

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL
CUSCO**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**“EFECTO DE TRES ESPECIES DE LAMIACEAS Y TUBÉRCULOS
VERDEADOS DE PAPA SOBRE *Symmetrischema tangolias* (Gyen)
EN CONDICIONES DE LABORATORIO”**

Tesis presentada por:

Bach. Laupa Román Judith Melania

Bach. Vengoa Valdiglesias Blanca Alejandra

Para optar al Título Profesional de BIÓLOGO.

Asesor:

M. Sc. Erick Yábar Landa

“TESIS AUSPICIADA POR EL CONSEJO DE INVESTIGACION - UNSAAC”

CUSCO - PERÚ

2013

DEDICATORIA

A Dios.

*Por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente,
por guiar cada paso que he dado en mi vida, y así
alcanzar mis metas y mis sueños.*

A mis padres.

*Maximiliana y Teófilo por ser el pilar
fundamental en todo lo que soy, por
enseñarme a no rendirme y alcanzar mis
metas y sueños.*

A mis Hermanos.

*Edith, Alex y Lizeth por su constante amor,
por acompañarme en mis noches de desvelo.*

*A todos aquellos que participaron directa o
indirectamente en la elaboración de esta tesis.*

¡Gracias a ustedes!

Judith Melania

DEDICATORIA

*A Dios por su infinita bondad,
por guiarme y Protegerme siempre.*

*Con todo mi amor y gratitud a mis Padres:
Dr. Fredy Vengoa y Dogma Valdíglesias,
Quienes son el sentido de vida, la razón de
mis sueños y metas.*

*A mis queridos hermanos: Max Oliver,
Silvana Milagros, Rosa Antonia
por sus consejos y apoyo incondicional.*

*A todos mis compañeros y amigos quienes
también fueron mi apoyo.*

A todos ellos Muchas Gracias.

Blanca Alejandra

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestra gratitud:

A la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

A la Facultad de Ciencias Biológicas.

Al Instituto de Plantas Medicinales (IEPLAM), en la persona del Blgo. Justo Mantilla.

A la Estación Experimental - Andenes del INIEA, en la persona del Ing. Ladislao Palomino Flores por el apoyo brindado durante la realización del presente trabajo.

A nuestro asesor Mg Sc. Erick Yabar Landa por su dirección y apoyo durante la realización de nuestra tesis.

A todos nuestros familiares, amigos y compañeros que permanentemente nos brindaron su ayuda incondicional e hicieron posible la realización de esta investigación.

INDICE

RESUMEN.....	I
INTRODUCCIÓN.....	III
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	V
OBJETIVOS.....	VI
JUSTIFICACIÓN.....	VII
HIPÓTESIS.....	VIII

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Antecedentes.....	1
1.1.1 Verdeamiento de tubérculos.....	1
1.1.2 Plantas biocidas.	3
1.2 Marco teórico.....	6
1.2.1 Interacciones plantas - insectos.....	6
1.2.2 Sustancias semioquímicas.....	8
1.2.2.1 Clasificación de las sustancias semioquímicas.....	9
1.2.2.2 Desarrollo de defensas químicas durante la coevolución.....	10
1.3 Marco conceptual.	11
1.3.1 Toxicología.....	11
1.3.1.1 Toxicidad.....	11
1.3.2 Dosis letal media (DL ₅₀).....	11
1.3.3 Biocida.....	12
1.3.3.1. Ventajas y desventajas del uso de productos a partir de plantas biocidas.....	12

CAPÍTULO II

MATERIALES Y METODOLOGÍA

2.1	Materiales.....	13
2.1.1	Material biológico.....	13
2.1.1.1	Material biológico vegetal.....	13
2.1.1.2	Descripción de material biológico vegetal.....	13
2.1.2	Material entomológico.....	19
2.1.2.1	Descripción del material entomológico.....	19
2.1.3	Materiales, equipos y aparatos de laboratorio.	24
2.1.3.1	Equipos y aparatos.....	24
2.1.3.2	Materiales de laboratorio.....	24
2.1.3.3	Otros materiales.....	24
2.2	Metodología.....	25
2.2.1	Ubicación del experimento.....	25
2.2.2	Crianza de la polilla de papa.....	25
2.2.2.1	Obtención de huevos y estadios larvales.....	26
2.2.3	Diseño experimental.....	27
2.2.4	Determinación del efecto de la muña, cjuñu-muña y pampa muña sobre polilla de la papa.....	28
2.2.4.1	Tratamiento de los tubérculos.....	28
2.2.4.2	Bioensayo con huevos.....	32
2.2.4.3	Bioensayo con larvas V.....	32
2.2.4.4	Bioensayo con preferencia de oviposición.....	33
2.2.5	Determinación del efecto de los tubérculos verdeados sobre larvas de polilla de la papa.....	34

2.2.6	Bioensayo de toxicidad.....	36
2.2.6.1	Determinación de la DL ₅₀	38
2.2.6.2	Análisis de varianza (ANVA).....	38
2.2.6.3	Prueba de Tuckey.....	39
2.2.6.4	Porcentaje de mortalidad corregida.....	39

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1	Resultados.....	40
3.1.1	Bioensayo con huevos.....	40
3.1.1.1	Porcentaje de mortalidad.....	40
3.1.1.2	Tubérculos con 30, 60 y 90 días de verdeamiento vs el control.....	41
3.1.1.3	Extractos alcohólicos de <i>M. spicata</i> , <i>C. brevicalyx</i> y <i>H. mandoniana</i> vs el control.....	48
3.1.1.4	Aceites esenciales de <i>M. spicata</i> , <i>C. brevicalyx</i> y <i>H. mandoniana</i> vs el control.....	53
3.1.2	Bioensayo con larvas V.....	57
3.1.2.1	Porcentaje de mortalidad.....	57
3.1.2.2	Tubérculos con 30, 60 y 90 días de verdeamiento vs el control.....	58
3.1.2.3	Extractos alcohólicos de <i>M. spicata</i> , <i>C. brevicalyx</i> y <i>H. mandoniana</i> vs el control.....	62
3.1.2.4	Aceites esenciales de <i>M. spicata</i> , <i>C. brevicalyx</i> y <i>H. mandoniana</i> vs el control.....	65
3.1.3	Bioensayo con preferencia de oviposición.....	69
3.1.3.1	Huevos puestos en cada tratamiento.....	70

3.1.3.2	Número de huevos puestos en los tubérculos con 30, 60 y 90 días de verdeamiento vs el control.....	74
3.1.3.3	Número de huevos puestos en los extractos alcohólicos de <i>M. spicata</i> , <i>C. brevicalyx</i> y <i>H. mandoniana</i> vs el control.....	75
3.1.3.4	Número de huevos puestos en los aceites esenciales de <i>M. spicata</i> , <i>C. brevicalyx</i> y <i>H. mandoniana</i> vs el control.....	77
3.1.3.5	Comparación entre el número de huevos puestos de la polilla de la papa en los tres extractos alcohólicos y el control.....	79
3.1.4	Dosis letal media (DL ₅₀).....	81
3.2	Discusiones.....	84
3.2.1	Bioensayo con huevos.....	84
3.2.2	Bioensayo con larvas v.....	84
3.2.3	Bioensayo con preferencia de oviposición.....	85
3.2.4	Dosis letal media (DL ₅₀).....	86

CONCLUSIONES

SUGERENCIAS

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Porcentaje de mortalidad corregida (% MC) para larvas de <i>S. tangolias</i>	40
Tabla 2: Anova para grados de verdeamiento y el control en larvas del tercer estadio.....	41
Tabla 3: Anova para grados de verdeamiento y el control para larvas del cuarto estadio.....	43
Tabla 4: Anova para grados de verdeamiento y el control para larvas del quinto estadio.....	44
Tabla 5: Anova para grados de verdeamiento y el control para pre-pupas.....	45
Tabla 6: Anova para los extractos alcohólicos y el control para larvas del cuarto estadio.....	48
Tabla 7: Anova para los extractos alcohólicos y el control para larvas del quinto estadio.....	49
Tabla 8: Anova para los aceites esenciales y el control para larvas cuarto estadio.....	50
Tabla 9: Anova para los aceites esenciales y el control para larvas del quinto estadio.....	53
Tabla 10: Anova para los aceites esenciales y el control para pre-pupas.....	54
Tabla 11: Porcentaje de mortalidad corregida (% MC) para larvas muertas de <i>S. tangolias</i>	55
Tabla 12: Anova para grados de verdeamiento y el control para pre-pupas.....	57
Tabla 13: Anova para grados de verdeamiento y el control para pupas.....	58
Tabla 14: Anova entre los extractos alcohólicos y el control para pre-pupas.....	60
Tabla 15: Anova entre los extractos alcohólicos y los tubérculos control para pupas.....	62
Tabla 16: Anova entre los aceites esenciales y el control para pre-pupas.....	64
Tabla 17: Anova entre los aceites esenciales y el control para pre-pupas.....	66

Tabla 18: Porcentaje de oviposición de adultos de <i>S. tangolias</i> en cada uno de los tratamientos.....	67
Tabla 19: Anova para el número de huevos puestos en cada tratamiento y el control.....	69
Tabla 20: Anova para el número de huevos puestos en los tubérculos verdeados y el control.....	71
Tabla 21: Anova entre los extractos alcohólicos y el control para el número de huevos puestos.....	74
Tabla 22: Anova para el número de huevos puestos en los aceites esenciales y el control.....	76
Tabla 23: Anova para el número de huevos puestos en los tratamientos y el control.....	78
Tabla 24: Anova para el número de huevos puestos en los tratamientos y el control.....	79
Tabla 25: Porcentaje de mortalidad de larvas IV de <i>Symmetrischema tangolias</i> por los aceites esenciales de <i>Minthostachys spicata</i> , <i>Clinopodium brevicalyx</i> y <i>Hedeoma mandoniana</i>	82
Tabla 26: Dosis letales (ppm) al 50% (DL ₅₀) y 90% (DL ₉₀) y límites de confianza (LC) sobre larvas IV de <i>Symmetrischema tangolias</i> a las 24 horas de exposición a aceites esenciales de <i>Minthostachys spicata</i> , <i>Clinopodium brevicalyx</i> y <i>Hedeoma mandoniana</i>	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Relaciones del estrés biótico y abiótico y la producción de metabolitos secundarios.....	14
Figura 2: Clases de interacciones, directa e indirecta.....	15
Figura 3: Clases de resistencia de plantas frente a insectos herbívoros.....	17
Figura 4: Porcentaje de mortalidad corregida para larvas muertas en cada uno de los tratamientos evaluadas después de 30 días.....	40
Figura 5: Número de larvas del tercer estadio de la polilla de la papa <i>Symmetrischema tangolias</i>	41
Figura 6: Número de larvas del cuarto estadio de la polilla de la papa <i>Symmetrischema tangolias</i>	42
Figura 7: Número de larvas del quinto estadio de la polilla de la papa <i>S. tangolias</i>	44
Figura 8: Número de pre-pupas de polilla de la papa <i>S. tangolias</i>	45
Figura 9: Comparación entre el número de larvas del tercer, cuarto, quinto estadio larval y pre-pupas.....	47
Figura 10: Número de larvas del cuarto estadio de polilla de la papa <i>S. tangolias</i>	48
Figura 11: Número de larvas del quinto estadio de polilla de la papa <i>S. tangolias</i>	49
Figura 12: Número de pre-pupas de polilla de la papa <i>S. tangolias</i>	51
Figura 13: Comparación entre el número de larvas del cuarto, quinto estadio larval y pre-pupas.....	52
Figura 14: Número de larvas del cuarto estadio de polilla de la papa <i>S. tangolias</i>	53
Figura 15: Número de larvas del quinto estadio de polilla de la papa <i>S. tangolias</i>	54
Figura 16: Número de pre-pupas de polilla de la papa <i>S. tangolias</i>	55
Figura 17: Comparación entre el número de larvas del cuarto, quinto estadio larval y pre-pupas.....	56

Figura 18: Porcentaje de mortalidad corregida para larvas muertas en cada uno de los tratamientos.....	58
Figura 19: Número de pre-pupas de polilla de la papa <i>S. tangolias</i>	59
Figura 20: Número de pupas de polilla de la papa <i>S. tangolias</i>	60
Figura 21: Comparación entre el número de pre-pupas y pupas de <i>S. tangolias</i> ..	61
Figura 22: Número de pre-pupas de polilla de la papa <i>S. tangolias</i>	62
Figura 23: Número de pupas de polilla de la papa <i>S. tangolias</i>	64
Figura 24: Comparación entre el número de pre-pupas y pupas de <i>S. tangolias</i>	65
Figura 25: Número de pre-pupas de polilla de la papa <i>S. tangolias</i>	66
Figura 26: Número de pupas de polilla de la papa <i>S. tangolias</i>	67
Figura 27: Comparación entre el número de pre-pupas y pupas de <i>S. tangolias</i>	68
Figura 28: Porcentaje de oviposición en cada uno de los tratamientos.....	70
Figura 29: Número de huevos puestos en cada tratamiento.....	72
Figura 30: Número de huevos de polilla de la papa <i>S. tangolias</i>	73
Figura 31: Número de huevos puestos por <i>S. tangolias</i>	74
Figura 32: Número de huevos puestos de polilla de la papa <i>S. tangolias</i>	74
Figura 33: Número de huevos puestos por <i>S. tangolias</i>	76
Figura 34: Número de huevos puestos de adultos de polilla de la papa <i>S. tangolias</i>	77
Figura 35: Número de huevos de polilla de la papa <i>S. tangolias</i>	78
Figura 36: Número de huevos de polilla de la papa <i>S. tangolias</i>	79
Figura 37: Número de huevos de polilla de la papa <i>S. tangolias</i>	80
Figura 38: Número de huevos de polilla de la papa <i>S. tangolias</i>	81
Figura 39: Mortalidad de larvas del cuarto estadio de <i>Symmetrischema tangolias</i>	83

RESUMEN

En condiciones de laboratorio se evaluó el efecto que produce tres especies de la familia Lamiacea: *Clinopodium brevicalyx* (cjuñu-muña), *Hedeoma mandoniana* (pampa muña), *Minthostachys spicata* (muña); a su vez el efecto de los tubérculos verdeados (solanina) frente a *Symmetrischema tangolias* (Lep. Gelechiidae) plaga que causa innumerables daños y pérdidas tanto en campo como almacén.

Para ello se realizaron cuatro bioensayos: con huevos, larvas del quinto estadio, adultos para preferencia de oviposición y el ensayo de toxicidad para calcular la dosis letal media (DL_{50}). Los tratamientos usados fueron los aceites esenciales de cada especie, extractos alcohólicos de las tres especies; tubérculos con 30, 60 y 90 días de verdeo; y un control. La instalación de los bioensayos consistió en colocar los tubérculos en recipientes circulares, sobre el que se colocaron huevos próximos a la eclosión, larvas V y adultos sexados para cada caso. Se evaluó el número de larvas vivas, muertas; paso de estadio larval V al estado de pupa; y el número de huevos puestos, según el tipo de ensayo, estos contaron con 5 repeticiones. El bioensayo de toxicidad contó con 3 repeticiones, se usaron tres concentraciones (10, 100 y 1000 ppm) de aceites esenciales para cada una de las tres especies botánicas y un blanco o control, evaluándose el número de larvas vivas y muertas.

Se determinó que la DL_{50} después de 24 horas de exposición de las larvas al aceite esencial de *M. spicata* es de 26.96 ppm, *C. brevicalyx* es de 38.92 ppm y para *H. mandoniana* es de 13.46 ppm. Se encontró que los aceites esenciales son altamente tóxicos, tienen un efecto biocida, llegando a matar al 100 % de la población de polillas en un corto período de tiempo. Los extractos alcohólicos tienen menor efecto que los aceites esenciales, presentan un efecto de antibiosis afectando la oviposición de adultos y el desarrollo de larvas de la polilla de la papa, en adición de un efecto biocida. Los tubérculos verdeados (30, 60 y 90 días) tienen un efecto biocida en larvas, afectan la oviposición de adultos y retrasan el desarrollo larval en menor proporción que los extractos.

Finalmente se llegó a la conclusión que todos los tratamientos estudiados afectan el ciclo de vida de la polilla de papa. Siendo éstos útiles para el control de la polilla de papa en almacén.

El experimento se realizó en el laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Biológicas durante el período de Junio 2011 a Julio 2012.

INTRODUCCIÓN

La papa, *Solanum tuberosum*, es el cuarto alimento de mayor consumo en el mundo y su producción anual asciende a más de 320 millones de toneladas. Su cultivo se encuentra presente en más de 100 países. En el Perú la mayor producción de este tubérculo está en la sierra sin embargo es en la costa donde se obtienen los mayores rendimientos y ha significado la subsistencia para millones de personas durante los últimos tres siglos. (Borda 2008).

La producción de papa es afectada por diversas enfermedades y plagas insectiles que generan pérdidas económicas de importancia, ya que su rentabilidad se ve mermada por diferentes factores siendo uno de ellos los daños causados por insectos; Hooker (1980) menciona 128 insectos-plagas que afectan a cultivos de papa. Y una de las principales plagas es la polilla *S. tangolias*, que puede llegar a alcanzar hasta un 100 % de daños en almacén, afectando su rendimiento y reduciendo la calidad del tubérculo. (Palacios 1997).

Desde que se inició la agricultura, proteger los cultivos y conservar las cosechas se convirtió en una de las mayores preocupaciones. Actualmente, la protección de los productos almacenados frente al ataque de insectos plaga se realiza casi exclusivamente a través de la utilización de insecticidas sintéticos. (Ducom et al., 2002). Pero a pesar de los esfuerzos por controlar las plagas de almacén, el número de estos casos ha venido incrementándose debido a la resistencia adquirida por insectos frente a productos clorados, fosforados, carbonatos y piretroides. (Collantes, 1984). Sustancias que además de ser tóxicas provocan la destrucción de los controladores biológicos, generando la aparición de nuevas plagas (ya que el objetivo ha sido siempre el de eliminar y no el de controlar), la acumulación de residuos tóxicos en los productos, pudiendo generar riesgos en la salud de los agricultores y consumidores; además de que en países como el nuestro se presentan problemas adicionales como el alto costo de los insecticidas. (Gomero, 1991).

Esto refleja claramente la necesidad de un manejo integrado y racional de las plagas, donde el control no esté dado por una única alternativa sino por el uso

combinado de diferentes métodos (Sosa & Tonn, 2006). El manejo integrado de plagas (MIP) se impone como una excelente estrategia de control, teniendo como premisa el mantenimiento de las poblaciones de insectos por debajo de los niveles de daño económico dentro de un marco de protección del medioambiente (Dent, 2000).

Por estas consideraciones se ha determinado el tipo de interacción existente entre la muña, pampa muña, cjuñu-muña y papas verdeadas frente a plagas como *Symmetrischema tangolias* bajo condiciones de laboratorio, midiendo este frente a diferentes tratamientos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El uso de insecticidas sintéticos en cultivos y almacenes de papa para el control de insectos plagas está generando graves problemas como son la resistencia genética, alteraciones en el ecosistema, provocando la aparición de nuevas plagas, muerte de organismos benéficos, acumulación de residuos tóxicos en la cadena trófica (bioacumulación), además de diseminación en el ambiente y riesgos para la salud humana, frente a ello los pobladores de los altos andes emplean especies vegetales de la familia Lamiaceae (muña, pampa muña, cjuñu muña) para la conservación de los tubérculos y control de infestación de insectos plaga, así como prácticas de verdeamiento de sus tubérculos semilla para reducir el daño de la polilla de la papa durante su almacenamiento, pero hasta la fecha no se ha demostrado el efecto de estas especies vegetales y el verdeamiento de tubérculos sobre la polilla de la papa.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Estudiar el efecto de tres especies de Lamiaceas: *Clinopodium brevicalyx* Epling, *Hedeoma mandoniana* Wedd, *Minthostachys spicata* (Bent) Epling, y tubérculos verdeados de *Solanum tuberosum* var. Q'ompis sobre la polilla de la papa *Symmetrischema tangolias* (Gyen) en condiciones de laboratorio.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar el efecto de los aceites esenciales de *Clinopodium brevicalyx* Epling, *Hedeoma mandoniana* Wedd y *Minthostachys spicata* (Bent) Epling sobre *Symmetrischema tangolias* (Gyen).
2. Determinar el efecto de los extractos alcohólicos de *Clinopodium brevicalyx* Epling, *Hedeoma mandoniana* Wedd y *Minthostachys spicata* (Bent) Epling sobre *Symmetrischema tangolias* (Gyen).
3. Determinar el efecto de tubérculos verdeados de *Solanum tuberosum* var. Q'ompis sobre *Symmetrischema tangolias* (Gyen).
4. Determinar la dosis letal media (DL₅₀) de los aceites esenciales de *Clinopodium brevicalyx* Epling, *Hedeoma mandoniana* Wedd y *Minthostachys spicata* (Bent) Epling sobre *Symmetrischema tangolias* (Gyen).

JUSTIFICACIÓN

Nuestro país cuenta con especies vegetales de gran potencial biocida que han sido y son utilizadas por los agricultores para el control de plagas, conocimientos que han adquirido durante cientos de años a través de experiencias directas con su medio. El empleo de plantas representa el aprovechamiento de un recurso natural renovable de gran importancia a nivel de comunidades alto andinas, prácticas que deben ser conservadas ya que se ha observado que el uso de insecticidas sintéticos en el control de plagas de papa en almacén (*Symmetrischema tangolias* (Gyen)) no son la solución adecuada al problema, el uso de éstos está generando una creciente selección de resistencia.

El presente trabajo pretende dar un aporte al conocimiento sobre la interacción entre polilla de la papa y cuatro sustancias con propiedades biocidas.

HIPOTESIS

El aceite esencial, el extracto alcohólico de *Clinopodium brevicalyx* Epling, *Hedeoma mandoniana* Wedd y *Minthostachys spicata* (Bent) Epling y los tubérculos verdeados tienen efectos repelentes, disuasivos en la oviposición, reductores de la digestibilidad y biocidas sobre *Symmetrischema tangolias* (Gyen).

VARIABLES

VARIABLES DEPENDIENTES

- Número de huevos puestos.
- Número de larvas vivas.
- Número de larvas muertas.
- Número de galerías.
- Estadios larvales.
- Número de pre pupas.
- Número de pupas.

VARIABLES INDEPENDIENTES

- Dosis de los aceites esenciales.
- Dosis de los extractos alcohólicos.
- Grados de verdeamiento de los tubérculos.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 Verdeamiento de tubérculos.

Christiansen (1967) indica que con el verdeamiento de tubérculos se producen cambios químicos, y se incrementa la solanina, con la consecuente producción de cloroplastos, la papa se vuelve amarga, la que no es apetecible por los insectos. Además el verdeamiento de tubérculos semilla tiene ventajas como: formar brotes robustos y cortos no se desprenden fácilmente, presentan un mayor número de entrenudos a menor longitud, lo que trae como consecuencia mayor resistencia y consistencia en el cuello de la planta, consecuentemente resistencia a insectos, se producirá mayor número de estolones por tallo, y cada estolón formará tubérculos, y por lo tanto los rendimientos serán mayores. Por lo que les otorga una mayor resistencia a insectos.

Jiménez & Guillaume (1989) consideran que los tubérculos que han sido expuestos a la luz, ya sea en el campo, después de la cosecha o en el almacenamiento se verdean debido a la formación de clorofila en los leucoplastos, esta formación de clorofila, generalmente está acompañada por la formación de solanina, que es un alcaloide de sabor amargo, dicho proceso de verdeamiento y la formación de solanina son independientes, realizándose en los tubérculos el proceso de verdeo, con mayor rapidez a la temperatura ambiente, existiendo diferencias varietales, en cuanto a la intensidad del verdeamiento.

Torres (1989) evaluó la acción de 6 grados de verdeamiento de tubérculos de papa de las variedades Atzimba y Kennebec sobre *Tecia solanivora*. Los resultados indican que los tubérculos en ambas variedades no influyeron en la mortalidad de las larvas, pupas y en la oviposición de los adultos de *T. solanivora*.

Se observó que para el caso de la variedad Atzimba, hubo cierto incremento en la duración de la fase larval (2 días promedio), al comprobarse el tratamiento de 30 días de verdeo y el testigo. Por el contrario, cuando se utilizó la variedad Kennebec, se presentó una producción del tiempo del desarrollo de larva de la polilla en 5 días promedio, entre los tratamientos señalados anteriormente.

Gallegos & Suquillo (2003) estudiaron el efecto de la asolación de tubérculos sobre *Tecia solanivora*. El número de larvas, pupas y adultos a los 90 días no mostraron diferencias significativas para los factores edad de la larva y tiempo de asolación; sin embargo en la comparación entre los tratamientos propuestos con el testigo si se encontraron diferencias estadísticas. Este ensayo indicó que existe un control del insecto mediante la asolación, el cual puede mejorar si se realizan cambios (tiempo de exposición de los tubérculos al sol), en un segundo ensayo utilizaron 50 tubérculos los cuales fueron infestados con 50 larvas de polilla de primer instar. Todos los tratamientos presentaron daño al tubérculo debido a que la asolación no eliminó a todas las larvas que se encontraban en el interior del tubérculo o que el daño ya estaba presente antes de la asolación. Sin embargo los resultados indican que independientemente de la edad de la larva la asolación fue un factor muy importante en el control del daño de los tubérculos.

Por la bibliografía consultada se indica que la práctica de verdeamiento de papa incrementa la solanina por lo que se muestra no apetecible para los insectos, de esta forma existe un control del insecto mediante la asolación; asimismo la variedad de papa que es verdeada no influye sobre la mortalidad de larvas de *Tecia solanivora*; pero se puede incrementar la duración de la fase de larva en ésta.

1.1.2 Plantas biocidas.

El uso de plantas con propiedades biocidas constituyó desde la antigüedad una práctica muy efectiva para el control de plagas, gracias a las distintas propiedades y formas de utilización que poseen, ofreciéndonos un amplio espectro de posibilidades para el control de numerosos organismos. La utilización de plantas con propiedades biocidas es muy importante dentro del marco de manejo ecológico. La existencia de más de 300 especies de plantas inventariadas en el Perú entre nativas e importadas son parcialmente útiles para ser usadas con fines de manejo de poblaciones de plaga. (Goettel & Vincent, 2007). Se mencionan a continuación plantas que se usan para el control de la polilla de la papa.

Oviedo (1979) trata sobre la extracción del aceite esencial de *Minthostachys glabrescens* por el método de arrastre de vapor de agua determinando su efecto toxicológico del aceite como fumigante sobre el gorgojo del maíz en ambientes cerrados para lo cual utiliza el aceite en forma pura, luego determinó el poder germinativo del maíz tratado, para comprobar el efecto germinativo del aceite. Llegando a la conclusión que el aceite es un fumigante en su forma tal y de uso inmediato para ambientes herméticamente cerrados que en un tiempo de 24 horas controló el 100 % de gorgojo con una dosis de 240 mg/L, que la DL₅₀ es de 7 mg/L y su vida residual media es de 9 días.

Solís (1979) llegó a la conclusión de que el aceite esencial de muña tiene actividad insecticida para *Musca domestica* y que su acción toxicológica en esta, según el análisis químico (constituido por varias sustancias entre ellas la pulegona) retarda la respiración, de manera que el insecto sufre asfixia por falta de oxígeno.

León (1980) evaluó el aceite esencial de muña al 5%, utilizando el alcohol como diluyente, para una mejor distribución del aceite fue mezclado con ceniza, el mismo que se utilizó como vehículo, dando mejores resultados que al emplear las hojas finamente molidas directamente en la parcela (acción repelente); mientras que el aceite presenta fitotoxicidad y repelencia a *Epitrix yanasara*, *Empoasca kraemerii*, *Myzus persicae*, *Astilus laetus*.

Alencastre (1983) realizó ensayos comparativos con aceite esencial "de muña" para el control de dos plagas de almacén: "Gorgojo de los andes" (*Premnotypes pusillus* Kuschel) y la "Polilla de la papa" (*Gnorimoschema operculella* Zeller), reportando alta efectividad inicial del aceite de muña sobre estados inmaduros, especialmente larvas, producto que actúa directamente sobre el tegumento o pared del cuerpo del insecto; su poder residual promedio es de 5 días y de acuerdo a observaciones realizadas no tiene efectos sobre la fauna benéfica.

Ruis (1900) Realizó un estudio con la muña (*Satureja boliviana* Epling), bajo dos modalidades de aplicación como aceite puro, contra larvas del gorgojo de los andes (*Premnotypes spp.*) y como aceite emulsionable contra larvas de la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*). Llegando a los resultados de que la concentración más alta causa una mortandad elevada con más del 80% en larvas de *Premnotypes spp.* Y el nivel más bajo actúa mejor como repelente logrando una reducción de la infestación del 33%. Mientras que en larvas de *Phthorimaea operculella* a la formulación de 80% de concentración más efectiva causó una mortalidad de 70% y una repelencia del 24%. El efecto de los tratamientos se evaluó después de las 72 horas, evaluándose el número de larvas vivas, muertas y larvas repelidas. Los resultados muestran alta efectividad inicial del aceite esencial de muña sobre los estados de larvas. Producto que actúa directamente sobre el tegumento del insecto, su poder residual es corto por ser volátil en los dos ensayos.

Vilaseca et al. (2004) realizaron estudios del aceite esencial de *Hedeoma mandoniana* contra los insectos vectores de la enfermedad de Chagas (*Triatoma infestans* Klug o *Rhodnius neglectus* Cuaresma). Llegando a la conclusión de que los ejemplares de *R. neglectus* mostraron mayores tasas de mortalidad que los de *T. infestans*; indican también que los componentes de los aceites de *H. mandoniana*, como el cariofileno, carvona, linalol, limoneno (monoterpenos) son poseedoras de propiedades insecticidas o repelentes, pero parece que los triatominos no son sensibles a estos compuestos.

Guerra et al. (2007) evaluaron el efecto protector de las especies nativas *Minthostachys* (Lamiaceae) contra la infestación de la polilla de la papa en tubérculos de almacenes rústicos del Cusco. Las hojas secas picadas y las flores de las especies de *Minthostachys* redujo el porcentaje de daño del tubérculo en los almacenes en comparación al control (5 % vs 12 %), no habiendo diferencias en cuanto a las especies de muña. En cambio los aceites esenciales disuadieron la oviposición de la polilla, encontrándose una reducción del 80 % en el número de huevos puestos en comparación con el control, mas no hubo diferencias significativas entre las especies de *Minthostachys*.

Ramírez et al. (2010) evaluaron el efecto de los aceites esenciales de *Ocimum basilicum*, *O. majorana*, *Origanum vulgare*, *Mentha. piperita*, *Pogostemum cablin*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis* y *Thymus vulgaris* sobre los huevos, larvas y adultos de *T. solanivora* al ser aplicados directamente sobre los tubérculos, y sobre la superficie del suelo. Los resultados no reportaron efecto de los tratamientos sobre el desarrollo larval ni sobre la longevidad de los adultos. Los aceites de *P. cablin* y *T. vulgaris* en una concentración del 0,25% produjeron una reducción significativa en la viabilidad de los huevos. Al aumentar la humedad del suelo y el volumen de aplicación de los aceites; los aceites de *O. basilicum*, *O. majorana*, *M. piperita*, *R. officinalis* también tuvieron acción ovicida.

De acuerdo a la bibliografía consultada las Lamiaceas presentan: acción fumigante, actividad insecticida sobre *M domestica*; repelencia a *E. yanasara*, *E. kraemeri*, *M. persicae*, *A. laetus*; y *P. operculella*, además que los aceites esenciales de *Minthostachys* disuaden la oviposición de la polilla *P. operculella*.

1.2 MARCO TEÓRICO

1.2.1 Interacciones plantas – insectos

Ferry *et al.* (2004) señalan que para percibir la presencia de insectos herbívoros, las plantas se valen de las secreciones orales del artrópodo. Entre las defensas vegetales directas inducidas por los herbívoros destaca la producción de metabolitos secundarios tóxicos o repelentes y de moléculas volátiles.

Vivanco *et al.* (2005) mencionan que los metabolitos secundarios desempeñan un importante papel en la defensa indirecta de la planta. Algunos compuestos volátiles parecen ser comunes a muchas especies; encontramos entre ellos aldehídos, alcoholes, ésteres y terpenoides. Otros compuestos fitoquímicos tienden a ser específicos de cada especie. Algunos sirven para atraer depredadores y parasitoides que destruyan a los herbívoros agresores; en otras palabras, ciertas especies vegetales reclaman la ayuda de otros artrópodos.

