

**EVALUACIÓN DE PODAS EN TOMATE CHONTO (*Lycopersicum esculentum*)
CULTIVAR CALIMA, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO, EN LA
GRANJA LA ESPERANZA, VEREDA GUAVIO BAJO (FUSAGASUGÁ)**

MARTHA CATALINA VARGAS TORRES

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
FUSAGASUGÁ
2015**

**EVALUACIÓN DE PODAS EN TOMATE CHONTO (*Lycopersicum esculentum*)
CULTIVAR CALIMA, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO, EN LA
GRANJA LA ESPERANZA, VEREDA GUAVIO BAJO (FUSAGASUGÁ)**

MARTHA CATALINA VARGAS TORRES

**Trabajo Presentado como Requisito para optar al Título de Profesional en
Ingeniería Agronómica**

Director: Álvaro Celis Forero I.A. M.Sc

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
FUSAGASUGÁ
2015**

Nota de aceptación

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a mis padres Jorge Antonio Vargas B. y Martha Lucia Torres H., a mis hermanas Ivonne Nayibe y Jessica Alexandra, que son mi apoyo en la realización de mis metas.

A mi Abuelo Jorge A. Vargas Orjuela que desde el cielo es la luz en mi camino y quien guía mis pasos, hacia un buen futuro.

Martha Catalina Vargas Torres.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la oportunidad de vida que nos da para lograr cada una de las metas que son planeadas día a día, por la salud que nos da para permitirnos llevar acabo el proyecto de vida propuesto. Por llenarme del don de la sabiduría y del entendimiento.

A mis padres y hermanas, por todo el esfuerzo y el valor que me dieron cada día para alcanzar cada proyecto que emprendí durante la trayectoria de mi carrera universitaria.

A Brayan por el amor, la fortaleza, la compañía, el apoyo, el ánimo que día a día me brindo para recorrer este camino, y el tiempo que compartió conmigo para emprender este logro.

A mi familia y amigos, por el apoyo en los días difíciles.

A mi asesor Alvaro Celis Forero y docentes por haber estado siempre dispuestos a dar su orientación y sabiduría

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	15
2.	OBJETIVOS.....	17
2.1	Objetivo General.....	17
2.2	Objetivos Específicos.....	17
3.	MARCO REFERENCIAL.....	18
3.1	GENERALIDADES DEL CULTIVO.....	18
3.1.1	Origen.....	18
3.1.2	Morfología.....	19
3.1.2.1	Raíz.....	20
3.1.2.2	Tallo.....	20
3.1.2.3	Hojas.....	20
3.1.2.4	Flores.....	21
3.1.2.5	Frutos.....	21
3.1.2.6	Semillas.....	22
3.1.3	Tipos de tomate.....	22
3.1.3.1	Tomate Chonto, cultivar calima.....	23
3.2	FENOLOGÍA DEL CULTIVO.....	23
3.3	REQUERIMIENTO NUTRICIONAL.....	25
3.4	REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO.....	26
3.4.1	Temperatura.....	26
3.4.2	Humedad.....	26
3.4.3	Luminosidad.....	27
3.4.4	Suelo.....	27
3.5	REQUERIMIENTOS HÍDRICOS PARA CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO.....	27
3.6	PODAS.....	28
3.6.1	Tipos de podas.....	30
3.6.1.1	Poda de formación.....	30

3.6.1.2 Poda de yemas o chupones (deschuponado)	30
3.6.1.3 Poda de hojas.....	31
3.6.1.4 Poda de flores y raleo de frutos.....	31
3.6.1.5 Poda de yema terminal o despunte.....	33
3.6.1.6 Poda a un eje.....	33
3.6.1.7 Poda a un eje modificado	33
3.6.1.8 Poda a dos ejes	34
3.6.1.9 Poda Fitosanitaria	34
3.7 TUTORADO Y AMARRE.....	34
3.8 PLAGAS.....	35
3.8.1 Mosca blanca – <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	35
3.8.1.1 Generalidades	35
3.8.1.2 Manejo	37
3.8.1.2.1 Control Cultural.....	37
3.8.1.2.1 Control Biológico.....	37
3.8.2 Minador – <i>Liriomyza sp.</i>	38
3.8.2.1 Generalidades	38
3.8.2.2 Manejo	39
3.8.2.2.1 Control Cultural.....	39
3.8.2.2.2 Control Biológico.....	39
3.8.3 Perforadores del fruto – <i>Heliothisp.</i>	39
3.8.3.1 Generalidades	39
3.8.3.2 Manejo	40
3.8.3.2.1 Control Cultural.....	40
3.8.3.2.2 Control Biológico.....	40
3.9 ENFERMEDADES.....	41
3.9.1 <i>Alternaria solani</i>	41
3.9.1.1 Síntomas.....	41
3.9.1.2 Manejo	42
3.9.2 Mildew velloso – <i>Cladosporium fulvum</i>	42

3.9.2.1 Síntomas.....	42
3.9.2.2 Condiciones favorables para su desarrollo	43
3.9.2.3 Manejo	43
3.9.3 Antracnosis- <i>Colletrotichum spp.</i>	43
3.9.3.1 Síntomas.....	43
3.9.3.2 Condiciones favorables para su desarrollo	43
3.9.3.3 Manejo	44
3.9.4 Marchitez- <i>Fusarium oxysporum</i>	44
3.9.4.1 Síntomas.....	44
3.9.5 Tizón Tardío – <i>Phytophthora infestans</i>	45
3.9.5.1 Síntomas.....	45
3.9.5.2 Condiciones favorables	45
3.9.5.3 Manejo	46
3.10 Trabajos similares sobre podas.....	46
4. MATERIALES Y MÉTODOS	47
4.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	47
4.1.1 Condiciones Ambientales De La Zona	47
4.1.2 Materiales	47
4.2 METODOLOGÍA	48
4.3 DISEÑO EXPERIMENTAL	48
4.3.1 Parámetros de Evaluación:	49
4.3.2 Recolección de datos	50
4.3.2.1. Poblaciones individuos plaga	50
4.3.2.1.1 Muestreo.....	50
4.3.2.1.2 Unidad de muestreo	50
4.3.2.1.3 Variable	50
4.3.2.1.4 Método de muestreo	50
4.3.2.1.5 Frecuencia de Muestreo	50
4.3.2.1.6 Tiempo	50
4.3.2.2 Variables de rendimiento.....	51

4.3.2.2.1 Muestreo.....	51
4.3.2.2.2 Unidad de muestreo	51
4.3.2.2.3 Variable	51
4.3.2.2.4 Método de muestreo.....	51
4.3.2.2.5 Frecuencia de Muestreo	51
4.3.2.2.6 Tiempo	51
4.3.2.3 Incidencia y severidad de enfermedades	52
4.3.2.3.1 Muestreo.....	52
4.3.2.3.2 Unidad de muestreo	52
4.3.2.3.3 Variable	52
4.3.2.3.4 Método de muestreo.....	52
4.3.2.3.5 Frecuencia de Muestreo	52
4.3.2.3.6 Tiempo	52
4.4 ANÁLISIS DE VARIANZA	53
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
5.1 COMPONENTES DE RENDIMIENTO	54
5.1.1 Análisis de Varianza Número de racimos por planta	54
5.1.2 Análisis de Varianza Número de frutos por planta	57
5.1.3 Análisis de Varianza Peso de 10 frutos	59
5.1.4 Análisis de Varianza Rendimiento del cultivo	61
5.2 COMPORTAMIENTO FITOSANITARIO.....	65
5.2.1 Plagas	65
5.2.1.1 Análisis de Varianza Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>).....	65
5.2.1.2 Análisis de varianza minador (<i>Lyriomiza sp.</i>)	67
5.2.2 Enfermedades	68
5.2.2.1 Análisis de varianza incidencia <i>Phytophthora</i>	69
5.2.2.2 Análisis de Varianza Severidad <i>Phytophthora</i>	70
5.2.2.3 Análisis de Varianza <i>Antracnosis</i>	72
6. CONCLUSIONES.....	73
7. RECOMENDACIONES.....	74

8. BIBLIOGRAFÍA.....	75
Sitios web:.....	83
9. ANEXOS	84
1) Análisis estadísticos	84
2) Rendimiento Ajustado Por Covarianza	90
3) Fertilización.....	92
4) Control plagas y enfermedades	93
5) Escala de severidad	94
6) Evidencia fotográfica.....	95

LISTA DE TABLAS

	Pagina
Tabla 1. Tipos de tomate	22
Tabla 2. Requerimientos nutricionales para el tomate.	25
Tabla 3. Relación de temperatura en los diferentes estados de desarrollo de las plantas.	26
Tabla 4. Necesidad diaria de riego para el cultivo del tomate (litros/m ² /día)	28
Tabla 5. Condiciones ambientales granja la Esperanza UDEC	47
Tabla 6. Prueba de Tukey para número de racimos.	55
Tabla 7. Prueba de Tukey para número de frutos	57
Tabla 8. Prueba de Tukey para peso de diez frutos	60
Tabla 9. Medias para rendimiento total en kilogramos para cultivo de tomate chonto bajo invernadero "granja la esperanza"	62
Tabla 10. Prueba de Tukey para imncidencia de Mosca blanca.	65
Tabla 11. Prueba de Tukey para incidencia de Minador	67
Tabla 12. Prueba de Tukey para incidencia de <i>Phytophthora</i>	69
Tabla 13. Prueba de Tukey para severidad de <i>Phytophthora</i>	70

LISTA DE FIGURAS

	Pagina
Figura 1. Frutos de planta de tomate.	18
Figura 2. Morfología de Planta de Tomate (a) Raíz, (b) tallo y (c) flor de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i>)	20
Figura 3. Variedades de tomate: (a.) Milano; (b.) Chonto; (c.) Cherry e (d.) Industrial (Impulse semillas, 2015)	23
Figura 4. Fenología del tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i>)	25
Figura 5. Racimo de tomate sin madurar	32
Figura 6. Planta de tomate tutorada	35
Figura 7. Mosca Blanca en el envés de la hoja de una planta de tomate	36
Figura 8. Galerías de <i>Liriomyza Sp.</i> En el haz de las hojas de tomate	38
Figura 9. <i>Heliothis Sp.</i> Alimentándose una hoja de tomate	40
Figura 10. <i>Alternaria</i> en Tomate	41
Figura 11. Mildeo velloso en Tomate	42
Figura 12. <i>Phytophthora infestans</i> en Tomate	45
Figura 13. Distribución DBCA utilizada en la evaluación de podas en Cultivo de Tomate bajo Invernadero "Granja La Esperanza"	49
Figura 14. Racimo de tomate	54
Figura 15. Prueba de Tukey para número de Racimos de Planta de tomate utilizando dos sistemas de poda en Cultivo de Tomate Chonto Bajo Invernadero "Granja La Esperanza"	56
Figura 16. Prueba de Tukey para Número de frutos por planta en Cultivo de Tomate Chonto Bajo Invernadero "Granja La Esperanza"	58
Figura 17. Prueba de Tukey para Peso de 10 frutos en Cultivo de Tomate Chonto Bajo Invernadero "Granja La Esperanza"	60
Figura 18. Rendimiento Total en Kilogramos por Tratamiento y Repetición	63
Figura 19. Fluctuación Poblacional de Mosca Blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>) en cultivo de Tomate bajo Invernadero "Granja La Esperanza"	66
Figura 20. Fluctuación Poblacional de Minador (<i>Liriomyza sp.</i>) en cultivo de Tomate bajo Invernadero "Granja La Esperanza"	68
Figura 21. Incidencia <i>Phytophthora</i> en Cultivo de Tomate Chonto bajo Invernadero "Granja La Esperanza"	70
Figura 22. Severidad <i>Phytophthora</i> en Cultivo de Tomate Chonto bajo Invernadero "Granja La Esperanza"	71
Figura 23. Severidad <i>Antracnosis</i> en Cultivo de Tomate Chonto bajo Invernadero "Granja La Esperanza"	72

RESUMEN

El sistema de producción de tomate bajo condiciones protegidas ha generado un impacto importante en los últimos años, por su incremento en área, productividad, rentabilidad y calidad del producto (Jaramillo *et. al*, 2007). Este estudio se realizó para evaluar un manejo en podas en cultivo de tomate bajo invernadero: a libre crecimiento o sin podas (tratamiento 1 – T1) y crecimiento con poda a dos tallos (tratamiento 2 – T2). Los parámetros evaluados fueron: número de racimos por planta, número de frutos por planta, peso de diez frutos, rendimiento promedio de los tratamientos, comportamiento sanitario. Los resultados indicaron que la variable número de racimos por planta, mostró diferencias estadísticas a nivel del 5% a la quinta semana después del trasplante, pero a la semana 11 la misma característica mostró un comportamiento similar para los dos tipos de poda. El número de frutos por planta y peso de 10 frutos no mostraron diferencias entre los tratamientos de podas efectuados. Los niveles de población de mosca blanca indicaron que no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos a la semana 4. En la semana 8 se observó que existió diferencia estadística entre tratamientos, siendo el tratamiento 1 (libre crecimiento) el de mayor población con 119 individuos y el tratamiento 2 (crecimiento a dos tallos) con una población de 83 moscas blancas. La presencia del minador de la hoja *Liriomyza* sp. mostró porcentajes similares para los dos tratamientos y no hubo diferencia estadística para ninguno de los dos tratamientos. Los valores ajustados para rendimiento del cultivo, mostraron que el tratamiento 1 (libre crecimiento) rindió 229.22 kg parcela⁻¹ y tratamiento 2 (crecimiento a dos tallos) 214.26 kg parcela⁻¹ que indican que no se presentaron diferencias estadísticas por los tratamientos evaluados.

Palabras clave: Podas, Rendimiento, Incidencia, Severidad.

