

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA



TEMA:

**EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA DEL
ACEITE ESENCIAL DE MOLLE (*Schinus molle L.*) FASE DE
CAMPO, FRENTE AL GUSANO BLANCO (*Premnotrypes vorax*
Hustache) DE LA PAPA EN LA VARIEDAD SANTA ROSA**

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERA
AGRÓNOMA**

EULALIA MERCEDES CORTEZ VILLARROEL

TUTORA: BQF. CRISTINA LÓPEZ

AMBATO - ECUADOR

2018

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

La suscrita EULALIA MERCEDES CORTEZ VILLARROEL, portadora de cédula de identidad número: 1600862195, libre y voluntariamente declaro que el trabajo de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE (*Schinus molle L.*) FASE DE CAMPO, FRENTE AL GUSANO BLANCO (*Premnotrypes vorax* Hustache) DE LA PAPA EN LA VARIEDAD SANTA ROSA”** es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.¹

Eulalia Mercedes Cortez Villarroel

DERECHO DE AUTOR

Al presentar esta tesis como uno de los requisitos previos para la obtención del título de Tercer Nivel en la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que haga de esta tesis un documento disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de esta tesis dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de esta tesis, o de parte de ella.

Eulalia Mercedes Cortez Villarroel

**“EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA DEL ACEITE
ESENCIAL DE MOLLE (*Schinus molle* L.) FASE DE CAMPO, FRENTE AL
GUSANO BLANCO (*Premnotrypes vorax* Hustache) DE LA PAPA EN LA
VARIEDAD SANTA ROSA”**

REVISADO POR:

BQF. Mg. Cristina López
TUTORA

Ing. Mg. Jorge Artieda
ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADOS POR LOS MIEMBROS TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN:

Fecha:

Ing. Mg. Hernán Zurita
PRESIDENTE TRIBUNAL

Ing. Mg. Wilfrido Yáñez
MIEMBRO DE CALIFICACIÓN

Ing. Mg. Marco Pérez
MIEMBRO DE CALIFICACIÓN

DEDICATORIA

A DIOS y a la VIRGEN DE LAS MERCEDES, por permitirme cumplir un sueño de mi vida. A mis padres.

A mi madre y a mi padre que con su demostración de ser unos padres ejemplares me ha enseñado a no rendirme ante nada.

A mis hermanos y a mi sobrina por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

AGRADECIMIENTOS

A Dios quien me hizo que fuera más valiente en todos los obstáculos y situaciones que se presentaron en el transcurso de mi carrera estudiantil y por permitirme cumplir uno de mis objetivos.

A la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

A mis padres quien ha estado ahí para brindarme su apoyo incondicional.

A mis queridos docentes BQF. Cristina López, Ing. Agr. Wilfrido Yáñez, Ing. Mg. Jorge Artieda, quienes me brindaron sus conocimientos y lo más importante su valiosa amistad, sus consejos y su tiempo me permitió superarme.

A mis hermanos Edgar, Arturo, Marcia, que siempre me apoyaron, a mis amig@s y futuros colegas Elida Yumbopatín, Teresa Tipán, Cecilia Tubón, Emma Jiménez, Carolina Tapia, Irma Rodríguez, Jairo Peña, Luis Ojeda, Oscar Sulqui, Wiliam Urquizo , Fabricio Sarabia, gracias por brindarme su valiosa amistad y que Diosito los bendiga.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CAPÍTULO I	01
INTRODUCCIÓN	01
CAPÍTULO II	03
REVISIÓN DE LITERATURA	03
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	03
2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	04
2.2.1. Aceite esencial	04
2.2.2. Molle	05
2.2.2.1. Descripción botánica	06
2.2.2.2. Características del molle	06
2.2.2.3. Morfología del molle	07
2.2.3. Gusano blanco de la papa	08
2.2.3.1. Ciclo de vida del gusano blanco	08
2.2.4. Cultivo de papa	10
2.2.4.1. Características botánicas	11
CAPÍTULO III	13
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	13
3.1. HIPÓTESIS	13
3.2. OBJETIVOS	13
3.2.1. Objetivo general	13
3.2.2. Objetivos específicos	13
CAPÍTULO IV	14
MATERIALES Y MÉTODOS	14
4.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO	14
4.2. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR	14
4.3. EQUIPOS Y MATERIALES	15
4.4. FACTOR EN ESTUDIO	16
4.5. TRATAMIENTOS	16
4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	17
4.7. VARIABLES RESPUESTA	19
4.8. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	21

4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	27
	Pág.
CAPÍTULO V	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
5.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN.....	28
5.1.1. Incidencia de gusano blanco	28
5.1.2. Severidad de gusano blanco	30
5.1.3. Diámetro del tubérculo	32
5.1.4. Rendimiento	33
5.1.5. Determinación de metabolitos secundarios	35
5.2. ANÁLISIS ECONÓMICO	36
5.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	39
CAPÍTULO VI	40
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS	40
6.1. CONCLUSIONES	40
6.2. RECOMENDACIONES	41
6.3. BIBLIOGRAFÍA	41
6.4. ANEXOS	48
CAPÍTULO VII	54
PROPUESTA	54
7.1. DATOS INFORMATIVOS.....	54
7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	54
7.3. JUSTIFICACIÓN	54
7.4. OBJETIVO	55
7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	55
7.6. FUNDAMENTACIÓN	55
7.7. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO	56
7.8. ADMINISTRACIÓN	59
7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	59

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. TRATAMIENTOS	17
TABLA 2. ESCALA PARA EVALUAR LA SEVERIDAD DEL DAÑO DE GUSANO BLANCO	20
TABLA 3. PARÁMETROS DE CALIDAD QUÍMICO – CUALITATIVA (TAMIZAJE FITOQUÍMICO) DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE (<i>Schinus molle L.</i>)	22
TABLA 4. DESEMPEÑO DE LAS VARIABLES AGRONÓMICAS CON APLICACIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE MOLLE PARA EL CONTROL DE GUSANO BLANCO DE LA PAPA	29
TABLA 5. RESULTADOS DEL TAMIZAJE FITOQUÍMICO	35
TABLA 6. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO (Dólares)	37
TABLA 7. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATA- MIENTO	38
TABLA 8. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIEN- TO	38
TABLA 9. CÁLCULO DE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO DE LOS TRATAMIENTOS CON TASA DE INTERÉS AL 11%	39

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Pág.
FIGURA 1. Árbol de molle	06
FIGURA 2. Larvas de gusano blanco de la papa	09
FIGURA 3. Adulto de gusano blanco	10
FIGURA 4. Características botánicas de la papa	11
FIGURA 5. Esquema del ensayo en el campo	18
FIGURA 6. Regresión lineal y cuadrática para dosis de aceite esencial de molle, versus porcentaje de incidencia de gusano blanco	30
FIGURA 7. Regresión lineal para dosis de aceite esencial de molle, versus porcentaje de severidad de gusano blanco	31
FIGURA 8. Regresión lineal para dosis de aceite esencial de molle, versus diámetro del tubérculo	33
FIGURA 9. Regresión lineal para dosis de aceite esencial de molle, versus rendimiento	34

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental Docente Querochaca, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Técnica de Ambato, situada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, cuyas coordenadas geográficas son: 1° 22'02" de latitud de Sur y 78° 36' 22" de longitud Oeste, con una altitud de 2 850 msnm, con el propósito de: evaluar tres dosis de ¹aceite esencial de ²molle (*Schinus molle* L.) (5%, 10% y 15% de dilución), para el control del gusano blanco (*Premnotrypes vorax* Hustache) de la papa, variedad Santa Rosa.

Los tratamientos fueron cuatro, tres que recibieron aplicación de aceite esencial y un testigo. Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con seis repeticiones. Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), pruebas de Tukey al 5% y polinomios ortogonales con cálculo de regresión y correlación. El análisis económico se efectuó utilizando la metodología de la relación beneficio costo (RBC).

Los resultados demostraron que: la aplicación de aceite esencial de molle en dosis de 15% de dilución (D3), produjo los mejores resultados, alcanzándose el menor porcentaje de incidencia de gusano blanco (30,07%), como el menor porcentaje de severidad de gusano blanco (17,07%), por lo que las plantas reportaron mayor diámetro del tubérculo (4,88 cm) y los más altos rendimientos (5,35 kg/tratamiento); siendo el tratamiento apropiado para controlar de mejor forma el ataque de gusano blanco de la papa, contribuyendo a la obtención de mayores índices de producción y productividad del cultivo, sin afectar al medio ambiente.

De análisis económico se concluye que, el tratamiento que se aplicó aceite esencial de molle en dosis de 15% de dilución (D3), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,42, en donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,42 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad.

¹Aceite esencial. Sustancia que se encuentra en diferentes tejidos vegetales cuyos componentes químicos nos servirá para distintas finalidades.

²Molle. Especie arbórea de hojas perennes perteneciente a la familia Anacardiaceae.

SUMMARY

The research was carried in Querochaca Experimental Farm, Agricultural Sciences Faculty, Ambato Technical University, located in the Cevallos canton, Tungurahua province, whose geographical coordinates are: 1° 22 '02" of South latitude and 78° 36'22 "west longitude, with an altitude of 2 850 meters above sea level, with the purpose: evaluating three doses of ¹essential oil ²molle (*Schinus molle* L.) (5%, 10% and 15% dilution) , for the control the white (*Premnotrypes vorax* Hustache) potato worm, Santa Rosa variety.

The treatments were four, three that received application of essential oil and a witness. The completely randomized block design was used, with six repetitions. The variance analysis (ANOVA), Tukey tests at 5% and orthogonal polynomials with calculation of regression and correlation were performed. The economic analysis was carried out using the cost benefit ratio methodology.

The results showed that: the application of essential oil of molle in a dose of 15% dilution (D3), produced the best results, reaching the lowest percentage of incidence of white worm (30,07%), as the lowest percentage of severity of white worm (17,07%), for which the plants reported a greater diameter of the tuber (4,88 cm) and the highest yields (5,35 kg/treatment); being the appropriate treatment to better control the attack of white potato worm, contributing to obtain higher rates of production and productivity of the crop, without affecting the environment.

From an economic analysis it is concluded that the treatment that was applied essential oil molle in a dose of 15% dilution (D3), reached the highest cost benefit ratio of 0,42, where the net benefits obtained were 0,42 times what invested, being from the economic point of view the most profitable treatment.

¹Essential oil molle. Substance that is found in different plant tissues whose chemical components will serve us for different purposes.

²Molle. Perennial tree species belonging to the Anacardiaceae family.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cultivos alimenticios más importantes a nivel mundial, ocupa el cuarto lugar en importancia como alimento, después del maíz, trigo y arroz. Ecuador en el año 2012 reportó un área cosechada aproximada de 35 568 hectáreas con una producción de 285 100 t y un rendimiento promedio de 8,3 t/ha (Agro, 2014). La producción de papa se localiza principalmente en tres zonas de la Sierra: Norte (Carchi e Imbabura), Centro (Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar) y Sur (Cañar y Azuay). Debido a que este cultivo se adapta fácilmente a los diferentes pisos climáticos de la región interandina, se siembra durante todo el año, dependiendo de las características propias de cada zona y los mayores rendimientos se obtienen entre los 2 900 y 3 300 msnm (Andrade et al., 2002).

El gusano blanco (*Premnotrypes vorax* H.), es una plaga importante del cultivo de papa en las zonas altas del Ecuador, principalmente en las provincias de Carchi, Chimborazo, Cotopaxi y Cañar; por este motivo el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, constantemente investiga nuevos componentes para el manejo integrado de esta plaga. El daño más severo lo ocasionan las larva o gusanos, quienes e introducen en los tubérculos, dándole un aspecto desagradable reduciendo su calidad y perdiendo su aceptación en el mercado (INIAP, 2002).

Schinus molle L. contiene en sus hojas flavonoides (quercetina, rutina, quercitrina e isoquercitrina), pigmentos antocianídicos, triterpenos, β -sitosterol, taninos, ácido gálico, ácido protocatéquico, glucosa, fructosa y aceite esencial (0,5%) (Orozco, 2013). Además los ácidos linolénico, linoleico, lignocérico y esteárico (presente también en corteza y semillas); en frutos se han aislado aceites esenciales (2,4%) conteniendo: α -bergamontranseno, bourboneno, α y δ -cadineno, α y γ -calacoreno, calameneno, canfeno, carvacrol, β -cariofileno, γ -copaeno, croweacina, etc. Además: cianidina-3-galactósido, cianidina-3-rutinósido y peonidina-3-glucósido y su efecto

tóxico y repelente se ha demostrado sobre algunos insectos (Alonso, 2008). En los últimos años se ha confirmado en laboratorio la toxicidad y repelencia sobre el escarabajo de la hoja del olmo *Xanthogalerucaluteola* Müller (*Coleoptera: Chysomelidae*) (Huerta, 2010).

