

USO DE EXTRACTO DEL ÁRBOL DE NEEM (*Azadirachta indica*), PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA (*Trialeurodes Vaporariorum*) EN EL CULTIVO DEL TOMATE (*Solanum Lycopersicum*) COMO ALTERNATIVA, PARA MITIGAR EL IMPACTO NEGATIVO DE LOS AGROQUÍMICOS EN EL MUNICIPIO DEL PEÑOL ANTIOQUIA.

GUSTAVO ALBERTO PEREZ VELASQUEZ

JULIO ALBERTO PARRA CEBALLOS

LINEA DESARROLLO RURAL

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD

**ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE -
ECAPMA**

CEAD MEDELLIN

PROGRAMA AGRONOMIA

2019

USO DE EXTRACTO DEL ÁRBOL DE NEEM (*Azadirachta indica*), PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA (*Trialeurodes vaporariorum*) EN EL CULTIVO DEL TOMATE (*Solanum lycopersicum*) COMO ALTERNATIVA, PARA MITIGAR EL IMPACTO NEGATIVO DE LOS AGROQUÍMICOS EN EL MUNICIPIO DEL PEÑOL ANTIOQUIA.

GUSTAVO ALBERTO PEREZ VELASQUEZ

JULIO ALBERTO PARRA CEBALLOS

TRABAJO DE GRADO

JURADO

DANIEL URBIÑEZ URBIÑEZ

LÍNEA DESARROLLO RURAL

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD

**ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE -
ECAPMA**

CEAD MEDELLIN

PROGRAMA AGRONOMIA

2019

Nota de aceptación

Queremos dedicar este trabajo a nuestras familias por la paciencia que tuvieron durante el tiempo que nos dedicamos al estudio. Por la fuerza y el ánimo constante que nos dieron para finalizar con entusiasmo y cariño la carrera.

Agradecimientos

Agradecemos a Dios todo poderoso por facilitarnos la oportunidad de estudiar, por bendecirnos y guiarnos en todo momento de nuestras vidas. Por facilitarnos el conocimiento a través de nuestros docentes de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, que nos han ayudado a prepararnos en nuestra profesión. A los profesores Diego Hernández y Catalina Muñoz que siempre estuvieron disponibles a colaborarnos.

Contenido

	Pág.
SUMARY	10
INTRODUCCIÓN	11
1. Objetivos	13
1.1 Objetivo General	13
1.2 Objetivos Específicos.....	13
2. Planteamiento del problema	15
2.1 Justificación	16
3. Marco Teórico	18
3.1 Generalidades.....	24
3.2 Cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>).....	24
3.2.1 Condiciones agroclimatólogicas	26
3.2.2 Factores Agronómicos	26
3.2.3 Enfermedades y Plagas	29
3.2.3.1 Enfermedades causadas por hongos.....	30
3.2.3.2 Enfermedades causadas por bacterias	32
3.2.3.3 Plagas	33
3.3 Generalidades de La Mosca Blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)	36
3.3.1 Biología de la mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>).....	38
3.3.2 Manejo integrado de mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)	40
3.3.2.1 Control biológico	40
3.3.2.2 Control cultural	41
3.3.2.3 Control químico	42
3.3.3 Monitoreo de mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>) en el cultivo del tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>).....	42
3.3.4 Programas de extensión	43
3.3.5 Plan de Buenas Prácticas Agrícolas	44
3.3.6 Protocolo para uso del extracto de NEEM.....	45
4. Metodología	45

4.1	Datos edafoclimáticos del predio donde se realiza el proyecto	46
4.2	Propiedades del suelo donde se establece el cultivo de tomate.....	48
4.3	Detección de focos y elección de plantas al azar	52
4.4	El extracto de NEEM	52
4.5	Protocolo para uso del extracto de NEEM.....	53
4.6	Secuencia de observación en cada planta.....	54
4.7	Niveles de tolerancia.....	55
5.	Desarrollo del proyecto.....	55
5.1	Primer monitoreo	55
5.1.1	Estado fitosanitario del cultivo	57
5.1.2	Detección de focos	58
5.1.3	Aplicación 1	59
5.2	Segundo monitoreo	59
5.2.1	Aplicación 2	63
5.3	Tercer monitoreo.....	64
5.3.1	Aplicación 3	66
5.4	Cuarto monitoreo	67
5.4.1	Aplicación 4	70
5.5	Quinto monitoreo	70
5.5.1	Aplicación 5	72
5.6	Sexto monitoreo.....	73
6.	Costos y presupuesto.....	75
7.	Análisis y evaluación.....	77
8.	Conclusiones	83
9.	Bibliografía	85
10.	Anexos	87

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Daño causado por el hongo (<i>Phytophthora infestans</i>)	30
Figura 2. Daño causado por el hongo (<i>Alternaria solani</i>)	31
Figura 3. Daño causado por el hongo (<i>Botrytis</i> sp)	32
Figura 4. Daño causado por la bacteria (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>Vesicatoria</i> (Doidge) Dye).	33
Figura 5. Daño causado por nematodos (<i>Meloidogyne incognita</i> , <i>M. javanica</i>)	34
Figura 6. Daño causado por cogollero (<i>Tuta absoluta</i>) en hojas.	35
Figura 7. Virus del mosaico suave del tomate (ToMMV)	35
Figura 8. Evaluación tamaño de gota, uniformidad de la aplicación, utilizando papel hidrosensible.	35
Figura 9. Adultos y ninfas de mosca blanca en hojas	36
Figura 10. Biología y manejo de la mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	39
Figura 11. Delimitación del lote demostrativo	56
Figura 12. Monitoreo de mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>) en el envés de la hoja.....	56
Figura 13. Identificación de la mosca blanca.....	57
Figura 14. Gráfico de la población de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	60
Figura 15. Extracto de NIM al 0.4%	61
Figura 16. Extracto de Neem al 20% BIO-NEEM	61
Figura 17. Estado de la planta.....	62
Figura 18. Gráfico de la población de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	62
Figura 19. Gráfico de la población de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	64
Figura 20. Monitoreo de la mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	65
Figura 21. Gráfico de la población de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	66
Figura 22. Gráfico de la población de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	68
Figura 23. Gráfico de la población de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	69
Figura 24. Gráfico de la población de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	71
Figura 25. Gráfico de la población de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	72
Figura 26. Gráfico de la población de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	73
Figura 27. Gráfico de la población de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	74

Figura 28. Limbo foliar sin presencia de mosca blanca.....	74
Figura 29. Monitoreo de la mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)	81

Lista de Tabla

	Pág.
Tabla 1. Clasificación taxonómica del tomate <i>Solanum lycopersicum</i>	24
Tabla 2. Diferencias entre la mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i> y <i>Trialeurodes vaporariorum</i> Según Mitidieri y Polack (2012)	37
Tabla 3. Clasificación taxonómica de la mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	38
Tabla 4. Datos de temperatura y precipitación durante 1 año (Julio 2016- Julio 2017).....	47
Tabla 5. Textura: Resultados textura muestra de suelo finca Cotolengo El Peñol (Ant)	48
Tabla 6. Recursos disponibles.....	49
Tabla 7. Cronograma de actividades.....	49
Tabla 8. Planilla de monitoreo de mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>).....	54
Tabla 9. Croquis con incidencia de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> (Focos).....	58
Tabla 10. Sectores y cantidad de adultos de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> en el primer monitoreo.	59
Tabla 11. Monitoreo de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> lote demostrativo-segundo monitoreo.....	60
Tabla 12. Monitoreo en el lote testigo-segundo monitoreo	62
Tabla 13. Monitoreo de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> lote demostrativo- tercer monitoreo.....	64
Tabla 14. Monitoreo lote testigo-tercer monitoreo	65
Tabla 15. Monitoreo de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> Lote demostrativo –cuarto monitoreo.....	67
Tabla 16. Monitoreo mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> lote testigo- cuarto monitoreo ..	69
Tabla 17. Monitoreo de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> Lote demostrativo-quinto monitoreo.....	70
Tabla 18. Monitoreo lote testigo-quinto monitoreo	71
Tabla 19. Monitoreo de lote demostrativo-sexto monitoreo.....	73
Tabla 20. Monitoreo de lote testigo-sexto monitoreo.....	74
Tabla 21. Comparación de costos de aplicaciones Extracto de NNEM vs insecticidas químicos	75
Tabla 22. Presupuesto	76
Tabla 23. Resumen tabla de monitoreos	80

RESUMEN

El uso indiscriminado de agroquímicos se ha convertido en un factor de importancia en la agricultura tradicional, con el propósito de obtener grandes rendimientos, sin desconocer los riesgos que se asumen al utilizar este tipo de prácticas, en cuento a la salud de productores y consumidores y daños al medio ambiente.

El objetivo del presente proyecto es dar a conocer a los agricultores de la región, mediante un informe técnico, los insecticidas naturales que se utilizar para controlar la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*), pues es una de las plagas de mayor importancia económica en este cultivo, en el Municipio del Peñol, Antioquia.

El trabajo se realizará en el Municipio del Peñol, oriente antioqueño, en la vereda de Guamito en el que se tendrán dos tipos de invernaderos con el mismo cultivo, la misma variedad y las mismas distancias de siembra, uno con un manejo convencional donde se utilizan todo tipo de plaguicidas de síntesis química y el otro con un manejo más limpio u orgánico donde solamente se utilizarán agroquímicos permitidos de baja categoría toxicológica y el uso de insumos agro biológicos acompañados de las BPA.

Palabras claves:

B.P.A, M.I.P.E, Plaga, Pesticida, Infestación, Biológicos, Mosca blanca, *Trialeurodes vaporariorum*

SUMMARY

The indiscriminate use of agrochemicals has become an important factor in traditional agriculture, with the purpose of obtaining high yields, without ignoring the risks that are assumed when using this type of practices, in relation to the health of producers and consumers and Damage to the environment.

The objective of this project is to inform the farmers of the region, through a technical report, the natural insecticides used to control the whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) in the tomato crop (*Solanum lycopersicum*), as it is one of the pests of greater economic importance in this crop, in the Municipality of Peñol, Antioquia.

The work will be carried out in the Municipality of El Peñol, eastern Antioquia, in the village of Guamito, where there will be two types of greenhouses with the same crop, the same variety and the same planting distances, one with conventional handling where they are used all types of chemical synthesis pesticides and the other with a cleaner or organic management where only permitted agrochemicals of low toxicological category and the use of agro-biological inputs accompanied by GAP will be used.

INTRODUCCIÓN

La mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* ataca muchas especies vegetales a nivel mundial a tal punto que se ha convertido en una plaga de mucha importancia económica para los cultivos, especialmente para el tomate *Solanum lycopersicum* que afecta directamente el cultivo porque succiona la savia provocando que las plantas presenten un desmejoramiento en su vitalidad y también porque propicia el ataque del hongo *Capnodium* sp. y del virus del mosaico, ocasionando así una pérdida de la calidad y de la rentabilidad del producto de hasta un 80%.

En el oriente antioqueño, con la actividad agrícola, se ha presentado un uso excesivo de los agroquímicos, especialmente con el control de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en el cultivo del tomate *Solanum lycopersicum* en condiciones de invernadero, pues la comunidad campesina se ve con la necesidad de cambiar estos agroquímicos, con los que habitualmente la ha estado combatiendo, por otros agroquímicos con categorías muy tóxicas, ya que, con el uso exagerado de estos, son cada vez más resistentes, generando problemas de salud a los operarios de las fincas, a sus familias y en general a todos los consumidores de los productos.

Como dice Fandiño y Moreno (2016), el uso irresponsable de los agroquímicos, además de dañar la salud, destruye los enemigos benéficos y ocasiona efectos adversos en el medio ambiente.

Aunque se ha visto que hay cierta indiferencia, por no decir resistencia, por parte de los cultivadores al uso de productos orgánicos como es el caso del uso del extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*), porque la injerencia de las casas comerciales de productos químicos, ha sido permanente desde el inicio de la revolución verde y ha creado una cultura del uso de agroquímicos con resultados inmediatos sin importar los daños que puede ocasionar.

Con este presente proyecto, se abre una oportunidad a los empresarios campesinos del municipio de El Peñol, departamento de Antioquia que se dedican a la actividad agrícola, especialmente a la producción de tomate bajo invernadero, ya que con el uso de productos orgánicos, como el extracto de NEEM, obtenido del árbol (*Azadirachta indica*), se ofrece una alternativa biológica para el control de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en sus diferentes estados (ninfa y adulto). De esta manera se reduce el uso masivo de agroquímicos, que además de generar un impacto negativo al medio ambiente, como: contaminación de suelos y fuente de aguas por residuos y destrucción de la fauna y microfauna, también generan problemas de salud, tanto a los productores, como a los consumidores. Según Meneses (2017) diferentes tipos de cáncer, problemas respiratorios y los problemas de malformaciones en los recién nacidos.

Se pretende además, que gran parte de la comunidad campesina dedicada a la producción agrícola en este municipio del oriente antioqueño, conozca la importancia de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en su actividad y que su acción integrada permitan impactar de una manera positiva la forma de producción, donde se dé protección y sostenibilidad a los recursos naturales y se contribuya con el mejoramiento de la calidad de vida de los empresarios campesinos y los consumidores.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Implementar el uso de extracto del árbol de Neem (*Azadirachta indica*), como una alternativa biológica en el control de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en el cultivo del tomate (*Solanum Lycopersicum*) con el fin mitigar el impacto negativo de los agroquímicos en el medio ambiente y en la salud de los productores, mediante protocolos adecuados de aplicación, en el municipio del peñol, departamento de Antioquia.

1.2 Objetivos Específicos

Elegir como alternativa biológica para el control de mosca blanca (*Trialeurodes Vaporariorum*) el extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*), y establecer protocolos adecuados de aplicación, que permitan su eficiencia y su viabilidad económica, ambiental y social.

Establecer una parcela demostrativa de 500 m² en un lote de tomate (*Solanum Lycopersicum*) en el municipio de El peñol, departamento de Antioquia, donde se realizaran 5 aplicaciones cada 7 días con extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*), para el control de mosca blanca (*Trialeurodes Vaporariorum*) y de esta manera reducir las aplicaciones de insecticidas de síntesis química hasta en un 60%.

Hacer un monitoreo semanal a las parcelas, teniendo en cuenta las variables de eficacia de control del extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*), mediante del conteo de ninfas y adultos presentes en la planta, que permitan obtener el porcentaje de control de las aplicaciones.

Comparar la eficiencia del extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*) en el control de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*, del lote demostrativo, versus lote testigo manejado convencionalmente con agroquímicos Evisect, Lamndacialotrina, Thiametoxan, Metomyl y Proxan

2. Planteamiento del problema

“Como consecuencia del uso indiscriminado de los agroquímicos, se ha reportado mayor frecuencia de enfermedades como leucemia, cánceres, nacimientos con malformaciones y abortos, entre otras” (Meneses, 2017); además genera un desequilibrio ecológico al ecosistema. “La pérdida de la inocuidad es un riesgo alto, no sólo para los clientes finales que consumen los alimentos; provoca además una serie de consecuencias negativas, tanto para las empresas agrícolas que lo producen y lo llevan al mercado” (Ávila-Orozco, León, Pinzón, Londoño, & Gutiérrez, 2017)

El Municipio del Peñol ha sido un gran productor de tomate (*Solanum Lycopersicum*) en el departamento de Antioquia y siempre lo han manejado bajo el modelo de agricultura convencional, donde se usan agroquímicos de manera intensiva, sin importar la salud y bienestar de productores y consumidores y los daños al medio ambiente.

Según la cartilla del ICA “Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas Medidas para la temporada invernal” dentro de las plagas que más afectan los cultivos de hortalizas entre ellos los tomates, es la mosca blanca (*Bemisia Tabaci*) y las prácticas que más recomienda el ICA son las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) con el propósito de reducir el uso de plaguicidas contaminantes.

Con lo anterior, se plantea realizar un ensayo en la finca la ilusión de la vereda Guamito del municipio El Peñol, en el departamento de Antioquia, en el que se utilizarán dos invernaderos: uno manejado con el modelo de la agricultura convencional (con el uso de agroquímicos como Evisect, Lamndacialotrina, Thiametoxan, Metomyl y Proxan y demás

prácticas que han realizado durante toda la vida) y el otro, con el modelo de la agricultura limpia (Manejo Integrado de Plagas, cintas pegantes, limpieza de arvenses, el uso de insecticidas biológicos como el extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*), que resulta como una alternativa viable para el control de mosca blanca (*Trialeurodes Vaporariorum*), siendo además económico y de fácil consecución en las tiendas agropecuarias de la región.

