

Fosfina. (s.f.). *Fosfina*. Recuperado el 13 de Febrero de 2013, de Fosfina: [http://www.ubp.edu.ar/todoambiente/templates/empresaambiente/tratamiento\\_de\\_residuos/gaseosos/fosfina.htm](http://www.ubp.edu.ar/todoambiente/templates/empresaambiente/tratamiento_de_residuos/gaseosos/fosfina.htm)

GONZALES, C. (2013). *Insecticidas organicos*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2012, de Insecticidas organicos: [http://www.ecovidaonline.com/Insecticidas\\_Organicos.html](http://www.ecovidaonline.com/Insecticidas_Organicos.html)

HERBOLARIA. (s.f.). *HERBOLARIA*. Recuperado el 2 de Marzo de 2013, de HERBOLARIA:

<http://prontuariodefarmacopea.blogspot.com/2012/07/felandreno.html>

IQB. (14 de Abril de 2009). *VADEMECUM*. Recuperado el 2 de Marzo de 2013, de VADEMECUM: <http://www.iqb.es/cbasicas/farma/farma04/n036.htm>

ITURRE, C. (28 de Noviembre de 2012). *Plaguicidas*. Recuperado el 7 de Febrero de 2013, de Plaguicidas: <http://plaguisidasbyctn.blogspot.com/2012/11/indice-introduccion.html>

LESLIE, B. L. (s.f.). *Scribd*. Recuperado el 26 de Febrero de 2013, de Scribd: <http://es.scribd.com/doc/81130823/Por-Que-Esta-Prohibido-El-Ajenjo>

MARTINEZ, A. (s.f.). *cricyt*. Recuperado el 4 de Febrero de 2013, de cricyt: <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Organofosf.htm>

PALANCAR, A. (13 de Octubre de 1998). *Rincon del vago*. Recuperado el 7 de febrero de 2013, de Rincon del vago:

<http://html.rincondelvago.com/almacenaje-de-granos.html>

Plantas medicinales. (s.f.). *Plantas medicinales*. Recuperado el 5 de Enero de 2013, de Plantas medicinales: <http://www.espiritugaia.com/Romero.htm>

Plantas para curar. (20 de Enero de 2012). *Plantas para cura*. Recuperado el 10 de Febrero de 2013, de Plantas para cura:

<http://www.plantasparacurar.com/cultivo-del-ajenjo/#>

Servicio de sanidad ambiental. (Enero de 2007). Recuperado el 7 de Enero de 2013, de <http://www.murciasalud.es/recursos/ficheros/138597-Fosfina.pdf>

WAIR, A. (17 de Mayo de 2001). *SEEV*. Recuperado el 9 de febrero de 2013, de SEEV: [http://www.cd3wd.com/cd3wd\\_40/hlthes/pc/m0035s/es/M0035S0W.HTM](http://www.cd3wd.com/cd3wd_40/hlthes/pc/m0035s/es/M0035S0W.HTM)

### 13.ANEXOS.

**ANEXO 1.** Cuadro con fechas para el número de granos infestados y número de gorgojos muertos en ajeno en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