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En el trabajo “evaluación de la actividad insecticida del extracto acuoso de molle (*Schinus molle* L.) frente al gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax* Hustache)”, los mejores resultados fueron: para la mortalidad de insectos adultos un 16,67%, con la dosis D2 (10%) a las 48 y 72 horas de aplicado el extracto, en el caso de mortalidad de larvas se registró un 16,67%, con una D3 (15%) a las 72 horas de aplicación lo contrario de los adultos, en el caso de los huevos, el índice de inhibición de eclosión larval la dosis que actuó con mayor eficacia es la D1 (5%) con un resultado de 25% a las 24 horas de aplicación, es decir que para evitar que los huevos eclosionen es necesaria una dosis baja de extracto y actúa en el menor tiempo con un efecto mecánico de deshidratación de huevos y por ende evitando la eclosión de los mismos (Villacrés, 2017).

En la investigación “actividad insecticida de extractos crudos de drupas de *Schinus Molle* L. sobre larvas neonatas de *Cydia Pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae), se evaluó la actividad insecticida de los extractos crudos de drupas de *Schinus molle* L. Se evaluó el porcentaje de mortalidad de larvas neonatas, de emergencia de adultos, de malformaciones y el tiempo requerido para la emergencia del primer adulto. Los resultados indican que a las concentraciones de 5; 2,5; 1,25 y 0,62 g/kg de dieta el porcentaje de mortalidad de larvas neonatas fue del 60, 39,21 y 9% respectivamente; observándose entre las concentraciones de 1,25 a 5 g/kg de dieta efectos repelentes. En las larvas neonatas expuestas a las concentraciones entre 5 y 1,25 g/kg de dieta se observaron efectos regulatorios del crecimiento (dificultad en la muda y malformación de pupas y adultos). El porcentaje de malformaciones en los adultos en las concentraciones comprendidas entre 5 y 0,62 g/kg de dieta fue de 83, 60,48 y 35% y en el control del 0,1% (Chirino et al., 2001).

En la investigación: efecto de extractos de *Schinus molle* L. y *Artemisia absinthium* L., solos y en mezcla con *Bacillus thuringiensis* (Berliner), sobre *Heliothis Zea*

(Boddie), para determinar el efecto antialimentario de extractos acuosos de hojas de *Schinus molle* L. y *Artemisia absinthium* L. al 100 y 50% v/v, sobre larvas de tercer estadio de *Heliothis Zea* (Boddie), El extracto acuoso de *S. molle* al 100 y 50% v/v tuvo efecto antialimentario de 45,2 y 48%, respectivamente y el de *A. absinthium* al 100 y 50% v/v ningún efecto (0%). En el ensayo del efecto insecticida en laboratorio, los extractos de *S. molle* al 100 y 50% v/v y *S. Molle* en mezcla con Btk al 50% causaron mortalidad de 20,28 y 44%, respectivamente, al igual que *A. Absinthium* al 100 y 50% v/v y *A. absinthium* 100% v/v en mezcla con Btk al 50% (24,40,28% de mortalidad, respectivamente). Los extractos acuosos de hojas de *S. molle* y *A. absinthium* solos y en mezcla con Btk no disminuyeron significativamente el daño causado por las larvas de *H. Zea*, pero los extractos de *S. molle* 100% v/v, *S. molle* 100% v/v en mezcla con Btk 50% y Btk 100% v/v redujeron significativamente el número promedio de larvas detectadas (Guevara, 2014).

2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.2.1. Aceite esencial

Los aceites esenciales son compuestos formados por varias sustancias orgánicas volátiles, que pueden ser alcoholes, acetonas, cetonas, éteres, aldehídos, y que se producen y almacenan en los canales secretores de las plantas. Normalmente son líquidos a temperatura ambiente, y por su volatilidad, son extraíbles por destilación en corriente de vapor de agua, aunque existen otros métodos. En general son los responsables del olor de las plantas (Bruneton, 2001).

Los aceites volátiles, aceites esenciales o simplemente esencias, son las sustancias aromáticas naturales responsables de las fragancias de las flores y otros órganos vegetales. Actualmente, sólo se emplea esta definición si se obtienen mediante arrastre en corriente de vapor de agua o por expresión del pericarpio en el caso de los cítricos (Arteche & Guenechea, 1998).

Estas esencias se encuentran como tales en la planta. Son sintetizadas y segregadas por determinadas estructuras histológicas especializadas, frecuentemente localizadas

sobre o en la proximidad de la superficie de la planta: células oleíferas, conductos o cavidades secretoras, o en pelos glandulosos. Pueden, asimismo, estar depositadas en tejidos específicos como en el pericarpio de los frutos cítricos; en los pétalos de las rosas; en la corteza, tallo y hojas de la canela; en las maderas del alcanforero y sándalo; en los pelos glandulares de hojas, tallos y flores de la menta; en las raíces de la valeriana, etc. Con frecuencia están asociadas con otras sustancias, como gomas y resinas, y tienden a resinificarse por exposición al aire. En el mundo vegetal están muy extendidas en numerosas especies botánicas. Son especialmente abundantes en las coníferas, lamiáceas, apiáceas, mirtáceas, rutáceas y asteráceas. Se le atribuyen variadas funciones en las plantas como protección frente a insectos y herbívoros, adaptación frente al estrés hídrico y son de gran importancia en la polinización, debido a que constituyen elementos de comunicación química por su volatilidad y marcado olor (Arteche & Guenechea, 1998).

2.2.2. Molle

Las Anacardiaceas contienen arbustos, lianas y árboles como el *Schinus molle* L. es una planta nativa del sur de Brasil, Paraguay, Uruguay, Perú, Bolivia, Chile y Argentina. Introducido como cultivo en todas las zonas templadas y cálidas del mundo llegando a naturalizarse en muchos lugares. Árbol resinoso, siempre verde, monoico, de 10 a 12 m de altura de cultivo con la copa densa, más o menos redondeada, con el ramaje delgado y flexible, glabro, elegantemente colgante, con aspecto “llorón”. Es una planta muy termófila y muy resistente a las altas temperaturas y la sequía, además se adapta a todo tipo de suelos a excepción de los muy calcáreos o húmedos y tiene un crecimiento relativamente rápido; en áreas de secano soporta el período seco sin precipitaciones durante 6-10 meses y regímenes de precipitaciones sólo invernales de entre 100 - 300 mm, no aguanta la nieve ni las heladas prolongadas, pero si las heladas de la mañana hasta aproximadamente - 5°C (Sánchez, 2014).

El “molle” (*Schinus molle* Linn., Anacardiaceae) presenta actividades antifúngicas y antimicrobianas contenidas principalmente en las hojas (Dikshit et al., 1986; Gundidza 1993). Además, esta planta tiene importancia etnobotánica, pues se le ha utilizado en

el control de plagas agrícolas en varias localidades del Perú (Rodríguez, 1998; Villavicencio & Pérez, 2010).

2.2.2.1. Descripción botánica

La descripción botánica del molle citada por Sánchez (2014) es la siguiente:

Reino:	Plantae
Filo:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Sapindales
Familia:	Anacardaceae
Género:	<i>Schinus</i>
Especie:	<i>molle</i>

2.2.2.2. Características del molle



FIGURA 1. Molle (*Schinus molle* L.)

Elaborado por: Cortez, 2018

El molle es un hermoso árbol de formas caprichosas, copa frondosa, follaje denso, coloridos frutos y diversos usos que hacen de él una especie muy productiva. Se le

emplea en la reforestación de cuencas, para proteger riberas de ríos, controlar la erosión de laderas y arborizar las ciudades, tanto por su belleza como por su resistencia a la escasez de agua. Esta planta es oriunda de los valles interandinos del centro del Perú, especialmente de las regiones áridas y semiáridas de la serranía esteparia y el bosque montano bajo. Su crecimiento se da tanto de manera silvestre como cultivada en zonas secas de la costa, la serranía y parte de la Amazonía, desde el nivel del mar hasta los 3 500 msnm (Perú Ecológico, 2016).

2.2.2.3. Morfología del molle

2.2.2.3.1. Altura

El molle alcanza una altitud entre 10 y 12 metros de alto (Perú Ecológico, 2016).

2.2.2.3.2. Tronco

Tiene un diámetro de 1,5 metros en la base y es muy ramificado en la parte superior. Su corteza es de color café claro, ligeramente grisáceo, su textura es un tanto áspera y agrietada (Sánchez, 2014).

2.2.2.3.3. Hojas

El follaje del molle es perenne, denso y tiene ramas colgantes. Las hojas son compuestas, lanceoladas, de márgenes lisos o aserrados, muy aromáticas y miden de 1,5 a 4 cm de largo (Sánchez, 2014).

2.2.2.3.4. Flores

Sus flores son pequeñas, hermafroditas o unisexuales, y están dispuestas en panículas alargadas (Perú Ecológico, 2016).

2.2.2.3.5. Frutos

Los frutos del molle tienen un color rojizo muy llamativo, están agrupados en racimos, poseen un mesocarpio de sabor dulce y contienen con una semilla (Perú Ecológico, 2016).

2.2.2.3.6. Semillas

Las semillas poseen un color negruzco, de textura rugosa, forma redondeada y su tamaño varía entre los 3 y 5 mm de diámetro (Sánchez, 2014).

2.2.3. Gusano blanco de la papa

El gusano blanco es una plaga distribuida en toda Suramérica entre los 2 500 y 4 700 m.s.n.m. abarcando desde Argentina hasta Venezuela. Los gorgojos adultos no pueden volar, pero caminan con rapidez, se alimentan del follaje pero el daño hasta ese momento no es significativo. El estado de larva es el más dañino, emergen de los huevos y con la ayuda del aporque quedan próximas al sitio donde se formarán los tubérculos, donde producen perforaciones irregulares profundas. El gusano blanco solo se reproduce cuando es adulto y no puede hacerlo en estado de larva, por lo que es importante buscar los adultos en los cultivos. Las hembras depositan en promedio de 3 a 21 huevos cada 3 a 5 días, por lo que pueden liberar un total de aproximadamente 260 huevos en su ciclo de vida de 280 días (Niño, 2002).

2.2.3.1. Ciclo de vida del gusano blanco

2.2.3.1.1. Huevos

Son cilíndricos, ligeramente ovalados, miden entre 1,12 y 1,25 mm de longitud, tienen una coloración blanca que se va tornando amarillenta, están recubiertos por una sustancia mucilaginosa y blanda, eclosionan en 20 y 30 días (Muñoz, 1998).

2.2.3.1.2. Larva



FIGURA 2. Larvas de gusano blanco de la papa

Elaborado por: Cortez, 2018

Presentan entre cinco y seis instares larvales (estadios intermedios). El primer instar mide 1,12 mm de longitud y el último, entre 11 y 13 mm. La larva es de color blanco cremoso y presenta una cabeza bien diferenciada. Las larvas tienen forma de “C” y carecen de patas, no obstante, tienen movimiento. El tipo de daño que ocasiona la larva deja inservibles los tubérculos tanto para alimentación como para semilla (Muñoz, 1998).

2.2.3.1.3. Pupa

Son de color blanco y se desarrollan en una celda formada de tierra; en este estado viven 20 a 32 días. Esta es la etapa más susceptible, debido a que existen microorganismos que las pueden parasitar, como el hongo *Bauveriabassiana*. En este estado es cuando el insecto pasa por un periodo de melanización (mecanismo de defensa de los insectos frente a organismos invasores), en el cual cambia de un color amarillento a pardo oscuro (Muñoz, 1998).

2.2.3.15.4. Adulto



FIGURA 3. Adulto de gusano blanco (*Premnotrypes vorax* Hustache)

Elaborado por: Cortez, 2018

El adulto es un insecto de aproximadamente 7 mm de largo y 4 mm de ancho, no pueden volar porque sus alas anteriores están soldadas entre sí, y las posteriores son atrofiadas, sin embargo, son muy hábiles para caminar. El cuerpo es gris y se camufla fácilmente con el suelo, haciendo difícil su detección (Gallegos, 2013).

2.2.4. Cultivo de papa

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es el cuarto cultivo sembrado, en más de cien países siendo el alimento básico de los países desarrollados (Europa y Estados Unidos), quienes consumen 75 kg percapita anuales. En Nicaragua la FAO reporta un consumo percapita de 8 kg anuales, en Nicaragua se cultivan entre 800 - 1200 ha, donde se obtiene una producción de 35 - 40 por ciento de la demanda nacional. La importancia de la papa radica en que sus tubérculos son parte de la dieta de millones de personas a nivel mundial, contiene 80% de agua y la materia seca constituida por carbohidratos, proteínas, celulosa, minerales, vitaminas A y C proporcionan una dieta balanceada, además son utilizadas en la industria para la producción de almidón, comidas rápidas, papas a la francesa, hojuelas y puré (Ríos, 2007).