2.1 Justificación

Desde el mismo momento en el que se inició la revolución verde, como estrategia para abastecer las necesidades alimentarias de la comunidad mundial, se desarrolló una industria química con el propósito de mantener los cultivos libres de plagas y enfermedades que también se fueron expandiendo con el desarrollo de la actividad agrícola.

El uso masivo e inadecuado muchas veces de los agroquímicos empleados en la agricultura para realizar el control de plagas en los cultivos, causan impactos negativos tanto en la salud de las personas, Según Meneses (2017) diferentes tipos de cáncer, problemas respiratorios entre otros, como en el medio ambiente ya que estos contribuyen a la contaminación del suelo y deterioro de su microfauna benéfica, a la contaminación de fuentes de agua, “el inadecuado uso y manejo de los plaguicidas, unido a la ausencia de unas normas de prevención adecuadas, ha originado una alteración medioambiental severa” (Durán-Quirós, González, Vargas, & Mora, 2017),

“El código internacional de conducta para la distribución y uso de plaguicidas, es una herramienta importante que tienen a disposición entidades gubernamentales y no gubernamentales, cuyos objetivos incluyen la reducción de los riesgos asociados con la

distribución y uso de plaguicidas, la protección de la salud humana y el medio ambiente y el apoyo al desarrollo una agricultura sostenible” (Rodríguez, Tamayo, & Estrada, 2014).

Por lo anterior se tiene la necesidad capacitar a los agricultores agrícolas sobre manejo y uso seguro de agroquímicos y ofrecer alternativas de insumos biológicos para el manejo fitosanitario de sus cultivos.

La Economía del Municipio del Peñol Antioquia, se ha caracterizado principalmente por la producción de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), bajo un modelo de agricultura convencional, con prácticas inadecuadas de cultivo y uso indiscriminado de agroquímicos. Por lo tanto, la agricultura biológica se convierte en una alternativa viable de producción agrícola en este municipio, ya que es un sistema que acoge el uso de insumos biológicos y las buenas prácticas agrícolas (BPA), entendidas como: rotación de cultivos, asociación de cultivos, labranza mínima, entre otros lo que llevaría a un sistema de producción económico, ambiental y socialmente sostenible.

El uso de insecticidas biológicos como el extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*), como alternativa para el control de mosca blanca (*trialeurodes vaporariorum*), en el cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum*), permiten hacer una reducción gradual en la cantidad de agroquímicos que por años han utilizado los agricultores del municipio de El peñol, y que en la actualidad continúan haciendo de manera indiscriminada. Este modelo de agricultura convencional e intensiva además de los problemas al medio ambiente ya mencionados, genera contaminación por residuos en el producto, de ahí la importancia de buscar alternativas biológicas que permitan bajar la carga de agroquímicos sobre la esta explotación y así ofrecer al mercado un producto más limpio o inocuo. En la producción de tomate la inocuidad es muy importante, ya que son productos que se consumen frecuentemente en fresco y sin un proceso

previo de preparación o desinfección que garantice su limpieza. Para asegurar la inocuidad en los frutos de tomate se requiere directamente de la intervención de todas las partes que participan en la cadena productiva, para ello en la producción a nivel campo se siguen programas como las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). La BPA son principios y prácticas para reducir, identificar y minimizar riesgos de contaminación y con ello asegurar la inocuidad de los alimentos.

Actualmente estos sistemas de BPA permiten rastrear e identificar brotes de contaminación mediante bitácoras o registros, y así reconocer los puntos de mayor contaminación (INTAGRI, 2017).

3. Marco Teórico

Actualmente, el tomate ocupa un papel preponderante en la economía agrícola mundial de muchos países, siendo la hortaliza más sembrada del mundo y un producto esencial en la alimentación de varias regiones, cuyo consumo juega un papel importante en la gastronomía. Los principales países productores son China, Estados Unidos, Turquía, Egipto, Italia, India, Irán, España, Brasil y México, los cuales contribuyen con cerca del 70% de la producción mundial. En Colombia, está disperso por todo el país, cultivándose en 18 departamentos; sin embargo, cerca del 80% de la producción está concentrada en los departamentos de Cundinamarca, Norte de Santander, Valle, Caldas, Huila, Risaralda y Antioquia (Corpoica, Minagricultura, 2013)

En el caso colombiano, la producción agrícola se caracteriza por un amplio consumo de plaguicidas (en la mayoría de los casos excesivo e irracional), lo cual, además de incrementar los costos de producción, muchas veces no logra el propósito buscado y por el contrario origina otros problemas secundarios graves, como el deterioro de recursos naturales, agua, suelo y fauna, además problemas en la salud de productores y consumidores (Corpoica, Minagricultura, 2013).

El uso de plaguicidas se hizo común con la aparición de los insecticidas organoclorados en los primeros años de la década de los cuarenta (y la posterior síntesis de otras materias). La eficacia de muchos de ellos fue innegable, lo que llevó a considerarlos como el núcleo para el control de plagas.

Los insecticidas organoclorados son compuestos químicos sintéticos con alta estabilidad química en diferentes estratos y alta solubilidad en grasas; pueden llegar al hombre, y en forma indirecta a través de la cadena alimenticia en los productos de origen animal con la leche y la carne; que en este último caso además de ingerir los residuos del insecticida propiamente dicho, se ingieren también todos los metabolitos que se hayan formado; en su producción y utilización para abatir insectos plaga han presentado residualidad y persistencia en el ambiente, provocando efectos nocivos para los organismos. El reporte de trastornos y patologías en el humano, organismos acuáticos y terrestres implica su monitoreo continuo en el ambiente, así como en diferentes productos (carne, huevo, leche y pescado); con la finalidad de disminuir el grado de exposición y contaminación en beneficio de la salud pública (Zaragoza-Bastida, y otros, 2016).

Los insecticidas organofosforados pueden ingresar al organismo por inhalación de vapores, absorción gastrointestinal, penetración a través de la piel y mucosas expuestas. La acción toxica de los organofosforados tiene lugar a nivel sináptico, en donde al enlazarse de forma covalente con la acetilcolinesteraza, inhiben su actividad enzimática normal de hidrolisis de acetilcolina, lo que produce una acumulación excesiva de este neurotransmisor y en consecuencia una estimulación sostenida de los órganos efectores colinérgicos, ocasionando a su vez: visión borrosa, salivación, lagrimeo, sudoración, fatiga, debilidad muscular, ansiedad, vértigo insomnio, confusión, desconcentración, entre mucho otros (Mohammad & Varela)

El uso de plaguicidas de síntesis química en la producción agrícola convencional, ofrece importantes ventajas para el rendimiento de los cultivos, por lo que resulta difícil prescindir de su uso. Sin embargo, es importante mencionar que estos insumos deben ser usados adecuadamente para evitar los riesgos inherentes a su residualidad, tanto para quienes aplican estos productos en el campo, como para los consumidores de los alimentos y el medioambiente. Teniendo en cuenta los problemas de salud pública que conlleva el uso inadecuado de los plaguicidas en la agricultura y como una contribución al conocimiento de la calidad fitosanitaria de los productos consumidos en la dieta diaria, se han realizado evaluaciones de residuos de los principales plaguicidas utilizados en frutos de tomate (*Solanum Lycopersicum*), utilizando numerosos métodos de análisis para la determinación de plaguicidas organofosforados (of) y organoclorados (oc) en distintas solanáceas mediante la cromatografía de gases y diferentes detectores. (Ávila-Orozco, León, Pinzón, Londoño, & Gutiérrez, 2017).

Esta situación ha generado, en las últimas décadas, una serie de problemas tales como la aparición cada vez más frecuente de seres vivos invasores resistentes a los insecticidas, la destrucción de los enemigos naturales de las plagas, la reducción de la diversidad y densidad de población de las especies de fauna y flora silvestres, un desequilibrio ecológico y una alta contaminación ambiental por acumulación de pesticidas y sus residuos o metabolitos en el suelo, las aguas, el aire y en los productos agrícolas y pecuarios (Corpoica, Minagricultura, 2013).

Ante esta situación, se impone la necesidad de desarrollar un plan de manejo de plagas en tomate que contemple como puntos básicos la reducción y racionalización del uso de plaguicidas mediante la utilización de técnicas alternativas como: el control biológico; el control físico; las prácticas culturales; y el uso de trampas de feromonas atrayentes, repelentes o de cualquier otro método, que sin deteriorar el ambiente contribuyan a reducir las poblaciones de plagas a niveles

no perjudiciales teniendo en cuenta que estas actividades se deben realizar antes, durante y después del cultivo y no cuando aparezca la plaga, (Corpoica, Minagricultura, 2013).

Se han desarrollado investigaciones, por mencionar “evaluación de dos insecticidas naturales, extracto de ají y tabaco para el control de plagas en cultivo de fríjol ecuatoriano” (Verdezoto, y otros, 2016), con el objetivo de buscar alternativas de tipo biológico, que permitan intervenir positivamente en la nutrición, producción y calidad del cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum*), de manera que permitan disminuir costos económicos y ecológicos en el cultivo y su entorno. Dentro de las alternativas ecológicas, se considera incluir el uso de bioinsumos en el sistema productivo, (abonos orgánicos, abonos verdes, entre otros), a fin de reducir la dependencia de agroquímicos y aunque los resultados obtenidos han sido hasta un 27% menores a testigos convencionales, esta práctica se puede considerar como la existencia de una nueva opción o alternativa, que por la procedencia de su contenido puede ser considerada como ecológica (Terry, Leyva, Ruiz, & Díaz, 2007).

De igual forma y buscando contribuir a la solución de la problemática asociada a la concentración de residualidad por agro tóxicos en los productos de origen agrícola y reducir estos niveles de contaminación, algunos países incentivan la agricultura ecológica u orgánica que se define como un sistema de producción que utiliza insumos naturales y prácticas agrícolas sostenibles, como la rotación de cultivos, la siembra de policultivos, el intercalado de cultivos, entre otros y prohíbe el uso de plaguicidas de síntesis química, fertilizantes sintéticos, medicamentos de uso veterinario, semillas modificadas genéticamente, así como conservantes y aditivos (Scialabba & Hattam, 2003, citado por Sánchez, Castañeda, Javier; 2017).

La agroecología puede hacer un aporte significativo (reducción de la contaminación de suelos y fuentes de agua y mejorar la inocuidad de productos agrícolas) a la solución de la problemática generada por el uso indiscriminado de agroquímicos en el cultivo de tomate, puesto que esta se entiende como la ciencia que se ocupa del diseño y modelo de agro-ecosistemas viables y sostenibles que apunta a solucionar problemas ecológicos, económicos y sociales causados por la revolución verde en la agricultura, que acoge el uso de alternativas biológicas e integra el conocimiento tradicional junto con el de los agricultores, en busca de que los agroecosistemas pierdan dependencia de insumos agroquímicos, entendiendo que la producción agrícola es vista como un sistema natural (Marín-Rivera, Murillo-Lopera, Rodríguez-Delgado, & Martínez-Girón, 2018).

También como alternativa de solución a la problemática y que contribuya significativamente con un sistema de producción agrícola viable y sostenible, se sugiere la adopción e implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA); como lo menciona Buitrago, L. M., (2013), en un estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de tomate chonto en el municipio de Sonsón (Ant.), en donde se encontró que la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas permiten reducir la cantidad de agroquímicos utilizados el manejo fitosanitario del cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum*), por lo que se reducen los costos de producción, se mejora la inocuidad del producto y se disminuye la contaminación a suelos y fuentes de agua, lo que se traduce en una mayor viabilidad económica, ambiental y social del sistema agrícola.

Otra alternativa, son las actividades educativas: capacitaciones, charlas tácticas y días de campo, que incluyan la participación de los productores y otros actores locales; sobre el proceso productivo, de fitomejoramiento y bioseguridad, que contribuye a la solución de la problemática,

pues permite seleccionar semillas de variedades de tomate (*Solanum Lycopersicum*) que se adapten mejor a las condiciones agroclimáticas de cada región, definir las tecnologías más adecuadas a cada zona, e implementar un manejo agronómico ajustado a las necesidades y/o requerimientos del cultivo, que permitan un uso eficiente y responsable de los agro insumos y la obtención de productos agrícolas de alta calidad (Moya-López, Orozco, & Mesa, 2016).

La agricultura limpia también se convierte en una alternativa que contribuye significativamente a la disminución de agroquímicos y a la estabilidad de los agroecosistemas productivos, entendida esta como un conjunto de prácticas y / o actividades que cuidan el medio ambiente, que disminuyen o eliminan el uso de productos de síntesis química, así como su categoría toxicológica y acoge las BPA y el uso de bioinsumos, en los cultivos y en la cría de animales y que tienen un cuidado especial de la tierra, antes, durante y después de la cosecha, al igual que los que protegen la conservación de la naturaleza y prestan mayor atención al bienestar de los trabajadores (Devia-Castillo, 2011).

En Colombia entre las normas aplicables para el manejo seguro de agroquímicos se encuentra el decreto número 1843 de 1991 del Ministerio De Hacienda y El Decreto 775 del 16 de abril de 1990 Ministerio de Salud que tiene por objeto El control y la vigilancia epidemiológica en el uso y manejo de plaguicidas, deberá efectuarse con el objeto de evitar que afecten la salud de la comunidad, la sanidad animal y vegetal o causen deterioro del ambiente. Resolución 03759 de diciembre de 2003 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural por la cual se dictan disposiciones sobre el registro y control de los plaguicidas químicos de Uso agrícola el gerente general del instituto colombiano agropecuario “ICA”

3.1 Generalidades

3.2 Cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*)

Tabla 1. Clasificación taxonómica del tomate *Solanum lycopersicum*.

Reino	Plantae
Subreino	Viridiplantae
Infrareino	Streptophyta
Superdivisión	Embryophyta
División	Tracheophyta
Subdivisión	Spermatophytina
Clase	Magnoliopsida
Superorden	Asteranae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	Solanum
Especie	<i>S. lycopersicum</i>

Fuente: *Integrated Taxonomic Information System report Page: Trialeurodes vaporariorum (2016), citado por (Fandiño & Moreno, 2016)*

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es originario de América del Sur, de la Región Andina (Chile, Ecuador, Bolivia, Perú y Colombia), existiendo en esta zona la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres; pero su domesticación se inició en el sur de México y Norte de Guatemala, llegando luego a Europa en el siglo XVI e inicios del siglo XVII, cultivándose en jardines de Italia, Inglaterra, España y Francia, donde fue inicialmente utilizado como planta ornamental por la belleza y color de sus frutos. A finales del siglo XVIII, el tomate empezó a ser producido como un cultivo comestible. Las formas silvestres del ‘tomate cereza’, *Lycopersicum esculentum* var. *Cerasiforme*, originarias del Perú, migraron a través de Ecuador, Colombia, Panamá y América Central hasta llegar a México, donde fue domesticado por el hombre. En la lengua Nahuatl de México era llamado tomatl, que sin lugar a dudas dio origen al actual nombre del tomate (MinAgricultura, Corpoica, 2013).

Solo a partir del siglo XIX es cuando adquiere gran importancia económica a nivel mundial, hasta llegar a ser, junto con la papa, la hortaliza más difundida y predominante del mundo. Para el año 1828, se encuentra en un catálogo la primera variedad comercial, y en 1900 surge la primera variedad mejorada, denominada ‘ponderosa’, la cual fue utilizada para la obtención de la mayoría de las variedades americanas actuales junto con los materiales colectados en la región de origen durante las décadas de 1920 y 1930 (MinAgricultura, Corpoica, 2013).

Actualmente, el tomate ocupa un papel preponderante en la economía agrícola mundial de muchos países, siendo la hortaliza más sembrada del mundo y un producto esencial en la alimentación de varias regiones, cuyo consumo juega un papel importante en la gastronomía. Los principales países productores son China, Estados Unidos, Turquía, Egipto, Italia, India, Irán, España, Brasil y México, los cuales contribuyen con cerca del 70% de la producción mundial. En Colombia, está disperso por todo el país, cultivándose en 18 departamentos; sin embargo, cerca del 80% de la producción está concentrada en los departamentos de Cundinamarca, Norte de Santander, Valle, Caldas, Huila, Risaralda y Antioquia (MinAgricultura, Corpoica, 2013).