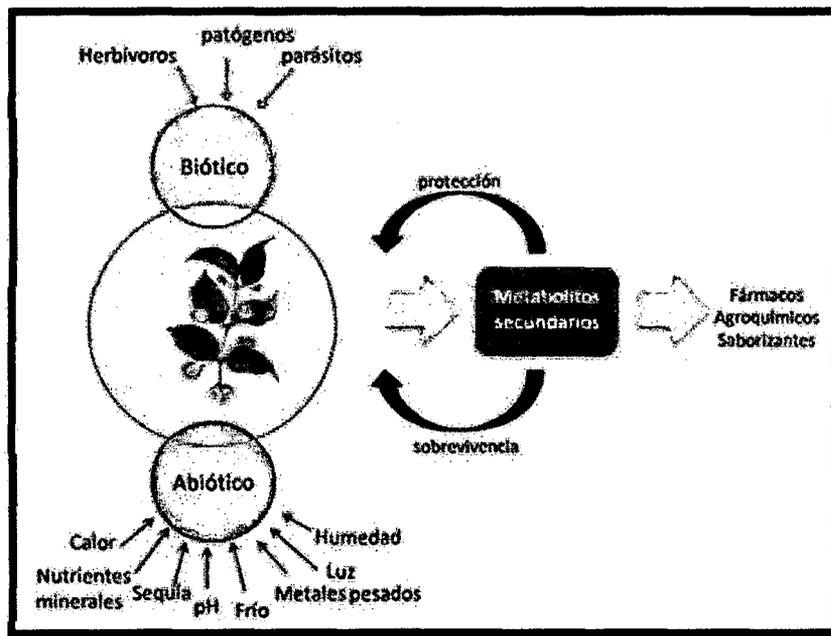


Figura 1: Relaciones del estrés biótico y abiótico y la producción de metabolitos secundarios. (Huerta *et al.*, 2012).

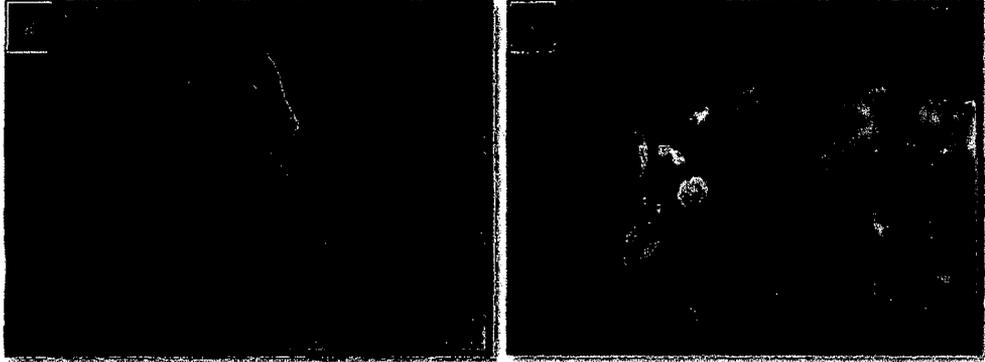


Figura 3: Tipos de defensas de plantas frente a insectos herbívoros: a. Larva estimulando a la planta por medio del contacto físico (Defensa Intrínseca). b. Coleóptero predador (defensa extrínseca). (Huerta *et. al.*, 2012).

Rhodes *et al.* (1994) señalan que los metabolitos secundarios son compuestos cuya distribución varía ampliamente dentro de las especies vegetales, algunos metabolitos secundarios sólo se dan en alguna especie vegetal o en unas pocas íntimamente relacionadas entre sí, los compuestos fitoquímicos comprenden una amplia variedad de estructuras químicas, entre las cuales pueden mencionarse a los terpenoides, los alcaloides, los compuestos fenólicos, los azufrados, los iridoides, los esteroides, entre otros.

Boethel & Eikenbary (1986) indican que las plantas emiten compuestos químicos volátiles que están a menudo involucrados con la defensa de la planta contra herbívoros. Los insectos generalistas son usualmente repelidos por esos compuestos, pero los insectos especializados se adaptaron a alimentarse de estas plantas por lo que es usualmente atraído por estos productos químicos. A su vez los predadores y parasitoides de herbívoros pueden usar la misma sustancia química para encontrar la planta y por consiguiente al herbívoro en la planta.

1.2.2 Sustancias semioquímicas.

Law & Regnier (1971) indican que las sustancias semioquímicas intervienen en la comunicación química entre organismos, estas tienen un rol importante en los mecanismos defensivos contra los herbívoros.

1.2.2.1 Clasificación de las sustancias semioquímicas.

Karlson & Luscher, (1959), Whittaker (1970) describen a las feromonas como sustancias semioquímicas que intervienen en interacciones dentro de una misma especie y a los aleloquímicos como sustancias semioquímicas cuya emisión es significativa para un organismo de una especie diferente a la emisora.

Nordlung (1981) agrupa las sustancias aleloquímicas en cuatro categorías basadas en un análisis costo- beneficios:

- **alomonas**, sustancias producidas o adquiridas por un organismo, que en un contexto natural, y en contacto con un individuo de otra especie producen en el receptor una reacción de comportamiento o fisiológica favorable al emisor.
- **Feromonas**, sustancias químicas por medio de las cuales se envían mensajes como atracción sexual, alarma, etc
- **kairomonas**, son compuestos que, en contacto con individuos de otra especie, producen en el receptor una respuesta favorable a este último.
- **sinomonas** producen en el receptor una respuesta adaptativa favorable, tanto para el emisor como para el receptor
- **apneumonas**.

Beck (1965), Dethier et. al, (1960), Bernays (2000) afirman que las sustancias aleloquímicas emitidas por la planta que tienen mayor importancia en la selección del alimento por parte de una plaga son las kairomonas y las alomonas.

Blum (1981), Mareggiani (1996) mencionan que la emisión de kairomonas por la planta favorece al insecto porque lo orienta hacia ella, o induce su alimentación u oviposición, entre otros beneficios. Cuando el aleloquímico emitido es una *alomona*, resulta favorecida la planta pues disminuye la posibilidad de que un herbívoro generalista o polífago pueda utilizar esa planta como fuente de alimento, ya que lo repele, disuade la alimentación o la oviposición, e interrumpe su

desarrollo, entre otros efectos, por el cual las alomonas actúan como defensas químicas naturales contra los herbívoros

Schoonhoven (1982) indica que la investigación básica sobre la ecología química de los insectos ha demostrado que la actividad de los metabolitos secundarios es variada y que muchos de ellos poseen actividad biológica sobre los insectos, alterando su alimentación, desarrollo, reproducción o comportamiento.

1.2.2.2 Desarrollo de defensas químicas durante la coevolución.

Frazier & Chyb (1995.) señalaron un mecanismo de coevolución a través de mutaciones al azar, por las cuales el genoma vegetal condujo, en algún momento del proceso evolutivo, a la síntesis de sustancias semioquímicas que impedían al insecto alimentarse de la planta. Las plantas que de ese modo se transformaron en resistentes a la plaga, se multiplicaron tornándose más abundantes. *De acuerdo con este mecanismo de coevolución, en una etapa posterior, bajo la fuerte presión selectiva ejercida por las sustancias semioquímicas vegetales, los insectos desarrollaron uno o más mecanismos destinados a detoxificarlos, o bien, comenzaron a utilizarlos en su propio beneficio, transformándolos en claves para reconocer al hospedante, o secuestrándolos con fines defensivos. Este proceso condujo a que ciertos herbívoros polívoros o generalistas (que se alimentan de especies de distintas familias) se adaptaran convirtiéndose en especialistas, en unos, casos oligófagos (cuando se alimentan de especies de una misma familia) y en otros monófagos (cuando se alimentan de especies de un mismo género).*

1.3 MARCO CONCEPTUAL

1.3.1 Toxicología

La toxicología estudia las acciones nocivas de las sustancias químicas sobre los tejidos biológicos. En la toxicología, el sujeto de tal estudio se hace sobre el efecto de una sustancia o de las condiciones externas y sus efectos deletéreos sobre seres vivos, sistemas de biológicos, órganos, tejidos, células. El concepto central de la toxicología es que los efectos dependen de la dosis. (Loomis, 1982). Paracelso, el padre de la toxicología dijo la diferencia entre lo que cura y lo que mata es la dosis. Es decir, que ningún compuesto es venenoso por naturaleza sino que depende exclusivamente de la concentración en que se encuentre (Silva, 2011).

1.3.1.1 Toxicidad

La toxicidad es una medida usada para medir el grado tóxico o venenoso de algunos elementos. La toxicidad puede referirse al efecto de ésta sobre un organismo completo, como un ser humano, una bacteria o incluso una planta, o a una subestructura, como una «citotoxicidad». (Loomis, 1982).

1.3.2 Dosis Letal Media (DL₅₀)

¿Cuándo podemos decir que un insecticida es más o menos tóxico? Esta pregunta se debe responder dependiendo de la Dosis (o concentración) Letal Media. (DL₅₀ o CL₅₀), que en el fondo es lo que señala el grado de toxicidad de cualquier compuesto. La dosis letal media es aquella concentración del insecticida, que al ser administrada por cualquier vía de ingreso (oral o dermal por ejemplo), en un periodo de tiempo definido mata el 50% de la población de insectos evaluados (Silva, 2011). El nivel de estímulo que causa una respuesta en el 50% de los individuos de una población bajo estudio es un importante parámetro de caracterización denotado como DL₅₀. El período de tiempo durante el cual se expone el estímulo debe ser especificado, por ejemplo, 24 horas DL₅₀, esto con el fin comparar y estimar la potencia relativa del estímulo (Saravia, 2002).

1.3.3 Biocida.

Los biocidas pueden ser sustancias químicas sintéticas, naturales o de origen biológico o de origen físico están destinados a destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer un control de otro tipo sobre cualquier microorganismo considerado nocivo para el hombre. (Goettel & Vincent, 2007).

Los biocidas por lo general actúan a nivel de la membrana celular del microorganismo, penetrándola y destruyendo los sistemas que permiten vivir al microorganismo. El biocida provoca la lisis de la pared proteica o lipoproteica del organismo y penetra en su interior interrumpiendo las reacciones bioquímicas que sustentan la vida en el organismo. (Pérez & Camadro, 2007).

Se pueden presentar de tres formas: físico, fuentes de radiación de alta energía (luz UV) que oxidan la pared proteica y prácticamente queman al microorganismo. Biológicos, sustancias creadas por organismos superiores para autodefensa (metabolitos secundarios), generalmente son de tipo proteico y se denominan enzimas. Y químicos, que a su vez pueden ser, inorgánicos o de síntesis orgánica, el coeficiente fenólico, es un valor experimental que se realiza a las sustancias que tienen propiedades biocidas, tomando como referencia la capacidad biocida del fenol. (Rivero & Casero, 2004).

1.3.3.1 Ventajas y desventajas del uso de productos a partir de plantas biocidas.

- Son biodegradables, por lo cual no contaminan el medio ambiente, su impacto ambiental es muy bajo.
- Actúan sobre el insecto a muy baja concentración.
- Se puede hacer preparados artesanales si se cuenta con la planta que contiene el compuesto activo. (son de bajo costo).

En cuanto a las desventajas, compiten con los insecticidas sintéticos cuyos resultados son más evidentes y rápidos, pero a largo plazo los bioinsecticidas colaboran con la sustentabilidad de los recursos del agro ecosistema. (Gimenes, 1986).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y METODOLOGÍA

2.1 MATERIALES

2.1.1 Material biológico

2.1.1.1 Material biológico vegetal

- *Hedeoma mandoniana* Weddel.
- *Clinopodium brevicalyx* (Epling) Harley & A. Granda
- *Minthostachys spicata* (Benth) Epling.
- *Solanum tuberosum* var *Q'ompis*.

2.1.1.2 Descripción del material biológico vegetal

- *Hedeoma mandoniana* Wedd.

A. Posición taxonómica.

La ubicación taxonómica de la especie, de acuerdo al Grupo del Sistema Filogenético de las Angiospermas (Angiosperm Phylogeny Group), APG III (2009), es la siguiente:

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Lamiales

Familia: Lamiaceae

Género: *Hedeoma*

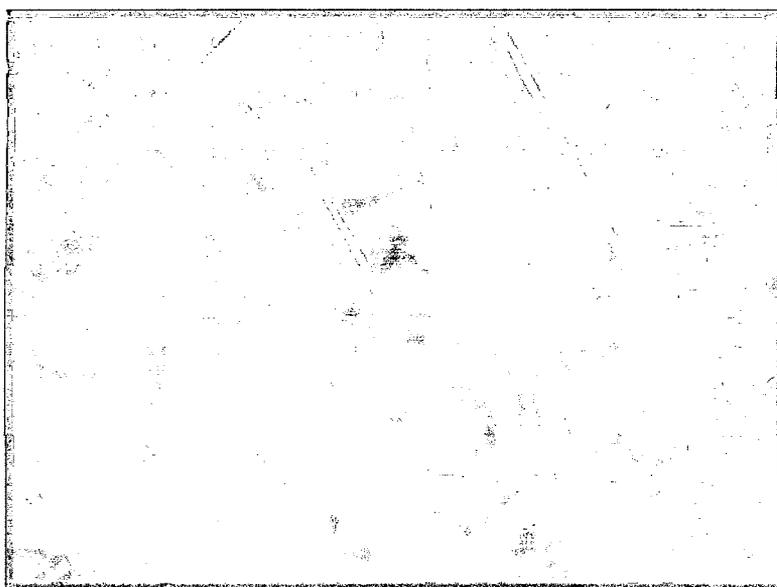
Especie: *Hedeoma mandoniana* Weddell.

B. Nombres comunes:

“pampa muña”, “pampa orégano”, “inca muña”.

C. Descripción botánica

Planta herbácea de 30 cm de alto. Tallos tetragonos, pubescentes, leñosos. Hojas simples, opuestas, pubescentes. Flores solitarias, axilares, completas, perfectas, zigomorfas; cáliz gamosépalo muy pubescente, 5-lobulado; corola gamopétala 5-lobulada, blanca con manchas rojizas en el tubo de la corola; androceo con 4 estambres epipétalos, anteras ditésicas con dehiscencia longitudinal; gineceo con ovario súpero, estilo y estigma simples. Fruto nuez. (Arteta, 2007).



Fotografía 1: *Hedeoma mandoniana* Wedd.

D. Antecedentes etnobotánicas y etnofarmacológicas

El aceite de muña negra (*H. mandoniana*) que tiene potencial de uso como insecticida natural y saborizante, la infusión (20 g/L aproximadamente) es muy apreciada en dolores estomacales, diarreas y cólicos (carminativo). Es usada también contra resfríos, gripes y tos (antitusígeno), tanto en infusión como en cocimiento, produciendo una bebida oscura parecida al vino, con olor y color característico (Arteta, 2007).

- ***Clinopodium brevicalyx* Epling.**

A. Posición taxonómica

La ubicación taxonómica de la especie, de acuerdo al Grupo del Sistema Filogenético de las Angiospermas (Angiosperm Phylogeny Group), APG III (2009), es la siguiente:

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Lamiales

Familia: Lamiaceae

Género: *Clinopodium*

Especie: *Clinopodium brevicalyx* (Epling) Harley & A. Granda

B. Sinonimia:

Satureja brevicalyx Epling.

C. Nombres comunes

“cjuñu muña”, “urqu muña”, “wayra muña”, “sacha muña”, “muña”, “cjuñuca”, “orégano de los incas”.



Fotografía 2: *Clinopodium brevicalyx* Epling

D. Descripción botánica

Arbustiva perennifolia, erguida de 1.0-1.5 m de altura, aromática y pubescente. Hojas muy pequeñas, espatuladas, sésiles, verticiladas y opuestas, de margen entero. Flores blancas, solitarias, axilares, tetrámeras, bilabiadas; cáliz gamosépalo; corola gamopétala; androceo con estambres didínamos; gineceo con ovario súpero, estilo apical y estigma simple. Florece en primavera y verano (Arteta, 2007).

E. Antecedentes etnobotánicas y etnofarmacológicas

Según informaciones etnobotánicas y etnofarmacológicas es usada para resolver problemas gastrointestinales y para la corrección de desórdenes menstruales. Es digestivo, carminativo, contra la gastritis, flatulencia y antiespasmódica. También es usado como analgésico soasando las hojas en caso de dolores musculares y *torticolis*. (Arteta, 2007).

- ***Minthostachys spicata* (Bent) Epling.**

A. Posición taxonómica.

La ubicación taxonómica de la especie, de acuerdo al Grupo del Sistema Filogenético de las Angiospermas (Angiosperm Phylogeny Group), APG III (2009), es la siguiente:

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Lamiales

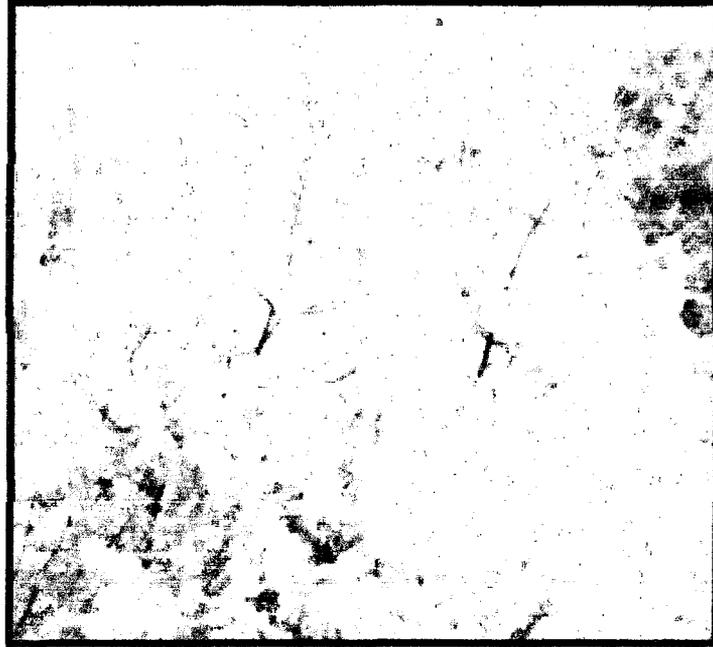
Familia: Lamiaceae

Género: *Minthostachys*

Especie: *Minthostachys spicata* (Benth) Epling.

B. Nombres comunes:

Arash-muña, Burrito (Paraguay), Coa, Coz, Huaycha, Huycha, Ismuña, Kon, Martin-muña (Bolivia), Muña-muña, Orcco-muña, Poleo silvestre.



Fotografía 3: *Minthostachys spicata*.

C. Descripción botánica:

La muña es una planta arbustiva leñosa, frondosa en la parte superior de 40 cm a más de un metro de altura, de aspecto general glauco, erecto y pubescente, su tallo es ramificado desde la base. La hoja es el elemento vegetativo simple ligeramente aserrado, carece de estípulas, cortamente pedunculadas de filotaxia opuesta. Su peciolo mide entre 4 y 6 mm. de largo, pubescente acanalada en la parte superior y convexo. Presenta hojas opuestas, cortamente pecioladas, elíptico-lanceoladas. Su Inflorescencia, en cortos racimos verticilados en las ramas terminales; flores pequeñas, blancas. Sus frutos en tetraqueno (con 4 núculas). Crece entre los 2 700 y los 3 400 metros de altitud. (Ulloa, 2006).

D. Antecedentes etnobotánicas y etnofarmacológicas

Es utilizado como antiinflamatorio, carminativo, antiséptico, analgésico en afecciones renales y respiratorias, se utiliza como pesticida, para conservar la papa, para lo cual se cubre con la planta y se controla la germinación y el ataque de las plagas. Las hojas y flores frescas o secas se agregan a las comidas para equilibrarlas, como condimento en la preparación de carnes y guisos (Ulloa, 2006).

- ***Solanum tuberosum* var. *Q'ompis***

A. Posición taxonómica, Según Arthur Cronquist (1980)

Division: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida

Sub-Clase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *Solanum tuberosum*



Fotografía 4: Tubérculos de *Solanum tuberosum* var. *Q,ompis*

B. Nombres comunes

“papa blanca”, “Acús”. (quechua), “Acso”, “akso”, “apalu”, “ccjoke” (aymara).

C. Descripción botánica.

Planta suculenta, herbácea, que presenta tubérculos (tallos subterráneos), los cuales se desarrollan al final de los estolones que nacen del tallo principal. Los tallos aéreos son de sección angular, y entre las axilas de las hojas y los tallos se forman ramificaciones secundarias. (Jimenez *et al*, 1989).

D. Antecedentes etnobotánicas y etnofarmacológicas

Es empleado en afecciones renales, artritis, reumatismo, bajar la presión, cicatrizante y en golpes y raspones. (Jimenez *et al*, 1989).

2.1.2 Material entomológico.

- Polillas de papa: *Symmetrischema tangolias* (Lep. Gelechiidae).

2.1.2.1 Descripción del material entomológico.

A. Posición taxonómica de *Symmetrischema tangolias* (Lep. Gelechiidae).

Según Essig, 1942. Citado por Nieto (2002).

Phyllum: Artrópoda

Subphyllum: Mandibulata

Clase: Insecta.

Orden: Lepidóptera

Sub Orden: Frenatae

Super Familia: Gelechioidea

Familia: Gelechidae

Tribu: Gnorimoschemini

Género: *Symmetrischema*

Especie: *S. tangolias* (Gyen)

B. Nombres comunes:

“polilla de la papa”, “t`uta”, “palomilla de la papa”, “Ichucuru”

C. Biología y Morfología:

- **Huevo.**

Andrew et al. (1999), **Rodríguez (1990)** mencionan que el huevo es de forma oval y chata, la superficie externa presenta estrias finas pueden medir de 0.3 a 0.5 mm de ancho, tomándose amarillentos, anaranjados a los seis a ocho días de la oviposición y plumizo oscuro próximos a la eclosión.

- **Larva.**

Sánchez & Aquino (1986) dicen que las larvas son de tipo eruciforme y de forma cilíndrica, ligeramente comprimidas dorso ventralmente.

Rodríguez (1990), **Andrew et al. (1999)** indican que la larva presenta 13 segmentos en el cuerpo, tres pares de patas y cada pata se halla compuesta de coxa, fémur, trocánter, tibia y tarso; y en el abdomen cinco pares de pseudopatas ubicadas en el tercer, cuarto, quinto, sexto y décimo tercer segmento abdominal, con nueve pares de espiráculos situados dorso lateralmente y se encuentran en el primer y octavo segmento abdominal.

Andrew et al. (1999) señalan que presenta cinco estadios larvales y que estos son:

- **Larva I:** Blanco cremoso, cabeza ligeramente más ancho en relación al cuerpo. Está provisto de pelos y setas, apenas perceptibles a simple vista y mide aproximadamente 1mm.

- **Larva II:** Cremoso brillante y liso, próximos a la muda es notorias la presencia de tres franjas rojizas en el dorso que se extienden hasta la mitad del octavo segmento, el escudo protorácico es bruno-oscuro a café oscuro brillante, cuya longitud es de 1.5mm.

- **Larva III:** Cremoso amarillento, Cabeza de color bruno brillante presenta tres franjas rosadas opacas en el abdomen dos laterales y una dorsal en los últimos segmentos; próximos a las mudas las tres franjas se diferencian notablemente sobre un fondo cremoso amarillento llegando a cubrir todo el abdomen y provistas de diferentes setas visibles, mide 3.5 mm.

- **Larva IV:** Coloración similar al estadio anterior y de apariencia vigorosa, presenta cinco líneas o franjas longitudinales rojizo intenso, tres dorsales y

dos laterales llegando al protórax, al final del estadio la larva adquiere una coloración ligeramente verdosa y franjas latero dorsales se engrosan cada vez más, mide 5 mm.

- **Larva V:** Las larvas construyen su capullo a base de hilos de seda, residuo vegetal, partículas de tierra, dentro del cual se desarrolla la pupa.

Sánchez & Aquino (1986), Rodríguez (1990) dicen que la coloración de larvas V varía de crema amarillento a verde celeste y finalmente verde ligeramente oscuro. Las franjas dorsales y laterales son rojizas, en el dorso se observan tubérculos setíferos pigmentados de donde emergen setas o pelos, a diferencia del estadio anterior en los últimos segmentos ya no es posible diferenciar las 5 franjas rojizas sino tres, las mismas que se prolongan a través de todo el cuerpo. Mide 7 mm al inicio del estadio y 13 mm en su máximo desarrollo.

- **Pre-pupa.**

Andrew et al. (1999), Sánchez & Aquino (1986) afirman que la “pre pupa” se inicia cuando la larva no ingiere alimento, se vuelve inactiva y sus procesos metabólicos se vuelven al mínimo, la larva se reduce de tamaño y las franjas dorsales laterales son más anchas, la cabeza es pequeña, mientras que el resto del cuerpo es voluminoso y que las setas no son muy diferenciables.

- **Pupa.**

Andrew et al. (1999) mencionan que la pupa al inicio del ciclo es verde y se puede distinguir franjas guindas en su dorso, luego es marrón claro y finalmente marrón brillante. Es de tipo obtecta o momificada, comúnmente llamada crisálida, las patas, alas y antenas plegadas al cuerpo próximo a la emergencia son claramente visibles, marrón oscuro, palpos labiales ubicados cerca de la espiritrompa, próximas a estas se encuentran las podotecas que contienen las patas, seratotecas (antenas) y alas (pterotecas).

- **Adulto.**

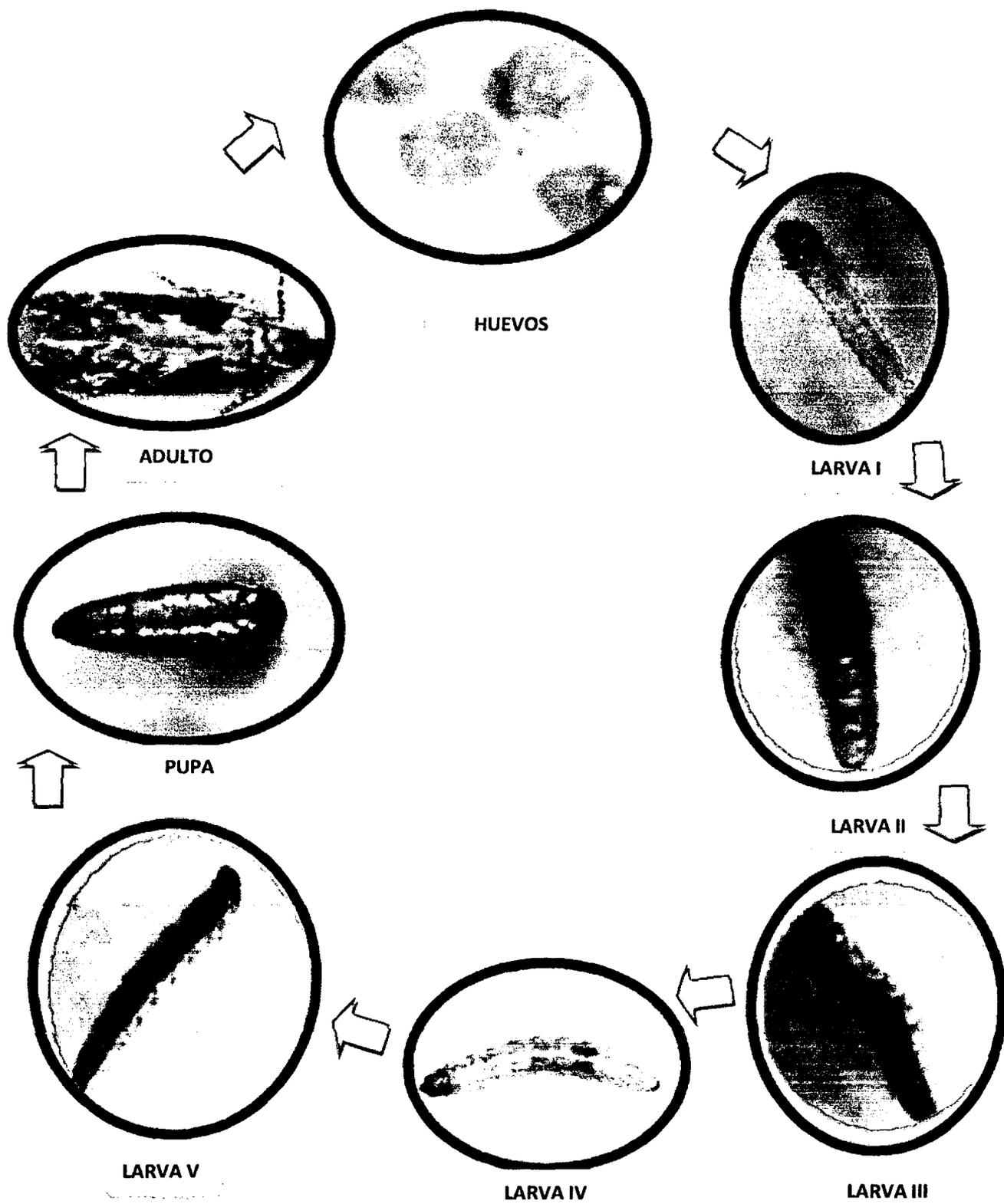
Sánchez & Aquino (1986), Rodríguez (1990) describen que el adulto es un Micro lepidóptero con expansión alar de 20 mm en la hembra y en 18 mm en los machos, cabeza pequeña cubierta con finas escamas, grisáceo; palpos labiales ensanchados fuertemente curvados dirigidos hacia arriba y hacia atrás. Antenas filiformes con numerosos artejos cubiertos de escamas negras y grises en forma intercalada, el aparato bucal es de tipo chupador y en estado reposo se enrolla en forma de espiral constituyendo la espiritrompa. El cuerpo está cubierto de finas escamas grisáceas con tono jaspeado oscuro, además se observan manchas negras en el abdomen y antena.

Andrew et al. (1999) señalan que en el margen costal de las alas anteriores se observa claramente una mancha triangular marrón oscura, característica que permite diferenciarla del género *Phthorimaea*, los machos son más pequeños que las hembras, presentan el abdomen más pequeños que las hembras, presentan el abdomen más delgado y tienen una estructura terminal ahusada y curvada hacia arriba en forma de W, en las hembras el abdomen presenta una terminación roma.

Rodríguez (1990) indicó que las hembras pueden poner en un promedio de 236 huevos.

E. Distribución

Palacios, 1997; Sánchez & Aquino, 1986, señala que *S. tangolias* es una especie típica del área andina, y que se le encuentra en Colombia, Bolivia y Perú desde los 2 000 a 3 500 metros de altitud. Indicaron que en el Perú se encuentra ampliamente distribuido en las principales zonas paperas como Junín, Huancavelica, Huánuco, Huaraz, Apurímac y Cusco. Además, dicen que *S. tangolias*, es una especie que ha adquirido mucha importancia en los últimos años por su rápida dispersión en zonas altas y ha constituido en un problema para los pequeños, medianos y grandes agricultores, por ser más agresiva que *Phthorimaea operculella*.



Fotografía 5: Ciclo biológico de la polilla de la papa *Symmetrischema tangolias*.

2.1.3 Materiales, equipos y aparatos de laboratorio.

2.1.3.1 Equipos y Aparatos

- ✓ Balanza analítica
- ✓ Romana
- ✓ Refrigeradora
- ✓ Microscopio estereoscópico

2.1.3.2 Materiales de Laboratorio

- ✓ Recipientes circulares de 500 ml
- ✓ Bolsas de polietileno
- ✓ Recipientes grandes y pequeños de forma rectangular
- ✓ Placas Petri
- ✓ Embudo de vidrio
- ✓ Frascos de color oscuro para envasar aceites
- ✓ Pipetas (1 ml, 10 ml)
- ✓ Matraz
- ✓ Pera de decantación
- ✓ Soporte universal

2.1.3.3 Otros Materiales

- ✓ Papel bond de color blanco para la postura
- ✓ Tul blanco
- ✓ Mallas entomológicas
- ✓ Cinta masking tape
- ✓ Pincel
- ✓ Bolsas de papel kraf N°12
- ✓ Plumones indelebles
- ✓ Cuaderno de notas
- ✓ Algodón
- ✓ Papel toalla
- ✓ Un equipo para destilación de acero inoxidable
- ✓ Papel filtro

2.2 METODOLOGÍA

2.2.1 Ubicación del experimento

El trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Biológicas – UNSAAC.