2.2.4.1. Características botánicas



FIGURA 4. Características botánicas de la papa

Elaborado por: Cortez, 2018

La papa es una planta suculenta, herbácea y anual por su parte aérea y perenne por sus tubérculos (tallos subterráneos) que se desarrollan al final de los estolones que nacen del tallo principal, y a veces de varios tallos, según el número de yemas que hayan brotado del tubérculo (Andrade et al., 2002).

2.2.4.1.1. Tallos

Son de sección angular y en las axilas de las hojas con los tallos se forman ramificaciones secundarias (Andrade & Bonilla, 2010).

2.2.4.1.2. Hojas

Son alternas las primeras hojas tienen aspecto simple vienen después de las hojas compuestas imparipinadas con tres pares de hojuelas laterales y una hojuela terminal entre las hojuelas laterales hay hojuelas en segundo orden (Andrade et al., 2002).

2.2.4.1.3. Flores

Son hermafroditas, tetra cíclicas, pentámeras; el cáliz es gamosépalo lobulado; la corola de color blanco a púrpura con cinco estambres anteras de color amarillo más fuerte o anaranjado que por supuesto producen polen (Andrade & Bonilla, 2010).

2.2.4.1.4. Raíces

Se desarrollan principalmente en el verticilo en los nudos del tallo principal su crecimiento es primero vertical dentro de la capa de suelo arable, luego horizontal de 25 a 50 cm, la planta de papa posee un sistema radicular fibroso y muy ramificado (Andrade et al., 2002).

2.2.4.1.5. Tubérculo

Es un sistema morfológico ramificado, los ojos de los tubérculos tienen una disposición rotada alterna desde el extremo proximal del tubérculo donde va inserto el estolón hasta el extremo distal, donde los ojos son más abundantes (Ríos, 2007).

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1. HIPÓTESIS

Ha = El aceite esencial de molle (*Schinus molle L.*) tiene actividad insecticida en el control de gusano blanco (*Premnotrypes vorax* Hustache) de la papa en la variedad Santa Rosa.

3.2. OBJETIVOS

3.2.1 Objetivo general

Analizar la acción insecticida del aceite esencial de molle (*Schinus molle L.*) en el control de gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax* Hustache), variedad Santa Rosa, en la fase de campo.

3.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar tres dosis de aceite esencial de molle (*Schinus molle L.*) para el control del gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax* Hustache), variedad Santa Rosa, en la fase de campo.

- Realizar el análisis costo beneficio de los tratamientos.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO

La investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental Querochaca, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Técnica de Ambato, situada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, cuyas coordenadas geográficas son: 1° 22' 02" de latitud de Sur y 78° 36' 22" de longitud Oeste, con una altitud de 2 850 msnm (Sistema de posicionamiento global GPS).

4.2. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

4.2.1. Clima

El clima del área en general está clasificado como templado frío 12,7°C y sin estación invernal definida. De acuerdo a los registros de la estación meteorológica de primer orden de la Granja Experimental Docente Querochaca promedio de cinco años, la precipitación anual es de 632 mm, con una temperatura media de 12,7°C y la humedad relativa es de 76,1% con una velocidad de viento de 3,3 m/seg con dirección de Este a Oeste (INAMHI, 2011).

4.2.2. Descripción del recurso suelo

Según el Instituto Geográfico Militar (1986), los suelos de esta zona corresponden al suborden Andeps, los mismos que se caracteriza por la presencia de materiales amorfos y ceniza volcánica con una textura franco arenoso. Presenta una reacción neutra a ligeramente alcalina, la capacidad de intercambio catiónico y la saturación de bases es alta.

4.2.3. Descripción del recurso agua

El agua utilizada en la Granja Experimental Docente Querochaca proviene del canal Ambato-Huachi-Pelileo, con un pH de 7,78.

4.2.4. Clasificación ecológica

De acuerdo con la clasificación de las zonas de la vida realizada por Holdridge (1996), el sector donde se asienta la Granja Experimental Docente Querochaca, se encuentra en la clasificación estepa-espinoso Montano Bajo (ee-MB), en transición con bosque-seco montano bajo.

4.3. EQUIPOS Y MATERIALES

4.3.1. Material experimental

Semilla de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Santa Rosa. Aceite esencial de hojas y frutos de molle (*Schinus molle* L.).

4.3.2. Equipos y materiales

Germinadora, molino eléctrico, equipo de laboratorio para destilación por arrastre de vapor, balanza analítica, calibrador pie de rey, estufa, mufla, reverberos, equipo baño maría, balones, probetas, vasos de precipitación, frascos de 50ml.

4.3.3. Herramientas agrícolas

Tijera de podar, atomizador, azadón, azadilla, rastrillo, bomba de mochila, regadera, pala, carretilla.

4.344.4. Productos químicos

Stimufol especial, Champion PM, tierra negra de páramo, Abonaza, 18-46-0, úrea. Solución de cloro al 5%, colorante de sudan III o IV, ácido clorhídrico 1%, alcohol, cloroformo, hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, amonio, anhídrido acético, ácido sulfúrico concentrado, carbonato de sodio, reactivo de Fehling, acetato de sodio, cloruro férrico, cinta de magnesio, fosfato monoamónico, muriato de potasio.

4.3.5. Materiales de oficina

Libreta, computadora, impresora, cámara fotográfica, papel bond, esferográficos, lápiz, borrador, escaner.

4.3.6. Materiales varios

Recipiente plástico, balde, escoba, trampas para recolección de adultos de gusano blanco, melaza, tallos frescos de papa, catón, cajones de madera de 0,70 x 0,70x 0,30m, plástico negro, rótulos de identificación, sacos de yute, malla de puntos.

4.4. FACTOR EN ESTUDIO

El factor en estudio constituyó las tres dosis (5%,10%,15%) de aceite esencial de molle (*Schinus molle* L.), para el control de gusano blanco de la papa.

4.5. TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron cuatro como se detalla en la tabla 1.

TABLA 1. TRATAMIENTOS

No.	Símbolo	Dosis de aceite esencial de molle
1	D1	5% de dilución
2	D2	10% de dilución
3	D3	15% de dilución
4	T	

Elaborado por: Cortez, 2018

4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro tratamientos y seis repeticiones.

Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado, pruebas de significación de Tukey al 5% para diferenciar entre tratamientos y polinomios ortogonales con cálculo de regresión y correlación.

El análisis económico de los tratamientos se efectuó utilizando la metodología de la relación beneficio costo (RBC).

4.6.1. Características del ensayo

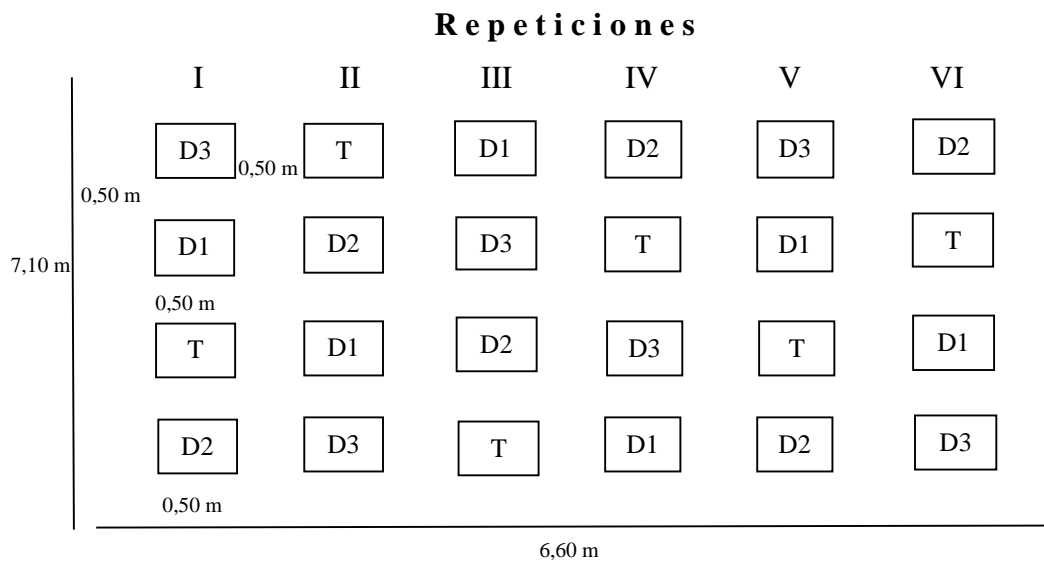
Cada unidad experimental constó de una caja de madera que contenía dos plantas de papa. Las características del ensayo fueron las siguientes:

Número de parcelas por tratamiento:	4
Largo del cajón:	0,60 m
Ancho del cajón:	0,70 m
Profundidad del cajón:	0,30 m
Área por parcela:	0,70 m ²

Número de plantas/tratamiento:	2
Distancia entre plantas:	0,30 m
Número total de parcelas:	24
Superficie total del ensayo:	50,05 m ²
Superficie total de las parcelas:	25,2 m ²
Superficie de caminos :	18 m ²
Número de plantas a evaluar/parc.:	2

4.6.2. Esquema de la disposición del ensayo

El esquema de la disposición del ensayo en el campo se presenta en la figura 5.



Detalle de una parcela experimental

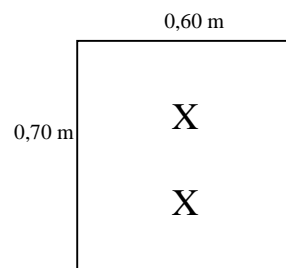


FIGURA 5. Esquema del ensayo en el campo

Elaborado por: Cortez, 2018

4.7. VARIABLES RESPUESTA

4.7.1. Porcentaje de incidencia

Se determinó el porcentaje de incidencia de gusano blanco, observando la sintomatología de la presencia de las larvas en tubérculos afectadas, los que presentan galerías de coloración parda, que se necrosan, afectando la calidad del tubérculo, registrando al momento de la cosecha en las dos plantas que conformaron la parcela. Los valores se expresaron en porcentaje (Avalos, 1996), aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ incidencia} = \frac{\text{Número de tubérculos afectados}}{\text{Número total de tubérculos evaluados}} \times 100$$

4.7.2. Porcentaje de severidad

Se determinó el porcentaje de severidad del ataque de gusano blanco determinando las áreas afectada en los tubérculos con presencia de la plaga, los mismos que presentan galerías de coloración parda, que se necrosan, con la utilización de la malla de puntos, registrando al momento de la cosecha en las dos plantas que conformaron la parcela(Avalos, 1996) . Los valores se expresaron en porcentaje, aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ severidad} = \frac{\text{Área de tejido afectado}}{\text{Área total de tejido evaluado}} \times 100$$

Para obtener el grado de daño causado por las larvas de gusano blanco, se calificaron las respuestas en base a la escala del Departamento Nacional de Protección Vegetal de

la Estación Experimental Santa Catalina INIAP (Avalos, 1996), la que se indica a continuación en la tabla 2:

TABLA 2. ESCALA PARA EVALUAR LA SEVERIDAD DEL DAÑO DE GUSANO BLANCO

Escala	Descripción	Daño
1	Menos de 20%	Ligero (utilizable)
2	De 21 – 40%	Ligero mediano (mayormente utilizable)
3	De 41 – 60%	Mediano (utilización limitada)
4	De 61 – 80%	Alto (mayormente no utilizable)
5	Mayor de 81 % del área	Total (no utilizable)

(Avalos, 1996)

4.7.3. Diámetro del tubérculo

Se determinó el diámetro del tubérculo, midiendo con calibrador pie de rey, a cinco tubérculos tomados al azar de cada parcela. La lectura se efectuó al momento de la cosecha.

4.7.4. Rendimiento

El rendimiento se obtuvo mediante el peso total de tubérculos cosechados, en el total de plantas de la parcela, llevando estos valores a rendimiento por tratamiento, expresando los valores en kilogramos por tratamiento.

4.7.5. Determinación de grupos químicos (metabolitos secundarios) (tamizaje fitoquímico)

En el laboratorio, a una muestra de 5 ml de aceite esencial de molle, se sometió al proceso de tamizaje fitoquímico, con el objeto de determinar metabolitos secundarios como: aceites y grasa, alcaloides, lactonas y cumarinas, triterpenos y/o esteroides, catequinas, resinas, azúcares reductores, saponinas, taninos, antraquinonas, flavonoides, mucílagos y principios amargos).

4.8. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

4.8.1. Obtención de aceite esencial de molle

4.8.1.1. Recolección de hojas de molle

Se seleccionaron hojas y frutos de molle que se encontraron en un estado de madurez medio, sin la presencia de plagas y enfermedades. Se separan las hojas de los tallos con la ayuda de una tijera y recopilando en un recipiente limpio.

