

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EVALUACIÓN DE MALLA ANTI-INSECTOS PARA EL CONTROL
DE MOSCA BLANCA EN TOMATE; SALAMÁ, BAJA VERAPAZ
TESIS DE GRADO

EDVIN JOSÉ SAMAYOA TURCIOS
CARNET 22580-08

ZACAPA, ENERO DE 2016
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EVALUACIÓN DE MALLA ANTI-INSECTOS PARA EL CONTROL
DE MOSCA BLANCA EN TOMATE; SALAMÁ, BAJA VERAPAZ
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
EDVIN JOSÉ SAMAYOA TURCIOS

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS
HORTÍCOLAS

ZACAPA, ENERO DE 2016
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. MARVIN TURCIOS SAMAYOA

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. ÁNGEL OTTONIEL CORDÓN GARCÍA

ING. JOSÉ ÁNGEL URZÚA DUARTE

LIC. JORGE ARMANDO ROSALES QUAN

Zacapa, enero de 2016

Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Edvin Jose Samayoa Turcios, carné 22580-08, titulada: "Evaluación de tres tipos de malla anti-insectos para el control de mosca blanca en cultivo de tomate, en el valle de Salamá Baja Verapaz".

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Marvin Turcios Samayoa.
Colegiado no. 2056



**Universidad
Rafael Landívar**
Tradición Jesuita en Guatemala

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06403-2015**

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante EDVIN JOSÉ SAMAYOA TURCIOS, Carnet 22580-08 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS, del Campus de Zacapa, que consta en el Acta No. 06164-2015 de fecha 14 de noviembre de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE MALLA ANTI-INSECTOS PARA EL CONTROL
DE MOSCA BLANCA EN TOMATE; SALAMÁ, BAJA VERAPAZ**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS HORTÍCOLAS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 7 días del mes de enero del año 2016.



ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTO

A:

Dios que me dio la vida, la sabiduría y la bendición de superarme.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación.

Ing. Marvin Turcios Samayoa por su asesoría, revisión y corrección de presente investigación.

Ing. Angel Urzúa por brindarme el apoyo necesario para desarrollar la presente investigación.

Ing. Hector Roderico Samayoa Turcios, por el apoyo e inspiración a continuar y perseverar en mis estudios.

Licda. Flor de María Samayoa Turcios, por asesoría y aporte a la presente investigación.

DEDICATORIA

A:

Dios: Quien siempre me da su infinito amor, fortaleza para superar las diferentes etapas de la vida y me bendice con las personas que me rodean.

Mis padres: José Mercedes Samayoa carrera (+), quien me brindó su apoyo y amor incondicional hasta el un último momento, por hacer de mi un hombre con valores. María Berta Turcios Gonzales, por ser mi motivación para superarme en la vida, que con su amor y dulzura encamino mis estudios.

Mi esposa

e hijo: Dayana Veliz Molina, por todo su amor, por ser mi compañera de vida y apoyarme en mis estudios incondicionalmente. Mi hijo Briant José Samayoa Veliz, por ser mi inspiración y motivación para salir adelante cada día

Mi Familia: Abuelos, hermanos tíos, primos, sobrinos, que de una otra forma han contribuido en mi formación.

Mis amigos: por su apoyo, compañía y por formar parte de mi desarrollo profesional. Especialmente a Pedro Hernández, Walfred Aldana, Elmer Ortega.

INDICE GENERAL

	Contenido	Página
	RESUMEN	i
I.	INTRODUCCION	1
II.	MARCO TEÓRICO	2
2.1	EL CULTIVO DEL TOMATE	2
2.1.1	Origen del tomate	2
2.1.2	Clasificación taxonómica del tomate	2
2.1.3	Importancia económica del cultivo de tomate	4
2.2	MOSCA BLANCA (<i>Bemisia tabaci</i>)	5
2.2.1	Clasificación taxonómica de la mosca blanca	5
2.2.2	Ciclo de vida de la mosca blanca	6
2.2.3	Daños causados por mosca blanca	8
2.2.4	Comportamiento de <i>Bemisia tabaci</i> respecto a la época lluviosa y seca	8
2.3	ESTRUCTURAS PARA AGRICULTURA PROTEGIDA	9
2.3.1	Diferencia entre invernadero y túneles	13
2.4	MALLAS ANTIINSECTO	14
III.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
3.1	DEFINICIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	17
IV.	OBJETIVOS	18
4.1	Objetivo general	18
4.2	Objetivos específicos	18
V.	HIPÓTESIS	19
VI.	MATERIALES Y METODOS	20
6.1	LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO	20
6.2	MATERIAL EXPERIMENTAL	20
6.2.1	Tomate variedad Retana F1	20
6.2.2	Mallas anti insecto	21
6.3	FACTOR ESTUDIADO	21
6.4	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	21
6.5	DISEÑO EXPERIMENTAL	22
6.6	MODELO ESTADÍSTICO	22
6.7	UNIDAD EXPERIMENTAL	23
6.8	CROQUIS DE CAMPO	23
6.9	MANEJO DEL EXPERIMENTO	24
6.9.1	Preparación del terreno	24
6.9.2	Colocación de manguera para riego	24
6.9.3	Colocación de mulch	24
6.9.4	Ahoyado	24
6.9.5	Elaboración del macrotunel	24
6.9.6	Trasplante	25
6.9.7	Control de malezas	25
6.9.8	Riego	25
6.9.9	Fertilización	25

INDICE GENERAL

Contenido	Página
6.9.10 Control de plagas y enfermedades	25
6.9.11 Tutorado	26
6.9.12 Cosecha	26
6.10 VARIABLES RESPUESTA	26
6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	28
6.11.1 Información Estadística	28
6.11.2 Análisis económico	28
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
7.1 MOSCA BLANCA	29
7.1.1 Número de adultos de mosca blanca	29
7.1.2 Incidencia de virosis provocada por mosca blanca	31
7.1.3 Severidad de virosis provocada por mosca blanca	33
7.2 RENDIMIENTO DE TOMATE	36
7.3 ANÁLISIS ECONÓMICO EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE	39
VIII. CONCLUSIONES	42
IX. RECOMENDACIONES	43
X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	44
ANEXOS	

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Contenido	Página
1	Especificaciones técnicas de las mallas anti insectos.	21
2	Descripción de los tratamientos evaluados.	22
3	Escala de severidad utilizada para evaluar la virosis en plantas de tomate.	27
4	Análisis de varianza de la densidad poblacional de mosca blanca/hoja en el cultivo de tomate, en cuatro monitoreos, en el valle de Salamá, 2014.	30
5	Análisis de medias de Tukey para la densidad poblacional de mosca blanca/hoja en el cultivo de tomate, en cuatro monitoreos, en el valle de Salamá, 2014.	31
6	Análisis de varianza de enfermedades viroticas provocadas por mosca blanca en el cultivo de tomate, en cuatro monitoreos, en el valle de Salamá, 2014.	32
7	Análisis de medias de Tukey para la incidencia de virosis provocadas por mosca blanca en el cultivo de tomate, en cuatro monitoreos, en el valle de Salamá, 2014.	33
8	Análisis de varianza de enfermedades viroticas provocadas por mosca blanca en el cultivo de tomate, en cuatro monitoreos, en el valle de Salamá, 2014.	35
9	Análisis de medias de Tukey para la severidad de virosis provocadas por mosca blanca en el cultivo de tomate, en cuatro monitoreos, en el valle de Salamá, 2014.	36
10	Análisis de varianza para el rendimiento de frutos del cultivo de tomate, en cuatro monitoreos, en el valle de Salamá, 2014.	38
11	Costo que varían en la producción de frutos de tomate según las mallas utilizadas para la producción de tomate, en el valle de Salamá, 2014.	40
12	Rendimiento experimental de tomate ajustado al 10% según los tratamientos evaluados, en el valle de Salamá, 2014.	40

Cuadro	Contenido	Página
13	Ingreso bruto y neto en la producción de tomate según los tratamientos evaluados, en el valle de Salamá, 2014.	41
14	Análisis de dominancia en la producción de tomate según los tratamientos evaluados, en el valle de Salamá, 2014.	41
15	Análisis de la tasa retorno marginal en la producción de tomate según los tratamientos evaluados, en el valle de Salamá, 2015.	41

INDICE DE FIGURAS

Figura	Contenido	Página
1	Unidad experimental empleada.	23
2	Croquis de campo de las parcelas experimentales evaluadas.	23
3	Densidad poblacional de individuos de mosca blanca por hoja en el cultivo de tomate bajo condiciones de macrotúnel, valle de Salamá (Autor, 2015).	29
4	Porcentaje incidencia de enfermedades viroticas en el cultivo de tomate bajo condiciones de macrotúnel, valle de Salamá (Autor, 2015).	32
5	Porcentaje de severidad de enfermedades viroticas en el cultivo de tomate bajo condiciones de macrotúnel, valle de Salamá (Autor, 2015).	34
6	Peso de los frutos de tomate por categoría bajo condiciones de macrotúnel, valle de Salamá (Autor, 2015).	36
7	Porcentaje de calidad de los frutos de tomate por categoría bajo condiciones de macrotúnel, valle de Salamá (Autor, 2015).	37
8	Análisis de medias de Tukey para el rendimiento de frutos de tomate bajo condiciones de macrotúnel, valle de Salamá (Autor, 2015).	39

EVALUACIÓN DE MALLA ANTI-INSECTOS PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA EN TOMATE; SALAMÁ, BAJA VERAPAZ

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de tres diferentes calibres (40, 50 y 56 mesh) de malla anti insectos para el control de la mosca blanca en el cultivo de tomate, bajo condiciones de macrotúnel en el valle de Salamá, Baja Verapaz. El diseño experimental utilizado fue un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Se determinó la presencia de mosca blanca, incidencia y severidad de enfermedades viroticas, rendimiento y rentabilidad de los tratamientos evaluados. Los resultados mostraron: que el uso de mallas anti insectos redujo el número de agentes

vectores (mosca blanca) y la incidencia de virus, aumento los rendimientos y mejoró la calidad de los frutos especialmente las mallas de 56 y 50 mesh. Los tratamientos con mayor rendimiento con las mallas anti insectos 50 mesh y 56 mesh, con rendimientos de 46,063.76 y 45,859.71 kg/ha respectivamente; según el análisis financiero utilizando presupuestos parciales, el mejor tratamiento fue cuando se utilizó la malla 50 mesh, ya que presentó la mayor Tasa de Retorno Marginal, con 1,631%. Por lo que se recomienda a los productores de tomate del área de estudio para obtener los mayores rendimientos y ganancias utilizar las mallas 50 mesh y 56 mesh para el control de la mosca blanca como vector de enfermedades virosas.

EVALUATION OF THREE ANTI-INSECT NETS TO CONTROL WHITEFLY IN THE PRODUCTION OF TOMATO, IN THE SALAMÁ VALLEY, BAJA VERAPAZ

SUMMARY

The objective of this research study was to evaluate the effect of three different anti-insect net gauges (40, 50, and 56 mesh) to control whitefly in the production of tomato, under macro-tunnel conditions in the Salama vally, Baja Verapaz. A completely randomized design with four treatments and four replicates was used. The presence of whitefly, incidence and severity of the viral diseases, yield and profitability of the evaluated treatments was determined. The results demonstrated that: the use of anti-insect net reduced the number of vector agents (whitefly) and virus incidence, increased the yields and improved the quality of fruits, mainly the 56 and 50 mesh. The treatments with greater yield were the 50 and 56 mesh anti-insect net, with yields of 46,063.76 and 45,859.71 kg/ha, respectively. According to the financial analysis using partial budgets, the best treatment was the one with 50 mesh net because it showed the best marginal rate of return, with 1,631%. Therefore, it is recommended that tomato producers of the studied area use 50 and 56 mesh nets to control whitefly as a vector of viral diseases.

I. INTRODUCCION

En Guatemala el cultivo de tomate, es una de las principales hortalizas cultivadas. Este posee una característica interesante, debido a que se produce en los 22 departamentos del país, pero un 82% de la producción se encuentra establecida en 8 departamentos siendo estos: Zacapa, Chiquimula, El Progreso, Jutiapa, Jalapa, Baja Verapaz, Alta Verapaz y Guatemala (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, 2013).

En el año 2013 se produjeron 368,962.88 toneladas métricas de tomate, de las cuales un 17.3% proceden del departamento de Baja Verapaz, tiene por ello gran impacto económico y permite beneficiar a muchas familias de manera directa e indirecta (MAGA, 2013).

El departamento de Baja Verapaz, tiene los recursos necesarios para el desarrollo del cultivo y dispone de vías de acceso a mercados importantes como lo es el centro de mayoreo CENMA, así mismo a la República de El Salvador; sin embargo el cultivo se ha visto amenazado por la presencia de plagas de importancia económica, una de ellas es la mosca blanca la cual es vector de virus. Para su control se han establecido varias medidas químicas y culturales, como el uso de aislantes entre ellos principalmente saranes y mallas, las más efectivas por su periodo de protección, después de la siembra, que es cuando el cultivo presente la mayor susceptibilidad al ataque. (Herrera, 2009).

Con el propósito de encontrar otras alternativas de producción que permitan incrementar los rendimientos, se presenta el siguiente trabajo de evaluación de tres tipos de mallas anti-insectos para el control de mosca blanca en tomate variedad Retana F1 de crecimiento determinado, bajo condiciones de ambiente protegido de macrotúnel.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 EL CULTIVO DEL TOMATE

2.1.1 Origen del tomate

El tomate es originario de América del sur, entre las regiones de Chile, Ecuador y Colombia, pero su domesticación se inició en el sur de México y norte de Guatemala. Las formas silvestres de tomate cereza, *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*, originarias de Perú, migraron a través del Ecuador, Colombia, Panamá y América Central hasta llegar a México, donde fue domesticado por el hombre; en la lengua nahua de México era llamado *tomatl*, que sin lugar a dudas dio origen a su nombre actual (Jaramillo, Rodríguez, Guzmán, Zapata y Rengifo, 2007).