El tomate de mesa se agrupa en diferentes categorías según su uso: (consumo en fresco e industria) y de acuerdo con la forma externa de los frutos. Generalmente se tienen cuatro tipos: Milano, tomates grandes de forma achatada; Chonto, tomates medianos de forma redonda u ovalada; Cherry, tomates pequeños en forma de pera, redonda o bombillo e Industrial, diferentes formas y tamaños, se caracterizan por tener gran cantidad de sólidos solubles (MinAgricultura, Corpoica, 2013)

Dentro de las principales variedades cultivadas en Colombia, encontramos:

Chontos: Híbrido Torrano, Híbrido Calima, Híbrido Roble, Híbrido Libertador, Híbrido Gem 604, Híbrido carguero, entre otros

Milanos: Híbrido Granitio, Híbrido Astona, Híbrido Reyna

Cherry: Híbrido Regy, Híbrido Baby Tom

3.2.1 Condiciones agroclimatológicas

El manejo integral de los factores agroclimáticos, es fundamental para el desarrollo y productividad del cultivo. Dentro de los requerimientos climáticos que demanda el cultivo de tomate encontramos:

Temperaturas: (clasificación térmica, Grupo D) entre 12 °C y 25 °C (clima medio)

Humedad relativa: entre un 60% y un 80%

Ventilación: Cuando existen corrientes de vientos calientes o fríos, se ve afectada la floración y se altera el balance fotosintético de las hojas. Los vientos fuertes, asociados con humedad relativa alta, son más propicios para el ataque de enfermedades bacterianas y de hongos (MinAgricultura, Corpoica, 2013)

Luminosidad: a mayor radiación, mayor estimulación del crecimiento vegetativo y como resultado más alta producción

3.2.2 Factores Agronómicos

Densidad de siembra: siembra: 0.4 m entre plantas y 1.2 m entre líneas=20.833 plantas/ha.

Suelo óptimo para la producción: El tomate prospera en diferentes tipos de suelo, siendo los más indicados, los suelos sueltos, bien aireados y con buen drenaje interno y que a su vez tengan

capacidad de retener humedad, de texturas francas a franco arcillosas; con contenidos de materia orgánica altos, por encima del 5%, y buen contenido de nutrientes. El pH del suelo debe oscilar entre 5,8 a 6,8. Además de ser el sustento físico de la planta, el suelo cumple con dos funciones fundamentales en la producción del cultivo de tomate: en primer lugar aporta los nutrientes químicos y en segundo lugar sirve como medio de almacenamiento del agua. Para conocer la aptitud de un suelo para el cultivo de tomate bajo invernadero es necesario analizar su fertilidad, así como algunas características físicas como son la textura, la densidad, la porosidad y la capacidad de retención del agua.

Requerimiento hídrico: las plantas de tomate consumen menor o mayor cantidad de agua, según la etapa de desarrollo fenológica y la tasa de evapotranspiración, influenciada por la temperatura y radiación solar, el viento, entre otros factores. Requerimiento de agua estimado por etapas:

Semana 1 DDT: 150-200 cc

Semana 2 a 4: 250-300 cc

Semana 5 a 7: 400-500 cc

Semana 7 a 9 600-800 cc

Semana 10 en adelante: 100-1200 cc

El ciclo de vida o fase vegetativa del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), variedad indeterminada comprende cuatro sub-etapas, distribuidas un tiempo de 7 meses, 210 días aproximadamente, distribuidos de la siguiente manera:

- Fase inicial: desde la siembra de la semilla hasta el trasplante, cuando la planta tiene 4 - 6 hojas verdaderas (30-35 días).
- Fase vegetativa: desde el trasplante cuando las plantas tienen de 6 a 8 hojas hasta el inicio de la floración e iniciación y crecimiento del primer racimo (25-30 días).
- Fase de floración y producción: el tallo se prolonga, cada tres hojas se produce una inflorescencia, la floración, cuajado y llenado de frutos es continua, la maduración del primer racimo coincide con la floración del 7-10 racimo (50-60 días).
- Fase productiva: maduración y recolección de frutos, se presenta carga máxima de frutos en la planta, un equilibrio frutos/vegetación y un ritmo regular de desarrollo de racimos y hojas (90-100 días). (MinAgricultura, Corpoica, 2013).

Durante este tiempo se deben realizar al cultivo diferentes labores de sostenimiento al cultivo que permitan el desarrollo y productividad, dichas labores comprenden:

Podas: estas se realizan con el objetivo de potenciar la planta y las partes que tienen que ver con la producción, consiste en cortar hojas, tallos o frutos que no tengan que ver con la producción.

Tipos de podas: de formación, de yemas y chupones, de hojas, de flores y frutos, de yema terminal o despunte y sanitarias.

Tutorado o amarre: permite guiar de manera vertical las plantas a través de una cuerda, la planta se sujeta a esta mediante anillos de polietileno reutilizables o dando vuelta alrededor de la cuerda, de manera mecánica. El tutorado facilita las labores culturales en el cultivo, evita que los frutos y otras estrechuras de la planta se arrastren por el piso, permite mayor ventilación del cultivo, facilita el manejo fitosanitario, facilita las labores a operarios, entre otros.

Control de malezas: esta actividad se puede realizar de forma manual, mecánica o química, y básicamente consiste en controlar plantas diferentes al cultivo objetivo y que le compitan a éste por espacio, luz, agua y nutrientes y que puedan generar ambientes que favorezcan la incidencia de plagas y enfermedades.

Manejo fitosanitario: se realiza semanalmente y consiste en monitorear el cultivo y hacer aplicaciones con productos biológicos o químicos para el control de plagas y enfermedades que generen daños a las plantas y atenten contra la sostenibilidad del cultivo.

Riego: el riego se debe realizar todos los días, lo más adecuado es hacerlo de manera localizada al área de raíces del cultivo, en horas de la mañana, la cantidad y frecuencia está dada por la etapa de desarrollo fenológico del cultivo y por la evapotranspiración, también hay que tener en cuenta el drenaje o retención de humedad del suelo.

Fertilización: desde el inicio del cultivo se debe establecer un programa de fertilización ajustado a los requerimientos nutricionales del cultivo y a los resultados del análisis de suelo, generalmente se realiza con una frecuencia de 15 a 20 días y se hace edáfica o vía fertirriego (MinAgricultura, Corpoica, 2013).

3.2.3 Enfermedades y Plagas

El cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es muy susceptible a diversas plagas y enfermedades presentes en la región del oriente de Antioquia, lo que hace que los productores utilicen altas cantidades de agroquímicos para su manejo, limitando así su área de cultivo, su rendimiento y generando contaminación al medio y a la producción. Dentro de las principales enfermedades y plagas que afectan el cultivo de tomate, encontramos:

3.2.3.1 Enfermedades causadas por hongos

Tizón tardío o Gota (*phytophthora infestans*)

La enfermedad es común en zonas con temperaturas entre 15 y 22 °C y humedad relativa alta (mayor de 80%). El oomiceto puede sobrevivir en forma de micelio, en otras plantas cultivadas, en malezas de la familia de las solanáceas o en residuos de cosecha que permanecen en el suelo. Cuando la incidencia de la enfermedad es alta en hojas o tallos las esporas del hongo son fácilmente diseminadas por el viento, las herramientas o por el salpique del agua de riego. Los síntomas de la gota se pueden presentar en hojas, tallos o frutos. Generalmente los primeros síntomas aparecen en las hojas, como manchas grandes de color café o castaño, de aspecto húmedo y con una coloración verde pálido alrededor de la lesión (Corpoica, Minagricultura, 2013).



*Figura 1. Daño causado por el hongo (*phytophthora infestans*)*
Fuente: (Pérez, 2019)

Tizón temprano (*Alternaria solani*)

El hongo que causa la mancha de *Alternaria* es favorecido por ambientes húmedos y cálidos. El patógeno se disemina por la lluvia y el viento, y sobrevive en tejidos enfermos y en otras plantas de la familia de las solanáceas. Los primeros síntomas se observan en los bordes de las hojas más viejas, las cuales presentan lesiones pequeñas de color café oscuro con bordes irregulares. Estas lesiones crecen rápidamente y se tornan redondas, secas, de color café oscuro o negro, con bordes irregulares, marcados anillos concéntricos y rodeadas de un halo clorótico (Corpoica, Minagricultura, 2013).



Figura 2. Daño causado por el hongo (Alternaria solani)
Fuente: (Pérez, 2019)

Moho Gris (*Botrytis sp*)

El desarrollo del moho gris es favorecido por altas densidades de siembra, lluvias continuas, humedad relativa alta y temperaturas entre 15 y 22 °C. El hongo se disemina fácilmente por el viento, las herramientas y el salpique del agua de lluvia. El hongo *B. cinerea* afecta flores, tallos y frutos. En hojas, el hongo produce lesiones de color café oscuro, localizadas en el ápice, caracterizadas por no presentar halo clorótico pero sí algunos anillos concéntricos por el haz de la hoja y un abundante moho café por el envés de la misma, que corresponde a la esporulación del hongo que causa la enfermedad. El patógeno afecta los

pecíolos de las hojas y las flores, donde también produce lesiones de color café claro a oscuro con abundante esporulación (Corpoica, Minagricultura, 2013).



Figura 3. Daño causado por el hongo (Botrytis sp)
Fuente: (Pérez, 2019)

3.2.3.2 Enfermedades causadas por bacterias

Mancha bacterial, *Xanthomonas* (*Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria* (Doidge) Dye).

La enfermedad es común en zonas de clima medio y frío, donde son frecuentes condiciones de humedad relativa alta y temperaturas entre 17 y 24 °C. El patógeno sobrevive en restos de cultivo y en algunas malezas hasta por 6 meses. La bacteria produce lesiones negras en las flores, sépalos, pedúnculos y en el tallo, en los frutos verdes y maduros se presentan lesiones inicialmente pequeñas, redondas, de color negro a marrón oscuro y rodeadas de un leve halo clorótico. La bacteria se disemina por semillas infectadas, por el salpicado y el escurrimiento superficial de agua de lluvias o por riego por aspersión a partir de un foco de inóculo (Corpoica, Minagricultura, 2013).



Figura 4. Daño causado por la bacteria (Xanthomonas campestris pv. Vesicatoria (Doi)ge) Dye).

Fuente: (Pérez, 2019)

3.2.3.3 Plagas

Nematodos del nudo de la raíz (*Meloidogyne incognita*, *M. javanica*)

Los nematodos representan un problema serio en suelos livianos arenosos, aunque en suelos con pH bajos sus ataques son moderados. Esta acción es favorecida por temperaturas moderadas en el suelo entre 16 y 17 °C. La planta de tomate es afectada principalmente por especies del género *Meloidogyne* (hembra con forma de melón), es un nematodo de amplia distribución y prevalencia en diferente tipo de ambientes, es más frecuente en cultivos de tomate ubicados en zonas de clima cálido. El desarrollo del huevo se inicia pocas horas después de haber sido depositado por la hembra; cuando la larva ha desarrollado su estilete, rompe la cutícula del huevo y sale al suelo para penetrar las raíces del hospedante e iniciar su ciclo como parásito (Corpoica, Minagricultura, 2013).



Figura 5. Daño causado por nematodos (Meloidogyne incognita, M. javanica)

Fuente: (Pérez, 2019)

Gusano cogollero (*tuta absoluta*)

El cogollero del tomate está considerado como uno de los principales problemas entomológicos de este cultivo en Colombia, especialmente en las regiones de clima cálido y en invernaderos en zonas de clima medio y frío, cuando las estructuras tienen poca ventilación y alcanzan altas temperaturas. Los adultos son de hábitos nocturnos (emergen, copulan, ovipositan y se alimentan en la noche), demostrando una actividad diurna limitada y permaneciendo ocultos bajo el follaje de las plantas. Los huevos son depositados generalmente en el envés de los foliolos; las larvas, tan pronto emergen de los huevos, empiezan a minar las hojas, mientras que otras se dirigen a los brotes donde se adhieren a las hojas terminales que posteriormente se secan y luego profundizan dentro del tallo haciendo una galería de arriba hacia abajo; otras veces reúnen los limbos de dos hojas y se alimentan dentro de la cavidad así formada. En ocasiones, barrenan el ovario de la flor del tomate, propiciando la caída de los botones, las flores y los frutos, y también pueden perforar los frutos tiernos, restándoles calidad comercial (Corpoica, Minagricultura, 2013)



*Figura 6. Daño causado por cogollero (tuta absoluta) en hojas.
Fuente: (Pérez, 2019)*



*Figura 7. Virus del mosaico suave del tomate (ToMMV)
Fuente: (Pérez, 2019)*



*Figura 8. Evaluación tamaño de gota, uniformidad de la aplicación, utilizando papel hidrosensible.
Fuente: (Pérez, 2019)*

Mosca blanca (Homoptera: Aleyrodidae) (*Trialeurodes vaporariorum*)



Figura 9. Adultos y ninfas de mosca blanca en hojas

Fuente: (Pérez, 2019)

3.3 Generalidades de La Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

Su importancia como plaga radica en el daño causado por adultos y estados inmaduros al succionar la savia de la planta, aunque es son insectos muy pequeños, su número en las hojas de las plantas puede llegar a ser tan alto que cubre completamente el envés de la hojas, produciendo grandes cantidades de melaza o miel de rocío, la cual cae sobre las hojas inferiores y frutos, que a su vez que estimula la formación de fumagina, la cual se forma al crecer el hongo *Cladosporium* sp sobre la excreción azucarada o miel de rocío de adultos y ninfas de la mosca blanca, la fumagina u hollín en muchos casos causa un mayor daño al cultivo que la misma mosca blanca, puesto que detiene el proceso de la fotosíntesis y deteriora la calidad de los frutos. Otro daño importante es la transmisión de virus que ocasiona en cultivos de tomate, junto con el enrollamiento de los folíolos hacia el haz, mosaicos, enanismos y raquitismos. La mosca blanca puede ser transmisora de virus, especialmente el Begomovirus y el Crinivirus, para los cuales se recomienda el empleo de variedades resistentes al complejo insecto virus (Corpoica, Minagricultura, 2013).

Tabla 2. Diferencias entre la mosca blanca *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* Según Mitidieri y Polack (2012)

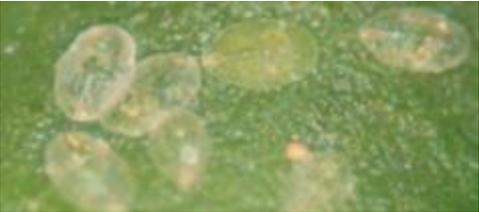
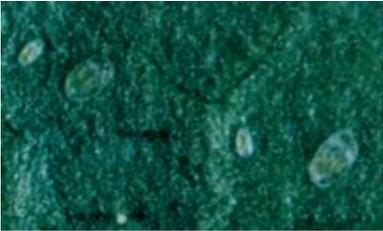
Bemisia tabaci	Trialeurodes vaporariorum
<ul style="list-style-type: none"> • La mosca en estado adulto es pequeño. • Forma de bastón • Presenta hendidura entre las alas (como techo a dos aguas) • La hendidura que hay entre las alas, permite ver el cuerdo de la mosca. • La parte del cuerpo que se ve es de color amarillo • La pupa de color amarilla, en forma de domo, bordes con escasos o sin filamentos cerosos 	<ul style="list-style-type: none"> • La mosca en estado adulto es más grande que la tabaci • Tiene forma triangular mirándola desde arriba con las alas en posición plana sin hendidura entre ellas • El cuerpo es blancuzco • Las pupas de color blanco, forma achatada y bordes con filamentos cerosos
	
<p>Adulto <i>Bemisia tabaci</i></p>	<p>Adulto</p>
	
<p>Pupa</p>	<p>Pupa</p>
	
<p>Ninfa</p>	<p>Ninfa</p>

Tabla 3. Clasificación taxonómica de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*

Reino	Animalia
Subreino	Bilateria
Infrareino	Protostomia
Superfilo	Ecdysozoa
Filo	Arthropoda
Subfilo	Hexapoda
Clase	Insecta
Subclase	Pterygota
Infraclase	Neoptera
Superorden	Paraneoptera
Orden	Hemiptera
Suborden	Sternorrhyncha
Superfamilia	Aleyrodoidea
Familia	Aleyrodidae
Género	<i>Trialeurodes</i>
Especie	<i>Vaporariorum</i>

Fuente: Integrated Taxonomic Information System report Page: *Trialeurodes vaporariorum* (2016), citado por (Fandiño & Moreno, 2016)

3.3.1 Biología de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

De acuerdo a (Cardona, Rodriguez, Bueno, & Tapia, 2005), aseguran que la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*, es una de las plagas de mayor importancia económica a nivel mundial, por su amplia distribución geográfica y por su capacidad de afectar especies cultivadas y su alto rango de hospederos. El daño que produce esta plaga, radica en la succión de la savia del floema, reduciendo así los rendimientos de la planta. En la succión de la savia por los adultos y las ninfas, se produce unas secreciones azucaradas favoreciendo el desarrollo de hongos, que de acuerdo a Fandiño y Moreno (2016), son hongos saprófitos del género *Capnodium sp* que ocasionan la fumagina, interfiriendo así con la fotosíntesis de las plantas.