N° Tratamiento	FECHA Septiembre - Octubre										TOTAL	PROMEDIO POR TRATAMIENTO	PROMEDIO DEL PORCENTAJE	FECHA Septiembre - Octubre										TOTAL	PROMEDIO	PROMEDIO DEL PORCENTAJE
	3	10	17	24	1	8	15	22	29	3				10	17	24	1	8	15	22	29					
CA1	0	0	7	0	2	5	1	4	0	19	20,33	1,07	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	2,33	23,33		
	0	3	6	2	0	0	5	3	1	20			0	0	0	0	0	0	0	1	1	2				
	0	0	0	8	3	0	7	4	0	22			0	0	0	0	0	0	0	1	1	2				
CA2	0	0	0	5	3	2	5	2	0	17	17,00	0,88	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	5	5,00	50,00	
	0	0	0	5	3	1	4	0	2	15			0	0	0	0	0	1	1	1	1	4				
	0	0	6	3	0	5	4	0	1	19			0	0	0	0	1	1	1	2	1	6				
CA3	0	0	0	0	5	0	3	3	2	13	14,00	0,76	0	0	0	0	1	1	1	1	2	6	5,67	56,67		
	0	0	0	5	3	4	0	2	0	14			0	0	0	0	1	1	1	1	1	5				
	0	0	0	0	6	4	3	1	1	15			0	0	0	0	1	1	1	2	1	6				
CA4	0	0	0	5	3	1	0	0		9	9,67	0,51	0	0	0	1	1	2	2	4		10	9,67	96,67		
	0	0	0	4	4	2	1	0	0	11			0	0	0	1	1	1	3	2	1	9				
	0	0	0	5	4	0	0			9			0	0	0	1	2	3	4			10				
CA5	0	0	0	0	4	1	0			5	5,67	0,43	0	0	1	2	3	3	1			10	10,00	100,00		
	0	0	0	5	3	0	1			9			0	1	1	1	2	2	3			10				
	0	0	0	0	0	3	0			3			0	0	2	2	2	3	1			10				
CA6	0	0	0	0	2	0				2	1,33	0,07	0	1	1	3	3	2				10	10,00	100,00		
	0	0	0	0	1					1			0	1	3	3	3					10				
	0	0	0	1	0	0				1			0	1	2	2	3	2				10				
CA7	0	0	0	0	0					0	0,00	0,00	1	1	2	2	4					10	10,00	100,00		
	0	0	0	0	0					0			0	2	3	4	1					10				
	0	0	0	0	0					0			0	3	3	3	1					10				
CA8	0	0	0	0						0	0,00	0,00	1	3	2	4						10	10,00	100,00		
	0	0	0	0						0			1	3	3	3						10				
	0	0	0	0						0			1	3	4	2						10				
CA9	0	0	0	0						0	0,00	0,00	2	4	4	4						10	10,00	100,00		
	0	0	0	0						0			2	3	4	1						10				
	0	0	0							0			3	3	4							10				
CA10	0	0								0	0,00	0,00	4	6								10	10,00	100,00		
	0	0								0			6	4								10				
	0	0								0			3	7								10				

Fuente: La investigación.

Elaborado por: El autor.

**ANEXO 2.** Cuadro con fechas para el número de granos infestados y numero de gorgojos muertos en romero en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajenojo “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

N° Tratamiento	ROMERO										TOTAL	PROMEDIO POR TRATAMIENTO	PROMEDIO DEL PORCENTAJE	ROMERO										TOTAL	PROMEDIO	PROMEDIO DEL PORCENTAJE
	FECHA Septiembre - Octubre													FECHA Septiembre - Octubre												
	3	10	17	24	1	8	15	22	29					3	10	17	24	1	8	15	22	29				
N° de Granos infestados													N° de Gorgojos muertos													
CR11	0	3	6	4	0	4	5	0	2	24	23,67	1,25	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1,33	13,33		
	0	0	7	1	5	3	0	4	3	23			0	0	0	0	0	0	0	0	1	1				
	0	0	6	3	5	1	6	3	0	24			0	0	0	0	0	0	0	0	2	2				
CR12	0	0	0	0	5	3	2	4	1	15	15,33	0,81	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	2,66	26,67	
	0	0	5	2	0	3	5	0	1	16			0	0	0	0	0	0	0	0	2	2				
	0	0	5	0	1	4	2	3	0	15			0	0	0	0	0	0	1	1	1	3				
CR13	0	0	0	6	3	1	0	3	1	10	11,33	0,59	0	0	0	0	0	1	1	1	2	5	4,66	46,67		
	0	0	0	0	6	3	2	0	2	11			0	0	0	0	0	0	1	1	2	4				
	0	0	0	4	0	6	3	1	0	13			0	0	0	0	1	1	1	1	2	6				
CR14	0	0	0	0	0	5	2	2	1	10	10,33	0,54	0	0	0	0	0	1	1	1	2	6	5,66	56,67		
	0	0	0	0	0	4	5	3	0	12			0	0	0	0	0	1	2	2	5					
	0	0	0	0	0	4	4	1	0	9			0	0	0	0	0	1	1	1	3	6				
CR15	0	0	0	0	0	0	4	2	0	6	6	0,32	0	0	0	0	0	1	1	2	3	7	7,66	76,67		
	0	0	0	0	0	0	2	3	0	5			0	0	0	0	1	1	2	2	2	8				
	0	0	0	0	0	0	3	3	1	7			0	0	0	0	1	1	1	2	3	8				
CR16	0	0	0	0	0	0	2	0		2	1,67	0,09	0	0	0	1	1	1	1	2	3	9	9,33	93,33		
	0	0	0	0	0	0	1	0		1			0	0	0	1	1	1	2	2	2	9				
	0	0	0	0	0	0	1	1		2			0	0	1	1	2	1	2	2	1	10				
CR17	0	0	0	0	0	1	0			1	0,67	0,03	0	1	1	2	2	3	1			10	10	100,00		
	0	0	0	0	1	0				1			0	1	1	2	3	3				10				
	0	0	0	0	0	0				0			0	1	2	2	3	2				10				
CR18	0	0	0	0	0					0	0,33	0,02	1	1	3	3	2					10	10	100,00		
	0	0	0	0	1					1			1	2	2	2	3					10				
	0	0	0	0	0					0			0	1	3	3	3					10				
CR19	0	0	0	0						0	0	0,00	1	4	3	2						10	10	100,00		
	0	0	0	0						0			2	3	4	1						10				
	0	0	0	0						0			2	4	3	1						10				
CR20	0	0	0							0	0	0,00	3	5	2							10	10	100,00		
	0	0	0							0			3	4	3							10				
	0	0	0							0			2	4	4							10				