ABSTRACT

The system of production of low tomato protected conditions has generated an important impact in the last years, for his increase in area, productivity, profitability and quality of the product (Jaramillo *et. al*, 2007). This study was realized to evaluate a managing in pruning in culture of tomato under greenhouse: to free growth or without pruning (treatment 1 - T1) and growth with pruning to two stems (treatment 2 - T2). The evaluated parameters were: number of clusters for plant, number of fruits for plant, weight of ten fruits, average performance of the treatments, sanitary behavior. The results indicated that variable number of clusters for plant, showed statistical differences to level of 5 % to the fifth week after the transplant, but to the week 11 the same characteristic showed a similar behavior for both types of pruning. The number of fruits for plant and weight of 10 fruits did not show differences between the treatments of pruning affected. The levels of population of white fly indicated that there were no statistical differences between the treatments to the week 4. In the week 8 was observed that statistical difference between treatments existed, being the treatment 1 (free growth) that of major population with 119 individuals and the treatment 2 (growth to two stems) with a population of 83 white flies. The presence of the miner of the leaf *Liriomyza* sp. showed similar percentages for both treatments and there was no statistical difference for any of two treatments. The values fitted for performance of the culture, showed that the treatment 1 (free growth) exhausted 229.22 kg plot⁻¹ and treatment 2 (growth to two stems) 214.26 kg plot⁻¹ that they indicate that they did not present statistical differences for the evaluated treatments.

Key words: Pruning, Performance, Incident, Severity.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate representa un renglón importante dentro de la dieta Colombiana, pero el producto que se obtiene normalmente contiene contaminantes químicos no permitidos, o se usan en forma excesiva aquellos que son permitidos, y contaminantes biológicos que afectan la salud del productor y del consumidor, y el medio ambiente (FAO, 2007).

El sistema de producción de tomate bajo condiciones protegidas ha generado un impacto importante en los últimos años, por su incremento en área, productividad, rentabilidad y calidad del producto; El rendimiento promedio obtenido con este sistema es entre 5 y 6 kilogramos por planta, superando tres veces el que se obtiene a campo abierto, que está entre 1,5 y 2 kilogramos por planta (Jaramillo *et al.*, 2007).

El tomate (*Lycopersicum esculentum*, Mill), es considerado como una de las hortalizas de mayor importancia en muchos países del mundo, por el sin número de subproductos que se obtiene de él (Daboín y Casadiego, 2010).

En Colombia, la producción de tomate es común en casi todas las zonas, no obstante se concentra, principalmente, en los departamentos de Cundinamarca, Norte de Santander, Valle de Cauca, Boyacá, Huila, Antioquia, Risaralda y Caldas (Miranda *et al.*, 2009). Por la importancia económica que representa el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*) en Colombia, se pretende buscar una herramienta de ayuda indispensable para los agricultores de la zona, como lo es el manejo de las podas, para determinar el rendimiento del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero, aprovechamiento de insectos benéficos, para ello se va a procurar el no uso de plaguicidas (Vargas, 2015).

Con el uso de invernaderos, accesorios y otras adaptaciones climáticas, se trata de optimizar la productividad del sistema de cultivo, facilitar la programación de las cosechas, optimizar la calidad de los productos y minimizar la incidencia de plagas y enfermedades (Martínez, 2001), además aumenta el rendimiento del cultivo. El desarrollo vegetativo del tomate bajo invernadero es de 80 a 90 días, edad en la que se inicia su cosecha, la cual se extiende hasta los 150 a 180 días, de acuerdo con el manejo agronómico que se le dé, obteniéndose en promedio dos cosechas por año (Ubaque *et al.*, 2002).

Este estudio se realizó con el fin de determinar cuál de las podas evaluadas es más rentable para el productor de tomate bajo invernadero, es necesario, evaluar estrategias para conocer el desarrollo del cultivo haciendo un manejo en las podas para obtener el mejor rendimiento del cultivar en ambiente controlado, también determinar la tolerancia a plagas y a enfermedades, llevando a cabo una producción limpia, para procurar la sanidad e inocuidad de la producción, además del aprovechamiento de fauna benéfica (Vargas, 2015).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar podas en el cultivo de Tomate Chonto (*Lycopersicum esculentum*) cultivar CALIMA bajo condiciones de invernadero, en la granja La Esperanza ubicada en la vereda Guavio Bajo en el Municipio de Fusagasugá.

2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento sanitario (plagas y enfermedades) en plantas de tomate chonto (*Lycopersicum esculentum*) cultivar Calima con manejo de podas bajo condiciones de invernadero.
- Determinar el rendimiento de las podas en plantas de tomate chonto (*Lycopersicum esculentum*) cultivar Calima bajo condiciones de invernadero.
- Definir la productividad del cultivo de tomate chonto (*Lycopersicum esculentum*) cultivar Calima, realizando podas, bajo condiciones de invernadero.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO

Reino: *Plantae*
División: *Magnoliophyta*
Clase: *Magnoliopsida*
Orden: *Solanales*
Familia: *Solanaceae*
Género: *Lycopersicum*
Especie: *Lycopersicum esculentum*
Descriptor Miller, 1788 (Jaramillo *et. al*, 2007)

3.1.1 Origen

El tomate (Figura 1) cultivado se originó en el Nuevo Mundo. Su centro de origen está localizado en una pequeña área geográfica de Suramérica, limitada al sur por la latitud 30° (norte de Chile), al Norte por el ecuador y el Sur de Colombia, al Este por la Cordillera de los Andes y al Oeste por el Océano pacifico, incluyendo el archipiélago de las islas Galápagos. Esta estrecha faja de tierra tiene cerca de 300 km de longitud. La mayoría de las evidencias indican que la región de Veracruz y Puebla, en México, es el centro de domesticación del tomate, antes de ser conocido en Europa y Asia (Vallejo, 1999).



Figura 1. Frutos de planta de tomate (Vargas, 2014)

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 de 80% de la producción está concentrada en los departamentos de Cundinamarca, Norte de Santander, Valle, Caldas, Huila, Risaralda y Antioquia (Jaramillo *et. al*, 2006).

3.1.2 Morfología

El tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva anualmente. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta y según el hábito de crecimiento las variedades El 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 (Monardes, 2009).

Las variedades de hábito determinado son de tipo arbustivo, de porte bajo, compactas y su producción de fruto se concentra en un periodo relativamente corto. Las plantas crecen, florecen y fructifican en etapas bien definidas; poseen inflorescencias apicales. Las variedades de hábito indeterminado tienen inflorescencias laterales y su crecimiento vegetativo es continuo. La floración, fructificación y cosecha se extiende por períodos muy largos, presentan la yema terminal del tallo vegetativa y hay de tres o más hojas entre cada inflorescencia a lo largo del tallo. Las variedades de tomate para agroindustria son por lo general de hábito determinado, con frutos de formas variadas. Las variedades de tomate para mesa y tipo chonto y cherry tienen por lo general hábito indeterminado, y las plantas necesitan de tutores que conduzcan su crecimiento (Flores, 1986; Zeidan, 2005).

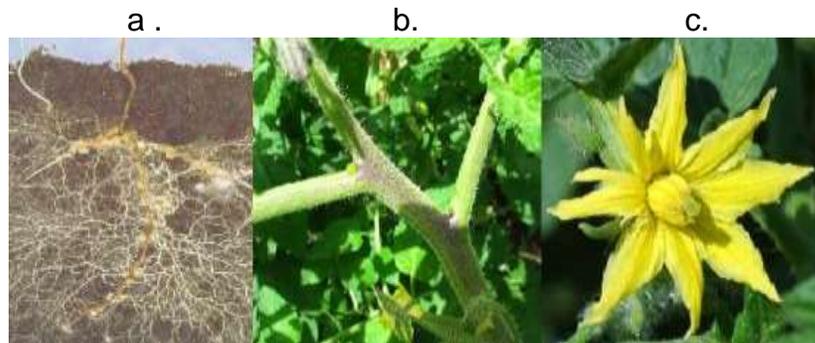


Figura 2. Morfología Planta de Tomate (a) Raíz, (b) tallo y (c) flor de tomate (*Lycopersicum esculentum*), (CORPOICA, 2012)

3.1.2.1 Raíz

El sistema radicular del tomate (Figura 2a) está constituido por: la raíz principal, las raíces secundarias y las adventicias. Generalmente se extiende superficialmente sobre un diámetro de 1.5 m y alcanza mas de 0.5 m de profundidad; sin embargo, el 70% de las raíces se localizan a menos de 0.20 m de la superficie (Pérez *et. al*, 2002).

3.1.2.2 Tallo

El tallo (Figura 2b) principal tiene de 2 a 4 cm de diámetro de base. Sobre el tallo se van desarrollando hojas, tallos secundarios e inflorescencias (Zeidan, 2005); tallo inicialmente cilíndrico en plantas jóvenes, pero luego se torna angular y en las ramas jóvenes es triangular. En cada axila donde se insertan los peciolo de las hojas en el tallo principal suelen brotar tallos secundarios (chupones) que posteriormente son eliminados mediante poda para una buena conformación de la planta. El desbrote debe ser oportuno, sobre todo el intermedio inferior al racimo, el cual surge con gran vigor (Berenguer, 2003)

3.1.2.3 Hojas

Presenta hojas compuestas, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado en número de 7 a 9 y recubierto de pelos glandulares. Las hojas se distribuyen de forma alternativa sobre el tallo (Rodríguez, 2008)

3.1.2.4 Flores

Es perfecta, regular e hipógina y consta de cinco o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo, y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135°, de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono seminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o pluricelular (Figura 2c). Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimo (dicasio), generalmente en número de tres a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del córtex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (Cepeda, 2009).

El proceso de floración se ve afectado por la temperatura, radiación solar, balance nutricional, estrés hídrico del suelo, humedad relativa ambiental, competencia con otros órganos de la planta y tratamientos con reguladores de crecimiento, entre otros factores. Estas condiciones inducirán floraciones tardías o precoces, con mayor o menor número de flores y por ende mayores o menores rendimientos y calidad de frutos (Martínez, 2001).

3.1.2.5 Frutos

El fruto es una baya de color amarillo, rosado o rojo debido a la presencia de licopeno y caroteno; el más común es el rojo en la madurez, la pulpa contiene una proporción del 33% del peso fresco del fruto (Rodríguez et al., 2001). Botánicamente, un fruto de tomate es una baya compuesta de varios lóculos, consistente de semillas dentro de un pericarpio carnoso desarrollado de un ovario. Su forma puede ser redondeada, achatada o en forma de pera y su superficie lisa o asurcada; están compuestos de carne (paredes del pericarpio carnoso desarrollado de un ovario). Una variedad comercial contiene alrededor de 150-300 semillas por fruto (Desai et al., 1997)

3.1.2.6 Semillas

Tiene forma lenticular, con dimensiones de 5 x 4 x 2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo, la testa o cubierta seminal. El embrión está constituido, a su vez, por la yema apical, dos cotiledones, el hipocotilo y la radícula (Cepeda, 2009). En fruto se encuentran entre 100 y 300 semillas dependiendo, proporcionalmente, del tamaño del fruto. Un gramo de semillas contiene entre 300 y 400 unidades (Zeidan, 2005).

3.1.3 Tipos de tomate

Se agrupan en diferentes categorías según su uso (consumo fresco e industria) y de acuerdo con la forma externa de los frutos (Tabla 1.). Generalmente son: Milano, Cherry, Chonto, Industrial.

Tabla 1. Tipos de tomate (Jaramillo *et al*, 2006)

Tipo Milano	Tipo Chonto	Tipo Cherry	Tipo Industrial
Son de gran tamaño, de forma achatada o semiachatada, con cuatro lóculos (Figura 3 a.) o más y un peso promedio de 200 y 400 g; se utilizan en ensaladas, se consumen maduros o verdes. Tiene un mayor valor comercial y mejor palatabilidad; su presentación comerciales con el cáliz adherido al fruto	Son de forma redonda u ovalada, levemente elongados u oblongos (Figura 3 b.), con 2 o 4 lóculos; se consume en fresco, peso promedio de 70 a 220g. Se consumen en fresco y son utilizados en la preparación de guisos o pastas.	Hay formas tipo pera, bombillo o redonda, así como de colores amarillo (Figura 3 c.), rojo, naranja o morado. De tamaño muy pequeño 18 a 30 mm de diámetro, con un peso promedio de 10 g. se agrupa en ramilletes de 15 o más frutos.	Se caracterizan por tener gran cantidad de sólidos solubles que los hacen atractivos para su procesamiento. Se encuentran diferentes formas, desde redondos hasta piriformes, y son de color rojo intenso (Figura 3 d.).

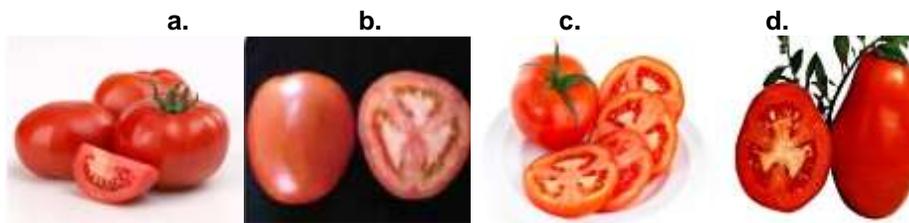


Figura 3. Variedades de tomate: **(a.)** Milano; **(b.)** Chonto; **(c.)** Cherry e **(d.)** Industrial (Impulse semillas, 2015)

3.1.3.1 Tomate Chonto, cultivar calima

Material de crecimiento indeterminado, precoz, se adapta a climas cálidos y medios, plantas vigorosas con hojas de color verde oscuro, frutos con peso promedio de 160 gramos, grandes, rojos, muy firmes y brillantes. Resistente al virus del mosaico del tabaco, *Verticillium*, *Fusarium* y nematodos. Frutos grandes, de 120-150gr. rojos, muy firmes y brillantes. Inicia cosecha a los 78 días. Un porcentaje de frutos de primera 84 %, porcentaje de frutos de segunda 12 % y porcentaje de frutos de tercera 4 % (Impulse semillas, 2009).