El tomate alcanzó un estado avanzado de domesticación en México antes de ser llevado a Europa y Asia. La introducción del tomate al continente europeo ocurrió probablemente por España, entre 1523, año de la conquista de México y 1524, cuando aparecieron las primeras descripciones publicadas por el italiano Pier Andrea Mattioli. En el siglo XVI e inicios del siglo XVII, el tomate fue cultivado en los jardines de Europa (Italia, Inglaterra, España y Francia) como ornamental, por la belleza y color de sus frutos. El tomate, después de haber llegado a Inglaterra, fue llevado a los Estados Unidos alrededor del año 1711, donde también fue cultivado como ornamental. El consumo de tomate como fuente de alimento ocurrió aproximadamente en 1850 en este país y sólo a partir de esta fecha comenzó a tener un poco de interés científico y agronómico (Jaramillo *et al.*, 2007).

2.1.2 Clasificación taxonómica del tomate

Según Villela (1993), la descripción taxonómica del tomate es:

Reino: *Plantae*
División: *Magnoliophyta*
Clase: *Magnoliopsida*
Subclase: *Asteridae*
Orden: *Solanales*
Familia: *Solanaceae*
Género: *Solanum*
Especie: *lycopersicum*

La descripción botánica del tomate de acuerdo a Escalona, Alvarado, Monardes, Urbina y Martín (2009), es la siguiente:

El tomate cultivado corresponde, básicamente, a *Solanum lycopersicum*, aunque también se cultiva una fracción de la variedad botánica *cerasiforme* (cherry o cereza). El mejoramiento ha generado muchas variedades distintas para fines muy específicos (Escaloma *et al.*, 2009).

La plante de tomate puede presentar básicamente dos hábitos de crecimiento: determinado e indeterminado. La planta indeterminada es la normal y se caracteriza por tener un crecimiento extensivo, postrado, desordenado y sin límite. En ella, los tallos presentan segmentos uniformes con tres hojas (con yemas) y una inflorescencia, terminando siempre con un ápice vegetativo. A diferencia de esta, la planta determinada tiene tallos con segmentos que presentan progresivamente menos hojas por inflorescencia y terminan en una inflorescencia, lo que resulta en un crecimiento limitado (Escaloma *et al.*, 2009).

El sistema radical alcanza una profundidad de hasta 2 m, con una raíz pivotante y muchas raíces secundarias. Sin embargo, bajo ciertas condiciones de cultivo, se daña la raíz pivotante y la planta desarrolla resulta en un sistema radical fasciculado, en que dominan raíces adventicias y que se concentran en los primeros 30 cm del suelo (Escaloma *et al.*, 2009).

Los tallos son ligeramente angulosos, semileñosos, de grosor mediano y con tricomas (pilosidades), simples y glandulares. Eje con un grosor que oscila entre 2 a 4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando las hojas, tallos secundarios e inflorescencias. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales (Escaloma *et al.*, 2009).

Las hojas son compuestas e imparipinnadas, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternada sobre el tallo (Escaloma *et al.*, 2009).

La flor del tomate es perfecta. Consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo dispuestos de forma helicoidal y de igual número de estambres que se alternan con los pétalos. Los estambres están soldados por las anteras y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo y evitan la polinización cruzada. El ovario es bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias denominadas comúnmente como racimos. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. Las inflorescencias se desarrollan cada 2 a 3 hojas en las axilas (Escaloma *et al.*, 2009).

El fruto es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos a 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas (Escaloma *et al.*, 2009).

2.1.3 Importancia económica del cultivo de tomate

El tomate, actualmente es una de las hortalizas de mayor consumo en Guatemala. En el país la producción nacional se encuentra distribuida de la siguiente forma: Jutiapa (20%), Baja Verapaz (20%), Chiquimula (11%), Guatemala (8%), Zacapa (7%), El Progreso (6%), Alta Verapaz (6%), Jalapa (5%) y los demás departamentos de la

República suman el (17%) restante. El cultivo genera 9,620 empleos directos y 2,693,628 de empleos indirectos (jornales al año) (MAGA, 2013).

Según el MAGA (2013), para el año 2013 la superficie cultivada del cultivo de tomate fue de 8,950 hectáreas, con una producción total de 320,970.00 toneladas métricas y un rendimiento promedio de 35.86 t/ha.

De acuerdo a Guerra y Alvarado (2011), en el valle de Salamá, el cultivo de tomate se produce de febrero a mayo y de agosto a noviembre. Para el año 2013, según el MAGA (2013), la extensión cultivada de tomate fue de aproximadamente 1,115 hectáreas, con un rendimiento promedio de 26,360 a 65,455 kg/ha y un costo de producción de Q. 91,000.00 por hectárea. Los costos de producción incluyen: preparación del terreno, surqueado, siembra (pilones), insecticidas, fungicidas, nematicidas, fertilizantes, pita, tutores, arrendamiento de tierra, transporte y mano de obra. Los agroquímicos representan más del 55% de los costos totales.

2.2 MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci*)

La mosca blanca es un pequeño insecto perteneciente al orden homóptera. Los adultos miden alrededor de 2 mm de largo. Las alas son cubiertas de un polvillo blanco. Las ninfas son móviles únicamente en su primer estado, en busca de un lugar donde anclarse, luego son inmóviles. Parecen escamas pequeñas y se localizan en el envés de las hojas. Ninfas y adultos chupan la savia de las hojas debilitando la planta. Su importancia económica radica en su capacidad para transmitir virus a las plantas (Casasola, 1995).

2.2.1 Clasificación taxonómica de la mosca blanca

De acuerdo a Ortega (1987), la clasificación taxonómica de la mosca blanca, es la siguiente:

Reino:	Animal
Phyllum:	Artrópoda
Clase:	Insecta
Orden:	Homóptera
Familia:	Aleyrodidae
Género:	<i>Bemisia</i>
Especie:	<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius.
Nombre común:	Mosca Blanca

2.2.2 Ciclo de vida de la mosca blanca

Bemisia tabaci es una de las especies de plagas más polífagas, registrada en gran número de cultivos de importancia económica y en más de 500 especies diferentes de plantas. En los diferentes cultivos, además del daño directo causado por la alimentación de ninfas y adultos es considerada la responsable de la transmisión de un amplio número de virus causantes de enfermedades y grandes pérdidas en los cultivos. (Greathead, 1986 citado por Instituto Colombiano Agropecuario –ICA-, 2005).

De acuerdo a ICA (2005), la biología y ciclo de vida de la mosca blanca es el siguiente:

El huevo es de forma oval sub elíptico y delgado (en punta) hacia el extremo distal, amplio en la base provista de una especie de pecíolo, que le sirve de anclaje, debido a que la hembra al ovipositar introduce esa estructura en el tejido de la planta. Mide en promedio 0.211 mm de largo y 0.096 mm de ancho en la parte más ancha. Son puestos en el envés de las hojas, algunas veces en grupos en círculos o semicírculos, dependiendo de la textura de la superficie de la hoja, por la hembra que oviposita mientras gira alrededor de su estilete introducido en punto de alimentación. Los huevos recién puestos tienen un corion suave y amarillento brillante, cubierto por un polvillo blanco proveniente de las alas de hembra. El período de incubación varía con la temperatura y la humedad, a 25°C y 75% de HR la duración del estado de huevo es de seis a siete días (ICA, 2005; López, 1993).

La ninfa pasa por cuatro estadios y un estado conocido como pupa al final del cuarto estadio. Una vez eclosionado el huevo emerge una pequeña ninfa que mide alrededor de 0.27 mm de largo, es móvil y se desplaza sobre la superficie de la hoja hasta que encuentra un lugar apropiado para alimentarse, introduce su pico y se fija allí donde transcurrirá el resto del estado de ninfa sin volverse a desplazar. Los diferentes estadios se diferencian principalmente por cambios en el tamaño y la acumulación de sustancias cerosas sobre su cuerpo. Una vez terminado el estado de ninfa, que bajo las condiciones mencionadas, dura de 15 a 17 días, emerge el adulto por una abertura dorsal en forma de “T” invertida (ICA, 2005; López, 1993).

El adulto de la mosca blanca (*B. tabaci*) recién emergido presenta el cuerpo blando y una coloración blanco amarillento, pero después de unas pocas horas cambia a completamente blanco debido a la acumulación de polvo de cera sobre el cuerpo y las alas. El cuerpo de las hembras mide aproximadamente 1 mm de largo y el de los machos un poco menos. El adulto presenta dos pares de alas cubiertas de polvo de cera y que sobrepasan la longitud del cuerpo. La duración del estado adulto varía considerablemente de machos a hembras, siendo de cinco a 15 días para los primeros y de cinco a 32 para las hembras en las condiciones antes descritas. Algunos estudios indican que una hembra es capaz de ovipositar hasta 300 huevos durante su vida y que los huevos de hembras vírgenes producen machos, mientras que las que han copulado dan origen a los dos sexos. En condiciones tropicales, *B. tabaci* puede tener de 11 a 15 generaciones por año (ICA, 2005; López, 1993).

La mayoría de los adultos emergen en el día y se mueven poco en la noche. Su actividad aumenta en las primeras horas de la mañana y se mantiene durante el resto del día. Inicialmente los vuelos son muy cortos; a partir de los nueve días de vida su desplazamiento es mayor (hasta dos metros por día). Aunque este insecto es mal volador, las corrientes de aire lo dispersan fácilmente de un cultivo a otro. Otro factor que facilita la dispersión de la mosca blanca entre cultivos y regiones, es el transporte de plantas infestadas de un sitio a otro (Cardona, Rodríguez, Bueno y Tapia, 2005).

2.2.3 Daños causados por mosca blanca

Daños directos: la mosca blanca ataca cerca de 250 especies de plantas diferentes. Entre los principales hospederos están habichuela y frijol (*Phaseolus vulgaris*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), pepino (*Cucumis sativus*), pimentón (*Capsicum annum*), zapallo (*Cucurbita maxima*), berenjena (*Solanum melongena*), papa (*Solanum tuberosum*) y algodón (*Gossypium hirsutum*). Los adultos y las ninfas de mosca blanca causan daños directos cuando se alimentan chupando la savia del floema, lo cual reduce el vigor de la planta, la calidad del producto y disminuye la producción (Cardona *et al.*, 2005).

Daños indirectos: la mosca blanca también causa daños indirectos por la excreción de una sustancia azucarada que recubre las hojas y sirve de sustrato para el crecimiento de un hongo de color negro conocido como “fumagina”. Al cubrir la parte superior de la hoja, el hongo causante de la fumagina interfiere con el proceso de fotosíntesis lo cual también afecta el rendimiento del cultivo. Cuando la infestación es muy alta, la fumagina puede cubrir las vainas afectando así la calidad del producto. Esto aumenta las pérdidas para el agricultor (Cardona *et al.*, 2005).

2.2.4 Comportamiento de *Bemisia tabaci* respecto a la época lluviosa y seca

Martínez (2005), citando a Cave *et al.* (1998), asume que factores abióticos como precipitación y humedad relativa fueron los causantes de alta mortalidad de huevos y ninfas del primer estadio reduciendo el número de *Bemisia tabaci* en algodón. El factor más importante en la dinámica poblacional de *B. tabaci* parece ser la abundancia de lluvia; la cual tiene una correlación inversa a la densidad de mosca blanca, es decir que los altos niveles de lluvia suprimen la mosca blanca.

Salinas (1994) citado por Martínez (2005), encontró que la mayor incidencia de mosca blanca en México se presentaba durante el mes de Septiembre (desde 10 hasta 25 ninfas por hoja), decreciendo bruscamente a partir del 15 de octubre, manteniéndose prácticamente en cero durante noviembre y diciembre, aumentando nuevamente a partir del 15 de enero. Dicho crecimiento fue geométrico, a partir del 20 de febrero hasta el mes de abril, donde la población se mantuvo estable.

Las poblaciones de *Bemisia tabaci* por lo general son muy altas en la estación seca, debido a que su potencial reproductivo puede expresarse mejor, pues la temperatura óptima está entre 20 a 30 °C, dentro de dicho ámbito el tiempo generacional se acorta y la fecundidad se aumenta, esto favorece la rápida diseminación de los geminivirus, sin embargo, para esto no se requiere gran cantidad de adultos, pues a pesar de las bajas poblaciones es común observar campos de cultivos totalmente afectados por la virosis (Martínez, 2005).

2.3 ESTRUCTURAS PARA AGRICULTURA PROTEGIDA

Para el desarrollo de una agricultura moderna y competitiva, la protección de los cultivos se ha vuelto una verdadera necesidad. Existe una serie de definiciones acerca del concepto de agricultura protegida, pero se puede resumir de la forma siguiente: toda estructura cerrada, cubierta de materiales transparentes o semitransparentes, que permite obtener condiciones artificiales de microclima para el cultivo de plantas en todo tiempo y bajo condiciones óptimas. Bajo este sistema agrícola especializado se lleva a cabo el control del medio edafoclimático alterando sus condiciones (suelo, temperatura, radiación solar, viento, humedad, entre otros, lo que permite modificar el ambiente natural en el que se desarrollan los cultivos, con el propósito de alcanzar adecuado crecimiento vegetal, aumentar los rendimientos, mejorar la calidad de los productos y obtener excelentes cosecha (Santos, Obregón y Salamé, 2013).