Según Cardona *et al.*, (2005) para controlar la mosca blanca es recomendable utilizar un sistema combinado con un control natural y un control químico.

Dice además Cardona *et al.*, (2005) que *Trialeurodes vaporariorum* se ha adaptado a las siguientes condiciones:

Altitud: Entre 900 y 3000 msnm.

Temperatura: Entre los 18 y 22°C.

Humedad Relativa: Superiores al 60%

Las precipitaciones disminuyen el número de adultos.

La mayoría de adultos emergen en el día y su actividad en horas de la noche es poca. Su diseminación es favorecida por los vientos y por el transporte de plantas infestadas.

De acuerdo a Cardona *et al.*, (2005), El *Trialeurodes vaporariorum* es un insecto hemimetábolo, es decir, es un insecto con metamorfosis incompleta, que presenta los siguientes estadios durante su desarrollo: huevos, cuatro instares de la ninfa y el adulto. Todos estos estadios se realizan en el envés de la hoja y tiene una duración de 24 a 28 días.



Figura 10. Biología y manejo de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*
Diagrama tomado de Cardona *et al.*, (2005) Biología y Manejo de la Mosca Blanca *Trialeurodes vaporariorum*, en Habichuela y Fríjol.

De acuerdo a Cardona *et al.*, (2005), Los daños directos que causa la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), en estado de ninfa y adultos, es la succión de la savia del floema, disminuyendo así el vigor de la planta, la calidad del producto y la disminución de la producción. Indirectamente, causa daños por la secreción de sustancias azucaradas, facilitando el crecimiento del hongo que causa la fumagina (color negro que recubre las hojas) evitando que la planta realice la fotosíntesis afectando así los rendimientos de la planta.

Según Cardona *et al.*, (2005), los enemigos naturales de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) que son afectados por el uso indiscriminado de químicos son los siguientes:

Parasitoides (avispidas Hymenoptera de las familias Aphelinidae, Eulophidae, Platygasteridae y Encyrtidae),

Depredadores (Ordenes Coleóptera, Díptera, Neuróptera, Hemíptera y Thysanoptera y algunos ácaros)

Hongos entomopatógenos (géneros *Aschersonia*, *Lecanicillium*, *Beauveria* y *Paecilomyces*)

3.3.2 Manejo integrado de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

3.3.2.1 Control biológico

Los recuentos de mosca blanca se hacen mediante el empleo de las trampas pegajosas, redes entomológicas o recuentos directos de adultos en el follaje. Como umbral económico en tomates, se ha sugerido 10 adultos por hoja. Los huevos se pueden contar en hojas nuevas y las ninfas en hojas de mediana edad, al tiempo que las pupas en hojas desarrolladas (Corpoica, Minagricultura, 2013).

El control biológico se presenta como la mejor alternativa dentro de un programa de manejo integrado de plagas con el parasitoide *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae). *E. Formosa* parasita al menos quince especies de mosca blanca de ocho géneros, y es la especie más utilizada para el control de la mosca blanca en invernaderos (Corpoica, Minagricultura, 2013).

Otro controlador biológico que se puede utilizar es el parasitoide *Amitus fuscipennis* para manejar focos, con liberaciones de 10 a 50 pupas/ m² en 2 o 3 oportunidades (Corpoica, Minagricultura, 2013).

Como alternativas de manejo de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), se ha evaluado el efecto de entomopatógenos sobre los diferentes estados de desarrollo de la plaga, observándose el 80% de eficacia insecticida de *Beauveria bassiana* (2,2 x 10¹⁰ ufc/ml) sobre los dos primeros instar de las ninfas, el 30% sobre el tercer instar y el 6% sobre los adultos (Corpoica, Minagricultura, 2013).

Otro controlador biológico que se encuentra en forma natural en el país es *Dicyphus agilis*, (Heteroptera: Miridae: Bryocorinae), que se ha reportado depredando moscas blancas en plantaciones de tomate y tabaco (Corpoica, Minagricultura, 2013).

3.3.2.2 Control cultural

- ❖ Eliminar las malezas hospedantes al interior y exterior del invernadero.
- ❖ Compostar adecuadamente los restos de cultivo.
- ❖ Usar cintas pegajosas de color amarillo, ya que la mosca blanca es atraída por este color.
- ❖ Emplear barreras vivas alrededor del invernadero para evitar la entrada de la plaga.
- ❖ Rotar el tomate con otros cultivos que no sean hospederos de la mosca blanca (lechuga, cilantro, maíz dulce o cebolla de rama y de bulbo).

- ❖ Utilizar mallas anti-insectos alrededor del invernadero.
- ❖ Realizar siembras uniformes, deshojes periódicos, manejo de las plantas hospedantes, alternas y uso adecuado de los fertilizantes, particularmente los nitrogenados
- ❖ La utilización de aspiradoras se ha convertido en una buena alternativa.

3.3.2.3 Control químico

En el control químico se debe tener en cuenta que hay que romper el ciclo biológico del insecto, de tal forma que es necesario utilizar un insecticida para el control de la fase adulta y otro para el control de los estados ninfales; además de ejercer una adecuada rotación de productos para evitar que la plaga adquiera resistencia. Las aplicaciones de productos químicos deben realizarse con equipos de ultra bajo volumen o alta presión para una distribución uniforme de las gotas finas que permitan un buen cubrimiento del follaje (Corpoica, Minagricultura, 2013)

3.3.3 Monitoreo de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*)

De acuerdo a Mitidieri & Polack, (2012), Se toman 2 plantas cada 100 m² y se identifican los sectores con mayor incidencia de la mosca blanca, los cuales van enumerados para efectos de registro. En estos sectores, y según su ubicación dentro de este, se harán las observaciones en las plantas escogidas al azar.

Según Mitidieri & Polack, (2012) recomiendan hacer una cobertura homogénea del cultivo, haciendo énfasis en los surcos de los extremos con un 40% de observaciones y se identifican estas muestras con la letra E. Las muestras del centro se identifican con una C, las del frente con una F y la muestra del fondo del lote con una X. De igual manera, se identifican los surcos como

FILAS (15 filas que se enumeran de la parte inferior del lote a la parte alta de este) y SECTORES que son las plantas que se encuentran en Las áreas identificadas con los números del 1 al 10 (se identificarán 10 sectores). Entonces, cada planta seleccionada para evaluación se identificada con el número de fila (surco), número de sector, la letra mayúscula según su ubicación en el lote y la letra minúscula según su orientación dentro del sector.

Ejemplo: 1-1-F-n: Es la planta ubicada en la fila 1, sector 1, se encuentra al frente del lote y dentro del sector es una planta seleccionada al norte de este.

3.3.4 Programas de extensión

Uno de los objetivos del presente trabajo, es darle a conocer a la comunidad campesina del Peñol, en especial donde se desarrolla el proyecto, la importancia de utilizar productos de origen natural para controlar las plagas en el cultivo del tomate y así reducir el uso de agroquímicos. Al iniciar el proyecto se harán dos reuniones con la comunidad campesina que se encuentra cerca al área de influencia, para socializar el proyecto, en el que se les informará a cerca de los beneficios que se tiene al usar insecticidas biológicos, las consecuencias de utilizar agroquímicos de manera indiscriminada y todas aquellas Buenas Prácticas Agrícolas como plan estratégico, para desarrollar una agricultura sana y sostenible. En esta reunión se entregarán folletos con un resumen de la información registrada, de manera que se convierta en un documento de consulta permanente y para que multipliquen la información con las comunidades vecinas.

Al finalizar, se realizarán otras dos reuniones con la comunidad, para presentar los resultados y análisis del ensayo realizado.

De igual manera, durante la práctica de monitoreos y evaluación de las plantas, se harán demostraciones de método con los campesinos involucrados en el proyecto, en el que se abarcarán los temas de calibración de equipos de aplicación, modo de aplicación de los productos, dosificaciones, identificación de agroquímicos (grados de toxicidad) y Buenas Prácticas Agrícolas.

3.3.5 Plan de Buenas Prácticas Agrícolas

“El uso de productos naturales constituye un importante factor en el control de insectos plaga debido a que numerosos compuestos químicos que se producen naturalmente funcionan en algún grado como insecticida haciendo interferencia en el desarrollo de las plagas y siendo compatibles con alternativas de bajo riesgo que son aceptadas en el MIP.” (Fandiño y Moreno 2016. P. 13)

- ❖ Eliminar las malezas hospedantes al interior y exterior del invernadero.
- ❖ Compostar adecuadamente los restos de cultivo.
- ❖ Usar cintas pegajosas de color amarillo, ya que la mosca blanca es atraída por este color.
- ❖ Emplear barreras vivas alrededor del invernadero para evitar la entrada de la plaga.
- ❖ Rotar el tomate con otros cultivos que no sean hospederos de la mosca blanca (lechuga, cilantro, maíz dulce o cebolla de rama y de bulbo).
- ❖ Utilizar mallas anti-insectos alrededor del invernadero.
- ❖ Realizar siembras uniformes, deshojes periódicos, manejo de las plantas hospedantes, alternas y uso adecuado de los fertilizantes, particularmente los nitrogenados
- ❖ La utilización de aspiradoras se ha convertido en una buena alternativa.

3.3.6 Protocolo para uso del extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*)

Se tendrá en cuenta las recomendaciones que hay en la ficha técnica del producto comercial que se utilizará en el cultivo de tomate para controlar la mosca blanca y a partir de la cuarta semana de sembrado el cultivo, se hará una evaluación del grado de infestación de mosca blanca, donde se identificarán los sectores dentro del lote demostrativo para realizar un monitoreo permanente y evaluativo de la persistencia de mosca blanca en el cultivo. Los resultados obtenidos en este primer monitoreo serán plasmados en una tabla, para evidenciar el antes de las aplicaciones con el extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*).

Las visitas se realizarán semanalmente, durante el tiempo estimado que dura el ciclo del insecto y en los monitoreos se recogerá información sobre la cantidad de mosca blanca y observaciones del cultivo.

Al final se hará una tabla de resultados producto de los monitoreos y se hará un comparativo con la primera tabla, para evaluar los resultados.

4. Metodología

En los meses de noviembre y diciembre del 2018 y los meses de enero, febrero y marzo del año 2019 se ejecutó el proyecto. El cultivo de tomate se sembró el 12 de noviembre de 2018 y el 11 de diciembre se hizo la primera visita al cultivo para identificar el lote para la demostración con el producto y el lote testigo. Cada uno de los lotes está conformado así:

Ambos lotes, demostrativo y testigo, tienen un área de 500 m², con una distancia de siembra de 1.20 m entre líneas y 0.4 m entre plantas, para una densidad de siembra de 2,083 plantas/ m², lo

que equivale a 1.041 plantas en los 500 m². Cada lote está distribuido en 15 surcos, y a su vez cada surco, consta de 56 plantas a doble eje. El lote demostrativo se demarca con una cinta de color naranja, con el fin de identificarlo al momento de hacer las aplicaciones y los monitoreos. Las plantas presentan un buen desarrollo, con una altura entre 15 y 20 centímetros y presenta un color verde normal. Las plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*) sembradas se obtuvieron de un vivero plantuladero de la región, las cuales fueron sembradas en el terreno previamente preparado con 20 bultos de gallinaza, 8 bultos de cal agrícola, además el suelo se desinfectó con Byoclean (Dioxido de cloro) a una dosis de 2L/ha, para el control de hongos, bacterias e insectos.

En el lote de la demostración, De acuerdo a Mitidieri y Polack (2012), se identifican 10 sectores donde hay una mayor incidencia de la mosca blanca y se enumeran con el objeto de hacerles seguimiento permanente a las plantas de cada sector.

El desarrollo del proyecto se realiza en el municipio del Peñol, oriente antioqueño en la finca La Ilusión (también conocida como Cotelengo) de propiedad del señor: Hernán Gómez, con las Coordenadas N: 6°13'03'', O: 75°14'12,30''

4.1 Datos edafoclimáticos del predio donde se realiza el proyecto

Zona de vida: bosque muy húmedo premontano (bmh – PM)

Altura: 1800 msnm

Precipitación: 1800 - 2900 mm/año, reportándose las mayores precipitaciones durante los meses de abril-mayo y septiembre-octubre; y las menores precipitaciones en los meses enero-febrero y julio-agosto.

Tabla 4. Datos de temperatura y precipitación durante 1 año (Julio 2016- Julio 2017)

Municipio de El Peñol, Antioquia			
Mes	temperatura Max	temperatura min	precipitación
jul-16	23,13	12,84	118
ago-16	23,68	13,03	175
sep-16	22,57	13,1	336
oct-16	22,26	13,55	239
nov-16	20,97	12,6	205
dic-16	21,61	13,68	117
ene-17	21,39	12,84	429
feb-17	22,43	12,82	129
mar-17	21	13,06	242
abr-17	22,43	13,4	90
may-17	21,48	13,42	325
jun-17	22,26	13,42	326
jul-17	23,45	13	54
Fuente: (AccuWeather, 2018)			

Temperatura promedio: 20°C

Humedad relativa: 60-80%.

Evaporación: “La evaporación promedio oscila entre 49.9 y 25.4 mm, siendo los meses de junio a septiembre los de mayor evaporación y noviembre, diciembre y abril los que menor evaporación registran para un total de 414.8 mm” (CORNARE, 2012).

Velocidad del viento: 4-6 m/s

Radiación: La radiación solar promedio se ubica entre los rangos de 2,0-2,5 kwh/m³/día. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, 2014)

Brillo solar: 6.3 - 7 horas/día

4.2 Propiedades del suelo donde se establece el cultivo de tomate

Tabla 5. Textura: Resultados textura muestra de suelo finca Cotelengo El Peñol (Ant)



Según triángulo de texturas estas proporciones corresponden a un suelo franco.

En los días 3 y 10 de noviembre de 2018, se realizaron dos reuniones de carácter informativo y explicativo con un grupo de campesinos de la vereda Horizontes, en el municipio del Peñol, con el objeto de socializar el proyecto: “uso de insecticidas naturales para el control de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*) como alternativa, para mitigar el impacto de los agroquímicos en el municipio del peñol Antioquia.”. En el que se les informó los beneficios que tiene al usar insecticidas biológicos, las consecuencias de utilizar agroquímicos de manera indiscriminada y todas aquellas Buenas Prácticas Agrícolas como plan estratégico, para desarrollar una agricultura sana y sostenible.

En estas reuniones se entregaron folletos con un resumen de la información suministrada, para que les sirva de consulta permanente, para que tengan un mayor entendimiento del proyecto y para que multipliquen la información con las comunidades vecinas.

El desarrollo del presente trabajo se hizo con base al estudio cuantitativo del comportamiento de la plaga mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) En el cultivo del tomate (*Solanum Lycopersicum*) en el que, por medio de monitoreo semanales en el cultivo, se hacen conteos de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en sus estados de ninfa y adultos. Los datos recogidos se almacenan en un cuadro de registros con sus respectivos registros fotográficos.

El proyecto se enfocó en el control de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en el cultivo del tomate bajo condiciones de invernadero, con el producto de extracto de BIO-NEEM. Este control se hizo durante el ciclo de vida de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) (huevo, ninfa y adulto), el cual comprende una duración entre 24-28 días.