Fuente: La investigación.

Elaborado por: El autor.

**ANEXO 3.** Cuadro con fechas para el número de granos infestados y número de gorgojos muertos con pastillas de fosfamina en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

		PASTILLAS DE FOSFAMINA																																	
N° Tratamiento	FECHA Septiembre - Octubre										TOTAL	PROMEDIO POR TRATAMIENTO	PROMEDIO DEL PORCENTAJE	FECHA Septiembre - Octubre										TOTAL	PROMEDIO	PROMEDIO DEL PORCENTAJE									
	3	10	17	24	1	8	15	22	29	3				10	17	24	1	8	15	22	29														
N° de Granos infestados										11	8	0,42	N° de Gorgojos muertos										10	10	100,00										
CF21	1	5	2	3									4	2	5	3										3	2	4	1						
	3	1																								2	5	3							
	0	4	4	1																						2	2	4	2						

Fuente: La investigación.

Elaborado por: El autor.

**ANEXO 4.** Cuadro con fechas para el número de granos infestados y número de gorgojos muertos para el tratamiento 22 el cual no contenía ningún tratamiento en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajenjo “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

SOLO CHULPI																										
N° Tratamiento	FECHA Septiembre - Octubre										TOTAL	PROMEDIO POR TRATAMIENTO	PROMEDIO DEL PORCENTAJE	FECHA Septiembre - Octubre										TOTAL	PROMEDIO	PROMEDIO DEL PORCENTAJE
	3	10	17	24	1	8	15	22	29	3				10	17	24	1	8	15	22	29					
N° de Granos infestados										N° de Gorgojos muertos																
ST22	8	4	5	6	3	7	4	5	8	50	48,67	2,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		
	7	3	4	7	5	7	3	5	6	47			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	7	4	6	4	7	5	4	6	6	49			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

Fuente: La investigación.

Elaborado por: El autor.

**ANEXO 5.** Modelo de la cartilla utilizado para las calificaciones de todos los tratamientos en el panel de degustación, para tratamientos con comprimidos de ajeno en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*). Quito – Ecuador 2012.

Calificar al chulpi en un rango de 1 al 4.

1: Regular.

2: Normal.

2: Bueno.

3: Muy bueno.

## **AJENJO**

**EVALUACIÓN DEL CHULPI TRATADO CON DISTINTOS TRATAMIENTOS, PARA DETERMINAR LA ACEPTACION DEL MISMO EN BASE A PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS (OLOR Y SABOR) CON COMPRIMIDOS DE AJENJO A DISTINTAS DOSIS.**

TRATAMIENTO N°	
OLOR	SABOR
CONCLUSIÓN	CONCLUSIÓN

**ANEXO 6.** Modelo de la cartilla utilizado para las calificaciones de todos los tratamientos en el panel de degustación, para tratamientos con comprimidos de romero en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

Calificar al chulpi en un rango de 1 al 4.

1: Regular.

2: Normal.

2: Bueno.

3: Muy bueno.