El objetivo de la agricultura protegida es obtener producciones con alto valor agregado (hortalizas, frutas, flores, ornamentales y plantas de vivero). Además de: proteger los

cultivos de las bajas temperaturas; reducir la velocidad del viento; limitar el impacto de climas áridos y desérticos; reducir los daños ocasionados por plagas, enfermedades, nematodos, malezas, pájaros y otros predadores; reducir las necesidades de agua; extender las áreas de producción y los ciclos de cultivo; aumentar la producción, mejorar la calidad y preservar los recursos mediante el control climático; garantizar el suministro de productos de alta calidad a los mercados hortícolas; promover la precocidad (adelanto de la cosecha) y producir fuera de época (Santos *et al.*, 2013).

Según Huertas (2013), a través de varios años pero sobre todo en las últimas décadas se han desarrollado varios tipos de estructuras para la protección de las plantas, que plantean diferentes alternativas para recrear condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de los cultivos, de acuerdo a los requerimientos climáticos de cada especie y en concordancia con los factores climáticos de cada región, que han afectado gravemente a la agricultura. De acuerdo a Santos *et al.* (2013), las instalaciones para la protección de cultivos pueden ser muy diversas entre sí por las características y complejidad de sus estructuras, así como por la mayor o menor capacidad de control ambiental. Una primera clasificación de los diversos tipos de protección, puede hacerse distinguiendo entre micro y macrotúneles, invernaderos (Green houses) y casas malla (nethouses)

Las características de las estructuras empleadas en agricultura protegida de acuerdo a Santos *et al.* (2013) y Juárez, Bugarín, Castro, Sánchez, Cruz, Juárez, Alejo y Balois (2011), son las siguientes:

a) Invernaderos

Un invernadero es una construcción agrícola con una cubierta traslúcida que tiene por objetivo reproducir o simular condiciones climáticas adecuadas para el crecimiento y desarrollo de plantas de cultivo establecidas en su interior, con cierta independencia del medio exterior. De las estructuras empleadas para proteger cultivos, los invernaderos permiten modificar y controlar de forma más eficiente los principales factores

ambientales que intervienen en el crecimiento y desarrollo de las especies vegetales (Santos *et al.*, 2013; Juárez *et al.*, 2011).

Los invernaderos son estructuras construidas con diversos materiales, cuya altura es mayor de dos metros en la parte útil, con anchos mayores de seis metros y largos variables. Uniendo varias naves o módulos se obtienen grandes dimensiones de superficies cubiertas, conocidas como invernaderos en batería. Por su tamaño, permiten que todas las labores y prácticas que requieren los cultivos se realicen en el interior de las instalaciones (Santos *et al.*, 2013; Juárez *et al.*, 2011).

La finalidad de los invernaderos es proteger cultivos de los factores y elementos adversos a su desarrollo; como son altas y bajas temperaturas, granizadas, vientos, lluvias torrenciales, cantidad y calidad de energía luminosa. Estos factores y elementos pueden ser modificados y controlados eficientemente mediante el diseño, equipamiento y manejo apropiado de cada invernadero, considerando las condiciones climáticas locales y los requerimientos de cada especie agrícola a cultivar dentro de ellos (Santos *et al.*, 2013; Juárez *et al.*, 2011).

b) Malla sombra y casa sombra

Las casa sombra y la malla sombra son dos elementos que se emplean para disminuir la cantidad de energía radiante que llega a los cultivos. Las mallas no sólo se utilizan como elemento de sombreo, sino que se emplean en las ventanas de los invernaderos con el objetivo de impedir la entrada de insectos y reducir el uso de pesticidas. Las mallas empleadas para cubrir completamente estructuras de invernaderos o estructuras tipo cobertizos, conocidas comercialmente como casas sombra, consisten en una tela tejida de plásticos con entramados de cuadros de diferentes tamaños que sirve como cubierta protectora que regula la cantidad de luz que llega a las plantas y proteger los efectos del granizo, insectos, aves y roedores (Santos *et al.*, 2013; Juárez *et al.*, 2011).

Mediante el empleo de mallas se puede reducir entre 10 a 95% del total de la radiación solar. La cantidad de luz que se deja pasar al interior depende de la especie que se tenga en cultivo. Con las mallas no se evita el paso del agua de lluvia, además son permeables al viento. Las mallas de color negro son las más utilizadas y en menor medida las de color rojo y azul. Los materiales más comunes para la fabricación de mallas sombras son el polietileno y polipropileno, también se empieza a utilizar el poliéster (Santos *et al.*, 2013; Juárez *et al.*, 2011).

El objetivo del empleo de una malla sombra no sólo es reducir la cantidad de luz, también tiene como finalidad evitar el exceso de temperatura. Si se considera que el calor es producido por la radiación infrarrojo cercano del espectro electromagnético o energía radiante del sol, una malla sombra ideal debería ser un filtro selectivo que detuviera esa radiación sin afectar la parte visible o útil para la fotosíntesis (Santos *et al.*, 2013; Juárez *et al.*, 2011).

c) Macro túnel o túnel alto

Son estructuras que no tienen las características apropiadas en ancho y altura al canal para ser consideradas invernaderos pero ya permiten que las labores se realicen en el interior. Tienen de 4 a 5 m de ancho y 2 a 3 m de altura en la parte más elevada, con longitudes variables que para facilitar su manejo se recomienda no sean mayores a 60 m, aunque existen algunos de hasta 100 m de largo (Santos *et al.*, 2013; Juárez *et al.*, 2011).

Este tipo de estructuras son ideales para semilleros o almácigos de especies hortícolas y ornamentales, como abrigo en la propagación vegetativa de especies de interés comercial y para la producción de hortalizas y plantas ornamentales. Tienen como ventaja su fácil construcción y como principal desventaja, con respecto a los invernaderos es que retienen menos calor en la noche, debido a su poco volumen. Otra desventaja es su elevada temperatura durante el día por carecer de ventilación natural (Santos *et al.*, 2013; Juárez *et al.*, 2011).

Según Santos *et al.* (2013), entre las ventajas del uso de macrotúneles podemos mencionar las siguientes:

- Son considerados como una protección completa del cultivo, evidenciando mayores rendimientos y uniformidad de los frutos.
- Su construcción es más barata que los invernaderos.
- Son una herramienta que los productores pueden emplear para luchar contra varias adversidades que impone el microclima de una localidad.
- Minimiza significativamente el uso de agroquímicos.
- Un problema en un macrotúnel, por descuido o daño mecánico, no afecta a toda la plantación.
- Es adecuado para agricultores de bajos y de altos recursos económicos.
- Es una alternativa de menor inversión para sistemas de producción protegidos.
- El tiempo de instalación es muy rápido lo que reduce la inversión y mano de obra.

d) Micro túnel, túnel bajo o mini invernadero

Son estructuras pequeñas construidas con arcos sobre los que se colocan cubiertas de plástico. Por sus reducidas dimensiones no es posible que las personas trabajen en su interior por lo que las labores se realizan desde el exterior de las mismas. La función de los túneles es minimizar los efectos perjudiciales de las bajas temperaturas, sin recurrir a estructuras costosas (Santos *et al.*, 2013; Juárez *et al.*, 2011).

Los factores principales que determinan el mayor o menor rendimiento térmico del túnel, y por lo tanto, sus resultados económicos, se relacionan con los materiales de cobertura, la forma y dimensiones de la estructura, el sistema de ventilación, la orientación, la hermeticidad, la naturaleza de la estructura de sostenimiento, el sombreado y la conectividad térmica (Santos *et al.*, 2013; Juárez *et al.*, 2011).

2.3.1 Diferencia entre invernadero y túneles

No existe una línea divisoria bien definida entre un invernadero tipo túnel y un macro túnel, sin embargo, se ha optado por considerar como elemento de referencia el volumen de aire encerrado por metro cuadrado de piso cubierto. Este criterio define la capacidad global de la instalación para mantener uno de los parámetros fundamentales en su manejo, la temperatura, así cuando mayor sea el volumen de aire encerrado bajo la cubierta, mayor será la cantidad de calor acumulada durante el día, por unidad de superficie, misma que disminuirá paulatinamente durante la noche, de esta forma una estructura con un volumen mayor tiene más inercia térmica, lo cual representa una ventaja en cuanto a gastos de instalación (Juárez *et al.*, 2011).

Para Juárez *et al* (2011), algunas consideraciones para diferenciar túneles bajos y altos, así como invernadero son las siguientes:

- Túnel bajo. Estructura con una relación volumen/superficie (v/s) de 1/1 a 1.7/1, es decir, de 1 m³ por m² a 1.7 m³ por m². Son simples estructuras dentro de las cuales apenas se pueden realizar alguna labor mínima de cultivo.
- Túnel alto. Estructura con relación v/s de 1.8/1 a 3/1, en las que se puede trabajar en su interior, cuentan con posibilidades de ventilación controlada y pueden disponer del algún dispositivo de calefacción.

2.4 MALLAS ANTI INSECTOS

El ambiente dentro de un ambiente controlado en general es húmedo, cálido y carente de viento, estas condiciones promueven un ambiente óptimo para el crecimiento de la mayoría de las plantas, pero también son ideales para el desarrollo de enfermedades ocasionadas por bacterias, hongos y vectores de virus ((Vida, Zambolim, Tessmann, Brandão, Verzignassi, y Caixeta, 2004). Por lo tanto, es importante considerar en este sistema el manejo de la temperatura, ventilación, humedad, agua y CO₂, para evitar condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades. Según Baudoin, Grafiadellis, Jiménez, Lamalfa, Montiero, Nisen, Verlodt, Villele, Von Zabeltitz, y

Garnaud (2002), problemas de menor importancia en sistemas de cultivo a campo abierto pueden ser muy destructivos en cultivos protegidos. El manejo de enfermedades en los cultivos protegidos es una tarea compleja y las medidas de control deben integrarse en un sistema flexible que sea compatible con el sistema de producción, la economía del productor y especialmente que reduzca el riesgo de contaminación.

El manejo de plagas y enfermedades en los ambientes protegidos está basado en evitar el ingreso, mediante el uso de prácticas de bioseguridad. Así como también, manejar las condiciones micro climáticas dentro de la estructura, de manera que no sean favorables para el desarrollo de las poblaciones (Vida *et al.* 2004).

La malla anti insectos es una malla tejida a base de monofilamentos para minimizar el empleo de agentes fitosanitarios ante la entrada de plagas a las estructuras de agricultura protegida que se utilice. Las mallas crean una barrera que protege al cultivo contra las plagas y contra aquellas enfermedades asociadas a las plagas. Las mallas son fáciles de usar y también pueden controlar la temperatura, luminosidad, humedad relativa y la humedad del suelo donde está establecido el cultivo (Litec, 2014).

Los beneficios de la mallas anti insectos de acuerdo a Litec (2014), son las siguientes:

- Mejora la calidad de los cultivos y los vegetales.
- Es un método barato y seguro para el manejo de plagas.
- Mejora las condiciones del ambiente y el uso eficiente del agua, también mejora el rendimiento y la calidad del cultivo.
- Reduce la dependencia de plaguicidas tóxicos y caros que impactan en el medio ambiente y la salud humana.

Según Litec (2014), los puntos a tener en cuenta para la instalación de mallas anti insectos son:

- Tipo y tamaño de insecto que se quiere excluir.
- Seleccionar el tipo de malla adecuada.
- Estudiar el diseño de la instalación para una correcta circulación del aire y ventilación dentro de la estructura de agricultura protegida.
- Empezar el cultivo con material limpio y libre de plagas.
- No entrar a las instalaciones con plantas contaminadas
- Establecer sistemas de control continuado para ver la posible presencia y desarrollo de la plaga la instalación.

Para Litec (2014), las mallas anti insectos se utilizan generalmente para controlar las entradas de los insectos siguientes:

- Thrips (*Frankinella occidentalis*) Tórax: 215 micrómetros Anchura: 265 micrómetros
- Mosca blanca (*Bemisia argentifolia*) Tórax: 239 micrómetros Anchura: 565 micrómetros
- Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) Tórax: 288 micrómetros Anchura: 708 micrómetros

Según Litec (2014), las características básicas que se deben tomar en cuenta para controlar las plagas con mallas anti insectos son:

- Dimensión del hueco (mm) para ver que insectos vamos a excluir.
- Diámetro de los hilos.
- Resistencia al flujo del aire. No todas las mallas con el mismo hueco tienen la misma resistencia.
- Propiedades ópticas (transmisividad y reflexión).
- Acumulación de polvo y partículas.
- Resistencia a los rayos ultravioletas y durabilidad.
- Propiedades mecánicas.
- Uniformidad del tejido.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DEFINICIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El tomate es la hortalizas más importante en el mundo y en Guatemala no es la excepción, dada la variedad de usos y su generalizado consumo. En términos generales la producción mundial del cultivo está en permanente aumento, no solo como consecuencia del incremento de las áreas cultivadas, sino de forma muy especial por la mejora en los avances tecnológicos que permiten incrementar los rendimientos con nuevas variedades, y formas de cultivo, como los desarrollos logrados bajo invernaderos y macrotúneles. De acuerdo con las estadísticas registradas por Guatemala en la SIECA (2013), el país registro exportaciones de tomate al resto de la región centroamericana, por valor de USD 5.64 millones, correspondientes a 52,973 kg.

A pesar de haber duplicado el volumen de las exportaciones de tomate en los últimos 3 años, al pasar de 26.600 toneladas exportadas en 2009, a casi 53 mil en 2013, los problemas de plagas y enfermedades aún continúan y van en aumento, incrementando los costos de producción por los gastos que se hacen para controlar estas. La principal plaga del tomate, es la mosca blanca, vector del virus que causa el encrespamiento del tomate y que encuentra ampliamente distribuida en el valle de Salamá, en todo el año, pero con mayor intensidad antes de la entrada de la época de lluvia (Hilje, 1996).