3.2 FENOLOGÍA DEL CULTIVO

La fase de desarrollo vegetativo comprende cuatro subetapas (Figura 4) que se inician desde la siembra de semillero, seguida a la germinación; posteriormente la formación de tres a cuatro hojas verdaderas y finalmente al trasplante a campo, con una duración aproximada de 30 a 35 días de trasplante hasta la aparición de la primera inflorescencia. Una vez florece la planta se inicia la fase reproductiva, que incluye la etapa de floración que se inicia a los 25 – 30 días después del trasplante, desde la formación del fruto y su llenado hasta su madurez para su cosecha, entre los 85 a 100 días después del trasplante. La etapa reproductiva tiene una duración cercana a los 180 días. El ciclo total del cultivo es de aproximadamente siete meses cuando el cultivo se lleva a diez racimos:

- **Fase juvenil:** Desde la semilla hasta las primeras hojas y flores (semillero a trasplante). Esta etapa transcurre entre la siembra y la emergencia de la radícula a través de la cubierta de la semilla y, el periodo de diferenciación del tallo y las hojas falsas, se caracteriza por el rápido aumento en la materia seca, la planta invierte su energía en la síntesis de nuevos tejidos

de absorción y fotosíntesis termina en el momento que la plántula se alista para ser trasplantada, esta etapa dura aproximadamente 30 días (Pérez y Hurtado, 2001).

- **Fase vegetativa:** Desde las 6 a 8 hojas hasta el inicio de la floración (periodos críticos: iniciación y crecimiento del primer racimo) esta etapa se inicia a partir de que la plántula ha sido trasplantada en el lugar definitivo donde va a desarrollarse, dura aproximadamente 50 días y termina poco antes de la floración, requiere de mayores cantidades de nutrientes para satisfacer las necesidades de las hojas, ramas en crecimiento y expansión (Pérez y Hurtado, 2001).
- **Fase de floración a pre-recolección del primer racimo:** inicia con la aparición de los primeros primordios florales, hasta que la flor es diferenciada completamente, 30 – 40 días es el transcurso de esta etapa:
 - Aumenta la carga de frutos continuamente.
 - El tallo se prolonga cada tres hojas.
 - Cuajado y llenado de frutos.
 - La maduración del primer racimo coincide con la floración del 7 - 10 racimo.
- **Fase maduración y recolección de frutos:** Se inicia a partir del cuajado de las primeras flores y diferenciación de los primeros frutos a partir de los 80 días en adelante, se caracteriza por que el crecimiento de la planta se detiene y los frutos extraen nutrientes necesarios para su crecimiento y maduración (Pérez y Hurtado, 2001); se presenta una carga máxima de frutos en la planta, un equilibrio frutos - vegetación y un ritmo regular de desarrollo de racimos y hojas.
- **Fase posterior a recolección del segundo racimo:** Floración 9 - 12 racimo (cultivares indeterminados). Se presenta un ritmo regular de desarrollo de racimo (Martínez, 2001).

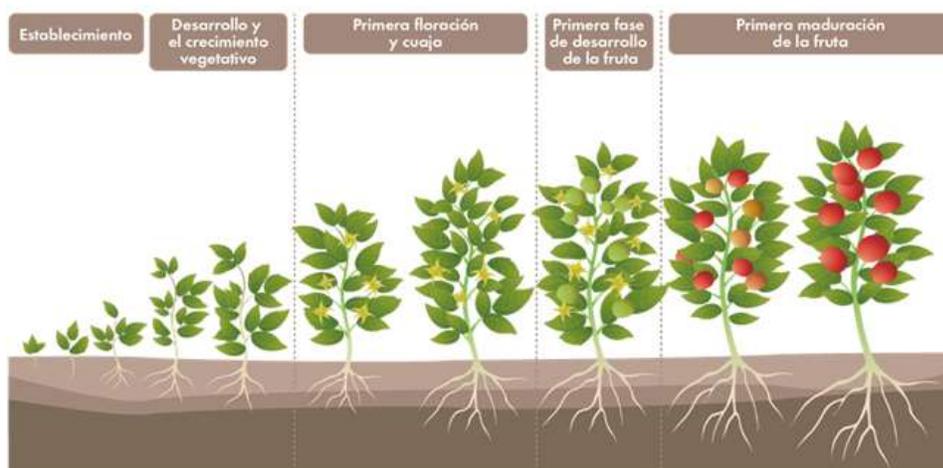


Figura 4. Fenología del tomate (*Lycopersicon esculentum*) (FUENTE: <http://exob2b.com/lead-nurturing-crm/>)

3.3 REQUERIMIENTO NUTRICIONAL

En términos generales se puede decir que el cultivo de tomate extrae a razón de 80- 200 kg ha⁻¹ de N, 50- 100 kg ha⁻¹ de P y 120- 200 kg ha⁻¹ de K dependiendo de las condiciones de cultivo. El P se aplica a razón de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ en la siembra, el N a razón de 120 kg, desde siembra a floración y el potasio, antes de floración en una dosis de 200 kg ha⁻¹ de K₂O. Cuando se fertiliza con NH₄ requiere un nivel más alto de K que con NO₃, ya que las sales de NH₄ fijan el K a las arcillas, pero mejoran la absorción de P. La mayor eficiencia en absorción de K se da durante el estadio de plántula, un segundo período importante es en los primeros estadios de desarrollo del fruto, donde ocurre la mayor tasa de acumulación de K. Estrés de agua en fructificación, limita la absorción y translocación de K desde la raíz y puede disminuir la producción de frutos (Bima, 2014).

Tabla 2. Requerimientos nutricionales para el tomate. (Calderón, 2010)

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES (g/planta)	
N	21,4
P	3,1
K	29,5
Mg	1,1
Ca	3,8
S	3,4

3.4 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

3.4.1 Temperatura

La temperatura es el primer factor climático que influencia la mayoría de los estados de desarrollo y procesos fisiológicos de la planta. El desarrollo satisfactorio de sus diferentes fases (germinación, crecimiento vegetativo, floración, fructificación y maduración de frutos) depende del valor térmico que la planta alcanza en el invernadero en cada periodo crítico (Jaramillo *et. al*, 2013).

Tabla 3. Relación de temperatura en los diferentes estados de desarrollo de las plantas. (Martínez 2001; Zeidan 2005).

Estado de Desarrollo	T. Mínima (°C)	T. Óptima (°C)	T. Máxima (°C)
Germinación	11	16-29	34
Crecimiento	18	21-24	32
Fecundación	13	15-25	30
Cuajado del fruto durante el día	18	23-26	32
Cuajado del Fruto durante la noche	10	14-17	22
Producción de pigmento rojo (licopeno)	10	20-24	30
Producción de pigmento amarillo (β Caroteno)	10	21-23	40
Temperatura del suelo	12	20-24	25

3.4.2 Humedad

La humedad relativa óptima para el desarrollo del cultivo de tomate oscila entre 60 y 80 %. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas, el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un periodo de estrés hídrico. También, una humedad relativa baja, dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Cepeda, 2009).

3.4.3 Luminosidad

Valores reducidos de luz pueden incidir de manera negativa sobre los procesos de la floración, fecundación, así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el periodo vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna, nocturna y la luminosidad. El tomate rojo es un cultivo insensible a la duración del día, sin embargo, necesita buena iluminación, la cual se modifica por la densidad de siembra, sistema de poda, tutorado y prácticas culturales que optimizan la absorción de luz solar especialmente en época de lluvias cuando la radiación es más limitada (Rodríguez, 2006).

3.4.4 Suelo

Los suelos sueltos, bien aireados y con buen drenaje; con buena capacidad de retención de humedad, de texturas franco a franco arcillosas, con altos contenidos de materia orgánica (>5%). pH entre 5,8 y 6,8 (Zeidan, 2005).

3.5 REQUERIMIENTOS HÍDRICOS PARA CULTIVO DE TOMATE BAJO INVERNADERO

La cantidad de agua a aplicar al cultivo de tomate dependerá de factores como: las condiciones climáticas del lugar (temperatura, humedad relativa, radiación y vientos), tipo de suelo, estado de desarrollo del cultivo y pendiente del terreno. El primer riego debe realizarse inmediatamente después de que se trasplantan las plántulas y luego es conveniente realizar riegos periódicos para mantener un adecuado nivel de humedad durante todo el ciclo de desarrollo de la planta (Tabla 4). Los riegos no se deben efectuar en las horas de la tarde, porque la evaporación del agua aumenta la humedad relativa dentro del invernadero en las horas de la noche y la madrugada, lo que conlleva a problemas de enfermedades en las plantas, siendo ideal regar el cultivo en horas de la mañana (Medina *et. al.*, 2001; Shany, 2007).

Tabla 4. Necesidad diaria de riego para el cultivo del tomate (litros/m²/día)
(Fuente: Medina *et. al.*, 2001)

Semana de trasplante	Estado de desarrollo	Mínimo	Máximo
1	Enraizamiento	0,6	1,25
2 – 5	1 ^o a 4 ^o racimo floral	1,5	3,0
6	5 ^o racimo floral	3,5	3,5
7 – 9	6 ^o racimo floral	3,5	4,0
10 – 11	7 ^o a 8 ^o racimo floral	4,0	4,5
12 – 15	Inicio de cosecha	4,5	5,5
16 – 17		5,0	6,5
18 – 20		5,5	6,0
21 – 23		5,0	5,0
24 – 25		5,0	5,0
26		5,0	5,0
27		5,0	5,0

3.6 PODAS

La poda se realiza con el fin de potencializar las partes de la planta que tienen que ver con la producción y eliminar aquellas que no tienen incidencia con la cosecha para, de esta forma, concentrar energía y lograr frutos de mayor calibre, sanos, vigorosos, precoces y firmes. La poda tiene por objeto balancear el crecimiento reproductivo y vegetativo, permitiendo que los Fotoasimilados se canalicen hacia los frutos e indirectamente ayuden a mejorar la aireación del cultivo; a su vez, la poda y tutorado se hacen en función del tipo de cultivar, diseño de plantación y ciclo productivo. En materiales de tomate de crecimiento indeterminado es indispensable realizar la poda de diferentes partes de la planta (como tallos, chupones, hojas, flores y frutos) y así permitir mejores condiciones a las partes que quedan en ella y que tienen que ver con la producción, eliminando a la vez las plantas que no tienen incidencia con la cosecha y que pueden consumir energía necesaria para lograr frutos de mayor tamaño y calidad (Lobo y Jaramillo, 1984).

En general, se recomienda no defoliar antes del inicio de maduración del primer racimo y hasta el inicio de floración del séptimo racimo; no defoliar por encima de un racimo en maduración. Una defoliación intensa y precoz retarda y reduce la

producción (Martínez, 2001). Así mismo, la poda debe hacerse en horas de la mañana, cuando el cultivo aún se encuentra turgente (Shany, 2007).

El movimiento de los fotoasimilados, fuente – vertedero: se denomina fuente a los órganos en donde los azúcares se incorporan al tubo criboso, síntesis de forma de transporte, comúnmente sacarosa, y la disponibilidad de carbohidratos son en cantidad superior a la necesaria para cubrir las necesidades metabólicas, estos carbohidratos pueden proceder de la fotosíntesis o de la movilización de reservas acumuladas anteriormente. Los vertederos son órganos importadores de carbohidratos, en los que se produce la salida de azúcares del tubo criboso. Estos azúcares pueden ser utilizados en el metabolismo y el crecimiento (vertederos consuntivos) o almacenarse como reservas (vertederos de almacenamiento). En algunos vertederos, las reservas tienen la misma estructura química que el azúcar de transporte. En general, los vertederos son alimentados desde las fuentes más próximas; así, los ápices caulares y las hojas en desarrollo reciben la mayor parte de los metabolitos desde las hojas situadas en la región apical del vástago, mientras que las raíces lo reciben desde las hojas más basales. Las hojas situadas en las regiones centrales del tallo exportan tanto hacia el ápice de éste como hacia las raíces. Ello determina que el movimiento neto de los azúcares sea acrópeto en las regiones apicales y basípeto en las basales. Los flujos de transporte cambian durante la ontogenia de la planta al hacerlo la posición de las fuentes y los vertederos, y pueden ser manipulados experimentalmente. De este modo, la ablación de las hojas de la región apical del tallo aumenta el transporte hacia el ápice desde las hojas situadas en posición más basal (Azcón-Bieto y Talón, 2008).

La podas es una practica para controlar el desarrollo de la planta a conveniencia del cultivador, por ejemplo, al podar se elimina el número de tallos productivos y por lo tanto la cantidad de frutos por planta, pero a cambio se obtiene una mayor precocidad, frutos mas grandes y con mejor cuajado y mayor calidad (Samperio, 2005).

Una reducción en el número de vertederos aumenta el transporte de sustancias hacia los restantes, y es la base de prácticas hortícolas como el aclareo (la eliminación de parte de los frutos en desarrollo aumenta la velocidad de crecimiento y el tamaño final de los restantes) o el despuntado (al eliminar el ápice de los brotes, se reduce el consumo de metabolitos en el desarrollo vegetativo, lo que favorece los procesos reproductivos, como el cuajado del fruto y la formación de semillas). Por el contrario, la eliminación de las flores y de los frutos en desarrollo aumenta la cantidad de metabolitos disponible para el desarrollo vegetativo de la planta y, de este modo, su velocidad de crecimiento y el porte de la misma. Los vertederos también influyen en las fuentes: un aumento en la

demanda de fotoasimilados aumenta la fotosíntesis en las hojas y la movilización de las reservas, mientras que la eliminación de los vertederos tiene el efecto contrario. El control de las fuentes por los vertederos implica distintas señales, tales como cambios en la turgencia, en los niveles de carbohidratos y en los de hormonas. La partición de los fotoasimilados en la planta es un proceso regulado de modo complejo por la interacción entre vertederos, entre éstos y las fuentes y, probablemente, por la vía de transporte (Azcón-Bieto y Talón, 2008).