Paralelo al tratamiento con el extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*), se acompañó al productor del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) para realizar programas con Buenas Prácticas Agrícolas, como: utilizar semillas certificadas, labranza mínima en los suelos y rotación de cultivos entre otros, con el objeto de tener un producto con buenos criterios administrativos, ambientales y que generen buena calidad de vida a los involucrados en la actividad agrícola.

El monitoreo de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) se realizó semanalmente a partir de la cuarta semana de establecido el cultivo (el 11 de noviembre de 2019). En esta etapa de desarrollo del cultivo se delimitó el lote en el cual se implementó la parcela demostrativa y el lote que sirvió como testigo.

Una vez seleccionado el lote demostrativo (se hizo la aplicación del extracto de BIO- NEEM 5 cc/litro de agua) y el lote testigo, se identifican los sectores en el lote demostrativo donde se

encuentran los focos más significativos de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (como se muestran los focos en la figura 14) como lo sugiere Mitidieri y Polack (2012), para hacer una lectura permanente del comportamiento de la plaga en cuestión.

Por otra parte, en el lote testigo, se hizo un monitoreo al azar o aleatorio en 10 plantas.

A partir de la cuarta semana de establecido el cultivo de tomate, se realizaron monitoreos semanales con el objeto de hacer un conteo de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en su estado de ninfa y adultos y de acuerdo a este conteo, se aplicó el de extracto de BIO-NEEM, para combatir la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en sus dos estados de ninfa y adulto, así mismo, se usaron los otros productos químicos de con categorías toxicológicas III - IV, como: Bioplant (coadyuvante) 2,5 CC./ Litro de agua, Altair (fungicida preventivo-curativo para gota phytophthora infestans) 3 CC./Litro de agua, kasumin (bactericida para el control de Bacteriosis) 1 CC./ litro de agua. Basudin se aplican para combatir otros insectos plagas como el gusano cogollero (*tuta absoluta*).

Paralelo al desarrollo de actividades en el lote donde se hizo la demostración, se realizó un lote testigo en el mismo cultivo de tomate *Solanum lycopersicum*, en igualdad de condiciones. En este lote testigo se aplicaron todos los productos químicos a excepción del producto de NEEM, que en su reemplazo se utilizará otro producto químico con el objeto de combatir la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*.

En las aplicaciones del insecticida con extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*), se utilizó el producto BIO NEEM a razón de 100 centímetros del producto por bomba de 20 litros de agua. Las aplicaciones fueron semanales. Es de anotar que, en la misma bomba, se aplicó otros insecticidas (Basudin: 2 cc/litro de agua) para controlar plagas diferentes a la mosca blanca

Trialeurodes vaporariorum también se utilizó productos para el control de hongos (Altair 3cc/litro de agua)

A diferencia del lote demostrativo, en el testigo, se utilizaron todos los productos químicos (Evisect, Lamndacialotrina, Thiametoxan, Metomyl y Proxan en dosis de 3 cc/ litro de agua de cada uno) usados en bomba fumigadora para controlar todas las plagas, incluso la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*.

4.3 Detección de focos y elección de plantas al azar

Para determinar los focos, en la primera visita, se recorrieron todas las filas del lote demostrativo y se seleccionaron 10 sectores donde se encuentran las plantas con el mayor grado de infestación de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*, con el objetivo de hacer el monitoreo y las observaciones respectivas. Luego se registró la planta según la posición en el lote de prueba y se dibujó en un croquis (como se puede observar en la figura 14).

Con el objeto de identificar los sectores con mayor grado de infestación de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en el lote, se dibujó en un croquis cada uno de los sectores (figura 14). Los monitoreo siguientes incluyeron los sectores donde se detectó la presencia de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*, para registrar su progreso.

4.4 El extracto de NEEM (extracto del árbol de neem *Azadirachta indica*)

Descripción

El extracto del Neem es un producto natural, obtenido del árbol de Neem (*Azadirachta indica*), que afecta la fisiología de diversos insectos plaga, inhibiendo su crecimiento y alterando

su metamorfosis. Controla estados inmaduros (huevos, larvas, ninfas) y es un repelente anti alimentario para los estados de adulto (TV Agro, 2019).

Época de aplicación.

Para el cultivo de tomate se recomienda realizar aplicaciones foliares, a partir de los 15 DDT y mantenerlas durante todo el ciclo del cultivo, alternándolo con otros productos de diferente modo de acción.

Beneficios

- ❖ Excelente control de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* y otros insectos.
- ❖ Menor incidencia de plagas y enfermedades.
- ❖ No afecta insectos benéficos.
- ❖ Menor contaminación.

4.5 Protocolo para uso del extracto de NEEM (extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*))

De acuerdo a las recomendaciones de la etiqueta del producto comercial BIO-NEEM, que se utilizó en el cultivo, la dosis a utilizar es de 100 cc del producto por bomba de 20 litros de agua, es decir, 5 cc del producto del extracto de BIO-NEEM por litro de agua. En la bomba de fumigación se adicionaron otros productos (fungicidas e insecticidas) para el control de enfermedades y otros insectos presentes en el cultivo.

Con el objeto de disminuir la cantidad de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en el lote demostrativo, se harán fumigaciones semanales, hasta no tener presencia de la mosca blanca, o al menos, tener una disminución muy significativa del insecto, como lo indica Mitidieri y

Polack (2012). Estas aplicaciones se realizarán una vez se hayan hecho los respectivos monitoreos y evaluaciones a partir de la cuarta semana de sembrado el cultivo.

4.6 Secuencia de observación en cada planta

Según Mitidieri y Polack (2012), Se hace la misma secuencia de observación en cada uno de los sectores seleccionados. En cada planta se observa primero el envés de las 2 hojas superiores para registrar la presencia de adultos de mosca blanca. En las hojas inferiores de la planta se observan las ninfas de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*). Cuando hay presencia de *Bemisia tabaci*, se pueden observar las pupas en las hojas inmediatamente inferiores a las hojas donde se encuentra la *Trialeurodes vaporariorum*.

Tabla 8. Planilla de monitoreo de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

Planilla de monitoreo de MOSCA BLANCA (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>) en tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)
Fecha: _____ Lugar: _____ Visita _____
Fila: _____ Sector: _____ Ubicación: _____ Orientación: _____
Observaciones:

Tabla basada en la *Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas, enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento*- Mitidieri, Polack. Copyright 2005. INTA. Centro Regional Buenos Aires Norte, Buenos Aires, Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Planilla 0

Después de transcurridas las cuatro semanas de monitoreo y aplicación del extracto de BIO-NEEM (tiempo en el que transcurre el ciclo de vida de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*), se pudo determinar la efectividad de este producto en lote demostrativo. Así mismo, se hizo un comparativo de incidencia de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en el lote testigo.

Se presentó el caso cuando se utilizó el producto Extracto de NIM, que no hizo el efecto esperado, en cuanto al control de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*, que se cambió por el producto BIO-NEEM, que en su composición tiene una mayor concentración del ingrediente activo (del 20%). Este caso se detectó y se corrigió a partir del primer monitoreo, motivo por el cual no afectó el ensayo.

En los monitoreos se pudo realizar un análisis del desarrollo de las plantas: altura, color, desarrollo de hojas, tallos y frutos.

4.7 Niveles de tolerancia

De acuerdo a Mitidieri y Polack (2012), se debe iniciar medidas de control cuando se encuentren más de 10 adultos y /o más de 8 ninfas por foliolo de *Trialeurodes vaporariorum*. Pero como en el presente proyecto se evalúa la efectividad del extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*), para controlar el *Trialeurodes vaporariorum*, se realizará un control permanente con el producto, hasta que el insecto realice todo su ciclo, el cual según Cardona et al., (2005) tiene una duración de 24 a 28 días, dependiendo de las condiciones agroclimáticas.

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Primer monitoreo

Fecha: 11 de diciembre de 2018

Objetivo: Evaluar e identificar lote demostrativo y lote testigo, para realizar el proyecto práctico.

Identificar los sectores dentro del lote demostrativo con mayor grado de infestación de mosca blanca

Acciones: Demarcación del lote donde se realizará la prueba, con el uso del extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*) para el control de mosca blanca en el cultivo de tomate. Esta demarcación se hace con cinta de color naranja.



Figura 11. Delimitación del lote demostrativo

En el lote de la demostración, De acuerdo a Mitidieri y Polack (2012), se identificaron 10 sectores donde hay una mayor incidencia de la mosca blanca y se enumeran con el objeto de hacerles seguimiento permanente a las plantas de cada sector.



*Figura 12. Monitoreo de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en el envés de la hoja
Adulto de *Trialeurodes vaporariorum**

En el lote testigo, se hizo un monitoreo a las plantas del lote de manera aleatoria.

En la primera visita se identificó la especie de la mosca blanca que se encuentra en el cultivo de tomate. Según Mitidieri y Polack (2012), la especie que se encuentra en el cultivo, es la *Trialeurodes vaporariorum* por las siguientes características:

- En estado adulto la mosca *Trialeurodes vaporariorum* es más grande
- Tiene forma triangular mirándola desde arriba con las alas en posición plana sin hendidura entre ellas
- El cuerpo es blancuzco



*Figura 13. Identificación de la mosca blanca
Presencia de la mosca blanca Trialeurodes vaporariorum en la hoja*

5.1.1 Estado fitosanitario del cultivo

Insectos plagas encontrados en el cultivo: mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), gusano cogollero (*tuta absoluta*)

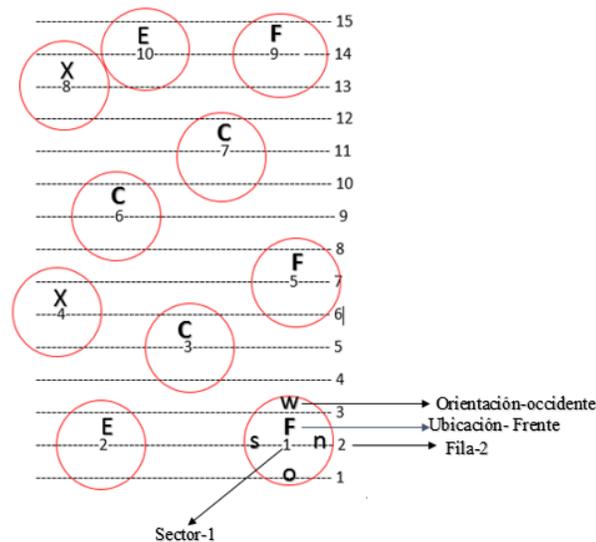
Enfermedades en el cultivo: Bacteriosis (*Xanthomonas campestris*).

5.1.2 Detección de focos

Para identificar los focos con mayor grado de infestación, se recorrió todo el lote y se determinaron 10 sectores donde hay mayor presencia de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*, una vez hecha esta labor, se procedió a levantar un croquis del lote donde se identifican cada uno de los sectores.

El primer monitoreo que se hizo al lote demostrativo para determinar los sectores o focos con mayor grado de infestación de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* sirvió de base para realizar el croquis con la incidencia. Ver tabla 10. *Sectores y cantidad de adultos de mosca blanca Trialeurodes vaporariorum primera visita* y ver la tabla 9. *Croquis con incidencia de mosca blanca Trialeurodes vaporariorum (focos)*

Tabla 9. *Croquis con incidencia de mosca blanca Trialeurodes vaporariorum (Focos)*



Ejemplo: 1-1-F-n: Quiere decir que es la planta que está ubicada en la fila 1, sector 1, se encuentra al frente del lote y dentro del sector es una planta seleccionada al norte del sector

Tabla 10. Sectores y cantidad de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en el primer monitoreo.

Sector	Cant.								
1	31	3	30	5	25	7	25	9	30
2	35	4	28	6	30	8	24	10	28

5.1.3 Aplicación 1

Productos utilizados en el lote de la demostración: Bioplant (coadyuvante) 2,5 cc/litro de agua, Altair (fungicida preventivo-curativo para goma *phytophthora infestans*) 3 cc/litro de agua, Kasumin (bactericida para el control de Bacteriosis) 1 cc/litro de agua y Extracto de Nim (como se conoce el producto en el comercio) 5 cc/litro de agua para control de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*

Productos químicos utilizados en el lote testigo: Bioplant (coadyuvante) 2,5 cc/litro de agua, Altair (fungicida preventivo-curativo para goma *phytophthora infestans*) 3 cc/litro de agua, Kasumin (bactericida para el control de Bacteriosis) 1 cc/litro de agua y Evisect para el control de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*.

5.2 Segundo monitoreo

Fecha: 15 de diciembre de 218

Objetivo: Monitorear incidencia de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en el cultivo de tomate y aplicación del lote con extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*).

Acciones: de acuerdo a la incidencia de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*, se aplica del producto en evaluación.

Tabla 11. Monitoreo de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* lote demostrativo-segundo monitoreo

Sector	Fila-Sector-ubicación-orientación									
	2-1-F-n	1-2-E-o	4-3-C-o	5-4-X-o	6-5-F-o	8-6-C-o	10-7-C-o	12-8-X-o	13-9-F-o	13-10-E-0
Adulto	19	23	21	22	23	24	23	24	22	23
Ninfa	30	29	31	30	27	28	30	28	27	26

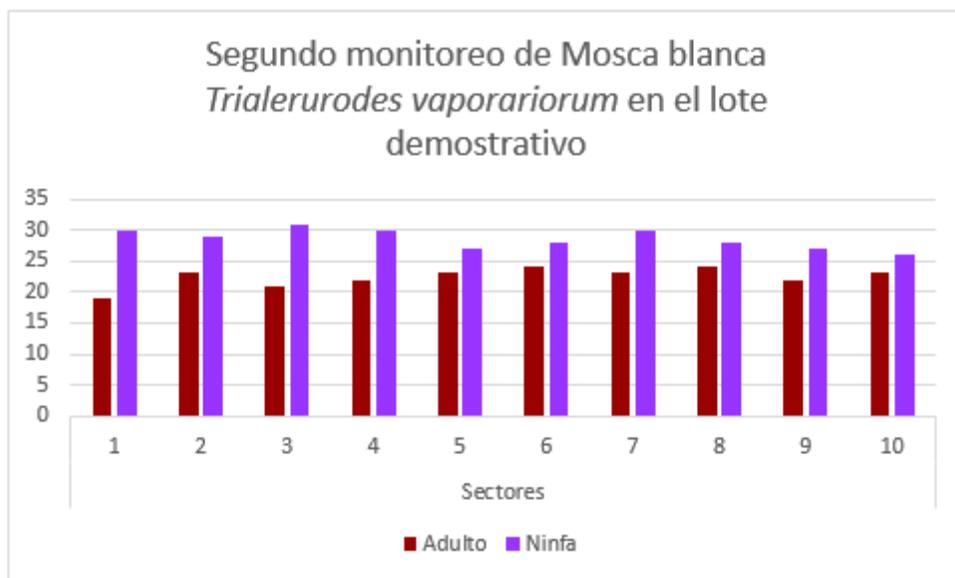


Figura 14. Gráfico de la población de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*. Se puede observar en este cuadro, que la efectividad del producto (Extracto de Nim) no es significativo si lo comparamos con la figura 18 del lote testigo

Condiciones de cómo se encontró el cultivo: De acuerdo a la metodología y con base a lo obtenido en los primeros monitoreos en los 10 sectores del lote demostrativo, después de hacer la primera

aplicación de extracto de Nim (nombre del producto como se conoce en el mercado. Ver figura 15) se puede observar que la reducción de la población de la mosca blanca es muy poca, por lo que se decide cambiar el producto inicial con una concentración del 0.4%, a uno con una mayor concentración BIO-NEEM 200 g/L y con una dosis volumétrica de 100 cc por bomba de 20 litros de agua.