4.8.1.2. Desinfección y secado

Se desinfectaron las hojas con una solución al 5% de cloro por el lapso de cinco minutos. La muestra ya desinfectada se secó utilizando una germinadora con una temperatura de 25 a 40°C durante 2 días.

4.8.1.3. Molida

La muestra seca se molió utilizando un molino eléctrico, recolectando en una funda plástica color negro

4.8.1.4. Preparación del aceite

El aceite esencial se obtuvo mediante el método de destilación por arrastre de vapor (Abad y Piedra, 2011), para lo cual se colocó en el equipo una concentración de materia prima de 20 g/100 ml de agua.

En el proceso de vaporización se realizó la separación de la parte líquida y oleácea (hidrosol), lo cual duro 60 días, obteniendo 160 ml de aceite esencial.

4.8.1.5. Preparación de diluciones del extracto de molle

Iniciando con una solución madre de 20% de concentración, se realizaron tres diluciones: alta (15%), media (10%) y baja (5%) (Túñez, 2006).

4.8.3. Tamizaje fitoquímico

El tamizaje fitoquímico permitió determinar cualitativamente los principales grupos químicos presentes en la muestra de aceite esencial. Se realizó en el laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Técnica de Ambato, empleándose pruebas o técnicas simples, rápidas y selectivas para un determinado compuesto, utilizando ensayos específicos para los metabolitos secundarios de acuerdo a su solubilidad. La tabla 3, muestra el procedimiento para efectuar el tamizaje fitoquímico, donde se observa la alta variabilidad de compuestos presentes en el aceite esencial de molle. Se destacan entre otros: compuestos grasos, alcaloides, cumarinas, saponinas, flavonoides, azúcares reductores, triterpenos, esteroides, quinonas, compuestos fenólicos y/o taninos, principios amargos.

TABLA 3. PARÁMETROS DE CALIDAD QUÍMICO-CUALITATIVA (TAMIZAJE FITOQUÍMICO) DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE (*Schinus molle* L.)

Reactivo	Metabolito	Procedimiento	Rango de
Sudan	Compuestos grasos	Se le añade 1 ml de una solución diluida en agua del colorante Sudan III o Sudan IV. Se calienta en baño de agua hasta evaporación del solvente.	+ Presencia de gotas o una película coloreada de rojo.
Dragendorff	Alcaloides	Si la alícuota del extracto está disuelta en un solvente orgánico, éste debe evaporarse, en un baño de agua y el residuo re disolverse en 1 ml de ácido clorhídrico al 1 % en agua. Si el extracto es acuoso, a la alícuota se le añade 1 gota de ácido clorhídrico concentrado. Con la solución acuosa ácida se realiza el ensayo, añadiendo 3 gotas del reactivo	(+) Opalescencia (++) Turbidez (+++) Precipitado

Wagner	Alcaloides	Se parte de igual manera en los casos anteriores de la solución acida, añadiendo 2 ó 3 gotas del reactivo.	Clasificando los resultados de la misma forma.
Baljet	Compuestos con agrupamiento lactónico	Si la alícuota del extracto se encuentra en alcohol, debe evaporarse el solvente en baño de agua y re-disolverse en la menor cantidad de alcohol (1ml). En estas condiciones se adiciona 1ml de reactivo.	(+++) Aparición de una coloración (+++) Precipitado rojo
Borntrager	Quinonas	Si la alícuota del extracto no se encuentra en cloroformo, debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo re- disolverse en 1mL de cloroformo. Se adiciona 1mL hidróxido de sodio, hidróxido de potasio o amonio al 5% en agua. Se agita mezclando las fases y se deja en reposo hasta su ulterior separación.	Si la fase acuosa alcalina se colorea: (++) Coloración rosada (+++) Coloración roja.
Liebermann -Buchart	Triterpenos y/o Esteroides	Se adiciona 1 ml de anhídrido acético y se mezcla bien. Por la pared del tubo de ensayo se dejan resbalar 2-3 gotas de ácido sulfúrico concentrado sin agitar.	Rosado Verde intenso– visible Verde oscuro– negro
Catequinas	Catequinas	Tome una gota de la fracción alcohólica, con la ayuda de un capilar y aplique la solución sobre papel filtro. Sobre la mancha aplique solución de carbonato de sodio.	Verde carmelita a la luz UV
Resinas	Resinas	Adicione a 2mL de la solución alcohólica, 10 ml de agua destilada	Precipitado
Fehling	Azucars reductores	Si la alícuota del extracto no se encuentra en agua debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo re disolverse en 1 - 2 ml de agua. Se adiciona 2ml del reactivo y se calienta en baño de agua 5-10 min la mezcla.	Solución se colorea de rojo aparece precipitado rojo

Espuma	Saponinas	Si la alícuota se encuentra en alcohol, se diluye con 5 veces su volumen en agua y se agita la mezcla fuertemente durante 5 – 10 min.	Si aparece espuma en la superficie del líquido.
Cloruro Férrico (FeCl ₃)	Compuestos fenólicos y/o taninos	Si el extracto es acuoso se añade acetato de sodio para neutralizar y tres gotas de una solución de tricloruro férrico al 5% en solución salina fisiológica A una alícuota del extracto alcohólico se adiciona el reactivo.	Coloración roja – vino, verde intenso, azul.
Shinoda	Flavonoides	Si la alícuota del extracto se encuentra en alcohol, se diluye con 1 ml de ácido clorhídrico concentrado y un pedacito de cinta de magnesio metálico, se espera 5 minutos, se añade 1 ml de alcohol amílico, se mezclan las fases y se deja reposar hasta que se separen.	Cuando el alcohol amílico se colorea de amarillo, naranja, carmelita o rojo; intenso en todos los casos.
Antocianidinas	Estructuras de secuencia C6-C3-C6 del grupo de los flavonoides	Se calientan 2 ml del extracto etanolito 10 minutos con 1 ml de HCl concentrado. Se deja enfriar y se adiciona 1mL de agua y 2 ml de alcohol amílico. Se agita y se deja separarlas dos	La aparición de color rojo a marrón en la fase amílica
Mucilagos	Estructura tipo polisacárido	Una alícuota del extracto en agua se enfría a 0 – 5°C	Consistencia gelatinosa
Principios amargos		Saboreando 1 gota del extracto acuoso o del vegetal reconociendo el sabor de cada uno de los principios, bien diferenciado por el paladar.	

Elaborado por: Cortez, 2018

4.8.3. Recolección de adultos de gusano blanco

Se recolectaron adultos del gusano blanco en parcelas de papas infestadas durante un mes, usando trampas a base de tallos frescos de papas y melaza cubiertos con cartón,

los cuales daban un medio de alimentación y oscuridad al adulto para tener una exitosa recolección (Oyarzún, et al., 2002).

4.8.4. En el cultivo establecido

4.8.4.1. Adquisición de la semilla

La semilla utilizada para la investigación fue adquirida en comercios del ramo, seleccionada, pregerminada, de la variedad Santa Rosa.

4.8.4.2. Características de los cajones

Los cajones fueron de madera, recubiertos en la parte interna con plástico negro perforando en la parte inferior para el drenaje. Las dimensiones fueron: largo 0,70 m, ancho 0,70 m y 0,30 m de profundidad, las mismas que se distribuyeron en la zona del ensayo según el diseño experimental.

4.8.4.3. Preparación del suelo

El sustrato fue conformado por la mezcla de tierra negra 75%, abonaza 25%, elaborando el mismo con un mes de anticipación a la siembra.

4.8.4.4. Fertilización de fondo

La fertilización de fondo se efectuó a los 21 días después de la siembra, incorporando 50 g de urea por planta, más 25 g de fosfato monoamónico y 25 g de muriato de potasio.

4.8.4.5. Fertilización foliar

La aplicación de los nutrientes foliares se efectuó a los treinta días después de la siembra utilizando Stimufol special que es un nutriente complejo (NPK) de alto

contenido de nitrógeno, magnesio y oligoelementos, aplicando con bomba de mochila, en dosis de 30 g/8 l de agua, rociando el follaje de las plantas.

4.8.4.6. Siembra

Se realizó en forma manual, depositando dos tubérculos por golpe, separado a 0,30 m entre plantas.

4.8.4.7. Inoculación de adultos en el cultivo

Se inoculó cinco adultos de gusano blanco por planta, a los sesenta días después de la siembra.

4.8.4.8. Aplicación del aceite esencial de molle

Se aplicaron las diluciones de aceite esencial de acuerdo a la dosis que correspondió a cada tratamiento. Las aplicaciones se efectuaron a los 60, 75 y 90 días después de la siembra rociando el total del follaje de las plantas con un atomizador. El tratamiento testigo no recibió aplicación del producto.

4.8.4.9. Riego

El riego se efectuó con el método gravitacional, se utilizó una regadera con la frecuencia de cada 6 días de acuerdo a las condiciones climatológicas durante el ensayo.

4.8.4.10. Control de malezas

Esta labor se realizó manualmente, manteniendo el cultivo libre de malas hierbas, usando una azadilla y un rastrillo. La primera deshierba se hizo a los treinta días después de la siembra.

4.8.4.11. Rascadillo y aporque

Estas labores se realizaron a los 50 días de la siembra, respectivamente, con la finalidad de airear al suelo y dar sostén a la planta.

4.8.4.12. Controles fitosanitarios

Se efectuaron controles preventivos, especialmente para evitar el ataque de enfermedades. A los 45 días de la siembra se aplicó 10 g/15 l de agua Champion P.M (Hidróxido Cúprico) para evitar la presencia de *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*.

4.8.4.13. Cosecha

Se realizó en forma manual con azadón, a los 135 días de la siembra una vez que el cultivo alcanzado su madurez comercial, cuando el follaje se secó y la cascara de la papa no se pelo fácilmente al friccionar con el dedo.

4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los datos tomados en el campo se procesaron utilizando el programa estadístico Infostat (versión libre, año 2017), con el cual se obtuvo los análisis de variancia y las pruebas de rangos. Para el cálculo del análisis económico se utilizó el software estadístico Excel 2016.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

5.1.1. Incidencia de gusano blanco

La menor incidencia de gusano blanco se obtuvo en los tubérculos de las plantas que se desarrollaron con aplicación de aceite esencial de molle en la dosis de 15% de dilución (D3) (P-Valor 0,0001), al ubicarse el promedio de 30,07% de incidencia en el primer rango y lugar en la prueba de significación de Tukey al 5% (tabla 4), seguidos de los tratamientos de la dosis D2 y dosis D1, que compartieron el segundo rango, en su orden. La mayor incidencia, por su parte, se detectó en los tratamientos que no recibieron aplicación de aceite esencial de molle (T), al ubicarse en el tercer rango y último lugar en la prueba, con incidencia promedio de 60,48%; por lo que es posible inferir que, el mayor control de gusano blanco produjo la utilización de la dosis D3 de aceite esencial de molle, con el cual, se obtuvieron los menores porcentajes de incidencia, lo que mejora la calidad del cultivo y la mejor presentación de los tubérculos. Estos resultados pueden deberse a lo citado por bdigital.unal.edu.co (2017), al referirse al control de plagas en los cultivos, expresan que, los aceites esenciales tienen numerosos tipos de efectos. Pueden tener actividad fumigante, penetrar dentro del cuerpo de los insectos como insecticidas de contacto, actuar como repelentes, pueden actuar como agentes anti alimentarios, o afectar ciertos parámetros como la tasa de crecimiento, el lapso de vida y la reproducción, lo que se consiguió mayormente con la aplicación de aceite esencial de molle en la dosis de 15% de dilución, características que influenciaron favorablemente en el control de la plaga en el cultivo, con la obtención de menores porcentajes de incidencia de gusano blanco.

La figura 6 representa la regresión lineal y cuadrática entre dosis de aceite esencial de molle versus el porcentaje de incidencia de gusano blanco, en donde la tendencia lineal negativa de la recta y la tendencia cuadrática negativa de la parábola, indican que, a mayores porcentajes de concentración de aceite esencial de molle, la incidencia de gusano blanco fue significativamente menor, controlando de mejor forma la incidencia de la plaga, por lo que las plantas respondieron mejor al encontrar mejores condiciones de desarrollo, detectando los mejores resultados con aplicación de aceite

TABLA 4. DESEMPEÑO DE LAS VARIABLES AGRONÓMICAS CON APLICACIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE MOLLE PARA EL CONTROL DE GUSANO BLANCO DE LA PAPA

Variables	Tratamientos				² C.V.	E.E	P-Valor
	¹ D1	D2	D3	T			
Porcentaje de incidencia de gusano blanco	b 52,44	b 47,88	a 30,07	C 60,48	8,93	1,74	0,0001
Porcentaje de severidad de gusano blanco	a 19,93	a 18,19	a 17,07	B 42,32	16,35	1,63	0,0001
Diámetro del tubérculo (cm)	ab 3,93	ab 4,03	a 4,88	B 3,22	17,73	0,29	0,0095
Rendimiento (kg/tratamiento)	b 3,76	b 4,21	a 5,35	B 3,57	16,18	0,28	0,0018

Elaborado por: Eulalia Cortez, 2018

a – b Medias en las filas seguidas de letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$)

¹T1 Dosis de aceite esencial de molle

²C:V. Coeficiente de variación

E.E Error Estándar

esencial de molle en dosis de 15% de dilución (D3), con correlación lineal significativa de -0,90 y cuadrática de -0,92.