3.6.1 Tipos de podas

3.6.1.1 Poda de formación

Esta es una práctica necesaria para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza entre los 10 – 20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, los cuales deberán ser eliminados al igual que las hojas mas viejas, mejorando la aireación del cuello y facilitando la ejecución de la planta. Así mismo se determinara en número de tallos a dejar por planta (Pérez y Hurtado, 2001). Si se requiere conducir la planta a dos tallos es aconsejable dejar el tallo lateral, que crece a la par del primer racimo, ya que manifiesta mayor uniformidad y vigor con respecto al tallo principal. A partir de este punto se realiza la bifurcación (Mercado y Rico, 2007).

3.6.1.2 Poda de yemas o chupones (deschuponado)

Los objetivos de esta poda son: reducir competencia entre órganos en crecimiento, racimos y brotes vegetativos; mejorar ocupación del volumen aéreo; y facilitar la aireación de la planta y la incidencia de la luz en las hojas (Martínez, 2001).

La poda de brotes laterales consiste en la eliminación manual de los brotes axilares o chupones para el desarrollo del tallo principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible, esta actividad se lleva acabo cuando los brotes alcanzan una longitud entre tres y cinco centímetros y no posterior a este tamaño. Los cortes deben ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades, ya que al eliminar un brote mas desarrollado la herida es también mayor y el grado de susceptibilidad al ataque de enfermedades se incrementa, pero sobre todo, se debilita el crecimiento de los frutos y de la misma planta, ya que estos demandan nutrientes y azucares para su desarrollo, los intervalos para realizar esta actividad

son de seis a ocho días aproximadamente, y cuando se pasa de este tiempo y los brotes son más desarrollados y gruesos, es necesario utilizar tijeras desinfectadas con una solución de cloro al 2% o con algún fungicida para evitar la transmisión de enfermedades (Velasco y Nieto, 2006).

3.6.1.3 Poda de hojas

La poda de hojas se realiza con la finalidad de mejorar la capacidad de la radiación solar aprovechable, además de mejorar la ventilación entre las plantas, mejor control de plagas y enfermedades, favoreciendo mayor floración y amarre de frutos y en consecuencia se mejora la calidad del fruto. Se encuentran hojas basales enfermas, deben eliminarse inmediatamente al igual que si presentan algún color amarillo, las hojas viejas se eliminan cuando los primeros frutos alcanzan su madurez fisiológica y cuidando que exista al menos una o dos hojas activas en la parte superior al racimo que no ha alcanzado su madurez fisiológica. No se deben dejar hojas o brotes en el interior del invernadero para evitar la diseminación de enfermedades (Velasco y Nieto, 2006).

La planta de tomate, en cultivares vigorosos de crecimiento indeterminado, puede alcanzar grandes longitudes, que pueden superar los 10 m., pero solo los dos o tres m. terminales mantienen hojas, flores y frutos; el sistema de poda y tutorado debe permitir la mayor accesibilidad de los operarios a esta parte terminal de la planta para las diversas faenas de cultivo. (Nuez *et al.*, 2001).

3.6.1.4 Poda de flores y raleo de frutos

Esta poda se lleva a cabo para mejorar la calidad de los frutos restantes. Se aplica a frutos dañados por plagas y enfermedades, deformados, recién cuajados, con excesivo desarrollo o en número excesivo. Su objetivo es dejar un número de frutos que esté de acuerdo con las características vegetativas de la planta (Figura 5.) Puede llevarse a cabo la poda de flores cuando ocurren estas circunstancias:

- Las flores que no presenten forma regular, se observen anormales, etc., se eliminarán totalmente, pues los frutos producidos son de escasa calidad.
- Cuando haya excesivo el número de flores por inflorescencia se debe suprimir algunas de ellas para que el número de flores por racimo no sea,

en la mayoría de los casos, superior a 6-7, a fin de conseguir un promedio de 4-6 frutos por racimo, de buen tamaño.

La supresión de los frutos puede mejorar la calidad y favorecer la maduración de los restantes. Se eliminaran cuando:

- Presenten deformidades, estén defectuosos, dañados por plagas y enfermedades o afectados por la aplicación de fitohormonas. Su retirada de la venta evita la depreciación de los restantes frutos.
- En invernadero suele ser frecuente el ataque de enfermedades a los frutos mermando su calidad y depreciándolos. En el caso de ataque por alguna enfermedad, el fruto queda inutilizado para la venta y es foco de propagación de la enfermedad. En estos casos, el corte de los frutos enfermos se ha de hacer con sumo cuidado para reducir la diseminación de las esporas del hongo (Reche, 2000).

Lo ideal en tomates tipo Chonto es dejar por racimo de 8 a 10 frutos dependiendo del vigor de la planta y en tomates tipo Milano de 5 a 8 frutos por racimo. Se deben eliminar los frutos deformes, enfermos y los más pequeños, que generalmente se encuentran en el extremo apical del racimo y se identifican por su tamaño menudo y por su coloración opaca y sin brillo (Jaramillo *et al*, 2013).

Es importante conocer el comportamiento del material sembrado en cuanto a número de flores por racimo y calibres promedio del fruto; si bien estos dos parámetros son genéticamente dependientes, en la fertilización juegan un papel muy importante. Con relación a las condiciones climáticas es posible observar que a mayor temperatura y menor radiación se deben dejar menos frutos, igual que a mayor densidad de siembra o menor disponibilidad de radiación por planta. Respecto del estado de desarrollo de la planta, en los primeros racimos se dejan más frutos que en los últimos (Terán *et al.*, 2007).



Figura 5. Racimo de tomate sin madurar (Vargas, 2014)

El aclareo de frutos, es una intervención que tiene lugar sobre los racimos (Figura 5) que tienen más de seis frutos, dejando un número de frutos fijo, y eliminando los frutos mal posicionados, deformes, dañados, calibre reducido (Valadez, 1994).

3.6.1.5 Poda de yema terminal o despunte

Consiste en cortar la yema principal de la planta teniendo en cuenta que el racimo que esté por debajo de dicha yema se encuentre totalmente formado. Se deben dejar dos hojas por encima del último racimo. El objetivo de esta poda es detener el crecimiento vertical de las variedades indeterminadas y lograr con ello mayor precocidad en la producción de frutos. Esta poda puede variar según las características del cultivar; generalmente se realiza entre el 6º y 8º racimo floral (Rodríguez *et al.*, 2006).

3.6.1.6 Poda a un eje

Aljaro (1993), afirma que este tipo de poda es el más común de encontrar en la producción de tomate bajo invernadero en el país. Lagos (2005) señala que en este tipo de poda se deja el eje central y se eliminan todos los brotes que nacen de este eje. Es un método que tiende a la obtención de una producción concentrada, la cual puede ser mayor o menor según sea el número de racimos que se deje en el eje. Lo normal es que sean cinco o seis racimos por planta.

3.6.1.7 Poda a un eje modificado

La planta se conduce en un solo eje principal, pero en la zona basal de éste, bajo su primer racimo se deja crecer el brote axilar, este se despunta después de la primera hoja que sigue al primer y único racimo floral que se deja crecer y fructificar (Aljaro, 1993).

3.6.1.8 Poda a dos ejes

En esta poda se deja crecer uno de los brotes axilares (a partir de la 2ª ó 3ª hoja tras la primera inflorescencia); con ello se dispone de dos guías o tallos (el principal y el nacido del brote axilar). Una variante de esta es la poda "Hardy" que consiste en despuntar el tallo principal 2 ó 3 hojas por encima de la primera inflorescencia y, de los brotes axilares que salen de estas hojas (que deben ser opuestas), elegir dos tallos-guía (Rodríguez *et al.*, 1984). En determinadas condiciones puede resultar conveniente realizar la poda a dos tallos con el objeto de incrementar la producción por planta manteniendo densidades normales.

3.6.1.9 Poda Fitosanitaria

Es recomendable realizarlo en las hojas viejas o senescentes con el fin de mejorar la ventilación, por ejemplo, las hojas enfermas deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de enfermedad. También se recomienda no quitar más de tres hojas al mismo tiempo ya que la planta se está sometiendo a estrés (Castellanos y Muñoz, 2004).

3.7 TUTORADO Y AMARRE

El tipo de tomate recomendado para la producción en invernadero es el de hábito indeterminado. El tutorado (Figura 6) permite mantener la planta erguida. Consiste en guiar verticalmente las plantas a lo largo de una cuerda evitando que las hojas, y sobre todo los frutos, toquen el suelo, mejorando la aireación general de la planta, factor importante para una mayor sanidad del follaje y la realización de las labores culturales. Todo esto repercute en la producción final, control de enfermedades y en la calidad del fruto ya que se está evitando daños mecánicos a la planta tanto por el peso de los frutos como durante las prácticas culturales. La guía puede realizarse con hilo de polipropileno sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujetado por anillas) y de otro a un alambre a determinada altura sobre la planta (1.8 a 2.4 metros sobre el suelo), se pueden usar varios accesorios y materiales para el tutorado. Conforme la planta va creciendo se va amarrando, hasta que la planta alcance el alambre (Guzmán y Sánchez, 2000).



Figura 6. Planta de tomate tutorada (Vargas, 2014)

El tutorado más empleado bajo invernadero para tomate es el fijo vertical sencillo, utilizando una sola línea de alambre para la siembra a surco sencillo, aunque también se puede utilizar el tutorado vertical doble en los casos en que se siembra a doble surco, donde se utilizan dos líneas de alambre. Su altura depende de la variedad, el número de racimos al que se va a llevar la planta y si se van a descolgar las plantas o se van a llevar a un amarre fijo (Jaramillo *et al*, 2013).

3.8 PLAGAS

3.8.1 Mosca blanca – *Trialeurodes vaporariorum*

3.8.1.1 Generalidades

Su importancia como plaga radica en el daño causado por adultos y estados inmaduros al succionar la savia de la planta; aunque son muy pequeños, su número en las hojas de las plantas puede llegar a ser tan alto que cubre completamente el envés de estas estructuras (Figura 7), produciendo grandes cantidades de melaza o miel de rocío, la cual cae sobre las hojas inferiores y frutos, a su vez que estimula la formación de fumagina u hollín, deteriorando la calidad de los frutos (Vélez, 1994).



Figura 7. Mosca Blanca en el envés de la hoja de una planta de tomate (Vargas, 2014)

Este insecto se dispersa de un cultivo a otro, gracias a las corrientes de aire y por medio de material vegetal infestado que no ha sido sometido a controles sanitarios, ya que su capacidad de vuelo es de 2 metros por día aproximadamente. Su capacidad alimenticia y de desplazamiento, la llevan a cabo y con mayor intensidad en las horas de la mañana, realizando pocos movimientos durante la noche (Morales *et al.* 2006).

La fumagina se forma al crecer el hongo *Cladosporium sp.*, sobre la excreción azucarada o miel de rocío de adultos y ninfas de la mosca blanca. El daño causado por la fumagina es mucho mayor que el ocasionado por los adultos e inmaduros de mosca blanca al succionar la savia, favoreciéndose el desarrollo del hollín por la humedad relativa y temperaturas altas (Casa de valle *et al.*, 1979). 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; también se presenta este problema en plantas asintomáticas de corta edad. 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 (Barreto *et al.*, 2002; Rodríguez *et al.*, 1994).

La especie *Bemisia tabaci* es capaz de transmitir TYLC, conocido como el virus de la cuchara (Rodríguez *et al.*, 1994). En Colombia, el *T. vaporariorum* transmite al tomate el virus del amarillamiento de las nervaduras de la papa (PVYV) y *B. tabaci*

biotipo B transmite el virus del mosaico suave del tomate (ToMMV) y el virus del mosaico amarillo del tomate (ToYMV) (Martínez *et al.*, 2009).

3.8.1.2 Manejo

3.8.1.2.1 Control Cultural

Entre las prácticas culturales se recomienda:

- 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.
- Utilizar coberturas plásticas especialmente plateadas sobre la cama.
- 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.
- No abandonar los brotes al final del ciclo, ya que los más jóvenes atraen los adultos de mosca blanca.
- Realizar siembras uniformes, deshojes periódicos, manejo de las plantas hospedantes, alternas y uso adecuado de los fertilizantes, particularmente los nitrogenados (La Torre, 1990).

3.8.1.2.1 Control Biológico

Existen muchos enemigos naturales nativos que ayudan a reducir las poblaciones de esta plaga. Hymenoptera: *Aphelinidae* y *Platygastridae* que afectan en el tercer estadio ninfal de *B. tabaci*, entre ellas nueve especies son del género *Encarsia*, siendo las más comunes *E. pergandiella* y *E. nigricephala*, además una especie de *Eretmocerus*. *Encarsia formosa*, para uso en invernaderos. También se pueden utilizar hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Verticillium lecanii*, (Jaramillo *et al.*, 2013).

3.8.2 Minador – *Liriomyza sp.*

3.8.2.1 Generalidades

Esta especie es altamente polífaga, afectando un amplio rango de familias botánicas como *Compositae*, *Asteraceae*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Cucurbitaceae*, *Amarilidaceae*, *Alliaceae*, *Malvaceae*, *Solanaceae*, *Umbeliferae*, *Zigophyllacea*, *Leguminosae* y *Gramineae* (Jaramillo *et al*, 2013).

Entre los cultivos agrícolas de importancia económica reportados con daños están el crisantemo, la margarita, la caléndula, la cineraria, las gérbas, la *gypsophyla*, la boca de dragón, el tomate, el melón, el pepino, los tagetes, el frijol y el apio (Vélez, 1994).