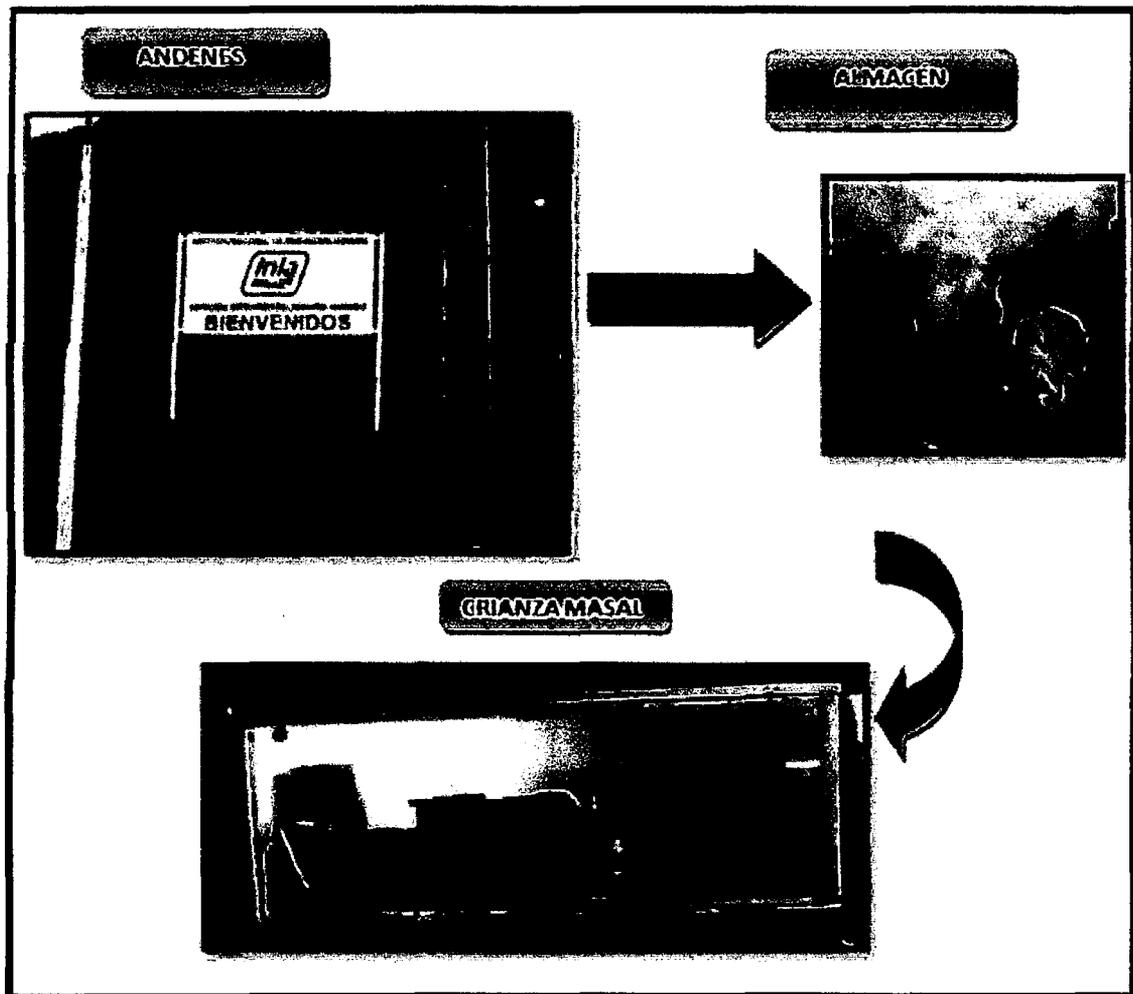
2.2.2 Crianza de la polilla de papa

Para ello se recolectó polillas adultas de *Symmetrischema tangolias* de los almacenes provenientes de la Estación Experimental de Andenes de la localidad de Zurite – Cusco. Haciendo uso para este fin de una red entomológica ayudada con un aspirador entomológico, luego se procedió a llevar las muestras al Laboratorio de Entomología-UNSAAC para su debida identificación.

En el laboratorio se procedió a identificar y seleccionar a las polillas de nuestro interés *S. tangolias*. Mediante observación de las características externas de la especie como las manchas en forma de triángulos en las alas que caracteriza a este género. Posteriormente se realizó el preparado de genitales de los individuos confirmando la pertenencia de estos al género. Según el método de Yélamos, 2011.

Luego estos ejemplares fueron colocados en una refrigeradora por unos minutos para la inmovilización momentánea para facilitar el sexado.

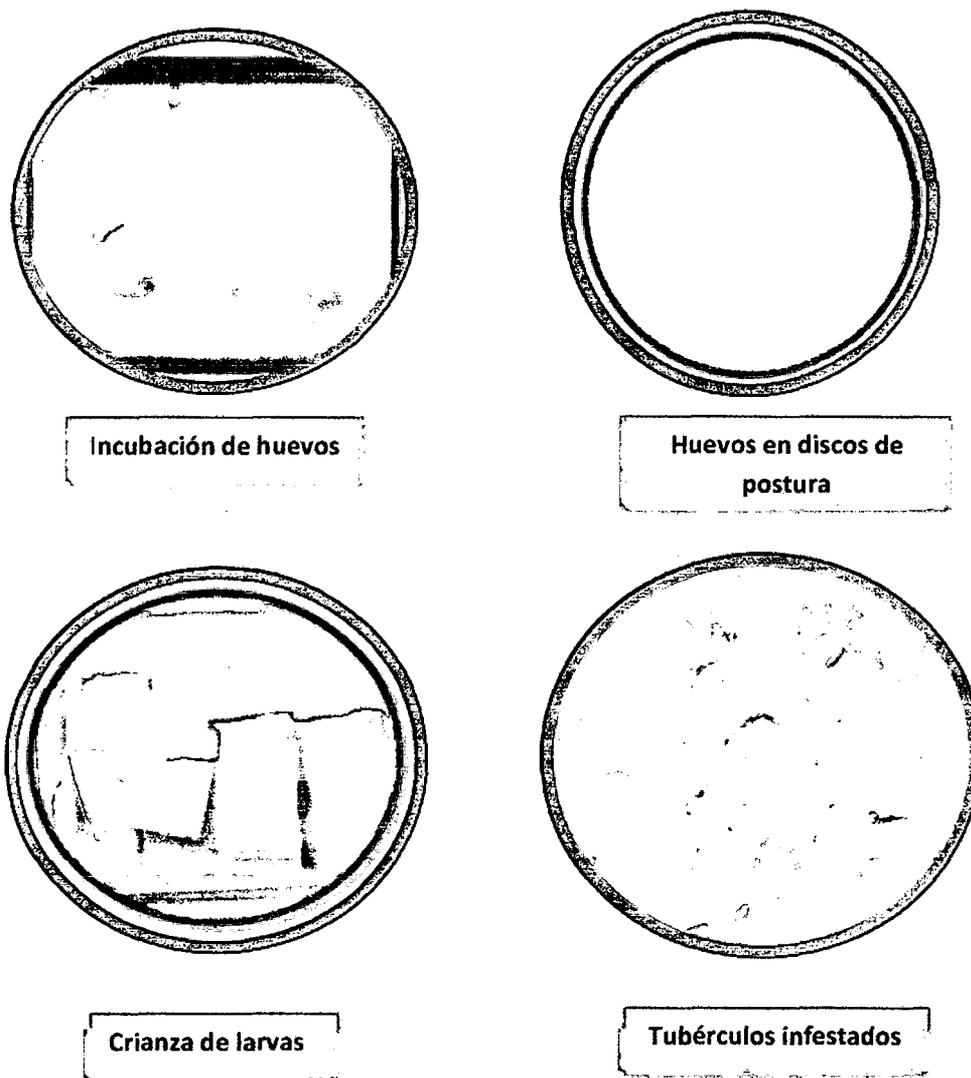
Una vez sexados éstos se colocaron (10 hembras y 2 machos) en recipientes circulares de plástico de 500 ml, los adultos fueron alimentados con azúcar diluida al 3%, 3 veces por día, que fueron colocados en la base del recipiente sobre el papel filtro; estos recipientes fueron cubiertos con tul y tensionados con liguillas (para facilitar su respiración), por encima se colocaron discos de papel bond (blanco) para el proceso de la postura, las que fueron recuperadas diariamente. Estos recipientes fueron colocados en la cámara de crianza a una temperatura de $22^{\circ} \text{C} \pm 1$.



Fotografía 6: Obtención de la polilla de papa *S. tangolias* y crianza masal.

2.2.2.1 Obtención de huevos y estadios larvales

Los discos de papel bond conteniendo los huevos fueron colocados en placas petri, las cuales se incubaron por 13 días, (los huevos cambiaron de color crema - naranja hasta un color plomizo – oscuro próximo a la eclosión) ya eclosionados estos fueron trasladados e instalados en bolsas de papel kraf conteniendo de 1 -2 kg de papa, previamente lavados y desinfectados con lejía al 1%, secadas y agujereadas para facilitar el ingreso de las pequeñas larvas , de este lugar de experimentación se obtuvieron los diferentes estadios larvales, de acuerdo a nuestros requerimientos experimentales.



Fotografía 7: Crianza de la polilla de papa *S. tangolias*.

2.2.3 Diseño Experimental

Se realizaron 10 tratamientos:

- T1: Tubérculos tratados con aceite de *M. spicata*
- T2: Tubérculos tratados con extracto alcohólico de *M. spicata*.
- T3: Tubérculos tratados con aceite de *C. brevicalyx*
- T4: Tubérculos tratados con extracto alcohólico de *C. brevicalyx*
- T5: Tubérculos tratados con aceite de *H. mandoniana*
- T6: Tubérculos tratados con extracto alcohólico de *H. mandoniana*
- T7: Tubérculos control.

- T8: Tubérculos con un mes de verdeo
- T9: Tubérculos con dos meses de verdeo
- T10: Tubérculos con tres meses de verdeo

Y cada tratamiento contó con 5 repeticiones.

2.2.4 Determinación del efecto de la muña, cjuñu-muña y pampa muña sobre polilla de la papa.

2.2.4.1 Tratamiento de los tubérculos

A. Obtención de los aceites esenciales

Para la extracción de los aceites esenciales de muña, cjuñu-muña, pampa muña en el presente trabajo se procedió de la siguiente manera:

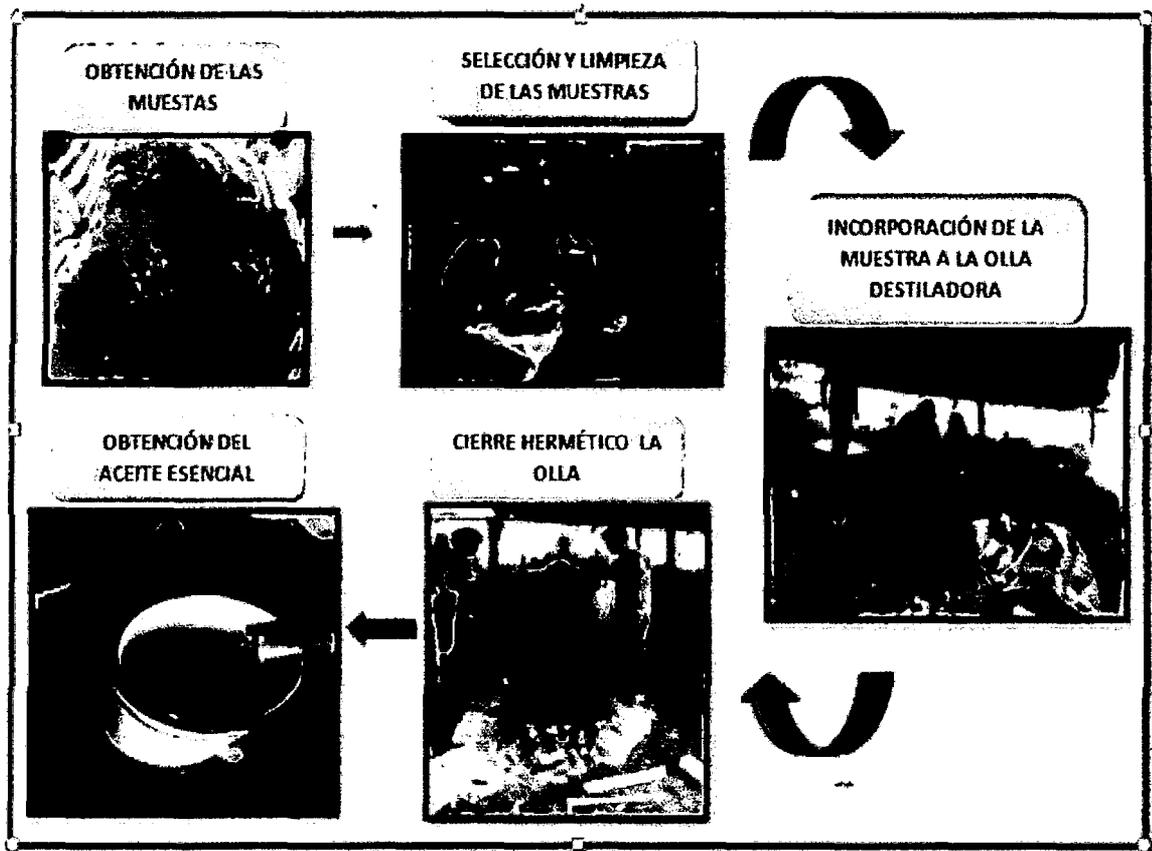
a) Recolección de las muestras:

La recolección de las muestras se realizó en la Comunidad de Ampay, ubicado en el Distrito de Calca del Departamento del Cusco, teniendo en consideración que las muestras deben ser recogidas en las primeras horas de la mañana (5 am - 8 am), de cada especie se colectó 25 Kg. Y luego fueron transportadas a la Planta de Destilación Artesanal del IEPLAM.

b) Método de extracción por arrastre de vapor de agua

Preparación:

- Colocar la destiladora en el fogón.
- Echar agua hasta el nivel de la parrilla de separación.
- Colocar la materia prima hasta que llene la olla destiladora. Tapar herméticamente y esperar hasta que hierva el agua y se genere el vapor que cocine las hojas, flores, tallos, cortezas, semillas o frutos de la planta.
- Desde que comienza el primer goteo en el condensador, tomar 2 horas de destilación.
- Al finalizar el proceso, destapar la olla autoclave y desechar los restos de materia prima.
- Luego filtrar y envasar en frascos de color oscuro con tapa hermética.



Fotografía 8: Obtención de los aceites esenciales de las tres especies de Lamiaceas.

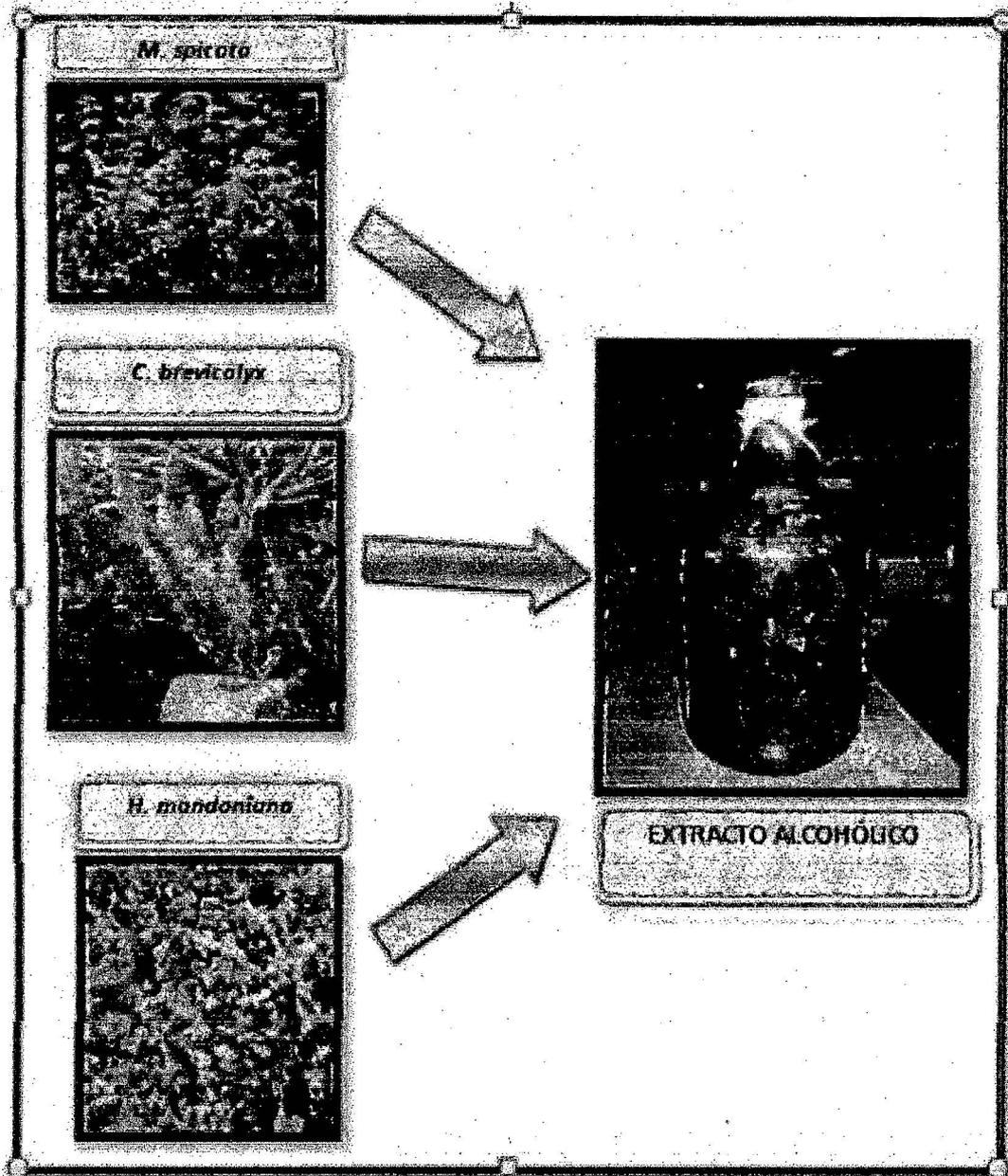
c) Método de extracción alcohólica (maceración).

Preparación:

- Desmenuzar la planta con las manos limpias.
- Colocar la planta medicinal en la botella de damajuana.
- Agregar 2 litros alcohol comercial (94%) hasta que cubra la cantidad de planta depositada en el frasco (500 g). Cerrar herméticamente, etiquetar anotando nombre de la tintura y la fecha de preparación.
- *Dejar en maceración bajo sombra durante 30 días, agitándolo por lo menos una vez por día.*

- Filtrar con gasa. Finalmente envasar en los frascos de vidrio color ámbar y tapar herméticamente. Etiquetar, anotando el nombre de la tintura, propiedades y tiempo de expiración.

Los aceites esenciales y macerados sirvieron para los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6.



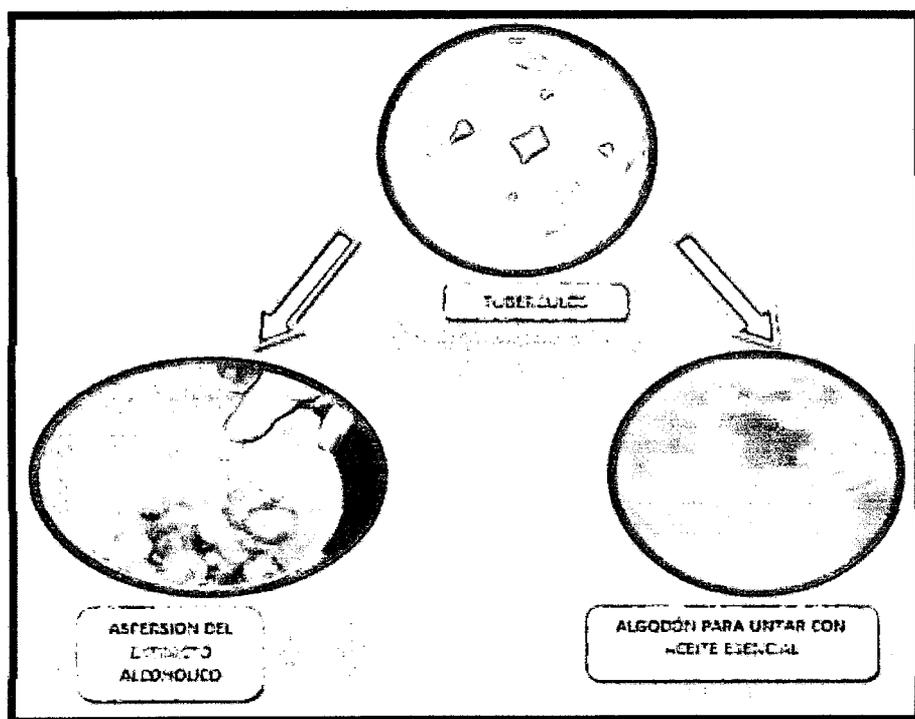
Fotografía 9: Obtención de los extractos alcohólicos de las tres especies de Lamiaceas.

B. Selección de tubérculos.

Se seleccionaron los tubérculos-semilla teniendo en cuenta el tamaño entre 30 - 40 gr, los que estaban libres de enfermedades e insectos; luego se procedió al lavado y secado de los mismos.

C. Aplicación del tratamiento T1, T2, T3, T4, T5, T6 (aceites esenciales y macerados).

Se cogieron 4 tubérculos por repetición, haciendo un total de 20 tubérculos por tratamiento a los que se les untó con el aceite esencial (obtenido por arrastre de vapor de agua), haciendo uso de un trozo de algodón. Estos ya tratados se colocaron en un recipiente circular. Y para cada recipiente con extractos alcohólicos: los tubérculos fueron aspersados con 20 ml de los macerados de estas tres especies independientemente y fueron secados al ambiente durante 15 minutos.



Fotografía 10: Tratamiento de los tubérculos con aceites esenciales y extractos alcohólicos de las tres especies de Lamiaceas

D. Control (T7).

Estos tubérculos no tuvieron ningún tipo de tratamiento. Y fueron utilizados para evaluar la efectividad de los tratamientos en las demás experimentaciones.

2.2.4.2 Bioensayo con huevos

A. Infestación artificial de los tubérculos

De la crianza masal se tomaron 10 huevos próximos a la eclosión las cuales fueron colocados sobre cada tubérculo (de preferencia fueron puestos en los "ojos" del tubérculo). Antes de introducir los tubérculos en el recipiente se procedió a colocar un disco de papel toalla en la base de este, para facilitar la absorción de humedad. Después de la infestación, el recipiente fue cubierto con tul, ayudado con liguillas. Para darles temperatura y oscuridad adecuadas los recipientes fueron cubiertos con papel Kraft con pequeñas perforaciones.

B. Evaluación

La evaluación se realizó, tomando en cuenta lo siguiente:

- ✓ el número de larvas muertas y sobrevivientes por tubérculo,
- ✓ el daño del tubérculo (número de galerías) en cada tratamiento.
- ✓ Y el estadio larval en el que se encontró al momento de la evaluación después de 30 días de haber sido infestados los tubérculos.

2.2.4.3 Bioensayo con larvas V

Se realizó el mismo tratamiento con larvas de estadio V próximas al empupamiento, teniendo en consideración que estas fueron recogidas del lugar de crianza para cada tratamiento. Antes de introducir los tubérculos en el recipiente se procedió a colocar un disco de papel toalla en la base de este, para facilitar la absorción de humedad, seguidamente se colocó arena en la base. Para la infestación se colocaron 20 larvas por táper, las cuales fueron colocadas sobre los tubérculos. Después de la infestación, el recipiente fue cubierto con tul, ayudado con liguillas. Para darles temperatura y oscuridad adecuadas, los recipientes

fueron cubiertos con papel Kraft con pequeñas perforaciones. Y fueron evaluados después de 15 días.

Para la evaluación del desarrollo del estadio larval V₄ se tomaron en cuenta lo siguiente:

- Número de larvas vivas.
- Número de larvas muertas.
- Número de pre-pupas.
- Numero de pupas.

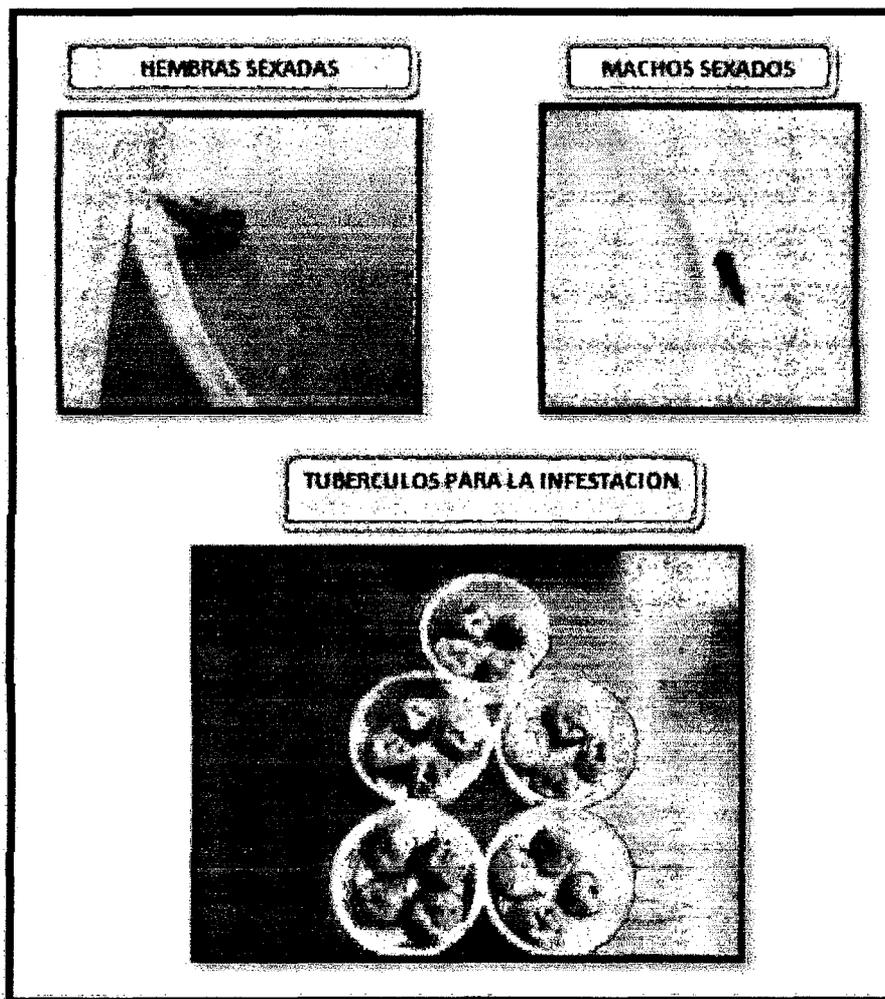
2.2.4.4 Bioensayo con preferencia de oviposición

Se trabajó con adultos para evaluar la preferencia de oviposición en cada uno de los tratamientos, pruebas que consistieron en colocar polillas previamente sexadas en una proporción de 7 hembras y 2 machos en táperes que contenían 4 tubérculos con los 10 tratamientos ya descritos anteriormente. Los cuales fueron evaluados después de siete días de instalados.

- Evaluación.

Para la evaluación se tomó en cuenta lo siguiente:

- ✦ El número de huevos puestos sobre cada tubérculo.



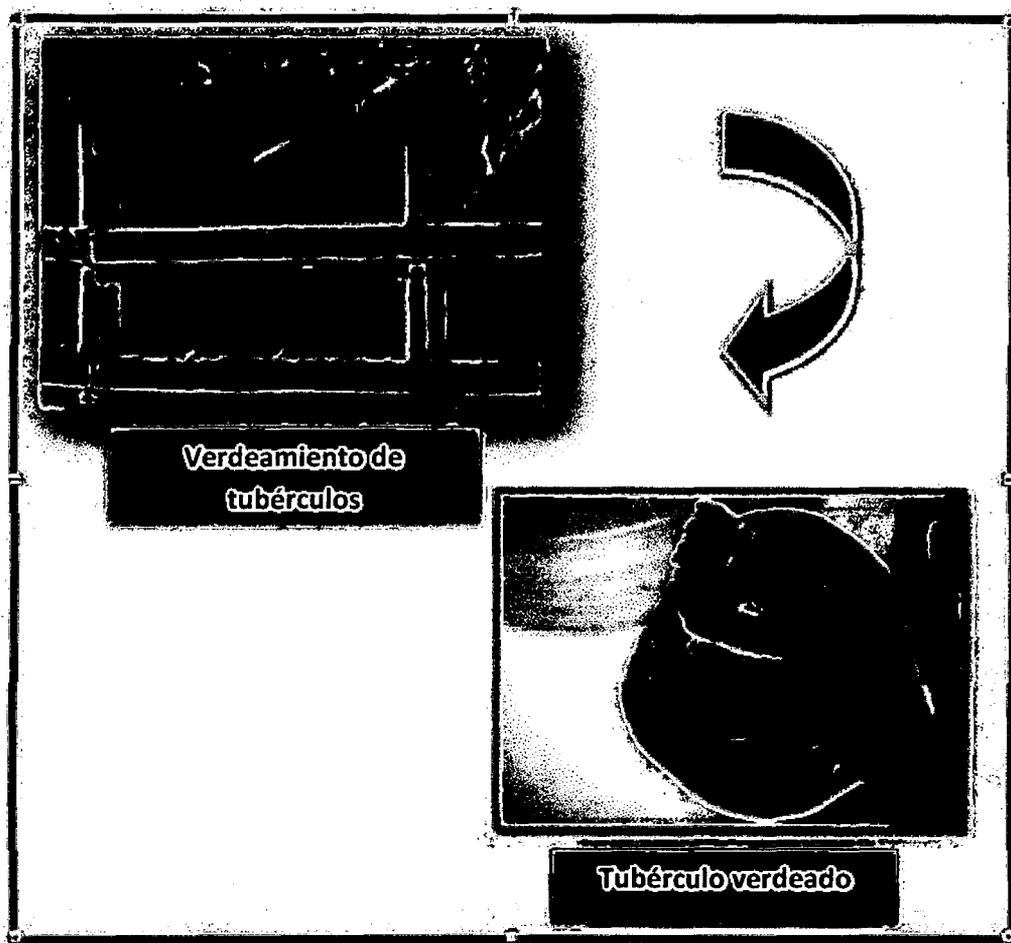
Fotografía 11: Selección de las polillas machos y hembras para el bioensayo.

2.2.5 Determinación del efecto de los tubérculos verdeados sobre larvas de polilla de la papa

A. Tratamiento de los tubérculos (T8, T9 y T10).

Estos tubérculos (variedad Q'ompis) fueron expuestos a luz difusa por, 30, 60, 90 días.

Ya verdeados, 4 tubérculos (con su respectiva repetición) fueron colocados en los recipientes.



Fotografía 12: Verdeamiento de los tubérculos en almacenes de luz difusa.

B. Infestación artificial de los tubérculos

Para la infestación se procedió de la misma forma detallada anteriormente en los ensayos con aceites esenciales y extractos alcohólicos. Tanto para desarrollo larval, larvas V y preferencia de oviposición.

2.2.6 Bioensayo de toxicidad.

a) Preparación de las soluciones letales a probar.

Se prepararon soluciones Hidroalcohólicas de los aceites esenciales a las concentraciones que se detallan a continuación:

TRATAMIENTOS	CONCENTRACIÓN
Ta	10 ppm (aceite esencial de muña)
Tb	100 ppm (aceite esencial de muña)
Tc	1000 ppm (aceite esencial de muña)
Td	10 ppm (aceite esencial de cjuñu-muña)
Te	100 ppm (aceite esencial de cjuñu-muña)
Tf	1000 ppm (aceite esencial de cjuñu-muña)
Tg	10 ppm (aceite esencial de pampa muña)
Th	100 ppm (aceite esencial de pampa muña)
Ti	1000 ppm (aceite esencial de pampa muña)
Tj	0 ppm (control)

Como disolvente se usó alcohol al 94%, para preparar las concentraciones se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{ppm} = \text{mg} / \text{L}$$

Dónde:

Ppm = partes por millón.

Mg = miligramos del soluto (aceite esencial).

L= litros del solvente (alcohol)

Cálculos:

- Para el control solo empleó alcohol sin aceites esenciales.
- Para obtener 10 ppm

$$10 \text{ ppm} = \frac{10000 \text{ mg}}{1 \text{ L}}$$

- Para obtener 100 ppm

$$100 \text{ ppm} = \frac{100000 \text{ mg}}{1 \text{ L}}$$

- Para obtener 1000 ppm

$$1000 \text{ ppm} = \frac{1000000 \text{ mg}}{1 \text{ L}}$$

b) Instalación del ensayo

Los tubérculos (3) fueron tratados por inmersión en las respectivas concentraciones durante 30 minutos, inmediatamente después fueron expuestos al ambiente durante 15 minutos, luego fueron colocados en los recipientes a experimentar. Cada concentración contó con tres repeticiones.