## **ROMERO**

**EVALUACIÓN DEL CHULPI TRATADO CON DISTINTOS TRATAMIENTOS, PARA DETERMINAR LA ACEPTACION DEL MISMO EN BASE A PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS (OLOR Y SABOR) CON COMPRIMIDOS DE ROMERO A DISTINTAS DOSIS.**

TRATAMIENTO N°	
OLOR	SABOR
CONCLUSIÓN	CONCLUSIÓN

**ANEXO 7.** Entrevista a comerciantes para determinar la cantidad de comprimidos de fosfamina que usan por cada 45,5kg y en que productos lo usan.

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**Cuestionario de entrevista dirigido a los comerciantes de granos, de la plaza de granos ubicada en la ciudad de Latacunga, provincia Cotopaxi.**

**OBJETIVO:** Recopilar información acerca del uso de pastillas de fosfamina o comúnmente llamado gas-toxin, para analizar y tener conocimiento de las dosificaciones que usan las personas que disponen de este medio de control.

**DATOS INFORMATIVOS**

**Entrevistador: OMAR GERARDO TAPIA.**

**Nombre del entrevistado/a:** \_\_\_\_\_ **FECHA:**  
\_\_\_\_\_

**Dirección:**  
\_\_\_\_\_

Hombre                       Mujer

**1. Nombre del producto que utilizan para controlar a los gorgojos:**

\_\_\_\_\_

**2. En caso de utilizar fosfamina ¿cuántas pastillas coloca por quintal?**

\_\_\_\_\_

**3. ¿Aplica usted lo que recomienda el vendedor o la casa fabricante?**

SI                       NO

**4. ¿Usa frecuentemente fosfamina para controlar los gorgojos?**

\_\_\_\_\_

**5. ¿En qué granos utiliza la fosfamina?**

\_\_\_\_\_

**ANEXO 8.** Resultados de entrevista a comerciantes para determinar la cantidad de comprimidos de fosfamina que usan cada 45,5kg y en que productos lo usan.

<b>NOMBRE</b>	<b>PRODUCTO QUE UTILIZA</b>	<b>CANTIDAD</b>
Sra. Mónica Carrera	Fosfamina	4
Sra. Marizza Palma	Gas toxin ó Fosfamina	4
Sr. Vinicio Vargas	Gas toxin	5
Sra. Rocío Vargas	Fosfamina	4
Sr. José Borja	Fosfamina	4
Sra. Fanny Tapia	Fosfamina	3-4
Sra. Margarita Bautista	Fosfamina	4
Sr. Aníbal Molina	Gas toxin	3-4
Sr. Hugo falconi	Gas toxin	4
Sra. Encarnación Taco	Gas toxin	4
Sra. Lucia Jácome	Gas toxin	3-4
Sra. Rosita Pruna	Fosfamina	4
Sra. Rosario Madrid	Fosfamina	4
Sra. Rosa de Freire	Gas toxin ó Fosfamina	5
Sr. Benjamín Claudio	Fosfamina	4
<b>TOTAL</b>		<b>60,5</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>4,0</b>

**ANEXO 9.** Reporte de análisis fotoquímico de las pastillas de ajeno en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACION Y POSGRADO

### REPORTE DE ANALISIS

**ANALISIS SOLICITADO:** Screening Fitoquímico  
**SOLICITANTE:** Omar Gerardo Tapia Zurita  
**MUESTRA:** Ajeno (pastillas)  
**FECHA DE ENTREGA:** 27 - 02 - 2013

**Resultado:** Se realizó un análisis fotoquímico preliminar completo de la muestra proporcionada por el solicitante (pastillas de ajeno), obteniéndose los siguientes resultados:

Alcaloides.....	++
Taninos.....	+++
Saponinas.....	-
Flavonoides.....	+++
Aceites esenciales.....	+++
Antraquinonas.....	-
Coumarinas.....	-
Triterpenos.....	++
Lactonas sesquiterpénicas.....	+++
Aceites fijos.....	-

**EQUIVALENCIAS:**

Abundante Cantidad	= +++
Mediana Cantidad	= ++
Poca Cantidad	= +
Indicios	= +/-
Ausencia	= -

Atentamente

Dra. Rita Urgilés de Alarcón MSc.  
**INVESTIGADORA**

Ciudad Universitaria – Telefax: 3216-975 – Teléfono: 2523-710 – Apartado: 17-03-1396  
E-mail: investigacionyposgrado.fcq@uce.edu.ec  
institutoposgrado@gmail.com