Para el control de esta plaga, los productores recuren a estrategias diversas y la más utilizada es la aplicación de plaguicidas químicos con resultados no satisfactorios (Hilje, 1996). Fasagua (2005), reporta que en plantaciones sanas se pueden obtener rendimientos de entre 53,570 a 89,290 kg/ha, con un costo de producción/ha de entre Q. 57,142.86 a Q. 71,428.57, mientras que en una plantación enferma por virosis se pueden tener rendimientos de entre 7,140 a 35,710 kg/ha, con un costo de

producción/ha de entre Q. 71,428.57 a Q. 114,285.71, aumentando los costos en un 25%.

Debido a lo anterior se evaluó el efecto de tres diferentes calibres (40, 50 y 56 mesh) de malla anti insectos para el control de la mosca blanca en el cultivo de tomate, bajo condiciones de macrotúnel valle de Salamá, Baja Verapaz.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de tres diferentes calibres (40, 50 y 56 mesh) de malla anti insectos para el control de la mosca blanca en el cultivo de tomate, bajo condiciones de macrotúnel valle de Salamá, Baja Verapaz.

4.2 Objetivos específicos

Determinar el efecto de uso de malla anti insecto sobre el control de mosca blanca y la virosis en el cultivo de tomate, bajo condiciones de macrotúnel.

Determinar el efecto de uso de malla anti insecto sobre el rendimiento de los frutos de tomate, bajo condiciones de macrotúnel.

Determinar el efecto de los tratamientos sobre los costos de producción y la rentabilidad del cultivo de tomate, bajo condiciones de macrotúnel.

V. HIPÓTESIS

Al menos un tratamiento presentara diferencias significativas en el control de la mosca blanca en cultivo de tomate, bajo condiciones de macrotúnel.

Al menos un tratamiento presentara diferencias significativas en el rendimiento del tomate, bajo condiciones de macrotúnel.

Existe por lo menos un tratamiento que incide positivamente sobre los costos de producción y la rentabilidad en el cultivo de tomate, bajo condiciones de macrotúnel.

VI. MATERIALES Y METODOS

6.1 LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO

El área del ensayo se localizó en valle de Salamá, Baja Verapaz. A una distancia de 151 Km. de la ciudad capital, ubicada en la coordenada geográfica 15° 10' 17" Latitud Norte y 90° 18' 36" Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich.

De acuerdo a Holdridge (1982), el valle de Salamá se encuentra en la zona de vida Bosque Seco Subtropical y está representado por los símbolos de bs-S. En esta zona de vida las condiciones climáticas se caracterizan por días claros y soleados durante los meses de enero a marzo (meses que no llueve). Las principales lluvias se presentan de abril a junio y en otros durante los meses de septiembre a octubre. Las precipitaciones oscilan en 980 mm anuales,

La biotemperatura media anual para esta zona de vida está muy cerca de los 22.5 °C y corresponde a una temperatura media anual de alrededor de 26 °C. En las zonas situadas a mayor elevación, la temperatura media anual puede disminuir hasta los 23 °C. La evapotranspiración potencial para esta zona de vida es de 60% (Holdridge, 1982).

Según Simmons, Tárano y Pinto (1959), la mayoría de suelos del municipio del valle de Salamá son denominadas karsticas, por mucha presencia de Peñascos y siguanes y pertenece a las Tierras Calizas Altas del Norte, y en su mayoría las pendientes sobrepasan el 50 %, por lo cual el 50 % del territorio, es considerado de vocación

forestal y el 20 % es propicio para cultivos hortícolas y el 30 % para cultivos agroforestales. Los suelos son del tipo Sholanima, Chol, Marajuma y Chicaj.

6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

6.2.1 Tomate variedad Retana F1

La variedad de tomate Retana F1, es una planta vigorosa con buena cobertura y alto potencial de rendimiento, los frutos son de forma Saladette elongado, con excelente firma y vida de anaquel, con un peso de fruto que va de 90 a 120 g. Resistente a los patógenos *Verticillium*; Virus del Mosaico del Tomate; *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*; *Meloidogyne incognita*, arenaria, javanica; *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* y Virus del bronceado del tomate (Vilmorin, 2010).

6.2.2 Mallas anti insecto

Las mallas anti insectos son fabricadas en polietileno de alta densidad (PTDA), se recomienda para la protección de cultivos bajo invernaderos y macrotúneles, debido a que protege contra la entrada de Trips, mosca blanca y otros insectos portadores de virus. Las especificaciones técnicas de las mallas 40, 50 y 56 mesh se presenta en el cuadro 1 (Mallatex, 2014).

Cuadro 1. Especificaciones técnicas de las mallas anti insectos.

Especificaciones	40 mesh	50 mesh	56 mesh
Tipo de protección	40 mesh	50 mesh	56 mesh
Material base	Polietileno de alta densidad	Polietileno de alta densidad	Polietileno de alta densidad
Color	Blanco, negro, bicolor	Blanco, negro, bicolor	Blanco, negro, bicolor
Diámetro del hilo	281.1 micras	252 micras	252 micras
Paso de aire	48.50%	41.85%	38.00%
Peso	138 g/m ²	140 g/m ²	141.5 g/m ²

(Mallatex, 2014).

6.3 FACTOR ESTUDIADO

El factor estudiado fueron las mallas anti insectos siguientes: 40, 50 y 56 mesh.

6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

En el cuadro 2 se presentan los tratamientos a evaluados.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Descripción del Tratamiento
M1	Tomate con cobertura de malla anti insectos 40 mesh.
M2	Tomate con cobertura de malla anti insectos 50 mesh.
M3	Tomate con cobertura de malla anti insectos 56 mesh.
M4	Tomate con cobertura de agríbon (testigo)

6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

6.6 MODELO ESTADÍSTICO

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

μ = Media general

τ_i = Efecto del tratamiento i.

E_{ij} = Error aleatorio

i = 1, 2, 3 y 4, tratamientos

j = 1, 2, 3 y 4, número de repeticiones

6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

La parcela experimental bruta presentó un área de 28.8 m² y estuvo constituida por tres camas de 8 m de largo, 1.2 m entre camas y 0.5 m entre plantas. Con una población total de 48 plantas de tomate (Figura 1).

La parcela neta contó con un área de 7.2 m² y estuvo constituida por la cama central, de 6 m de largo y 1.2 m de ancho, con una población de 12 plantas (Figura 1).

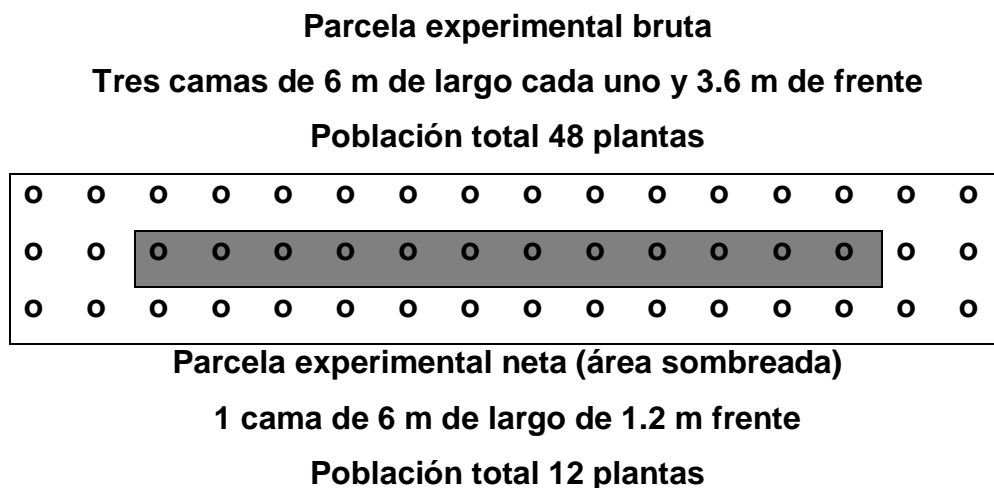


Figura 1. Unidad experimental empleada.

6.8 CROQUIS DE CAMPO

La distribución de los tratamientos evaluados en el campo definitivo se muestra en la figura 2.

Repetición 1				Repetición 2				Repetición 3				Repetición 4			
M1R1	M3R1	M2R1	M4R1	M2R2	M4R2	M1R2	M3R2	M4R3	M1R3	M3R3	M2R3	M2R4	M3R4	M4R4	M1R4

Figura 2. Croquis de campo de las parcelas experimentales evaluadas.

6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.9.1 Preparación del terreno

La formación de camas se realizó manualmente. Para lo cual se realizó el paso de la surqueadora a 1.20 m de distancia entre vértices, formando camas cuya distancia de centro a centro fue de 1.2 m. Luego con azadón se procedió a dar la forma cóncava a la cama, para evitar la acumulación de agua sobre las mismas.

6.9.2 Colocación de manguera para riego

La colocación de la manguera de riego se realizó en forma manual, se verificó el estado de los elevadores, conectores y luego de una prueba de riego, se identificó el estado de los goteros. Las mangueras se colocaron a un costado del surco, debido a que podía dañar al momento de realizar el ahoyado del mulch. Luego de la siembra, la manguera se colocó al centro de la cama para una mejor distribución de la humedad y nutrientes. Los goteros de riego se colocaron a una distancia de 0.20 m, con una descarga de 1.2 l/h.

6.9.3 Colocación de mulch

Las camas fueron cubiertas con el mulch plata negro. Se emplearon de cuatro personas para la colocación del mulch, dos de ellos sostuvieron el rollo plástico y lo tensaron, seguidamente las otras dos personas con azadones lo enterraron entre 10 a 20 cm en las bases de la cama.

6.9.4 Ahoyado

El ahoyado para el trasplante se realizó después de haber colocado el mulch. Para lo cual se empleó un tubo de PVC de 10.16 cm (4") a una distancia de 0.50 m entre cada uno.

6.9.5 Elaboración del macrotunel

Esta actividad consistió en la colocación de tubo proceso de 3/4" de diámetro y 6 metros de largo, al que se le añadió pedazos de varilla, que fueron introducidos en el suelo a una profundidad de 40 cm, formando un arco de 3.8 metros de ancho. Los tubos fueron colocados a una distancia de 7.5 m, sujetos uno del otro con pita tipo rafia a cada 50 cm del arco. Seguidamente se colocó sobre los arcos las mallas de polipropileno, sujetándola a ambos lados con tierra.

6.9.6 Trasplante

Las plántulas de tomate se sembraron en el centro de cada uno de los agujeros que se hicieron previamente en el mulch, luego de forma manual se hizo presión alrededor de la planta para eliminar vacíos que dieran lugar a la acumulación de aire en el suelo y lograr que la planta tenga la firmeza necesaria para su establecimiento y desarrollo. En cada uno de los macrotúneles se establecieron un total de 48 plantas.

6.9.7 Control de malezas

Esta actividad se realizó de forma manual cada 20 días después del trasplante hasta que la planta comenzó el proceso de fructificación.

6.9.8 Riego

El primer riego se aplicó a los dos días antes del trasplante, con la finalidad de humedecer el suelo, para colocar posteriormente las plántulas de tomate, después del trasplante se realizaron riegos todos los días por un periodo de dos horas diarias.

6.9.9 Fertilización

En el programa de nutrición se usaron fertilizantes hidrosolubles y formulas especiales, y que cumplen con los requerimientos del cultivo. La frecuencia de riego se realizó de acuerdo a las inspecciones de campo.

6.9.10 Control de plagas y enfermedades

Para determinar la presencia y control de plagas y enfermedades se realizaron muestreos diarios. Las aplicaciones de insecticidas, acaricidas, funguicidas y bactericidas, se definió en función de la presencia de la misma. También se evitó el uso de productos a base de metales como: cobre, clorothalonil, endosulfan y mancozeb, debido a que estos ocasionan daños en la cubierta de polipropileno.

6.9.11 Tutorado

Los tutores se colocaron a 1.2 m entre cada uno. Se utilizó rafia de color negro colocada a 0.25 metros de altura del suelo. Este procedimiento se hizo a la misma distancia conforme el follaje de la planta se fue desarrollando.

6.9.12 Cosecha

Se realizó de acuerdo a la maduración de los frutos en diferentes cortes, tomando en cuenta la clasificación de los mismos de acuerdo a su calidad. En el mercado nacional normalmente se manejan tres tipos de fruta, definiéndose como primera a los frutos de mayor tamaño, segunda a los frutos de tamaño intermedio y tercera a los frutos muy pequeños. La Cosecha se inició a los 100 días después del trasplante y duró 28 días. Se realizaron 4 cortes a intervalos de 7 días por cada corte.

6.10 VARIABLES RESPUESTA

- **Número de adultos de mosca blanca por parcela**

Los conteos de adultos de mosca blanca por hoja, se efectuaron con frecuencias de 15 días. Iniciando a los 30 días y terminando a los 75 días después del trasplante. Todos los tratamientos se destaparon a los 90 días después del trasplante. Los conteos de

mosca blancas adultas se realizaron en las plantas de cada parcela neta. Para realizar esta actividad se hizo uso de una lupa.

- **Porcentaje de incidencia de virosis en plantas de tomate**

La incidencia de enfermedades viroticas, expresada en porcentaje, se efectuó siguiendo la metodología propuesta por Agrios (1999). Que consistió en contar el número de plantas mostraban los síntomas de la enfermedad. El monitoreo se realizó cada 15 días después de los 30 días después del trasplante en las parcelas netas de los tratamientos evaluados. Para lo cual se hizo uso de la formula siguiente:

$$\text{Incidencia de virosis (\%)} = \frac{\text{Número de plantas viroticas en parcela neta}}{\text{Número total de plantas en parcela neta}} \times 100$$

- **Porcentaje de severidad en plantas de tomate**

El nivel de severidad se evaluó considerando el porcentaje de virosis en la planta de tomate, con la escala se presenta en el cuadro 3.