Figura 8. Galerías de *Liriomyza sp.* en el haz de las hojas de tomate (Vargas, 2014)

El daño económico lo realizan las larvas de estos insectos al construir minas y galerías en las hojas, con lo que desarrolla necrosis (Rodríguez *et al.*, 1994). Las minas (Figura 8) interfieren con la síntesis y la transpiración de las plantas, de tal manera que si el daño se presenta en plantas jóvenes se atrasa su desarrollo. En ataques fuertes las hojas se secan por completo, y si el daño es severo en la época de fructificación la planta se defolia y los frutos expuestos al sol pueden aparecer lesionados, con lo que pueden presentarse pérdidas económicas de consideración. Cuando las larvas terminan su desarrollo, salen de la mina y quedan sobre la hoja o caen al suelo, donde se entierran un poco y forman la pupa, de la cual sale el adulto (Vélez, 1994).

3.8.2.2 Manejo

3.8.2.2.1 Control Cultural

Se recomienda adoptar las siguientes medidas de control:

- Cinta pegajosa de color azul, la cual atrae los estados adultos del minador.
- Adecuada y oportuna preparación del suelo.
- Recolección y completa destrucción de residuos de cosecha donde se continúa multiplicando el insecto (este material puede aprovecharse para producir compost a aplicar en el mismo cultivo).
- Podas sanitarias de hojas afectadas, siempre y cuando no perturbe el normal desarrollo y maduración de los frutos.
- No exceder el uso de los fertilizantes nitrogenados, pues una exuberancia del follaje atrae más la plaga.
- Manejo adecuado de las malezas, cuya destrucción debe realizarse si se comprueba que existe peligro de migración de esta especie al cultivo.
- Uso de máquinas aspiradoras para captura de adultos (Vélez, 1994).

3.8.2.2.2 Control Biológico

Parasitoides como: *Neochrysocharis diastatae* (Eulophidae), *Opiosdis situs*, *Opiosdis midiatatus* (Braconidae), *Diorygma pacifica*, *Ganaspidium utilis* (Figitidae) y *Halticoptera circulus* (Pteromalidae) (Vélez, 1994).

3.8.3 Perforadores del fruto – *Heliothis* sp.

3.8.3.1 Generalidades

Su importancia se debe a que son polípagos con tendencia al gregarismo y al comportamiento migratorio. Las larvas del género *Heliothis* sp. Actúan como cogollero y defoliador (Figura 9). Las larvas prefieren fruto verde disminuyendo considerablemente la producción. En su máximo desarrollo tiene unos 35 mm de longitud. El adulto es una polilla con las alas anteriores de color castaño oscuro y las alas posteriores castaño claras oscureciéndose notoriamente hacia los bordes. La larva presenta a ambos lados del cuerpo una banda blanca longitudinal (FAO, 2013).



Figura 9. *Heliothis* Sp. Alimentándose una hoja de tomate (Vargas, 2014)

3.8.3.2 Manejo

3.8.3.2.1 Control Cultural

Como control cultural en superficies pequeñas se sugiere la recolección y destrucción manual de las larvas (permite mantener estas plagas bajo control) eliminar los residuos de las cosechas, incorporándolos y picándolos inmediatamente (destruye pupas invernantes); eliminar las malezas hospederas; efectuar una correcta preparación del suelo, que permite reducir la incidencia de pupas y larvas del suelo; y aislar el invernadero con mallas anti-insectos si la ventilación no es limitada (La Torre, 1990).

3.8.3.2.2 Control Biológico

La hembra coloca entre 300 a 1000 huevos en forma aislada en cualquier parte de la planta (hojas, brotes y flores) preferentemente en brotes terminales. Dichos huevos eclosionan a los 5 o 9 días. Otra característica de la mayoría de los Noctuidos es que empupan bajo tierra a escasa profundidad, pasando el invierno en dicho estado (pupa enterrada) para posteriormente reiniciar la actividad a principios de primavera (FAO, 2013).

3.9 ENFERMEDADES

3.9.1 *Alternaria solani*

3.9.1.1 Síntomas

En semilleros el hongo puede causar lesiones en hojas y tallos, dejando en estos últimos laceraciones pequeñas, oscuras y ligeramente hundidas que luego se alargan y adquieren formas de circulares a alargadas, con anillos concéntricos y color ligeramente claro en su centro que se unen anillando el tallo y produciendo la muerte de las plántulas. Cuando las plántulas afectadas sobreviven, su crecimiento y producción son reducidos (Gil *et al*, 2013).

En condiciones de campo 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 rodeados de un halo clorótico (Figura 10). Cuando estas laceraciones son abundantes provocan el amarillamiento generalizado de la hoja (Tamayo *et al.*, 2006; La Torre *et al.*, 1990)



Figura 10 Sintomatología *Alternaria solani* en Cultivo de Tomate
(www.bayercropscience.cl)

3.9.1.2 Manejo

Tratar con semilla certificada y antes de ser sembrada ser tratada con desinfectante. No trabajar en semilleros donde ya se presentó la enfermedad. Buena fertilización con potasio. Utilizar material tolerante a la enfermedad. (Siesa, 1999).

3.9.2 Mildeo velloso –*Cladosporium fulvum*

3.9.2.1 Síntomas

Este moho se presenta inicialmente en las hojas más viejas (Figura 11) cercanas al suelo, donde la ventilación es pobre y los periodos de humedad excesiva son más prolongados. En dichas hojas aparecen inicialmente manchas pequeñas cloróticas de bordes irregulares, que luego se tornan ligeramente amarillas y finalizan como áreas secas de color café, a causa de la muerte de las células (Gil *et al*, 2013). El hongo esporula en el envés de la hoja, donde se observa un moho de color verde oliva y con el tiempo las hojas afectadas caen. El patógeno también afecta flores donde se produce el estrangulamiento del pedúnculo y posteriormente la caída de la flor (Tamayo *et al.*, 2006).



Figura 11. Mildeo velloso en Tomate (Vargas, 2014)

3.9.2.2 Condiciones favorables para su desarrollo

El moho clorótico es una enfermedad que se presenta con mucha frecuencia en cultivos de tomate bajo invernadero. El patógeno se disemina por el viento y el padecimiento es favorecido por condiciones de humedad relativa alta (mayor de 90%) y temperaturas entre 20 y 25 °C (Gil *et al*, 2013).

3.9.2.3 Manejo

Airear al máximo los abrigos para reducir la humedad relativa del aire. Un deshojado de la base permite eliminar las primeras hojas atacadas y favorece la aireación de las partes bajas de las plantas. Lucha biológica con hiperparásito natural *Hansfordia pulvinatay Acremoniums clerotigenum* (Blancard, 2002).

3.9.3 Antracnosis- *Colletrotichum spp.*

3.9.3.1 Síntomas

Hundimientos pardos y negros circulares sobre los frutos maduros. En condiciones de alta humedad relativa, está acompañada por una pudrición blanda, rosada y gelatinosa. Las lesiones en tallos y hojas son hipersensibles. Causa necrosis radicales (Siesa, 1999). Otro síntoma de la enfermedad es el ennegrecimiento, muerte apical de los tallos, ocasionando finalmente la muerte descendente de la planta. En algunos casos ocurre necrosis en el pecíolo produciendo defoliación de la planta (Álvarez, 2000).

3.9.3.2 Condiciones favorables para su desarrollo

Puede transportarse en herramientas, agua o viento, a distancias importantes. Prefiere los suelos ligeros agua libre sobre frutos o entre frutos y el suelo, durante varias horas, es muy propicio para su desarrollo. El hongo infecta con temperaturas de 20 a 28 °C (Freeman *et al.*, 1996)

3.9.3.3 Manejo

En zonas donde la enfermedad es frecuente, se recomienda un amplio espaciamiento entre surcos y plantas para facilitar la aireación del cultivo (las prácticas de poda o deshoje disminuyen la incidencia de la enfermedad). A su vez, la recolección de los frutos afectados reduce las fuentes de inóculo y las pérdidas por la enfermedad (Tamayo *et al.*, 2006).

3.9.4 Marchitez- *Fusarium oxysporum*

3.9.4.1 Síntomas

El patógeno *Fusarium oxysporum* es un habitante natural del suelo que sobrevive entre cultivos –en los residuos de cosechas anteriores– como micelio o como clamidosporas. Su diseminación a corta distancia ocurre a través del agua, especialmente cuando se utiliza riego por gravedad, y en el equipo de trabajo; a larga distancia ocurre por plantas afectadas y suelo contaminado. La enfermedad es más frecuente en suelos ácidos, mal drenados y de textura liviana, en donde el hongo penetra directamente por las raíces de las plantas a través de heridas o puntos de formación de las raíces laterales para luego crecer en los vasos del xilema, en los que ocasiona taponamiento. En la planta de tomate produce inicialmente retraso en el crecimiento y síntomas de marchitez foliar. Posteriormente, la planta presenta quemazón foliar y secamiento total (Gil *et al.*, 2013).

En plantas adultas los síntomas se presentan durante el intervalo entre floración y maduración del fruto; los primeros síntomas se presentan en las hojas más viejas que se tornan amarillas, y ese amarillamiento generalmente se desarrolla en un solo lado de la planta, la cual presenta inicialmente marchitez durante las horas más cálidas del día y consecutivamente este periodo se extiende hasta que la planta se seca completamente (Tamayo *et al.*, 2006).

3.9.5 Tizón Tardío – *Phytophthora infestans*

3.9.5.1 Síntomas

Los síntomas de la gota se pueden presentar en hojas, tallos y frutos. Generalmente los primeros síntomas aparecen en las hojas (Figura 12), como manchas grandes de color café o castaño, de aspecto húmedo y con una coloración verde pálido alrededor de la lesión. En el envés de la hoja o sobre la superficie de los tallos las lesiones son del mismo color y se observa un leve crecimiento blanquecino en el centro de la lesión, que corresponde a la esporulación del oomiceto (Gil *et al*, 2013). Durante periodos de humedad relativa alta, las lesiones en los tallos o ramas crecen cubriendo grandes extensiones de tejido, anillándolos y causando su muerte (Tamayo *et al.*, 2006).



Figura 12. *Phytophthora infestans* en Tomate (Vargas, 2014)

3.9.5.2 Condiciones favorables

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 (Sánchez *et al.*, 1998). 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 (Gil *et al*, 2013).

3.9.5.3 Manejo

Como manejo cultural se recomienda disminuir las densidades de siembra, realizar podas de hojas bajas para reducir la humedad dentro del cultivo, evitar el riego por gravedad cuando se han presentado plantas afectadas en las partes más altas del cultivo y eliminar los restos de plantas o partes enfermas retirándolas en bolsa plástica (Tamayo *et al.*, 2006). Así mismo, como control químico se recomiendan aspersiones de fungicidas protectores

3.10 Trabajos similares sobre podas

Ponce *et al* (2010) reportan que la poda de ramas no es importante para incrementar el rendimiento del tomate de cáscara, debido posiblemente a su hábito de crecimiento (Peña y Santiaguillo, 1999); esto en contraste con lo reportado para jitomate por Silvia y Vizzoto (1986), quienes al comparar plantas no podadas y podadas cerca del tercer racimo encontraron que con la poda se incrementa el rendimiento en 87 %.

Ponce *et al* (2011). Evaluaron el sistema de poda a un eje, a un eje modificado y a dos ejes. La distancia de plantación sobre la hilera fue de 0,4 m y entre bloques 1 m. La evaluación consideró tres elementos: rendimiento, calidad y precocidad. Para rendimiento se consideró el peso promedio de frutos y la cantidad de frutos planta⁻¹, para calidad se consideró el calibre de frutos y para precocidad la fecha de cosecha. Con la poda a un eje se obtuvo un mayor rendimiento, el calibre de frutos fue superior frente a los demás sistemas evaluados y se determinó que este sistema de conducción es más precoz en la producción.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

Esta evaluación se realizó en la Granja Experimental “La Esperanza” de la Universidad de Cundinamarca, situada en la vereda Guavio Bajo del Municipio de Fusagasugá, Departamento de Cundinamarca. La investigación se hizo conjunto a un proyecto de polinización con abejas, del programa de Zootecnia de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad de Cundinamarca.

4.1.1 Condiciones Ambientales De La Zona

Tabla 5. Condiciones ambientales granja la Esperanza UDEC
(Fuente: Acevedo y Montoya, 2007)

Altura promedio	1550 m.s.n.m
Temperatura media anual	18-24 °C
Precipitación media anual	1389.4 mm/año
Precipitación mensual	115.783 mm
Humedad relativa	65.6 %
Textura del suelo	Franco arcillosa
Tipo de Clima ambiental	Medio Húmedo

4.1.2 Materiales

- Invernadero.
- Alambre.
- Hilaza.
- Bomba de espalda.
- Insumos agrícolas.
- Balanza.
- Material vegetal: Tomate chonto, cultivar Calima.

4.2 METODOLOGÍA

Las plantas para la evaluación se sembraron en el invernadero de la Granja la Esperanza, la distancia establecida entre plantas fue de 0,30 m entre plantas, y 1m entre surcos, para tener una densidad promedio de 31 plantas por cama, y un número total de camas de 10. Se sembraron 2 plantas por sitio, para un promedio total de 620 plantas para el experimento, sembradas en tierra de capote.

Se realizó evaluación al manejo de las podas en Tomate chonto (*Lycopersicum esculentum*) cultivar CALIMA bajo condiciones de invernadero, teniendo como resultados dos tratamientos:

- **T1:** sin poda o Libre crecimiento.
- **T2:** Manejo de poda a dos tallos.

La fertilización (Anexo 3) se realizó por medio de fertirriego, y la cantidad de fertilizante se estableció de acuerdo a la etapa de desarrollo y requerimientos del cultivo.

El manejo fitosanitario se realizó mediante un Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE), evitando el uso de plaguicidas de síntesis química (Anexo 4), para el aprovechamiento de fauna benéfica.

4.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para esta evaluación se implementó un Diseño de bloques completos al azar, en el cual se evaluaron dos tratamientos que fueron **T1:** sin poda o libre crecimiento y **T2:** Manejo de poda a dos tallos (Figura 13), cada tratamiento contó con 3 repeticiones, cada repetición tenía un total de 100 plantas, es decir, un total de 300 plantas por tratamiento.