**ANEXO 10.** Reporte de análisis fotoquímico de las pastillas de romero en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajenojo “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACION Y POSGRADO

### REPORTE DE ANALISIS

**ANALISIS SOLICITADO:** Screening Fitoquímico  
**SOLICITANTE:** Omar Gerardo Tapia Zurita  
**MUESTRA:** Romero (pastillas)  
**FECHA DE ENTREGA:** 27 - 02 - 2013

**Resultado:** Se realizó un análisis fotoquímico preliminar completo de la muestra proporcionada por el solicitante (pastillas de romero), obteniéndose los siguientes resultados:

Alcaloides.....	-
Taninos.....	+++
Saponinas.....	+
Flavonoides.....	+++
Aceites esenciales.....	+++
Antraquinonas.....	-
Coumarinas.....	-
Triterpenos.....	+++
Lactonas sesquiterpénicas.....	++
Aceites fijos.....	-

**EQUIVALENCIAS:**

Abundante Cantidad	= +++
Mediana Cantidad	= ++
Poca Cantidad	= +
Indicios	= +/-
Ausencia	= -

Atentamente

Dra. Rita Urgilés de Alarcón MSc.  
**INVESTIGADORA**

Ciudad Universitaria – Telefax: 3216-975 – Teléfono: 2523-710 – Apartado: 17-03-1396  
E-mail: investigacionyposgrado.fcq@uce.edu.ec  
institutoposgrado@gmail.com



**ANEXO 11.** Costos de elaboración de comprimidos en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

Costo por aplicación (\$)	Costo del comprimido (\$)	Precio Unitario del Producto (Py)	Coefficiente de ajuste
<b>0,01</b>	<b>0,05</b>	<b>0,20</b>	<b>5%</b>

Fuente: La investigación.

Elaborado por: El autor.

**ANEXO 12.** Numero de gorgojos que no contaminaron el envase con chulpi en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajenojo “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

Tratamiento	N° de gorgojos que no contaminaron el envase con chulpi en cada repetición			Promedio de gorgojos que no pasaron al envase con chulpi por tratamiento
	I	II	III	
CA1	0	0	0	0,00
CA2	0	1	0	0,33
CA3	2	3	1	2,00
CA4	4	3	3	3,33
CA5	6	5	7	6,00
CA6	7	7	8	7,33
CA7	10	10	10	10,00
CA8	10	10	10	10,00
CA9	10	10	10	10,00
CA10	10	10	10	10,00
CR11	0	0	0	0,00
CR12	0	0	0	0,00
CR13	0	0	0	0,00
CR14	1	1	0	0,67
CR15	3	4	3	3,33
CR16	6	6	7	6,33
CR17	8	9	10	9,00
CR18	10	9	10	9,67
CR19	10	10	10	10,00
CR20	10	10	10	10,00
CF21	5	6	4	5,00
ST22	0	0	0	0,00

Fuente: La investigación.

Elaborado por: El autor.

**ANEXO 13.** ADEVA para el Numero de gorgojos que no contaminaron el envase con chulpi en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajenojo “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

F.V.	GL	SC	CM
TRATAMIENTO	21	1127,11	53,67**
ERROR EXPERIMENTAL	44	12,67	0,29
TOTAL	65	1139,77	

Fuente: La investigación.

Elaborado por: El autor.

El coeficiente de variación es de 10,45%, lo que indica una alta confiabilidad.

**ANEXO 14.** Prueba de separación de medias Tukey 5% para el Numero de gorgojos que no contaminaron el envase con chulpi en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajenojo “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

TRAT.	CODIF.	PROMEDIOS	RANGOS
7	CA7	10,00	A
9	CA8	10,00	A
8	CA9	10,00	A
19	CA10	10,00	A
20	CR20	10,00	A
10	CR19	10,00	A
18	CR18	9,67	A
17	CR17	9,00	A B
6	CA6	7,33	B C
16	CR16	6,33	C D
5	CR15	6,00	C D
21	CF	5,00	D E
15	CA5	3,33	E F
4	CA4	3,33	E F
3	CR14	2,00	F G
14	CR13	0,67	G H
2	CA3	0,33	G H
11	CR12	0,00	H
12	CA2	0,00	H
13	CA1	0,00	H
22	CR11	0,00	H
1	ST	0,00	H