Cuadro 3. Escala de severidad utilizada para evaluar la virosis en plantas de tomate.

Escala	% amarillamiento del follaje	Descripción
1	Plantas Sanas	No se observa síntoma alguno
2	De 0 a 15 %	Alrededor del 10% de la planta presentan virosis.
3	15 a 40 %	Alrededor del 25% de la planta presenta virosis.
4	40 a 75 %	Alrededor del 55% del follaje de las plantas presenta virosis.
5	> 75	Más del 75% del follaje de las plantas está afectada por virosis.

Stavely, 1985.

- **Rendimiento de frutos de tomate**

Esta variable consistió en el pesado, medición y clasificación de todos los frutos de tomate que se cosecharon de la parcela neta por cada uno de tratamientos evaluados, y luego se hicieron las proyecciones a una hectárea en kg/ha. Para ello se hizo uso de una balanza y de una regla graduada de 40 cm.

- **Costos e ingresos**

Para la estimación de costos e ingresos se llevaron registros económicos para cada uno de los tratamientos a evaluados.

6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.11.1 Información Estadística

La información recolecta con relación a las variables respuesta se analizó mediante el análisis de varianza al 0.95, para los factores que mostraron significancia se efectuó un análisis de medias a través de la prueba de Tukey al 5%.

6.11.2 Análisis económico

Para el desarrollo del análisis económico de la producción de frutos de tomate, se usó la metodología de presupuestos parciales. Debido a que no se contabilizaron todos los costos de producción, sino solo aquellos que variaron en función de los tratamientos o alternativas evaluadas. El procedimiento de análisis implicó:

Determinación de costos que variaron y beneficios netos.

Análisis de dominancia.

Determinación de la tasa de retorno marginal.

Decisión sobre la alternativa a seleccionar.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 MOSCA BLANCA

7.1.1 Número de adultos de mosca blanca

La densidad poblacional promedio de adultos de mosca blanca por hoja en el cultivo de tomate estuvo en el rango de 1.00 a 4.75 individuos/hoja, en los cuatro monitoreos (30, 45, 60 y 75 ddt) realizados después del trasplante. Los tratamientos que presentaron menos población de moscas por hoja fueron las mallas 56 y 50 mesh respectivamente, lo anterior debido a que las mallas tienen como característica mayor porosidad, número de hilos y menor diámetro, lo que reduce el paso del aire. El tratamiento que presentó mayor densidad poblacional de mosca blanca por hoja fue cuando se utilizó la malla 40 mesh, que se caracteriza por tener un mayor diámetro y paso de aire (Figura 3).

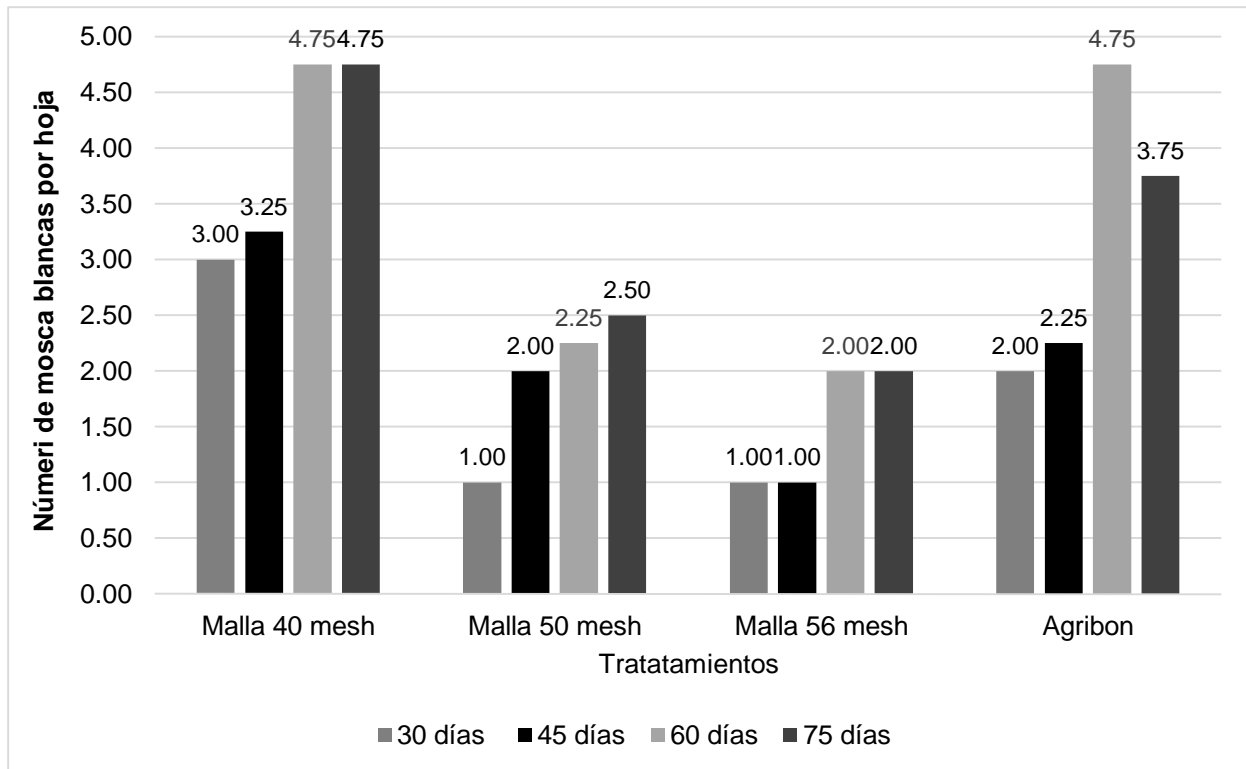


Figura 3. Densidad poblacional de individuos de mosca blanca por hoja en el cultivo de tomate bajo condiciones de macrotúnel, valle de Salamá (Autor, 2015).

En el análisis de varianza para la densidad de individuos de mosca blanca por hoja en el cultivo de tomate, en los cuatro monitoreos realizados se puede observar que existe diferencia significativa en los tratamientos evaluados. Los resultados de los ANDEVAS son confiables, pues el valor del coeficiente de variación se encontraron en el rango de 17.76 a 19.43% (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis de varianza de la densidad poblacional de mosca blanca/hoja en el cultivo de tomate, en cuatro monitoreos, en el valle de Salamá, 2014.

Monitoreo	F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcalc	Ftab 0.05	Significancia
30 días	Tratamientos	3	27.50	9.17	44.00	3.49	*
	Error	12	2.50	0.21			
	Total	15	30.00				
	C.V. (%)	18.26					
45 días	Tratamientos	3	35.00	11.67	35.00	3.49	*
	Error	12	4.00	0.33			
	Total	15	39.00				
	C.V. (%)	17.76					

60 días	Tratamientos	3	22.50	7.50	16.36	3.49	*
	Error	12	5.50	0.46			
	Total	15	28.00				
	C.V. (%)	19.34					
75 días	Tratamientos	3	68.19	22.73	47.44	3.49	*
	Error	12	5.75	0.48			
	Total	15	73.94				
	C.V. (%)	19.43					

* Significativo al 5%.
(Autor, 2015).

De acuerdo al análisis de medias de Tukey ($P < 0.05$) para la densidad poblacional de individuos de mosca blanca por hoja en el cultivo de tomate, se encontró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en cada uno de los monitoreos realizado (Cuadro 2). La menor población de mosca blanca se presentó en el tratamiento de malla 56 mesh en cada uno de los monitoreos realizados y la mayor población se encontró cuando se utilizó la malla 40 mesh. La malla mesh 56 se fue la más suficiente para la exclusión de mosca blanca dentro del macrotúnel, debido a que reduce la ventilación hasta un 35% por el diámetro de agujero que presenta. Además de la reducción de la mosca blanca, se tendrá menor incidencia en la trasmisión de enfermedades y la reducción de tratamientos fitosanitarios (Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis de medias de Tukey para la densidad poblacional de mosca blanca/hoja en el cultivo de tomate, en cuatro monitoreos, en el valle de Salamá, 2014.

Tratamiento	Monitoreos							
	30 días		45 días		60 días		75 días	
	Media	Significancia	Media	Significancia	Media	Significancia	Media	Significancia
Malla 40 mesh	3.00	C	3.25	C	4.75	C	4.75	C
Malla 50 mesh	1.00	A*	2.00	B	2.25	B	2.50	AB
Malla 56 mesh	1.00	A*	1.00	A*	2	A*	2.00	A*
Agribon	2.00	B	2.25	B	4.75	BC	3.75	BC

* Significativo al 5%.
(Autor, 2015).

7.1.2 Incidencia de virosis provocada por mosca blanca

La presencia de plantas con evidencia de virosis (deformaciones de las hojas, amarillamiento y mal desarrollo de plantas), presentes en cuatro monitoreos bajo condiciones de macrotúnel en el cultivo de tomate se presenta en la figura 4. Como se puede observar el rango de plantas enfermas se encontraron entre 8.33 a 39.58%, siendo los tratamientos malla 40 mesh y agribon los que presentaron el mayor porcentaje de plantas enfermas, especialmente entre los 60 y 75 días después del trasplante. El tratamiento malla 56 mesh presentó el menor porcentaje de plantas viroticas entre 8.33 a 16.67% durante los cuatro monitoreos realizados (Figura 4).

En el análisis de varianza para la incidencia de enfermedades viroticas causados por la mosca blanca en el cultivo de tomate, en los cuatro monitoreos realizados se puede observar que existe diferencia significativa en los tratamientos evaluados. Los resultados de los ANDEVAS son confiables, pues el valor del coeficiente de variación se encontraron en el rango de 16.64 a 23.33% (Cuadro 6).

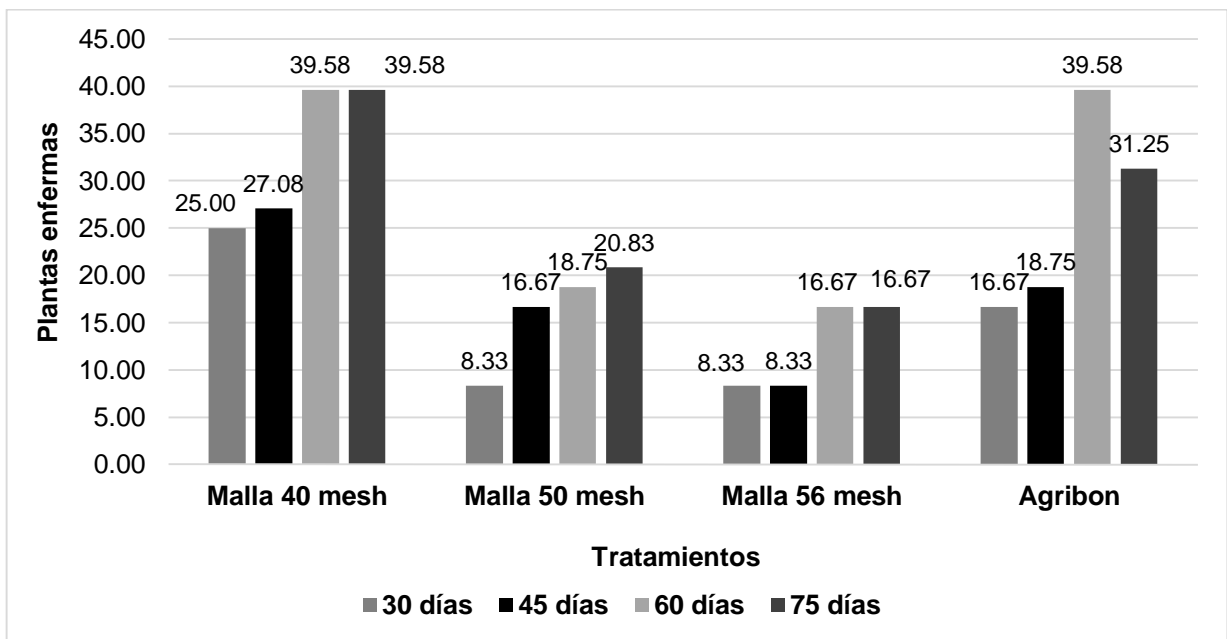


Figura 4. Porcentaje incidencia de enfermedades viroticas en el cultivo de tomate bajo condiciones de macrotúnel, valle de Salamá (Autor, 2015).

Cuadro 6. Análisis de varianza de enfermedades viroticas provocadas por mosca blanca en el cultivo de tomate, en cuatro monitoreos, en el valle de Salamá, 2014.

Monitoreo	F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcalc	Ftab 0.05	Significancia
-----------	------	------	------	------	-------	-----------	---------------

30 días	Tratamientos	3	764.24	254.75	22.00	3.49	0.95
	Error	12	138.94	11.58			
	Total	15	903.18				
	C.V. (%)	23.33					
45 días	Tratamientos	3	711.99	237.33	27.36	3.49	0.95
	Error	12	104.08	8.67			
	Total	15	816.07				
	C.V. (%)	16.64					
60 días	Tratamientos	3	1,297.55	432.52	17.59	3.49	0.95
	Error	12	295.03	24.59			
	Total	15	1,592.58				
	C.V. (%)	19.43					
75 días	Tratamientos	3	1,297.55	432.52	17.59	3.49	0.95
	Error	12	295.03	24.59			
	Total	15	1,592.58				
	C.V. (%)	19.43					

* Significativo al 5%.
(Autor, 2015).

