EVALUACIÓN DEL EXTRACTO DE ANAMÚ (*Petiveria alliacea),* EN EL CONTROL DEL GUSANO PERFORADOR (*Neoleucinodes elegantalis*) EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*)

Alexander Perea Valois

Carlos Alberto Mosquera Mosquera

María Lucelly Ospina Ocampo

Universidad Pontificia Bolivariana

Facultad de Ingeniería

Maestría en Ciencias Naturales y Matemáticas

Medellín

2017

EVALUACIÓN DEL EXTRACTO DE ANAMÚ (P*etiveria alliacea),* EN EL CONTROL DEL GUSANO PERFORADOR (*Neoleucinodes elegantalis*) EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*)

Alexander Perea Valois

Carlos Alberto Mosquera Mosquera

María Lucelly Ospina Ocampo

Trabajo de grado para optar al título de:

Magister en Ciencias Naturales y Matemáticas

Asesor

Oscar Alexis Muñoz Blandón

Ingeniero Agrónomo, M Sc Biotecnología

Universidad Pontificia Bolivariana

Facultad de Ingeniería

Maestría en Ciencias Naturales y Matemáticas

Medellín

2017

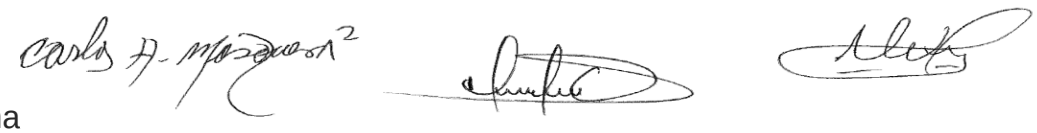
5 de Agosto de 2017

Alexander Perea Valois

Carlos Alberto Mosquera Mosquera

María Lucelly Ospina Ocampo

“Declaramos que este trabajo de grado no ha sido presentado para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o cualquier otra universidad” Art 82 Régimen Discente de Formación Avanzada.



Firma

AGRADECIMIENTOS

Primero a Dios por brindarnos entendimiento, sabiduría y fortaleza.

A nuestras familias por ser partícipes de este gran logro de formación profesional.

A la universidad por brindar los espacios de formación en áreas afines a la formación de sus estudiantes.

A la comunidad educativa donde cada uno labora por participar de manera activa en el planteamiento y ejercicio de la práctica investigativa.

A los compañeros por la disponibilidad, unidad y trabajo en equipo.

A los maestros por sus enseñanzas y colaboración en el proceso de formación profesional.

.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 1

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA 2

2. JUSTIFICACIÓN 5

3. OBJETIVOS 8

3.1 General 8

3.2 Específicos 8

4. MARCO REFERENCIAL 9

4.1 Estado del Arte 9

4.2 Marco teórico 13

4.2.1 Control biológico 13

4.2.2 Bioinsecticidas 15

4.2.3 Extractos vegetales 16

4.2.4 Tipos de extractos 17

4.2.5 Procesos de extracción 18

4.2.6 Anamú 19

4.2.7 Extracto de Anamú 20

4.2.8 Tomate 21

4.2.9 Ciclo de producción del tomate 21

4.2.10 Plagas en el tomate 22

4.2.11 *Neoleucinodes elegantalis* 26

5. DISEÑO METODOLÓGICO 28

5.1. Ubicación del experimento 28

5.2 Establecimiento de parcelas 29

5.3 Diseño experimental 30

5.4 Obtención del extracto crudo de Anamú 32

5.5 Aplicación del extracto 34

5.6 Evaluación del nivel de daño 35

6. RESULTADO Y ANÁLISIS 38

6.1 Proceso para la obtención del extracto 38

6.2 Efecto de los extractos de anamú en el nivel de daño de *Neoleucinodes elegantalis* en el fruto de tomate 42

6.3 Elaboración de un protocolo para la obtención y aplicación de los extractos vegetales de anamú en el control de *Neoleucinodes elegantalis* en el cultivo de tomate 57

7. CONCLUSIONES 58

8. RECOMENDACIONES 59

BIBLIOGRAFÍA 60

ANEXO 1. Elaboración del protocolo 76

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características de las plagas más habituales en el cultivo del tomate..... 22
Tabla 2. Tratamientos evaluados y dosis 35
Tabla 3. Porcentaje de daño en la primera cosecha en cada una de las plantas según el tratamiento 43
Tabla 4. Porcentaje de daño del *Neoleucinodes elegantalis* en la segunda cosecha en cada uno de los tratamientos. 47
Tabla 5. ANOVA Simple-nivel de daño por tratamiento 53
Tabla 6. ANOVA para nivel de daño por tratamiento 54
Tabla 7. Medias para nivel de daño por tratamiento con intervalos de confianza del 95,0% 55
Tabla 8. Pruebas de múltiple rangos para nivel de daño por tratamiento..... 56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. *Bemisia tabaci* 22
Figura 2. *Tetranychus urticae* 23
Figura 3. *Tuta absoluta* 24
Figura 4. *Hedylepta indicata* 24
Figura 5. *Helicoverpa zea* 25
Figura 6. *Phyllocnistis citrella* 25
Figura 7. *Neoleucinodes elegantalis* 26
Figura 8. Limpiando el cultivo de malezas 29
Figura 9. Adicionando abono orgánico 30
Figura 10. Aplicación del extracto 31
Figura 11. Cultivo en producción 31
Figura 12. Materiales para el extracto 33
.Figura 13. Peso de las hojas y raíz 33
Figura 14. Hojas y raíz para infusión 34
Figura 15. Frutos primera cosecha nivel de daño testigo. 36
Figura 16. Frutos primera cosecha, tratamiento hoja-raíz parte superior/hoja parte inferior 36
Figura 17. Tratamiento químico 37
Figura 18. Segunda cosecha. Tratamiento raíz 37
Figura 19. Tratamiento hoja-raíz. Segunda cosecha 37
Figura 20. Materiales para la preparación del extracto 39
Figura 21. Se tritura la raíz 39
Figura 22. Se pesa la raíz 40
Figura 23. Se filtra la infusión de raíz 40
Figura 24. Residuos de filtración 41
Figura 25. Anamú (*Petiveria alliacea*) 42
Figura 26. Porcentaje de daño en cada planta según el tratamiento-primera cosecha 47
Figura 27. Porcentaje daño en cada planta según el tratamiento-segunda cosecha. 50
Figura 28. Nivel de efectividad de los tratamientos de la dos cosechas 51

RESUMEN

En esta investigación se determinó la efectividad del anamú en el control del *Neoleucinodes elegantalis* en el cultivo del tomate, a razón de que este es uno de los productos que ofrece gran demanda en el mercado y sufre la presencia de plagas, deteriorando así la producción y calidad del producto. Cuando se cultiva el tomate no se intercala con otros productos y se realiza control masivo de malezas con el fin de que estas no absorban los nutrientes del suelo que el cultivo necesita, lo que puede ocasionar que las plagas se fijen más al cultivo.

Para determinar la efectividad del anamú, se empleó un diseño experimental de bloque completamente al azar. Se evaluaron cinco tratamientos: químico, testigo y tres extractos de hoja y de raíz de anamú, que se aplicaron en tres de las cinco parcelas en las horas de la mañana, dos veces por semana durante un mes; con el fin de observar el comportamiento de la plaga en cada parcela y poder determinar la efectividad de cada extracto utilizado en el control del *N. elegantalis*. Los resultados arrojados después de la evaluación de los extractos según un orden de efectividad fueron: extracto combinado hoja y raíz 94,32% primera cosecha y 92,31% segunda. Extracto raíz 89,26% para la primera y 89,54% en la segunda.; extracto hoja, arrojó un 89,14% en la cosecha uno y 90,17% en cosecha dos.

Después del análisis, se determinó que la mayor efectividad se encontró en el tratamiento, hoja-raíz ya que al aplicar la LSD (*Least Significant Difference*) presentó una diferencia significativa del 7,484 con relación a los demás tratamientos. Esto debido a la mezcla de los componentes presentes en las raíces y en sus hojas del anamú (Ferrer, 2007). En el nivel de daño por tratamiento se obtuvo un nivel de significancia de 2,95896. Por otra parte el valor P fue < 0,05, encontrándose un 95,0% de confianza, por lo que existe una diferencia estadística significativa entre la media del nivel de daño entre un tratamiento y otro.

Palabras claves: Control biológico, Bioinsecticidas, Plaga, Anamú, Tomate

INTRODUCCIÓN

El control fitosanitario es un factor determinante en la sostenibilidad técnica, socio económico y ambiental en los sistemas productivos agrícolas. El uso de pesticidas sin fundamento racional en el control de plagas y enfermedades se ha convertido en un hecho recurrente en el sector agropecuario (Guzmán, 2014).

El uso indiscriminado de los agroquímicos en los últimos años en Colombia ha presentado un aumento hasta el punto de ser reportado como uno de los países latinoamericanos con mayor consumo de plaguicidas para el 2010, (Sánchez 2013). El uso de plaguicidas en Colombia antes de 1996 fue inferior a 20.000 toneladas, sin embargo, el país experimentó un crecimiento acelerado del 379 % para los siguientes años, llegando a cifras de 151.686 toneladas en el año 2000 (Navarro, 2013).

En consecuencia, esta investigación evaluó el efecto del extracto de hoja y de raíz de anamú en el control del *N. elegantalis*, más conocido como el gusano perforador del fruto en el cultivo de tomate, para desestimar el uso de agroquímicos que afectan el medio ambiente y la salud humana, concientizando a las comunidades de implementar los bioinsecticidas a base de vegetales por su bajo costo y amigables con el entorno.

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Cuando se aplican sustancias químicas de manera irracional, el recurso suelo se altera, afectándose las propiedades físicas, químicas y biológicas, debido a que los microorganismos encargados de mantener la dinámica del suelo se ven afectados (Cruz, 2014). Además del suelo, el agua también se ve afectada ya que con las lluvias se produce una percolación hacia las fuentes hídricas (Villavicencio, 2007). A su vez el recurso aire se ve afectado por la aspersión de los pesticidas, ya que el viento puede arrastrar las partículas llevándolas a zonas aledañas (Salazar, 2016).

El uso de estas sustancias, genera selección de población resistente de plaga, lo que disminuye el efecto del pesticida sobre la población a controlar, viéndose reflejado en la disminución de cosecha, y con ello bajos ingresos económicos en los hogares (Cotes, 2014). Todo el deterioro causado por el uso excesivo de insecticidas, genera un riesgo para quien vive en la zona, debido a que pueden hacer uso de fuentes de aguas contaminadas o estar respirando un aire cargado de estas sustancias. Las enfermedades que más se presentan en las personas que trabajan el sector agrícola son problemas respiratorios, cardiovasculares, cutáneos y cáncer, que se presentan por el desconocimiento de los agricultores sobre otras alternativas para el control de plagas en sus cultivos (Enfermedades profesionales de los agricultores, 2008).

En la actualidad los diferentes sistemas productivos están implementando diversos planes de control y manejo integral de plagas y enfermedades, llamados MIPE, (Manejo integrado de plagas y enfermedades). Estos programas involucran diferentes formas de detener o disminuir el crecimiento de las poblaciones problemas, mediante el control mecánico, cultural, físico, químico y biológico, permitiendo disminuir el uso excesivo de plaguicidas (González, 2014).

El MIPE busca conjugar las ventajas de los diferentes métodos de control de acuerdo a las condiciones específicas de cada caso o cultivo, dentro de las que sobresale el control biológico (Cañedo, 2011). Esta técnica consiste en el uso de herramientas de origen biológico, como por ejemplo: parasitoides, entomopatógenos, depredadores, extractos vegetales, feromonas, entre otros, (Guédez, 2008).

Una alternativa interesante, es el uso de extractos vegetales, debido a que poseen propiedades que inhiben el crecimiento poblacional de las plagas (Millán, 2008). Estos son productos que se obtienen a partir de plantas, mediante métodos como: infusión, maceración, destilación, decocción y digestión, (Mayorga, 2014). Los extractos vegetales como los del anamú (*Petiveria alliacea*) son reconocidos por sus propiedades fungicidas, nematicidas, bactericidas y repelentes (Restrepo, 2011). Para lograr una efectividad en el tratamiento es necesario conocer sobre el anamú y saber prepararlo, de manera que no se vea afectada la población de insectos benéficos (Álvarez, 2006).

Plantas como el ajo (*Allium sativum*), ají (*Capsicum frutecens*), higuerilla (*Ricinus comunis*), nim (*Azadirachta indica*), paraíso (*Melia azedarach*) y salvia (*Salvia oficinales*), son materia prima para la obtención de extractos vegetales, los cuales han sido reportados por obtener propiedades naturales (Villarreal, 2010). Los extractos de estas plantas no generan ningún tipo de efecto negativo al suelo, al agua y a los seres vivos (Celis, 2008 y Silva, 2005).

Además de las especies vegetales anteriormente mencionadas, una alternativa promisoria para el control de plagas es el anamú (*Petiveria alliacea*), el cual presenta una variedad de propiedades químicas (Ferrer, 2007). Esta planta ha sido reportada por su capacidad para actuar como antiinflamatorio, insecticida, antiparasitario, antiofídica y antimicrobiana (Cortez Villarroel, 2016). Ensayos realizados con extractos de anamú han permitido controlar y repeler plagas como mariposas, moscas y mosquitos (Muñoz Cuervo, 2011).

Es por ello, que gracias a la capacidad insecticida del anamú, se plantea como alternativa en el control del gusano perforador del tomate, además la facilidad de obtención de la planta por ser silvestre, perenne y de fácil identificación por su olor característico aliáceo.

2. JUSTIFICACIÓN

EL uso excesivo de insecticidas en el control de plagas está generando en las poblaciones una serie de afecciones en la salud, además de afectar factores como agua, suelo y aire, recursos que son indispensables para el desarrollo de todo ser vivo. Según Cisproquin (2016), el no presentar las medidas adecuadas en el manejo y uso de estas sustancias químicas puede ocasionar diferentes tipos de incidentes como intoxicaciones, fallecimientos y lesiones en la piel, como el caso que ocurrió en la Calera (Cundinamarca), situación que dejó una persona fallecida y 19 más afectadas. A nivel de Colombia no se presentan aún cifras exactas de cuantas personas han fallecido a causa de la manipulación de estas sustancias químicas, solo un estudio realizado por el Instituto Nacional de Salud (INS), entre 1998 y 2011, en donde se presentó un informe de 3.998 suicidios con plaguicidas agrícolas, 222 accidentes, 12 agresiones y otros 564 casos sin determinar. Todo lo anterior por errores en la manipulación, la mezcla, la aplicación y la disposición de los residuo así como de los envases, ya que muchos de estos son utilizados para disponer en ellos bebidas para el consumo humano.

A partir del alto grado de contaminación ambiental por los insecticidas en la producción agrícola, es que se decide indagar acerca del control biológico de plagas en la zona, más específicamente en el cultivo del tomate, de la vereda el Topacio del municipio de San Rafael Antioquia.

Es por esto que se toma el cultivo del tomate como material de análisis, ya que es un producto de alto consumo, además a nivel mundial es considerada como la segunda hortaliza de mayor importancia después de la papa, dada su producción de 105.7 millones de toneladas a nivel mundial (Canizal y Noe 2017). Además de

su valor económico y nutricional, posee un alto contenido de B-carotenos (licopeno), vitamina A, vitamina C (ácido ascórbico), minerales (calcio, hierro, fósforo y potasio) y aminoácidos (tiamina y niacina), en donde uno de sus componentes como es el caso del caroteno (licopeno), se encuentra en mayor proporción cuando el fruto está maduro y es considerado como un antioxidante que se asocia con una baja incidencia en ciertas formas de cáncer humano (Rosero, 2010).