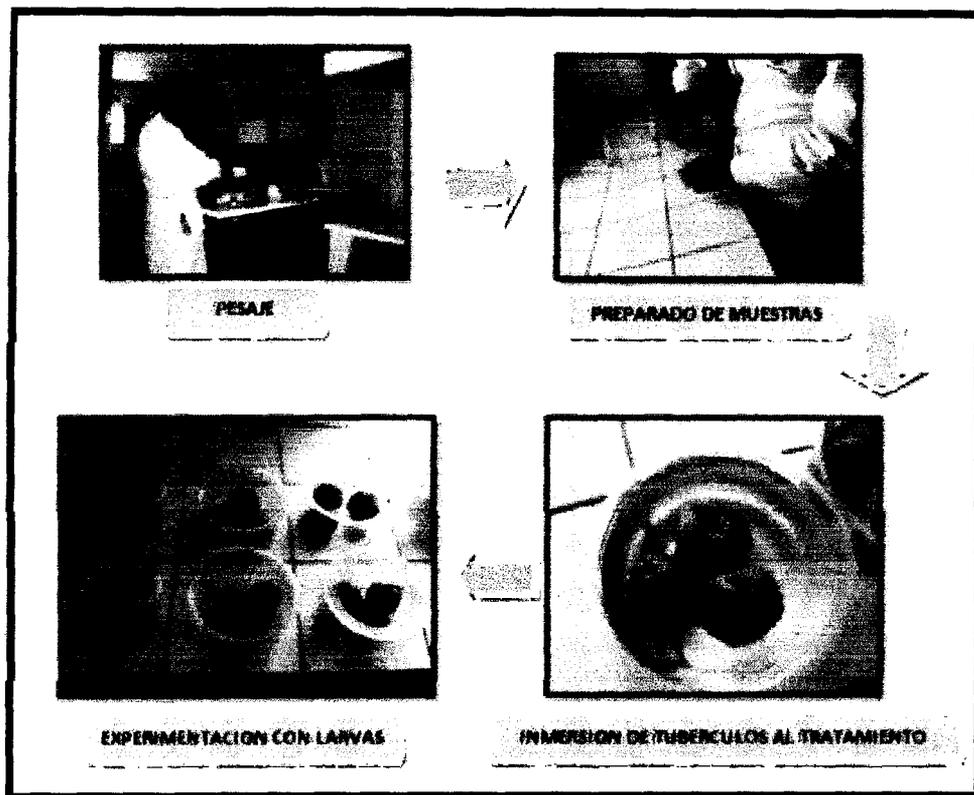
c) Selección de larvas

Se seleccionaron 10 larvas del estadio IV, de aproximadamente 5 mm. Las que fueron colocadas sobre los tubérculos.

d) Evaluación

La evaluación se realizó a las 24 horas de aplicado el tratamiento. Donde se evaluó:

- Número de larvas vivas
- Número de larvas muertas.



Fotografía 13: Bioensayo de toxicidad, preparación de las dosis para el desarrollo de la prueba.

2.2.6.1 Determinación de la DL_{50} :

Análisis Probit: los modelos del **Probit** se utilizan principalmente para describir la relación causa efecto para los organismos vivos, la relación entre la dosis de una sustancia tóxica (X) y de la probabilidad “ p ” de la muerte de los insectos en experimentación expuestos a la dosis X de la sustancia.

Para este fin se utilizó el software estadístico R, para determinar la dosis letal media (DL_{50}) y hacer el cálculo de regresión lineal correspondiente.

2.2.6.2 Análisis de Varianza (ANVA)

Primero se realizó la prueba de normalidad de los datos, comprobado éste se procedió a realizar las comparaciones de medias de los tratamientos (ANVA). Se utilizó el Anova de una vía.

- **Prueba de normalidad:**

La prueba de normalidad se realizó siguiendo el test de Shapiro-Wilk para cada bioensayo, donde $P > 0.05$ indica que los datos siguen una distribución normal, como se detallan a continuación:

Bioensayos	Prueba de Shapiro-Wilk	p
Con huevos	W = 0.9559	0.7705
Con larvas V	W = 0.8516	0.0989
Preferencia de oviposición	W = 0.9313	0.5281
Toxicidad (DL ₅₀)	W = 0.8994	0.1559

2.2.6.3 Prueba de Tuckey

Es una prueba complementaria al ANVA que permitió identificar las posibles igualdades o diferencias entre cada dos promedios y en función al resultado del ANVA.

Todos estos análisis se realizaron haciendo uso del software estadístico R.

2.2.6.4 Porcentaje de mortalidad corregida.

Para determinar el porcentaje de mortalidad corregida se utilizó la fórmula de Abbot.

$$\%M = \frac{(m_e - m_b)}{(10 - m_b)} \times 100$$

Dónde:

% M = porcentaje de mortalidad.

me = mortalidad en el extracto.

mb = mortalidad en el control.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados

3.1.1 Bioensayo con huevos

3.1.1.1 Porcentaje de mortalidad

Se registró 52 larvas muertas en los tubérculos control (muerte natural), que representan el 0 % de la mortalidad corregida (MC); los tratamientos con porcentajes de mortalidad elevados (100 %) fueron con los aceites esenciales de las tres especies de Lamiaceae, seguido por los extractos alcohólicos de *H. mandoniana*, *C. brevicalyx* y *M. spicata* (66.9 %, 52 % y 52 % respectivamente); en los tubérculos verdeados por 90 días (21.6 %), tubérculos verdeados por 60 días (2.7 %) y tubérculos verdeados por 30 días (0.7 %). Como se muestra en la tabla 1 y Figura 1.

Tabla 1: Porcentaje de Mortalidad Corregida (% MC) para larvas muertas de *S. tangolias* en cada uno de los tratamientos. Evaluados 30 días después de la infestación a los tubérculos.

Tratamientos	Código	Nº Muertos	% MC
Control	CT	52	0.0
Verdeo de tubérculos 30 días	V30	53	0.7
Verdeo de tubérculos 60 días	V60	56	2.7
Verdeo de tubérculos 90 días	V90	84	21.6
Extracto alcohólica de <i>Minthostachys spicata</i>	EAM.spt	129	52.0
Extracto alcohólico de <i>Clinopodium brevicalyx</i>	EAC.brev	129	52.0
Extracto alcohólico de <i>Hedeoma mandoniana</i>	EAH.mand	151	66.9
Aceite esencial de <i>Minthostachys spicata</i>	AEM.spt	200	100.0
Aceite esencial de <i>Clinopodium brevicalyx</i>	AEC.brev	200	100.0
Aceite esencial de <i>Hedeoma mandoniana</i>	AEH.mand	200	100.0

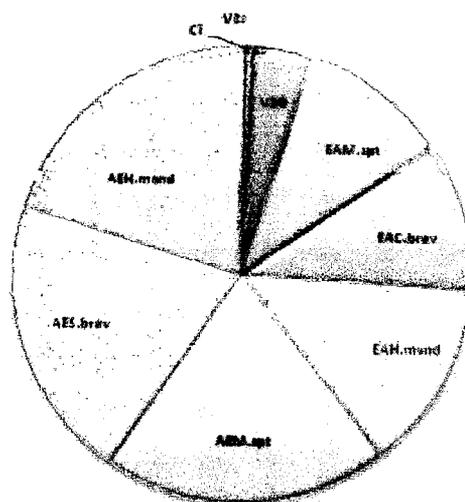


Figura 4: Porcentaje de mortalidad corregida para larvas muertas en cada uno de los tratamientos evaluados después de 30 días. Control (CT), tubérculos verdeados por 30 días (V30), tubérculos verdeados por 60 días (V60), tubérculos verdeados por 90 días (V90), extracto alcohólico de *Minthostachys spicata* (EAM.spt), extracto alcohólico de *Clinopodium brevicalyx* (EAC.brev), extracto alcohólico de *Hedeoma mandoniana* (EAH.mand), aceite esencial de *Minthostachys spicata* (AEM.spt), aceite esencial de *Clinopodium brevicalyx* (AEC.brev) y aceite esencial de *Hedeoma mandoniana* (AEH.mand).

3.1.1.2 Tubérculos con 30, 60 y 90 días de verdeamiento vs el Control

3.1.1.2.1 Larvas del tercer estadio presentes en los diferentes grados de verdeamiento comparados con el control.

Los tratamientos de tubérculos verdeados de 30 a 90 días, presentan una significación estadística (Anova: $F = 6.844$, $P = 0.00353$) al ser comparados con los tubérculos control, en la presencia del número de larvas del tercer estadio. (Tabla 2 y Figura 5).

Tabla 2: Anova para grados de verdeamiento y el control en larvas del tercer estadio. (Códigos de significancia: 0 '***', 0.001 '**', 0.01 '*', 0.05 '.', 0.1 ' ', 1).

Tratamientos	Medias	Error estándar	F	P
CT	0.0	0.00	6.844	0.00353 **
V30	0.4	0.24		
V60	4.2	1.07		
V90	2.6	1.03		

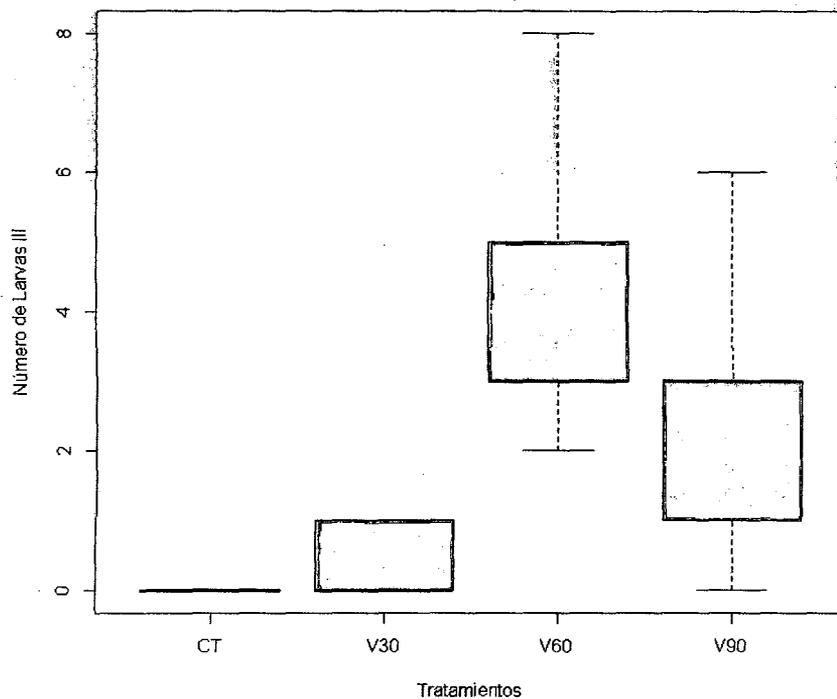


Figura 5: Número de larvas del tercer estadio de la polilla de la papa *Symmetrischema tangolias* que se encontraron en el control (CT), en los tres grados de verdeamiento: tubérculos con 30 días de verdeamiento (V30), tubérculos con 60 días de verdeamiento (V60) y tubérculos con 90 días de verdeamiento (V90).

No se encontró diferencias significativas entre el control y los tubérculos verdeados por 30 días ($P = 0.981$); los tubérculos verdeados por 60 y 90 días no muestran diferencias significativas entre ellas ($P = 0.457$), pero si en comparación con el control ($P = 0.005$). (Prueba de Tukey). (Fig. 9).

3.1.1.2.2 Larvas del cuarto estadio presentes en los diferentes grados de verdeamiento comparados con el control.

Las larvas del cuarto estadio que se encontraron en los tratamientos de tubérculos verdeados presentan significación estadística (Anova: $F = 4.391$, $P = 0.019$) al ser comparados con los tubérculos control. (Tabla 3 y Figura 6).

Tabla 3: Anova para grados de verdeamiento y el control para larvas del cuarto estadio. (Códigos de significancia: 0 '****', 0.001 '**', 0.01 '*', 0.05 '.', 0.1 '^', 1).

Tratamientos	Medias	Error estándar	F	P
CT	3.2	1.46	4.391	0.0195 *
V30	7.2	1.98		
V60	9.8	0.97		
V90	11.8	2.35		

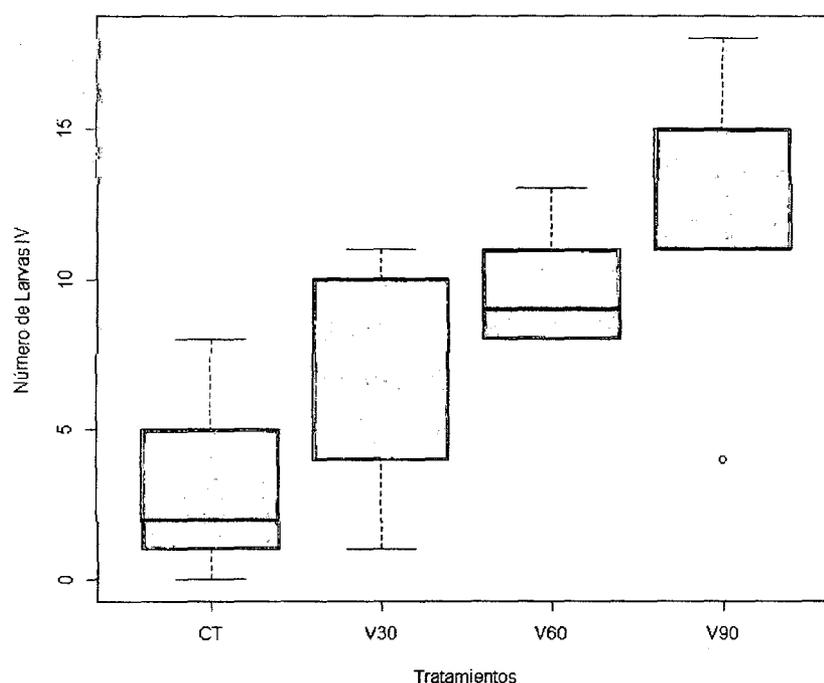


Figura 6: Número de larvas del cuarto estadio de la polilla de la papa *Symmetrischema tangolias* que se encontraron en el control (CT), en los tres grados de verdeamiento: tubérculos con 30 días de verdeamiento (V30), tubérculos con 60 días de verdeamiento (V60) y tubérculos con 90 días de verdeamiento (V90).

El número de larvas presentes en los tubérculos verdeados por 90 días presentan diferencias significativas en comparación con el control (0.016). No se encontró diferencias significativas entre el control y los tubérculos verdeados por 30 ($P = 0.408$) y 60 días ($P = 0.076$). (Prueba de Tukey). Fig. 9.

3.1.1.2.3 Larvas del quinto estadio presentes en los diferentes grados de verdeamiento comparados con el control.

El número de larvas del quinto estadio presentes en los tubérculos verdeados no presentan diferencias significativas (Anova: $F = 2.208$, $P = 0.127$) en comparación con el control (Tabla 4 y Figura 7).

Tabla 4: Anova para grados de verdeamiento y el control para larvas del quinto estadio. (Códigos de significancia: 0 '****', 0.001 '***', 0.01 '**', 0.05 '!', 0.1 '!', 1).

Tratamientos	Medias	Error estándar	F	P
CT	4.2	1.89	2.208	0.127
V30	6.0	2.82		
V60	3.0	1.33		
V90	4.4	1.96		

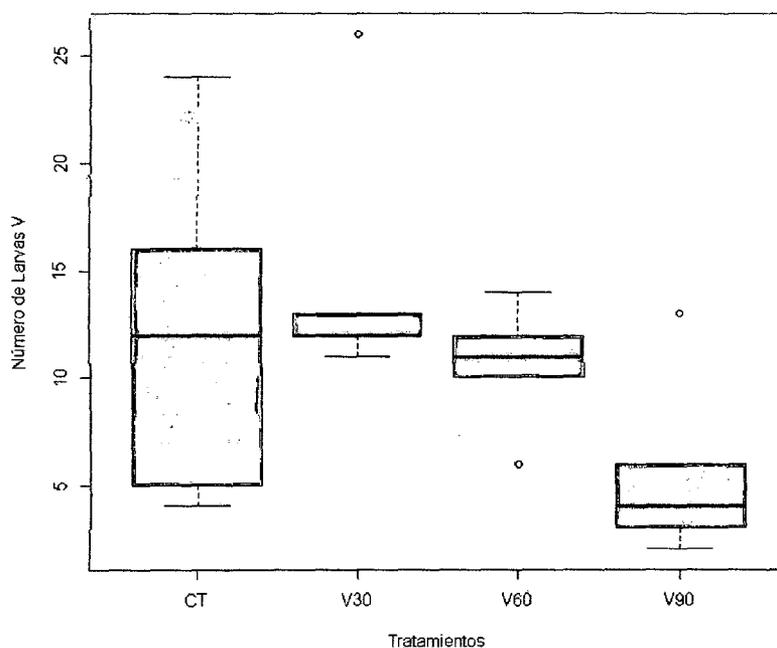


Figura 7: Número de larvas del quinto estadio de la polilla de la papa *S. tangolias* que se encontraron en el control (CT), en los tres grados de verdeamiento: tubérculos con 30 días de verdeamiento (V30), tubérculos con 60 días de verdeamiento (V60) y tubérculos con 90 días de verdeamiento (V90).

Los tubérculos verdeados de 30 y 60 días muestran una media semejante a la media del control, mientras que el de 90 días de verdeamiento muestra una media ligeramente menor, pero estadísticamente no es significativo (Fig. 9).

3.1.1.2.4 Pre-pupas presentes en los diferentes grados de verdeamiento comparados con el control.

Las pre-pupas presentes en los tratamientos de tubérculos verdeados muestran alta significación estadística (Anova: $F = 11.16$, $P = 0.000336$) al ser comparados con los tubérculos control. (Tabla 5 y Figura 8).

Tabla 5: Anova para grados de verdeamiento y el control para pre-pupas. (Códigos de significancia: 0 '***', 0.001 '**', 0.01 '*', 0.05 '.', 0.1 '.', 1).

Tratamientos	Medias	Error estándar	F	P
CT	14	2.65	11.16	0.000336***
V30	6	3.39		
V60	0.2	3.90		
V90	2.6	2.50		

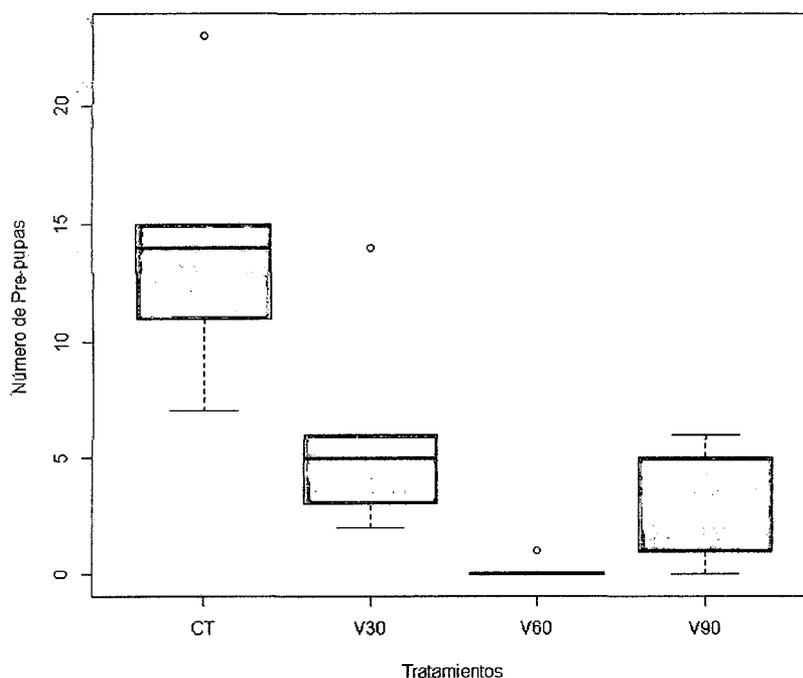


Figura 8: Número de pre-pupas de polilla de la papa *S. tangolias* que se encontraron en el control (CT), en los tres en los tres grados de verdeamiento: tubérculos con 30 días de verdeamiento (V30), tubérculos con 60 días de verdeamiento (V60) y tubérculos con 90 días de verdeamiento (V90).

Los tubérculos control presentan mayor número de pre-pupas, lo que indica que existen diferencias significativas entre los tubérculos verdeados y el control, pero no entre los tubérculos verdeados (Fig. 9), los tubérculos con 60 días de *verdeamiento* presentan el menor número de pre-pupas. Pero estadísticamente no existen diferencias entre los grados de verdeamiento.

3.1.1.2.5 Comparación entre el número de larvas III, IV, V y pre-pupas de la polilla de la papa presentes en los tubérculos verdeados y control.

Los tubérculos control presentan mayor número de individuos en estadios larvales superiores, siguiendo su desarrollo normal en este período de tiempo (30 días). Los tubérculos con 30 días de *verdeo* presentan mayor número de individuos del quinto estadio larval; los de 60 y 90 días de *verdeo* presentan un mayor número de larvas en el cuarto estadio larval. Esto demuestra un retraso en el desarrollo de las larvas en comparación con las larvas de los tubérculos control, como se muestra en la Figura 9.

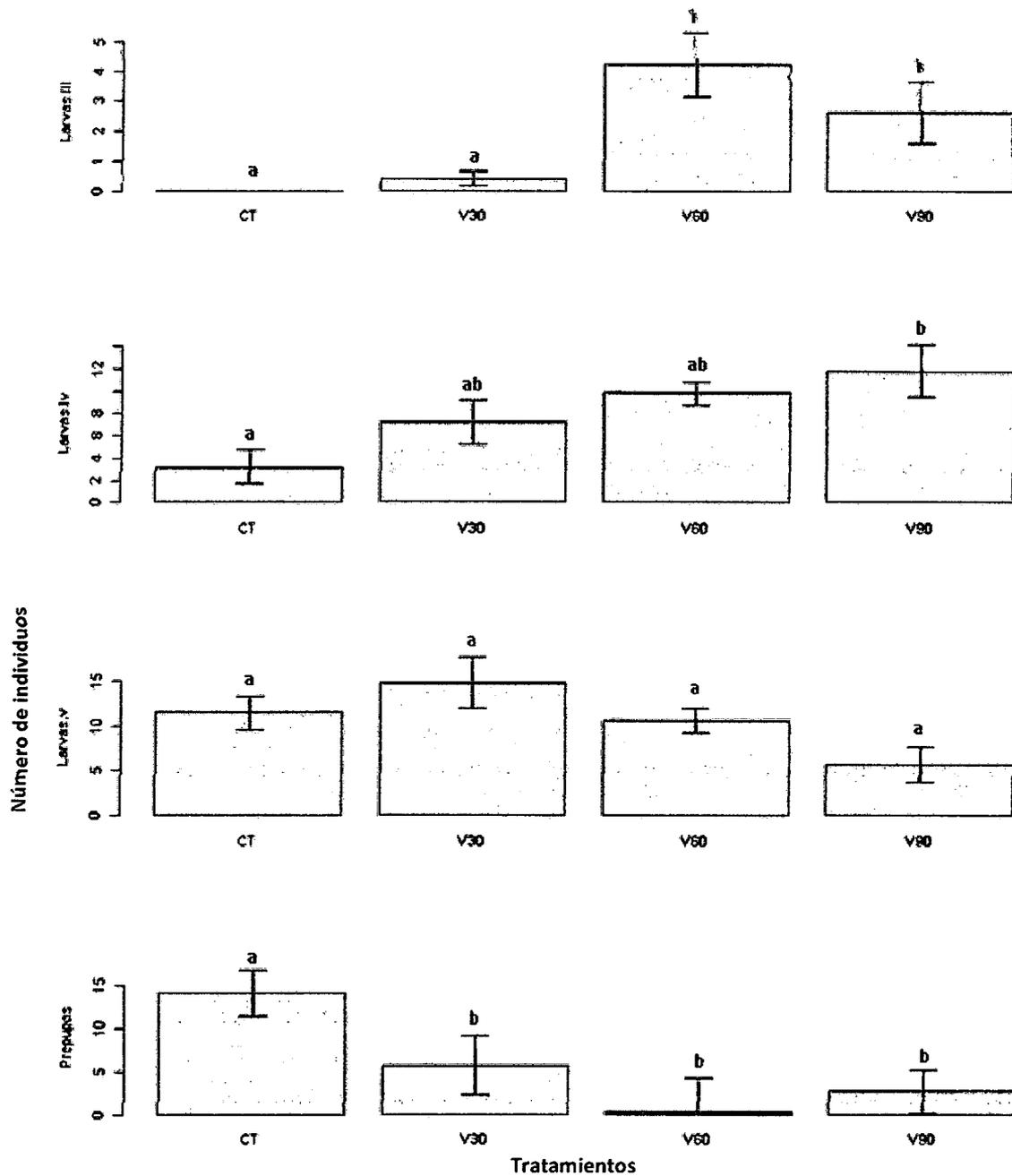


Figura 9: Comparación entre el número de larvas del tercer, cuarto, quinto estadio larval y pre-pupas presentes en los tres grados de verdeamiento de tubérculos y el control. Las barras de error indican la media \pm error estándar. Medias que comparten una letra no presentan diferencias significativas. ($P < 0.05$, prueba de Tukey después de Anova de una Vía).

3.1.1.3 Extractos alcohólicos de *M. spicata*, *C. brevicalyx* y *H. mandoniana* vs el control.

3.1.1.3.1 Larvas del cuarto estadio presentes en los extractos alcohólicos comparados con el control.

Las larvas del cuarto estadio presentes en los extractos alcohólicos no presentan significación estadística (Anova: F = 2.167, P = 0.132) al ser comparados con los tubérculos control. (Tabla 6 y Figura 10)

Tabla 6: Anova para los extractos alcohólicos y el control para larvas del cuarto estadio. (Códigos de significancia: 0 '***', 0.001 '**', 0.01 '*', 0.05 '.', 0.1 '^', 1).

Tratamientos	Medias	Error estándar	F	P
CT	3.2	1.46	2.167	0.132
EAH.mand	8.8	3.83		
EAM.spt	9.4	1.12		
EAC.brev.	13.2	3.65		

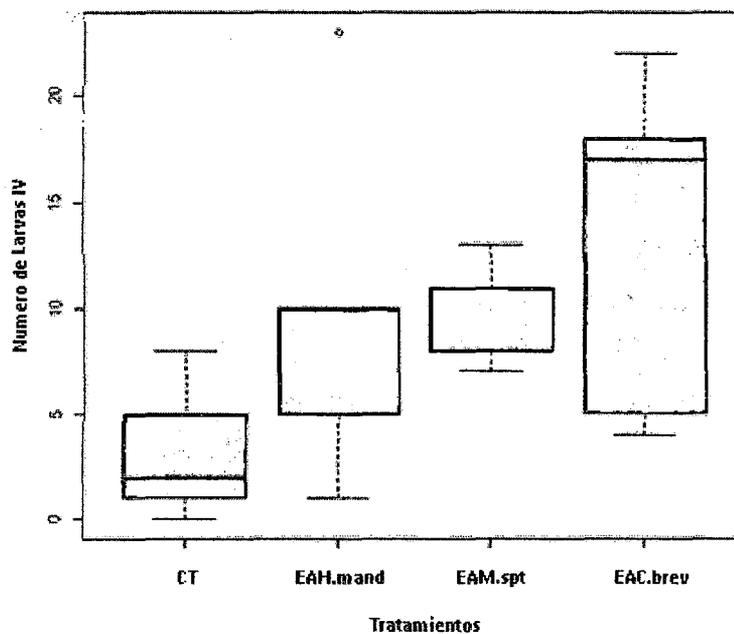


Figura 10: Número de larvas del cuarto estadio de polilla de la papa *S. tangolias* que se encontraron en el control (CT), en los extractos alcohólicos: extracto alcohólico de *Hedeoma mandoniana* (EAH.mand), extracto alcohólico de *Minthostachys spicata* (EAM.spt) y extracto alcohólico de *Clinopodium brevicalyx* (EAC.brev).

Como se muestra en la figura 10 el control presenta menor número de larvas IV, seguido por el extracto alcohólico de *H. mandoniana*, *M. spicata* y *C. brevicalyx*; pero estadísticamente no son diferentes. (Figura 13).

3.1.1.3.2 Larvas del quinto estadio presentes en los extractos alcohólicos comparados con el control.

Las larvas del quinto estadio presentes en los tratamientos de extractos alcohólicos presentan alta significación estadística (Anova: 12.91, P = 0.000153) al ser comparados con los tubérculos control. (Tabla 7 y Figura 11).

Tabla 7: Anova para los extractos alcohólicos y el control para larvas del quinto estadio. (Códigos de significancia: 0 '***', 0.001 '**', 0.01 '*', 0.05 '.', 0.1 '^', 1).

Tratamientos	Medias	Error estándar	F	P
CT	11.4	4.22	12.91	0.000153 ***
EAH.mand	0.6	0.89		
EAM.spt	4.8	4.27		
EAC.brev.	1	1.41		

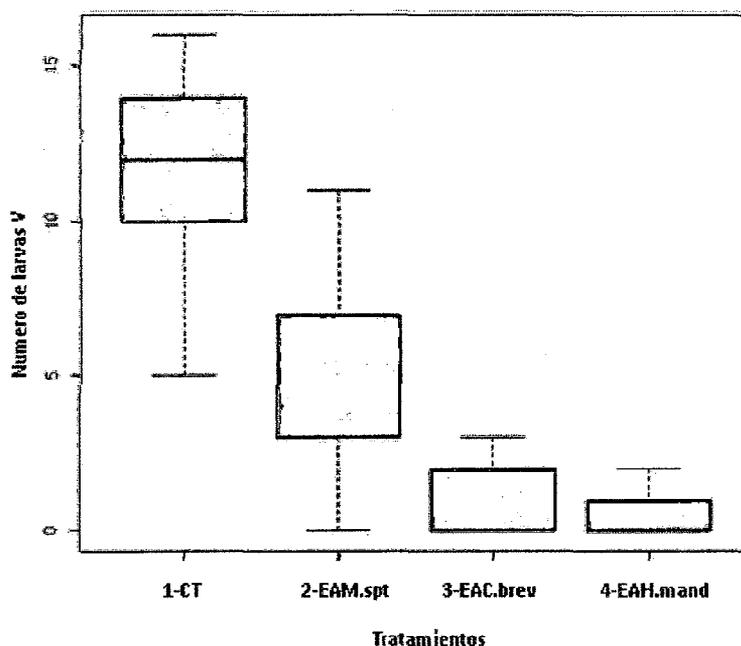


Figura 11: Número de larvas del quinto estadio de polilla de la papa *S. tangolias* que se encontraron en el control (CT), en los extractos alcohólicos: extracto alcohólico de *Hedeoma mandoniana* (EAH.mand), extracto alcohólico de *Minthostachys spicata* (EAM.spt) y extracto alcohólico de *Clinopodium brevicalyx* (EAC.brev).

El control presenta el mayor número de larvas del quinto estadio, seguido por el extracto alcohólico de *M. spicata*, *C. brevicalyx* y por último *H. mandoniana* (fig. 11). Se encontró diferencias entre el control y los tres extractos alcohólicos (P= 0.01, 0.0003, 0.0002, respectivamente) pero no entre extractos, como se muestra en la figura 13.

3.1.1.3.3 Pre-pupas presentes en los extractos alcohólicos comparados con el control.

Las pre-pupas encontradas en los tratamientos de extractos alcohólicos presentan alta significación estadística (Anova: F = 27.26, P = 0.000) al ser comparados con los tubérculos control. (Tabla 8 y Figura 12).

Tabla 8: Anova para los extractos alcohólicos y el control para pre-pupas. (Códigos de significancia: 0 '***', 0.001 '**', 0.01 '*', 0.05 '.', 0.1 '.', 1).

Tratamientos	Medias	Error estándar	F	P
CT	14	5.92	27.26	1.59e-06 ***
EAH.mand	0.4	0.5		
EAM.spt	0.0			
EAC.brev.	0.0			

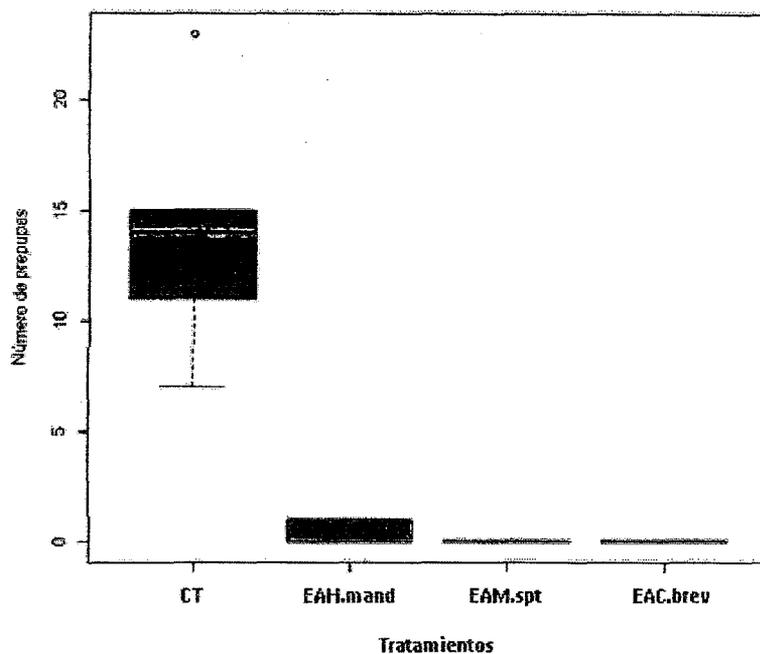


Figura 12: Número de pre-pupas de polilla de la papa *S. tangolias* que se encontraron en el control (CT), en los extractos alcohólicos: extracto alcohólico de *Hedeoma mandoniana* (EAH.mand), extracto alcohólico de *Minthostachys spicata* (EAM.spt) y extracto alcohólico de *Clinopodium brevicalyx* (EAC.brev).

Se registraron el mayor número de pre-pupas en los tubérculos control, seguido por el extracto de *H. mandoniana*, pero no en los extractos de *C. brevicalyx* y *M. spicata*.