Figura 15. Extracto de NIM al 0.4%



Figura 16. Extracto de BIO-NEEM al 20%

Altura de la planta: 15 a 20 cm

Color: Verde normal. No hay amarillamiento en las plantas

Presencia de flores: 3 flores

Presencia de frutos: no



Figura 17. Estado de la planta

Tabla 12. Monitoreo en el lote testigo-segundo monitoreo

	Monitoreo Aleatorio									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Adulto	11	13	10	9	7	14	13	13	10	11
Ninfa	25	27	23	22	23	20	22	25	26	24

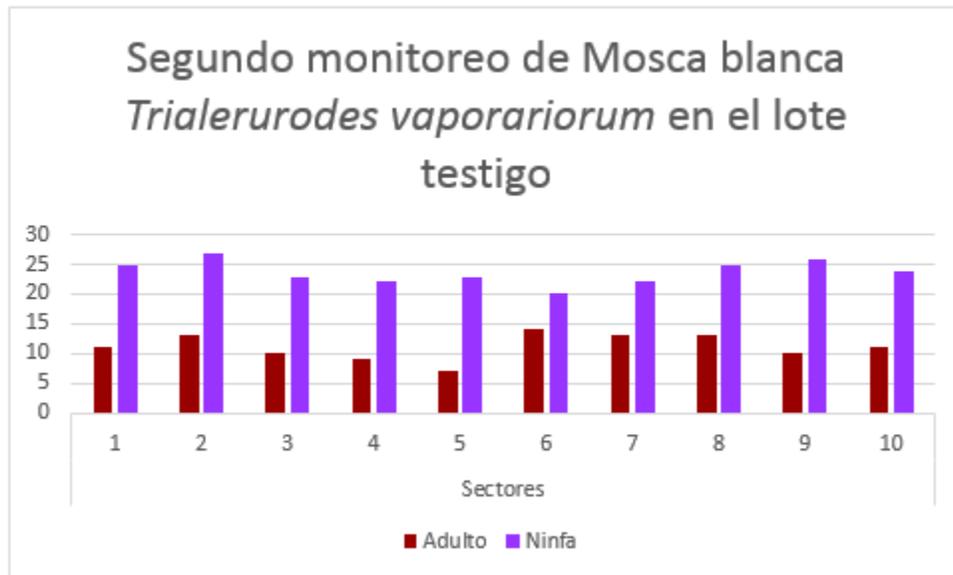


Figura 18. Gráfico de la población de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*. Se ve una reducción muy significativa de los adultos de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

Condiciones como se encontró el cultivo:

Altura de la planta: 15 a 20 cms. de altura

Color: Verde normal. No hay amarillamiento de las plantas

Presencia de flores: 3 flores

Presencia de frutos: no tiene

El lote testigo está en igualdad de condiciones y la presencia de mosca blanca es menor que en el lote demostrativo.

5.2.1 Aplicación 2

Productos utilizados en el lote demostrativo: Bioplant (coadyuvante) 2,5 cc/litro de agua, Chlorotalonil (fungicida preventivo) 3cc/litro de agua, Moxan Mz (fungicida preventivo-curativo para goma *phytophthora infestans*) 4gr/litro de agua, y extracto de Bio Neem para control de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*. 5cc/litro de agua

Productos químicos utilizados en el lote testigo: Bioplant (coadyuvante) 2,5 cc/litro de agua, Chlorotalonil (fungicida preventivo) 3cc/litro de agua, Moxan Mz (fungicida preventivo-curativo para goma *phytophthora infestans*) 4 gr/litro de agua, Lamndacialotrina+thiametoxan+metomyl para el control de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* con aplicaciones de 3 cc/litro de agua.

5.3 Tercer monitoreo

Fecha: 22 de diciembre de 218

Objetivo: Monitorear incidencia de mosca blanca en el cultivo de tomate y aplicación del lote con extracto de BIO-NEEM.

Acciones: de acuerdo a la incidencia de la plaga, se aplica el producto en evaluación

Tabla 13. Monitoreo de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* lote demostrativo- tercer monitoreo

Ubicación de la planta	Fila-Sector-ubicación-orientación									
	1-1-F-o	2-2-E-s	5-3-C-n	6-4-X-n	7-5-F-n	9-6-C-n	11-7-C-n	13-8-X-n	14-9-F-n	14-10-E-n
Adulto	14	13	10	12	11	13	13	10	15	16
Ninfa	24	25	20	21	22	22	23	20	25	24

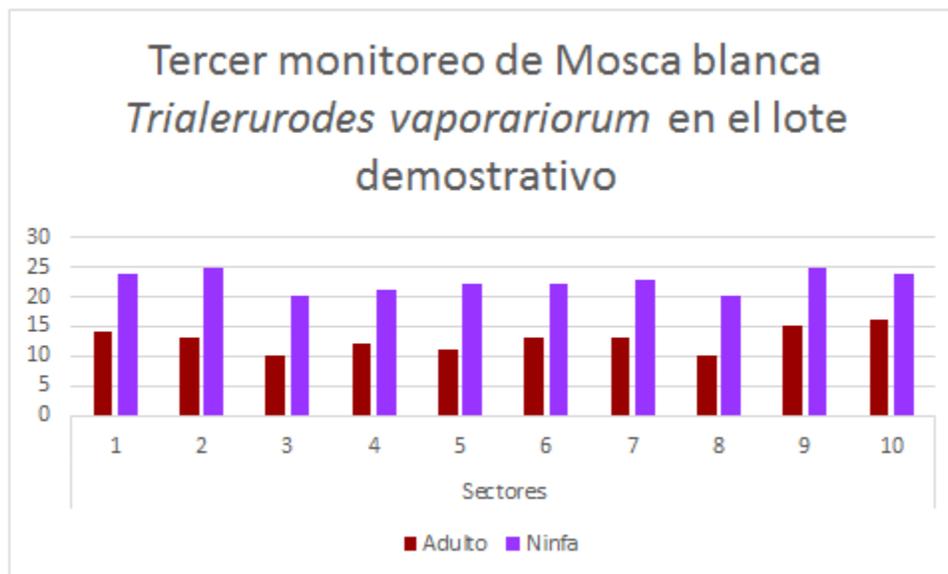


Figura 19. Gráfico de la población de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*

Con la aplicación del nuevo producto de extracto (BIO-NEEM) se puede observar una reducción de adultos y ninfa muy significativa.



Figura 20. Monitoreo de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*

Condiciones como se encontró el cultivo:

Altura de la planta: 18 a 26 cm.

Color: Verde normal. No hay amarillamiento de las plantas

Presencia de flores: 5 a 6 flores por planta

Presencia de frutos: no

Se puede apreciar la efectividad del producto para controlar la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*.

Tabla 14. Monitoreo lote testigo-tercer monitoreo

Planta	Monitoreo Aleatorio									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Adulto	9	10	7	6	7	9	8	10	11	7
Ninfa	17	16	15	14	14	15	11	13	13	12

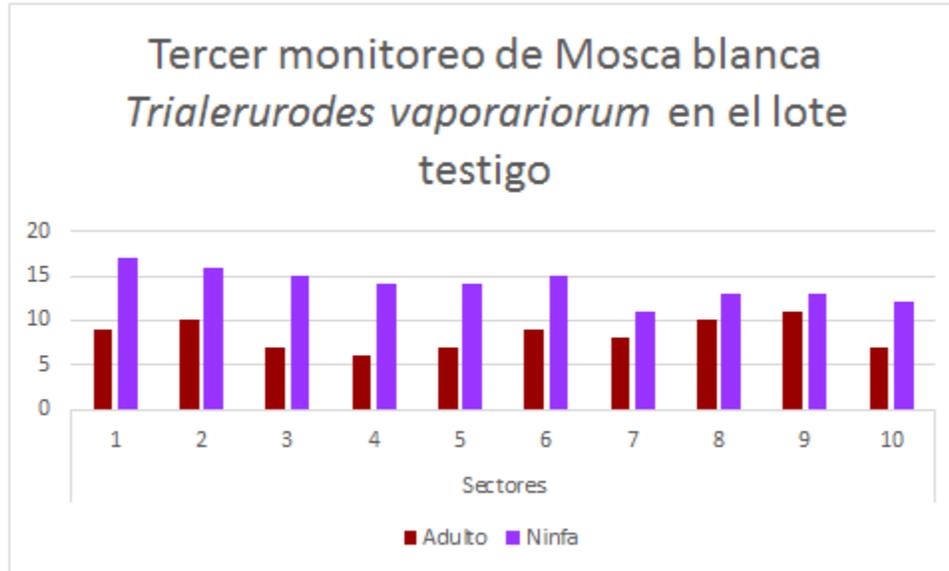


Figura 21. Gráfico de la población de mosca blanca Trialeurodes vaporariorum

El control con productos químicos de la mosca blanca Trialeurodes vaporariorum en el lote testigo de tomate Solanum lycopersicum es muy eficiente. Se puede observar la reducción de adultos y de ninfas

Condiciones como se encontró el cultivo:

Altura de la planta: 18 a 26 cm.

Color: Verde normal sin amarillamiento

Presencia de flores: de 5 a 6 flores por planta

Presencia de frutos: No hay presencia de frutos

5.3.1 Aplicación 3

Productos utilizados en el lote demostrativo: Bioplant (coadyuvante) 2,5 cc/litro de agua,

Chlorotalonil (fungicida preventivo) 3 cc/litro de agua, Altair (fungicida preventivo-curativo para

gota *phytophthora infestans*) 3 cc/litro de agua, Extracto de Bio-Neem para control de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* 5 cc/litro de agua.

Productos químicos utilizados en el lote testigo: Bioplant (coadyuvante) 2,5 cc/litro de agua, Chlorotalonil (fungicida preventivo) 3 cc/litro de agua, Altair (fungicida preventivo-curativo para gota *phytophthora infestans*) 3 cc/litro de agua, Imidacloprid+thiametoxan+Evisect para el control de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* con aplicaciones de 3 cc/litro de agua.

5.4 Cuarto monitoreo

Fecha: 29 de diciembre de 218

Objetivo: Monitorear incidencia de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en el cultivo de tomate *Solanum lycopersicum* y aplicación del lote con extracto de BIO-NEEM.

Acciones: de acuerdo a la incidencia se aplica el producto en evaluación

Tabla 15. Monitoreo de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* Lote demostrativo –cuarto monitoreo

Ubicación de la planta	Fila-Sector-ubicación-orientación en el lote									
	3-1-F-w	2-2-E-o	5-3-C-s	6-4-X-s	7-5-F-s	9-6-C-s	11-7-C-s	13-8-X-s	14-9-F-s	14-10-E-s
Adulto	12	11	8	7	9	6	5	6	9	10
Ninfa	16	16	13	12	13	11	10	9	13	15

Figura 23. Gráfico de la población de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*

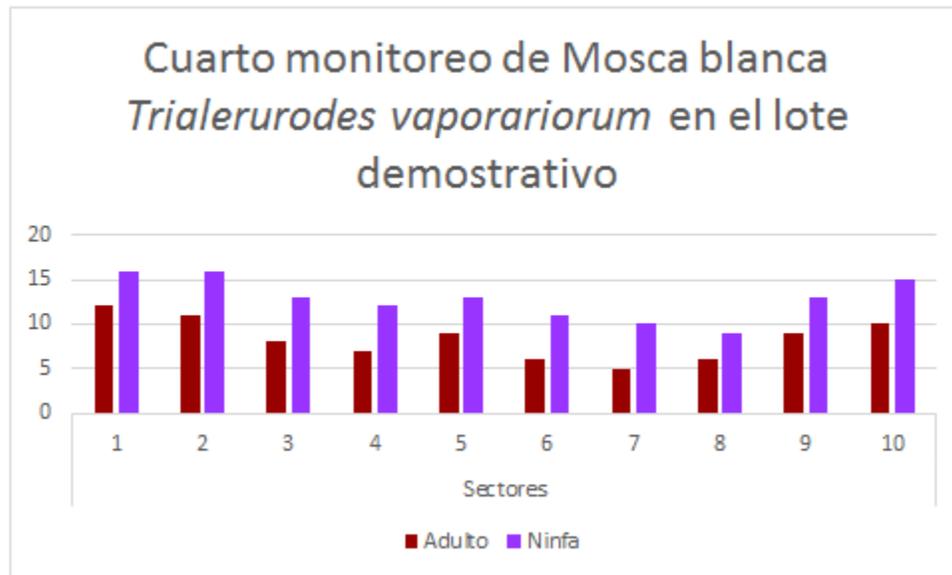


Figura 22. Gráfico de la población de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* El extracto de BIO-NEEM, es tan eficiente como el control químico para controlar mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en el cultivo de tomate *Solanum lycopersicum*. Se puede comparar con la figura 23 del lote testigo la eficiencia de los productos químicos y el BIO-NEEM

Condiciones como se encontró el cultivo:

Altura de la planta: 100 cm.

Color: Verde normal. No hay amarillamiento en las planta

Presencia de flores: Desarrollo de inflorescencias en el tercio medio de la planta y en la parte apical. 8 flores en promedio

Presencia de frutos: De 3 a 4 frutos por planta en buen estado

Tabla 16. Monitoreo mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* lote testigo- cuarto monitoreo

Planta	Monitoreo Aleatorio									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Adulto	7	6	5	6	5	6	8	8	4	3
Ninfa	12	10	9	8	8	8	7	6	6	5

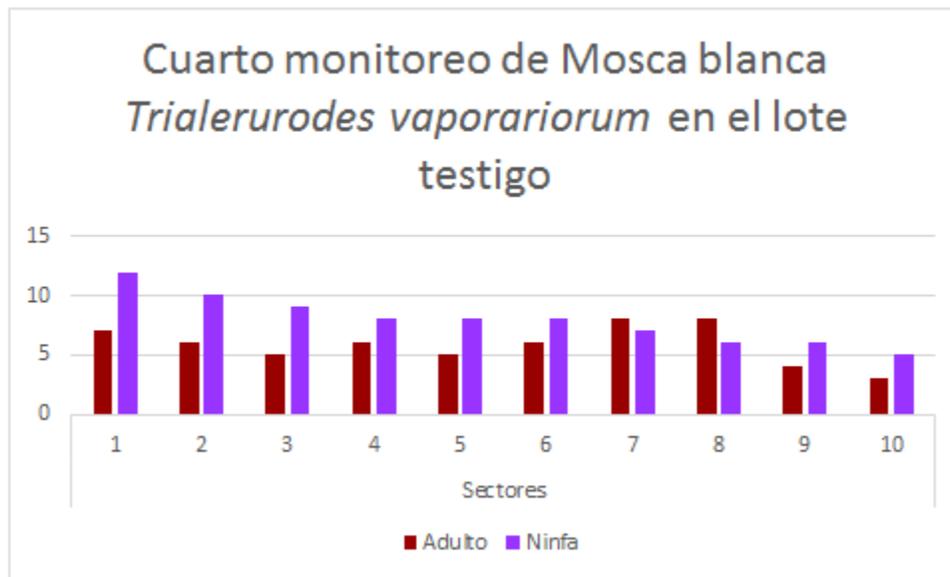


Figura 23. Gráfico de la población de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*

Condiciones como se encontró el cultivo:

Altura de la planta: 100 cms

Color: Verde normal. No hay amarillamiento en las plantas

Presencia de flores: sí. Desarrollo de inflorescencias en el tercio medio de la planta y en la parte apical. 8 flores en promedio.

Presencia de frutos: De 3 a 4 frutos por planta en buen estado.

5.4.1 Aplicación 4

Productos utilizados en el lote demostrativo: Bioplant (coadyuvante) 2,5 cc/litro de agua, Chlorotalonil (fungicida preventivo) 3 cc/litro de agua, Altair (fungicida preventivo-curativo para gota *phytophthora infestans*) 3 cc/litro de agua, Bio Neem para control de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* 5 cc/litro de agua.

Productos químicos utilizados en el lote testigo: Bioplant (coadyuvante) 2,5 cc/litro de agua, Chlorotalonil (fungicida preventivo) 3 cc/litro de agua, Altair (fungicida preventivo-curativo para gota *phytophthora infestans*) 3 cc/litro de agua, Proxam+metomyl para el control de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* 1gr/litro de agua.

5.5 Quinto monitoreo

Fecha: 5 de enero de 2019

Objetivo: Monitorear incidencia de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en el cultivo de tomate *Solanum lycopersicum* y aplicación del lote con extracto de NEEM.