El tomate es un producto apto para el clima de esta comunidad que oscila entre 23 y 25 C°, en la actualidad se requiere de control químico por la alta presencia de plagas entre ellas el gusano perforador, conocido científicamente como*: Neoleucinodes elegantalis*. Cuando el fruto del tomate es invadido por el *N. elegantalis*, este deja el interior destruido por las perforaciones de las larvas, a causa de esta acción, el producto puede llegar a adquirir hongos y bacterias que hacen que el fruto se pudra y se pierda, generando con esto la disminución de la calidad y cantidad de la cosecha.

El *N. elegantalis* es considerada plaga cuarentenaria en Estados Unidos, Perú y Chile, lo cual limita las exportaciones de las frutas atacadas por esta. Según el ICA (1998) se cataloga también como plaga cuarentenaria para Colombia, porque además, es difícil de controlar, lo que incrementa los costos de producción (Peña, 2013).

Con relación a lo anterior, se analizó la posibilidad de realizar control biológico que disminuya el costo de los insumos, el daño ambiental y a la salud del consumidor. Por tal razón se planteó un control biológico para el *Neoleucinodes elegantalis,* utilizando el anamú, planta muy utilizada en otros países en el control de plagas gracias a sus propiedades insecticidas. Siendo el uso de los biopreparados una práctica alternativa que contribuye al control biológico de plagas, en donde el uso

de los bioinsecticidas y el análisis de las propiedades de las plantas es fundamental para determinar las bondades que cada una de estas presentan en los tratamientos de diversas plagas que atacan los cultivos.

Con esto se busca que las comunidades rurales utilicen los mismos recursos naturales para mejorar condiciones difíciles que se presentan en las actividades relacionadas con el trabajo del campo, más específicamente la agricultura y de esta manera disminuir el uso de los agroquímicos, sustancias altamente contaminantes en animales, plantas y personas.

En la recuperación del entorno y de las prácticas agrícolas tradicionales, se debe plantear un trabajo articulado desde las diferentes áreas de trabajo escolar de manera que desde las primeras edades de formación se inicie a generar conciencia ambiental, que sean los niños los próximos líderes ambientales, que se apropien de su contexto. Es así como desde el horizonte institucional se enmarca el componente ecológico, involucrando a la población escolar en el desarrollo y empoderamiento del proyecto.

3. OBJETIVOS

3.1 **General**

Evaluar el extracto de la hoja y raíz del anamú, *Petiveria alliacea* en el control del gusano perforador del tomate, *Neoleucinodes elegantalis*.

3.2 **Específicos**

- Obtener los extractos de hoja y raíz de la planta de anamú, *Petiveria alliacea* empleando extracción por infusión en agua.
- Determinar el nivel de daño causado por el *Neoleucinodes elegantalis* en los frutos de tomate.
- Elaborar un protocolo de obtención y aplicación de los extractos vegetales de anamú para el control de *Neoleucinodes elegantalis* en el cultivo de tomate.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 Estado del Arte

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) según Garrido, (2013) consiste en combinar diferentes alternativas que permitan la destrucción de las fuentes de infestación de las plagas, la interrupción de sus ciclos de desarrollo y la implementación de variedades resistentes. Estas alternativas pueden ser físicas, mecánicas, culturales y biológicas, para el control de las plagas en el cultivo, con el objetivo de disminuir el daño sobre el sistema productivo (Cajias et al, 2013).

Una de las opciones más promisorias es el control biológico, el cual utiliza organismos o partes de estos para el control de plagas, como es el uso de parasitoides, entomopatógenos, feromonas y extractos vegetales (Guédez et al., 2008). El control biológico se define como el uso de organismos para reducir una población o el impacto de una plaga, haciéndola menos abundante, proporcionando mayor sostenibilidad en la cosechas, calidad en la salud de las personas y en los sistemas naturales (Paredes et al., 2013).

El control biológico se presenta como la búsqueda de nuevas alternativas que ayuden en el control de plagas y que a su vez permitan sustituir los pesticidas, por los bioinsecticidas preparados con extractos vegetales que se perfilan como una opción viable y amigable con el medio ambiente, debido a que contienen metabolitos secundarios como alcaloides, sesquiterpenlactonas y terpenos, compuestos que generan una acción anti-alimentaria, repelente y disuasoria en una gran variedad de insectos y plagas (Mosquera et al., 2009).

Por lo anterior, resulta significativo mencionar algunos extractos vegetales implementados en el control de plagas con propiedades insecticidas en diferentes cultivos. Entre los extractos que se han evaluado se encuentran el aceite esencial de *Myntostachys mollis* (HBK) Grises (*Lamiaceae*), el cual ha presentado mortalidad total de la broca del café en ensayos realizados por Calle y colaboradores (2004). También se ha reportado el uso del extracto etanólico de la corteza de *Bocconia frutescens* (Papaveraceae) quien obtuvo un efecto insecticida del 77,8 % sobre el *Hypothenemus hampei F*. (Valencia et al. 2007).

Por su parte, Ringuelet y sus colaboradores (2014) muestran la actividad repelente e insecticida del aceite esencial de *Lippia alba* (Verbenaceae), sobre adultos de *Tribolium castaneum*, en granos de trigo. Se concluyó que la repelencia que produjo el aceite fue altamente significativa con respecto al control, logrando disminuir la presencia de insectos por encima del 50 % a las 24 horas. En cuanto a la mortalidad, comparando las técnicas de aplicación del aceite esencial y empleando la mayor concentración a las 24 horas, se encontraron diferencias altamente significativas a favor de la pulverización con una mortalidad del 100 %, mientras que a los 7 días no existieron diferencias entre ambos métodos.

También se reportó la evaluación del efecto insecticida de extractos de semilla de *Annona muricata* empleando dos métodos de extracción, en el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais,* el extracto que mostró mayor actividad insecticida fue el obtenido mediante maceración con hexano, obteniendo, una concentración de 50.000 ppm, mortalidades del 100% de los insectos a partir de las 48 horas. Le sigue el extracto con acetato de etilo a una concentración del 5.000 ppm con una mortalidad del 97 % a las 72 horas de aplicación del tratamiento (Augusto et al, 2008).

Por su parte, Giraldo y Geovanny (2015) evaluaron el extracto de ruda (*Ruta graveolens*) en un cultivo de tomate, donde obtuvieron en promedio 17,25 frutos sanos por planta y el extracto de ortiga (*Urtica dioica*) con un promedio de 13,76% frutos sanos por planta. En comparación con el testigo sin inocular que fue de 12,59% frutos sanos y el testigo inoculado de 15,08% frutos sanos.

De otro lado, para Cortez Villarroel (2016) el anamú (*Petiveria. alliacea. L*) es una planta que presenta variedad de propiedades químicas, por lo que se utiliza como antiinflamatorio, insecticida, antiparasitario, antiofídica y antimicrobiana. Algunos indígenas de Nicaragua, Guatemala, Ecuador y la Amazonia Peruana la emplean para el dolor de cabeza, dolores reumáticos y como insecticida (Narut, 2014).

Debido a estos componentes y a los resultados obtenidos en investigaciones realizadas en el control de plagas, el anamú resulta un elemento esencial en la elaboración de insecticidas a base de plantas (Muñoz Cuervo, 2011). Estos extractos se han reportado con resultados positivos para controlar y repeler insectos como mariposas, mosquitos y moscas (Del Carmen Salazar, 2010).

Según Neves y colaboradores (2011) la utilización de aceites esenciales de raíces y flores de *P. alliacea. L* ejerció efecto acaricida sobre *Tetranychus urticaes.* Igualmente existe evidencia de actividad supresora del aceite esencial de anamú en la nutrición de larvas de *Attagenus piceus* (Roth y Lindorf ,2002). Del mismo modo, Adebayo y colaboradores (2007) evaluaron el destilado acuoso de raíz de *P alliacea. L* sobre la ovoposición de *Aedes aegypti y Culex pipiens fatigans* registrando un descenso entre el 80 y 90%, así mismo evaluaron el efecto insecticida del extracto acuoso de raíz sobre *Ootheca mutabilis, Maruca testulalis, Zonocerus variegatus, Riptortus dentipes y Apunth varium,* con resultados entre el 80 y 90% de incidencia.

Algunas referencias etnomédicas en Brasil, Paraguay y otros lugares refieren su empleo como pesticidas, insecticidas, nematicidas y vermífugos (Camacho, 2010). Estos efectos corresponden con la acción de compuestos como el benzaldehído y el ácido benzoico de las raíces, así como la cumarina de sus hojas. La cumarina funciona como defensor para la planta ya que posee propiedades supresoras del apetito, lo que provoca la disminución del impacto del pastoreo sobre el forraje. Además, tiene propiedades antimicrobianas, captadoras de radiación UV e inhibidoras de la germinación (Camacho, 2010).

La raíz del anamú contiene la tritiolaniacina, sustancia considerada como antiséptica, de ahí su acción frente a determinadas afecciones ocasionadas por bacterias, microorganismos y hongos. De la raíz y de las hojas de anamú se pueden obtener extractos con un alto contenido en azufre el cual es un elemento primordial en la fabricación de pesticidas naturales, fungicidas y como fertilizante (Ferrer, 2007). Según Ponte y sus colaboradores (1996) citado en Muñoz Cuervo, I. (2011) demostraron que las decocciones de raíz de anamú, disminuyeron el grado de infección de huevos y larvas de *Meloidogyne incógnita* en cultivos de *Lycopersicum esculentum Mill*, (*Solanum lycopersicum*).

De otro lado, y como lo expresa Ledesma y colaboradores (2015) para el control del *Neoleucinodes elegantalis* en el fruto de la naranjilla se han implementado extractos de vértigo (*Crysanthemum* sp.) y aceite de piñón (*Araucaria araucana*), con una eficiencia de mortalidad de sus huevos y larvas del 51.41% el cual contiene piretrinas que actúan a nivel de los axones neurales ocasionando parálisis en el sistema nervioso del insecto. Del mismo modo para el control de *Tuta absoluta* en tomate según Evert y colaboradores (2015) se utilizaron extractos vegetales de hoja de paraíso (*Melia azedarach L*) con un porcentaje de reducción poblacional del 24%, bulbos de ajo (*Allium savitum*) con 9,6%, hojas de eucalipto (*Eucaliptus grandis*) con 27%, y extractos de ají (*Capsicum frutescens* L) y jabón con un 33%, siendo este último el más eficaz.

Se utilizó un extracto de *Melia azedarach*, el efecto larvicida para la *Tuta absoluta* fue del 21 %, los resultados de este extracto son bastante promisorios puesto que no solo controla las larvas de *Tuta*, sino otras plagas de importancia agrícola (Toro Mejía, 2012).

Por su parte, se han implementado diferentes plantas tales como el ajo, hierbabuena y ruda para el control de la *Tuta absoluta* o polilla del cultivo de tomate *(Lycopersicon esculentum Mill)* obteniéndose los diferentes porcentajes de eficiencia: ajo 31.48%, hierbabuena 19.02%, ruda 6.23%, ajo más hierbabuena 15.08%, ajo más ruda 12.06%, hierbabuena más ruda 5.82% y ajo más hierbabuena más ruda 10.92%, presentándose mayor incidencia en los brotes, flores, frutos y con menor incidencia en tallos y hojas como lo dice Zona,(2013).

4.2 **Marco teórico**

4.2.1 **Control biológico**

Para el control biológico existen diversos organismos entomopatógenos, como virus, hongos, bacterias y nematodos que son reproducidos de forma masiva y se venden comercialmente (Cabello, 2006). Se han identificado y estudiado diversas especies de hongos que afectan plagas de cultivos de importancia económica (Monzón, 2001). Con esta práctica se busca el manejo de plagas a través del uso de organismos vivos o partes de estos en la reducción de poblaciones de organismos que causan daño a determinado cultivo, reduciendo la calidad del producto y la cantidad del mismo (Corley, 2012). Según Nicholls (2008) el control de un organismo principalmente insectos, a través del trabajo de otro ser vivo ayuda a mantener el equilibrio natural

Dentro de la clasificación de los controladores biológicos se tiene el control conservativo, el clásico y el aumentativo. El control biológico conservativo permite conservar los organismos benéficos que se encuentran en un sitio determinado con el fin de mantener la población requerida, caso contrario al control biológico clásico, que consiste en traer organismos que controlen en un sitio determinado ciertas plagas que generan daño a los cultivos; por su lado el control biológico aumentativo, trabaja en aumentar esos organismos biológicos que fueron importados en el control biológico clásico (Rodríguez, 2010).

Ahora bien, se presentan diferentes tipos de controles biológicos como las feromonas, entomopatógenos, parasitoides y otros extractos (Cañedo, 2011). Los organismos entomopatógenos, están caracterizados por ser unicelulares, se dan por reproducción binaria o también por reproducción sexual, forman cuadros infecciosos en los insectos, lo que en muchas ocasiones generan la muerte (Monzón, 2002). Estos organismos se presentan en dos categorías: bacterias esporulantes y no esporulantes; las esporulantes presentan capacidad invasora en los organismos, al igual que producen toxinas, además de poseer resistencia al medio en donde se encuentran. Por su parte las no esporulantes no poseen capacidad invasora, encontrándose en el sistema digestivo de los insectos (Guaharay, 2004).

Por otra parte los parasitoides suelen ser insectos que en estado larva se desarrollan en la parte interna de un animal, pero invertebrado, lo que genera la muerte del hospedero, en donde el hospedero es aquel animal que le sirvió de casa al otro (Casanova, 2011).

Las feromonas son trampas que las personas ubican en puntos estratégicos, estas trampas poseen sustancias adhesivas, que hacen que ciertos insectos se adhieran a ellas, durante algunas semanas (Jiménez, 2009).

Por su parte los extractos vegetales se obtienen de algunas partes de la planta como hoja, raíz, tallo y flor empleando algunos solventes como aceite, agua, alcohol y glicerina (Marcano, 2005).

4.2.2 **Bioinsecticidas**

Los bioinsecticidas son aquellas mezclas orgánicas que presentan por lo general partículas de cloro en su estructura molecular, y que a su vez tienen gran toxicidad para los insectos. Dentro de estos compuestos se tienen varios grupos como los derivados halogenados de hidrocarburos alifáticos, halogenados de hidrocarburos alicíclicos con aplicabilidad como insecticida y fungicida, además de los derivados halogenados aromáticos (Eixarch, 2004). Estas sustancias trabajan en el sistema nervioso de los insectos, aun no se sabe si el mecanismo es por contacto o por ingestión. Los bioinsecticidas son sustancias que tienen acción biocida gracias a la naturaleza de su composición química, están dados para el cuidado de las plantas y eliminar los insectos que generan algún daño a los cultivos establecidos, cuidando el medio ambiente y la salud del hombre (Nicolás, 2011).

Los bioinsecticidas están dados para la sostenibilidad de los agro ecosistemas, estos permiten la sostenibilidad de los cultivos, presentando grandes ventajas desde el ámbito ecológico, puesto que ayudan al equilibrio natural de los diferentes ecosistemas en el control biológico de plagas (Silva, 2002).

La clasificación de los bioinsecticidas se presenta de acuerdo a la acción que ejerzan en las plantas, teniendo entre los más comunes los bioestimulantes (bioenraizador), los biofertilizantes, los biofungicidas y los bioinsecticidas (biorepelente).