3.1.1.3.4 Comparación entre el número de larvas III, IV, V y pre-pupas de la polilla de la papa en los tres extractos alcohólicos y el control.

Los tubérculos control presentan mayor número de individuos en estadios larvales superiores (pre - pupas), el control muestra un desarrollo normal de las larvas durante los 30 días. Sin embargo en los tres extractos alcohólicos se presentan un descenso progresivo en el número de individuos, presentando el mayor número en el cuarto estadio como se muestra en la figura 13. Lo que demuestra claramente un retraso en el desarrollo normal de las larvas.

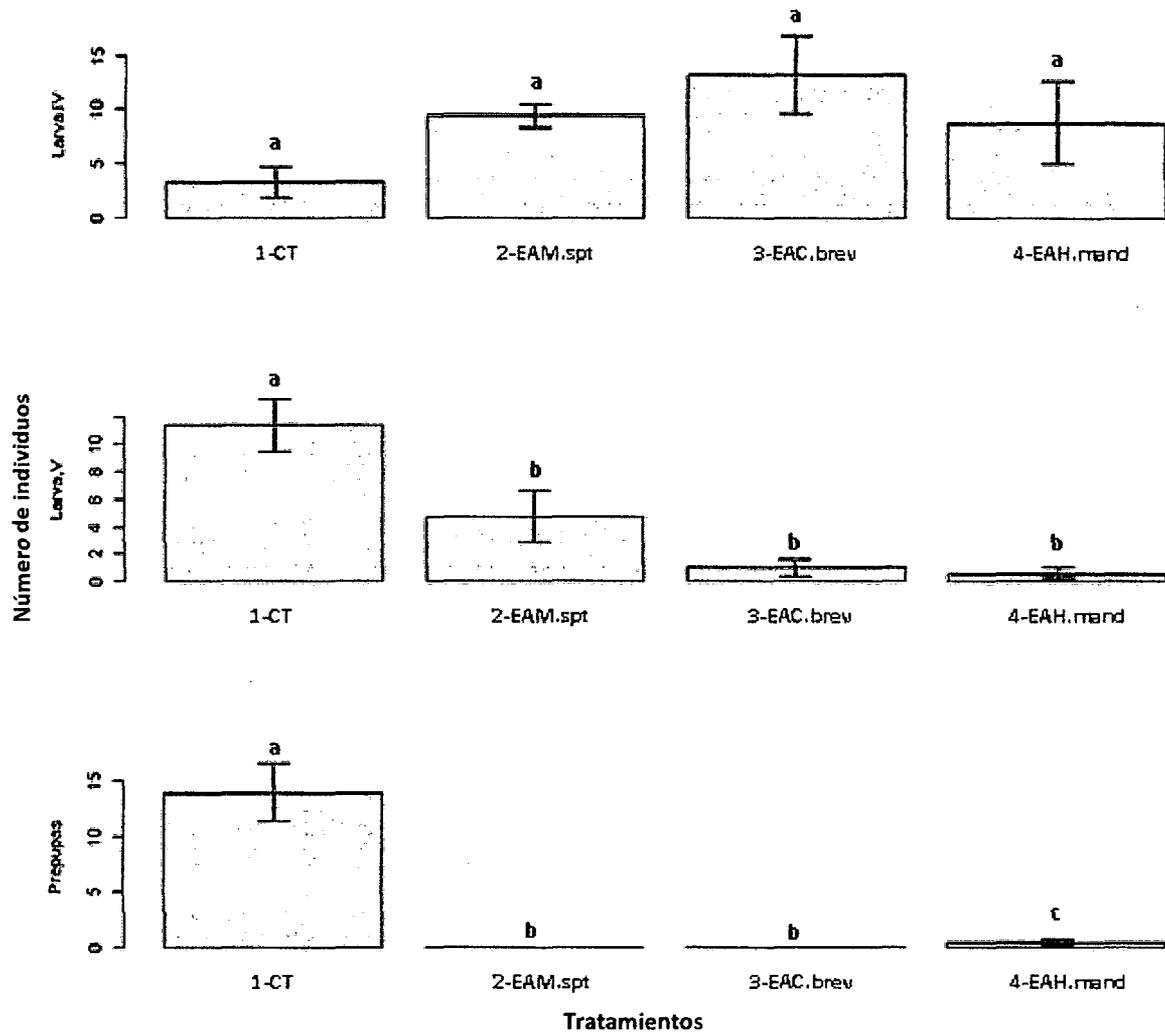


Figura 13: Comparación entre el número de larvas del cuarto, quinto estadio larval y pre-pupas presentes en los extractos alcohólicos de tubérculos y el control. Las barras de error indican la media \pm error estándar. Medias que comparten una letra no presentan diferencias significativas. ($P < 0.05$, prueba de Tukey después de Anova de una Vía).

3.1.1.4 Aceites esenciales de *M. spicata*, *C. brevicalyx* y *H. mandoniana* vs el control.

3.1.1.4.1 Larvas del cuarto estadio presentes en los aceites esenciales y el control.

Los aceites esenciales presentan significación estadística (Anova, $F = 4.785$, $P = 0.0145$) al ser comparados con los tubérculos control. (Tabla 9 y Figura 14).

Tabla 9: Anova para los aceites esenciales y el control para larvas cuarto estadio. (Códigos de significancia: 0 '***', 0.001 '**', 0.01 '*', 0.05 '.', 0.1 '.', 1).

Tratamientos	Medias	Error estándar	F	P
CT	3.2	1.46	4.785	0.0145*
EAH.mand	0.0	0.0		
EAM.spt	0.0	0.0		
EAC.brev.	0.0	0.0		

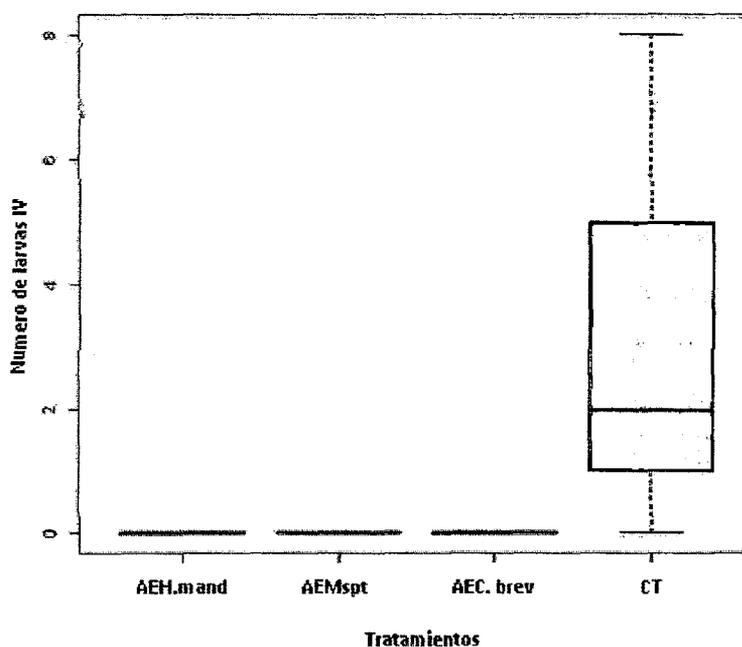


Figura 14: Número de larvas del cuarto estadio de polilla de la papa *S. tangolias* que se encontraron en el control (CT), en los extractos alcohólicos: aceite esencial de *Hedeoma mandoniana* (AEH.mand), aceite esencial de *Minthostachys spicata* (AEM.spt) y aceite esencial de *Clinopodium brevicalyx* (AEC.brev).

No se registró larvas del cuarto estadio en ninguno de los aceites esenciales, pero si en el control.

3.1.1.4.2 Larvas del quinto estadio presentes en los aceites esenciales comparados con el control.

Los aceites esenciales presentan alta significación estadística (Anova: F = 36.51, P = 0.000) al ser comparados con los tubérculos control. (Tabla 10 y Figura 15).

Tabla 10: Anova para los aceites esenciales y el control para larvas del quinto estadio. (Códigos de significancia: 0 '***', 0.001 '**', 0.01 '*', 0.05 '.', 0.1 '.', 1).

Tratamientos	Medias	Error estándar	F	P
CT	11.4	1.89	36.51	19e-07 ***
EAH.mand	0.0	0.0		
EAM.spt	0.0	0.0		
EAC.brev.	0.0	0.0		

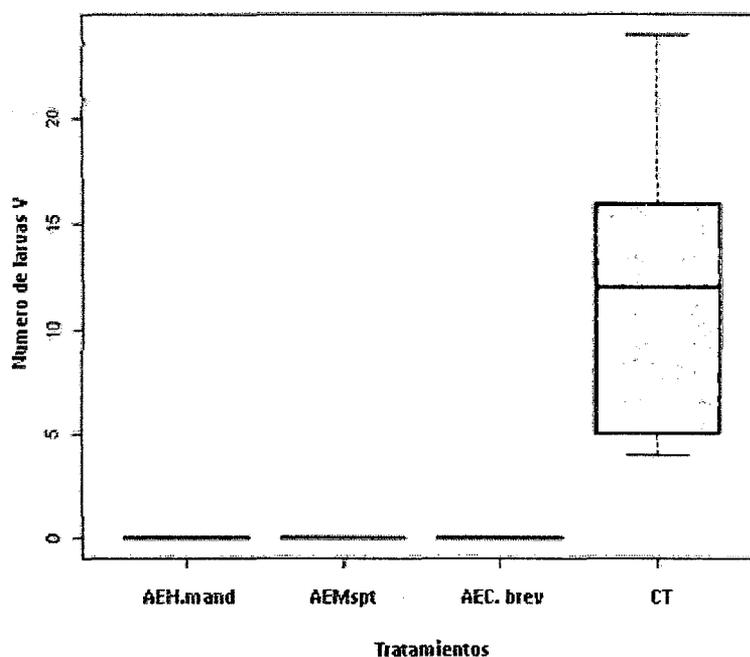


Figura 15: Número de larvas del quinto estadio de polilla de la papa *S. tangolias* que se encontraron en el control (CT), en los aceites esenciales: aceite esencial de *Hedeoma mandoniana* (AEH.mand), aceite esencial de *Minthostachys spicata* (AEM.spt) y aceite esencial de *Clinopodium brevicalyx* (AEC.brev).

No se registraron larvas del quinto estadio en los aceites esenciales, mientras que si existen larvas en el control, existen diferencias significativas entre los aceites y el control, pero no entre ellos. (Figura 17).

3.1.1.4.3 Pre-pupas presentes en los aceites esenciales comparados con el control.

No se registró pre-pupas en los aceites esenciales, éstos presentan alta significación estadística (Anova: $F = 28$, $P = 0.000$) al ser comparados con los tubérculos control. (Tabla 11 y Figura 16).

Tabla 11: Anova para los aceites esenciales y el control para pre-pupas. (Códigos de significancia: 0 '***', 0.001 '***', 0.01 '*', 0.05 '.', 0.1 '.', 1).

Tratamientos	Medias	Error estándar	F	P
CT	14	5.92	28	1.33e-06 ***
EAH.mand	0.0	0.0		
EAM.spt	0.0	0.0		
EAC.brev.	0.0	0.0		

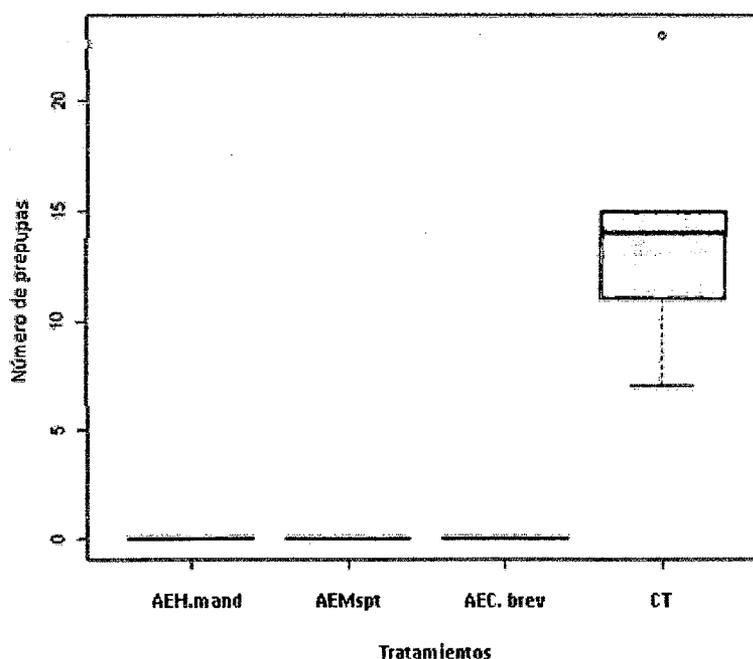


Figura 16: Número de pre-pupas de polilla de la papa *S. tangolias* que se encontraron en el control (CT), en los aceites esenciales: aceite esencial de *Hedeoma mandoniana* (AEH.mand), aceite esencial de *Minthostachys spicata* (AEM.spt) y aceite esencial de *Clinopodium brevicalyx* (AEC.brev).

No se registró pre-pupas en los aceites esenciales, pero si en los tubérculos control.

3.1.1.4.4 Comparación entre el número de larvas III, IV, V y pre-pupas de la polilla de la papa en los tres aceites esenciales y el control.

En ningunos de los aceites esenciales se registró larvas ni pre-pupas vivas, mientras que en los tubérculos control sí.

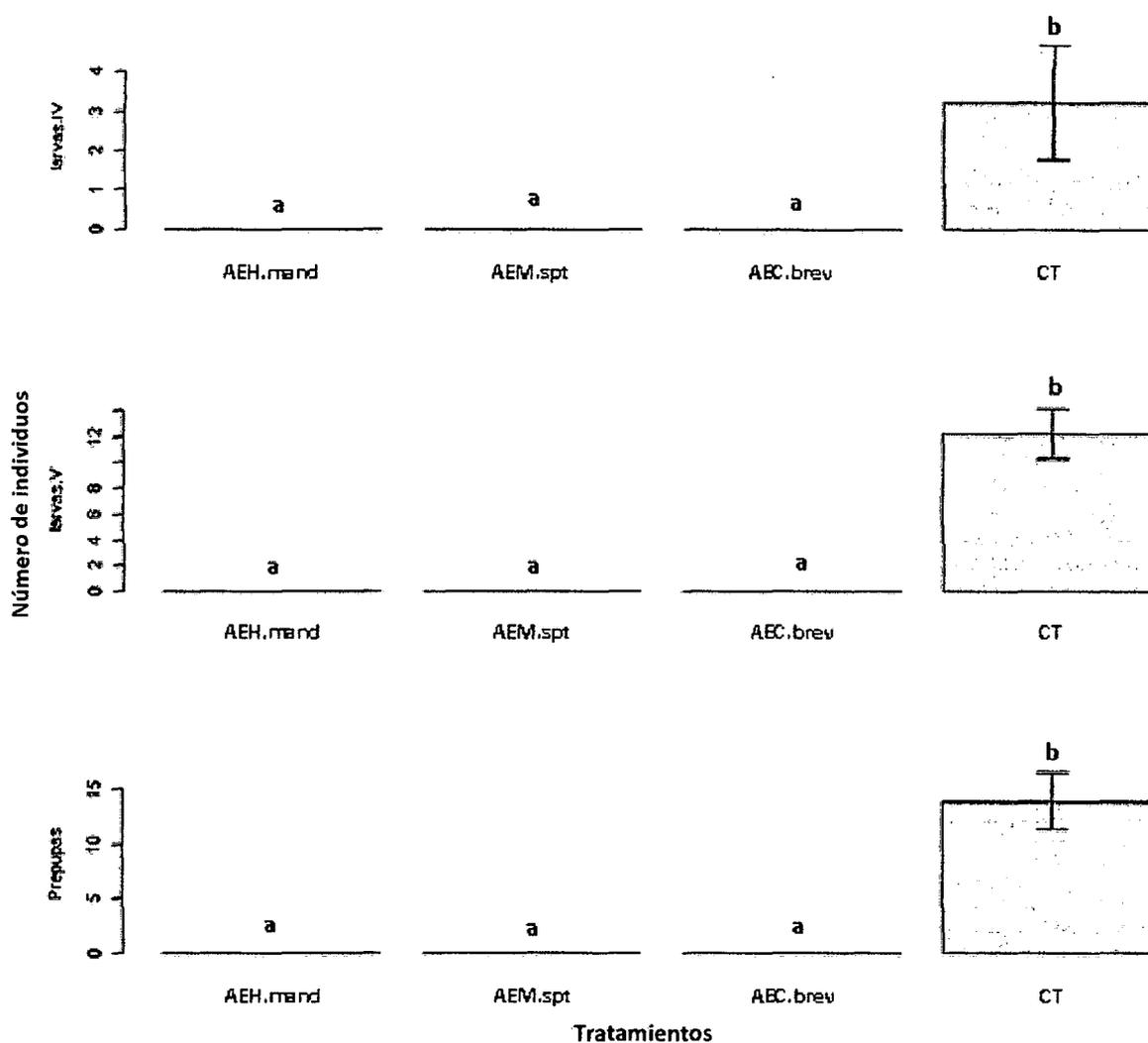


Figura 17: Comparación entre el número de larvas del cuarto, quinto estadio larval y pre-pupas presentes en los tres aceites esenciales y el control. Las barras de error indican la media \pm error estándar. Medias que comparten una letra no presentan diferencias significativas. ($P < 0.05$, prueba de Tukey después de Anova de una Vía).

3.1.2 Bioensayo con larvas V

3.1.2.1 Porcentaje de mortalidad.

Se registró 14 larvas muertas en los tubérculos control (muerte natural), que representan el 0.0 % de la mortalidad corregida; los tratamientos con porcentajes de mortalidad elevados (100 %) fueron con los aceites esenciales de las tres especies de Lamiaceae, seguido por los tubérculos con 90 días de verdeamiento (45.3 %), los extractos alcohólicos de *M. spicata*, *C. brevicalyx* *H. mandoniana*, y (40.7 %, 22.1 % y 18.6 % respectivamente); y por último los tubérculos con 60 y 30 días de verdeamiento (19.8 % y 7 %). Como se muestra en la tabla 12 y Figura 15.

Tabla 12: Porcentaje de Mortalidad Corregida (% MC) para larvas muertas de *S. tangolias* en cada uno de los tratamientos. Evaluados 15 días después de la infestación a los tubérculos.

Tratamientos	Código	Nº Muertos	% MC
Control	CT	14	0.0
Verdeo de tubérculos 30 días	V30	20	7.0
Verdeo de tubérculos 60 días	V60	31	19.8
Verdeo de tubérculos 90 días	V90	53	45.3
Extracto alcohólica de <i>Minthostachys spicata</i>	EAM.spt	49	40.7
Extracto alcohólico de <i>Clinopodium brevicalyx</i>	EAC.brev	33	22.1
Extracto alcohólico de <i>Hedeoma mandoniana</i>	EAH.mand	30	18.6
Aceite esencial de <i>Minthostachys spicata</i>	AEM.spt	100	100.0
Aceite esencial de <i>Clinopodium brevicalyx</i>	AEC.brev	100	100.0
Aceite esencial de <i>Hedeoma mandoniana</i>	AEH.mand	100	100.0

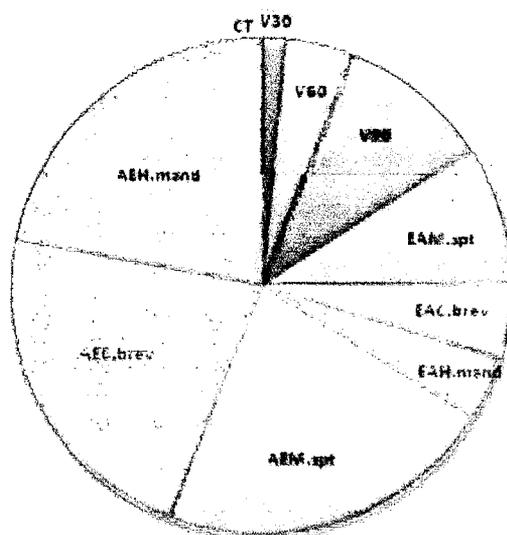


Figura 18: Porcentaje de mortalidad corregida para larvas muertas en cada uno de los tratamientos. Control (CT), tubérculos verdeados por 30 días (V30), tubérculos verdeados por 60 días (V60), tubérculos verdeados por 90 días (V90), extracto alcohólico de *Minthostachys spicata* (EAM.spt), extracto alcohólico de *Clinopodium brevicalyx* (EAC.brev), extracto alcohólico de *Hedeoma mandoniana* (EAH.mand), aceite esencial de *Minthostachys spicata* (AEM.spt), aceite esencial de *Clinopodium brevicalyx* (AEC.brev) y aceite esencial de *Hedeoma mandoniana* (AEH.mand).

3.1.2.2 Tubérculos con 30, 60 y 90 días de verdeamiento vs el control.

3.1.2.2.1 Pre-pupas presentes en los diferentes grados de verdeamiento comparados con el control.

Las pre-pupas presentes en los tubérculos verdeados presentan significación estadística (Anova: $F = 7$, $P = 0.0032$) al ser comparados con los tubérculos control.

Tabla 13: Anova para grados de verdeamiento y el control para pre-pupas. (Códigos de significancia: 0 '****', 0.001 '***', 0.01 '**', 0.05 '*', 0.1 ' ', 1).

Tratamientos	Medias	Error estándar	F	P
CT	1.8	0.37	7	0.0032**
V30	5.6	0.81		
V60	4.4	0.68		
V90	9.2	2.03		

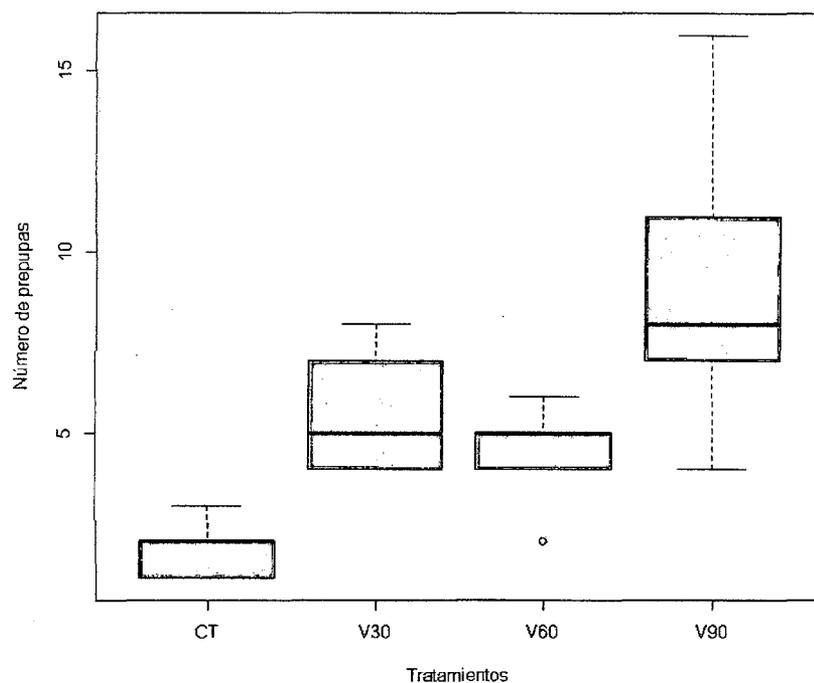


Figura 19: Número de pre-pupas de polilla de la papa *S. fangolias* que se encontraron en el control (CT), en los tres en los tres grados de verdeamiento: tubérculos con 30 días de verdeamiento (V30), tubérculos con 60 días de verdeamiento (V60) y tubérculos con 90 días de verdeamiento (V90).

El control presenta el menor número de pre-pupas, seguido por los tubérculos con 60 días de verdeamiento, tubérculos con 30 días de verdeo y por ultimo con tubérculos con 90 días de verdeo. Se encontró diferencias significativas entre los tubérculos control y tubérculos con 90 días de verdeamiento (0.001), entre los tubérculos de 60 y 90 días (0.04). Pero no entre tubérculos verdeados por 30 días y el control. (Figura 21).

3.1.2.2.2 Pupas presentes en los diferentes grados de verdeamiento comparados con el control.

Las pupas presentes en los tubérculos verdeados presentan diferencias estadísticas (Anova, $F = 7.621$, $P = 0.00219$) al ser comparados con los tubérculos control. (Tabla 14 y Figura 20).

Tabla 14: Anova para grados de verdeamiento y el control para pupas. (Códigos de significancia: 0 (****), 0.001 (**), 0.01 (*), 0.05 (.), 0.1 (.), 1 (.)

Tratamientos	Medias	Error estándar	F	P
CT	15.4	1.89	7.621	0.00219**
V30	10.4	0.81		
V60	5	2.24		
V90	4.6	2.11		

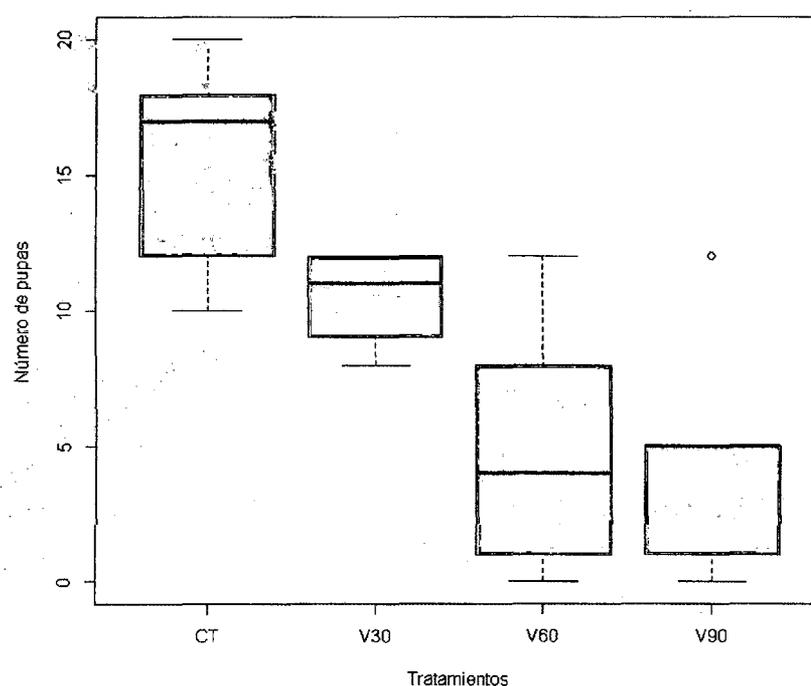


Figura 20: Número de pupas de polilla de la papa *S. tangolias* que se encontraron en el control (CT), en los tres en los tres grados de verdeamiento: tubérculos con 30 días de verdeamiento (V30), tubérculos con 60 días de verdeamiento (V60) y tubérculos con 90 días de verdeamiento (V90).

Los tubérculos control presentan la mayor cantidad de pupas, seguido por los tubérculos de con 30 días de verdeo, 60 días de verdeo y 90 días de verdeo. Encontrándose diferencias entre el control y los tubérculos con 60 y 90 días de verdeo ($P = 0.005$ y 0.003 , respectivamente), pero no entre los tubérculos con 30 días de verdeo (0.261). Como se muestra en la figura 21.

3.1.2.2.3 Comparación entre el número de larvas III, IV, V y pre-pupas de la polilla de la papa en los tres grados de verdeamiento y el control.

El control presenta menor cantidad de pre-pupas, la mayoría pasó a pupas donde se encuentra la mayor cantidad de individuos. Esto muestra el desarrollo normal de las larvas. Los tubérculos con 30 días de verdeo siguen el mismo patrón, a diferencia de los tubérculos con 60 y 90 días de verdeo donde el menor número de individuos se encuentra en las pupas.

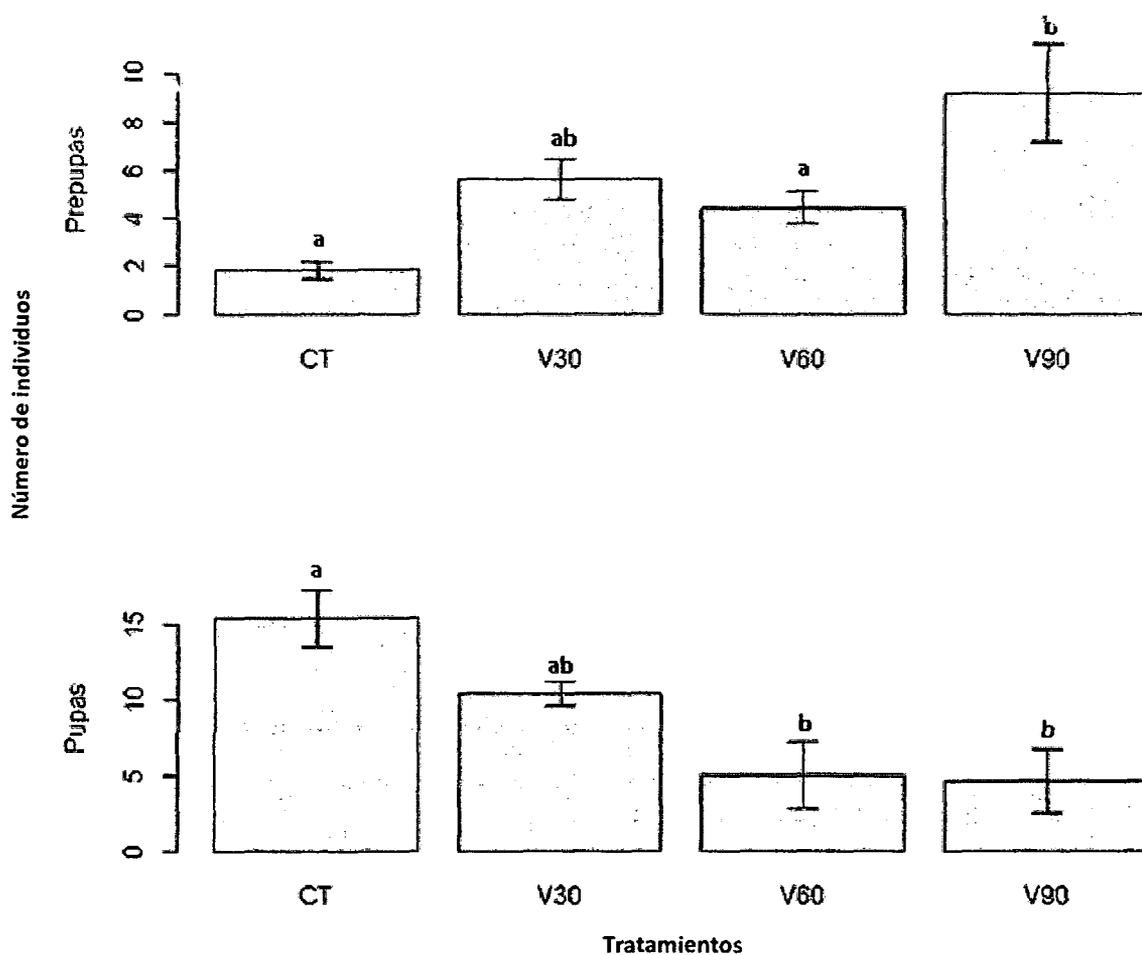


Figura 21: Comparación entre el número de pre-pupas y pupas de *S. tangolias* presentes en los tres grados de verdeamiento de tubérculos y el control. Las barras de error indican la media \pm error estándar. Medias que comparten una letra no presentan diferencias significativas. ($P < 0.05$, prueba de Tukey después de Anova de una Vía).

3.1.2.3 Extractos alcohólicos de *M. spicata*, *C. brevicalyx* y *H. mandoniana* vs el control.

3.1.2.3.1 Pre-pupas presentes en los extractos alcohólicos comparados con el control.

Los extractos alcohólicos presentan alta significación estadística (Anova, $F = 12.91$, $P = 0.000153$) al ser comparados con los tubérculos control. (Tabla 15).

Tabla 15: Anova entre los extractos alcohólicos y el control para pre-pupas (Códigos de significancia: 0 '****', 0.001 '***', 0.01 '**', 0.05 '!', 0.1 '!', 1).