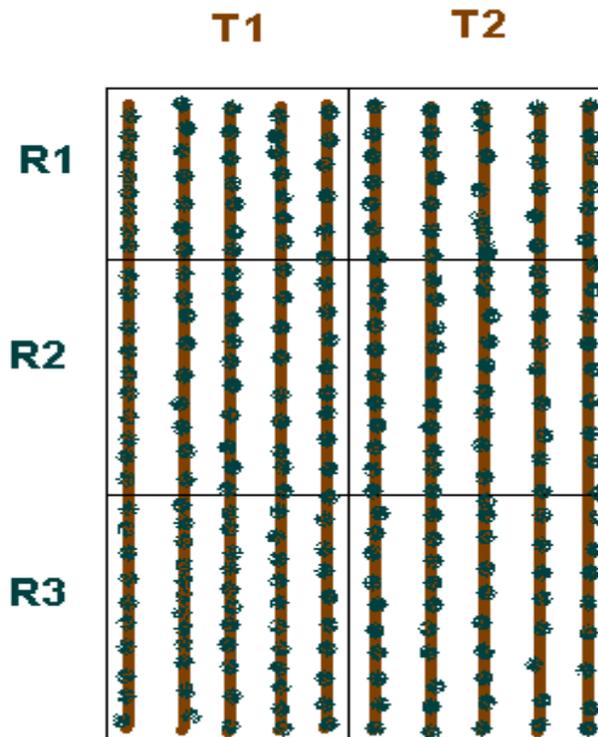


Figura 13. Distribución DBCA usado en la evaluación de podas en Cultivo de Tomate bajo Invernadero "Granja La Esperanza" (Vargas 2013)

4.3.1 Parámetros de Evaluación:

Para la evaluación se tomaron las siguientes variables:

- Número de racimos por planta
- Número de frutos por planta
- Peso de 10 frutos
- Rendimiento de cultivar
- Reacción a plagas
- Incidencia y severidad de enfermedades

4.3.2 Recolección de datos

4.3.2.1. Poblaciones individuos plaga

4.3.2.1.1 Muestreo

Para la ejecución del proyecto fue necesario realizar muestreos para identificar la población de individuos de mosca blanca y minador, plagas que se presentaron en el cultivo.

4.3.2.1.2 Unidad de muestreo

El objeto evaluado correspondió a los folíolos de la planta. Fueron evaluadas 30 plantas por tratamiento y a estas se les evaluó dos folíolos del tercio medio, para un total de 20 folíolos evaluados por repetición, y de 60 folíolos por tratamiento

4.3.2.1.3 Variable

El parámetro utilizado para obtener información correspondió al número de individuos por planta

4.3.2.1.4 Método de muestreo

El método utilizado para evaluar los folíolos del tercio medio de las plantas seleccionadas, fue, método al azar.

4.3.2.1.5 Frecuencia de Muestreo

El primer muestreo se realizó a los 15 días después del trasplante, y los demás muestreos, fueron realizados cada quince días, para un total de 8 muestreos

4.3.2.1.6 Tiempo

Los muestreos fueron realizados en las primeras horas de la mañana, antes de realizar cualquier labor cultural, con el fin de hacer verídicos los resultados.

4.3.2.2 Variables de rendimiento

4.3.2.2.1 Muestreo

Para la realización del proyecto fue necesario efectuar muestreos para variables de rendimiento, como número de racimos por planta, número de frutos por planta, peso de 10 frutos, para la determinación de la variable rendimiento.

4.3.2.2.2 Unidad de muestreo

El objeto evaluado correspondió a los frutos y racimos cosechados por planta. Se recolectaron los frutos para cosechar de 10 plantas seleccionadas por repetición, para un total de 30 plantas cosechadas por repetición. Luego se recolectaron todos los frutos de cada tratamiento por repetición, para la variable rendimiento.

4.3.2.2.3 Variable

El parámetro utilizado para obtener información correspondió al número de racimos y fruto por planta; kilogramos de 10 frutos por planta; número de frutos por planta; kilogramos (peso – rendimiento).

4.3.2.2.4 Método de muestreo

El método utilizado fue sistemático, ya que estaban marcadas las 60 plantas que se debían cosechar.
Al azar para el peso de 10 frutos.

4.3.2.2.5 Frecuencia de Muestreo

A partir de la iniciación de la fase reproductiva se tomaron los datos correspondientes a variables de rendimiento, los datos fueron tomados cada 8 días.

4.3.2.2.6 Tiempo

Los muestreos fueron realizados en las primeras horas de la tarde.

4.3.2.3 Incidencia y severidad de enfermedades

4.3.2.3.1 Muestreo

Para la realización del proyecto fue necesario implementar muestreos para variables de comportamiento sanitario, para la determinación de incidencia y severidad de enfermedades como *Phytophthora sp.* Y *Antracnosis*.

4.3.2.3.2 Unidad de muestreo

El objeto evaluado correspondió a las flores, tallos, frutos, hojas de plantas que presentaran alguna señal de infección.

4.3.2.3.3 Variable

El parámetro utilizado para obtener información correspondió a la determinación visual del estado del órgano de la planta, por parte del investigador. Valor porcentual. Para el análisis de varianza, fueron convertidos, ya que, el análisis de varianza no arroja resultados con valores porcentuales.

4.3.2.3.4 Método de muestreo

El método utilizado fue al azar donde se seleccionaba 5 plantas al azar y de esta evaluó la incidencia, si están o no afectadas; se seleccionó 5 plantas al azar y se evaluó la severidad de la enfermedad, dando una estimación visual con un valor porcentual en un rango de 0 – 100 % (Anexo 5) siendo 0 el menor grado de infestación.

4.3.2.3.5 Frecuencia de Muestreo

Los datos fueron tomados cada 15 días.

4.3.2.3.6 Tiempo

Los muestreos fueron realizados en las primeras horas de la mañana.

4.4 ANÁLISIS DE VARIANZA

Los diferentes parámetros se estimaron, se tabularon y se analizaron mediante el programa estadístico “CropStat”, para los análisis de varianza se utilizó el método de comparación de Tukey y nivel de significancia de 0.05, SC tipo I, y se compararon las medias de los tratamiento.

Para el rendimiento se hizo un ajuste por medio de un análisis de Covarianza, ya que en el tratamiento 2 se eliminaron algunas plantas afectadas por *Phytophthora sp.*

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La poda en el tomate es una práctica que permite balancear el crecimiento vegetativo con el generativo, para optimizar el número y el tamaño de los frutos en el racimo a lo largo de la planta. El manejo de la poda de frutos no tiene una fórmula general y depende de variables como variedad, condiciones climáticas, el estado de desarrollo de las plantas, su vigor y las exigencias del mercado (Escobar y Lee, 2001; Bojacá *et al.*, 2009).

5.1 COMPONENTES DE RENDIMIENTO

El análisis estadístico se realizó examinando el comportamiento de la variable tanto por el efecto de los tratamientos como de los bloques. Se usó un ANAVA con prueba de significancia de medias Tukey a 0.05 de probabilidad.

5.1.1 Análisis de Varianza Número de racimos por planta



Figura 14. Racimo de tomate (Vargas, 2014)

El análisis de varianza para número de racimos (Tabla 6), mostró que para la semana 5 se presentó diferencia estadística a nivel del 5% entre tratamientos,

siendo el tratamiento 1 (libre crecimiento) el de mayor valor. En la semana 11 no existió diferencia a nivel estadístico, y el promedio de racimos en este tiempo, para ambos tratamientos fue de 5 racimos por planta.

Tabla 6. Prueba de Tukey para número de racimos.

Nº RACIMOS			
SEMANA 5		SEMANA 11	
TRATAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTO	MEDIA
1	3.00 ^{A*}	1	5.95 ^A
2	2.15 ^B	2	5.92 ^A

* Promedios seguidos por la misma letra no presentan diferencias a nivel estadístico

Según lo observado el número de racimos (Figura 15), en la semana 5 fue mayor para el tratamiento 1 (libre crecimiento) con un promedio de 3 racimos planta⁻¹, para el tratamiento 2 (crecimiento a dos tallos) el promedio no superó los 2 racimos planta⁻¹. En la semana 11 el promedio de racimos por planta fue similar en ambos tratamientos siendo 5,9 racimos planta⁻¹.

La poda que consiste en la eliminación del ápice de la planta y de los brotes laterales se hace aproximadamente dos meses antes del fin del ciclo del cultivo para no desperdiciar Fotoasimilados en frutos que no van a llegar a ser cosechados, puesto que la época de cosecha termina antes de que estos alcancen la madurez.

Esta poda permite determinar el número de racimos que se van a dejar por planta; se puede llevar la producción a 8, 10, 12, 14 o 16 racimos, dependiendo del estado sanitario de la planta, la productividad del material y la calidad comercial exigida por los mercados. Generalmente, el tamaño de los frutos de los últimos racimos es mucho menor, por lo cual la poda terminal permite que los últimos frutos adquieran mayor tamaño. En el caso de la investigación la poda disminuyó el número de racimo en la semana 5, pero en la semana 11 no se presentaron diferencias para esta característica.

En investigaciones realizadas sobre el efecto de la poda en tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), algunos resultados han sido contradictorios debido, probablemente, a las condiciones ambientales donde se desarrolla el estudio, a las técnicas para obtener datos o al criterio del investigador en la interpretación de los resultados. En concordancia, según Gusmão (1988), para el cultivar de tomate Santa Cruz Kada, una poda apical por encima del cuarto racimo reduce el número de vertederos reproductivos y vegetativos; por el contrario, Machado *et al.* (2007) encontraron que un aumento en el número de racimos por planta favoreció la producción total y comercial en los híbridos de tomate HEINZ 9780 y KÁTIA.

Mueller y Wamser (2009) reportaron un incremento en la producción total en función del número de racimos por planta, sin embargo, hubo una disminución cuadrática de la masa media de frutos comerciales a medida que el número de racimos planta⁻¹ fue mayor.

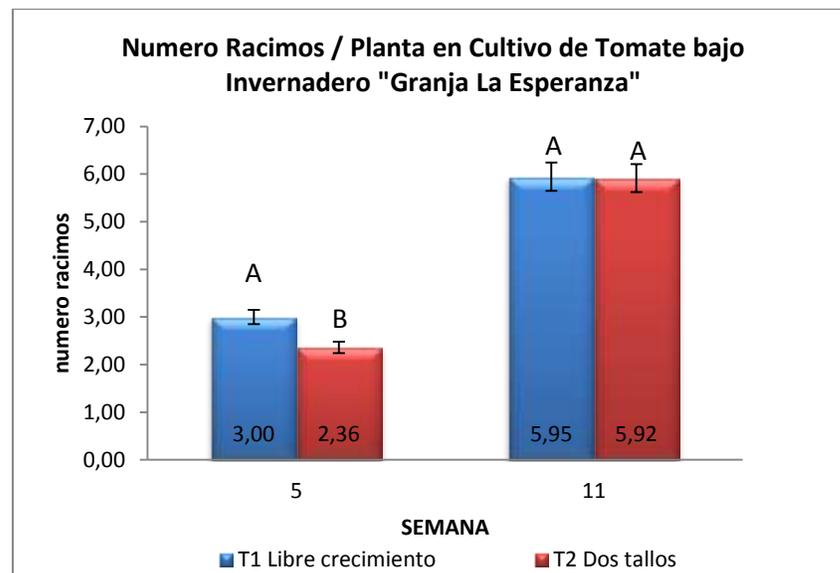


Figura 15. Prueba de Tukey para número de Racimos de Planta de tomate utilizando dos sistemas de poda en Cultivo de Tomate Chonto Bajo Invernadero "Granja La Esperanza"

También existe competencia entre racimos; cuando el suministro de asimilados es deficiente, el crecimiento de un racimo en fructificación puede suprimir la floración de los racimos siguientes. En una planta con múltiples racimos, el suministro de

asimilados de las hojas a los racimos procede fundamentalmente de las tres hojas inferiores (Chamarro, 1997).

Es lógico que en las etapas fenológicas iniciales cuando la planta está a libre crecimiento (Tratamiento 1) muestre mayor número de racimos que las plantas con poda a dos tallos. Posteriormente el efecto de las podas muestra que no difiere para esta característica con el tratamiento a libre crecimiento.

5.1.2 Análisis de Varianza Número de frutos por planta

En el análisis de varianza para número de frutos por planta (Tabla 7), no se presentaron diferencias a nivel estadístico entre los tratamientos. Los dos tratamientos se comportaron de la misma manera teniendo un promedio de frutos en la semana 5 de 8 y 7 frutos respectivamente para el tratamiento 1 (libre crecimiento) y el tratamiento 2 (crecimiento a dos tallos); para la semana 11 el valor promedio correspondió a 15 frutos por planta en los tratamientos (Figura 16). En las condiciones del ensayo esta variable no se vio afectada por el efecto de la poda.

El número de frutos está determinado por la cantidad de hojas que actúan como fuente de asimilados de acuerdo con su filotaxia; al hacer raleo de frutos, el número de hojas y su distancia a los frutos puede variar. Al reducir unos frutos, los asimilados que iban a estos son atraídos por los frutos adyacentes, que aumentan así su peso y tamaño (Russell y Morris, 1983).