Según el IPES-Promoción del Desarrollo Sostenible (2010) en primer lugar se tiene los bioestimulantes, los cuales se preparan a base de vegetales y permiten el desarrollo de diferentes partes de la planta. En segundo lugar se tienen los biofertilizantes que a través de la descomposición de materia orgánica por parte de microorganismos permiten que la planta asimile fácilmente las sustancias. En tercer lugar se encuentran los biofungicidas a base de minerales o vegetales que impiden el crecimiento de hongos y mohos que provocan enfermedades, estos a su vez actúan de forma protectora y sistémica. Por último, los Bioinsecticidas permiten el control y la eliminación de insectos, son de origen natural, se extraen de alguna planta, insecto o mineral, estos se producen a través de infusiones, maceraciones, purines y decocciones (Ruiz, 2012).

4.2.3 **Extractos vegetales**

Las plantas a través de la historia han desempeñado un papel fundamental en suplir las necesidades básicas del hombre en el proceso de alimentación, medicina, vivienda, vestido y demás actos que conlleven a mejorar la calidad de vida (Fernández, 2012). Se cuenta con gran variedad de plantas que gracias a sus derivados, se puede tener control en diversidad de insectos, bacterias, hongos y virus que afectan cultivos existentes en los campos (Celis, 2008).

Estos derivados se conocen como extractos vegetales, los cuales se obtienen a través del procesamiento de algunas partes de la planta como hoja, raíz, tallo y flor, empleando solventes adecuados. Los extractos están compuestos por una serie de elementos activos y sustancias inertes, que ayudan a condensar las propiedades naturales de las plantas (Marcano, 2005).

Los extractos se caracterizan por estar compuestos esencialmente de plantas, que en su mayoría son consideradas malezas, no tóxicas y de fácil degradación, lo que permite un uso permanente, ayudando a mejorar la calidad y producción de las plantas a las cuales se les aplica (Rodríguez, 2000).

Algunos componentes activos que tienen las plantas y que se utilizan como controladores de insectos pueden presentar reacciones adversas en la personas, por lo que se deben tener las precauciones necesarias al momento de preparar y aplicar las sustancias resultantes al cultivo establecido (Benavides, 2008).

4.2.4 **Tipos de extractos**

Los extractos vegetales, de acuerdo al tipo de solvente que se utilice, se clasifican en extractos glicólicos, los cuales se obtienen gracias a la maceración en ácido glicólico, con el principio activo de las diversas plantas; extractos hidroalcohólicos o tinturas, en los que el solvente como el alcohol etílico entra en contacto con las partes de la planta con el fin de lograr un grado más alto de concentración de las propiedades; y extractos oleosos, que se obtienen cuando se deja macerando diferentes partes de la planta en un aceite vegetal especial (Quirós & Albertin, 2004). Por su lado las extracciones en agua son aquellas que se obtienen a través de la cocción de las partes de las plantas, sin utilizar ningún tipo de sustancias en el proceso (Carrizo, 2008).

4.2.5 **Procesos de extracción**

Para iniciar el proceso de obtención de los extractos vegetales, es necesario someter las diferentes partes de la planta a diversas técnicas con el fin de adquirir mejor calidad de las sustancias puras de cada una de las partes utilizadas (Levitus Gabriela, 2004). Los procesos a los cuales son sometidas algunas partes de las plantas para la obtención de los extractos vegetales, se realizan mediante actividades como:

Decocción: En la decocción se maceran diferentes partes de las plantas, se llevan al punto de ebullición en una cantidad mínima de agua, en un recipiente completamente tapado con el fin de que no se evapore y se deja reposar (Verde-Star., 2016)

Infusión: Consiste en poner en un recipiente con agua caliente las partes de la planta que se desee, se dejan reposar por un tiempo aproximado de 15 o 20 minutos, bien tapado y luego se pasa por un cedazo para separar el material depositado del líquido (Boxler, 2011). La infusión con diferencia a la decocción, es que la segunda no se lleva a punto de ebullición.

Maceración: Esta técnica se puede trabajar en frio o caliente; se toma la parte y la cantidad de la planta deseada, se sumerge en agua caliente o fría, se deja en reposo durante horas, semanas o incluso hasta meses, de acuerdo a la consistencia del material utilizado y la concentración deseada, de manera que el agua pueda ayudar a soltar las propiedades activas de las partes empleadas (Guerra, 2005).

Percolación o lixiviación: Proceso que lleva a la extracción de las propiedades de las plantas con un componente especial, en este caso el agua, que ayuda a extraer beneficios tanto de las hojas como del tronco y raíz ya pulverizadas y dejadas en maceración, luego se filtran con el fin de separar lo solido de lo líquido (Acón, 2013).

Extracción soxhlet: Proceso que consiste en dejar por 30 minutos las partes de la planta en agua a temperatura ambiente, para separar sustancias sólidas de líquidas, con el fin de determinar la cantidad de grasa, componentes liposolubles y tintes en diferentes tomas realizadas (Verde-Star, 2016).

4.2.6 **Anamú**

Esta es una planta que se caracteriza por tener 1 m de altura, con un tallo poco ramificado, delgado, ramas ascendentes, hojas cortas, ovaladas y agudas en el ápice (Batista Duharte & Laffita, 2011). Sus flores toman la forma de espigas delgadas, de color rosa pálido; su raíz ramificada con un olor característico a ajo, por lo que toma el nombre de anamú (José, 2007). Es una planta capaz de contener diversos derivados de azufre, entre los que se cuenta el dibencil trisulfuro (DBTS) (Arenas Patricia, 2011). Debido a sus propiedades insecticidas resalta el efecto en plagas como *Ootheca mutabilis*, *Maruca testulalis*, *Zonocerus variegatus*, *Riptortus dentipes* y *Apunth varium* (Cuervo, 2011).

Gracias a estos compuestos se ha promovido las obtención de algunas sustancias sintéticas, principalmente anticancerígenas, actividad antimicrobiana y analgésicos; además se ha utilizado principalmente en Brasil y Paraguay como pesticida, insecticida, nematicida y vermífugo, gracias a los compuestos como el benzaldehído y el ácido benzoico de las raíces y la cumarina de sus hojas (Ferrer, 2007).

4.2.7 **Extracto de Anamú**

Se tienen investigaciones farmacognósticas, fotoquímicas, preclínicas y farmacológicas en el Departamento de Farmacia de la Universidad de Oriente de Santiago de Chile con el anamú, dentro de lo que se ha evaluado la actividad antimicrobiana' de los extractos de las hojas frescas (Castro y Campos, 2016).

En la idea de sustituir las sustancias químicas por naturales en el control de plagas, se han realizado varias pruebas con diferentes plantas y se ha encontrado que el extracto de anamú ha concurrido en una tasa de mortalidad del 73% a nivel de laboratorio y a nivel de campo con un 60% en plagas que afectan importantes cultivos en Nigeria como *Ootheca mutabilis, Maruca testulalis, Zonocerus variegatus, Riptortus dentipes* y *Apunth varium,* (Calad, 1998).

Por otra parte, los extractos más utilizados en la elaboración de bioinsecticidas son los blandos y secos, en donde los extractos blandos consisten en sustancias semisólidas, que contienen una cantidad de agua considerable o solución hidroalcohólica alrededor de un 60% (Almeida, 2000). Por su parte los extractos secos son de apariencia pulverizable que se pueden obtener a través de la evaporación del disolvente y desecación del residuo, la humedad en este tipo de extractos no supera el 5%, son elementos con gran estabilidad y de fácil manejo, caso contrario a los extractos blandos, los cuales presentan consistencia semisólida, pocos estables, por lo que se dificulta su manipulación y es difícil de utilizar (Jara, 2010).Ambos extractos pueden trabajar con coadyuvantes para lograr una mayor fijación a la planta (Pacheco, 2013).

4.2.8 **Tomate**

Dentro de las especies de hortalizas, el tomate (*Lycopersicon esculentum*), se encuentra en los 15 productos más cultivados en el mundo, obteniéndose unas 60 millones de toneladas por año en 5 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 23 toneladas por hectárea (López, 2007). En Colombia la producción de esta hortaliza está estimada en unas 560.000 toneladas anuales, en un área de 20.000 hectáreas, con rendimientos promedios de 30 toneladas por hectárea (Salinas, 1993).

El tomate es una planta que se cosecha entre los 3 y 4 meses, a una temperatura que oscila entre los 18 y 25°C, sobre una altura del nivel del mar entre 0 y 1.200 m (Dane-Ena, 2014). Además se necesita de un buen drenaje y suelo suelto, con suficiente materia orgánica, de manera que las raíces, las cuales se encuentran inicialmente en los primeros 60 cm de profundidad, tengan la capacidad de desarrollarse para lograr un buen sostenimiento y absorción de nutrientes (Holwerda, 2006).

4.2.9 **Ciclo de producción de tomate**

La producción de tomate está determinada en tres ciclos: etapa inicial, vegetativa y reproductiva (Escalona y Martin, 2009). En la etapa inicial se tiene la germinación de las semillas, para luego ser trasplantadas, proceso dado entre 1 y 21 días (Roa, 2011). Después de que se cumpla la germinación, se presenta la etapa vegetativa, la cual está comprendida por dos procesos: desarrollo vegetativo y floración. El desarrollo vegetativo se inicia entre los 22 y 49 días y la floración se presenta entre los días 51 y 80 (Godoy, 2013).

Después de esta segunda etapa, se tiene la tercera y última; la reproductiva, dada entre los días 81 y 100 (Gustavo, 2011). La etapa vegetativa es aquella en donde la planta requiere de mayor atención en cuanto a los nutrientes necesarios para su pleno desarrollo y garantizar así una excelente producción (Pérez, 2001).

4.2.10 **Plagas en el tomate**

Las plagas en los cultivos indican un desequilibrio ecológico y por ende en el proceso de biodiversidad en los diferentes ecosistemas (Estrada, 2008). En la actualidad el cultivo del tomate tiene alrededor de treinta órdenes de insectos, pero nueve de estas especies corresponden, a *saltatoria, Difteria, Lepidóptera, Coleóptera, Thysanoptera, Hymenoptera, Isoptera, Hemiptera y Homoptera* (Plagas y enfermedades forestales en América Central, 1991).

Tabla 1. **Características de las plagas más habituales en el cultivo de tomate**

Plaga	**Características**
Mosca Blanca. Figura 1. *Bemisia tabaci*	Es un insecto que chupa la savia de las hojas, minimizando en un 50% el rendimiento del Cultivo (Francisco, 2006). Se localizan en el envés de las hojas, con un ciclo de duración aproximado de 24 a 28 días, tiempo en el cual pasa por tres estadios,

FUENTE:HTTP://WWW.CASADEINSECTICIDAS.COM.AR/DETALLE_NOTA.PHP?ID_NOTA=40	huevo, ninfa y Adulto (Cardona, 2005)
Ácaro Rayado o Arañuela roja. Figura 2. *Tetranychus urticae* **FUENTE: HTTP://WWW.AGROMATICA.ES/PLAGAS-Y-ENFERMEDADES-DEL-TOMATE/**	Es un ácaro con capacidad para reproducirse Y producir daño en Poco tiempo, puesto que posee un ciclo de vida corto (Villajelui, 1996). Pasa por cinco etapas: huevo, larva, primer estado ninfal (*Protoninfa*), segundo estado ninfal (*Deutoninfa*) y por último el adulto (Escudero, 1999). Las larvas, ninfas y adultos se alimentan del envés de las hojas, lo que genera que éstas se tornen de un color amarillento, Generando bajo crecimiento en La planta y por ende en la producción (Miret, 2012).
Palomilla del Tomate.	La palomilla del Tomate puede llegar a Depositar 250 huevos en el envés de las hojas o en los tallos, donde el ciclo Puede alcanzar alrededor de 23 a 40 días (Aguilera, 2016).

 Figura 3. *Tuta absoluta* **Fuente: https://www.koppert.es/plagas/tuta-absoluta**	Las larvas se devoran todo lo relacionado con El mesófilo de las hojas, los frutos y tallos tiernos, dejando a un lado los frutos próximos a la Cosecha (López, 2007).
Oruga de la hoja. Figura 4. *Hedylepta indicata* **Fuente: https://www.ecured.cu/Archivo:Gusano_pega_hojas.jpg**	Es una plaga que Se alimenta de hojas, Las cuales pegan unas Con otras, lo que limita el trabajo de la fotosíntesis de las plantas (Urretabizkaja & Vasicek, 2010). El ciclo de vida está dado en 25 días, de los cuales entre el cuarto y séptimo día para Eclosionar y 14 días para el adulto (Martínez, 2006).
Gusano del Fruto.	Cuando las larvas inician su ciclo se alimentan de las hojas, al paso de su desarrollo pasan a los frutos, lo que genera que estos se pudran (Peña, 2012). La pupa por lo

 Figura 5. *Helicoverpa zea* **FUENTE: HTTP://WWW.SENAR.ORG.BR/NOTICIA/SENAR-DIVULGA-VIDEO-INFORMATIVO-SOBRE-HELICOVERPA-ARMIGERA**	general se encuentra en el piso, a una profundidad entre 5 y 15 cm, se manifiesta de color café y mide aproximadamente 2 cm (Cave, 2011).
Minador de la hoja. Figura 6. *Phyllocnistis citrella* **FUENTE : HTTPS://WWW.INVASIVE.ORG/BROWSE/DETAIL.CFM?IMGNUM=5490240**	Es un insecto con cuatro estadios en su desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto (Valladares, 2017). Los huevos se encuentran localizados en la epidermis de la hoja, donde eclosionan en cuatro días (Asplanato, 2009). En sus primeros estadios, cuando esta es larva su alimentación se basa en el mesófilo de las hojas, mientras que en estado pupa y huevo, no se presenta ningún tipo de alimentación para el minador, solo se genera pérdida en el follaje y

	quemazón en los frutos (Urbina, 2001).
Perforador del fruto de tomate. Figura 7. *Neoleucinodes elegantalis* **FUENTE: HTTP://WWW.AGRO-TECNOLOGIA-TROPICAL.COM/PERFORADOR_DEL_FRUTO_DEL_TOMATE.HTML**	El perforador del tomate se tiene como uno de los que más genera daño en los cultivos independiente sea el clima (Basantes, 2015). Se localiza en el cáliz de la planta, pasando por el ciclo completo de una mariposa en un periodo comprendido entre 20 y 22 días (Peña, 2013).

FUENTE: COMPILACIÓN DE AUTORES

4.2.11 ***Neoleucinodes elegantalis***

El perforador del tomate, científicamente conocido como ***Neoleucinodes elegantalis***, realiza una perforación del fruto por la parte inferior, por medio de las larvas, las cuales se alimentan tanto de las semillas como de la pulpa que contiene el tomate hasta que inicia su periodo de desarrollo (Cajamarca, 2010). Este lepidóptero ataca a los frutos que están iniciando su desarrollo creando galerías dentro de él, depositando los huevos en los frutos verdes, especialmente en el cáliz (Noelia, 2013). Cuando estas larvas están en la etapa adulta pasan a la forma de polilla, la cual mide 25 mm, de un color marrón claro, con un poco de color blanco

entre el tórax y el abdomen, las alas son trasparentes, y presentan algunas manchas de color marrón rojizo (Montilla, 2016).

El proceso de eclosión se da preferiblemente en las horas de la mañana (Díaz y Brochero 2012). La larva permanece al interior del fruto en la parte más carnosa alrededor de tres semanas, ya que cuando se acerca la época de cosecha, la larva sale del fruto y se ubica en las hojas de manera enrollada, formándose en pupa y luego en adulto, el cual es de vuelo nocturno, pone sus huevos para repetirse nuevamente el ciclo (Sandoval y Manzano, 2012). No es fácil determinar la presencia del *Neoleucinodes*, ya que solo se logra cuando los frutos empiezan a podrirse (Díaz, 2011).