Tratamientos	Medias	Error estándar	F	P
CT	1.8	0.37	12.91	0.000153***
EAM.spt	4.2	1.11		
EAC.brev	3.6	1.03		
EAH.mand	9.4	0.93		

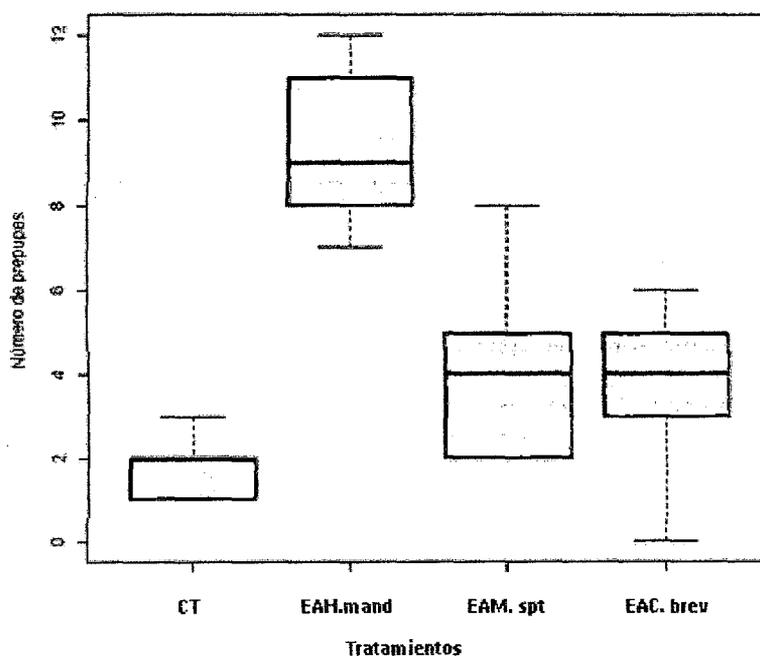


Figura 22: Número de pre-pupas de polilla de la papa *S. tangolias* que se encontraron en el control (CT), en los extractos alcohólicos: extracto alcohólico de *Hedeoma mandoniana* (EAH.mand), extracto alcohólico de *Minthostachys spicata* (EAM.spt) y extracto alcohólico de *Clinopodium brevicalyx* (EAC.brev).

El control presenta menor número de pre-pupas, seguido por el extracto de *S. brevicalyx*, *M. spicata*, el mayor número de pre-pupas lo registro el extracto de *H. mandoniana*. Encontrándose que no existe diferencias entre los extractos de *S. brevicalyx*, *M. spicata*, y el control, pero si entre el extracto de *H. mandoniana*. Como se muestra en la figura 24.

3.1.2.3.2 Pupas presentes en los extractos alcohólicos comparados con el control.

Las pupas presentes en lo extractos alcohólicos presentan alta significación estadística (Anova: F = 9.871, P = 0.000635) al ser comparados con los tubérculos control. (Tabla 16 y Figura 23).

Tabla 16: Anova entre los extractos alcohólicos y los tubérculos control para pupas (Códigos de significancia: 0 '****', 0.001 '***', 0.01 '**', 0.05 '!', 0.1 '!', 1).

Tratamientos	Medias	Error estándar	F	P
CT	15.4	1.89	9.871	0.000635 ***
EAM.spt	6	1.70		
EAC.brev	10.2	1.46		
EAH.mand	3.6	1.50		

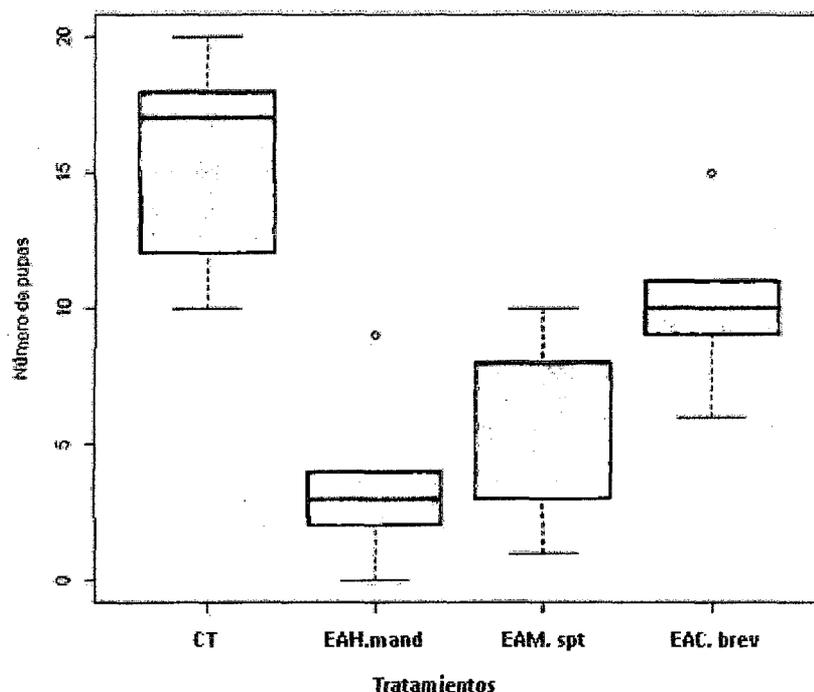


Figura 23: Número de pupas de polilla de la papa *S. tangolias* que se encontraron en el control (CT), en los extractos alcohólicos: extracto alcohólico de *Hedeoma mandoniana* (EAH.mand), extracto alcohólico de *Minthostachys spicata* (EAM.spt) y extracto alcohólico de *Clinopodium brevicalyx* (EAC.brev).

El control presenta el mayor número de pupas, seguido por el extracto alcohólico de *C. brevicalyx*, *M. spicata*, el menor número de pupas lo registro el extracto alcohólico de *H. mandoniana*. Existen diferencias entre los tubérculos control y los extractos alcohólicos, como se muestra en la figura 24.

3.1.2.3.3 Comparación entre el número de pre-pupas y pupas de la polilla de la papa en los tres extractos alcohólicos y el control.

El control presenta menor número de individuos en el estado de pre-pupas y un mayor número de individuos en el estado de pupas. Lo mismo ocurre con los extractos alcohólicos de *C. brevicalyx* y *M. spicata*, mientras que el extracto de *H. mandoniana* presenta mayor número de pre - pupas y menor número en estado de pupas.

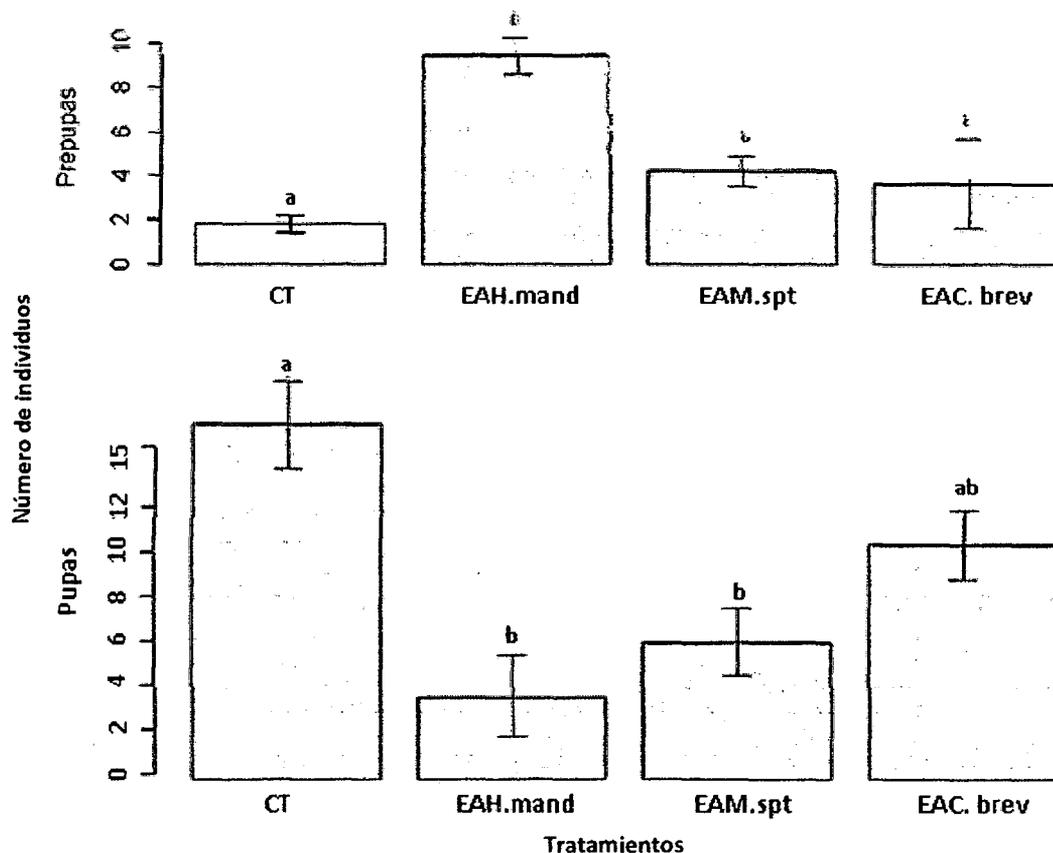


Figura 24: Comparación entre el número de pre-pupas y pupas de *S. tangolias* presentes en los extractos alcohólicos y el control. Las barras de error indican la media \pm error estándar. Medias que comparten una letra no presentan diferencias significativas. ($P < 0.05$, prueba de Tukey después de Anova de una Vía). Pre-pupas y pupas presentes en los extractos y el control.

3.1.2.4 Aceites esenciales de *M. spicata*, *C. brevicalyx* y *H. mandoniana* vs el control.

3.1.2.4.1 Pre-pupas presentes en los aceites esenciales comparados con el control.

Aceites esenciales presentan alta significación estadística (Anova: $F = 23.14$, $P = 0.000$) al ser comparados con los tubérculos control. (Tabla 17 y Figura 25).

Tabla 17: Anova entre los aceites esenciales y el control para pre-pupas (Códigos de significancia: 0 '****', 0.001 '***', 0.01 '**', 0.05 '\', 0.1 '\', 1).

Tratamientos	Medias	Error estándar	F	P
CT	1.8	0.37	23.14	4.61e-06***
AEM.spt	0	0.00		
AEC.brev	0	0.00		
AEH.mand	0	0.00		

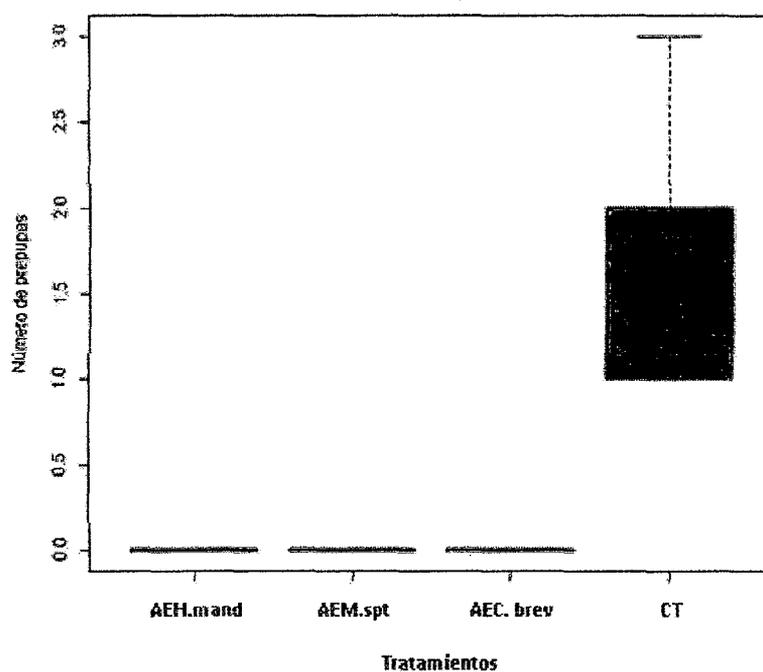


Figura 25: Número de pre-pupas de polilla de la papa *S. tangolias* que se encontraron en el control (CT), en los extractos alcohólicos: aceite esencial de *Hedeoma mandoniana* (AEH.mand), aceite esencial de *Minthostachys spicata* (AEM.spt) y aceite esencial de *Clinopodium brevicalyx* (AEC.brev).

No se registró pre-pupas en ninguno de los aceites esenciales a diferencia del control.

3.1.2.4.2 Pupas presentes en los aceites esenciales comparados con el control.

Aceites esenciales presentan alta significación estadística (Anova: F = 66.62, P = 0.000635) al ser comparados con los tubérculos control. (Tabla 18 y Figura 26).

Tabla 18: Anova entre los aceites esenciales y el control para pre-pupas (Códigos de significancia: 0 '****', 0.001 '***', 0.01 '**', 0.05 '**', 0.1 '**', 1).

Tratamientos	Medias	Error estándar	F	P
CT	15.4	1.89	66.62	2.94e-09 ***
AEM.spt	6	1.70		
AEC.brev	10.2	1.46		
AEH.mand	3.6	1.50		

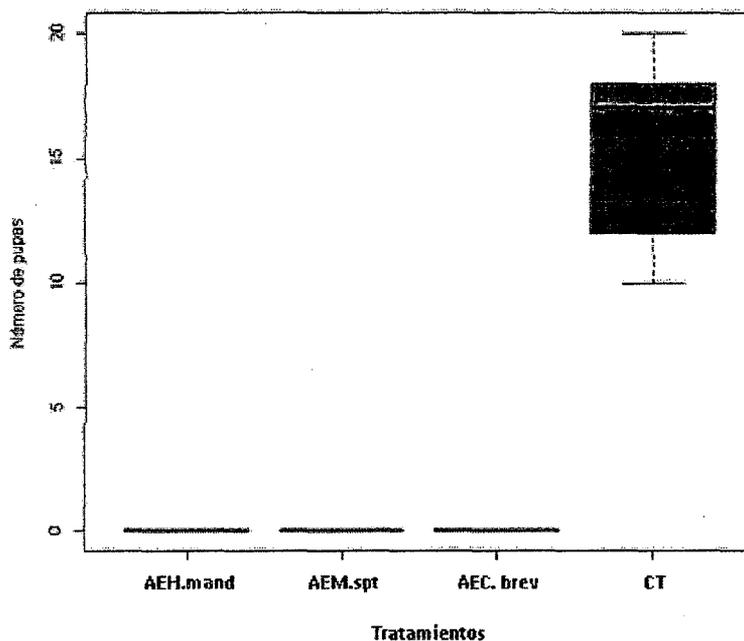


Figura 26: Número de pupas de polilla de la papa *S. tangolias* que se encontraron en el control (CT), en los aceites esenciales: aceite esencial de *Hedeoma mandoniana* (AEH.mand), aceite esencial de *Minthostachys spicata* (AEM.spt) y aceite esencial de *Clinopodium brevicalyx* (AEC.brev).

No se registró ningún individuo en los aceites esenciales pero si en el control.

3.1.2.4.3 Comparación entre el número de pre-pupas y pupas de la polilla de la papa en los tres aceites esenciales y el control.

El control registró mayor número de individuos en estado de pupas y menor en estado de pre-pupas. Los aceites esenciales no presentaron ningún individuo.

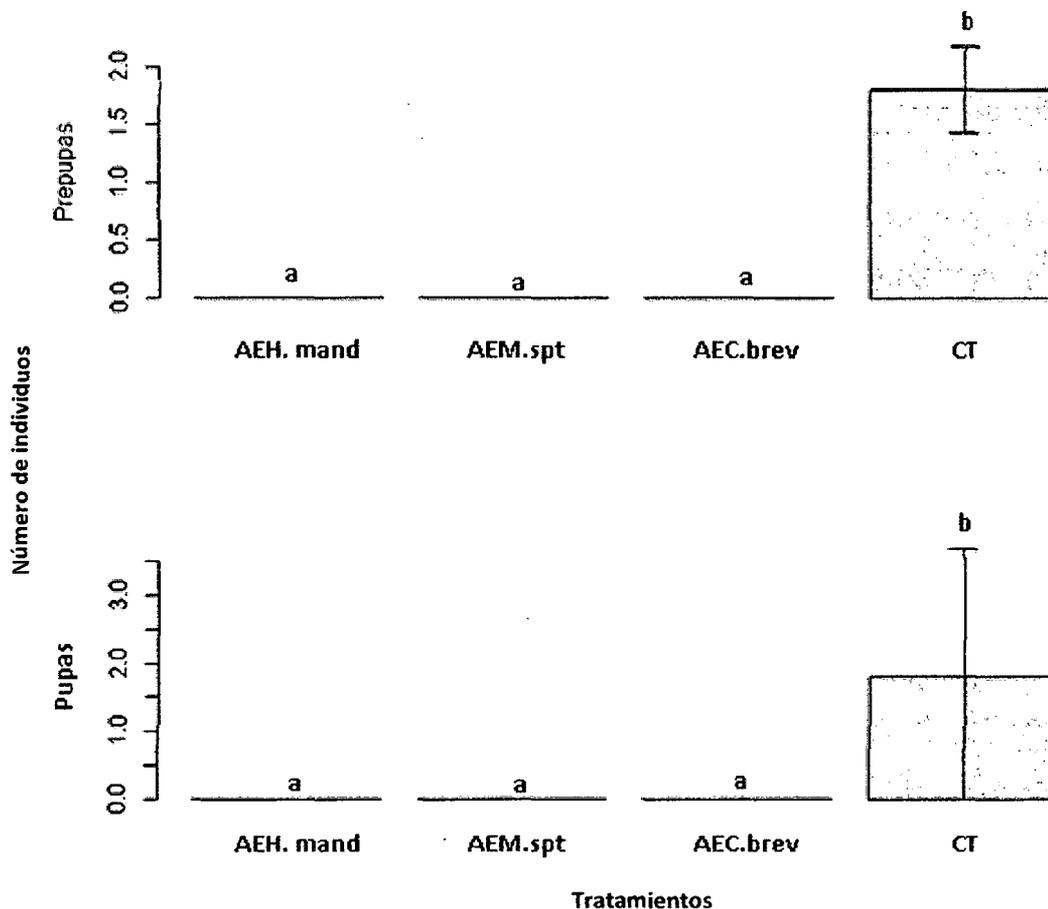


Figura 27: Comparación entre el número de pre-pupas y pupas de *S. tangolias* presentes en los aceites esenciales y el control. Las barras de error indican la media \pm error estándar. Medias que comparten una letra no presentan diferencias significativas. ($P < 0.05$, prueba de Tukey después de Anova de una Vía). Pre-pupas y pupas presentes en los extractos y el control.

3.1.3 Bioensayo con preferencia de oviposición.

Los tubérculos control registraron 889 huevos puestos, correspondiendo a un 100% de oviposición, seguido por los tubérculos de 30, 60 y 90 días de verdeo con 82.34%, 58.72 % y 50.17 % respectivamente; los extractos alcohólicos de *M. spicata* con 53.99%, *H. mandoniana* con 22.3 %, *C. brevicalyx* con 14.96 %. Los aceites esenciales presentan un 0 % de oviposición ya que no registraron ningún huevo. Como se muestra en la tabla 19 y figura 28.

Tabla 19: Porcentaje de Oviposición de adultos de *S. tangolias* en cada uno de los tratamientos.

Tratamientos	Código	# Huevos	% Oviposición
Control	CT	889	100
Verdeo de tubérculos 30 días	V30	732	82.34
Verdeo de tubérculos 60 días	V60	522	58.72
Verdeo de tubérculos 90 días	V90	446	50.17
Extracto alcohólica de <i>Minthostachys spicata</i>	EAM.spt	480	53.99
Extracto alcohólico de <i>Clinopodium brevicalyx</i>	EAC.brev	133	14.96
Extracto alcohólico de <i>Hedeoma mandoniana</i>	EAH.mand	199	22.38
Aceite esencial de <i>Minthostachys spicata</i>	AEM.spt	0	0
Aceite esencial de <i>Clinopodium brevicalyx</i>	AEC.brev	0	0
Aceite esencial de <i>Hedeoma mandoniana</i>	AEH.mand	0	0

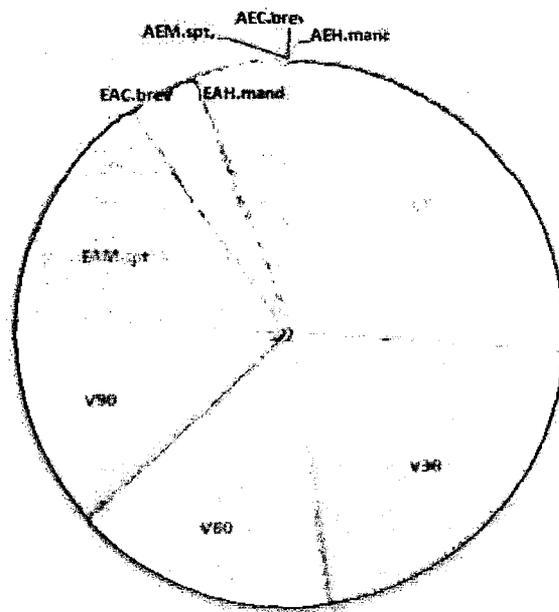


Figura 28: Porcentaje de Oviposición en cada uno de los tratamientos. Control (CT), tubérculos verdeados por 30 días (V30), tubérculos verdeados por 60 días (V60), tubérculos verdeados por 90 días (V90), extracto alcohólico de *Minthostachys spicata* (EAM.spt), extracto alcohólico de *Clinopodium brevicalyx* (EAC.brev), extracto alcohólico de *Hedeoma mandoniana* (EAH.mand), aceite esencial de *Minthostachys spicata* (AEM.spt), aceite esencial de *Clinopodium brevicalyx* (AEC.brev) y aceite esencial de *Hedeoma mandoniana* (AEH.mand).

3.1.3.1 Huevos puestos en cada tratamiento

El número de huevos puestos en cada uno de los tratamientos presentan diferencias significativas (Anova: $F = 10.16$, $P = 0.000$), en comparación con el número de huevos de los tubérculos control, como se muestra en la Tabla y Figura 29)

Tabla 20: Anova para el número de huevos puestos en cada tratamiento y el control. (Códigos de significancia: 0 '***', 0.001 '**', 0.01 '*', 0.05 '.', 0.1 ' ', 1).

Tratamientos	Medias	Error estándar	F	P
CT	177.8	32.48	10.16	6.21e-08 ***
V30	104.4	22.40		
V60	112.4	27.84		
V90	108	30.61		
EAM.spt	78	15.66		
EAC.brev	23.6	6.42		
EAH.mand	19	10.62		
AEM.spt	0	0.00		
AEC.brev	0	0.00		
AEH.mand	0	0.00		

No se registraron huevos sobre los tubérculos tratados con los diferentes aceites esenciales, ya que los adultos murieron al entrar en contacto con los aceites casi inmediatamente.

Los extractos alcohólicos de *H. mandoniana* y *C. brevicalyx* fueron los que presentaron menor número de huevos puestos, seguido por los tubérculos verdeados 90 días, el extracto de *M. spicata*, tubérculos con 60 y 30 días de verdeo. Como se muestra en la figura 29.

En la figura 30, se muestra las diferencias existentes entre los tratamientos.

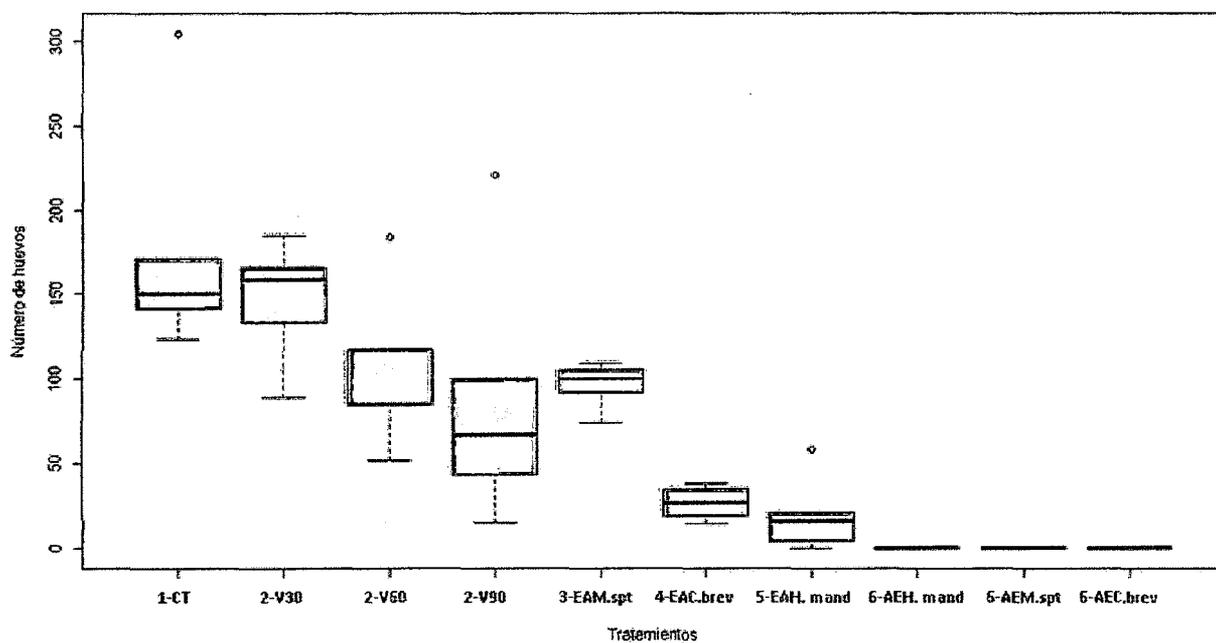


Figura 29: Número de huevos puestos en cada tratamiento. Control (CT), tubérculos verdeados por 30 días (V30), tubérculos verdeados por 60 días (V60), tubérculos verdeados por 90 días (V90), extracto alcohólico de *Minthostachys spicata* (EAM.spt), extracto alcohólico de *Clinopodium brevicalyx* (EAC.brev), extracto alcohólico de *Hedeoma mandoniana* (EAH.mand), aceite esencial de *Minthostachys spicata* (AEM.spt), aceite esencial de *Clinopodium brevicalyx* (AEC.brev) y aceite esencial de *Hedeoma mandoniana* (AEH.mand).

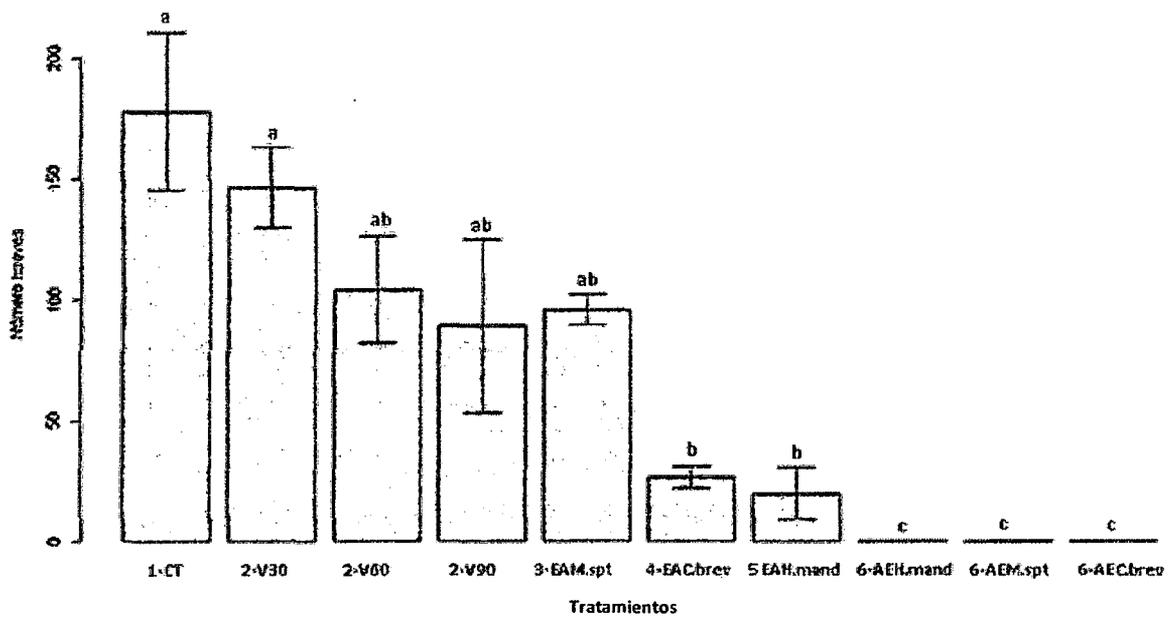


Figura 30: Número de huevos de polilla de la papa *Symmetrischema tangolias* que se encontraron en el control (1-CT); tubérculos verdeados: 30 días de verdeo (2-V30), 60 días de verdeo (2-V60), 90 días de verdeo (2-V90); extractos alcohólicos: extracto alcohólico de *Minthostachys spicata* (3-EAM.spt), extracto alcohólico de *Clinopodium brevicalyx* (4-EAC.brev) y extracto alcohólico de *Hedeoma mandoniana* (5-EAH.mand); aceites esenciales: aceite esencial de *Hedeoma mandoniana* (6-AEH.mand), aceite esencial de *Minthostachys spicata* (6-AEM.spt) y aceite esencial de *Clinopodium brevicalyx* (6-AEC.brev). Las barras de error indican la media \pm error estándar. Las medias muestran una diferencia significativa ($P < 0.05$, prueba de Tukey después de Anova de una Vía)

3.1.3.2 Número de huevos puestos en los tubérculos con 30, 60 y 90 días de verdeamiento vs el Control.

El número de huevos puestos en los tubérculos verdeados no presentan diferencias significativas (Anova: $F = 2.087$, $P = 0.142$) al ser comparados con los tubérculos control. (Tabla 24).

Tabla 21: Anova para el número de huevos puestos en los tubérculos verdeados y el control. (Códigos de significancia: 0 '***', 0.001 '**', 0.01 '*', 0.05 '.', 0.1 '.', 1).

Tratamientos	Medias	Error estándar	F	P
CT	32.48	32.48	2.087	0.142
V30	22.40	22.40		
V60	27.84	27.84		
V90	30.61	30.61		

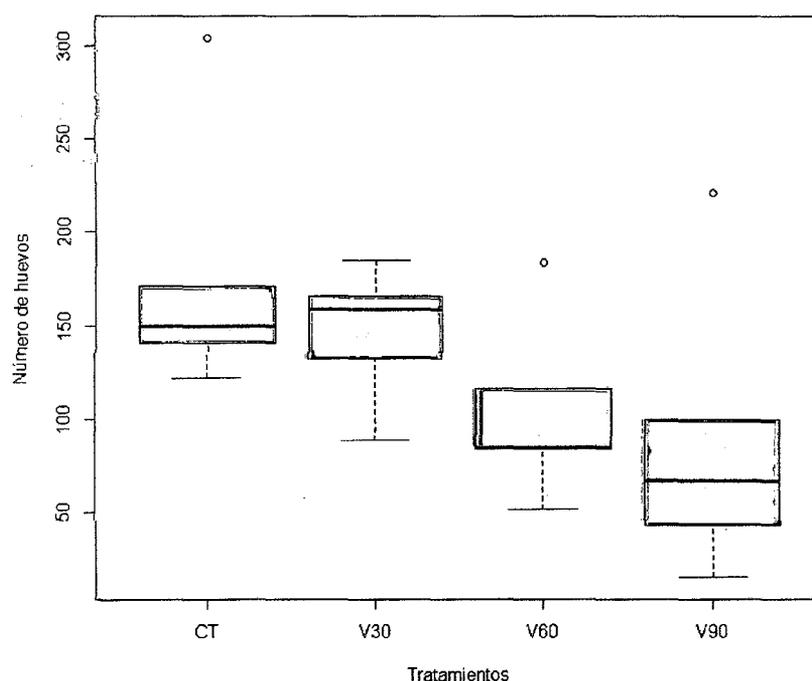


Figura 31: Número de huevos puestos por *S. tangolias* en el control (CT), en los tres grados de verdeamiento: tubérculos con 30 días de verdeamiento (V30), tubérculos con 60 días de verdeamiento (V60) y tubérculos con 90 días de verdeamiento (V90).

El mayor número de huevos puestos se registraron en el control, seguido por los tubérculos con 30 días de verdeo, 60 y 90 días de verdeo. Como se muestra en la figura 32.

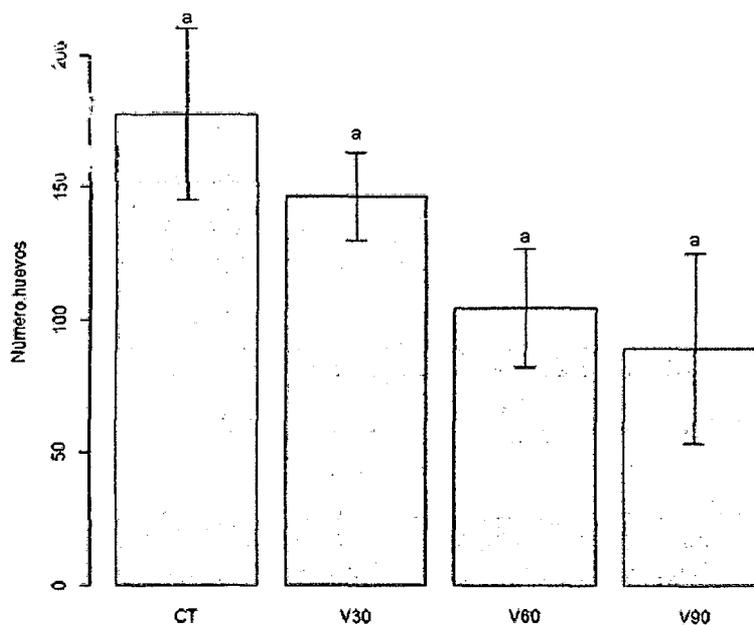


Figura 32: Número de huevos puestos de polilla de la papa *S. tangolias* que se encontraron en el control (CT), en los tres grados de verdeamiento: tubérculos con 30 días de verdeamiento (V30), tubérculos con 60 días de verdeamiento (V60) y tubérculos con 90 días de verdeamiento (V90). Las barras de error indican la media \pm error estándar. Medias que comparten una letra no presentan diferencias significativas. ($P < 0.05$, prueba de Tukey después de Anova de una Vía).