Acciones: de acuerdo a la incidencia se aplica el producto en evaluación

Tabla 17. Monitoreo de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* Lote demostrativo-quinto monitoreo

Ubicación de la planta	Fila-Sector-ubicación-orientación en el lote									
	2-1-F-s	3-2-E-w	6-3-C-w	7-4-X-w	8-5-F-w	10-6-C-w	12-7-C-w	14-8-X-w	15-9-F'-w	15-10-E-w
Adulto	4	4	3	3	2	3	3	2	4	5
Ninfa	5	5	4	3	3	2	2	3	4	3

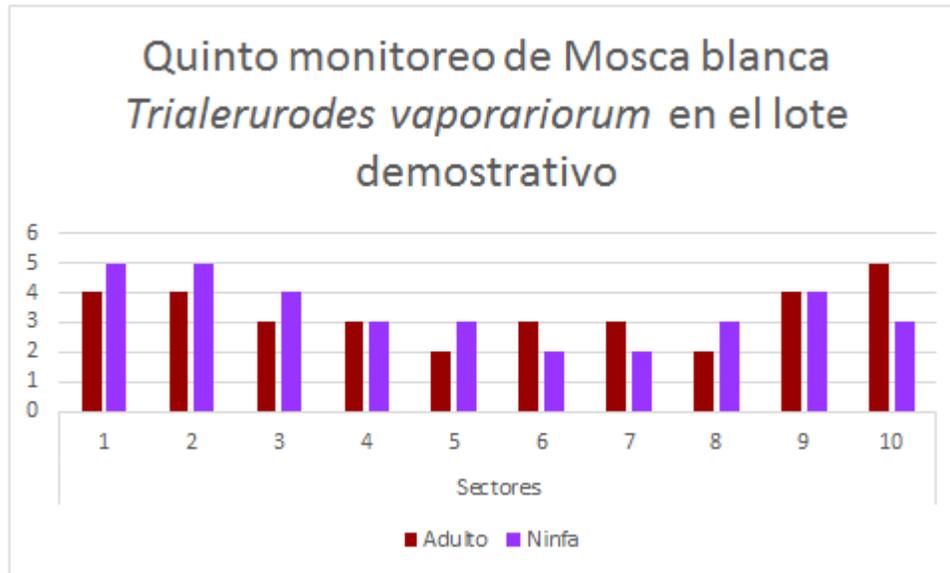


Figura 24. Gráfico de la población de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*

Para el quinto monitoreo se puede observar, que aún persiste la presencia de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en más cantidad en los sectores que se encuentran en las orillas del lote (sectores 1, 2, 9 y 10), aunque su presencia no es motivo de preocupación, porque con estos niveles, no es significativo el daño económico.

Condiciones como se encontró el cultivo:

Altura de la planta: 150 cm

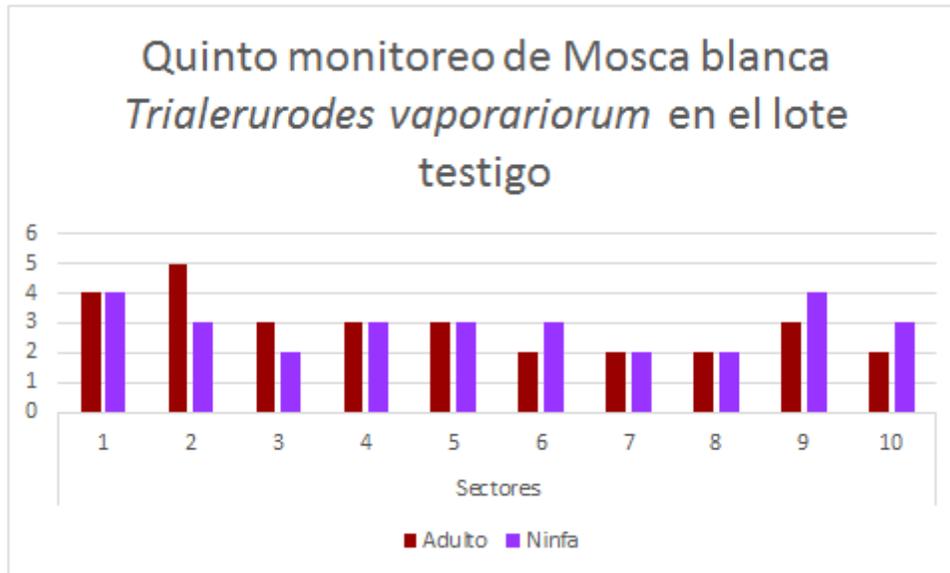
Color: Verde normal. No hay amarillamiento en la planta

Presencia de flores: sí. Tiene tres racimos florales desarrollados

Presencia de frutos: Se encuentran entre 4 y 5 frutos por planta bien desarrollados

Tabla 18. Monitoreo lote testigo-quinto monitoreo

Planta	Monitoreo Aleatorio									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Adulto	4	5	3	3	3	2	2	2	3	2
Ninfa	4	3	2	3	3	3	2	2	4	3



*Figura 25. Gráfico de la población de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*. La presencia de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* es muy baja en el cultivo de tomate *Solanum lycopersicum**

Condiciones como se encontró el cultivo:

Altura de la planta: 150 cms

Color: Verde normal. No hay amarillamiento en la planta

Presencia de flores: sí. Tiene tres racimos florales desarrollados

Presencia de frutos: Se encuentran entre 4 y 5 frutos bien desarrollados por plantas.

5.5.1 Aplicación 5

Productos utilizados en el lote de la demostración: Bioplant (coadyuvante) 2,5 cc/litro de agua,

Altair (fungicida preventivo-curativo para gota phytophthora infestans) 3 cc/litro de agua,

kasumin (bactericida para el control de Bacteriosis) 1 cc/litro de agua, Bio Neem para control de

mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*. 5 cc/litro de agua.

Productos químicos utilizados en el lote testigo: Bioplant (coadyuvante) 2,5 cc/litro de agua, Altair (fungicida preventivo-curativo para gota phytophthora infestans) 3 cc/litro de agua, kasumin (bactericida para el control de Bacteriosis) 1 cc/litro de agua, Lamndacialotrina+thiametoxan + evisect para el control de mosca blanca 3 cc/litro de agua.

5.6 Sexto monitoreo

Monitoreo final evaluativo para verificar efectividad del producto extracto de Bio Neem del lote con tratamiento y el lote testigo. La tabla del monitoreo 1 (uno) donde se determinaron los sectores en el lote demostrativo, se pueden comparar con la tabla del monitoreo 6 (seis).

Tabla 19. Monitoreo de lote demostrativo-sexto monitoreo

Ubicación de la planta	Fila-Sector-ubicación-orientación en el lote									
	1-1-F-o	1-2-E-o	6-3-C-w	5-4-X-o	6-5-F-o	8-6-C-o	10-7-C-o	12-8-X-o	13-9-F-o	13-10-E-o
Adulto	1	2	0	0	0	0	1	1	1	0
Ninfa	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1

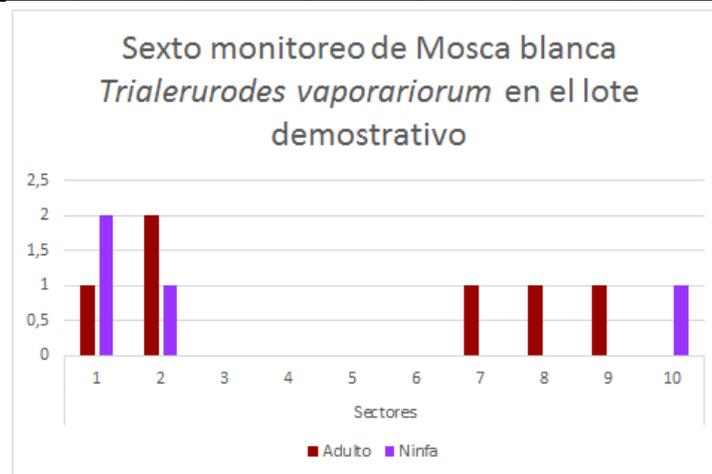


Figura 26. Gráfico de la población de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*

Hay un control muy eficiente de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*. Los sectores 3, 4, 5 y 6 no tienen presencia. En los sectores 1, 2, 7, 8, 9 y 10 hay una presencia muy baja (inferior a 2 por sector) de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*, lo que representa un riesgo muy bajo para afectar la producción.

Tabla 20. Monitoreo de lote testigo-sexto monitoreo

Planta	Monitoreo Aleatorio									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Adulto	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1
Ninfa	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

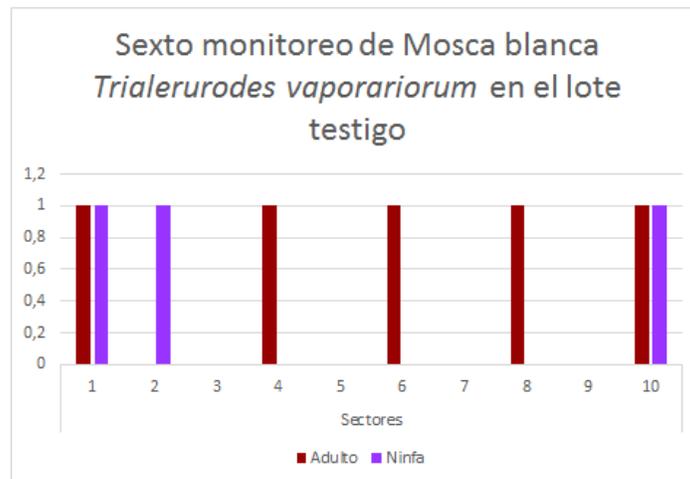


Figura 27. Gráfico de la población de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* En los sectores 3, 5, 7 y 9 no tienen presencia de mosca blanca. En el resto de sectores la presencia es muy baja (inferior a 1). No representa daños para la producción.



Figura 28. Limbo foliar sin presencia de mosca blanca

6. Costos y presupuesto

Tabla 21. Comparación de costos de aplicaciones extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*) vs insecticidas químicos

COSTO APLICACIONES INSECTICIDAS BIOLÓGICOS VS QUÍMICOS EN CULTIVO TOMATE DE MESA PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA (<i>Trialeurodes Vaporariorum</i>)									
N° APLICACIÓN	BIO INSUMO	DOSIS	COSTO PRODUCTO		AGROQUÍMICOS		DOSIS	COSTO PRODUCTO	
	PRODUCTOS	kg - Lt/Ha	20 L	Ha	PRODUCTOS	INGREDIENTES ACTIVOS	kg - Lt/Ha	20 L	Ha
1	EXTRACTO DE NIM	3	3.800	114.000	EVISECT	Thiocyclam hidrogenoxalato	0,3	1.500	45.000
2	BIO NEEM	3	4.000	114.000	ENGEO	Lamndacialotrina	0,5	3.000	90.000
						Thiametoxan			
					MINERVA	Metomyl	0,2	600	18.000
3	BIO NEEM	3	4.000	114.000	GEMINIS	Imidacloprid	0,25	1.417	42.500
						Lamndacialotrina			
					EVISECT	Thiocyclam hidrogenoxalato	0,3	1.500	45.000
4	BIO NEEM	3	4.000	114.000	PROXAM	Acetamiprid	0,5	3.083	92.500
						Piriproxifen			
					MINERVA	Metomyl	0,2	600	18.000
5	BIO NEEM	3	4.000	114.000	EVISECT	Thiocyclam hidrogenoxalato	0,3	1.500	45.000
					ENGEO	Lamndacialotrina	0,5	3.000	90.000
						Thiametoxan			
COSTO TOTAL			19.800	570.000	COSTO TOTAL			16.200	486.000
COSTO POR 500 m cuadrados lote demostrativo			\$28.500		COSTO POR 500 m cuadrados lote testigo			\$24.300	

Tabla 22. Presupuesto

PRESUPUESTO PARA PARCELA (1.000 M²) EN CULTIVO DE TOMATE (<i>Solanum Lycopersicum</i>)				
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VR UNIT	VR TOTAL
MANO DE OBRA				
Preparación del suelo (Picada, surcada, trazado)	Jornal	8	45.000	360.000
Aplicación de enmiendas	Jornal	1	45.000	45.000
Trasplante	Jornal	2	45.000	90.000
Aplicación de riego	Jornal	4	45.000	180.000
Aspersiones para control de plagas y enfermedades	Jornal	10	45.000	450.000
Fertilización	Jornal	12	45.000	540.000
Control de malezas	Jornal	4	45.000	180.000
Tutorado y amarre	Jornal	14	45.000	630.000
Deschuponada	Jornal	15	45.000	675.000
Podas	Jornal	6	45.000	270.000
Cosecha	Jornal	20	45.000	900.000
Poscosecha	Jornal	10	45.000	450.000
Subtotal mano de obra				4.770.000
INSUMOS				
Plántulas de tomate	Und	2500	330	825000
Fertilizantes				
Materia orgánica	Kg	400	240	96.000
Micorrizas	Kg	40	1.250	50.000
Cal dolomítica	Kg	200	300	60.000
Fertilizante 10-30-10	Kg	150	1.900	285.000
Fertilizante 15-15-15	Kg	200	1.700	340.000
Fertilizante 10-20-20	Kg	200	1.820	364.000
Agrimins (E. Menores)	Kg	150	1.600	240.000
Foliar Mg	Litro	2	28.000	56.000
Foliar Ca-B	Litro	2	20.000	40.000
Foliar K	Litro	2	30.000	60.000
Fungicidas				
Clorotalonil	Litro	2	30.000	60.000
Altair	Kg	4	90.000	360.000
Kasumin	Litro	4	27.000	108.000
Moxan	Kg	10	21.000	210.000
Insecticidas Químicos				
Evisect	Kg	0,6	117.000	70.200
Miterra	Litro	2	115.000	230.000
Geminis	Kg	1	160.000	160.000

Belt	Litro	0,2	700.000	140.000
Proxam	Litro	2	160.000	320.000
Insecticida biológico				
Extracto de Neem BIO-NEEM	Litro	4	35.000	140.000
Otros insumos				
Cinta pegante Amarilla-azul	Und	2	20.000	40.000
Bioplant (coadyuvante)	Litro	2	14.000	28.000
Fibra Ref. 6000	Und	6	10.500	63.000
Subtotal insumos				3.520.200
Transporte	Acarreo	4	20.000	80.000
Invernadero (Depreciación)	Ciclos	1	4.000.000	4.000.000
TOTAL COSTOS				13.195.200

La dosis en kg - Lt/Ha es la registrada en la etiqueta por cada casa comercial del producto.

El costo del producto por 20 L, se calcula dividiendo el costo por Ha, sobre 30, tomando como base que la descarga de agua para aplicaciones foliares en tomate es de 600 L/Ha, esto es ($600/20=30$), se cuantifica la unidad por 20 L, puesto que es la utilizada en su mayoría por los agricultores.

El costo por Ha, se obtiene multiplicando la dosis registrada del producto por su valor comercial en el mercado.

El costo de aplicaciones por 500 m², se obtiene dividiendo el costo total por Ha, sobre 20, esto es ($10.000/20=500$)

7. Análisis y evaluación

Actualmente se ha enfatizado en el uso de productos de origen orgánico para controlar plagas en los cultivos, en este caso se han utilizado diversos productos que se encuentran disponibles en el mercado para el control de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en el cultivo de tomate,

que de acuerdo a la información suministrada por la comunidad cultivadora de tomate *Solanum lycopersicum* y lo consultado en fuentes técnicas literarias, es una plaga de importancia económica en el cultivo, puesto que afecta directamente las plantas mediante la succión de savia, es vector de virus y enfermedades fúngicas, lo que incrementa los costos en la producción por el aumento de las aplicaciones de insecticidas.

Se determina hacer las aplicaciones del extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*) a partir de la cuarta semana de sembrado el cultivo, momento en el cual hay un alto grado de infestación de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*, con el objeto de analizar los resultados del producto y evaluar su efectividad frente al uso de los productos químicos como Evisect, Lamndacialotrina, Thiametoxan, Metomyl y Proxan que normalmente utilizan los agricultores del Peñol Antioquia en el cultivo de tomate *Solanum lycopersicum*.

De acuerdo al croquis (ver tabla 9) de incidencia de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*, los 10 sectores identificados se determinan en el primer monitoreo por el alto grado de incidencia de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en el lote demostrativo y se puede observar que hay una mayor identificación de sectores en los extremos del lote, como es el caso de los sectores 1, 2, 8,9 y10 (en las filas 1,2,3,14 y15), lo que nos indica que es la parte más vulnerable para el ataque de la plaga. Es de anotar que aunque hay identificados 10 sectores, las aplicaciones del producto de extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*), se hacen de forma generalizada en todo el lote demostrativo.