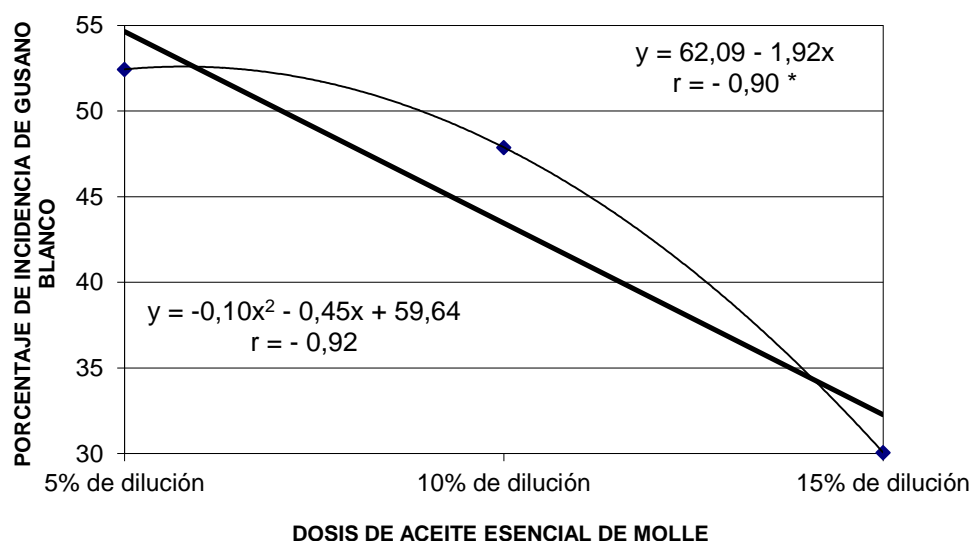


FIGURA 6. Regresión lineal y cuadrática para dosis de aceite esencial de molle, versus porcentaje de incidencia de gusano blanco

Elaborado por: Eulalia Cortez, 2018

5.1.2. Severidad de gusano blanco

La menor severidad del ataque de gusano blanco en los tubérculos cosechados se consiguió en las plantas que recibieron aplicación de aceite esencial de molle en la dosis de 15% de dilución (D3) (P-Valor 0,0001), al ubicarse en el primer rango y primer lugar, con severidad promedio de 17,07%, según la prueba de significación de Tukey al 5% (tabla 4), seguido de los tratamientos de la dosis D2 y dosis D1, que compartieron el primer rango, en su orden. La mayor severidad del ataque de la plaga se estableció en los tratamientos que no recibieron aplicación de aceite esencial de molle (T), al ubicarse en el segundo rango y el último lugar en la prueba, con severidad promedio de 42,32%; lo que permite inferir que, la aplicación de la dosis D3 de aceite esencial de molle, es el tratamiento que mejor controla el ataque de la plaga, permitiendo bajar los índices de poblaciones de gusano blanco, por lo que el cultivo se desarrolla más protegido. Es posible que haya sucedido lo manifestado por Google.com.ec (2017), que *Schinus molle* L., contiene en sus hojas flavonoides (quercetina, rutina, quercitrina, isoquercitrina), pigmentos antocianídicos, triterpenos, β -sitosterol, taninos, ácido gálico, ácido protocatéquico, glucosa, fructosa y aceite

esencial (0,5%). Además, los ácidos linolénico, linoleico, lignocérico y esteárico aislados de aceites esenciales obtenidos de frutos, corteza y semillas contienen entre su composición α -bergamotranseno, bourboneno, α y δ -cadineno, α y γ -calacoreno, calameneno, canfeno, carvacrol, β -cariofileno, γ -copaeno, croweacina, γ -cubebeno, p-cimeno, butirato de geraniol, hexanoato de nerol, α y β -felandreno, α y β -pineno, α -terpineol, γ -terpineno, α y γ -muuroleno además de cianidina-3-galactósido, cianidina-3-rutinósido y peonidina-3-glucósido que han demostrado tener efecto o tóxico y repelente sobre algunos insectos, lo que influenció favorablemente en el control del gusano blanco, disminuyendo significativamente el ataque, por lo que el cultivo encontró mejores condiciones de desarrollo, sin afectar al medio ambiente.

Mediante la figura 7, se representa la regresión lineal entre dosis de aceite esencial de molle versus el porcentaje de severidad de gusano blanco, en donde la tendencia lineal negativa de la recta, indica que, a mayores porcentajes de concentración de aceite esencial de molle, la severidad del ataque de gusano blanco fue significativamente menor, controlando de mejor forma la severidad de la plaga, por lo que las plantas respondieron mejor al encontrar mejores condiciones de desarrollo, detectándose los mejores resultados con la aplicación de aceite esencial de molle en dosis de 15% de dilución (D3), con correlación lineal significativa de -0,79.

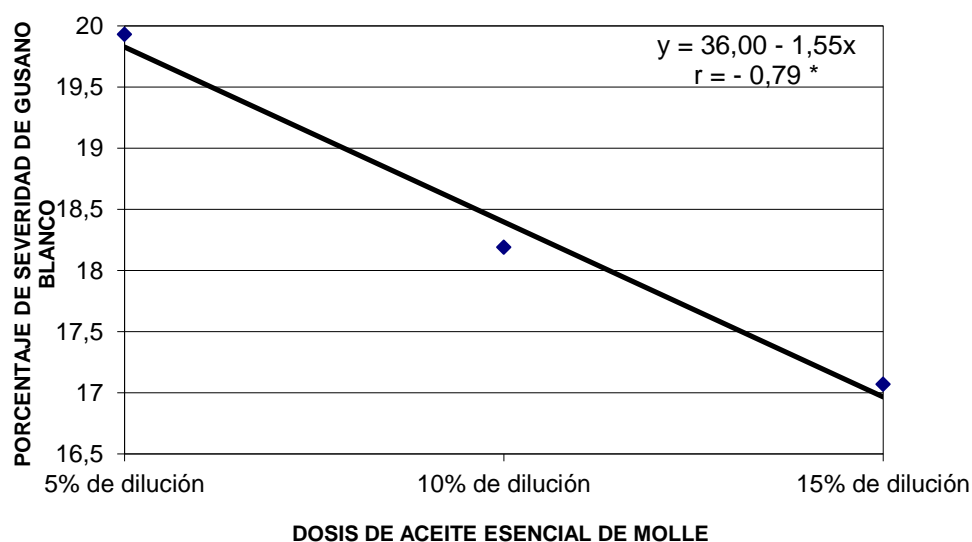


FIGURA 7. Regresión lineal para dosis de aceite esencial de molle, versus porcentaje de severidad de gusano blanco

Elaborado por: Eulalia Cortez, 2018

5.1.3. Diámetro del tubérculo

El mayor crecimiento en diámetro del tubérculo se observó en las plantas que se desarrollaron con aplicación de aceite esencial de molle, en dosis de 15% de dilución (D3) (P-Valor 0,0095), con diámetro promedio de 4,88 cm, al ubicarse este valor en el primer rango, en la prueba de significación de Tukey al 5% (tabla 4), seguido de los tratamientos de la dosis D2 y la dosis D1, que compartieron el primero y segundo rango, en su orden. El menor diámetro del tubérculo se encontró en los tratamientos que no recibieron aplicación de aceite esencial de molle (T), al ubicarse en el segundo rango y en el último lugar en la prueba, con diámetro promedio de 3,22 cm. Estas respuestas permiten inferir que, aplicar aceite esencial de molle en la dosis D3, es el mejor tratamiento con el cual las plantas encontraron mejores condiciones de desarrollo, producto del mejor control de gusano blanco, lo que beneficiará la obtención de mejores rendimientos, con mayor producción y productividad del cultivo. Según Academia.edu (2017), el aceite esencial de molle constituye una fuente rica de monoterpenos, sesquiterpenos y triterpenos, los cuales se emplean como insecticidas naturales. el aceite esencial de esta planta se encuentra principalmente en las hojas y en los frutos. El modo de acción de los aceites esenciales aún no se ha identificado completamente pero la sintomatología presentada por los insectos intoxicados sugiere un efecto neurotóxico. Algunos constituyentes comunes de los aceites esenciales como eugenol o timol bloquean los receptores de la octopamina que es un neurotransmisor que presentan los artrópodos. Aunque mecanismos físicos como disrupción de la membrana celular o bloqueo del sistema traqueal también podrían estar involucrados (Researchgate.net, 2017), lo que influyó favorablemente en la menor presencia de la plaga en el cultivo, obteniendo consecuentemente tubérculos de mayor diámetro, utilizando tecnologías que no dañan el medio ambiente, conservando mejor la relación suelo, agua, planta.

Gráficamente, mediante la figura 8, se ilustra la regresión lineal entre dosis de aceite esencial de molle versus el crecimiento en diámetro del tubérculo, en donde la tendencia lineal positiva de la recta, significa que, a mayores porcentajes de concentración de aceite esencial de molle, se alcanzaron tubérculos con mayores diámetros, producto del mejor control del ataque de gusano blanco, por lo que las plantas al encontrar mejores condiciones de desarrollo, respondieron con mejor

crecimiento y desarrollo, obteniéndose consecuentemente tubérculos de mayor diámetro, detectándose los mejores resultados con la aplicación de aceite esencial de molle en dosis de 15% de dilución (D3), con correlación lineal significativa de 0,68.

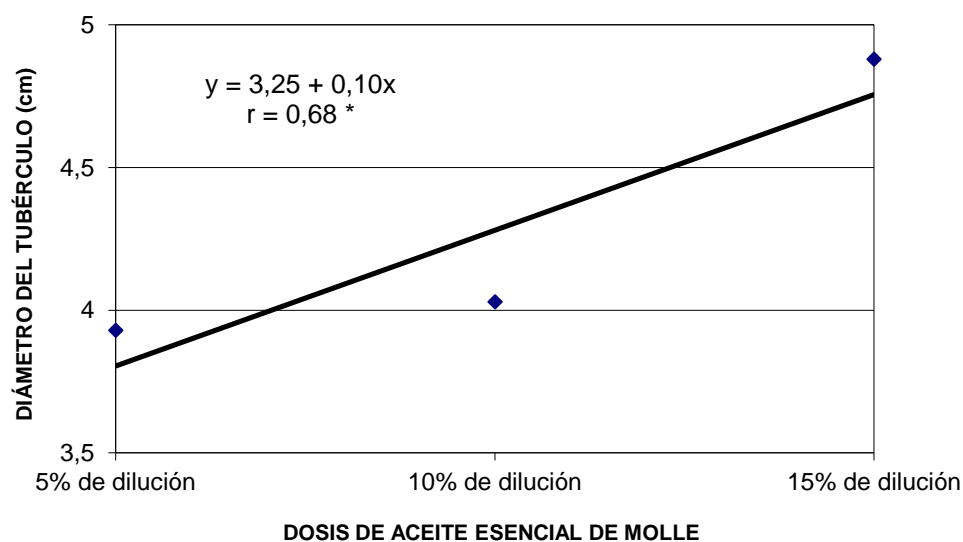


FIGURA 8. Regresión lineal para dosis de aceite esencial de molle, versus diámetro del tubérculo

Elaborado por: Eulalia Cortez, 2018

5.1.4. Rendimiento

Los resultados obtenidos permiten observar que, los mejores rendimientos se alcanzaron en las plantas de los tratamientos que recibieron aplicación de aceite esencial de molle en dosis de 15% de dilución (D3) (P-Valor 0,0018), con el mayor promedio de 5,35 kg/tratamiento, ubicado en el primer rango en la prueba de significación de Tukey al 5% (tabla 4), seguido de los tratamientos de la dosis D2 y la dosis D1, que compartieron el segundo rango, en su orden. El menor rendimiento, por su parte, reportaron los tratamientos que no recibieron aplicación de aceite esencial de molle (T), al ubicarse en el segundo rango y el último lugar en la prueba, con rendimiento promedio de 3,57 kg/tratamiento; por lo que, aplicar la dosis de 15% de dilución de aceite esencial de molle, es el tratamiento apropiado para controlar mayormente el ataque de la plaga, por lo que las plantas encontraron mejores condiciones de desarrollo, obteniendo consecuentemente mayores niveles de

rendimientos en el cultivo. Posiblemente sucedió lo citado por Conabio.gob.mx (2017), que el aceite esencial de las hojas y frutos de molle, ha mostrado ser un efectivo repelente de insectos, particularmente contra la mosca casera. El fruto puede contener 5 % de aceite esencial y las hojas 2 %. Igualmente, Bdigital.unal.edu.co (2017), cita que la actividad repelente de los aceites esenciales se ha demostrado en innumerables estudios, así como la importancia de los efectos sinérgicos que sus componentes poseen. Así, la aplicación de estos aceites aparece como una herramienta útil para el control de plagas por lo que no sólo deben evaluarse sus actividades repelentes sino los niveles de toxicidad que poseen frente a insectos, por lo que las plantas se desarrollaron mejor especialmente con la aplicación de la dosis de 15% de dilución de aceite esencial de molle, con la obtención de mejores rendimientos.