En el análisis de medias de Tukey para la variable incidencia de plantas que presentan enfermedades viroticas, se determinó estadísticamente, que en todos los tratamientos evaluados se tuvo significancia. El tratamiento malla 56 mesh fue el que presentó el menor porcentaje de incidencia en los cuatro monitoreos realizados, con un rango de entre 8.33 a 16.67%. El tratamiento donde se utilizó malla 40 mesh presentó las más altas tasas de incidencia de plantas viroticas, con rango que va de 25.0% a los 30 ddt a 39.58% a los 60 y 75 ddt (Cuadro 7). La eficacia de la malla 56 mesh como barrera física al paso de mosca blanca depende del tamaño de los poros que constituyen la malla.

Los resultados obtenidos en la presente investigación son similares a los resultados obtenidos por Macías (2000) citados por Casados (2005), en México (Veracruz y Culiacán) en el que las cubiertas flotantes colocadas sobre el cultivo disminuye la cantidad de plantas viroticas, hasta en cerca de 80 % en comparación con el testigo que permaneció descubierto todo el ciclo del cultivo, en cucurbitáceas principalmente.

Cuadro 7. Análisis de medias de Tukey para la incidencia de virosis provocadas por mosca blanca en el cultivo de tomate, en cuatro monitoreos, en el valle de Salamá, 2014.

Tratamiento	Monitoreos							
	30 días		45 días		60 días		75 días	
	Media %	Significancia	Media %	Significancia	Media %	Significancia	Media %	Significancia
Malla 40 mesh	25.00	C	27.08	C	39.58	C	39.58	C
Malla 50 mesh	8.33	A*	16.67	B	18.75	B	20.83	AB
Malla 56 mesh	8.33	A*	8.33	A*	16.67	A*	16.67	A*
Agribon	16.67	B	18.75	B	39.58	BC	31.25	BC

* Significativo al 5%.
(Autor, 2015).

7.1.3 Severidad de virosis provocada por mosca blanca

El valle de Salamá es una zona de mucha presión de plagas, especialmente de mosca blanca en el cultivo de tomate. La mosca blanca provoca virus que afecta severamente el crecimiento y producción de las plantas. Los daños son mayores cuando las plantas son afectadas en los primeros estados de desarrollo. En la figura 5, se presentan los resultados de la severidad de las virosis que se presentaron en los distintos tratamientos evaluados. Los resultados señalan que a los 30 ddt se presentaron los primeros síntomas de virosis en las plantas de tomate, los cuales se fueron incrementando con el transcurrir del tiempo. Los tratamientos que presentaron las menores tasas de severidad fue cuando se utilizó malla 50 mesh y 56 mesh, con tasas de 5 y 10% a los 30 ddt a 26.25 a 31.25% a los 75 ddt. Estos tratamientos superaron al tratamiento testigo que fue el agribon, que alcanzó a los 75 ddt una tasa de severidad de 51.25%.

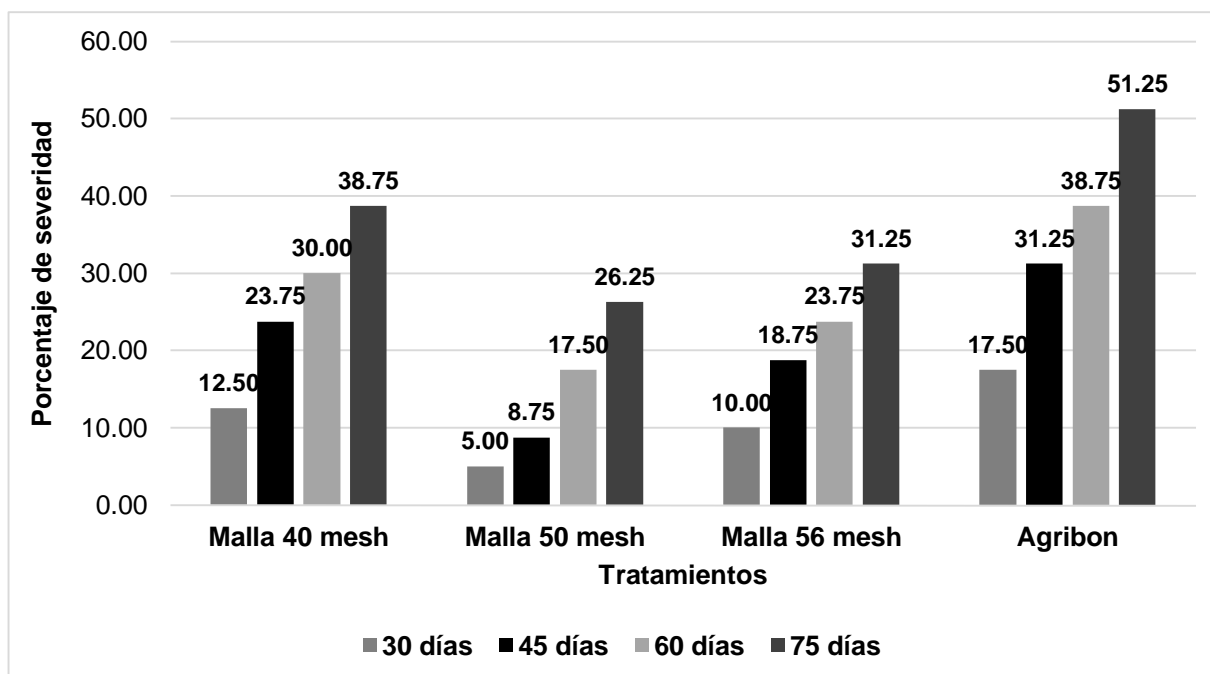


Figura 5. Porcentaje de severidad de enfermedades viroticas en el cultivo de tomate bajo condiciones de macrotúnel, valle de Salamá (Autor, 2015).

En el análisis de varianza para la severidad de enfermedades viroticas causados por la mosca blanca en el cultivo de tomate, en los cuatro monitoreos realizados se puede observar que existe diferencia significativa en los tratamientos evaluados. Los resultados de los ANDEVAS son confiables, pues el valor del coeficiente de variación se encontraron en el rango de 11.74 a 18.52% (Cuadro 8).

Los resultados del análisis de medias de Tukey para la variable severidad muestran que la virosis en tomate afecta severamente el crecimiento y producción de las plantas. El tratamiento donde se utilizó la malla 50 mesh presentó la menor tasa de severidad por planta, con un 5% a los 30 ddt hasta 26.25% a los 75 ddt. La mayor tasa de severidad se presentó en el tratamiento donde se utilizó agribon (testigo), con una tasa de 17.50 a los 30 ddt a 51.25% a los 75 ddt. Los daños son mayores cuando las plantas son afectadas en los primeros estados de desarrollo como en el caso de agribon (Cuadro 9). Los primeros síntomas de la infección se presentaron a los 30 ddt. Lo anterior coincide con los resultados presentados por Rosales, Sepúlveda, Rojas, Medina, Sepúlveda Ch., Brown y Mora (2011), el momento que ocurre la infección por el agente viral, protegiendo o no las plantas con una barrera física durante 20 días

después del trasplante, no existiera contacto entre el vector y las plantas. Por lo que se debe proteger el cultivo durante todo el ciclo del cultivo o por lo menos 30 ddt.

Cuadro 8. Análisis de varianza de enfermedades viroticas provocadas por mosca blanca en el cultivo de tomate, en cuatro monitoreos, en el valle de Salamá, 2014.

Monitoreo	F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{calc}	F _{tab 0.05}	Significancia
30 días	Tratamientos	3	325.00	108.33	26.00	3.49	0.95
	Error	12	50.00	4.17			
	Total	15	375.00				
	C.V. (%)	18.14					
45 días	Tratamientos	3	1,068.75	356.25	24.43	3.49	0.95
	Error	12	175.00	14.58			
	Total	15	1,243.75				
	C.V. (%)	18.52					
60 días	Tratamientos	3	987.50	329.17	24.31	3.49	0.95
	Error	12	162.50	13.54			
	Total	15	1,150.00				
	C.V. (%)	13.38					
75 días	Tratamientos	3	1,418.75	472.92	25.22	3.49	0.95
	Error	12	225.00	18.75			
	Total	15	1,643.75				
	C.V. (%)	11.74					

* Significativo al 5%.
(Autor, 2015).

Cuadro 9. Análisis de medias de Tukey para la severidad de virosis provocadas por mosca blanca en el cultivo de tomate, en cuatro monitoreos, en el valle de Salamá, 2014.

Tratamiento	Monitoreos							
	30 días		45 días		60 días		75 días	
	Media %	Significancia	Media %	Significancia	Media %	Significancia	Media %	Significancia
Malla 40 mesh	12.50	B	23.75	BC	30.00	B	38.75	B
Malla 50 mesh	5.00	A*	8.75	A*	17.50	A*	26.25	A*
Malla 56 mesh	10.00	B	18.75	B	23.75	AB	31.25	AB
Agribon	17.50	C	31.25	C	38.75	C	51.25	C

* Significativo al 5%.
(Autor, 2015).

7.2 Rendimiento de tomate

En la figura 6, se puede observar el peso promedio de los frutos por categoría (grande, mediano y pequeño) y según los resultados, los tratamientos que presentaron los mayores pesos de fruto fue cuando se utilizó las mallas 50 y 56 mesh, con pesos para la categoría grande de 113 y 106 g/fruto. El tratamiento con agribon (testigo) tuvo un peso de 85 g/fruto en la categoría grande, una reducción de 25 y 20% con relación a los mejores pesos obtenidos (113 y 106 g/fruto). Los resultados de la evaluación del peso de los frutos de tomate bajo malla, indicaron que las plantas con mayor tasa de virus redujeron el peso por fruto.

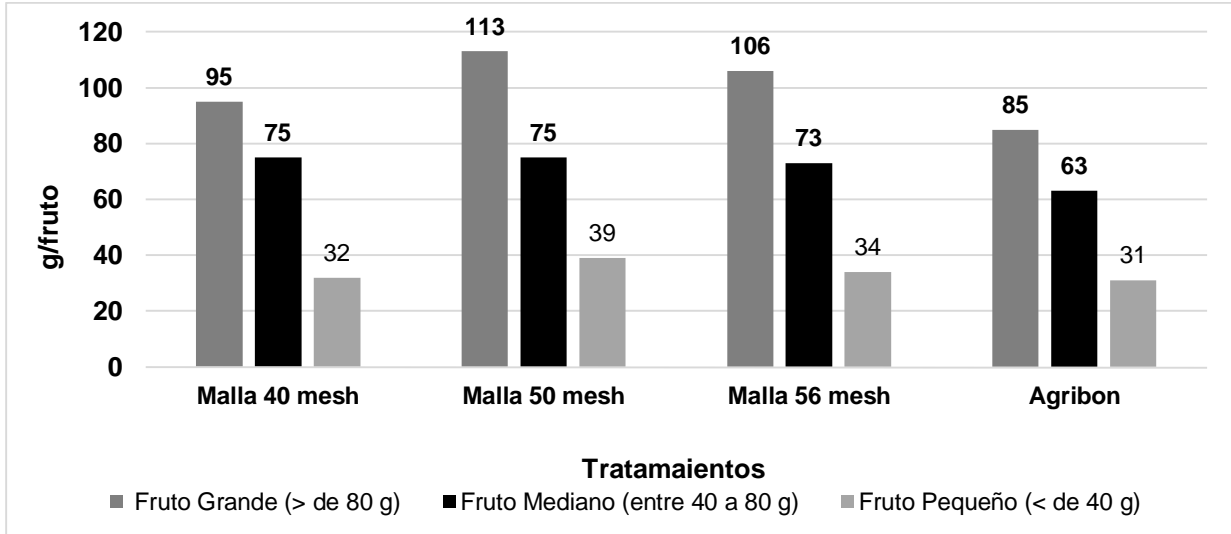


Figura 6. Peso de los frutos de tomate por categoría bajo condiciones de macrotúnel, valle de Salamá (Autor, 2015).

En la figura 7, se presenta el porcentaje de frutos por categoría y como se puede observar los resultados muestran que los tratamientos con mejor calidad grande de frutos se obtuvieron cuando se utilizó las mallas de 50 mesh y 56 mesh, con 63.01 y 61.34% respectivamente, además estos tratamientos presentaron los menores porcentajes de la categoría pequeña. Por el contrario, el tratamiento agribon (testigo) presentó el menor porcentaje de la categoría grande y mayor en la categoría pequeña con relación a los demás tratamientos evaluados. Lo anterior indica que a mayor porcentaje de frutos grandes mayor rendimiento. Al analizar el efecto de los virus bajo malla y agribon, se determinó que a mayor tasa de incidencia y severidad del patógeno

disminuye significativamente el peso y rendimiento de frutos en los calibres grande (primera calidad) y aumenta la cantidad de frutos medianos y pequeños (segunda y tercera o rechazo).