La eclosión inicia cuando la hembra deposita 18 huevos en el cáliz de los frutos, permaneciendo allí entre 5 y 7 días, las larvas ingresan a los frutos más jóvenes, dejando en la parte externa un pequeño orificio que poco a poco se cierra, quedando con apariencia de puntos negros. La larva al interior de los frutos inicia su proceso de alimentación, lo que ocasiona que los frutos se caigan, se pudran y generen gran pérdida económica (Manzano, 2012).

De acuerdo a características como altitud, precipitación y temperatura, la presencia del *N. elegantalis* se ubica en zonas de bosque seco tropical, bosque seco premontano, bosque húmedo premontano, bosque muy húmedo premontano, bosque húmedo montano bajo y bosque muy húmedo montano bajo, sitios característicos de climas cálido, templado y frío (Díaz, 2011)**.**

El tratamiento que hasta el momento se ha utilizado para contrarrestar el *Neoleucinodes elegantalis*, ha sido el uso de sustancias químicas en la época de producción, pero no ha generado evidencias positivas, debido a que cuando se está en producción, ya está la larva dentro del fruto, por lo que el control químico no le presenta ningún efecto (Javier, 2013). Se necesita de un control que se ejecute terminando el proceso de florescencia de las plantas y que se pueda dar continuidad hasta la cosecha (Cabrera, 2008).

En Colombia la pérdida económica a causa de esta plaga está alrededor del 60,3%, pero en el afán de combatirla se ha utilizado productos insecticidas de origen químico para tratar de disminuir las pérdidas económicas, este control no genera el efecto que se busca debido a que las larvas se encuentran al interior del fruto, lo que la protege de la inhalación de los sustancias químicas. El *Neoleucinodes elegantalis* es una plaga que suele salir entre las 20 y 22 horas del día, sus huevos eclosionan en las horas de la madrugada, entre 4 y 5 de la mañana generalmente, también se puede decir que la larva tarda en perforar el fruto un tiempo menor a 24 minutos, por lo que es más favorable realizar los procesos de aspersión en las horas de la tarde en donde la población tiene menos actividad (Brochero, 2012).

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1. Ubicación del experimento

Esta investigación se realizó en el Centro Educativo Rural El Topacio, ubicado en la vereda que lleva su mismo nombre, al oriente del municipio de San Rafael, del departamento de Antioquia, Colombia. El Centro Educativo se encuentra ubicado en la Zona de influencia del embalse y cuenca del Nare, específicamente a 6°18'17.9" N 75°01'29.6" W, el cual se clasifica como zona de vida de “Bosque muy húmedo-Premontano”, con una temperatura entre 17 y 24 °C, una precipitación entre 2.000 y 4.000 mm y una altitud entre 1.000-2.000 msnm (Codazzi, 2017 y Jaramillo, 2016).

5.2 Establecimiento de parcelas

Se estableció un lote para el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*), variedad “Chonto”. Las medidas del terreno fueron de 6 m de largo por 7 m de ancho, el cual se dividió en 5 parcelas de 1.5 m de largo por 2,3 m de ancho. La distancia entre parcelas fue de 30 cm. Se sembraron alrededor de 50 plántulas, distribuidas de a 10 plantas por parcela en doble surco, las cuales estuvieron a una distancia de 30 cm, cada una.

Figura 8. Limpiando el cultivo de malezas

Figura 9. Adicionando abono orgánico

5.3 Diseño experimental

En esta investigación se evaluó el efecto del extracto crudo de anamú en el control de *N. elegantalis* en tomate. Se valoraron los extractos de la hoja (T1), de la raíz (T2) y de la combinación de ambos órganos de la planta (T3). Estos tratamientos se complementaron con un insecticida comercial de síntesis (Cipermetrina) (T4), y un tratamiento testigo sin tratar (T5).

Para la identificación de la variable respuesta a través del porcentaje de incidencia, que es considerado el número de casos nuevos que puede ocurrir en un espacio de tiempo determinado en el proceso de cultivo, se tiene que él **% de incidencia= número de frutos afectados/total de frutos evaluados,** para ello se utilizó un diseño experimental de bloque completamente al azar, en el cual se evaluaron 5 tratamientos en 5 parcelas, se realizó la aplicación de los tratamientos durante 4 semanas con dos aplicaciones por semana (martes y jueves entre las

7 y 8 de la mañana), con un total de 8 aplicaciones cubriendo la parte foliar y frutos de la planta. Las variables obtenidas fueron sometidas a un análisis de varianza (ANOVA), empleando el software de análisis de datos estadístico STATGRAPHICS.

Figura 10. Aplicación del extracto

Figura 11. Cultivo en producción

5.4 Obtención del extracto crudo de Anamú

Para la obtención de los extractos crudos de anamú se tomaron las hojas y raíces de la planta, las cuales fueron llevadas a infusión, luego a un posterior reposo, para ser aplicados a los cultivos

Para los tratamientos T1 y T2, se tomaron 300 g de hoja y 300 g de raíz de anamú por separado y se mezclaron, cada una de ellas, con un litro de agua en una olla de aluminio, tapándola posteriormente. Se llevó al fuego, sin llegar al punto de ebullición, a una temperatura entre 60 y 80^0C para hacer infusión durante 20 minutos. Al final de este periodo, se puso en otro recipiente tapado, en reposo por 24 horas, a temperatura ambiente, realizando una agitación manual cada 12 horas. Después de esto se filtró en un tamiz malla # 200.

Para el tratamiento combinado (T3) se tomaron 150 g de hoja y 150 g de raíz de anamú y se mezclaron en un litro de agua, en una olla de aluminio tapándola posteriormente, repitiendo el procedimiento anterior bajo las mismas condiciones de temperatura y tiempo.

Los extractos obtenidos en los tratamientos (T1, T2 y T3) se conservaron en un recipiente ámbar, a temperatura ambiente y alejada de la luz solar con el fin de preservar sus propiedades y principios activos hasta su posterior aplicación.

Figura 12. Materiales para el extracto

.Figura 13. Peso de las hojas y raíz

Figura 14. Hojas y raíz para infusión

5.5 Aplicación del extracto

Los extractos se aplicaron al follaje y frutos de las plantas, mediante dos aspersiones por semana, los días martes y jueves, por cuatro semanas con un total de 8 aplicaciones. La aplicación se realizó en las horas de la mañana, entre las 7:00 am y 8:00 am, con bomba de aspersión, de arriba a abajo, cubriendo toda la planta.

Para la aplicación de los tratamientos (T1, T2 y T3), se tomó un litro de cada extracto puro de cada tratamiento y 20 g de melaza, como coadyuvante, para cada uno de ellos. Se llevó a la bomba, adicionando agua hasta completar 20 litros.

Para el tratamiento T4, (insecticida químico), Cipermetrina que contiene una mezcla de isómeros cis-trans de alfa ciano-3-fenoxibencil 2,2-dimetil-3-(2,2-diclorovinil) ciclopropano carboxilato, solventes y emulsionantes, la marca Nufarm recomienda que para el cultivo de tomate que presente polilla, se deba utilizar 40 cc/ha (Pórfido, 2007). Este es uno de los insecticidas más utilizados comúnmente

en el manejo de plagas de verduras y hortalizas en la región, pero los agricultores habitualmente utilizan 1cm por litro de agua. Para el tratamiento T5, correspondiente al testigo, no se le realizó aplicación, ya que este sirvió como referencia para medir la efectividad de los tratamientos con los extractos de anamú y el tratamiento químico.

Tabla 2. Tratamientos evaluados y dosis

Tratamientos		Dosis
T01	Anamú (hoja)	1000cm^3/5000cm^3 H_2O +20g melaza
T02	Anamú (raíz)	1000cm^3/5000cm^3 H_2O +20g melaza
T03	Anamú (hoja–raíz)	1000cm^3/5000cm^3 H_2O +20g melaza
T04	Insecticida químico	Dosis comercial
T05	Testigo	Sin aplicación

5.6 Evaluación del nivel de daño

El nivel de daño se determinó mediante el **% de incidencia=número de frutos afectados/total de frutos evaluados.** Para determinar el nivel de daño de los frutos se clasificaron en dos categorías: frutos afectados y no afectados, en donde los frutos afectados fueron tomados como aquellos que presentaran perforaciones, agujeros o manchas negras además de los frutos que estuvieran podridos, que presentara similitud a una bolsa bien sea por partes o en su totalidad.

Se recolectaron dos cosechas, en la primera cosecha se recolectó el primer muestreo, el cual consistió en 10 plantas al azar de las parcelas establecidas, a las cuales se les aplicaron los 5 tratamientos con dos repeticiones por semana durante cuatro semanas. Para la segunda cosecha se recolectaron 6 plantas al azar de las parcelas establecidas, a las cuales se les aplicaron los mismos tratamientos durante el mismo periodo de tiempo. Esto permitió determinar el número de frutos afectados frente al total de frutos recolectados en la muestra y la efectividad de cada uno de los tratamientos.

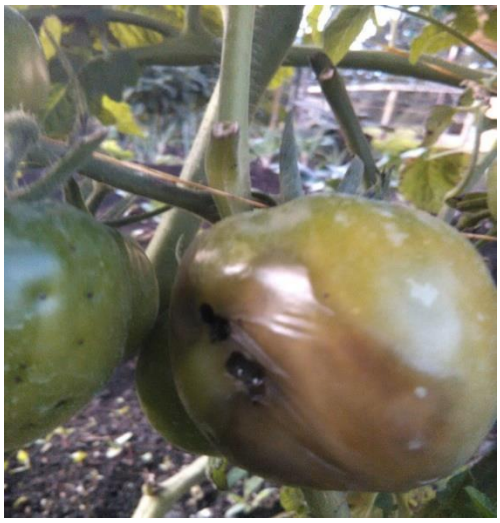


Figura 15. Frutos primera cosecha nivel de daño testigo.

Figura 16. Frutos primera cosecha, tratamiento hoja-raíz parte superior/hoja parte inferior

Figura 17. Tratamiento químico

Figura 18. Segunda cosecha. Tratamiento raíz

Figura 19. Tratamiento hoja-raíz. Segunda cosecha

6. RESULTADO Y ANÁLISIS

En esta investigación se evaluó el efecto de los extractos crudos de la hoja, la raíz y la combinación de ambos órganos de anamú en el control de *N. elegantalis* en el cultivo de tomate. Para esta investigación se seleccionó la planta de anamú de la familia *Phytolaccaceae*, ya que sus extractos metabólicos poseen propiedades pesticidas, insecticidas, nematicidas y vermífugos (Camacho, 2010 y Cuervo, 2011) Estos efectos corresponden con la acción de compuestos como el benzaldehído y el ácido benzoico de las raíces así como la cumarina de sus hojas (Ferrer, 2007).

6.1 Proceso para la obtención del extracto

Para esta investigación se realizó la obtención de los extractos de la hoja y la raíz de anamú así como de la combinación de ambos órganos. Los extractos se obtuvieron mediante el proceso de infusión en agua, aprovechando así los principios activos de la planta. Los componentes metabólicos de plantas herbáceas y perennes como el anamú son altamente solubles en agua y pueden ser obtenidos mediante infusión logrando así mayor efectividad, en cambio los extractos obtenidos a base de alcohol para el caso del anamú, muestran menor presencia de metabolitos, siendo menos efectivos que los anteriores(Suarez, 2012).

El anamú es una planta reconocida por sus propiedades antifúngicas, insecticidas, antimicrobianas y vermífugas, así como para el control de plagas de diferentes cultivos (Calad, 1998).Sus extractos han sido reportados con resultados positivos en el control de garrapatas del ganado según Rosado-Aguilar, (2010), cepas de protozoos y bacterias (Taylor, 2011) al igual que en plagas como *Ootheca mutabilis*, *Maruca testulalis*, *Zonocerus variegatus*, *Riptortus dentipes* y *Apunth varium* (Cuervo, 2011).

Para esta investigación se obtuvieron tres extractos, por infusión disueltos en agua; quienes mostraron características como: En el extracto de hoja, se presentó un color verde claro; en el de raíz, se pudo percibir un olor aliáceo y observar un color verde oliva; la textura de ambos era ligeramente pastosa.

Figura 20. Materiales para la preparación del extracto

Figura 21. Se tritura la raíz

.

Figura 22. Se pesa la raíz

Figura 23. Se filtra la infusión de raíz

Figura 24. Residuos de filtración

Las plantas de anamú que se utilizaron en la elaboración de los extractos fueron recolectadas en los meses de junio y julio. Después de que se recolectaron las plantas, se dejaron a la sombra por un tiempo de 8 días, para luego preparar las infusiones. Las plantas que se recolectaron para este proceso fueron de dos municipios con características diferentes, San Roque y Salgar (Antioquia), quien posee una temperatura de 23° C y una altura de 1.250 msnm y San Roque con una temperatura de 21° C y una altura de 1.475 msnm (IGAC, 2017). Según Ferrer, (2007) se debe de tener en cuenta factores ambientales, región, tiempo y lugar de recolección de la planta, factores que pueden influir en la efectividad de los principios activos, en este caso del anamú.

Figura 25. Anamú (*Petiveria alliacea*)

Por otra parte, en la elaboración de extractos vegetales el secado juega un papel importante, ya que por medio de este se impide el desarrollo de reacciones de oxidación, de hidrolisis, al igual que menor carga bacteriana, que pueden influir en la obtención de las sustancias activas de las plantas. La mayoría de las plantas deben ser secadas entre 30^{o}C y 60^{o}C (Sharapin, 2000). Investigaciones han arrojado resultados en la evaluación del efecto del extracto acuoso de anamú en el *Rhizobium* spp, analizado bajo condiciones controladas y semicontroladas. Se logró evidenciar que las condiciones de secado a la sombra presentaron mayor efectividad que los productos secados al sol, porque al someter las plantas a altas temperaturas puede ocasionar cambios totales o parciales en los metabolitos. Otros factores como las condiciones de recolección, tiempo, lugar y condiciones ambientales influyen en la composición química de las plantas (Hurtado, 2016).

6.2 Efecto de los extractos de anamú en el nivel de daño de N*eoleucinodes elegantalis* en el fruto de tomate.

En esta investigación se evaluó el efecto de los extractos de anamú en el nivel de daño del gusano perforador del tomate, *N. elegantalis*. Se emplearon cinco tratamientos, tres de los cuales correspondieron a extractos naturales a base de anamú, un testigo sin aplicación y un tratamiento con insecticida de síntesis (agroquímico).

La tabla número 3, presenta el nivel de daño de *N. elegantalis* en las plantas de las diferentes parcelas del cultivo de tomate que componen el experimento.