Inicialmente al usar un extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*) llamado extracto de NIM, con una concentración del 0.4%, se pudo observar en el monitoreo de la segundo monitoreo, que el efecto del producto sobre la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* era muy insipiente, comparando mediante monitoreo, el resultado del lote demostrativo vs el lote testigo,

motivo por el cual se cambió el producto inicial por BIO NEEM, un extracto con una mayor concentración (20%), que se empieza aplicar después del segundo monitoreo. A partir de la tercer monitoreo se puede observar la efectividad del producto, el cual aumenta de manera progresiva hasta el sexto monitoreo, evidenciando una disminución significativa del 98% de mosca blanca (*trialeurodes vaporariorum*) en sus diferentes estados de ninfa y adulto (si partimos de la base que en el primer monitoreo, para identificar los sectores del lote, se contaron 286 individuos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* y al final, en el sexto monitoreo, se contaron 6 adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*)

De igual manera, podemos decir lo mismo del lote testigo con aplicaciones de insecticidas químicos como (Evisect, Lamndacialotrina, Thiametoxan, Metomyl y Proxan en dosis de 3 cc/ litro de agua) que en el último monitoreo se encontró mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en el limbo foliar de las plantas de tomate *Solanum lycopersicum* en pocas cantidades. Con el uso combinado de productos químicos, se logra controlar la plaga de una manera eficiente, técnica convencional como se ha venido haciendo desde hace muchos años por parte de productores, sin importar los daños causados sobre el suelo y el medio ambiente y a la salud de los que aplican estos productos químicos y de las personas que consumen los productos agrícolas. Los costos en el uso de los productos químicos, para el control de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en el cultivo del tomate pueden resultar un poco más bajo (\$4.200 en 500 m²) pero debido a que se deben utilizar varios productos con diferentes ingredientes activos para reducir la plaga, los costos son mayores si tenemos en cuenta los daños a la salud y al medio ambiente.

Comparativo de costos:

Aunque en el ejercicio resulto 4.300 pesos más costosa la aplicación del extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*), comparado con las aplicaciones de insecticidas químicos en el lote testigo, el extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*) es una alternativa viable para los productores de tomate en el municipio de El Peñol, en el control de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*). El extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*), se convierte en una alternativa de mayor viabilidad económica, ambiental y social, en el sentido que la producción de tomate será más sostenible en el tiempo, se conservaran mejor los recursos naturales, los productores tendrán mejor salud y se ofertará al mercado un producto más inocuo y con mejores propiedades nutritivas.

Tabla 23. Resumen tabla de monitoreos

MONITOREO	Visita 1	Visita 2		Visita 3		Visita 4		Visita 5		Visita 6	
	10 sectores	Dem.	Test.								
Adultos	28,6	22,4	11,1	12,7	8,4	8,3	5,8	3,3	2,9	0,6	0,5
Ninfas		28,6	23,7	22,6	14	12,8	7,9	3,4	2,9	0,4	0,3
Total Adultos	286	224	111	127	84	83	58	33	29	6	5
Total Ninfas		286	237	226	140	128	79	34	29	4	3

Comparando la cantidad de mosca blanca en el primer monitoreo, en la tabla 10 momentos en el que se determina los sectores y la cantidad de adultos de mosca blanca en la primera visita y el último monitoreo de la sexta visita, tablas 19 y 20 se tiene lo siguiente:

Un promedio de 28,6 adultos de mosca blanca en los 10 sectores en la tabla 10 del primer monitoreo.

Un promedio de 0,6 adultos y 0,4 ninfas de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en los 10 sectores de la tabla 19 del último monitoreo en el lote demostrativo.

Un promedio de 0,5 adultos y 0,3 ninfas de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en los 10 sectores de la tabla 20 en el último monitoreo del lote testigo

En la segunda visita, momento en el que se descarta primer producto de extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*) por su baja eficiencia en el control de mosca blanca, se encuentra un promedio de 22,4 adultos y 28,6 ninfas de mosca blanca en los 10 sectores. En el lote testigo se encuentra un promedio de 11,1 adultos y 23,7 ninfas de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en los 10 sectores. En estos monitoreos se puede analizar la baja efectividad del producto que se está utilizando en el lote demostrativo si lo comparamos con el lote testigo. A partir de la tercera visita se puede observar la efectividad del producto utilizado en el lote demostrativo y se aprecia su avance significativo en el control de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en los monitoreos de las visitas cuatro, cinco y seis.

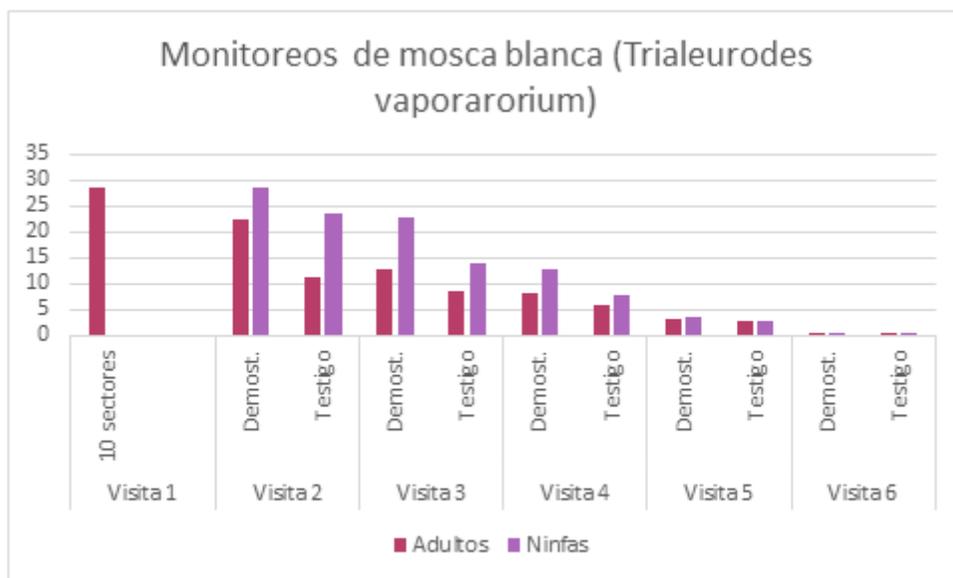


Figura 29. Monitoreo de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

Se puede observar en la figura número 29, en el sexto monitoreo, la disminución de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), tanto en el lote demostrativo como en el lote testigo, donde

se puede decir que el daño causado no es significativo y que aunque sus niveles son mínimos al finalizar su ciclo de vida, es importante continuar con el control, para que, al final el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*) no se vea afectado.

También es claro decir, que en el control de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), se deben combinar con el uso del extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*), una serie de actividades encaminadas al manejo integrado de plagas para que sea más eficiente el control y permanezca así, una cultura de las buenas prácticas en los campesinos empresarios del Peñol en el departamento de Antioquia.

8. Conclusiones

- ❖ La mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) es una de las plagas de mayor importancia económica en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*). Es un insecto que se chupa la savia de las plantas, produciendo amarillamiento y desnutrición y transmite hongos como la fumagina y virus del mosaico, ocasionándole a las plantas un desmejoramiento en la vitalidad produciendo bajas en la calidad y la rentabilidad del producto.

- ❖ Se concluye, que de acuerdo al análisis de los resultados, el uso de extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*) como el BIO-NEEM en dosis de 5 cc/litro de agua en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*) para controlar la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), en momentos críticos en que hay una alta presencia de la plaga, es tan efectivo como el uso de los agroquímicos, pues si se mira la población de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) que había al momento de iniciar las aplicaciones, en la cuarta semana de sembrado el cultivo, se puede observar que el cultivo estaba pasando por un momento crítico y que al final del trabajo la población de esta plaga disminuyó de forma drástica tanto en el lote demostrativo como en el lote testigo.

- ❖ El tratamiento químico convencional para controlar la mosca blanca es costoso, si se tiene en cuenta que cada día se debe evolucionar en la agresividad de estos productos para poder controlar la plaga, ya que con su uso continuo se vuelve resistente a sus ingredientes activos, además el uso indiscriminado de insecticidas químicos causa pérdidas en el suelo por la desertificación y la contaminación del ambiente.

- ❖ También es recomendable hacer mezclas con productos de origen orgánico para combatir las plagas que se presentan en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*), como es el caso de los extractos ajo-ají, tabaco, entre muchos otros productos que hoy se pueden encontrar en las tiendas agropecuarias como los productos de extractos de ajo-ají, Extracto de Cola de Caballos, Aceite de Neem, Extracto de Manzanilla y Extracto de tabaco entre otros.
- ❖ Se puede concluir que el tratamiento con extracto del árbol de neem (*Azadirachta indica*), para controlar mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) tiene la misma efectividad a la del control químico, pues si se observa los valores del monitoreo al final de la práctica se ven muy idénticos los resultados.
- ❖ El uso de equipos de protección en las aplicaciones fitosanitarias del cultivo debe ser obligatoria, ya que estos preservan la salud y bienestar de los campesinos.
- ❖ La calibración de equipos de aplicación es una práctica fundamental dentro de la explotación agrícola, de ésta depende la efectividad en el control de los diferentes productos utilizados, además permite una mayor optimización del producto y evita desperdicios.
- ❖ La capacitación de los operarios en Buenas Prácticas Agrícolas es una actividad que debe permanecer en el cronograma de actividades de toda finca.

9. Bibliografía

- AccuWeather. (12 de Septiembre de 2018). Obtenido de <https://www.accuweather.com/en/co/colombia-weather>
- Ávila-Orozco, F. D., León, G. L., Pinzón, F. M., Londoño, O. A., & Gutiérrez, C. J. (2017). Residualidad de fitosanitarios en tomate y uchuva cultivados en Quindío (Colombia). *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(3), DOI, 571-582. Obtenido de https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num3_art:745
- Cardona, C., Rodríguez, I., Bueno, J., & Tapia, X. (2005). *Biología y Manejo de la Mosca Blanca Trialeurodes vaporariorum en Habichuela y Frijol*. Cali. Obtenido de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Car%C3%A1tula.pdf
- CORNARE. (2012). Evaluación y zonificación de riesgos y dimensionamiento de procesos erosivos en los 26 municipios de la jurisdicción de CORNARE, convenio CORNARE- Gobernación de Antioquia N° 2011-CF-12-0051 y 217-2011, municipio de El Peñol. 14. Obtenido de <https://www.cornare.gov.co/GestionRiesgo/EL-PENOL/Informe-Final-El-Penol.pdf>
- Corpoica, Minagricultura. (2013). *TECNOLOGÍA PARA EL CULTIVO DE TOMATE BAJO CONDICIONES PROTEGIDAS*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/200000905/Tecnologia-para-el-cultivo-del-Tomate-CLIENTE-pdf>
- Devia-Castillo, C. A. (2011). SISTEMAS Y PRACTICAS DE PRODUCCIÓN BAJO EL CONCEPTO DE AGRICULTURA LIMPIA. *VI Congreso Nacional Hortifrutícola*. Obtenido de <http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/2Agricultura%20limpia.pdf>
- Durán-Quirós, A., González, L. M., Vargas, H. G., & Mora, A. D. (2017). Situaciones de riesgo potencial relacionadas con la aplicación de agroquímicos en los sistemas hortícolas. *Agronomía Costarricense* 41(2): ISSN:0377-9424, 67-77. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.15517/rac.v41i2.31300>
- Fandiño, G., & Moreno, J. (2016). *Manejo Integrado de la Mosca Blanca (homoptera:aleyrodidae) en cultivos de tomate (solanum lycopersicum) en condiciones de invernadero(trabajo de grado)*. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. (2014). Irradiación Global Horizontal Medio Diario Anual. Obtenido de <http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/RadiacionSolar13.pdf>
- INTAGRI. (2017). La Calidad e Inocuidad en el Cultivo de Tomate. *Serie Hortalizas. Núm. 11. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/la-calidad-e-inocuidad-en-el-cultivo-de-tomate>
- Marín-Rivera, J. V., Murillo-Lopera, K. I., Rodríguez-Delgado, I. C., & Martínez-Girón, J. (2018). LA AGROECOLOGÍA: ALTERNATIVA DE DESARROLLO SUSTENTABLE ANTE LA CRISIS AMBIENTAL EN UN MUNDO GLOBALIZADO. *RIAA, Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. Obtenido de <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2196/2513>

- Meneses, M. N. (2017). Agrohomeopatía como alternativa a los agroquímicos. *Revista Médica de Homeopatía Vol 10 N°1*. Obtenido de <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-homeopatia-287-articulo-agrohomeopatia-como-alternativa-los-agroquimicos-S1888852617300048>
- MinAgricultura, Corpoica. (2013). TECNOLOGÍA PARA EL CULTIVO DE TOMATE BAJO CONDICIONES PROTEGIDAS. En V. P. Jorge Eliecer Jaramillo Noreña. Bogotá, D.C.
- Mitidieri, M., & Polack, L. (2012). Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas, enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento. En *Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas, enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento*. Buenos Aires, Argentina.
- Mohammad, H. B., & Varela, S. (s.f.). Insecticidas Organofosforados: efectos en la salud y el medio ambiente. *Culcyt toxicología de insecticidas*, 1-12. Obtenido de <file:///C:/Users/Gustavo/Downloads/Dialnet-InsecticidasOrganofosforados-2881125.pdf>
- Moya-López, C. C., Orozco, C. E., & Mesa, F. M. (2016). Ferias de agro-biodiversidad cubanas: vía para la selección de variedades de tomate. *Agron. Mesoam vol.27 n.2*. Obtenido de <http://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v27n2/1021-7444-am-27-02-00301.pdf>
- Pérez, V. G. (10 de Enero de 2019). Fotografías Plagas y Enfermedades Cultivo de tomate. *Proyecto de Grado*. Marinilla, Antioquia, Colombia.
- Rodríguez, A. M., Tamayo, S. S., & Estrada, D. E. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, vol.52 no.3 Ciudad de la Habana*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300010
- Terry, E., Leyva, A., Ruiz, J., & Díaz, M. M. (2007). Manejo de bioproductos para la producción ecológica de tomate (*Solanum Lycopersicon*, L.). *Cultivos Tropicales vol. 28, no. 3*, 23-27. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215844004>
- TV Agro. (15 de Febrero de 2019). *El Extracto de NEEM*. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=fwsl_Zf61zA
- Verdezoto, R. P., Morán, J. J., Velasquez, B. J., Triviño, H. M., Carreño, O. F., Ocampo, E. D., . . . Verdesoto, C. A. (2016). Evaluación de dos insecticidas naturales y un químico en el control de plagas en el cultivo de frejol en el litoral ecuatoriano. *IDESIA (Chile)*, 27-35. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/2016nahead/aop2516.pdf>
- Zaragoza-Bastida, A., Valladares-Carranza, B., Ortega-Santana, C., Zamora-Espinosa, J., Velázquez-Ordoñez, V., & Aparicio-Burgos, J. (2016). Repercusiones del uso de los organoclorados sobre el ambiente y salud pública. *Abanico vet vol.6 no.1, versión On-line ISSN 2448-6132versión impresa ISSN 2007-428X*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322016000100043

10. Anexos

EL EXTRACTO DEL NEMM

Una alternativa biológica para proteger su cultivo del ataque de plagas.



CULTIVO	BLANCO BIOLÓGICO	DOSIS		
		Ha	Bomba x 20 litros	Caneca x 200 litros
Tomate	Mosca Blanca	1-3 L	100 CC	1.000 CC

Descripción

El extracto del Neem es un producto natural que afecta la fisiología de diversos insectos plaga, inhibiendo su crecimiento y alterando su metamorfosis. Controla estados inmaduros (huevos, larvas, ninfas) y es un repelente anti alimentario para los estados de adulto.

Época de aplicación.

Para el cultivo de tomate se recomienda realizar aplicaciones foliares, a partir de los 15 DDT y mantenerlas durante todo el ciclo del cultivo, alternándolo con otros productos de diferente modo de acción.



Beneficios

- ❖ Excelente control de mosca blanca y otros insectos.
- ❖ Menor incidencia de plagas y enfermedades.
- ❖ No afecta insectos benéficos.
- ❖ Menor contaminación.

Material didáctico como este fue entregado a los empresarios campesinos en cada una de las capacitaciones



Grupo de campesinos asistentes a las capacitaciones sobre el uso del extracto de Bio-Neem, el manejo adecuado de los agroquímicos, Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades.

n



*Cultivo de tomate *Solanum lycopersicum* con la identificación del lote demostrativo y el lote testigo y la identificación del sector número 1 en el lote demostrativo.*