**ANEXO 15.** Reporte farmacéutico de la concentración de tuyona en los comprimidos de ajeno, en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*). Quito – Ecuador 2012.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
CARRERA DE QUÍMICA FARMACÉUTICA

REPORTE DE ELABORACION DE COMPRIMIDOS

REPORTE SOLICITADO:	SOLICITADO POR:
Reporte farmacéutico	Ómar Gerardo Tapia Zurita
ELABORACION SOLICITADA:	FECHA DE ELABORACION:
Comprimidos de ajeno	13 - 08 - 2012

Formula:

Cada comprimido contiene como concentración final:

Tuyona: 500mg

Excipientes: almidón de maíz, polivinilpirrolidona, estearato de magnesio, goma arábiga.



B.F. Miguel de la Cadena.  
C.C. 044010748  
FARMACEUTICO

Facultad de Ciencias Químicas  
Teléfono: (02) 3411-675  
Email: quimicayfarmaceutica@uce.edu.ec



**ANEXO 16.** Reporte farmacéutico de la concentración de tuyaona en los comprimidos de romero, en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.



**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
CARRERA DE QUÍMICA FARMACÉUTICA**

**REPORTE DE ELABORACION DE COMPRIMIDOS**

<b>REPORTE SOLICITADO:</b> Reporte farmacéutico	<b>SOLICITADO POR:</b> Omar Gerardo Tapia Zurita
<b>ELABORACION SOLICITADA:</b> Comprimidos de romero	<b>FECHA DE ELABORACION:</b> 13 - 08 - 2012

Formula:

Cada comprimido contiene como concentración final:

Tuyaona: 500mg

Excipientes: almidón de maíz, polivinilpirrolidona, estearato de magnesio, goma arábiga

B.F. Miguel de la Cadena.  
C.C. 044010748  
FARMACEUTICO



Facultad de Ciencias Químicas  
Teléfono: (02) 3411-675  
Email: quimicayfarmaceutica@uce.edu.ec



**ANEXO 17.** Protocolo para la elaboración de comprimidos de ajeno y romero, en el control orgánico del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*), en semillas almacenadas de chulpi (*Zea mays var rugosa*) con ajeno “Santa María” (*Parthenium hysterophorus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*). Quito – Ecuador 2012.

### PROTOCOLO PARA LA ELABORACION DE COMPRIMIDOS

#### **Granulación húmeda:**

Este método consiste en humedecer la mezcla por granular. Se efectúa con sustancias estables al calor y la humedad. Se puede utilizar agua o solvente no acuoso dependiendo de la sustancia.

Un granulado ideal debe ser homogéneo, para llenar los espacios entre los gránulos, Los lubricantes o excipientes de compresión, son así llamados por su acción lubricante, antiadherente y deslizante.

a. Lubricante: reduce la fricción entre las partículas durante la compresión y facilitan la salida de la tableta.

b. Antiadhesivos: evitan la adhesión del material que se tabletea a las paredes de la matriz y a los punzones.

c. Deslizantes: mejoran la fluidez de los gránulos en la tolva.

#### **El proceso de preparación de tabletas por vía húmeda comprende los siguientes pasos:**

1. Pesado.
2. Tamizado.
3. Mezclado de polvos.
4. Humectación de los polvos con la solución granulante.
5. Granulación húmeda.
6. Secado del granulado.
7. Triturado del granulado seco.
8. Lubricante del granulado.
9. Compactación del comprimido.
10. Comprimido.

#### **Procedimiento:**

1. Pasar almidón y polivinilpirrolidona (P.V.P) por malla # 20 y mezclar.
2. Disolver en la solución granulante.
3. Humedecer la mezcla de polvos del paso No. 1, con la solución del paso No. 2, granular por malla # 10.
4. Secar el granulado en el horno a 35° C durante una hora para mantener en los comprimidos su composición química, sin afectar al olor de las plantas.
5. Una vez seco triturar el granulado pasándolo por una malla # 20.
6. Tamizar el estearato de magnesio por una malla # 40, agregarlo al granulado y mezclar.
7. Comprimir con goma arábica, en una maquina tableteadora con 6 – 8 Kg./cm<sup>2</sup>. de dureza y con un peso de 600 mg