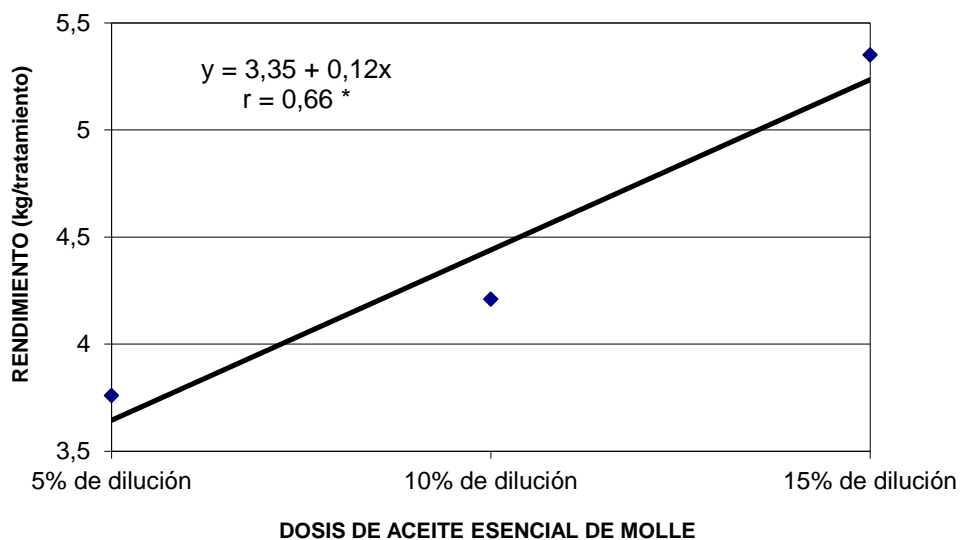


FIGURA 9. Regresión lineal para dosis de aceite esencial de molle, versus rendimiento

Elaborado por: Cortez, 2018

La figura 9, grafica la regresión lineal entre dosis de aceite esencial de molle versus el rendimiento de tubérculos, en donde la tendencia lineal positiva de la recta, significa que, a mayores porcentajes de concentración de aceite esencial de molle, se alcanzaron mayores niveles de rendimiento, causado básicamente por el mejor control del ataque de gusano blanco que produjo el aceite esencial de molle, por lo que las plantas al encontrar mejores condiciones de desarrollo, respondieron con mejor crecimiento y

desarrollo, obteniéndose consecuentemente mejores rendimientos al final del cultivo, detectándose los mejores resultados con la aplicación de aceite esencial de molle en dosis de 15% de dilución (D3), con correlación lineal significativa de 0,66.

5.1.5. Determinación de metabolitos secundarios

El tamizaje fitoquímico se efectuó con el objeto de determinar cualitativamente los principales grupos químicos presentes en el aceite esencial de molle. La información que se obtiene del compuesto de origen vegetal ayuda a comprender la fisiología y bioquímica de los organismos que los producen y a lograr su mejor aprovechamiento con fines científicos y económicos. Este análisis permitió identificar los metabolitos secundarios que posee la planta (tabla 5).

TABLA 5.RESULTADOS DEL TAMIZAJE FITOQUÍMICO

Ensayo	Metabolito	Aceite esencial de molle
Sudan	Aceites y grasas	+
Dragendorff	Alcaloides	+++
Wagner	Alcaloides	-
Baljet	Lactonas y cumarinas	+++
Liebermann-Burchard	Triterpenos y/o esteroides	+++
Catequinas	Catequinas	-
Resinas	Resinas	+
Fehling	Azúcares reductores	-
Espuma	Saponinas	+
FeCl ₃	Taninos	+
Borntrager	Antraquinonas	+++
Shinoda	Flavonoides	+
Mucílagos	Mucílagos	+
Principio amargo	Principios amargos	+++

Elaborado por: Cortez, 2018

Interpretación de datos

(-) Sin presencia del metabolito

(+) baja evidencia

(++) evidencia

(+++) alta evidencia

De acuerdo a los resultados expresados, se determinó la presencia de metabolitos secundarios como: aceites, grasas, alcaloides, lactonas y cumarinas, flavonoides con

un alto contenido; también existe la presencia aceites, alcaloides, azúcares reductores, taninos, principios amargos, triterpenos y/o esteroides y resinas, información que concuerda con los reportados por (Orozco, 2013).

5.2. ANÁLISIS ECONÓMICO

Para evaluar económicamente la aplicación de tres dosis de aceite esencial de molle (*Schinus molle L.*), en el control de gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax Hustache*), en la fase de campo, se determinaron los costos de producción del ensayo en 50,05 m² que constituyó el área de la investigación (tabla 6), considerando entre otros los siguientes valores: \$ 42,00 para mano de obra, \$ 68,54 para costos de materiales, dando el total de \$ 110,54.

La tabla 7, indica los costos de inversión del ensayo desglosados por tratamiento. La variación de los costos está dada básicamente por los diferentes precios de la aplicación de las tres dosis de aceite esencial de molle y del tratamiento en donde no se aplicó. Los costos de producción se detallan en tres rubros que son: costos de mano de obra, costos de materiales y costos de la aplicación de aceite esencial de molle en el cultivo.

La tabla 8, presenta los ingresos totales del ensayo por tratamiento. El cálculo de los ingresos se efectuó mediante el cálculo de la venta de la producción de tubérculos cosechados en cada tratamiento, considerando el precio de un kilogramo de tubérculos en \$ 1,32 para la época en que se sacó a la venta.

TABLA 6. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO (Dólares)

Labores	Mano de obra			Materiales			Costo unit. \$	Sub total \$	Costo total \$
	No.	Costo unit. \$	Sub total \$	Nombre	Unid.	Cant.			
Arriendo del lote				Lote	unid.	1	15	15,00	15,00
Preparación de suelo	0,5	12	6,00	Tierra negra	qq	10	1,25	12,50	18,50
				Abonaza	qq	6	2,1	12,60	12,60
				Azadón	día	1	0,2	0,20	0,20
				Pala	día	1	0,2	0,20	0,20
Cajones	0,5	12	6,00	Distribución en el ensayo	día	24	0,25	6,00	12,00
Desinf. de tubérculos	0,25	12	3,00	Vitavax	g	12	0,1	1,20	4,20
Siembra y tapado	0,25	12	3,00	Semilla	qq	0,25	12	3,00	6,00
Fertilización de fondo	0,50	12	6,00	Urea	kg	0,25	10	2,50	5,50
				Fosf. monoam.	kg	6	0,6	3,60	3,60
				Muriato de K	kg	6	0,20	1,20	1,20
Aplicación de nutrientes foliares	0,25	12	3,00	Bomba fumigar	día	1	0,25	0,25	3,25
				Stimufol	g	30	0,11	3,30	3,30
Ap. de aceite esencial de molle	0,25	12	3,00	Aceite esencial de molle	ml	160	0,02	3,20	6,20
				Atomizador	ml	2	0,03	0,06	0,06
Controles fitosanitar.	0,25	12	3,00	Champion PM	g	20	0,09	1,80	4,80
				Bomba fumigar	día	0,25	2,5	0,63	0,63
				Balde	día	1	0,25	0,25	0,25
Riegos	0,25	12	3,00	Agua	regadera	3	0,25	0,75	3,75
Control de malezas	0,25	12	3,00	Espeque	día	2	0,25	0,50	3,50
Rascadillo y aporque	0,25	12	3,00	Espeque	día	2	0,25	0,50	3,50
Cosecha	0,25	12	3,00	sacos	unid.	2	0,25	0,50	3,50
Total			42,00					68,54	110,54

Elaborado por: Cortez, 2018

Con los valores de costos e ingresos por tratamiento se calcularon los beneficios netos actualizados, encontrándose valores positivos en todos los tratamientos, en donde los ingresos superaron a los costos. La actualización de los costos se hizo con la tasa de interés bancaria del 11% anual y considerando los cuatro meses que duró el ensayo. La relación beneficio costo, presenta valores positivos, encontrando que el tratamiento que se aplicó aceite esencial de molle en la dosis de 15% de dilución (D3), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,42, en donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,42 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad (tabla 9).

TABLA 7. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Costo de mano de obra (\$)	Costos de materiales (\$)	Costo de aplicación de aceite esencial de molle (\$)	Costo total (\$)
D1	10,75	16,33	0,53	27,61
D2	10,75	16,33	1,06	28,16
D3	10,75	16,33	1,61	28,70
T	9,75	16,33	0,00	26,07
Total	42,00	65,34	3,20	110,54

Elaborado por: Cortez, 2018

TABLA 8. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamientos	Rendimiento	Precio de un kg de papa \$	Ingreso total \$
D1	22,55	1,32	29,77
D2	25,25	1,32	33,33
D3	32,10	1,32	42,37
T	21,42	1,32	28,27
Total	101,32		133,74

Elaborado por: Cortez, 2018

TABLA 9. CÁLCULO DE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO DE LOS TRATAMIENTOS CON TASA DE INTERÉS AL 11%

Tratamiento	Ingreso total	Costo total	Factor de actual.	Costo total actual.	Beneficio neto actual.	RBC
T1	29,77	27,61	0,9610	28,73	1,03	0,04
T2	33,33	28,16	0,9610	29,30	4,03	0,14
T3	42,37	28,70	0,9610	29,87	12,51	0,42
T4	28,27	26,07	0,9610	27,13	1,15	0,04

Elaborado por: Cortez, 2018

$$\text{Factor de actualización } Fa = \frac{1}{(1 + i)^n}$$

Tasa de interés anual $i = 11\%$ a Enero del 2018

Período $n =$ cuatro meses de duración del ensayo

$$\text{RBC} = \frac{\text{Beneficio neto actualizado}}{\text{Costo total actualizado}}$$

5.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos en la aplicación de tres dosis de aceite esencial de molle (*Schinus molle L.*), para el control de gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax* Hustache), variedad Santa Rosa, en la etapa de campo, permiten aceptar la hipótesis alternativa (H_a), por cuanto, con la aplicación de las dosis de aceite esencial de molle, se logró control significativamente la incidencia y severidad del ataque de la plaga, mejorando consecuentemente los rendimientos, especialmente al aplicar la dosis de 15% de dilución (D3), con la cual se obtuvo el mejor control, sin afectar al medio ambiente.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1. CONCLUSIONES

Finalizada la investigación “Evaluación de la actividad insecticida del aceite esencial de molle (*Schinus molle L.*) fase de campo, frente al gusano blanco (*Premnotrypes vorax* Hustache) de la papa en la variedad Santa Rosa”, se llegaron a las siguientes conclusiones:

Con la aplicación de aceite esencial de molle con 15% de dilución (D3), se obtuvieron los mejores resultados, al observarse los mayores índices de control de la plaga, alcanzándose el menor porcentaje de incidencia de gusano blanco (30,07%), como el menor porcentaje de severidad de gusano blanco (17,07%), por lo que las plantas al encontrar mejores condiciones de desarrollo, reportaron mayor diámetro del tubérculo (4,88 cm) y los más altos rendimientos (5,35 kg/tratamiento), por lo que se obtuvieron los mejores rendimientos (5,45 kg/planta); siendo el tratamiento apropiado para controlar de mejor forma el ataque de gusano blanco de la papa, contribuyendo a la obtención de mayores índices de producción y productividad del cultivo, sin afectar al medio ambiente.

La aplicación de aceite esencial de molle con la dosis de 10% de dilución (D2), produjo buenos resultados en el control del embate de gusano blanco de la papa, especialmente en el porcentaje de severidad de gusano blanco (18,19%) y crecimiento en diámetro del tubérculo (4,03 cm), obteniéndose también un significativo menor porcentaje de incidencia de gusano blanco (47,88%), y el segundo mejor rendimiento (4,21 kg/tratamiento), por lo que es una alternativa para disminuir los efectos nocivos del ataque de la plaga, contribuyendo a la conservación del medio ambiente.