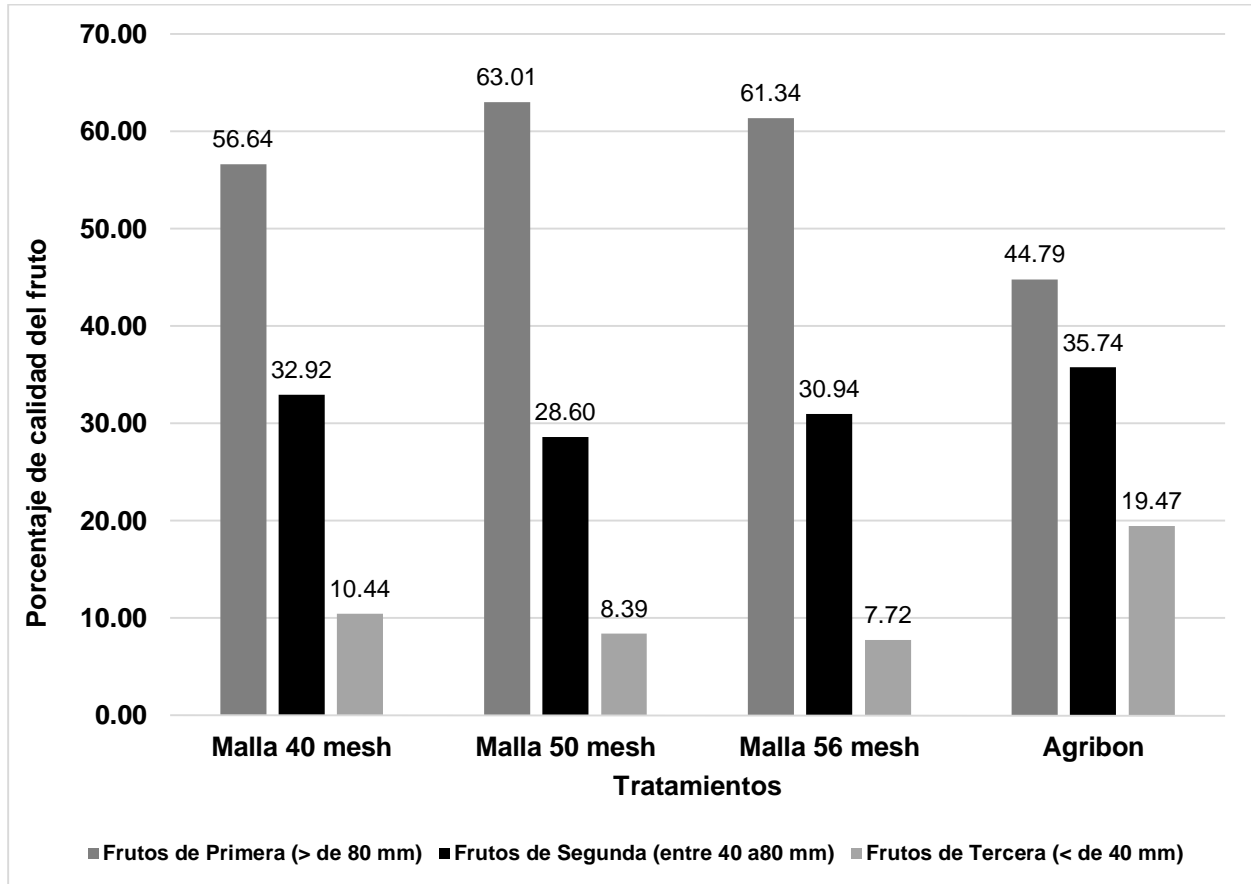


Figura 7. Porcentaje de calidad de los frutos de tomate por categoría bajo condiciones de macrotúnel, valle de Salamá (Autor, 2015).

Según el análisis de varianza para el rendimiento de tomate presentado en el cuadro 10, los resultados muestran que hubo diferencias significativas en tratamientos. Lo anterior significa que al menos uno de los tratamientos evaluados es mejor que los demás. El coeficiente de variación fue de 11.44%, el cual se considera aceptable debido a que el ensayo se realizó bajo condiciones protegidas.

Cuadro 10. Análisis de varianza para el rendimiento de frutos del cultivo de tomate, en cuatro monitoreos, en el valle de Salamá, 2014.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{calc}	F _{tab 0.05}	Significancia
------	------	------	------	-------------------	-----------------------	---------------

Tratamientos	3	568,470,866.20	189,490,288.73	8.92	3.49	*
Error	12	254,918,821.10	21,243,235.09			
Total	15	823,389,687.30				
C.V. (%)	11.44					

* Significativo al 5%.

(Autor, 2015).

De acuerdo al análisis de medias de Tukey (Figura 7), en el cual se pudo determinar una diferencia estadística significativa en el rendimiento comercial de frutos de tomate. Los mejores tratamientos fueron cuando se utilizó la malla 50 y 56 mesh, con rendimientos de 46,063.76 y 45,859.71 kg/ha. Como se puede observar en la figura a mayor número de hilos de la malla se obtuvo mayor rendimiento comercial. Los rendimientos fueron afectados cuando las plantas se contagiaron por virus en mayor tasa a los 30 días del trasplante.

Los resultados demostraron que la exclusión, es decir cultivo protegido con malla, es una excelente alternativa de manejo de enfermedades virales, debido a que los rendimientos no tuvieron una diferencia mayor al 20% mientras, el cultivo con agríbon presentó diferencia del 25%. Por lo tanto, el uso de mallas de 50 y 56 mesh aumentó el rendimiento en forma significativa. Si bien es cierto que, en el cultivo protegido se encontraron plantas con síntomas de virus, esto se pudo deberse al que en el proceso de las actividades culturales no se tuvo los cuidados necesarios para evitar la entrada de los insectos de mosca blanca o también que las plántulas utilizadas en las plantaciones, provenían de un almácigo sin protección.

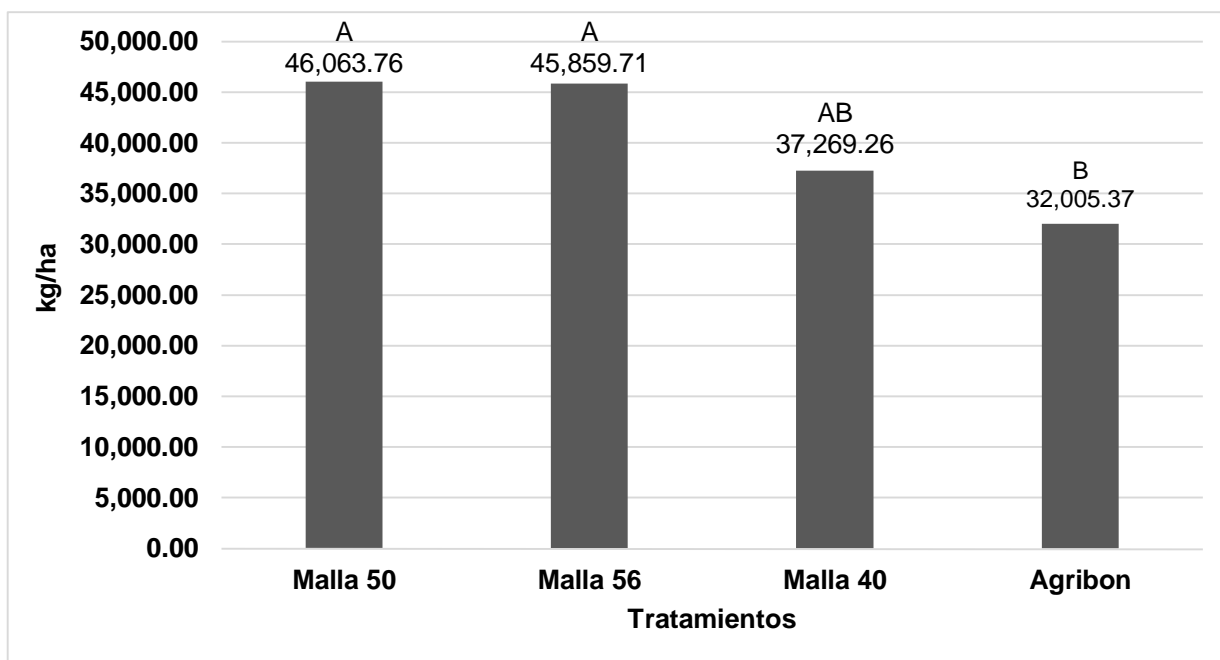


Figura 8. Análisis de medias de Tukey para el rendimiento de frutos de tomate bajo condiciones de macrotúnel, valle de Salamá (Autor, 2015).

Los resultados demostraron que la exclusión, es decir cultivo protegido con malla, es una excelente alternativa de manejo de enfermedades virales, debido a que los rendimientos no tuvieron una diferencia mayor al 20% mientras, el cultivo con agribon presentó diferencia del 25%. Por lo tanto, el uso de mallas de 50 y 56 mesh aumentó el rendimiento en forma significativa. Si bien es cierto que, en el cultivo protegido se encontraron plantas con síntomas de virus, esto se pudo deberse al que en el proceso de las actividades culturales no se tuvo los cuidados necesarios para evitar la entrada de los insectos de mosca blanca o también que las plántulas utilizadas en las plantaciones, provenían de un almácigo sin protección.

7.3 Análisis económico en la producción de tomate

Los costos que varían para la producción de frutos de tomate fueron los precios de las mallas de 40, 50 y 56 mesh y agribon utilizadas en macrotúneles. El costo por metro cuadrado de las mallas y agribon fueron: Q. 5.23 malla de 40 mesh, Q. 7.35 malla de 50 mesh, Q. 9.00 malla de 56 mesh y Q. 0.83 agribon (Cuadro 11).

El tratamiento con el menor costo que varían (depreciación por cosecha) se presentó en el tratamiento donde se utilizó malla 40 mesh, con Q. 4,306.00/ha. El tratamiento con mayor costo que varían se presentó donde se utilizó agribon, con Q. 11,686.40/ha (Cuadro 11).

Cuadro 11. Costo que varían en la producción de frutos de tomate según las mallas utilizadas para la producción de tomate, en el valle de Salamá, 2014.

Tratamiento	Costo por m ² Q/m ²	Material total m ² /ha	Costo total Q/ha	Depreciación por cosecha Q./ha
Malla de 40 mesh	5.20	14,080.00	73,216.00	4,306.00
Malla de 50 mesh	7.35	14,080.00	103,488.00	6,087.00
Malla de 56 mesh	9.00	14,080.00	126,720.00	7,454.00
Agribon	0.83	14,080.00	11,686.40	11,686.40

(Autor, 2015).

Con los rendimientos experimentales se cuantificaron los rendimientos ajustados, lo cual se logró usando una tasa de ajuste de 10% (Cuadro 12).

Cuadro 12. Rendimiento experimental de tomate ajustado al 10% según los tratamientos evaluados, en el valle de Salamá, 2014.

Tratamiento	Rendimiento experimental Kg/ha	Factor de ajuste (10%)	Rendimiento ajustado Kg/ha
Malla de 40 mesh	37,269.26	0.90	33,542.33
Malla de 50 mesh	46,063.76	0.90	41,457.38
Malla de 56 mesh	45,859.71	0.90	41,273.74
Agribon	32,005.37	0.90	28,804.83

(Autor, 2015).

Para determinar los beneficios brutos y netos de la producción de tomate, se multiplicaron los rendimientos ajustados por el precio del tomate considerando las tres categorías de calidad, con lo cual se obtuvo el beneficio bruto, y luego sustrayendo de éste último los costos que varían se obtuvieron los beneficios netos de los tratamientos evaluados (Cuadro 13).

Cuadro 13. Ingreso bruto y neto en la producción de tomate según los tratamientos evaluados, en el valle de Salamá, 2014.

Tratamiento	Rendimiento ajustado Kg/ha	Ingreso bruto Q./ha	Costos que varían Q./ha	Ingreso neto Q./ha
Malla de 40 mesh	33,542.33	120,952.43	4,306.00	116,646.43
Malla de 50 mesh	41,457.38	151,789.19	6,087.00	145,702.19
Malla de 56 mesh	41,273.74	150,841.65	7,454.00	143,387.65
Agribon	28,804.83	99,925.65	11,686.40	88,239.25

(Autor, 2014).

Para el análisis de dominancia del presente estudio se organizaron los datos de costos que varían con su respectivo ingreso neto de acuerdo con un orden creciente de los costos que varían, es decir, de menor a mayor. Luego determinar si los tratamientos son dominados o no. Los tratamientos donde se utilizó malla 40 mesh y 50 mesh fueron no dominados (Cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis de dominancia en la producción de tomate según los tratamientos evaluados, en el valle de Salamá, 2014.

Tratamientos	Costos que Varían Q/ha	Beneficio Neto Q/ha	Conclusión
Malla de 40 mesh	4,306.00	116,646.43	No dominado
Malla de 50 mesh	6,087.00	145,702.19	No dominado
Malla de 56 mesh	7,454.00	143,387.65	Dominado
Agribon	11,686.40	88,239.25	Dominado

(Autor, 2015).

Con los tratamientos no dominados (Cuadro 14) se calcularon los incrementos en los costos que varían y beneficios netos derivados del cambio de un tratamiento de costo variable menor a uno de costo mayor, para luego calcular TRM. La tasa de retorno marginal para los diferentes tratamientos se presenta en el cuadro 15. De acuerdo con este análisis el mejor tratamiento, en términos económicos, es la utilización de la malla de 50 mesh.

Cuadro 15. Análisis de la tasa retorno marginal en la producción de tomate según los tratamientos evaluados, en el valle de Salamá, 2015.

Tratamientos	Costo que varían Q./ha	Beneficio Neto Q./ha	DIFERENCIA		TRM %
			Costo que Varían	Beneficio Neto	
Malla de 40 mesh	4,306.00	116,646.43			
Malla de 50 mesh	6,087.00	145,702.19	1,781.00	29,055.76	1,631

(Autor, 2015).

VIII. CONCLUSIONES

Con relación a la reducción de la presencia de mosca blanca en los tratamientos evaluados, los resultados mostraron que el uso de malla anti insectos 50 mesh y 56 mesh fueron los mejores durante toda la evaluación.

El uso de mallas anti insectos especialmente 56 y 50 mesh redujeron el número de agentes vectores (mosca blanca) y por tanto la incidencia de virus en el cultivo de tomate y aumentaron el rendimiento, como también mejoraron la calidad de los frutos.