Tabla 3. Porcentaje de daño en la primera cosecha en cada una de las plantas según el tratamiento

Planta	% de daño				
	Extracto Hoja	**Extracto Raíz**	**Extracto Hoja-Raíz**	**Control Químico**	**Testigo**
1	11,11	14,29	0,00	12,50	20,00
2	0,00	0,00	12,50	10,00	22,22
3	16,67	16,67	14,29	14,29	12,50
4	25,00	28,57	0,00	12,50	25,00
5	10,00	11,11	20,00	22,22	28,57
6	0,00	0,00	0,00	0,00	16,67
7	0,00	0,00	0,00	12,50	22,22
8	11,11	14,29	10,00	22,22	11,11
9	12,50	12,50	0,00	14,29	0,00
10	22,22	10,00	0,00	11,11	20,00
Promedio	**10,86**	**10,74**	**5,68**	**13,16**	**17,83**
D.E.	**8,95**	**8,99**	**7,73**	**6,28**	**8,22**

D.E.: Desviación Estándar

El 90 % de las plantas del tratamiento testigo presentaron un nivel de daño entre el 11 y el 28 % de frutos afectados, con un valor promedio del 17.83 %. Este nivel de daño se puede considerar bajo en comparación con aquellos reportados para esta plaga por la literatura. Díaz y Brochero (2012) reportaron un nivel de daño de esta plaga en tomate chonto de alrededor del 60%. El bajo nivel de daño ocasionado en el tratamiento testigo para esta cosecha pudo deberse a factores ambientales como la temperatura y la altitud, ya que los tratamientos aplicados se hicieron en meses del año relativamente calurosos como lo es de junio a agosto.

Al comparar los dos reportes de pérdidas, dejan ver un resultado del 42.17%, a favor del testigo de esta investigación. Este resultado puede deberse a factores como la época de siembra que fue calurosa, lo que disminuye la presencia de plagas, aumentando la producción de frutos y calidad de la cosecha.

En las plantas de la parcela correspondiente a Extracto Hoja se evidenció un daño en el 10,86 % de la totalidad de sus frutos. A su vez, aquellas que recibieron la aplicación del Extracto Raíz presentaron un 10,74 % de sus frutos afectados por la plaga. La aplicación del extracto combinado de hoja y raíz permitió reducir la presencia de *N. elegantalis* al 5,68 % de los frutos de la parcela. De acuerdo a estos resultados obtenidos en cada tratamiento de los extractos, se determinó que el mayor efecto frente a la plaga tratada lo ejerció el extracto combinado hoja y raíz, puesto que arrojó el resultado más bajo en cuanto a la presencia de la plaga. Por tanto el daño más alto lo presentó el testigo con un resultado de 17.83%, hallándose una diferencia de daño entre los dos de 12.15% a favor del extracto.

Esta diferencia de resultados, a favor de la mezcla del extracto hoja-raíz, es posible a la acción conjunta de sus componentes principales como es el caso del ácido benzoico y el benzaldehído presentes en la raíz y la cumarina en la hoja (Ferrer, 2007). Debido a esta mezcla se produce una sinergia, la cual genera una mayor concentración de propiedades en una sola mezcla, lo que conlleva a una mejor efectividad en la inhibición del nivel de daño por parte del *N. elegantalis.*

De acuerdo al resultado del nivel de daño en las plantas que recibieron la aplicación de los extractos de anamú, se obtuvieron resultados inferiores a los presentados por el tratamiento químico y el testigo; se evidenció una inhibición de 4.67%, en nivel de daño por parte del control químico con relación al testigo debido a los componentes presentes en la Cipermetrina como los isómeros, solventes y emulsionantes, combinación altamente tóxica, lo que hace que el daño sea menor frente al testigo (Pórfido, 2007).

En cuanto a la diferencia del control químico frente al extracto de hoja este presentó un porcentaje del 2.3 %; con relación al de raíz, una diferencia de 2.42% y frente al de hoja-raíz un promedio del nivel de daño del 7.48%, diferencias a favor de los extractos. Estos resultados dejan ver como el nivel de daño registrado a base del control químico es más alto que el observado en los extractos, esto quizás a la efectividad de las propiedades insecticidas presentes en los extractos de anamú.

Teniendo en cuenta los resultados en este experimento, el extracto de hoja arrojó resultados positivos gracias a la cumarina quien ejerce control sobre la plaga, al igual que metabolitos como el dibencil trisulfuro (DBTS), el cis-3- hexenal, benciltiol, bencildisulfuro, trans-2- hexenal, el fitol entre otros presentes en el anamú; estos metabolitos son fuente importante de compuestos inmunomoduladores quienes presentan actividad supresora, efecto biológico que ejercen estos compuestos de las hojas sobre el organismo de la plaga existente (Sánchez, 2002).

En cuanto al resultado del porcentaje del daño ocasionado por *N. elegantalis* para el caso del extracto raíz frente al tratamiento testigo, se halló una diferencia de 7.09%, resultado positivo para el extracto; lo anterior pudo deberse a la presencia de compuestos especiales en la raíz como es el caso del ácido benzoico y el benzaldehído, los cuales cumplen funciones insecticidas frente al control biológico de plagas (Sánchez, 2002).

En las plantas que recibieron aplicación de los diferentes extractos de anamú en el control del nivel de daño, se halló que el extracto de hoja y el de raíz en la primera cosecha presentaron tres plantas con 0% de daño equivalente al 30 % de las plantas, con un valor promedio de 10,86 %para el extracto de hoja y 10,74 % para el de raíz; en cambio el extracto de hoja–raíz, presentó un comportamiento más significativo, seis plantas sin nivel de daño equivalente a un 60% con un valor promedio de 5,68 %.

De lo anterior se puede inferir, que la combinación de los extractos de hoja y de raíz arrojaron mayor efecto sobre el insecto a aquel exhibido por cada uno de los extractos por separado; que el extracto hoja–raíz inhibe con mayor relevancia el nivel de daño del *N. elegantalis*, esto al parecer como lo expresa Ferrer, (2007) por las propiedades activas presentes en hoja como la cumarina y en raíz como el benzaldehído y acido benzoico, compuestos que mostraron una mortalidad del 100% en un estudio sobre el extracto de tallo y hoja *Petiveria alliacea* en garrapatas del ganado *Rhipicephalus microplus* (Boophilus) (Rosado-Aguilar, 2010).

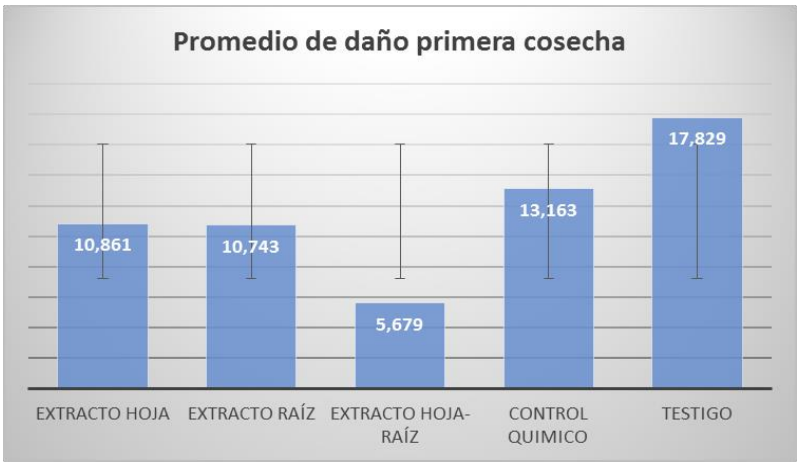
La presencia de varios metabolitos en la mezcla de extractos incrementa las propiedades insecticidas, lo cual disminuye la resistencia de los organismos (Souza *et al*. 2009).

Otros estudios en plantas de habichuela, han mostrado el efecto positivo de extractos de anamú por maceración disueltos en agua, para el control de áfidos en la habichuela (*Vigna unguiculata*) (Peña, 2013). Para este control se presentó un análisis de efectividad mediante un bloque al azar con tres replicas. En la primera prueba, el extracto de anamú mostró una efectividad del 36%, en la segunda de 37% y en la tercera un control del 61% (Peña, 2013)

En cuanto a los diferentes controles para el gusano pasador según Larrea (2015), se han presentado estudios sobre la efectividad de algunos extractos vegetales y agentes microbiológicos en el control *N. elegantalis*. Siguiendo un orden de efectividad durante cuatro cosechas se tiene que el Vértigo® insecticida de origen botánico, presentó un control de 15.84%, mientras que el aceite de piñón arrojó un control del 35.57%, al realizar la mezcla de los dos se obtuvo un nivel de efectividad de 51, 41%. También hace aclaración que el promedio de frutos sanos es más alto en épocas secas, ya que en esta época el Vértigo® y el aceite de piñón obtuvieron un promedio de frutos sanos del 77.07%, mientras que en época de lluvia evidenció un promedio del 21.02%.

Al comparar los resultados reportados por Larrea (2015), con los de esta investigación (extractos de anamú) se hallaron niveles de efectividad con valores superiores al 50%, cuyos valores oscilaron entre 89,14% y 94,32%, al igual que las condiciones ambientales que favorecieron los resultados.

En la figura 26 se puede visualizar el promedio y la desviación estándar del nivel de daño en cada tratamiento en la primera cosecha, siendo el tratamiento testigo quien presentó el nivel más alto del daño.



H= hoja R= raíz H-R= hoja y raíz Q= químico

Figura 26. Porcentaje de daño en cada planta según el tratamiento-primera cosecha

En esta investigación se realizó una segunda evaluación de los cinco tratamientos, con el fin de corroborar la efectividad de cada uno de los extractos a base de anamú en comparación con la primera cosecha. En la tabla 4, se logra evidenciar resultados de la segunda cosecha y con ello la eficiencia de los tratamientos con extractos naturales.

Tabla 4. Porcentaje de daño del *Neoleucinodes elegantalis* en la segunda cosecha en cada uno de los tratamientos.

Planta	% de daño				
	Extracto Hoja	Extracto Raíz	Extracto Hoja-Raíz	Control Químico	Testigo
1	12,50	11,11	0,00	11,11	25,00
2	0,00	0,00	11,11	11,11	20,00
3	14,29	16,67	10,00	10,00	14,29
4	22,22	25,00	0,00	12,50	22,22
5	10,00	10,00	25,00	25,00	20,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	12,50
Promedio	**9,83**	**10,46**	**7,69**	**11,62**	**19,00**
D.E.	**8,65**	**9,69**	**9,94**	**7,97**	**4,75**

El daño de las plantas del tratamiento testigo dejó ver en esta segunda cosecha un nivel de daño que oscila entre el 12 y 25% de los frutos afectados, con un valor promedio del 19%. Al comparar el nivel de daño de las dos cosechas la diferencia fue de 1.17%. Se puede atribuir este resultado al cambio de temporada de la segunda prueba; la primera fue en meses calurosos, esta segunda se realizó en los meses de septiembre, octubre y noviembre, época lluviosa, lo que hace que a las plantas las invada más fácilmente las plagas, en este caso el *N elegantalis.* Como lo dice Vázquez (2011) el cambio de clima, de temperatura, de humedad y de gases, características asociadas a cambios de periodos secos a húmedos altos favorecen el crecimiento de insectos los cuales disminuyen la producción de los diferentes cultivos.

En las plantas de la parcela a las cuales se les aplicó el extracto hoja arrojó un daño del 9.83% de la totalidad de sus frutos. A su vez, las plántulas que recibieron la aplicación del extracto raíz mostraron un daño del 10,46 %. En cuanto al resultado de la aplicación del extracto combinado de hoja y raíz, dejó ver una disminución de la presencia de *N. elegantalis* del 7,69 %. Por tanto el control químico evidenció un daño del 11,62% en los frutos tratados. De acuerdo a estos resultados obtenidos en la segunda cosecha en cada uno de los tratamientos, se pudo establecer que el mayor efecto frente a la plaga tratada lo evidencia la combinación del extracto hoja y raíz, puesto que fue este tratamiento quien presentó el resultado más bajo de infestación del *N. elegantalis*.

Para corroborar estos resultados se analizó en este experimento el extracto de hoja, con un promedio de daño 9,83 % y el testigo con 19,00 % se evidencia una amplia diferencia de 9.17 % en el nivel de afectación ocasionado por el gusano perforador a favor del extracto de hoja, que gracias a la cumarina y a los metabolitos presente en este órgano ejerce control sobre la plaga. En cuanto a la diferencia del porcentaje de daño ocasionado por *N. elegantalis* para el caso del extracto de la raíz frente al tratamiento testigo, presentó una diferencia de 8, 54 %, diferencia positiva para el extracto, gracias a los metabolitos presentes en la raíz quienes cumplen con funciones insecticidas frente al control biológico de plagas (Sánchez, 2002).

Sin embargo, es necesario resaltar que en estos resultados de la segunda cosecha se evidencia una importante disminución del daño en las plantas evaluadas con el tratamiento combinado hoja y raíz, con un porcentaje de 7,69 de daño sobre la planta y con una amplia diferencia sobre el testigo de 11.31 %. Esto confirma una reducción significativa de daño al tratar las plantas afectadas con hoja y raíz, esto debido a que según Ponte, citado por Muñoz (2011) de la raíz y de las hojas de anamú se pueden obtener extractos con alto contenido en azufre el cual es elemento primordial en la fabricación de pesticidas naturales, fungicidas y como fertilizante.

En cambio, al analizar los resultados del control químico frente al testigo la diferencia equivale a 7, 32 %, siendo el control químico quien presenta menor daño, dado que de las plantas tratadas solo una no presento afectación frente al 100% en el testigo. Esto al parecer por los componentes que posee la Cipermetrina que genera resistencia inmunológica con el tiempo en la plaga (Pórfido, 2007). Ahora bien, al analizar los resultados de los tres extractos frente al control químico se evidencia que las plantas tratadas dos no presentaron afectación es decir, 33.3 % de afectación, frente a una en el control químico sin nivel de daño equivalente a 16,6 %, en cambio con el testigo fue de 100 % de afectación.

Observando el comportamiento del control químico y el testigo frente a los extractos de anamú se evidenció que el promedio de daño con los tres extractos si es menor, lo que da lugar a decir que el anamú presenta gran control frente al gusano perforador del tomate. De lo anterior se puede deducir que los tratamientos aplicados en primera y segunda cosecha resultaron significativos en el control del *N. elegantalis* esto debido a sus componentes en hoja y raíz Ferrer, (2007).

En consecuencia, se puede afirmar que el tratamiento hoja más raíz resulta ser el más atractivo debido a sus metabolitos presentes en la hoja de la *Petiveria alliacea Linn*, en donde el benzaldehído según García, (2014) constituye el componente mayoritario con un porcentaje que fluctuó entre 61,21 y 59,39 %, el cis-3- hexenal

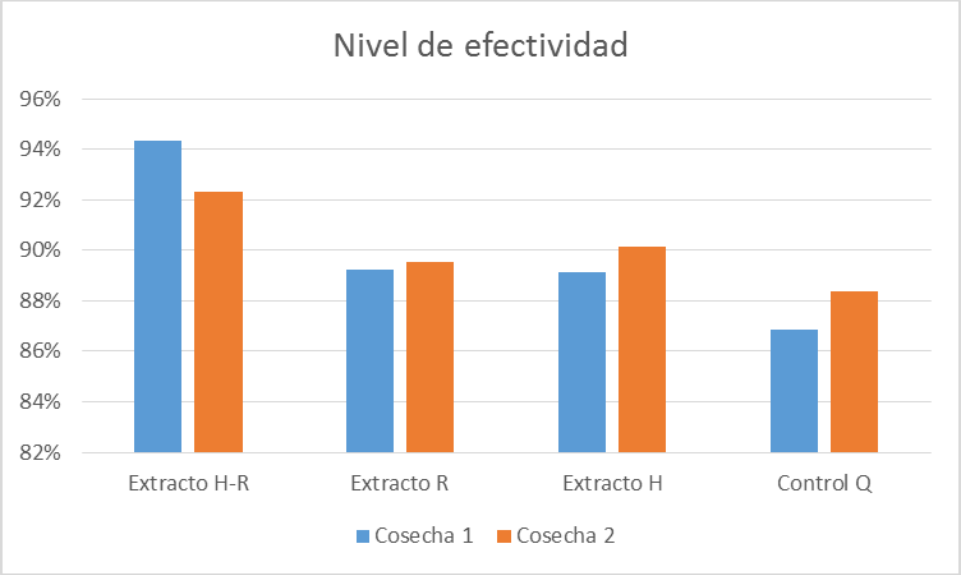
5,17 y 5,06 %, benciltiol 23,31 y 24,08 %, bencildisulfuro (0,98 y 1,00 %), trans-2-hexenal 1,63 y 1,67 %, y el fitol 2,07 y 3,01 %, igualmente Camacho, (2010) manifiesta que la raíz del anamú contiene la tritiolaniacina considerada antiséptica, componentes importantes en la fabricación de biocida, aceites esenciales y actividad antimicrobiana (Hoyos,& López, 2015).