Con la aplicación de aceite esencial de molle con la dosis de 5% de dilución (D1), se obtuvieron resultados relevantes en el control del ataque de gusano blanco,

especialmente en el porcentaje de severidad de gusano blanco (19,93%) y crecimiento en diámetro del tubérculo (3,93 cm), con porcentaje de incidencia de gusano blanco de 52,44% y rendimiento de 3,76 kg/tratamiento.

El testigo, al no recibir aplicación de aceite esencial de molle, reportó los mayores índices de ataque de gusano blanco, al encontrarse el mayor porcentaje de incidencia de gusano blanco (60,48%), como también mayor porcentaje de severidad de gusano blanco (42,32%); el diámetro del tubérculo fue el menor (3,22 cm) y los más bajos rendimientos (3,57 kg/tratamiento), lo que justifica la utilización del aceite esencial de molle para controlar la plaga, cuyo presencia afecta significativamente la calidad de los tubérculos, disminuyendo la producción y productividad del cultivo.

Del análisis económico se concluye que, el tratamiento que se aplicó aceite esencial de molle en dosis de 15% de dilución (D3), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,42, en donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,42 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad.

2. RECOMENDACIONES

Para controlar mejor el ataque de gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax* Hustache) variedad Santa Rosa, utilizar aceite esencial de molle (*Schinus molle* L.) en dosis de 15% de dilución, aplicado a los 60, 75 y 90 días de la siembra, por cuanto fue el tratamiento que mejores resultados reportó, con el menor porcentaje de incidencia y severidad de tubérculos afectados, los mimos que presentaron mejor diámetro, consecuencia de ese control y alcanzando los más altos rendimientos, incrementándose consecuentemente la producción y productividad del cultivo, contribuyendo a la conservación del medio ambiente, en las condiciones que se desarrolló el ensayo.

6.3 BIBLIOGRAFÍA

Abad, G.; Piedra, A. 2011. Obtención de extractos vegetales por arrastre de vapor como agentes para el control de plagas en cultivos hortícolas.

- Academia.edu. 2017. Evaluación de la actividad repelente del molle. En línea. Consultado el 11 de Noviembre del 2017. Disponible en http://www.academia.edu/15525574/evaluaci%3%93n_de_la_actividad_repelente_e_insecticida_de_aceite_esencial_extra%3%8ddo_de_la_planta_arom%3%81tica_molle_schinus_molle_l._utilizados_contra_tribolium_castaneum_herbst_coleoptera_tenebrionidae.
- Agro, E. 2014. Productividad de la papa aumentó 9 TM. (Consultado 28-10-2015). Recuperado de: <http://www.revistaelagro.com/2015/04/29/productividad-de-la-papa-aumento-en-9tm/>.
- Alonso, J. 2008. Tratado de fitofármacos y nutraceuticos. Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/handle/123456789/2585/56T00357.pdf?sequence=1>.
- Andrade, R.; Bonilla, P. 2010. El cultivo de papa en Ecuador: insectos plaga-enfermedades-nematodos y su control químico. Recuperado de: http://www.ecua-quimica.ec/cultivo_papa.html.
- Andrade, H.; Bastidas, O.; Sherwood, S. 2002. La papa en Ecuador. In: El cultivo de la papa en Ecuador. Quito: INIAP.
- Arias, V.; Bustos, C.; Ñustez, E. 1996. Evaluación del rendimiento en papa criolla (*Solanum phureja*) variedad 'Yema de huevo' bajo diferentes densidades de siembra en la Sabana de Bogotá. *Agronomía Colombiana* 13(2), 152-161.
- Arteche A.; Vanaclocha, B; Güenechea, JI. 1998. Fitoterapia. 3 ed. Vademécum de prescripción. Plantas medicinales. Barcelona: Masson.
- Bdigital.unal.edu.co. 2017. Características del aceite esencial de molle. En línea. Consultado el 21 de noviembre del 2017. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/4264/1/05598931.2011.pdf>.

- Barrese, Y.; Hernández, M. 2005. Caracterización y estudio fitoquímico de *Cassiaalata* L. Centro Nacional Coordinador de Ensayos Clínicos. Revista Cubana PlantMed.
- Bruneton, J. 2001. Farmacognosia. Fitoquímica. Plantas Medicinales. 2 Ed. Zaragoza: Acribia S. A.
- Carballo, G. 2002. Desinfección química de plantas medicinales II. Cubana PLANT. Pág: 131-134. Recuperado de: http://www.bvs.sld.cu/revistas/pla/vol10-_2_05/pla09205.pdf.
- Castillo, B. 2011. Evaluación In vitro del efecto de extractos vegetales en el control de la garrapata *Boophilus microplus* en el ganado bovino del cantón Centinela del Cóndor de la Provincia de Zamora Chinchipe (Tesis de la Universidad Nacional de Loja).
- Chirino, M.; Carriac, A.; Ferrero, H. 2001: Laboratorio de Zoología de Invertebrados II. Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional del Sur. San Juan 670, (8000) Bahía Blanca. República Argentina. E-mail: aferrero@criba.edu.ar.
- Conabio.gob.mx. 2017. Especies arbóreas molle. En línea. Consultado el 21 de Septiembre del 2017. Disponible en http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/3-anaca4m.pdf.
- Defagó, M. 2006. Insecticide and antifeedant activity of different plants parts of *Meliaazedarach* on *Xanthogalerucaluteola*, *Fitoterapia*. 77(7): 500-550.
- Finar, I. 2006. Organic chemistry-vol 2; stereo chemistry and the chemistry of natural products. 5th edition. Delhi: Pearson Education (Singapore) India branch; 2003: 769-71. Recuperado de: <http://www.ann-clinmicrob.com/content/8/1/9>.

- Google.com.ec. 2017. Beneficios del aceite esencial de *Schinus molle*. En línea. Consultado el 12 de Octubre del 2017. Disponible en https://www.google.com.ec/search?dcr=0&ei=T3NTWwK6A9CwzwKeq5KwCg&q=beneficios+aceite+esencial+de+schinus+molle+insecticida&oq=beneficios+aceite+esencial+de+schinus+molle+insecticida&gs_l=psyab.3...8386957.8391864.0.8392604.11.9.0.0.0.461.1292.0j1j3j0j1.5.0...0...1c.1.64.psab..6.0.0...0.acv7L7Hjisw.
- Guevara, D. 2014. Efecto de extractos de *Schinus molle* L. y *Artemisia Absinthium* L. solos y en mezcla con *Bacillus thuringiensis* (Berliner), sobre *Heliothis Zea* (Boddie). Ciencias Agropecuarias. Universidad de Chile. Santiago. 46 p.
- Holdridge, L. 1996. Ecologías basadas en las zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez. San José (C.R.), IICA. 266 p.
- Huerta, A. 2010. Toxicity and repellence of aqueous and ethanolic extracts from *Schinus molle* on elm leaf beetle *Xanthogalerucaluteola*". Crop. Protection. Recuperado de: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120369/Huerta_A-manda.pdf?sequence=1.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (EC). 2011. Anuarios meteorológicos de los años 2007 a 2011. Quito, Ecuador. 210 p.
- Instituto Geográfico Militar (IGM) (EC). 1986. Mapa general de los suelos del Ecuador. Quito, esc.: 1:1 000 000. Color.
- INIAP. 2002. Conozca y reduzca la población de gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax* H.). Guía de campo. Boletín investigativo N° 423.
- Lannconey, L. 2003. Método de secado en la estufa". La Permacultura en habla hispana. 2011. *Schinus molle*. Disponible en: <http://foro.fuentedepermacultura.org/index.php?topic=905>.

- Mena, L. 2015. Insecticidas botánicos. Ecured. Disponible en: http://www.ecured.cu/Insecticidas_bot%C3%A1nicos.
- Muñoz, M. 1998. Biología del “Gorgojo de los Andes *Premnotrypes vorax* Hustache (Coleóptera: Curculionidae). Cajamarca. Pág. 85.
- Niño, A. 2002. Control de adultos de gusano blanco de la papa con trampas. Recuperado de: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd-67/texto/lnino.htm.
- Orozco, M. 2013. Evaluación de la actividad cicatrizante de un gel elaborado a base de los extractos de molle (*Schinus molle*), cola de caballo (*Equisetum arvense* L.) Linaza (*Linum usitatissimum* L.) en ratones (*Mus musculus*). Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Oyarzún, P. 2002. Manejo Integrado de plagas y enfermedades. In: El cultivo de la papa en el Ecuador. Quito. Pág. 85-169. Recuperado de: <http://cipotato.org/wpcontent/uploads/Documentacion%20PDF/Pumisacho%20y%20Sherwood%20Cultivo%20de%20Papa%20en%20Ecuador.pdf>.
- Perú Ecológico. 2016. Molle (*Schinus molle*); pimienta del Perú. Consultado el 15/04/16. Disponible en http://www.peruecologico.com.pe/flo_molle_1.htm.
- Philogéne, B.; Regnault, R.; Vincent, C. 2003. Productos fitosanitarios insecticidas de origen vegetal: promesas de ayer y de hoy. Cap. 1: 1-18. En: Biopesticidas de origen vegetal. Madrid: Mundi-Prensa. 337 p.
- Pino, N.; Valois, H. 2004. Ethnobotanical of four black communities of municipality of Quiddo. Recuperado de: www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.312.1.
- Portalfarma. 2000. Método de trituración para plantas medicinales. Recuperado de: <http://www.portalfarma.com/pfarma/taxonomia/general/gp000011.nsf/0/F25624>.

- Puntener, W. 1981. Control Correction: Manual for field trials in plant protection. Second Edition. Agricultural Division. Ciba-Geigy Limited. Recuperado de: <http://www.ehabsoft.com/ldpline/onlinecontrol.htm>.
- Researchgate.net. 2017. Actividad insecticida repelente del molle. En línea. Consultado el 30 de Octubre del 2017. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/319051016_actividad_insecticida_repelente_y_antialimentaria_del_polvo_y_aceite_esencial_de_frutos_de_schinus_molle_1_para_el_control_de_sitophilus_zeamais_motschulsky.
- Ríos, G. 2007. Distribución y variabilidad de *Ralstonia solanacearum* f. smith, agente causal de marchitez bacteriana en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), en tres departamentos del norte de nicaragua (estelí, matagalpa y jinotega). (en línea). disponible en <http://repositorio.una.edu.ni/1366/1/tnh20r586.pdf>.
- Rodríguez, H. 1998. Determinación de toxicidad y bioactividad de cuatro insecticidas orgánicos recomendados para el control de plagas en cultivos hortícolas. *Rev. Latinoam. de Agricultura y Nutrición (RELAN)* 1(3): 32-41.
- Sánchez, J. 2014. Familia Anacardiaceae. Recuperado de: <http://www.arbolesornamentales.es/familias.htm>.
- Schoonhoven, L.; Van Loon, C; Dicker, M. 2005. *Insect-Plant Biology*. 2 Ed. Oxford University Press, London, UK. 421 p.
- Tappi. 1998. *Test Methods*. Technical Association of the Pulp and paper Industry. Atlanta.
- Trujillo, A. J. 1992. Metodologías para el desarrollo de programas de control biológico. pp. 75-85. In: Leyva V. J. e Ibarra R. J. (eds.), III Curso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico (SMCB, A. C.). Del 5 al 7 de octubre, Cuautitlán, México.

- Túnez F, 2016. Preparación de soluciones, tapones fisiológicos, Facultad de Medicina. Córdoba, España. (en línea).
<https://es.slideshare.net/.../determinacin-de-ph-y-preparacin-de-soluciones-amortiguad>.
- Vargas, S. 2013. Formulación, caracterización fitoquímica y fisicoquímica, dosificación de insecticidas orgánicos para el control de mosca blanca. Ambato. Recuperado de: repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6637/1/BQ%2043.pdf.
- Villacres, G. 2017. Evaluación de la actividad insecticida del extracto acuoso de molle (*Schinus molle* L.) frente al gusano blanco de la papa (*Pemmotrypesvorax*Hustache)” En línea. Consultado el 03 de Enero del 2018. Disponible [http://repositorio.uta.-edu.ec/bitstream/123456789/25711/1/Tesis-160 Ingeniería Agronómica -CD 487.pdf](http://repositorio.uta.-edu.ec/bitstream/123456789/25711/1/Tesis-160%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20487.pdf).
- Villavicencio, M.; Pérez, B. 2010. Plantas tradicionalmente usadas como plaguicidas. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/621/62114250012.pdf>.
- Zonas, T. 2015. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Carrera de Ingeniería Agronómica. Diagnóstico de la cadena agroindustrial de la papa para el procesamiento de hojuelas de colores en un proceso con productores del conpapa – Tungurahua procedentes de Edison Marcelo Sinchi Teneta Quito – Ecuador.