3.1.3.3 Número de huevos puestos en los extractos alcohólicos de *M. spicata*, *C. brevicalyx* y *H. mandoniana* vs el control.

El número de huevos puestos en los extractos alcohólicos presentan altas diferencias significativas (Anova: $F = 9.448$, $P = 0.00$) en relación con el control. Como se muestra en la tabla 22 y figura 33.

Tabla 22: Anova entre los extractos alcohólicos y el control para el número de huevos puestos. (Códigos de significancia: 0 '***', 0.001 '**', 0.01 '*', 0.05 '.', 0.1 '.', 1).

Tratamientos	Medias	Error estándar	F	P
CT	32.48	32.48	9.448	0.00079 ***
EAM.spt	22.40	15.66		
AEC.brev	27.84	6.42		
EAH.mand	30.61	10.62		

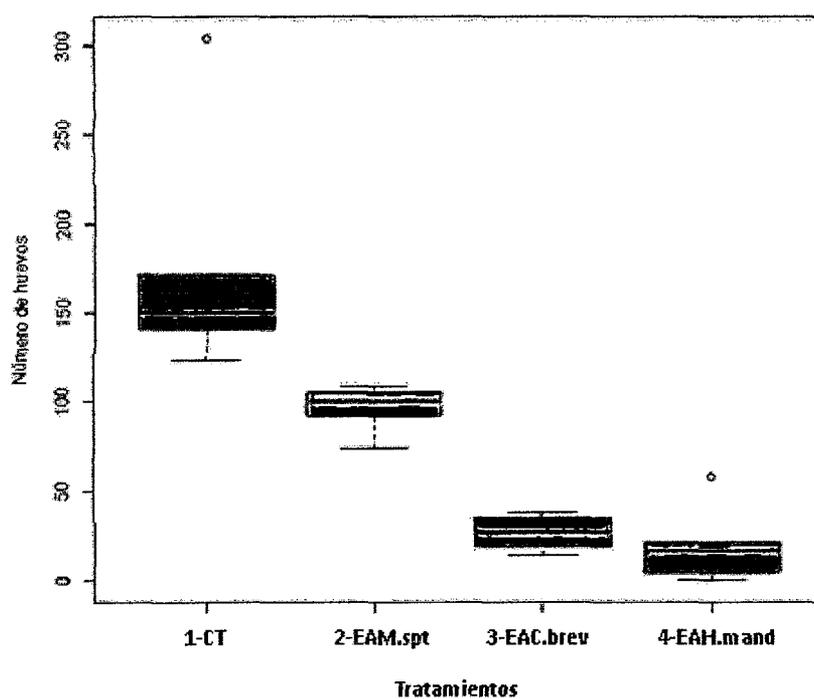


Figura 33: Número de huevos puestos por *S. tangolias* en el control (CT) y los extractos alcohólicos: extracto alcohólico de *Hedeoma mandoniana* (EAH.mand), extracto alcohólico de *Minthostachys spicata* (EAM.spt) y extracto alcohólico de *Clinopodium brevicalyx* (EAC.brev).

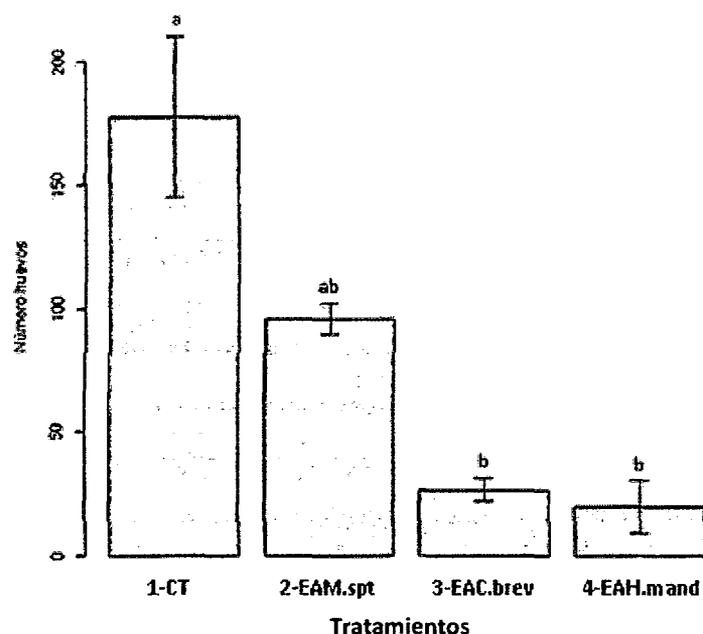


Figura 34: Número de huevos puestos de adultos de polilla de la papa *S. tangolias* que se encontraron en el control (CT), en los extractos alcohólicos: extracto alcohólico de *Hedeoma mandoniana* (EAH.mand), extracto alcohólico de *Minthostachys spicata* (EAM.spt) y extracto alcohólico de *Clinopodium brevicalyx* (EAC.brev). Las barras de error indican la media \pm error estándar. Medias que comparten una letra no presentan diferencias significativas. ($P < 0.05$, prueba de Tukey después de Anova de una Vía).

En el control se presenta el mayor número de huevos puestos seguido por el extracto de *M. spicata*, extracto alcohólico de *S. brevicalyx* y por último el extracto de *H. mandoniana*.

El control y el extracto alcohólico de *M. spicata* son iguales, pero diferentes con los extractos alcohólicos de *C. brevicalyx* y *H. mandoniana*; pero entre estos últimos no existe diferencias. (Figura 34).

3.1.3.4 Número de huevos puestos en los aceites esenciales de *M. spicata*, *C. brevicalyx* y *H. mandoniana* vs el control.

El número de huevos puestos en los aceites esenciales presenta altas diferencias significativas (Anova: $F = 29.96$, $P = 0.00$) en comparación con el control. (Tabla 23 y Figura 35).

Tabla 23: Anova para el número de huevos puestos en los aceites esenciales y el control. (Códigos de significancia: 0 '****', 0.001 '***', 0.01 '**', 0.05 '.', 0.1 '.', 1).

Tratamientos	Medias	Error estándar	F	P
CT	32.48	32.48	29.96	8.44e-07 ***
AEM.spt	0.00	0.00		
AEC.brev	0.00	0.00		
AEH.mand	0.00	0.00		

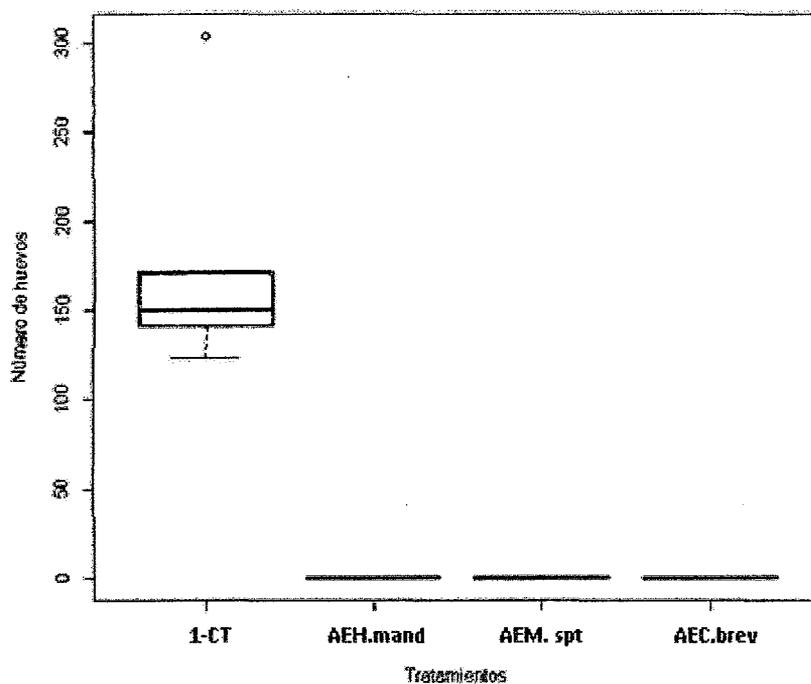


Figura 35: Número de huevos de polilla de la papa *S. tangolias* que se encontraron en el control (CT), en los aceites esenciales: aceite esencial de *Hedeoma mandoniana* (AEH.mand), aceite esencial de *Minthostachys spicata* (AEM.spt) y aceite esencial de *Clinopodium brevicalyx* (AEC.brev).

Se registró huevos puestos en el control, en los aceites esenciales no se registró huevos.

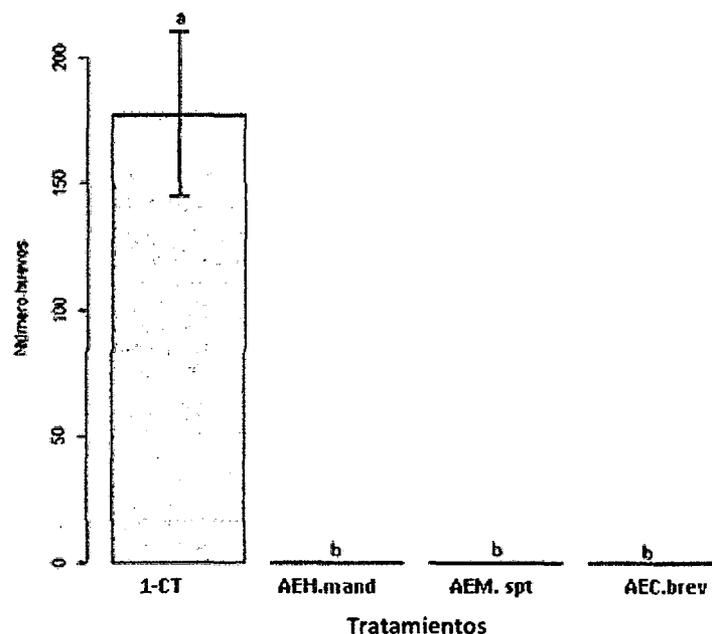


Figura 36: Número de huevos de polilla de la papa *S. tangolias* que se encontraron en el control (CT), en los aceites esenciales: aceite esencial de Hedeoma mandoniana (AEH.mand), aceite esencial de Minthostachys spicata (AEM.spt) y aceite esencial de Clinopodium brevicalyx (AEC.brev). Las barras de error indican la media \pm error estándar. Las medias muestran una diferencia significativa ($P < 0.05$, prueba de Tukey después de Anova de una Vía).

3.1.3.5 Comparación entre el número de huevos de la polilla de la papa con cada uno de los tratamientos y el control.

En forma general el número de huevos puestos en los tratamientos presentan diferencias significativas (Anova: $F = 24.51$, $P = 0.00$) al ser comparadas con el control. Como se muestra en la tabla 24 y figura 37.

Tabla 24: Anova para el número de huevos puestos en los tratamientos y el control. (Códigos de significancia: 0 '***', 0.001 '**', 0.01 '*', 0.05 '.', 0.1 ' ', 1).

Tratamientos	Medias	Error estándar	F	P
CT	32.48	32.48	24.51	1.27e-09 ***
V	0.00	0.00		
EA	0.00	0.00		
AE	0.00	0.00		

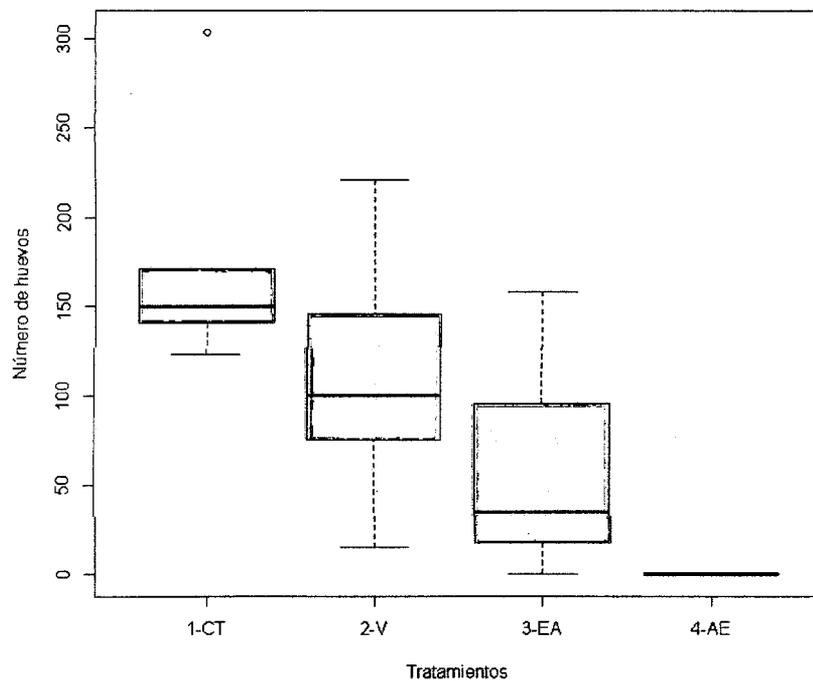


Figura 37: Número de huevos de polilla de la papa *S. tangolias* que se encontraron en el control (CT), tubérculos verdeados (2-V), los extractos alcohólicos (3-EA) y aceite esencial (4-AE).

Al agrupar los tratamientos se puede observar que el control presenta el mayor número de huevos puestos, seguido por los tubérculos verdeados, extractos alcohólicos y los aceites esenciales

La prueba de Tukey indica que cada tratamiento es diferente. Como se muestra en la figura 38.

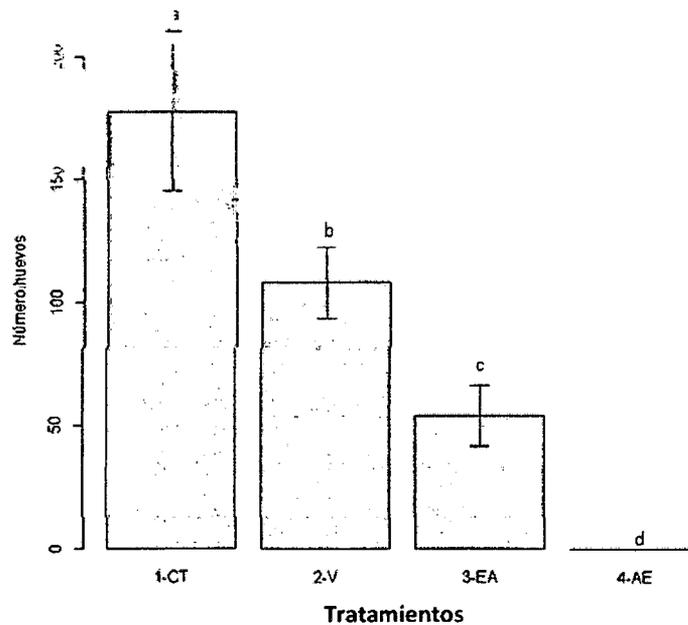


Figura 38: Número de huevos de polilla de la papa *S. tangolias* que se encontraron en el control (CT), tubérculos verdeados (2-V), los extractos alcohólicos (3-EA) y aceite esencial (4-AE). Las barras de error indican la media \pm error estándar. Las medias muestran una diferencia significativa ($P < 0.05$, prueba de Tukey después de Anova de una Vía).

3.1.4 Dosis Letal media (DL₅₀).

En la tabla 25, se muestra el porcentaje de mortalidad de larvas del cuarto estadio larval de *S. tangolias* por efecto de los aceites esenciales después de 24 horas de exposición. *H. mandoniana* indujo 100 % de mortalidad de larvas a la dosis de 1000 ppm, siendo el valor más bajo de mortalidad 48 % en la dosis de 10 ppm. En *M. spicata* y *C. brevicalyx* indujeron 96.55 % de mortalidad en larvas con la dosis de 1000 ppm, los valores más bajos fueron 34.08 % y 31.03 % respectivamente a la dosis de 10 ppm.

En la tabla 26, se observan las dosis letales al 50 % (DL₅₀) y 90 % (DL₉₀) de *M. spicata*, *C. brevicalyx* y *H. mandoniana* a las 24 horas de exposición. La primera ejerció un control del 50 % y 90 % a las 24 horas de exposición con 26.96 y 439.42 ppm respectivamente. En *C. brevicalyx*, se ejerció el 50 % y 90% de control de larvas a las 24 horas de exposición con 38.92 y 623.98 ppm

respectivamente. En tanto en *H. mandoniana* se consiguió el control del 50 % y 90 % de larvas a las 24 horas de exposición con 13.46 y 216 ppm.

Tabla 25: Porcentaje de mortalidad de larvas IV de *Symmetrischema tangolias* por los aceites esenciales de *Minthostachys spicata*, *Clinopodium brevicalyx* y *Hedeoma mandoniana*.

Especie vegetal	Concentración (ppm)	% de Mortalidad
<i>M. spicata</i>	CT	0
	10	34.48
	100	68.97
	1000	96.55
<i>C. brevicalyx</i>	CT	0
	10	31.03
	100	58.62
	1000	96.55
<i>H. mandoniana</i>	CT	0
	10	48.28
	100	75.86
	1000	100

Tabla 26: Dosis letales (ppm) al 50% (DL₅₀) y 90% (DL₉₀) y límites de confianza (LC) sobre larvas IV de *Symmetrischema tangolias* a las 24 horas de exposición a aceites esenciales de *Minthostachys spicata*, *Clinopodium brevicalyx* y *Hedeoma mandoniana*.

Especie vegetal	DL	Valor	LC
<i>M. spicata</i>	DL ₅₀	26.96	9.49 - 54.97
	DL ₉₀	439.42	186.09 - 2433.62
<i>C. brevicalyx</i>	DL ₅₀	38.92	15.06 - 78.87
	DL ₉₀	623.98	259.95 - 3496.61
<i>H. mandoniana</i>	DL ₅₀	13.46	3.44 - 28.65
	DL ₉₀	216.66	94.61 - 1216.87

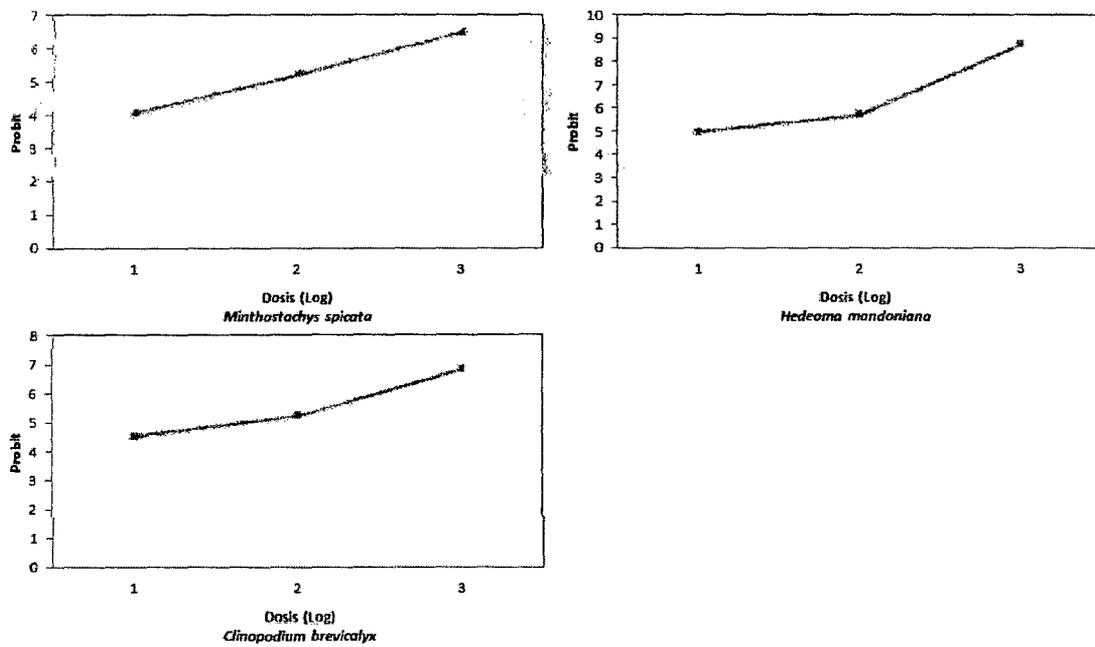


Figura 39: Mortalidad de larvas del cuarto estadio de *Symmetrischema tangolias* por efecto de los aceites esenciales de *Minthostachys spicata*, *Clinopodium brevicalyx* y *Hedeoma mandoniana* después de 24 horas de exposición.

3.2 DISCUSIONES.

3.2.1 Bioensayo con huevos.

Fueron empleadas larvas de primer estadio porque en este existe la necesidad de búsqueda de alimento para su supervivencia, (realizándose minas en los tubérculos).

Los resultados indican que las larvas de primer instar siguieron su desarrollo normal en los tubérculos control. Las larvas de primer instar murieron inmediatamente al entrar en contacto con los aceites esenciales donde muestran su alta efectividad tóxica. En los extractos alcohólicos se observó un comportamiento diferente al control. En el control se observó el mayor número de individuos en estadios larvales superiores, mientras que en los extractos paso lo contrario, el mayor número de individuos se encuentra en estadios larvales inferiores. Los extractos alcohólicos afectan el desarrollo normal de las larvas, no permitiendo que estos puedan alimentarse normalmente o al ser consumido el tubérculo inhibe su metabolismo, o genera repelencia.

En los tubérculos verdeados se muestra algo muy interesante ya que estos presentan individuos del tercer estadio; mientras que en el control se presenta sólo del cuarto estadio para adelante, este dato es muy importante ya que se podría asumir que los tubérculos verdeados retrasan el desarrollo de las larvas. *Torres (1989)*, encontró un incremento en la duración de la fase larval (2 días promedio) en el tratamiento de 30 días de verdeo al compararse con el testigo.

En nuestro trabajo no se hizo una prueba semejante para determinar los días promedios de retraso, pero si se evidenció un retraso en el desarrollo larval normal.

3.2.2 Bioensayo con larvas V

Se escogieron larvas del quinto estadio puesto que se realiza en ésta la última ingesta de alimentos, siendo por ello importante, pasando luego a estados de inactividad (pupas).

Los resultados indican que existe claramente una diferencia entre los tratamientos, ya en los tubérculos control se muestra un desarrollo normal incluyendo las muertes naturales, donde después de 20 días las larvas V deben estar entre pre-pupas y pupas. Los tubérculos control presentan mayor cantidad de pupas y menor cantidad de pre-pupas, lo que no sucede con los demás tratamientos. Los que más se asemejan al control son los tubérculos con 60 y 30 días de verdeo, al contrario de los tubérculos con 90 días de verdeo que presenta mayor número de pre-pupas y menor número de pupas. Esto se debe a que las larvas no se desarrollan normalmente, algunas murieron y otras retrasaron su desarrollo al no encontrar suficiente alimento, además la fisiología de estos tubérculos ha cambiado notoriamente al perder agua y estar arrugados. Gallegos & Suquillo (2003) encontraron que los tubérculos asolados juegan un papel muy importante en el control del daño de los tubérculos, ya que esta acción elimina las larvas, además se produce la formación de solanina sustancia tóxica y amarga que no es apetecible para los insectos. (Jimenez & Guillaume, 1989).

El extracto alcohólico de *H. mandoniana* muestra diferencias con el control en relación con el número de pupas y pre-pupas, lo que indica que retrasa su desarrollo normal. En cuanto a los aceites esenciales no se registró ningún individuo en estado de pupa o pre-pupa, ya que las larvas del quinto estadio murieron inmediatamente al contacto con los tubérculos tratados con estos aceites, lo cual evidencia su alta toxicidad.

3.2.3 Bioensayo con preferencia de oviposición.

Los resultados indican una diferencia en el comportamiento oviposicional entre los tubérculos tratados con cada uno de los tratamientos de verdeamiento de tubérculos, extractos alcohólicos y aceites esenciales.

Es interesante resaltar que el número total de huevos puestos en los tratamientos es menor que en el control. Los tratamientos más efectivos son los aceites esenciales que imposibilitaron a los adultos poner huevos, esto debido a que los aceites esenciales son muy tóxicos, y mató a todos los adultos cuando entraron en contacto con este. Además se evidenció diferencias en el tiempo en el cual se

produjo la muerte de los individuos adultos, siendo más rápida la muerte en el aceite esencial de *H. mandoniana* (5 min), seguido por *C. brevicalyx* (8 min) y *M. spicata* (15 min); lo que podría indicar una resistencia adquirida por éstos frente a *M. spicata*. El aceite tiene una desventaja de ser muy volátil teniendo una duración aproximada de 24 horas. El segundo tratamientos que mostró ser más efectivo fue los extractos alcohólicos, en el que el extracto de *H. mandoniana* fue el más eficaz registrándose un menor número de huevos, seguido por el extracto de *C. brevicalyx* y *M. spicata*; no se cuenta con referencias bibliográficas exactas de estos extractos lo que no permite comparar los resultados obtenidos en el presente trabajo con otros previos. De los tres grados de verdeamiento los más efectivos son los tubérculos con 90 días de verdeo, seguido por 60 y 30 días de verdeo; esto se puede deber a que los tubérculos verdeados 90 días ya están amugados, y los adultos no tienen mucha preferencia por estos.

Guerra *et al*, (2007) encontraron que el aceite esencial de especies de *Minthostachys* presentan un efecto deterrente en la oviposición de la polilla de la papa *Phthorimaea operculella*. Algunos estudios han demostrado la actividad biológica de extractos y aceites esenciales de estas especies contra insectos nocivos. Los aceites esenciales de muña presentaron una actividad insecticida frente *Musca domestica* (Solís, 1979). El aceite emulsionable de *Satureja boliviana* causó una mortalidad del 70 % de larvas de *P. operculella*, (Ruis, 1900).

3.2.4 Dosis Letal Media (DL₅₀).

Los aceites esenciales de *M. spicata* y *C. brevicalyx* muestran una DL₅₀ de 26.96 y 38.92 ppm respectivamente a las 24 horas de exposición. Figueroa *et al*. (1995) registraron que los aceites de *S. boliviana* y *M. mollis* presentan una elevada DL₅₀ de 0.9ppm y 1.8ppm respectivamente contra *Artemia salina*, valor inferior hallado debido a que los aceites esenciales penetran en las membranas produciendo toxicidad de contacto o neurotoxicidad por lo que se requiere para ello menores cantidades.

El aceite esencial de *H. mandoniana* muestra 100% de mortalidad larvaria a las 24 horas de exposición con una DL₅₀ de 13.46 ppm; el efecto en un periodo

medianamente corto en larvas, muestra una idea del efecto biocida que posee esta especie. Existen escasas referencias que permiten comparar resultados de mortalidad con los hallados en el presente trabajo, sin embargo se han reportado que este aceite presenta una pequeña mortalidad en insectos vectores de la enfermedad de Chagas (*Triatoma infestans klung* y *Rhodnius neglectus* Cuaresma), pero no fueron tan significativas. La mortalidad ocasionada por *H. mandoniana* es relativamente alta y se debería a los compuestos como el cariofileno, carvona, linalol, limoneno o monoterpenos que poseen propiedades insecticidas o repelentes (Vilaseca, et al. 2004).

En la figura 39 las pendientes poseen valores similares con una ligera variación en *H. mandoniana*, lo que indica que las larvas son más susceptibles a esta, lo cual se evidencia con una mayor mortalidad. Todas las mortalidades se incrementan con la concentración.

CONCLUSIONES

- Los aceites esenciales de *Minthostachys spicata*, *Clinopodium brevicalyx* y *Hedeoma mandoniana* son altamente tóxicos y tienen un efecto biocida, antibiosis y afectan la oviposición de manera evidente en todo el ciclo de la polilla de la papa *S. tangolias* (Lep. Gelechiidae).
- Los extractos alcohólicos de *Minthostachys spicata*, *Clinopodium brevicalyx* y *Hedeoma mandoniana* tienen un efecto biocida, afectan la oviposición de adultos y afectan el desarrollo de larvas de *Symmetrischema tangolias* (Lep. Gelechiidae).
- Los tubérculos verdeados de 30, 60 y 90 días tienen un efecto biocida en larvas, afectan la oviposición de adultos y retrasan el desarrollo larval de *Symmetrischema tangolias* (Lep. Gelechiidae).
- La DL₅₀ del aceite esencial de *Minthostachys spicata* para larvas del cuarto estadio de *Symmetrischema tangolias* (Lep. Gelechiidae) es de 26.96 ppm, *Clinopodium brevicalyx* es de 38.92 ppm y para *Hedeoma mandoniana* es de 13.46 ppm.

SUGERENCIAS

1. Hacer pruebas específicas para determinar de que manera los extractos alcohólicos y los tubérculos verdeados alteran el ciclo de vida de las larvas de *S. tangolias*.
2. Profundizar los estudios sobre interacción planta insecto, en especial la existente entre muña, cjuñu-muña, pampa muña y tubérculos verdeados con *S. tangolias* (Lep. Gelechiidae) en todo su ciclo biológico.
3. Realizar mayores estudios del efecto que causa el verdeo de diferentes variedades de papas nativas y comerciales frente a insectos plagas.
4. Realizar un mayor número de investigaciones para el control de *S. tangolias* (Lep. Gelechiidae) por considerarse una plaga que viene incrementándose en nuestra región.
5. Estudiar el efecto biocida de plantas nativas útiles en el control de plagas de almacén como alternativa al uso de insecticidas sintéticos.

BIBLIOGRAFIA:

- Alencastre, E. 1983.** Muña: investigación y proyección social. Instituto de investigaciones UNSAAC-NUFFIC, Cusco. 45p.
- Andrew R., Barea O., Bejarano C., Calderón R., Cervantes E., Herbas J. 1999.** Biología y comportamiento de la polilla de la papa de *Symmetrischema tangolias*. Ficha técnica, proyecto MIP-Polilla-PROIMPA (Bolivia).
- Arteta, M.C. 2007.** Etnobotánica de Plantas Vasculares en el Centro Poblado Llachón, Distrito Capachica, Departamento Puno, 2007 – 2008. Tesis-UNSA, Facultad De Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Escuela Profesional Y Académica De Biología. 188p.
- Asociación Arariwa. 2008.** Manejo Integrado de Plagas en la microrregión Calca-Urubamba. Red de Información de Agricultura Sostenible.
- Beck S D. 1965** "Resistance of plants to insects". Annu.Rev.Entomol. 10:207-232
- Bennet R N., Wallsgrove R M. 1994** "Secondary metabolites in plant defence mechanisms". New Phytol.127:617-633.
- Bernays E A . 2000** "Plant-insect interactions- A synthesis". Abstr.Book I. XXI Int.Congr.Entom. Brazil. Plenary Lectures VIII-XIII.
- Blum M S. 1981** "Chemical defences of Arthropods". Acad. Press. 562 p.
- Boethel D. J., Eikenbary R. D. 1986** "Interactions of plant resistance and parasitoids and predators of insects". Department of Entomology. USA. P,11-27.
- Borda N. 2008.** "La papa un alimento básico" RAP-AL Uruguay.

- Booth R., Shaw R. 1981** "Principios de almacenamiento en papa". Montevideo, Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur. p.116.
- Brown K., Scheidegger U. 1995** "Seed Study for Six Countries". Study carried out on behalf of Swiss Development Cooperation and the International Potato Center.
- Carhuapoma, M. 2010.** Actividad anti-*Helicobacter pylori* y antioxidante del aceite esencial de *Satureja brevicalyx*. Rev. Académica del Perú salud 17(1). 45p.
- Centro Internacional de la Papa (CIP) 2004.** Tendencias en el desarrollo de capacidades biotecnológicas e institucionales para el aprovechamiento de la biodiversidad en los países de la Comunidad Andina. Informe preparado para la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y la Corporación Andina de Fomento (CAF). CIP. Lima, Perú. 271p.
- Centro Internacional de la Papa (CIP). 2005.** Memorias: III taller Internacional sobre la polilla Guatemalteca de la papa *Tecia solanivora*. Cartagena de Indias, Colombia. Lima, Perú. 137p.
- Christiansen, G.J. 1967.** El cultivo de papa en el Perú. Ed. Jurídica. Lima. 351p.
- Collantes L.G. 1984.** Susceptibilidad a los pesticidas en adultos de dos poblaciones de *Phthorimaea operculella* (Zeller). Tesis Universidad Nacional Agraria.
- Dent D. 2000.** Insect Pest Management. CABI, 2nd edición.
- Dethier V G., Barton L., Smith C N. 1960** . The designation of chemicals in terms of the responses they elicit from insects. J.Econ.Entomol.53:134-136.
- Dethier V G. 1970.** Chemical interactions between plants and insects. In Sondheimer, E; Simeone, JB.Eds. Chemical ecology. New York, Academic Press.p.83-102.