La siguiente gráfica dejó observar el comportamiento que presentaron los diferentes tratamientos en la cosecha dos, corroborando que el testigo es quien generó más daño en esta cosecha.

H= hoja R= raíz H-R= hoja y raíz Q= químico

Figura 27. Porcentaje daño en cada planta según el tratamiento-segunda cosecha.

Después de analizar los resultados arrojados en cada una de las cosechas se determinó que el nivel de mayor efectividad la presento el extracto combinado hoja-raíz, como lo muestra la siguiente figura:



H= hoja R= raíz H-R= hoja y raíz Q= químico

Figura 28. Nivel de efectividad de los tratamientos de la dos cosechas

Después de la aplicación y la obtención de los resultados de los extractos vegetales para el control del *N. elegantalis* en la evaluación del nivel de daño y la eficiencia de los tratamientos, se realizó el análisis estadístico, obteniéndose diferencias significativas para el extracto combinado hoja y raíz, quien presento efecto relevante frente al testigo y al químico.

Al comparar el nivel de efectividad de los tratamientos aplicados para el control del *N. elegantalis* en el cultivo del tomate en las dos cosechas, los extractos que presentaron mayor inhibición en su orden fueron: hoja-raíz, raíz, hoja, extracto químico en la primera cosecha; en la segunda cosechan el nivel de inhibición más efectivo lo presentó el de hoja-raíz, seguido por el raíz, hoja, y luego el extracto químico todos estos frente al testigo. Al confrontar los resultados de la primera y segunda cosecha, se concluyó que: Se presentó mayor efectividad de control en *N. elegantalis* con el tratamiento Hoja-raíz, en la primera y segunda cosecha, representada en el número de plantas y frutos afectados en relación al tratamiento Hoja-Raíz.

Los resultados arrojados después de la evaluación de los extractos en orden de efectividad fueron: extracto combinado hoja y raíz 94,32% primera cosecha y 92,31% segunda. Extracto raíz 89,26% para la primera y 89,54% en la segunda.; extracto hoja, arrojó un 89,14% en la cosecha uno y 90,17% en cosecha dos.

Después del análisis, se determinó que la mayor efectividad se encontró en el tratamiento, hoja-raíz ya que al aplicar la LSD (Least Significant Difference) presentó una diferencia significativa del 7,484 con relación a los demás tratamientos. Esto debido a la mezcla de los componentes presentes en las raíces y en sus hojas del anamú (Ferrer, 2007). En el nivel de daño por tratamiento se obtuvo un nivel de significancia de 2,95896. Por otra parte el valor P fue < 0,05, encontrándose un 95,0% de confianza, por lo que existe una diferencia estadística significativa entre la media del nivel de daño entre un tratamiento y otro.

De acuerdo a lo anterior la efectividad del extracto combinado hoja-raíz se pudo deber a la mezcla de metabolitos, como es el caso de la cumarina en las hojas, y el ácido benzoico al igual que el benzaldehído en la raíz de *P. alliacea*, esto quiere decir que en un extracto producto de la mezcla de metabolitos, será mayor su efectividad a la un metabolito aislado como la menciona García-Mateos (2004). Esta diferencia de resultados a favor de los extractos pudo deberse a la presencia de varios metabolitos en los extractos, los cuales al ser mezclados incrementan sus propiedades insecticidas.

Después de analizado el nivel de efectividad se pasó a realizar el análisis del ANOVA simple del nivel de daño por tratamiento empleado en esta investigación**.**

Tabla 5. ANOVA Simple-nivel de daño por tratamiento

Tratamiento	*Recuento*	*Promedio*	*Desviación Estándar*	*Coeficiente de Variación*	*Mínimo*
Control Qco	10	13,163	6,28403	47,7401%	0
Extracto Hoja	10	10,861	8,94501	82,359%	0
Extracto Hoja-Raíz	10	5,679	7,7312	136,137%	0
Extracto Raíz	10	10,743	8,99447	83,724%	0
Testigo	10	17,829	8,21611	46,0828%	0
Total	50	11,655	8,71871	74,8066%	0

Tratamiento	*Máximo*	*Rango*	*Sesgo Estandarizado*	*Curtosis Estandarizada*
Control Qco	22,22	22,22	-0,601978	1,13803
Extracto Hoja	25,0	25,0	0,162451	-0,611358
Extracto Hoja-Raíz	20,0	20,0	1,11544	-0,580305
Extracto Raíz	28,57	28,57	0,554029	0,266796
Testigo	28,57	28,57	-1,39851	0,928533
Total	28,57	28,57	0,0335684	-1,35574

Variable dependiente: Nivel de daño
Factor: Tratamiento
Número de observaciones: 50
Número de niveles: 5

Con base en el análisis estadístico, se analizó el coeficiente de variación de los respectivos extractos, control químico y testigo; se observó que el efecto de los extractos evaluados para el caso del extracto combinado hoja y raíz fue superior al 100%, hallándose un valor de 136,137%. En cuanto a los demás controles los valores fueron: extracto raíz 83,724%, extracto hoja 82,359%, control químico 47,7401% y testigo 46,0828%.

Por tanto, cabe resaltar que los valores de los extractos raíz, hoja, presentaron el doble del coeficiente de variación con relación al control químico y al testigo; Sin embargo, para el extracto combinado hoja y raíz se evidencio un resultado significativo aproximado de tres veces mayor al químico y al testigo.

Con relación al resultado total del sesgo estandarizado de (0,0335684), se puede decir que este fue mínimo, teniendo en cuenta el margen de error en lo relacionado a la recolección y análisis de las muestras, dato que influyó en los resultados significativos obtenidos en la aplicación de los extractos .En cuanto a la curtosís estandarizada su valor estadístico total estuvo muy cerca a la media con un valor de (-1,35574), confirmando de esta manera la efectividad de los extractos.

Después de analizar el Anova simple nivel de daño por Tratamiento, se pasó a estudiar el nivel de confianza y el nivel de significancia.

Tabla 6. ANOVA para nivel de daño por tratamiento

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Cuadrado Medio*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	775,671	4	193,918	2,96	0,0297
Intra grupos	2949,11	45	65,5357		
Total (Corr.)	3724,78	49			

P= nivel de confianza F=nivel de significancia Gl= grados de libertad

En el nivel de daño por tratamiento se observó un nivel de significancia (razón-F) con valor de 2,95896, refiriéndose al cociente entre y dentro de grupos.

Por otra parte el valor P fue menor a 0,05, encontrándose con un nivel del 95,0% de confianza, por lo que existe una diferencia estadística significativa entre la media de nivel de daño entre un nivel de tratamiento y otro.

Posteriormente a la identificación del nivel de confianza y el de significancia, se procedió a la interpretación de la media para el nivel de daño por tratamiento con intervalos de confianza.

Tabla 7. Medias para nivel de daño por tratamiento con intervalos de confianza del 95,0%

			Error Est.		
Tratamiento	*Casos*	*Media*	*(s agrupada)*	*Límite Inferior*	*Límite Superior*
Control Qco	10	13,163	2,55999	9,51708	16,8089
Extracto Hoja	10	10,861	2,55999	7,21508	14,5069
Extracto Hoja-Raíz	10	5,679	2,55999	2,03308	9,32492
Extracto Raíz	10	10,743	2,55999	7,09708	14,3889
Testigo	10	17,829	2,55999	14,1831	21,4749
Total	50	11,655			

En lo relacionado a las medias en el nivel de daño, para el tratamiento combinado de hoja y raíz se tuvo un valor de 5,679 y un error estándar de 2,55999 en cada nivel de tratamiento, al igual se mostró los intervalos para cada media con una LSD de Fisher, con una traslapación del 95, 0 %, mostrándose una diferencia estadística significativa entre las medias del nivel de confianza escogido.

En cuanto a análisis estadístico presentado, se tiene que la prueba de múltiple rangos para nivel de daño en cada uno de los tratamientos presentó los siguientes datos

Tabla 8. Pruebas de múltiple rangos para nivel de daño por tratamiento

Tratamiento	*Casos*	*Media*	*Grupos Homogéneos*
Extracto Hoja-Raíz	10	5,679	X
Extracto Raíz	10	10,743	XX
Extracto Hoja	10	10,861	XX
Control Qco	10	13,163	X
Testigo	10	17,829	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*+/- Límites*
Control Qco - Extracto Hoja		2,302	7,29183
Control Qco - Extracto Hoja-Raíz	*	**7,484**	7,29183
Control Qco - Extracto Raíz		2,42	7,29183
Control Qco - Testigo		-4,666	7,29183
Extracto Hoja - Extracto Hoja-Raíz		5,182	7,29183
Extracto Hoja - Extracto Raíz		0,118	7,29183
Extracto Hoja - Testigo		-6,968	7,29183
Extracto Hoja-Raíz - Extracto Raíz		-5,064	7,29183
Extracto Hoja-Raíz – Testigo	*	**-12,15**	7,29183
Extracto Raíz - Testigo		-7,086	7,29183

* indica una diferencia significativa.

Al aplicar la LSD (*Least Significant Difference*) en el primer cuadro se observó una homogeneidad entre los tratamientos; evidenciando una mínima diferencia significativa en cuanto a la media, por otra parte los tratamientos control químico y el extracto combinado de hoja y raíz obtuvieron una diferencia significativa de 7,484, igualmente el extracto hoja y raíz frente al testigo con una diferencia significativa de 12,15. Con esto se puede deducir que la media muestral del extracto hoja y raíz es significativamente diferente del control químico y el testigo.

6.3 Elaboración de un protocolo para la obtención y aplicación de los extractos vegetales de anamú en el control de *Neoleucinodes elegantalis* en el cultivo de tomate.

Después de que se realizó el análisis de campo con los extractos y se determinó la efectividad de cada uno de ellos en relación al control del *N. elegantalis*, se pasó al diseño de un protocolo para entregar a las diferentes familias rurales. Este protocolo de pensó con el fin de dar a conocer a las comunidades del C.E.R El Topacio del municipio de San Rafael, en Barbosa, Institución Educativa Luis Eduardo Arias Reinel y en Salgar C.E.R Peñalisa sede ventiadero, para que las familias realicen réplicas de estos tratamientos en sus cultivos con el fin de corroborar la efectividad de extractos a base de anamú en otros lotes y porque no en otros cultivos. Este protocolo consta de una guía que indica el paso a paso de como elaborar y aplicar los extractos de manera que se pueda tener un buen control de la plaga, mejorar la producción y con ello los ingresos.

Con este trabajo se busca mejorar prácticas agrícolas, vincular a las familias, estudiantes y entes municipales en el desarrollo de proyectos que velen por el cuidado del medio y de la sostenibilidad del campo, además de que la escuela sea referente de procesos investigativos basados en las necesidades de la región y generadora de nuevas alternativas de desarrollo agrícola.
El protocolo se puede encontrar en el anexo 1

7. CONCLUSIONES

Los extractos evaluados a base de anamú (*P. alliacea*) para el control del *N. elegantalis* en el cultivo de tomate presentaron un nivel de efectividad entre el 85% y el 95%.

Los extractos combinados de hoja y raíz fueron los que presentaron mayor efectividad, con valores superiores al 90% en la primera como en la segunda cosecha. Mientras que para el caso del extracto raíz la efectividad se encontró entre el 89,26% para la primera y 89,54% para la segunda, siendo más efectivo en la segunda cosecha.

El nivel de daño presentado en ambas cosechas a las cuales se les aplicaron los extractos a base de anamú (extracto combinado raíz-hoja, raíz y hoja) en ningún caso superaron el 11%; en cambio a las parcelas a las que se les aplico el control químico, el nivel de daño estuvo entre el 14% primera cosecha y 11% segunda cosecha. Con respecto al testigo el nivel de daño no supero el 20%.

Los resultados obtenidos pudieron deberse a la presencia de compuestos inmunomoduladores en la planta de anamú, además de la cumarina en la hoja, el ácido benzoico y el benzaldehído presentes en la raíz, quienes cumplen funciones insecticidas frente al control biológico de plagas (Sánchez, 2002).

Con los resultados obtenidos en esta investigación se pretende concientizar a las diferentes comunidades del uso de los bioinsecticidas vegetales, dado su bajo costo, efectividad y poca afectación a la salud humana (García & González, 2013). Además se le entregará a cada familia una cartilla donde se describe la implementación de los extractos de anamú en el control del gusano *N. elegantalis* presente en el cultivo del tomate.

8. RECOMENDACIONES

Los resultados de esta investigación abren las puertas para posteriores estudios, en donde se permita establecer la efectividad de los extractos a base de anamú en el control de plagas en diferentes cultivos.

Se recomienda:

Seguir realizando más pruebas, ya que estos resultados no son concluyentes.

Emplear diferentes métodos de extracción como maceración, lixiviación, extracción de soxhlet, u otros medios que puedan extraer mayores concentraciones de las propiedades activas del anamú.

Realizar mezclas de los extractos de anamú con otras plantas alternativas.

Experimentar con diferentes cantidades (gramaje) de insumos empleados.

Emplear diferentes coadyuvantes en la aplicación de los extractos.

BIBLIOGRAFÍA

Acón, J. (2013). Percolación y lixiviación de nutrimentos en suelos bananeros al Este del rio Reventazón, Costa

Adebayo T.A, Olaifa J.I. (2007). Laboratory evaluation of *Petiveria allicea L.* (*Phytolaccaceae*) as ovicide and oviposition deterrent to mosquitoes. Pak. Entomol. 1993; 8: 29-35

Aguilera, G. M. (2016). Palomilla del Tomate. SAGARPA.

Almeida, J. M. L. (2000). Consideraciones generales. Fundamentos de tecnología de productos fitoterapéuticos, 78, 113.

Alonso-Castro, A. J., Juárez-Vázquez, M. D. C., & Campos-Xolalpa, N. (2016). Medicinal Plants from México, Central América, and the Caribbean Used as Immunostimulants. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2016.

Álvaro Celis, C. M. (2008). Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Agronomía Colombiana, 97-106.

Amaya, O. S., Devia, E. H. V., & Salamanca, J. (2009). Prueba de extractos vegetales para el control de Dasiops spp., en granadilla (*Passiflora ligularis Juss*.) en el Huila, Colombia. Corpoica Ciencia y Tecnología *Agropecuaria*, *10*(2), 141-151.

Arenas Patricia, I. C. (2011). Adaptogenos: plantas medicinales tradicionales comercializadas como suplementos dietéticos en la conurbación. Buenos Aires – La Plata. Argentina.

Asplanato, G. (2009). El minador de la hoja de los cítricos, *Phyllocnistis citrella (Lepidóptera: Gracillariidae)*: Bioecología y control biológico. Montevideo.

Augusto, C., Llanos, H., David Lopera, Arango., & Mariluz Ceballos, Giraldo. (2008). Actividad insecticida de extractos de semilla de Annona muricata (*Anonaceae*) sobre Sitophilus zeamais (*Coleoptera: Curculionidae*). *Revista Colombiana de Entomología*, *34*(1), 76-82.