6.4. ANEXOS

ANEXO 1. PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE GUSANO BLANCO

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	D1	53,33	48,33	56,38	57,85	53,47	45,27	314,63	52,44
2	D2	43,75	40,33	47,50	55,41	55,30	45,00	287,29	47,88
3	D3	34,54	28,93	23,30	27,75	35,65	30,25	180,42	30,07
4	T	60,55	58,33	62,32	58,88	61,38	61,42	362,88	60,48

ANEXO 2. PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE GUSANO BLANCO

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	D1	18,30	19,66	20,41	22,33	18,55	20,31	119,56	19,93
2	D2	17,31	18,33	19,33	15,43	16,33	22,43	109,16	18,19
3	D3	10,30	17,40	24,00	22,44	10,80	17,50	102,44	17,07
4	T	40,30	42,30	39,66	37,57	49,43	44,66	253,92	42,32

ANEXO 3. DIÁMETRO DEL TUBÉRCULO (cm)

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	D1	4,60	3,33	3,66	3,00	3,66	5,30	23,55	3,93
2	D2	4,50	3,33	3,66	3,66	4,30	4,70	24,15	4,03
3	D3	4,53	5,16	5,30	5,40	4,70	4,20	29,29	4,88
4	T	3,33	3,10	3,90	4,00	2,50	2,50	19,33	3,22

ANEXO 4. RENDIMIENTO (kg/tratamiento)

Tratamientos		Repeticiones						Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III	IV	V	VI		
1	D1	3,94	3,88	4,04	3,63	3,16	3,90	22,55	3,76
2	D2	4,85	3,71	6,12	3,41	4,02	3,14	25,25	4,21
3	D3	4,12	4,70	6,29	6,05	4,72	6,22	32,10	5,35
4	T	3,37	3,18	4,37	3,83	3,39	3,28	21,42	3,57

ANEXO 5. ANÁLISIS DE VARIANCA PARA PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE GUSANO BLANCO

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	5	152,77	30,55,	1,68 ns
Tratamientos	3	2979,77	993,26	54,70 **
Tendencia lineal	1	1501,03	1501,03	82,67, **
Tendencia cuadrática	1	175,70	175,70	9,68 **
Error experimental	15	272,36	18,16,	
Total	23	3404,91		

Coefficiente de variación = 8,93%

Promedio: 47,72%

** = significativo al 1%

ns = no significativo

ANEXO 6. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PORCENTAJE DE SEVERIDAD DE GUSANO BLANCO

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	5	55,71	11,14	0,70 ns
Tratamientos	3	2600,03	866,68	54,56 **
Tendencia lineal	1	24,42	24,42	1,54 *
Tendencia cuadrática	1	0,38	0,38	0,02 ns
Error experimental	15	238,25	15,88,	
Total	23	2893,99		

Coefficiente de variación = 16,35%

Promedio: 24,38%

** = significativo al 1%

* = significativo al 5%

ns = no significativo

ANEXO 7. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DIÁMETRO DEL TUBÉRCULO (cm)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	5	0,89	0,18	0,35 ns
Tratamientos	3	8,33	2,78	5,49 **
Tendencia lineal	1	2,75	2,75	5,42 *
Tendencia cuadrática	1	0,57	0,57	1,13 ns
Error experimental	15	7,59	0,51	
Total	23	16,81		

Coefficiente de variación = 17,73%

Promedio: 4,01 cm

** = significativo al 1%

* = significativo al 5%

ns = no significativo

ANEXO 8. ANÁLISIS DE VARIANCIAS PARA RENDIMIENTO (kg/tratamiento)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	5	5,15	1,03	2,20 ns
Tratamientos	3	11,48	3,83	8,20 **
Tendencia lineal	1	7,60	7,60	16,29 **
Tendencia cuadrática	1	0,48	0,48	1,03 ns
Error experimental	15	7,00	0,47	
Total	23	23,61		

Coefficiente de variación = 16,18%

Promedio: 4,22 kg/tratamiento

** = significativo al 1%

ns = no significativo

ANEXO 9. EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE MOLLE

Pesado de la muestra



Colocación de muestra



Colocación de solvente



Equipo de destilación



Equipo de destilación



ANEXO 10. PREPARACIÓN DEL ENSAYO CON LOS CAJONES LISTOS PARA LA SIEMBRA



ANEXO 11. SELECCIÓN DE TUBÉRCULOS PARA LA SIEMBRA, PAPA VARIEDAD SANTA ROSA



ANEXO 12. VISTA GENERAL DEL ENSAYO



ANEXO 13. APLICACIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE MOLLE



CAPÍTULO VII

PROPUESTA

7.1. DATOS INFORMATIVOS

Tema: Aplicación de aceite esencial de molle (*Schinus molle L.*) como insecticida para el control de gusano blanco (*Premnotrypes vorax* Hustache) de la papa.

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica.

7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Esta propuesta se planteó, en relación a los mejores resultados encontrados en la investigación, en donde se observó que la aplicación de aceite esencial de molle, disminuye los porcentajes de incidencia y severidad del ataque de gusano blanco de la papa, permitiendo obtener un mayor suministro de producción sana en comparación con los otros tratamientos, en las condiciones de manejo que se desarrolló el ensayo.

7.3. JUSTIFICACIÓN

El gusano blanco (*Premnotrypes vorax H.*), es una plaga importante del cultivo de papa en las zonas altas del Ecuador, principalmente en las provincias de Carchi, Chimborazo, Cotopaxi y Cañar; por este motivo el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), constantemente investiga nuevos componentes para el manejo integrado de esta plaga. El daño más severo lo ocasionan las larva o gusanos, quienes e introducen en los tubérculos, dándole un aspecto desagradable reduciendo su calidad y perdiendo su aceptación en el mercado (INIAP, 2002).

Schinus molle L. contiene en sus hojas flavonoides (quercetina, rutina, quercitrina e isoquercitrina), pigmentos antocianídicos, triterpenos, β -sitosterol, taninos, ácido gálico, ácido protocatéquico, glucosa, fructosa y aceite esencial (0,5%) (Orozco, 2013). Además, los ácidos: linolénico, linoleico, lignocérico y esteárico (presente

también en corteza y semillas); en frutos se han aislado aceites esenciales (2,4%) conteniendo: α -bergamontranseno, bourboneno, α y δ -cadineno, α y γ -calacoreno, calameneno, canfeno, carvacrol, β -cariofileno, γ -copaeno, croweacina, etc. Además: cianidina-3-galactósido, cianidina-3-rutinósido y peonidina-3-glucósido y su efecto tóxico y repelente se ha demostrado sobre algunos insectos (Alonso, 2008). En los últimos años se ha confirmado en laboratorio la toxicidad y repelencia sobre el escarabajo de la hoja del olmo *Xanthogalerucaluteola* Müller (*Coleoptera: Chysomelidae*) (Huerta et al., 2010).

7.4. OBJETIVO

Aplicar aceite esencial de molle como insecticida, para el control de gusano blanco de la papa

7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Esta propuesta es factible efectuarla, valorando todos los aspectos técnicos que deben conocerse para llevar adelante la producción técnica del cultivo de papa, considerando que el aceite esencial de molle es de fácil adquisición, baratos y de fácil manipuleo, con lo que se conseguirá disminuir los porcentajes de incidencia y severidad de la plaga, mejorando consecuentemente la producción y productividad del cultivo.

7.6. FUNDAMENTACIÓN

El “molle” (*Schinus molle* Linn., Anacardiaceae) presenta actividades antifúngicas y antimicrobianas contenidas principalmente en las hojas (Dikshit et al. 1986; Gundidza 1993). Además, esta planta tiene importancia etnobotánica, pues se le ha utilizado en el control de plagas agrícolas en varias localidades del Perú (Rodríguez, 1998; Villavicencio y Pérez, 2010).

El gusano blanco es una plaga distribuida en toda Suramérica entre los 2 500 y 4 700 m.s.n.m. abarcando desde Argentina hasta Venezuela. Los gorgojos adultos no pueden volar, pero caminan con rapidez, se alimentan del follaje, pero el daño hasta ese momento no es significativo. El estado de larva es el más dañino, emergen de los

huevos y con la ayuda del aporque quedan próximas al sitio donde se formarán los tubérculos, donde producen perforaciones irregulares profundas. El gusano blanco solo se reproduce cuando es adulto y no puede hacerlo en estado de larva, por lo que es importante buscar los adultos en los cultivos. Las hembras depositan en promedio de 3 a 21 huevos cada 3 a 5 días, por lo que pueden liberar un total de aproximadamente 260 huevos en su ciclo de vida de 280 días (Niño, 2002).

7.7. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO

7.7.1. Obtención de aceite esencial de molle

7.7.1.1. Recolección de hojas de molle

Seleccionar hojas y frutos de molle que se encuentre en estado de madurez medio, sin la presencia de plagas y enfermedades. Separar las hojas de los tallos con tijera y depositar en un recipiente limpio.

7.7.1.2. Desinfección y secado

Desinfectar las hojas con una solución al 5% de cloro por el lapso de cinco minutos. Secar utilizando una germinadora con una temperatura de 25 a 40°C durante 2 días.

7.7.1.3. Molida

Moler la muestra seca utilizando un molino eléctrico, recolectando en una funda plástica color negro.

7.7.1.4. Preparación del aceite

El aceite esencial se obtendrá mediante el método de destilación por arrastre de vapor (Abad y Piedra, 2011), colocando en el equipo la muestra en concentración de 20 g/100 ml de agua. En el proceso de vaporización se produce la separación de la parte líquida y oleácea (aceite esencial), lo cual dura 60 días, obteniéndose 160 ml de aceite esencial.

7.7.1.5. Preparación de la dilución de extracto de molle

Iniciando con una solución madre de aceite esencial de molle de un 20% de concentración, se realizará la dilución al 15% (Túñez, 2006).

7.7.2. En el cultivo establecido

7.7.2.1. Adquisición de la semilla

La semilla de papa variedad Santa Rosa, se adquirirá en comercios de ramo, seleccionada y pregerminada.

7.7.2.2. Preparación del suelo

Se efectuará la labor de arada con una profundidad promedio de 23 cm. Se agregará abono orgánico descompuesto de ganado vacuno a razón de 35 Tm/ha. Posteriormente se pasará la rastra para finalmente nivelar utilizando herramientas de campo.

7.7.2.3. Fertilización de fondo

La fertilización de fondo se efectuará a los 21 días de la siembra, incorporando 50 g de 18-46-00 más 50 g de urea, por planta.

A los 60 días de la siembra se incorporando 50 g de 18-46-00 más 50 g de urea, por planta.

7.7.2.4. Fertilización foliar

Aplicar nutrientes foliares a los treinta días de la siembra, utilizando Stimufol special que es un nutriente complejo (NPK) de alto contenido de nitrógeno, magnesio y oligoelementos, en dosis de 30 g/8 l de agua, rociando el follaje de las plantas.

20l-75gr

100l-375gr

200l-750gr

7.7.2.5. Siembra

La siembra se efectuará en forma manual, depositando un tubérculo por golpe, separado a 0,50 m entre plantas.

7.7.2.6. Aplicación del aceite esencial de molle

El aceite esencial de molle al 15% de dilución, se aplicará a los 60, 75 y 90 días de la siembra, rociando el total del follaje de las plantas con bomba de mochila.

7.7.2.7. Riego

El riego se efectuará con el método gravitacional, con la frecuencia de cada ocho días y dependiendo de las condiciones climatológicas durante el cultivo.

7.7.2.8. Control de malezas

Esta labor se realizará manualmente, manteniendo el cultivo libre de malas hierbas, usando azadillas y rastrillos. La primera deshierba se hará a los treinta días después de la siembra.

7.7.2.9. Rascadillo y aporque

Estas labores se realizarán a los 50 días de la siembra, respectivamente, con la finalidad de airear al suelo y dar sostén a la planta.

7.7.2.10. Controles fitosanitarios

Se efectuarán controles preventivos, para evitar el ataque de enfermedades fungosas como *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*.

7.7.2.11. Cosecha

La cosecha será manual con azadón, a los 135 días de la siembra una vez que el cultivo alcance su madurez comercial, cuando el follaje se seque y la cáscara de la papa no se pelo fácilmente al friccionar con el dedo.

7.8. ADMINISTRACIÓN

Esta propuesta se llevará en Asociaciones capacitadas, que cuenten con los recursos y personal técnico preparado en la producción del cultivo de papa. Las personas responsables del manejo tecnológico deberán entender a satisfacción los requerimientos fisiológicos y fitosanitarios durante la etapa de producción, como el manejo técnico del cultivo.

7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Los resultados de la aplicación de aceite esencial de molle para el control de gusano blanco serán transmitidos a los pequeños y medianos productores mediante la divulgación de la información, utilizando como medios, la vinculación directa con los agricultores y productores, con días de campo en donde se elaborarán parcelas demostrativas, con la debida comparación de resultados y de esta manera demostrar los beneficios de la utilización del aceite esencial de molle.