- Dethier VG. 1980.** Evolution of receptor sensitivity to secondary plant substances with special reference to deterrents. *Amer.Nat.* 115:45-46.
- Dethier V G. 1982.** Mechanism of host plant recognition. *Ent.Exp. Appl.* 31:49-56.
- Ducom, P.; Dupuis, S.; Stefanini, V. & Guichard, A. 2002.** Sulfuryluoride as a new fumigant for the desinfestation of our mills in France. *Advances in Stored Product Protection.* pp. 900-903.
- Fenemore, P.G. 1980.** Oviposition of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae); identification of host-plant factors influencing oviposition response. *New Zeland Journal of Zoology*, 7: 3, 435-439.
- Ferry N., Edwards M. G., Gatehouse J. A., Gatehouse A. M. 2004.** Plant-insect interactions: molecular approaches to insect resistance. *current opinion in biotechnology*, Vol. 15, págs. 155 - 161.
- Figuroa, N.; Estévez, T.; Giménez, A. 1995.** Propiedades antibacterianas, antimicóticas e insecticidas de aceites esenciales de especies vegetales aromáticas nativas. En: Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímicas, Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas Universidad Mayor de San Andrés. BIOFARBO. Vol. IV.
- Flórez, R. 1989.** Ensayos Bioexperimentales de dos Insecticidas Naturales en Larvas de *Prennotrypes latithorax* (Pierce) 1914 y *Phthorimaea operculella* (Zeller) 1873. UNSAAC. Facultad de Ciencias Biológicas. Cusco, Perú. 54p.
- Frazier J L., Chyb, S. 1995** Use of feeding inhibitors in insect control. *In* Regulatory mechanisms in insect feeding. New York, Chapman & Hall. p. 364-381.
- Gallegos, P.; Suquillo J. 2003.** Efecto de la asolación de tubérculos de papa almacenados para semilla en el control de la polilla guatemalteca de la papa

Tecia solanivora (Lepidóptera: Gelechiidae). pp. 79-85. En: Memorias: III taller Internacional sobre la polilla Guatemalteca de la papa *Tecia solanivora*. Cartagena de Indias, Colombia. Lima, Perú. 137p.

García, S.; Espinosa C.; Bergvinson, D.J. 2007. Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternativas para su manejo y control. México, D.F.: CIMMYT.

Gimenes Verdu. 1986. Evolución de biocida en el suelo. Universidad Complutense- Madrid.

Goettel M. & Vicent C. 2007. Biological Control a global perspectiva. CAB International/ AAFC.

Gomero, L. 1991. Tecnología para controlar plagas y enfermedades. Edit. RAAA, Lima – Perú.

Gonzales, G. 1981. Ensayo toxicológico con diferentes aceites esenciales. UNSAAC. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Cusco, Perú. 55p.

Guerra, P.C.; Molina, I.Y.; Yábar, E.; Gianoli, E. 2007. Oviposition deterrence of shoots and essential oils of *Minthostachys* spp. (Lamiaceae) against the potato tuber moth. *Journal of Applied Entomology* 131: 134-138.

Hooker W.J. 1980. Compendio de enfermedades de la papa. Nematodos parásitos de la papa. CIP. Lima. Perú. p. 131-134.

Huamán, Z. 1979. La muña (*Minthostachys glabrescens*) en el control de gorgojo de los andes (*Prennotrypes latithorax* Pierce). UNSAAC. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Cusco, Perú. 50p.

Huerta, A.A.; Vera, M.; Ramos, A.C. 2012. Estresando los cultivos de células para la producción de fármacos. En: <http://avanceyperspectiva.cinvestav.mx/440/estresando-los-cultivos-de->

Setiembre 2012.

Jimenez, V.; Guillaume, P. 1989. Cursillo sobre las papas. Plagas y enfermedades de la papa. Cuaderno de capacitación campesina N° 15.

Karlson P., Luscher M. 1959 Pheromones a new term for a class of biologically active substances. *Nature* 183:155-156.

Lannacone, J.A.; Lamas, G. 2003. Plantas biocidas usadas en el control de la polilla de la papa, *Phthorimaea operculella* (Zeller). *Rev. Per. Ent.* 43: 79 – 87.

Lacey, L.A.; Horton, D.R.; Jones, D.C. 2008. The effect of temperature and duration of exposure of tuber moth (Lepidoptera: Gelechiidae) in infested tubers to the biofumigant fungus *Muscolor albus*. *ScienceDirect. Journal of Invertebrate Pathology* 97: 159-164.

Law J H., Regnier F E. 1971. Pheromones. *Annual Rev. Biochem.*40:533-548.

León, W. 1980. Ensayo preliminar de acción repelente de muña (*Minthostachys glabresces*). UNSAAC. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Cusco, Perú. 50p.

Mareggiani G. 1996. Semiochemicals: the role of allomones and kairomones in natural crop protection. *Biocontrol* 2 (1):65-70.

Mareggiani G., Leikach S., Laner P. 2001. Toxicidad de extractos que contienen metabolitos secundarios de distintos organos de *Melia azedarach* nematodo del nudo de la raíz. *Revta. Asoc. Latinoam. Fitopat.*33 (2):122-126.

- Millán, C. 2008.** Plantas una opción saludable para el control de plagas. RAPAL-Uruguay (Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina). 101p.
- Miller, T. 1999.** Bioassay In: Insect Toxicology (ENT 128). <http://web.ucr.edu/web/schools/CNAS/entm/tmiller>. Consulta Febrero 2012.
- Nieto, C. 2002.** Evaluación del control etológico de la polilla de la papa *Symmetrischema tangolias* y *Phthorimaea operculella* (Zeller), con feromonas en condiciones de campo y almacén en Challabamba – Paucartambo – Cusco. 23 p.
- Nordlung D A . 1981.** Semiochemicals: a review of the 30 terminology. In Semiochemicals: their role in pest controls. London, Wiley.p.13-28.
- Ortiz, O.; Alcázar, J.; Palacios, M. 1997.** La Enseñanza del Manejo Integrado de Plagas en el Cultivo de la Papa: La Experiencia del CIP en la Zona Andina del Perú. Centro internacional de la Papa (CIP). Lima 12, Perú.
- Ojeda, P.D.; Castro, A. (1972).** Introducción al estudio de los gelichidos en el Norte del Perú. Revista Peruana de Entomología. 15(1):125-131.
- Ormachea, E. 1979.** Usos tradicionales de la muña (*Minthostachys spp.*, Labiatae) en aspectos fitosanitarios de Cusco y Puno. Revista Peruana de Entomología. Lima, Perú. 22: 67-70.
- Ormachea, E.; Quispe, D. 1993.** Evaluación de parasitoides de la Polilla de la quinua *Eurisacca melanocampa*, en el Cusco. Conv. Nac. Ent. Arequipa”
- Oviedo, F. 1979.** Ensayos toxicológicos preliminares del aceite esencial de muña. UNSAAC, Facultad de Agronomía y Zootecnia. Cusco, Perú. 86p.
- Painter, R.H. 1951.** Insects resistance in crop plants. University of Kansas Press, Lawrence, Kansas.

- Palacios, M. 1997.** Principales plagas de la papa: La polilla de la papa y la mosca minadora. Manual de capacitación, producción de tubérculos de semilla de papa” Fasc.3.7 CIP.
- Palacios, M. 2000.** Investigación biológica, componentes de control e implementación del MIP. Manual de Capacitación.
- Pérez, J.D; Camadro, E.L. 2007.** Potencial de *Bidens laevis* como biomotor de genotoxicidad del insecticida endosulfan en ambientes lagunares. Departamento de Ciencias Exactas, Facultad de Ciencias Exactas y Lagunares. UNMSM.
- Pérez J. Débora y Camadro E.Lucila. 2007.** Efecto biocida de “Barbasco” *Lonchocarpus Utilis* (Smith,1930) como regulador de larvas de mosquitos Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM.
- Quarashi, M S. 1977.** Biochemical insect control. Its impact on economy, environment and natural selection. New York, Wiley & Sons. 280 p.
- Ráman, K.V.; Alcázar, J. 1992.** Control biológico de la Polilla de la Papa con *Baculovirus phthorimaea*. Boletín de Capacitación CIP-2. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 27 p.
- Ráman, K.V.; Booth, R.H. 1983.** Integrated Control of Potato Moth in Rustic Potato Stores. Symposium of the International Society for Tropical Root Crops 6th, Lima Centro Internacional de la Papa (CIP) p. 509- 515.
- Ráman, K.V. 1980.** Programa Manejo Integrado de Plagas del CIP. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. p 15.
- Ramirez, J.E.; Gómez, M.I; Cotes, J.M.; Ñustez, C.E. (2010)** Efecto insecticida de los aceites esenciales de algunas lamiáceas sobre *Tecia solanivora*

Povolny en condiciones de laboratorio. Departamento de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia). Rev. Agronomía Colombiana 28(2), 255-263.

Rhoades D F. 1985. Offensive-defensive interactions between herbivores and plants: their relevance in herbivore population dynamics and ecological theory. Amer. Naturalist 125 (2):205-238.

Rhodes M J. 1994 "Physiological roles for secondary metabolites in plants: some progress, many outstanding problems". Plant. Molec. Biol.24:1- 20.

Rivero, F.D; Casero, RD. 2004. Estudio de la supervivencia de *Trichomonas vaginalis* frente a biocidas. Laboratorio de Parasitología. Universidad Nacional de Córdoba.

Rodríguez A. 1990. Ciclo biológico de *Symmetrischema plasionema* y evaluación de daños en 16 variedades de papa. Tesis – Kayra.

Ruis, J.M. 1900. La muña (*Satureja boliviana*) en el uso agrícola como plaguicida repelente en el control de plagas de almacenaje de la papa. En Universidad Mayor de San Simón. <http://www.tesis.abesca.org/handle/123456789/5130>. Consulta Marzo 2012.

Saravia R. 2002. Toxicidad y acumulación de cadmio en poblaciones de diferentes especies de Artemia. Burjassot – Valencia. Tesis

Sánchez G. & Aquino C. 1986. La polilla de la papa *Symmetrischema plasionema* (Turner ,1919), Biología, daños y control. Boletín Técnico-Instituto de Investigación y Promoción Agropecuaria (INIPA), Lima- Perú.

Schoonhoven L M. 1982. Biological aspect of antifeedants. Entom. Exp. Appl.31:57-69.

Schoonhoven L M., Jermy T., Van Loon J A.1998. Insect-Plant Biology. London, Chapman & Hall.

- Silva, G. 2011.** Qué es y cómo se calcula la DL₅₀ en insecticidas. Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción. En: <http://es.scribd.com/doc/64648821/DL50>. Consulta Abril 2012.
- Solís, N. 1979.** Estudio toxicológico del aceite esencial de muña en la mosca domestica. UNSAAC, Facultad de Agronomía y Zootecnia. Cusco, Perú. 74p.
- Sosa M. & Tonn C. 2006.** Plant secondary metabolites from argentinean semiarid lands: bioactivity against insects. *Phytochem Rev*, 7(1):3-24.
- Tolozá, A.C.; Zygadlo, J.; Biurrun, F.; Rotman, A.; Picollo, M. 2010.** Bioactivity of Argentinean essential oils against permethrin-resistant head lice, *Pediculus humanus capitis*. *Journal of Insect Science* 10:185 available online: <http://www.insectscience.org/10.185> 8p. Consulta Febrero 2012.
- Torres, F. 1998.** Biología y Manejo Integrado de la Polilla Centroamericana de la papa *Tecia solanivora* (Povolny) en Venezuela. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias- Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología del Estado Táchira. Maracay, Venezuela. 60 p. (Serie A- N° 14).
- Ulloa, C. 2006.** Aromas y sabores andinos. *Rev. Botánica Económica de Los Andes Centrales*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. p. 313-328.
- Vidal, J.; Carbajal, A.; Sisniegas, M.; Bobadilla, M. 2009.** Efecto tóxico de *Argemone subfusiformis* Ownb. y *Tagetes patula* Link sobre larvas del IV estadio y pupas de *Aedes aegypti* L. *Revista Peruana de Biología*. Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM. 15(2): 103 – 109.
- Vilaseca, A; Guy I; Charles, B; Guinaudeau, H; Rojas de Arias A & Fournet A. 2004.** Chemical Composition and Insecticidal Activity of *Hedeoma mandoniana*. *Essential Oils Journal of Essential Oil Research*. Volume 16, Issue 4.pages 380-383.

Vivanco, J.M.; Cosio, E.; Flores, H.E. 2005. Mecanismos Químicos de Defensa en las Plantas. En <http://www.agro.unlpam.edu.ar/catedras-pdf/Investigacion2005.pdf>. 8p. Consulta: Enero 2011.

Whittaker R H. 1970. The biochemical ecology of higher plants. *In* Chemical Ecology. Sondheimer, E; Simeone, JB. Ed. New York, Acad.Press.p. 43-70.

Yañez, H. 1999 .Efectos de tres especies vegetales sobre la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) en almacén. UNSAAC, Facultad de Ciencias Biológicas. Cusco. Perú. 62p.

Yélamos, T. 2011. Preparación de genitalias de insectos. En: Valencia, 109, 3° 1ª; 08011 Barcelona. http://www.sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_8/B08-012-035.pdf. Consulta Marzo 2012.

ANEXOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE *Clinopodium brevicalyx*

COMPONENTE	PORCENTAJE
Pulegona	27.2%
Linalol	20.3%
Mentona	11.1%
Isomentona	8.0%
Cis-Isopulegona	2.7%
Trans-Isopulogona	0.9%
Carvacrol	0.6%
Timol	0.6%
α -Terpineol	0.5%
Hidrocarburos sesquiterpenicos	16%
B-Cariofileno	6.5%
p-Cimeno	2.0%
Limoneno	0.7%
Γ - Terpineno	0.6%
Sesquiterpenos Oxigenados	1.5%
Espatuleno	0.8%

Fuente: Carhuapoma, 2010

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE *Minthostachys spicata*

COMPONENTE	PORCENTAJE
monoterpenos oxigenados	50.30%
Mentona	14.5%
2-hidroxi-p-mentol-1-3	12.5%
Pulegona	9.7%
Espatulenol	4.9%
monoterpenos hidrocarbonados (limoneno)	3.2%
β -cariofileno	4.9%

Fuente: Ulloa, 2006

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE *Hedeoma mandoniana*.

COMPONENTE	PORCENTAJE
Pulegona	37-46%
1,8-cinelona	10-14%
Linalol	7-12%
l-octeno-3-yl acetato	7-12%
Monoterpenos oxigenados (cariofileno, carvona, limoneno, etc)	39-16%

Fuente: Vilaseca et al, 2004

CICLO BIOLÓGICO DE *Symmetrischema tangolias* (Gyen).

Temperatura de 22 °C +_ 1 °C			
Estadios	Min. (días)	Max(días)	Días (pro)
Huevo	8	12	10
Proceso larval	26	34	30
Prepupa	3	7	5
Pupa	14	22	18
Adulto	12	20	16
Total	63	95	79

Fuente: Elaboración propia

Ciclo Biológico de *Symmetrischema tangolias* (Gyen), bajo condiciones de laboratorio a una Temperatura de 15 - 18° C, altitud 3 219 m. realizado en el Centro Agronómico K'ayra - Cusco.

ESTADOS BIOLÓGICOS	PROM (días)	MIN (días)	MAX (días)
HUEVO (INCUBACIÓN)	12,69	11	15
LARVA:			
Lv. I	7.58	6	11
Lv. II	5.83	3	9
Lv. III	6.08	3	12
Lv. IV	6.5	4	10
Lv. V	7.4	6	9
Pre Pupa	7.92	3	15
Total Estado Larval	41.31	25	66
PUPA	19.75	13	22
CICLO TOTAL (Huevo- Adulto)	73.75	49	103
ADULTO (longevidad)	*	*	*
Apareados:			
Hembra	23.75 (97.5)	16 (63)	38 (141)
Macho	21.83 (95.58)	11 (60)	38 (142.14)
No apareados:			
Hembra	17.17(86.41)	13(62)	28(141)
Macho	13.33(87.08)	05(54)	32(125)
CICLO BIOLÓGICO TOTAL *			

Fuente: Rodríguez 1990.

Datos obtenidos en el ensayo de Toxicidad con las concentraciones hidroalcohólicas del aceite esencial de *Clinopodium brevicalyx*, evaluados después de 24 horas.

Dosis	total individuos	muertos
1000	30	29
100	30	18
10	30	10
0	30	1

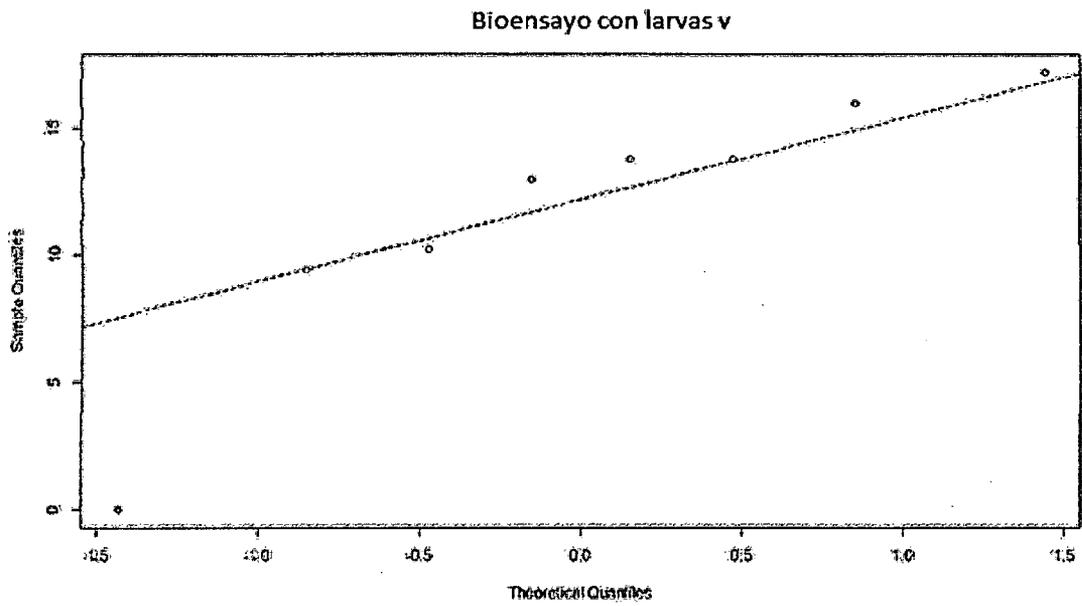
Datos obtenidos en el ensayo de Toxicidad con las concentraciones hidroalcohólicas del aceite esencial de *Hedeoma mandoniana*, evaluados después de 24 horas.

dosis	total individuos	muertos
1000	30	30
100	30	23
10	30	15
0	30	1

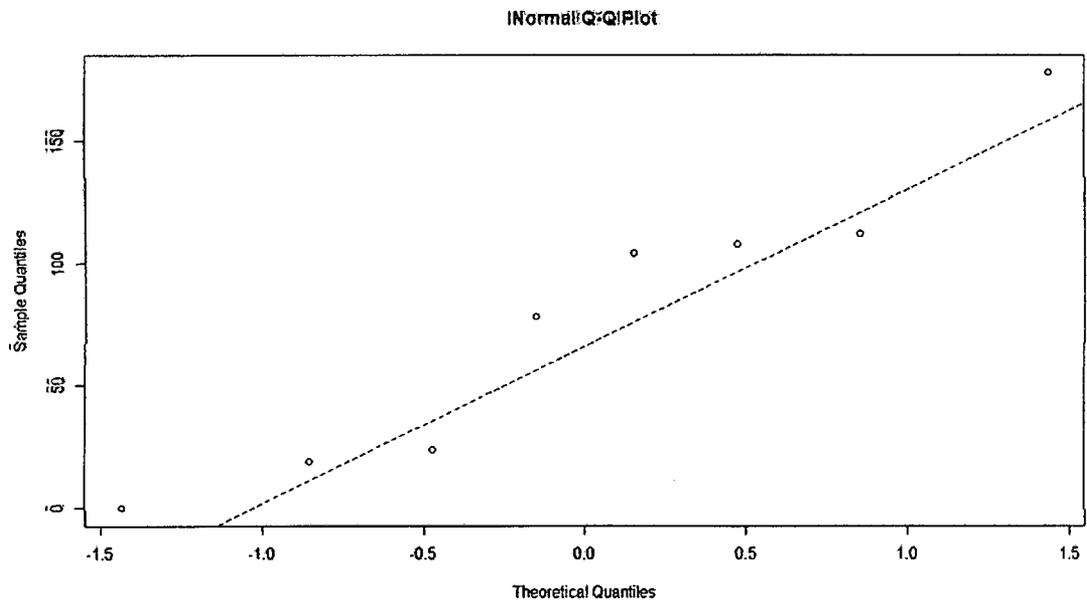
Datos obtenidos en el ensayo de Toxicidad con las concentraciones hidroalcohólicas del aceite esencial de *Minthostachys spicata*, evaluados después de 24 horas.

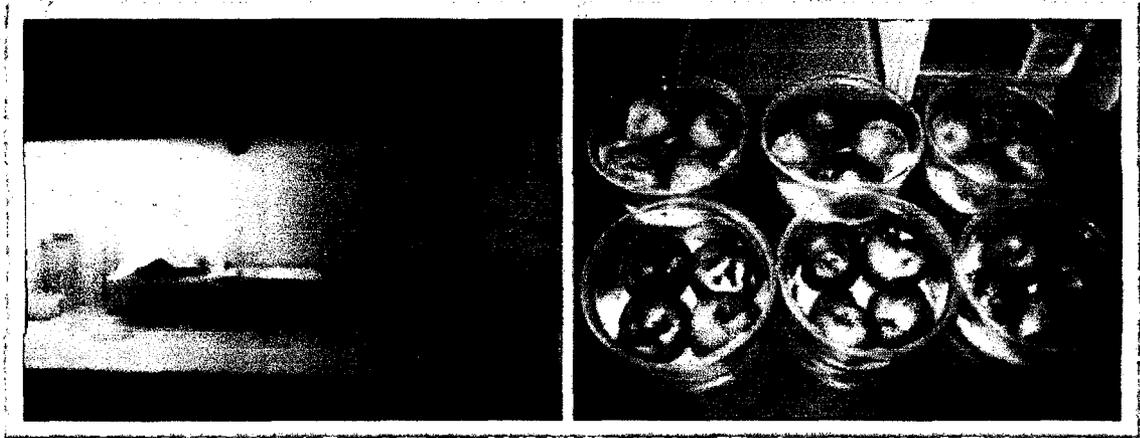
dosis	total individuos	muertos
1000	30	28
100	30	18
10	30	6
0	30	1

Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk para los datos del bioensayo con larvas V



Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk para los datos del bioensayo de preferencia de oviposición

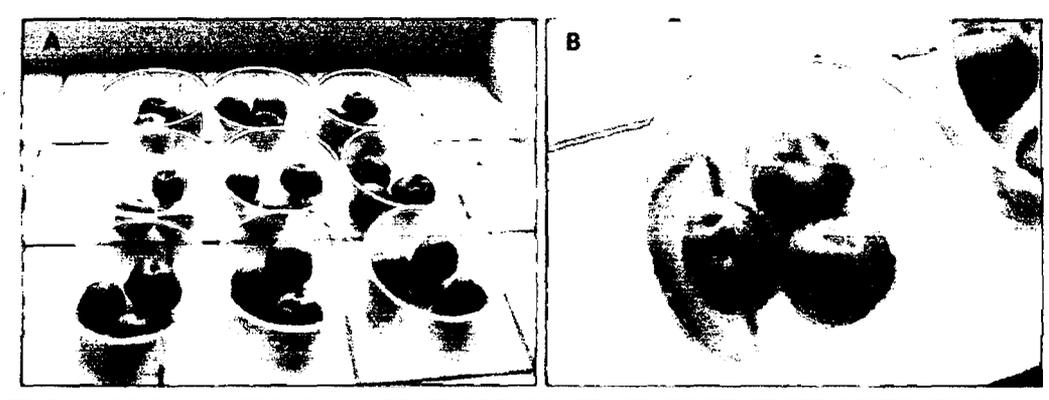




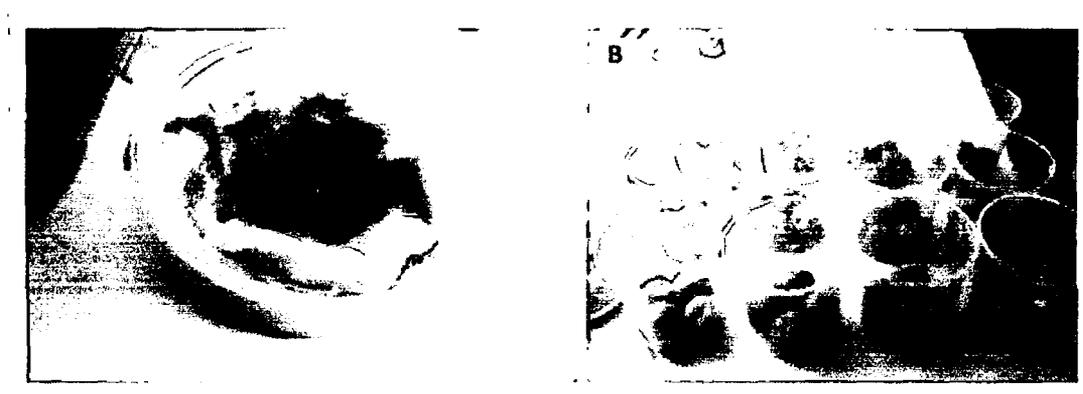
Fotografía 1: A) Cámara de crianza masal e incubadora para los huevos. B) Tubérculos verdeados y tubérculos con los extractos alcohólicos para las pruebas.



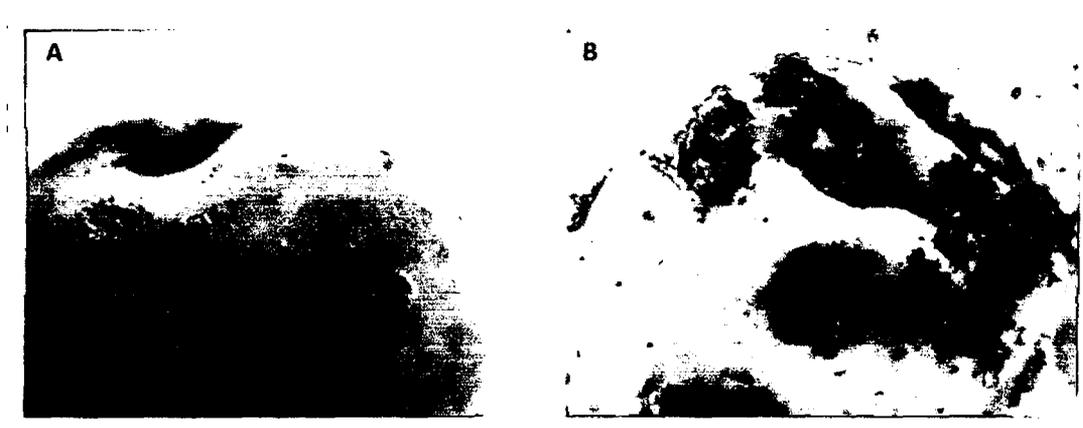
Fotografía 15: A) Instalación de los tapetes con los tubérculos debidamente etiquetados. B) Genitalia de *S. tangolias*.



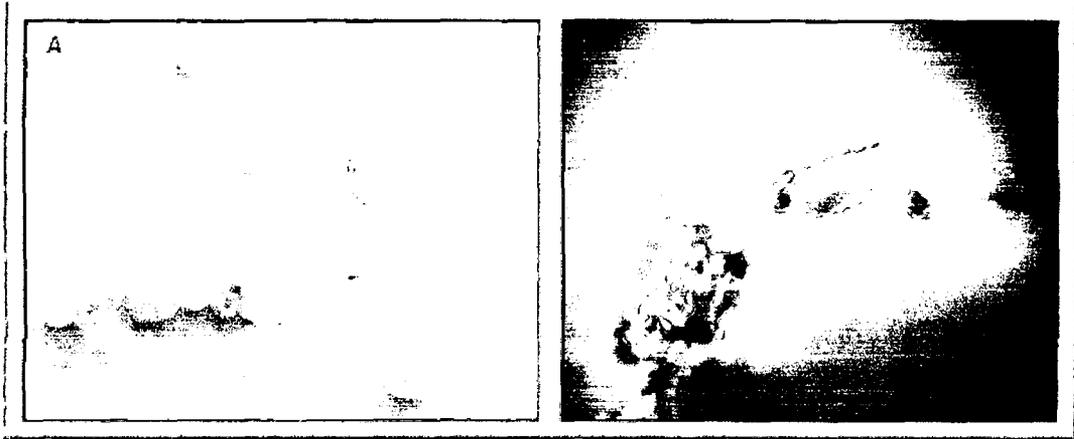
Fotografía 16: A) Tubérculos tratados con diluciones de los aceites esenciales para la prueba de toxicidad.
 B) Tubérculos inmersos en las concentraciones de aceites esenciales.



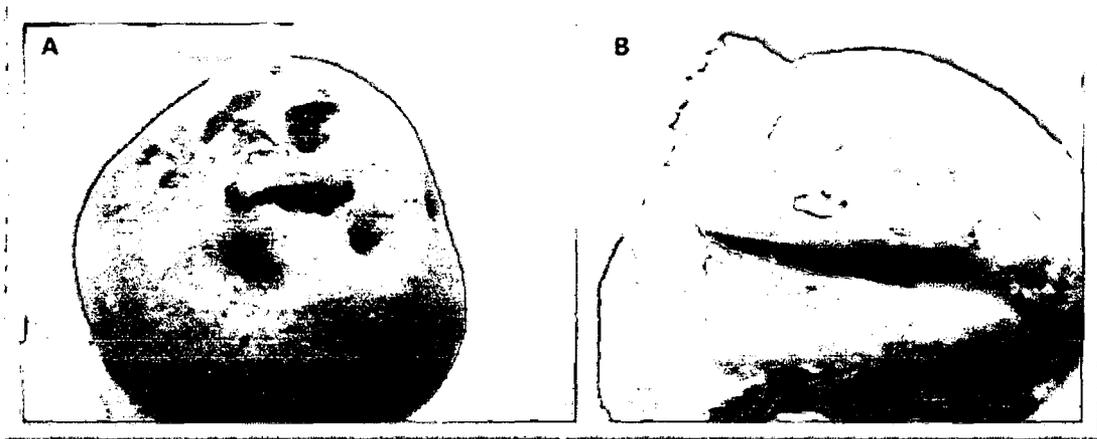
Fotografía 17: A) Filtrado de los extractos alcohólicos. B) Tubérculos con arena para la prueba con larvas V.



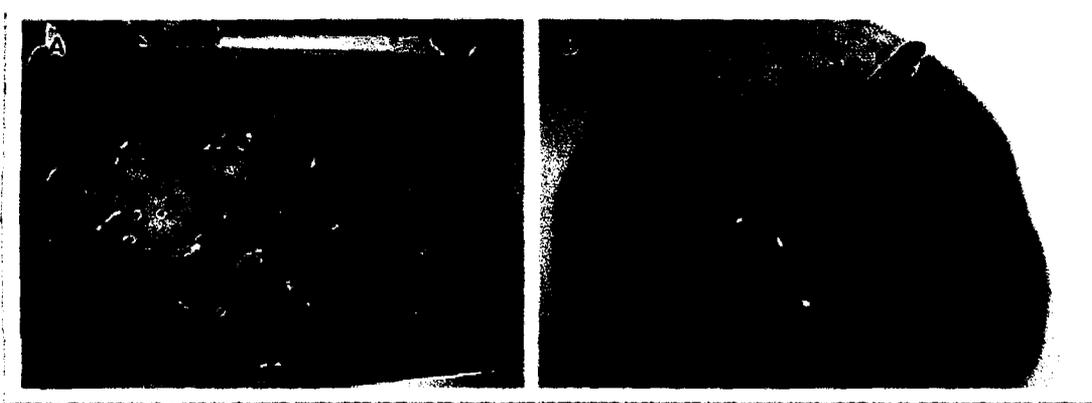
Fotografía 18: A) Larvas de primer instar buscando por donde ingresar al tubérculo. Vista en el estereoscopio.
 B) Tubérculo infestado por larvas de la polilla de la papa.



Fotografía 19: A) Huevos puestos sobre los discos de papel bond. Vista en el estereoscopio. B) Larvas de segundo instar dentro del tubérculo. Vista del estereoscopio.



Fotografía 20: A) Larva del quinto estadio sobre un tubérculo verdeado. B) Tubérculo con 1 mes de verdeo.



Fotografía 21: A) Daño de los tubérculos por la infestación de la polilla de la papa. B) Pupas y pre-pupa presentes en el tubérculo.



Fotografía 22: Limpieza y selección de *H. mandoniana*, antes del destilado para obtener el aceite esencial en la planta destiladora del IEPLAM en la comunidad de Ampay.



Fotografía 23: Colecta de las muestras vegetales con los pobladores de la comunidad de Ampay-Pisac.