Badi, M. H. (2006). Control biológico una forma sustentable de control de plagas. Daena: International Journal of Good Conscience, 82-89.

Bartra Coral, R. J. (2003). Efecto de Diferentes Dosis de extractos vegetales en el cultivo del Tomate (*Lycopersicon escu/entum*) y en el control de Meloidogyne sp. En Cacatachi.

Basantes, M. A. (2015). Caracterización Morfométrica de la biodiversidad del barrenador del fruto *Neoleucinodes elegantalis (Gueneé*) en el cultivo de naranjilla Solanum quitoense en diez localidades. Quito.

Batista Duharte, A., & Laffits, U. (2011). Efecto protector de *Petiveria alliacea* L. (Anamú) sobre la inmunosupresión inducida por 5-fluoruracilo en ratones Balb/c. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, 256-264.

Benavides, Á. C. (2008). Extractos vegetales con efecto fungicida, insecticida o nematicida. Mag.

Bettiol, W. (2014). Productos alternativos para el manejo de enfermedades en cultivos comerciales. *Fitosanidad*, *10*(2), 85-98.

Boxler, A. M. (2011). Infusiones de plantas aromáticas y medicinales. Uruguay: INTA.

Brochero, A. E. (2012). Parasitoides asociados al perforador del fruto de las solanáceas *Neoleucinodes elegantalis* (*Lepidóptera: Crambidae*) en Colombia. Colombiana de Entomología, 50-57

Bustos Moreno, S. D., & González Ruiz, G. C. (2017). Evaluación De La Actividad Biológica De Dos Extractos Vegetales De Piper Arthante Y Piper Eriopodon Para El Control De *Fusarium Oxysporum*, en Plántulas De Gulupa (*Passiflora Edulis Sims*) (Doctoral dissertation).

Cabello. (2006). Entomopatógenos y sus características.

Cabrera, F. A. (2008). Resistencia al perforador del fruto del tomate deriva de especies silvestres de Solanum spp. Facultad Nacional de Agronomía, 1-9.

Caffarini, Patricia et al. Efectos de extractos acetónicos y acuosos de ricinus communis (ricino), Melia azedarach (paraíso) y Trichillia glauca (trichillia), sobre la hormiga negra común (Acromyrmex lundi). Idesia [online]. 2008, vol.26, n.1, pp.59-64. Issn 0718-3429.

Cagnotti, C. L. (2014). Desarrollo de la técnica del insecto estéril y su integración con el control biológico mediante entomófagos parasitoides para el control de la polilla del tomate *Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)* (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires).

Cajamarca, M. V. (2010). Validación de componente tecnológicos para el manejo integrado de plagas en el cultivo de naranjilla *(Solanum quitoense Lam)* en le cantón Archidona, provencia de Napo. Ecuador.

Calad, A. F. (1998). Principales avances en investigación y desarrollo tecnológico por sistema de producción agrícola. Bogotá: COPOICA.

Calle, J; Espinosa, A; Núñez, C; Bautista, E; Pinzón, R. (2004). Actividad insecticida del aceite esencial de Myntostachys mollis (HBK) Griseb y sus componentes. Revista Colombiana de Ciencias Químico Farmacéuticas 33: 137-144.

Camacho, M. G. (2010). La entrevista del mes

Cañedo, V. (2011). Manejo integrado de plagas, insectos en hortalizas. Principios y referencias técnicas para la Sierra Central de Perú. Perú: HORTISANACIP.

Cardona, C. (2005). Biología y Manejo de la Mosca Blanca Trialeurodes vaporariorum en Habichuela y Fríjol. Cali.

Carrizo, P. C. (2008). Efectos de extractos acetónicos y acuosos de *Ricinus Communis* (RICINO), *Melia Azedarach (Paraíso) Trichillia Glauca (Trichillia),* sobre la hormiga negra común (Acromyrmex Lundi). Chile.

Casanova, L. R. (2011). *Qué son los parasitoides?*

Cave, H. D. (2011). Manejo Integrado de Plagas en Hortalizas, Un manual para extensionistas Fundesyram.

Celis, A. (2008). Extractos Vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Agronomía Colombiana, 97-106.

Celis, Á., Mendoza, C., Pachón, M., Cardona, J., Delgado, W., & Cuca, L. E. (2010).

Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Una revisión. Agronomía Colombiana, 26(1), 97-106.

Centro nacional de Memoria Histórica (CNMH). Google maps 2017(vereda el topacio).

Corley, J. V. (2012). Introducción a la teoría del control biológico de plagas. Argentina .

Cortez Villarroel, M. A. (2016). Elaboración de una forma farmacéutica a partir del extracto de hojas de la planta zorrilla que disminuya niveles de glucosa en sangre, planta nativa del centro cultural Uni-shu de la comuna Chuiguilpe de Santo Domingo de los Tsáchilas (Bachelor'sthesis).

Cotes, A. M. (2014). Control biológico de enfermedades de plantas en Colombia. En M. C. Wagner Bettiol, Control Biológico de Enfermedades de Plantas en América Latina y el Caribe (págs. 169-180).

Cuervo, I. M. (2011). Evaluación de los contenidos metabólicos en cultivos de células de *Petiveria alliacea L*. Medellín

Cruz., B. (2014). La calidad del suelo y sus indicadores. Ecosistemas, 1-8.

Dane -Ena. (2014). El cultivo del tomate de mesa bajo invernadero, tecnología que ofrece mayor producción, calidad e inocuidad del producto. Bogotá: ICA.

Del Carmen Salazar, M. (2010). Alternativas para el manejo de plagas y enfermedades en nuestras fincas.

Dennis Sánchez Navarro, J. P.-G. (2013). Estudios Económicos Sectoriales: Estudio sobre Plaguicidas en Colombia. Bogotá: Industria y Comercio.

Descamps, G. S. (2011). Manual para familias productoras: certificación orgánica: paso a paso. Costa Rica: CATIE.

Díaz, A. E. (2011). Distribución geográfica de *Neoleucinodes elegantalis (Lepidóptera: Crambidae*) en Colombia. Entomología, 71-76

Díaz, A. E., & Brochero, H. L. (2012). Parasitoides asociados al perforador del fruto de las solanáceas *Neoleucinodes elegantalis (Lepidoptera: Crambidae)* en Colombia. *Entomología*, 50-57.

Eixarch, M. d. (2004). *Guía sobre suelos contaminados.* ENTECSA.

Enfermedades Profesionales de los agricultores. (2008). Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 1-36.

Escalona, V., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C., & Martin, A. (2009). Manual del cultivo de tomate *(Lycopersicon esculentum Mill.).* Chile: Corfo.

Escudero, F. F. (1999). *Tetranychus evansi Baker & Pritchard (Acari, Tetranychidae*), una nueva araña roja en los cultivos hortícolas españoles. España

Estrada, C. I. (2008). Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Medellín: Universidad de Antioquia.

Evelyn Cajias, A., Héctor Vargas, C., Francisca Estefane, D., & Dante Bobadilla, G. (2013). Actividad biológica de *Lonchocarpus guaricensis Pittier* en el control de larvas de Tuta absoluta (Meyrick). Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo, *45*(1), 0-0.

Evert, M. B. T., López, V. A. G., & de López, M. B. R. (2015). Evaluación de extractos vegetales para el control de la palomilla del tomate *Tuta absoluta (Meyrick)* en condiciones de invernadero. Investigación Agraria, *17*(2), 138-142.

Fernández, I. (2012). Para qué sirven las plantas? CSIC.

Ferrer, J. l. (2007). Principales referencias etnomédicas sobre el Anamú y principios activos enconen la planta. Un acercamiento al tema tratado. CENIC. Ciencias Biológicas, 27-30.

Ferrer, J. I. (2007). Principales referencias sobre el Anamú (*Petiveria alliacea Linn*) y principios activos encontrados en la planta. Un acercamiento al tema. Cuba: CENIC.

Flores, M. M. (2015). Evaluación de la eficiencia de tres insecticidas biológicos comerciales en el control del perforador del fruto (Neoleucinodes elegantalis G.) en el cultivo de naranjilla (Solanum quitoense L).". Ecuador.

Francisco, C. M. (2006). La mosca blanca *Bemisia tabaci (Gennadius*) como plaga y vectora de virus en fríjol común (*Phaseolus vulgaris L.).* Revista Colombiana de Entomología, 1-9.

Garrido, R.R (2013). Manual de buenas prácticas agrícolas. Pordesal

García, A. L. (2014). Análisis de los componentes volátiles del aceite esencial de las hojas especie *Petiveria alliacea Linn (anamú*). Revista CENIC Ciencias Biológicas, 45(1), 22-24.

García-Gutiérrez, C., & González-Maldonado, M. B. (2013). Síntesis sobre el Uso de Bioinsecticidas y otros Agentes de Control Biológico de Plagas en México. Vedalia, 12(1), 35-42.

Giraldo, R., & Geovanny, J. (2015). 'Integración de extractos fitotoxicos en la estrategia de manejo y control de fusarium oxysporum en tomate (*Lycopersicon esculentum p. Mill*) en invernadero.

.Godoy, N. (2013). El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana. FAO.

Gonzalo Silva, O. O. (2005). Búsqueda de plantas con propiedades insecticidas para el control de *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado. Brasilia.

González, V. (2014). Manejo integrado de plaga y enfermedades (MIPE) en el cultivo del tomate malla antiafidio en el valle de Azapa. Informativo, Inia -Ururi, 1-4.

Guaharay, M. C. (2004). Control Biológico de plagas agrícolas. Managua: CATIE.

Guédez, C. (2008). Control biológico: una herramienta para el desarrollo sustentable y sostenible. Venezuela: Escuela Técnica Agropecuaria.

Guédez, C., Castillo, C., Cañizales, L., & Olivar, R. (2008). Control biológico: una herramienta para el desarrollo sustentable y sostenible. *Academia*, *13*, 50-74.

Guerra, A. E. (2005). Obtención, caracterización y evaluación de las propiedades físico-química de los extractos fluidos, blandos y secos así como las tinturas del rizoma y de la fronda de Calahuala a nivel de laboratorio. Guatemala

G. H. (2011). Estudio del crecimiento de la planta y del fruto de tres híbridos del tomate (*Solanum Lycopersicon L*.) En tiempo fisiológico, bajo cubierta plástica. Bogotá.

Guzmán, S. S. (2014). Agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: FAO.

Hernández, L. G. (2013). Biopreparados Vegetales y Minerales para el Manejo de Roa.

Holwerda, H. T. (2006). Guía de manejo, Nutrición vegetal de especialidad del Tomate. Cropkit.

Hoyos, M. B., & López, L. M. (2015). Elaboración de un enjuague bucal a partir de extractos etanólicos de anamú, caléndula y canela, y una crema antimicrobiana a partir del extracto etanólico de ajo. Revista Vía Innova, (2), 55-59.

Huerta-de la Peña, A., Martínez-Méndez, E. M., Ramírez-Carrasco, P., Chacón-Aguayo, A. L., Chávez-Pérez, P., & Llamas-Peña, M. M. (2012). Toxicidad de los insecticidas: Spinosad, Malation, Dicofol y Cipermetrina, sobre huevos y larvas (L2) de *Chrysoperla carnea (Stephens*) en condiciones de laboratorio. EN: Entomología mexicana, 11(1).

Hurtado, D. F. (2016). *Efecto del extracto acuoso del Anamú (Petiveria alliacea L.) sobre Rhizobium* spp .Santa Clara.

Instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC)-Geoportal 2017.

Izquierdo, J. (2010). Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. FAO, 1-94.

Jara, A. V. (2010). Preparación de extractos vegetales: determinación de eficiencia metódica. Ecuador

Javier, P. (2013). Evaluación de la inicdencia al pasador del fruto *(Neoleucinodes elegantalis Guenée) (Lepidóptera: Crambidae)* en tomate *tipoCherry Solanum lycopersicum var. cerasiforme L.).* Palmira.

Jiménez, E. (2009). Métodos de control de plaga. Managua.

Juncosa, C. F. (2002). Biopesticidas: la agricultura del futuro? España: Futur Eco.

Kleisinger, K. M. (2016). Spodptera Cosmiodes. Vulgarmente conocida como “oruga del yuyo colorado” u “oruga militar grande”, se la encuentra cada vez más frecuentemente en lotes de producción de nuestra región. Panamá: INTA.

Lannacone, J., & Lamas, G. (2007). Efecto insecticida de cuatro extractos botánicos y del Cartap sobre la polilla de la papa Phthorimaea operculella (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), en el Perú. Entomotropica, 18(2), 95-105.

Larrea, M. B. (2015). Evaluación de la eficiencia de extractos vegetales y agentes microbiológicos para el control del barrenador del fruto de la naranjilla *Neoleucinodes elegantalis* .Rio Negro Tungurahua. Ecuador

Ledesma, M. B., Ortega, C. A., Gallegos, P., & Pazmiño, J. (2015). Evaluación de la eficiencia de extractos vegetales y agentes microbiológicos para el control del barrenador de la naranjilla *Neoleucinodes elegantalis*. *SIEMBRA*, *2*(1), 14-22.

Levitus Gabriela, E. V. (2004). Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II. INTA.

López. (2016). Palomilla del tomate, *Tuta absoluta Meyrick*. SENASICA

López, L. M. (2007). Agrocadena del tomate. Grecia: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Montilla, A. E. (2016). Aspectos ecológicos y evolutivos del perforador del fruto, *Neoleucinodes elegantalis (Gueneé) (Lepidóptera: Crambidae*). Un enfoque para orientar las estrategias de manejo en cultivos de solanáceas. Bogotá

Manzano, S. F. (2012). *Neoleucinodes elegantalis (Lepidóptera: Crambidae*) plaga de Solanum quitoense. ¿Es vulnerable al control el primer estadio larval? Palmira

Marcano, A. d. (2005). Efecto de extractos vegetales y fungicidas sintéticos sobre el crecimiento micelial in vitro de *Sclerotium rolfsii y Thielaviopsis Basicola*. Caracas: scielo

Martínez González, E., G., B. S., & R, R. L. (2006). Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico. Cuba: Centro Nacional de Sanidad Vegetal

Mayorga, R. C. (2014). “Evaluación de métodos de extracción y dosis de aplicación de cola de caballo (*Equisetum arvense*) para el control ecológico de roya (Puccinia sp.).En el cultivo de la cebolla blanca (*Allium fistulosum)”.* Ecuador

Millán, C. (2008). Las plantas: una opción saludable para el control de plagas. Uruguay.

Millán, Y. M., González, L. C., & Ortega, I. (2014). Efecto insecticida de extractos de plantas para el control de áfidos de la habichuela en la Empresa Azucarera Elpidio Gómez. Insecticide effect of Plants extracts for the control of aphids of green bean in the Sugar Enterprise Elpidio Gómez. Revista Agroecosistemas Vol, 2(1), 208-214.

Miret, A. U. (2012). Gestión integrada de la araña roja *Tetranychus urticae Koch.* Valencia

Monzón, A. (2002). Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua.

Morales Mesa, A. (2000). El uso popular de las plantas medicinales: tres puntos de vista y un objetivo común. La Habana: CIPS, Centro de Investigaciones Psicológicas y Sociológicas.

Mosquera, O. M., Henao, L. M., & Niño, J. (2009). Evaluación de la actividad insecticida in vitro de extractos vegetales contra la broca del café.

Muñoz Cuervo, I. (2011).Evaluación de los contenidos metabólicos en cultivos de células de *petiveria alliacea l.* (anamú) (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín).