Tabla 7. Prueba de Tukey para la variable número de frutos

NÚMERO DE FRUTOS			
SEMANA 5		SEMANA 11	
TRATAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTO	MEDIA
1	8.00 ^{A*}	1	15.00 ^A
2	7.33 ^A	2	15.33 ^A

* Promedios seguidos por la misma letra no presentan diferencias a nivel estadístico

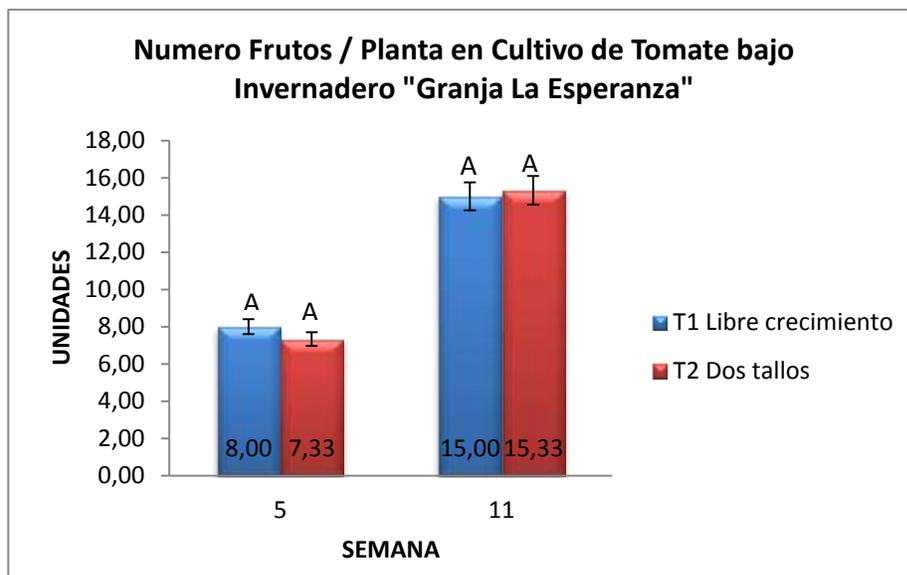


Figura 16. Prueba de Tukey para Número de frutos por plata en Cultivo de Tomate Chonto Bajo Invernadero utilizando dos sistemas de poda "Granja La Esperanza"

La competencia por los asimilados entre los órganos vegetativos y reproductivos cambia con el desarrollo de la inflorescencia. El ápice parece ser un vertedero más fuerte que la inflorescencia en iniciación y cuando el suministro de asimilados es inadecuado; por ejemplo, por baja iluminación, la inflorescencia solo tiene asimilados después que las necesidades del ápice han sido satisfechas (Chamarro, 1995), pudiendo incidir en el número y peso de los frutos. Para el ensayo realizado, no influyen las podas en el número de frutos.

El rendimiento económico del cultivo del tomate está dado en función del número de frutos cosechados por unidad de área y sus tamaños individuales (Streck *et al.*, 1998) en ambos tratamientos se dio un igual número de frutos planta⁻¹, el rendimiento de ambos tratamientos fue similar.

Cambios en la arquitectura de la planta, tal como la poda apical y de frutos, son acciones que pueden adoptarse para lograr producción de frutos de mayor tamaño, que son preferidos por el mercado (Caliman, 2003; Guimaraes *et al.*, 2007). Con un mayor número de racimos por planta el tamaño de los frutos tiende a ser menor, por el aumento de la competencia entre los frutos por los recursos de la planta; además, con más racimos por planta, el tallo presenta mayor longitud y aumenta la demanda de asimilados para su crecimiento, lo cual genera competencia con los frutos (Mueller y Wamser, 2009).

Una fertilización y/o riego inapropiado, una nutrición escasa, al no tener una adecuada asimilación de nutrientes, puede afectar el crecimiento y desarrollo de las plantas. Jones en el 2001, dice que, una fertilización deficiente de N – P – K y elementos menores pueden contribuir a un bajo porcentaje de acumulación de materia seca en los diferentes órganos de la planta.

Experiencias con plantas C4 demostraron que los asimilados son transportados de acuerdo con un patrón de distribución en el que interviene la filotaxia de la planta (Hocking y Steer, 1994); sin embargo, cuando el balance fuente - vertedero se modifica, como en el caso de una defoliación (Marcelis, 1996) o de una poda de frutos, la filotaxia deja de ser un factor importante en la regulación de la partición de materia seca; por lo tanto, los frutos reciben asimilados de todas las hojas, independientemente de su localización o distancia (Marcelis, 1996).

Los resultados obtenidos son similares con los reportados por algunos investigadores que mencionan que dependiendo de las condiciones de clima, cultivar y manejo del cultivo pueden mejorar algunas características en las podas a dos tallos dicho por Andrade *et al* (2015); mientras en otras ocasiones pueden disminuir en rendimiento y número de frutos según Betancourt (2014). A pesar de la implementación de las podas en ambos tratamientos la producción de frutos por planta no se vio afectada.

5.1.3 Análisis de Varianza Peso de 10 frutos

En el análisis de varianza de peso de 10 frutos (Tabla 8) no se encontró diferencia estadística para ningún tratamiento, en la semana 6 con un promedio de 1 kilogramo tanto para tratamiento 1 (libre crecimiento) como tratamiento 2 (crecimiento a dos tallos); valores de 0,960 y 0,986 kilogramos fueron obtenidos para tratamiento 1 y tratamiento 2, respectivamente, en la semana 12. Esto indica que las podas bajo las condiciones del ensayo no mejoró esta característica como lo reportaron algunos investigadores como Guimaraes *et al* (2007). El peso del fruto, a su vez está determinado por la relación entre la potencia de la fuente y la potencia de la demanda durante el periodo de crecimiento del fruto (Zarate, 2007)

Se observa en la Figura 17 la tendencia de los tratamientos fue muy similar, en los dos intervalos de tiempo, luego de la semana 12, el peso de los 10 frutos no superó el kilogramo.

Tabla 8. Prueba de Tukey para la variable peso de 10 frutos

PESO DE 10 FRUTOS			
SEMANA 6		SEMANA 12	
TRATAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTO	MEDIA
1	1.16 A*	1	0.96 A
2	1.09 A	2	1.99 A

*Promedios seguidos por la misma letra no presentan diferencias a nivel estadístico

El peso promedio de 10 frutos fue disminuyendo conforme se avanzó en las cosechas y en la semana 6 los frutos fueron de mayor peso que en la semana 12. Datos similares obtuvieron Ponce *et al.* (2010) El peso promedio por 15 frutos descendió conforme se avanzó en los cortes, y en el primero los frutos fueron significativamente de mayor peso que en los dos últimos; donde la variedad CHF1-CHAPINGO obtuvo un peso promedio 448.6 gramos y 396.3 gramos, para corte 1 y corte 4, respectivamente; Para la variedad TAMAZULA SM2 en el corte 1 el peso de 15 frutos fue de 318.5 gramos y en el corte 3 fue de 175.3 gramos.

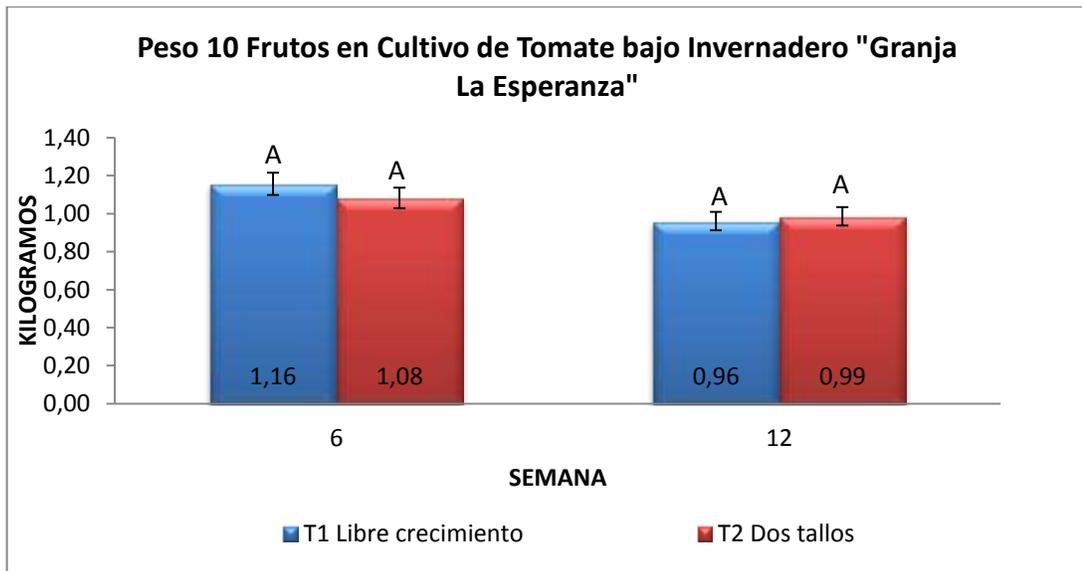


Figura 17. Prueba de Tukey para Peso de 10 frutos en Cultivo de Tomate Chonto Bajo Invernadero "Granja La Esperanza"

Lagos (2005) sostiene que no existe diferencia significativa en el diámetro polar y ecuatorial de los tratamientos a un eje y a dos ejes, y señala además que las diferencias en calibre están dadas por la carga frutal en los racimos. Es así como asegura que con 3 frutos racimo⁻¹ se obtienen mayores calibres que con 4 y 5 frutos racimo⁻¹. Si los frutos son de mayor tamaño por ende el peso de estos va a ser mayor. Las condiciones en las que se realizó el ensayo influyeron en peso y tamaño de los frutos, por esta razón, las podas no intervienen en el peso de los frutos de tomate cosechados.

Para peso de 10 frutos, la deficiencia de riego en la parte del cultivo hizo notar que es fundamental para la obtención de mayor peso de frutos y por ende el rendimiento del cultivo sería mayor. Esto concuerda con lo dicho por Martínez (2011), que menciona que el estrés hídrico es uno de los factores que inducen en la floración y por ende con mayor o menor número de flores hay mayores o menores rendimientos y calidad de los frutos.

En la semana 6 se obtuvo que el promedio de peso de 10 frutos para ambos tratamientos fue de 1 kilogramo, y que al finalizar el experimento a la semana 12, el peso de los 10 frutos no superó los 0,97 kilogramos. El cultivo de tomate chonto cultivar calima el cual se caracteriza por presentar frutos grandes (150 a 190 g), rojos, muy firmes y brillantes. (Impulse semillas, 2009). Este peso se obtiene con las condiciones adecuadas para el cultivo, en especial riego y fertilización.

5.1.4 Análisis de Varianza Rendimiento del cultivo

Inicialmente los datos se tabularon y se sometieron a un ANAVA, que mostró un coeficiente de variación muy alto porque en alguna repetición hubo pérdidas de población por efecto de enfermedades. Para corregir este inconveniente se ajustaron los rendimientos por población mediante un análisis de Covarianza (Tabla 9).

Para el rendimiento la comparación de promedios según los datos obtenidos luego de hacer análisis por covarianza (Figura 18), mostró que no hubo diferencia a nivel estadístico en los rendimientos de los dos tratamientos. Los valores ajustados mostraron que el tratamiento 1 (libre crecimiento) rindió 229.22 kilogramos parcela⁻¹ contra 214.26 kilogramos parcela⁻¹ para el tratamiento 2 (poda a dos tallos). A nivel económico 15 kilogramos representa una mejor alternativa económica.

Tabla 9. Promedios ajustados por Covarianza para rendimiento total en kilogramos para cultivo de tomate chonto bajo invernadero "granja la esperanza"

RENDIMIENTO (kg/parcela)		
TRATAMIENTO	MEDIA	MEDIA AJUSTADA
1	269.89	229.22
2	173.59	214.26
DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA COMPARACION DE MEDIAS		
MEDIAS	DMS (0.05)	DMS (0.01)
1 2	242.044235	1212.640503

*Promedios seguidos por la misma letra no presentan diferencias a nivel estadístico

Resultados similares fueron reportados por Vallejo *et al* (1974) en un ensayo en Palmira, Colombia, con el fin de estudiar la respuesta del tomate a diferentes sistemas de poda. Los autores encontraron como los mejores tratamientos: libre crecimiento con poda de flores (58.09 ton. ha⁻¹), libre crecimiento (54.44 ton. ha⁻¹) y libre crecimiento con descope (53.47 ton. ha⁻¹ desde el punto de vista práctico se recomiendan los tratamientos: libre crecimiento con ó sin descope. No se recomienda la poda de flores, por ser muy dispendiosa. El sistema poda a dos ramas (30.49 ton. ha⁻¹) no es aconsejable, con las distancias empleadas por el agricultor en el Valle del Cauca (0.5 m. x 1.0 m.) porque presenta la más baja producción de frutos comerciales, el menor número de frutos grandes, medianos, pequeños y el menor ingreso ponderado.

Jaramillo (1978) realizó un ensayo con tomate Chonto comparando 2 sistemas de siembra: surco doble y surco sencillo, y 4 sistemas de poda; poda a 2 y 6 ramas, despunte a los 110 días del trasplante y libre crecimiento. En todos ellos se eliminaron los brotes nacidos bajo el primer racimo floral, excepto el inmediatamente debajo. Se cosechó 2 veces por semana clasificando los frutos por tamaño y calidad. De los resultados obtenidos la poda más recomendable fue el despunte, por cuanto se indujo mayor rendimiento, mayor número de frutos grandes y menor número de frutos rajados. Los tratamientos libre crecimiento y poda a 6 ramas, presentaron buenas producciones pero debido a excesivo crecimiento para el primero de ellos y la mayor mano de obra, con el segundo deben tomarse como alternativas en condiciones especiales. El tratamiento con poda a 2 ramas fue el que menores producciones indujeron lo mismo que el mayor porcentaje de frutos rajados, en comparación con los demás.