Los resultados estadísticos en la producción de frutos de tomate utilizando diferentes calibres de malla anti insectos y agribon mostro que se obtuvo un mayor rendimiento cuando se utilizaron las mallas anti insectos 50 mesh y 56 mesh, con rendimientos de 46,063.76 y 45,859.71 kg/ha respectivamente.

De acuerdo al análisis financiero económico utilizando presupuestos parciales, se determinó que el tratamiento donde se utilizó la malla 50 mesh en la producción de tomate presentó la mayor Tasa de Retorno Marginal, con 1,631%.

IX. RECOMENDACIONES

Para que los productores de tomate en el valle de Salamá logren obtener el mayor rendimiento y la mejor ganancia, se recomienda la utilización de las mallas anti insectos 50 mesh y 56 mesh para el control de la mosca blanca como el vector de las enfermedades virosas.

Con relación a los rendimientos obtenidos en la evaluación del uso de mallas anti insectos, se recomienda revalidar los resultados en otras zonas productoras de tomate con alta presencia de mosca blanca.

Realizar estudios sobre el uso de mallas anti insectos combinados con los requerimientos nutricionales y la época de aplicación para la producción de tomate en el valle de la Salamá, Baja Verapaz.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agrios, G. (1999). Fitopatología. Trad. por Manuel Guzmán. 5 ed. Editorial Limusa. México. 838 p.
- Baudoin, W.; Grafiadellis, M.; Jiménez, R.; Lamalfa, P.; Montiero, A.; Nisen A.; Verlodt, H.; VILLELE, O.; Von Zabeltitz, C.; y Garnaud, J. (2002). El cultivo protegido en clima mediterráneo. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) Roma, Italia. 320 p.
- Cardona, C.; Rodríguez, I.; Bueno, J. y Tapia, X. (2005). Biología y manejo de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en habichuela y fríjol. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Proyecto Manejo Integrado Sostenible de Moscas Blancas como Plagas y Vectores de Virus en los Trópicos. Cali, Colombia. 54 p.
- Casados, J. (2005), Evaluación de cuatro periodos de cobertura, con una cubierta de polipropileno, para prevenir la virosis transmitida por la mosca blanca (*Bemisia tabaci* G.), en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller), en la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), Bárcenas Villa Nueva. Tesis de Grado. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. Guatemala. 79 p.
- Escalona, V.; Alvarado, P.; Monardes, H.; Urbina, C. y Martín, A. (2009). Manual del cultivo de tomate. Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile. Chile. 10-13 p.
- Guerra, A. y Alvarado M. (2011). De la Sierra de las Minas al valle de San Jerónimo: acciones locales para la gestión integrada del agua. Fondo del agua del Sistema Motagua Polochic. Guatemala. 97 p.

Herrera, R. (2009) Diagnostico Socioeconómico. Potencialidades Productivas y Propuestas de Inversión. Secretaria de General de Planificación. Guatemala. 82 p.

Hilje, L. (1996). Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. Turrialba, Serie No. 37, Materiales y Libros de Enseñanza, CATIE. Costa Rica. 133 p.

Holdridge, L. R. (1982). Taller sobre mapificación ecológica en el nivel de zona de vida. s. n. 21 p.

Huertas, A. (2013). Agricultura protegida. Agro Entorno. México. pp 31-36.

Instituto Colombiano Agropecuario –ICA- (2005). Manejo integrado de las moscas blancas. Boletín Técnico de Sanidad Vegetal 41. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Social. Bogotá, Colombia. 61 p.

Jaramillo, J.; Rodríguez, V.; Guzmán, M.; Zapata, M. y Rengifo, T. (2007). Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Tomate Bajo Condiciones Protegidas. Manual Técnico. Primera Edición. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación -FAO-; Gobernación de Antioquia, Dirección Seccional de Salud de Antioquia, Plan de Seguridad Alimentaria y Nutricional de Antioquia -MANA-, Convenio FAO-MANA: Proyecto de Seguridad Alimentaria y Buenas Prácticas Agrícolas para el Sector Rural en Antioquia Proyectos UTF/COL/027/COL, TCP/COL/3101. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -CORPOICA-, Centro de Investigación La Selva. Bogotá, Colombia. 316.

Juárez, P.; Bugarín, R.; Castro, R.; Sánchez, A.; Cruz, E.; Juárez, C.; Alejo, G. y Balois, R. (2011). Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. Revista Fuente, Año 3, No. 8, julio a septiembre de 2008. México. 7 p.

Litec (2014). Ficha técnica de mallas anti insectos.

López, A. (1993). Avance y perspectivas del control biológico de las moscas blancas. En: XX Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (Socolen). Memorias julio 13, 14, 15 y 16 de 1993. Cali, Colombia. p. 303-314.

Martínez, J. (2005). Evaluación de productos sintéticos y bioplaguicidas para el control de mosca blanca *Bemisia tabaci* y gusano del fruto *Helicoverpa zea* en el cultivo del tomate *Lycopersicon sculentum*; Sébaco, Nicaragua. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Programa de Enseñanza para el Desarrollo y la Conservación, Escuela de Posgrado. Turrialba, Costa Rica. 116 p.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación MAGA (2013). El agro en cifras. Dirección de Planeamiento. Guatemala. 48 p.

Ortega, J. (1987). Flora de interés apícola y polinización de cultivos; plantas hortícola. Ed. Halra. Madrid, España. p. 56.

Sánchez, D.; Scotta, R; Arregui, C. (2002). Monitoreo de estados inmaduros de la mosca blanca [*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera-Aleyrodidae)] reinfestando cultivo de tomate bajo invernadero en el período estival. Revista de investigaciones de la Facultad de Ciencia Agrarias. Chile. 2: 14-20.

Santos, B.; Obregón, H. y Salamé, T. (2013). Producción de hortalizas en ambientes protegidos: Estructuras para la agricultura protegida. Departamento de Horticultural Sciences, Universidad de Florida. Florida, Estados Unidos. 5 p.

Simmons, C. S.; Tárano, J. M.; y, Pinto, J. H. (1959). Clasificación y reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Editorial del Ministerio de Educación Pública, José Pineda Ibarra. 1,000 p.

Stavely, J. (1985). La escala modificada de Cobb para estimar intensidad del moho de la haba. Ann. Rep. Bean Improv. Coop. 28:31-32.

Vida, J.; Zambolim, L.; Tessmann, D.; Brandão, J.; Verzignassi, J.; y Caixeta, M. (2004). Manejo de enfermedades de las plantas en Fitopatol cultivo protegido. Brasil. 29(4):355-372.

Villela, J. D. (1993). El cultivo del tomate. PDA (MAGA-AID).Guatemala. 143 p.
Disponible en: <http://www.disagro.com/publicaciones.htm>

ANEXOS

Anexo 1
Número de mosca blanca por hoja

Monitoreo de mosca blanca a los 30 días después del trasplante						
Tratamiento	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
Malla 40 mesh	5	4	5	4	18	4.50
Malla 50 mesh	1	2	2	2	7	1.75
Malla 56 mesh	1	1	1	1	4	1.00
Agribon	3	3	3	2	11	2.75
				SUMA	40	
				PROMEDIO	2.50	
Monitoreo de mosca blanca a los 45 días después del trasplante						
Tratamiento	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
Malla 40 mesh	6	6	5	5	22	5.50
Malla 50 mesh	2	2	3	3	10	2.50
Malla 56 mesh	2	1	1	2	6	1.50
Agribon	4	3	4	3	14	3.50
				SUMA	52	
				PROMEDIO	3.25	
Monitoreo de mosca blanca a los 60 días después del trasplante						
Tratamiento	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
Malla 40 mesh	5	6	6	5	22	5.50
Malla 50 mesh	3	2	2	3	10	2.50
Malla 56 mesh	3	3	3	2	11	2.75
Agribon	4	4	3	2	13	3.25
				SUMA	56	
				PROMEDIO	3.50	
Monitoreo de mosca blanca a los 30 días después del trasplante						
Tratamiento	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
Malla 40 mesh	7	7	6	6	26	6.50
Malla 50 mesh	2	1	2	1	6	1.50
Malla 56 mesh	1	2	1	3	7	1.75
Agribon	4	5	5	4	18	4.50
				SUMA	57	
				PROMEDIO	3.56	

Anexo 2

Incidencia de virosis en plantas de tomate

Monitoreo de mosca blanca a los 30 días después del trasplante						
Tratamiento	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
Malla 40 mesh	25.00	25.00	25.00	25.00	100	25.00
Malla 50 mesh	8.33	8.33	8.33	8.33	33.32	8.33
Malla 56 mesh	8.33	8.33	8.33	8.33	33.32	8.33
Agribon	8.33	16.67	16.67	25.00	66.67	16.67
				SUMA	233.31	
				PROMEDIO	14.58	
Monitoreo de mosca blanca a los 45 días después del trasplante						
Tratamiento	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
Malla 40 mesh	25.00	25.00	25.00	33.33	108.33	27.08
Malla 50 mesh	16.67	16.67	16.67	16.67	66.68	16.67
Malla 56 mesh	8.33	8.33	8.33	8.33	33.32	8.33
Agribon	16.67	16.67	16.67	25.00	75.01	18.75
				SUMA	283.34	
				PROMEDIO	17.71	
Monitoreo de mosca blanca a los 60 días después del trasplante						
Tratamiento	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
Malla 40 mesh	41.67	41.67	33.33	41.67	158.34	39.59
Malla 50 mesh	16.67	25.00	16.67	16.67	75.01	18.75
Malla 56 mesh	16.67	16.67	16.67	16.67	66.68	16.67
Agribon	25.00	33.33	16.67	33.33	108.33	27.08
				SUMA	408.36	
				PROMEDIO	25.52	
Monitoreo de mosca blanca a los 30 días después del trasplante						
Tratamiento	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
Malla 40 mesh	41.67	41.67	33.33	41.67	158.34	39.59
Malla 50 mesh	25.00	25.00	16.67	16.67	83.34	20.84
Malla 56 mesh	16.67	16.67	16.67	16.67	66.68	16.67
Agribon	25.00	41.67	25.00	33.33	125.00	31.25
				SUMA	433.36	
				PROMEDIO	27.085	

Anexo 3 Severidad de virosis plantas de tomate

Monitoreo de mosca blanca a los 30 días después del trasplante						
Tratamiento	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
Malla 40 mesh	15	10	10	15	50	12.50
Malla 50 mesh	5	5	5	5	20	5.00
Malla 56 mesh	10	10	10	10	40	10.00
Agribon	20	20	15	15	70	17.50
				SUMA	180	
				PROMEDIO	11.25	
Monitoreo de mosca blanca a los 45 días después del trasplante						
Tratamiento	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
Malla 40 mesh	20	30	25	20	95	23.75
Malla 50 mesh	5	10	10	10	35	8.75
Malla 56 mesh	20	20	20	15	75	18.75
Agribon	25	30	35	35	125	31.25
				SUMA	330	82.50
				PROMEDIO	20.62	5.16
Monitoreo de mosca blanca a los 60 días después del trasplante						
Tratamiento	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
Malla 40 mesh	25	35	35	25	120	30.00
Malla 50 mesh	15	20	20	15	70	17.50
Malla 56 mesh	25	25	25	20	95	23.75
Agribon	35	40	40	40	155	38.75
				SUMA	440	
				PROMEDIO	27.50	
Monitoreo de mosca blanca a los 30 días después del trasplante						
Tratamiento	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
Malla 40 mesh	35	40	45	35	155	38.75
Malla 50 mesh	25	25	30	25	105	26.25
Malla 56 mesh	30	30	40	25	125	31.25
Agribon	50	50	55	50	205	51.25
				SUMA	590	147.50
				PROMEDIO	36.88	9.22

Anexo 4
Rendimiento de tomate (kg/ha)

Tratamiento	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
Malla 40 mesh	32,928.03	37,032.83	44,450.76	34,665.40	149,077.02	37,269.26
Malla 50 mesh	41,720.96	48,907.32	43,977.27	49,649.49	184,255.04	46,063.76
Malla 56 mesh	40,083.33	49,027.78	46,612.37	47,715.37	183,438.85	45,859.71
Agribon	35,361.11	29,520.20	37,412.88	25,727.27	128,021.46	32,005.37
				SUMA	644,792.37	
				PROMEDIO	40,299.52	

Anexo 5.
Información económica financiera

Cuadro 1. Rendimiento por categoría de calidad y tratamiento.

Tratamiento	Rendimiento de tomate de primera calidad Kg/ha	Rendimiento de tomate de segunda calidad Kg/ha	Rendimiento de tomate de tercera calidad Kg/ha
Malla 40 mesh	18,998.38	11,042.14	3,501.82
Malla 50 mesh	26,122.30	11,856.81	3,478.27
Malla 56 mesh	25,317.31	12,770.10	3,186.33
Agribon	12,901.68	10,294.85	5,608.30

Cuadro 2. Ingreso total por calidad de los frutos de tomate.

Tratamiento	Ingreso por frutos de tomate de primera calidad Q/ha*	Ingreso por frutos de tomate de segunda calidad Q/ha**	Ingreso por frutos de tomate de tercera calidad Q/ha**	Ingreso total Q/ha
Malla 40 mesh	75,233.57	36,439.05	9,279.82	120,952.43
Malla 50 mesh	103,444.29	39,127.48	9,217.43	151,789.19
Malla 56 mesh	100,256.56	42,141.31	8,443.78	150,841.65
Agribon	51,090.67	33,972.99	14,862.00	99,925.65

* Q. 3.96/ kg de frutos de tomate

**Q. 3.30/kg de frutos de tomate

***Q. 2.64/kg de frutos de tomate