M. Villajelui, P. L. (1996). Efectos de la araña roja (*Panonychus ulmi Koch*) sobre la variedad de manzano "*Golden Smoothee*". Girona.

Neves, AIF, Da Camara, CAG, de Oliviera, JCS, y De Almeida, AV (2011).Actividad acaricida y la composición del aceite esencial de *Petiveria alliacea* L. desde Pernambuco (noreste de Brasil). *Revista de Investigación Esencial de aceite*, *23* (1), 23-26.

Nicholls, E. C. (2008). Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Medellín

Nicolás, H. C. (2011). Para presentar el examen demostrativo de la experiencia educativa de la experiencia recepcional del programa educativo de ingeniería ambiental, Veracruz.

Ondarza-Beneitez, M. A. (2017). Biopesticidas: tipos y aplicaciones en el control de plagas agrícolas. Agroproductividad, *10*(3).

Pacheco, A. O. (2013). Caracterización física, físico-química y química de extractos totales de hojas frescas de *Petiveria alliacea L*. con acción antimicrobiana. Revista Mexicana. Ciencia Farmacéutica, 1-8.

Paredes, D., Campos, M., & Cayuela, L. (2013). El control biológico de plagas de artrópodos por conservación: técnicas y estado del arte. Revista Ecosistemas, 22(1), 56-61.

Pedroso, A. T. R., Arrebato, M. A. R., Baños, S. B., Triana, A. C., & González, D. R. (2012). Actividad antifúngica de extractos de Acacia farnesiana sobre el crecimiento in vitro de *Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici*. *Revista Científica UDO Agrícola*, *12*(1), 91-96.

Peña, J. A. (2013). Evaluación de la incidencia al pasador del fruto (*Neoleucinodes elegantalis Gueneé*) (*Lepidóptera: Crambidae*) En tomate tipo Cherry *Solanum Lycopersicon var. Cerasiforme L.).* Palmira.

Peña, J. E. (2012). Guía ilustrada de plagas y enfermedades asociadas al cultivo de tomate en México. México

Pérez, D. D., & Iannacone, O. (2008). Mortalidad y repelencia en Eupalamides cyparissias (Lepidoptera: Castniidae), plaga de la palma aceitera *Elaeis guineensis*, por efecto de diez extractos botánicos. Revista de la Sociedad Entomológica Argentina, 67(1-2), 41-48.

Pérez, J. (2000). Cultivo del tomate. El Salvador: CENTA.

Pérez, J. (2001). Cultivo guía del tomate. El Salvador: CENTA.

Pérez, N. (2006). Manejo ecológico de plagas en la agricultura urbana. Agricultura Orgánica, 1-3.

Plagas y enfermedades del tomate, (2006), Florida.

Plagas y enfermedades forestales en América Central, (1991) Costa Rica: CATIE.

Pórfido, O. D. (2007). Guia de productos fitosanitarios. Argentina: Croplife.

Quirós, P. A., & Albertin, B. A. (2004). Elabore sus Propios Abonos, Insecticidas y repelentes Orgánicos. Costa Rica: Organización para Estudios Tropicales.

Ringuelet, J. A., Ocampo, R., Henning, C., Padín, S., Urrutia, M. I., & Dal Bello, G. (2014). Actividad insecticida del aceite esencial de *Lippia alba (Mill*.) NE Brown sobre *Tribolium castaneum Herbst*. En granos de trigo (*Triticum aestivum L*.). Revista Brasileira de Agroecología, *9*(2), 214-222.

Rodríguez, A. L. (2010). Proyecto demostrativo con implementación de buenas prácticas en el cultivo del tomate. Corbana.

Rodríguez, A. M. (2000). Efecto de extractos vegetales sobre el crecimiento invitro de hongos fitopatógenos. La Habana.

Rodríguez, A. T., Morales, D., & Ramírez, M. A. (2000). Efecto de extractos vegetales sobre el crecimiento in vitro de hongos fitopatógenos. Cultivos tropicales, 21(2).

Rojo Bravo, A. (2015). Control in Vitro con extractos vegetales de patógenos que afectan al cultivo de jitomate *(Lycopersicon esculentum)* (Doctoral dissertation).

Roth I, Lindorf H. (2002). South American Medicinal Plants. Botany, Remedial Properties and General Use. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag; 2002.

Salazar, N. Q. (2016). III Congreso Nacional de Extensión Agropecuaria. Costa Rica

Salazar Peña, J. A. (2013). Evaluación de la incidencia al pasador del fruto (*Neoleucinodes Elegantalis guaneé*) (*lepidóptera: Crambidae*) En tomate tipo Cherry (*Solanum lycopersicum var. Cerasiforme l.)* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).

Sabillón, A., & Bustamante, M. (1995). Evaluación de extractos botánicos para el control de plagas del tomate (Lycopersicon esculentum Mill.).

Salinas, H. C. (1993). Evaluación de la resistencia al pasador del fruto de tomate *Neoleucinodes elegantalis (Gueneé*) en materiales L. hirsutum Humb y Bonpl y L. pimpinellifolium (Just) Mill y su transferencia a materiales cultivados de tomate, *L. esculentum Mill.* Acta Agronómica.

Salud, O. M. (2005). Biotecnología moderna de los alimentos, salud y desarrollo humano: estudio basado en evidencias. Suiza.

Sandoval, S. M., & Manzano, M. (2012). *Neoleucinodes elegantalis (Lepidoptera: Crambidae)* plaga de Solanum quitoense. ¿Es vulnerable al control el primer estadio larval. Palmira

Silva, G. (2002). Insecticidas vegetales: una vieja y nueva alternativa para el manejo de plagas. Alternativa para el manejo de plagas, 4-12.

Solórzano, O. E. (2004). Manejo integrado de plagas y enfermedades del tomate. CENTA.

Taylor, L. (2011). Raintree. Obtenido de Raintree: http://www.rain-tree.com/anamu.htm#.WUSwYGiGPIV

Toro, E. C. (2014). Evaluación de soluciones homeópaticas para controlar *Neoleucinodes elegantalis guenée* (Lepidóptera*: Crambidae*) en el cultivo de lulo. Nariño.

Toro Mejía, F. (2012). Evolución de métodos de control agroecológicos para la polilla del tomate*" Tuta absoluta"* (Doctoral dissertation, Universidad Internacional de Andalucía).

Urbina, E. G. (2001). El minador de la hoja: *Liriomyza spp* y su manejo en la planicie Huasteca. México: ISAGARPA.

Urretabizkaja, N., & Vasicek, A. S. (2010). Insectos Perjudiciales de la importancia Agronómica. INTA.

Valencia, O; Silva, J; Barrera, M; Isaza, JH. (2007). Actividad insecticida de extractos de Bocconia frutescens sobre Hypothenemushampei Ferrari. Scientia et Technica 33:251-252.

Valladares, A. S. (2017). Parasitoides de minadores de hojas y manejo de plagas. Argentina

Vásquez, L. 2011. Cambio climático, incidencia de plagas y prácticas agroecológicas resilientes. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). La Habana. 242p

Verde-Star, M. J. (2016). Metodología científica para el estudio de platas medicinales. México: Universidad Autónoma.

Villarreal, M. D. (2010). Alternativas para el manejo de plagas y enfermedades en nuestras fincas. Ecuador: CEA.

Villavicencio, F. T. (2007). Uso de Biofiltros para mejorar la calidad del agua de riego. Santiago de Chile.

Yela, V. A., & Delgado, V. (2010). Pesticidas naturales y sintéticos. Revista Vol., 13(1), 43-53.

Zona, Q. (2013). Respuesta de tres bioinsecticidas naturales en el control de la polilla del cultivo de tomate *(Lycopersicon esculentum Mill)* en la Provincia Caranavi Colonia Moscovia (No. CIDAB-T-SB349-Q8r). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz (Bolivia). Facultad de Agronomía.

ANEXO 1

Elaboración del protocolo

EXTRACTO DE ANAMÚ PARA EL CONTROL DEL GUSANO PASADOR EN EL CULTIVO DEL TOMATE

ANAMÚ

GUSANO PASADOR

Trabajo investigativo de la Maestría en Ciencias Naturales y Matemáticas de la Universidad Pontificia Bolivariana

Introducción

El uso de pesticidas para el control de plagas y enfermedades en los cultivos en especial en aquellos de mayor demanda como es el tomate, está ocasionando uso excesivo de estas sustancias para el control de plagas dentro de las que se encuentra el *Neoleucinodes elegantalis*. Plaga que realiza perforación al fruto por la parte inferior, por medio de las larvas, las cuales se alimentan tanto de las semillas como de la pulpa que contiene el tomate, forman galerías de huevos dentro de él, lo que ocasiona que el fruto se pudra.

El uso irracional de estos insecticidas en el control de plagas ha originado problemas como intoxicación, deterioro en la piel y problemas en la reproducción, debido a la alta contaminación que estos insumos generan a los diferentes seres vivos. Cuando se utilizan estos productos químicos se está contaminando diferentes recursos, como es el caso del suelo, el agua y el aire, al igual que la salud de los seres humanos.

A raíz de estas consecuencias, se busca que las comunidades rurales experimenten sobre el uso de los Biopreparados, productos para los cuales se utilizan insumos sencillos que se consiguen en la misma región y se preparan de manera casera. Estos se obtienen a través del procesamiento de algunas partes de las plantas como hojas, raíz, tallo y flores, empleando solventes adecuados para obtener sus extractos. Los extractos están compuestos por una serie de elementos activos y sustancias inertes, que ayudan a condensar las propiedades naturales de las plantas, los cuales funcionan como controladores de insectos, ejerciendo la acción repelente frente a ellos. Estos se pueden elaboran mediante decocción, infusión, maceración, percolación o lixiviación o extracción soxhlet.

En este caso, en la elaboración del biopreparado se utilizara la infusión de anamú, planta que mide aproximadamente 1 mt de alto, hojas cortas, ovaladas y agudas en el ápice; su raíz ramificada con un olor característico a ajo, por lo que toma este nombre. Es una planta que posee derivados de azufre, entre los que se cuenta el dibencil trisulfuro, al igual que compuestos como el benzaldehído y el ácido benzoico en las raíces y la cumarina en sus hojas, además de propiedades anticancerígenas, antimicrobianas y analgésicas.

Con esta nueva alternativa de control biológico se quiere generar conciencia acerca del cuidado del ambiente y con ello la salud de las personas, utilizando Biopreparados en el control de plagas de los cultivos agrícolas, en especial el tomate. Se selecciona este producto por su alto valor nutritivo, al igual que comercial, pero además de ello por ser altamente sensible a diversidad de plagas las cuales deterioran la producción y calidad de los frutos.

Justificación.

El uso de sustancias químicas en el control de plagas genera gran afectación a factores como el suelo, agua y aire, además de la salud humana. Un ejemplo claro, es el uso de insecticidas para el control del gusano pasador del tomate, *Neoleucinodes elegantalis.* Esta plaga ingresa al fruto por medio de la larva quien lo perfora, se alimenta de la carnosidad y forma galería de huevecillos dentro él, lo que ocasiona que este se pudra, disminuyendo con esto la cantidad de cosecha recolectada y la calidad de los frutos. El tomate es uno de los productos de más alto consumo en los hogares, además de tener un buen precio para la comercialización por la gran demanda en usos y propiedades que posee. Las plagas que adquiere el tomate y las pérdidas de las cosechas a raíz de esto, genera dependencia de sustancias químicas, en la mayoría de los casos de manera irracional.

A raíz de lo anterior se busca utilizar un insecticida natural elaborado con anamú, planta que ha demostrado capacidad para controlar plagas en diferentes cultivos, puesto que cumple con funciones insecticidas. Investigaciones en campo en el cultivo de tomate han demostrado la efectividad de esta planta en tratamientos del gusano pasador con la mezcla en infusión de hoja- raíz.

El uso de este extracto vegetal ofrece una nueva alternativa para que los agricultores realicen control biológico, sin ocasionar ningún tipo de contaminación a las fuentes de agua, al suelo y a la salud humana, además que puedan reducir costos en la compra de insumos, puesto que se aprovecha los recursos de la región.

Objetivo

Ofrecer a la comunidad una alternativa de control para el Gusano Pasador, plaga que ataca al cultivo del tomate.

OBTENCIÓN DEL EXTRACTO DE ANAMÚ

Para obtener las propiedades insecticidas del anamú, como es el caso del benzaldehído y el ácido benzoico de las raíces y la cumarina de las hojas de anamú, se empleara la infusión por 20 minutos en agua tanto de sus hojas como de la raíz. Cuando se tenga el extracto se le adiciona una cucharada de melaza para que este se fije bien a las plantas de tomate en el momento de la aplicación.

El producto obtenido de esa infusión son los ingredientes activos quienes son los que van a ejercer el control frente la plaga a tratar. Las cantidades de hoja y de raíz que a continuación de describen solo es para preparar material para una bomba de 20 litros, si se desea una cantidad inferior o superior, observar la tabal que esta al final.

ELABORACIÓN DEL BIOPREPARADO

Tomar 150 gramos de hojas y 150 gramos de raíz de anamú, las cuales se deben triturar con el fin de extraer más fácil las propiedades, poner las hojas y la raíz triturada en una olla con litro y cuarto de agua, llevar al fogón por 20 minutos a fuego lento, de manera que no hierva el agua, solo que permanezca caliente. Pasado estos 20 minutos bajar y poner a enfriar y a reposar por 24 horas. . Luego este líquido se pasa por un cedazo y se lleva a la bomba de 20 litros, la cual se termina de llenar con agua.

Si se desea realizar solo infusión de las hojas o de raíz, se puede realizar el mismo procedimiento anterior, pero con cantidades mayores, 300 gramos de hojas y 300 gramos de raíz y se llevan a infusión por separado. Las infusiones de hojas, raíz y hoja-raíz se pueden utilizar como controladores biológicos, pero la combinación de hoja-raíz presenta mayor efectividad, debido a la mezcla de sus componentes.

.

Cantidades cuando la infusión es solo de las hojas y raíz por separado

Para 5 litros	Para 10 litros	Para 30 litros	Para 40 litros
75 gramos de hoja o de raíz	150 gramos de hoja o raíz	450 gramos de hoja o raíz	600 gramos de hoja o raíz
Cantidades cuando la infusión de hojas y raíz se combinan			
Para 5 litros	Para 10 litros	Para 30 litros	Para 40 litros
38 gramos de hojas y 38 gramos de raíz	75 gramos de hojas y 75 de raíz	225 gramos de hojas y 225 de raíz	300 gramos de hojas y 300 de raíz

APLICACIÓN DEL BIOPREPARDO

La aplicación de este biopreparado se debe de realizar preferiblemente en las horas de las mañana, dos veces por semana, de manera que la aspersión cubra por completo la planta y también parte de la tierra en donde se encuentra sembrada.

Se debe aplicar a partir del momento en que inicie la formación del fruto, hasta que estos estén a punto de cosechar, porque esta es la etapa en donde más se propagan las plagas en especial el gusano pasador, si se hace desde antes no se tiene ningún problema.

El biopreparado se debe de preparar 24 horas antes de la aplicación, ya que este es el tiempo que se debe dejar en reposo a temperatura ambiente en un lugar fresco. Si al aplicar el biopreparado al cultivo sobra una cantidad de este, se puede guardar máximo para la segunda aplicación en la misma semana y guardarlo en un lugar muy fresco y tapado.

Materiales

- Hojas y raíz de anamú
- Agua
- Un fogón
- Una olla
- Un cedazo
- Una bomba de 20 litros