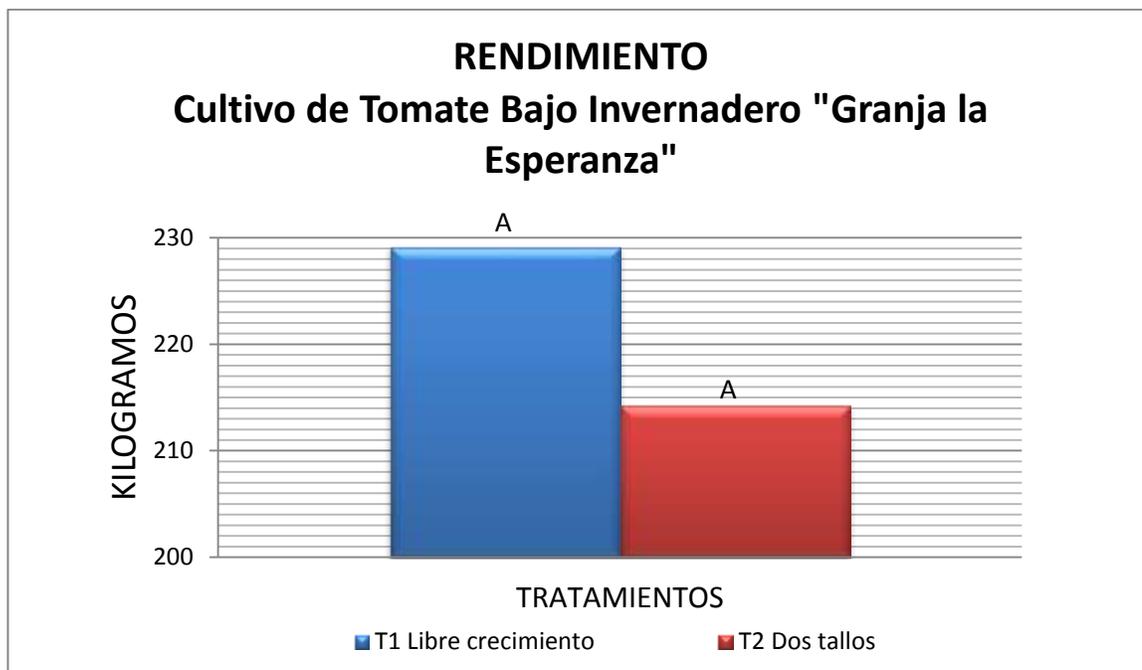


Figura 18. Rendimiento Total en Kilogramos por Tratamiento

Borrego *et al* (2001) encontraron, a través del uso de análisis de componentes principales, en el cultivo de tomate en invernadero, uno de los componentes se asociaba a las características del rendimiento y otro a variables fisiológicas de crecimiento. Posiblemente cuando se efectuó las podas, se puede por una parte, incrementar el número y peso de frutos, y por el otro lado al disminuir estructuras vegetativas se esta alterando la relación fuente - vertedero.

Ponce *et al* (2010) que realizaron una investigación con el propósito de mejorar la calidad y producción del cultivo de tomate de cáscara (*Physalis sp.*), estudiaron, cuatro niveles de poda (cuarto, sexto y octavo entrenudo y sin poda) en dos variedades de tomate de cáscara (CHF1 Chapingo y Tamazula SM2). . Las variables evaluadas fueron: peso, tamaño (diámetro ecuatorial y polar) y rendimiento de fruto. Ningún nivel de poda tuvo efecto positivo en el rendimiento ni en la calidad de fruto; sin embargo, sí hubo efecto entre variedades. Con la variedad CHF1 Chapingo se obtuvo el mayor rendimiento (963.5 g por planta) y la mejor calidad de fruto (peso por fruto de 26.4 g, diámetro ecuatorial de 54.4 mm y diámetro polar de 34.1 mm).

Betancourt (2014) realizó la evaluación de cuatro híbridos de tomate con dos tipos de poda de conducción cultivados bajo el sistema hidropónico. El autor reporta que los tratamientos con dos ejes presentaron el mayor rendimiento; las características agronómicas: longitud del fruto, diámetro del fruto y peso del fruto, fueron mayores con aquellas plantas cultivadas con un tallo de conducción, en comparación con la de dos tallos. El rendimiento del tratamiento 1 (libre crecimiento) fue mayor al tratamiento 2 poda a dos tallos, ya que el rendimiento es afectado por la severidad del deshoje y el estadio de desarrollo de la planta al momento de la labor (Slack, 1986). Cabe anotar además, que las dificultades que se presentaron en el ensayo por parte de falta de agua para las labores de fertirriego, afectaron los resultados de rendimiento obtenidos en el presente ensayo.

5.2 COMPORTAMIENTO FITOSANITARIO

5.2.1 Plagas

5.2.1.1 Análisis de Varianza Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

Los datos se tabularon y se sometieron a un Análisis de varianza para los niveles de población de mosca blanca (Tabla 10), que no presentó diferencias a nivel estadístico entre los tratamientos. En la semana 4, aunque se tiene un promedio de individuos igual a 18 y 30 moscas blancas para tratamiento 1 y tratamiento 2, respectivamente, la diferencia no es significativa en este tipo de evaluación. En la semana 8 se observó que existió diferencia estadística entre tratamientos, siendo el tratamiento 1 el de mayor población 119 individuos y tratamiento 2 con una población de 83 individuos. La razón de este resultado es que el tratamiento 1 (libre crecimiento) presenta mayor número de hojas y mayor longitud entre los tallos, que incide en que aparezcan mayor número de mosca blanca en las plantas sin presencia de poda, en contraste en el tratamiento 2 (crecimiento a dos tallos) donde el número de hojas es inferior.

Tabla 10. Prueba de Tukey para Análisis de varianza de Mosca blanca.

Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)			
Incidencia semana 4		Incidencia semana 8	
TRATAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTO	MEDIA
1	18.90 ^{A*}	1	119.16 ^A
2	30.24 ^A	2	83.30 ^B

*Promedios seguidos por la misma letra no presentan diferencias a nivel estadístico

Se observa la dinámica población de Mosca Blanca (Figura 19), durante la investigación, para el tratamiento 2 (crecimiento a dos tallos) donde en la semana 1 se tienen 8 individuos de mosca blanca, y el transcurso fue incrementando hasta obtener en la semana 7, una población de 123 individuos.

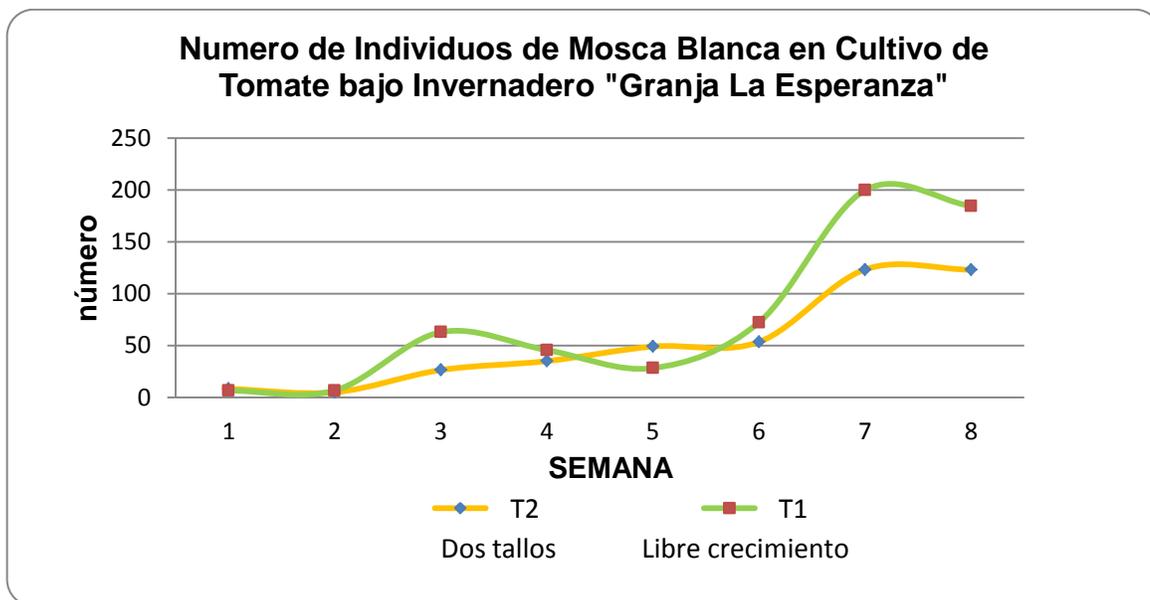


Figura 19. Fluctuación Poblacional de Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en cultivo de Tomate bajo Invernadero "Granja La Esperanza"

Para el tratamiento 1 (libre crecimiento) la dinámica de la población de la plaga es variable, al inicio de las evaluación , en la semana 1, supera los 6 individuos, y en el desarrollo del cultivo la población de dicha plaga incrementó considerablemente, y fue aún mayor la población en la semana 7; se realizaron aplicaciones para el control de la plaga (ver Anexo 4) y los niveles de esta disminuyeron a 45 en la semana 4, en la semana 5 fueron 28 individuos, luego de la semana 6 de evaluación, tuvo un crecimiento potencial, con poblaciones superiores a los 100 individuos, luego de la semana 7 de evaluación.

La población de mosca blanca fue similar para los dos tratamientos hasta la semana 6 y después de esta el valor para el tratamiento 2 poda a dos tallos muestra un valor más alto de mosca blanca. La densidad de las poblaciones de mosca blanca en sus diferentes estados en un cultivo de tomate bajo invernadero puede presentar variaciones debido a la influencia de las labores culturales y ambientales (Bernal *et al* 2008).

Al considerar los niveles en los dos tratamientos se observó que por los niveles de infestación las medidas de control deberían realizarse a partir de la 2 semana. Se ha reportado que la mosca blanca *T. vaporariorum* es una plaga de importancia

económica en la región del Sumapaz y se calculan pérdidas de 10.8 toneladas hectárea⁻¹ (28% de la producción total) en tomate, cuando no se ejerció ningún control sobre la plaga (Rodríguez *et al.* 1996)

Cuando las poblaciones de mosca blanca son altas, pueden ocasionar daño físico al perforar las células del follaje y mecánico al succionar la savia debilitando así el crecimiento de las plantas. También causan serios problemas indirectos cuando el hongo denominado fumagina (*Capnodium sp.*) crece sobre la melaza secretada por ninfas y adultos, lo cual afecta la calidad del follaje y frutos por la reducción de la tasa fotosintética y la baja presentación (Buitrago, 1992). Para el ensayo realizado, se evidencio alta población de mosca blanca por el efecto de la poda.

5.2.1.2 Análisis de varianza minador (*Lyriomiza sp.*)

El Análisis de varianza para minador (Tabla 11), indicó que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos a la semana 8. En el tratamiento 2 se observó que la población es menor (22 individuos) con respecto al tratamiento 1 (28 individuos).

Se observó que los tratamientos de podas implementados no alteraron la incidencia de minador en el ensayo.

Tabla 11. Prueba de Tukey para incidencia de Minador.

MINADOR – SEMANA 8	
TRATAMIENTO	MEDIA
1	28.08 a*
2	22.27 a

*Promedios seguidos por la misma letra no presentan diferencias a nivel estadístico

Realmente como las condiciones del ensayo no controlan casi ningún parámetro climático, es lógico suponer que se presentaran altos niveles de infestación, que pueden en un momento dado causar pérdidas a nivel económico.

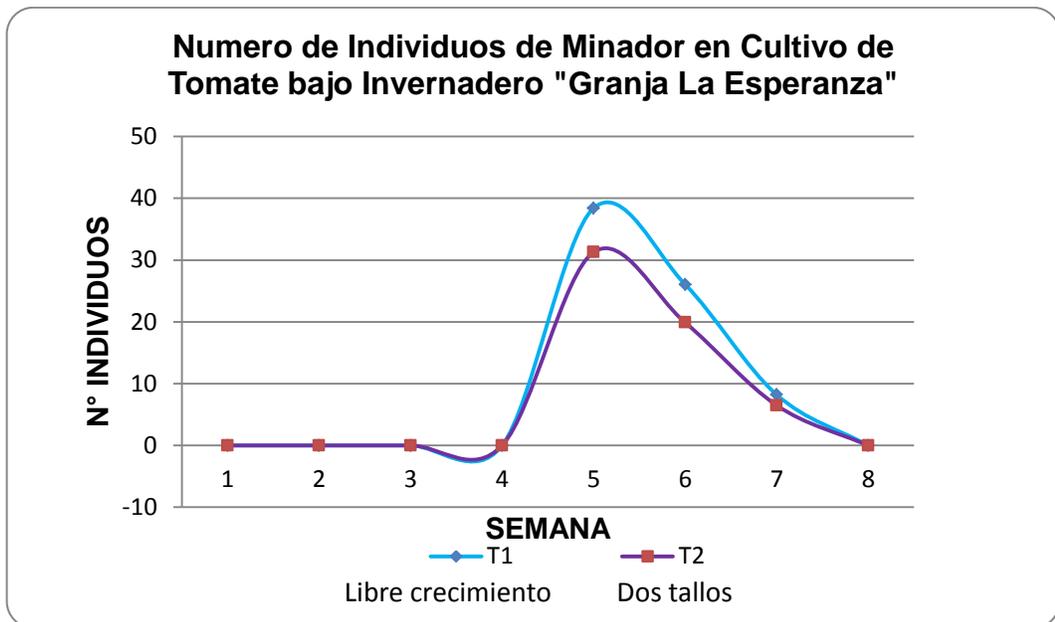


Figura 20. Fluctuación Poblacional de Minador (*Liriomyza sp.*) en cultivo de Tomate bajo Invernadero "Granja La Esperanza"

La aparición de minador (Figura 20) en el cultivo ocurre a partir de la semana 5 con una población superior a las 30 larvas, con las aplicaciones de control biológico, que se efectuaron durante el desarrollo del experimento los niveles de la plaga empezaron a disminuir notoriamente en el tratamiento 1 (libre crecimiento) y de igual manera para el tratamiento 2 (crecimiento a dos tallos), siendo esta la de menores valores de la población de minador, aunque, muy similares al tratamiento 1.

5.2.2 Enfermedades

El análisis estadístico se realizó examinando el comportamiento de la variable enfermedad por el efecto de los tratamientos como de los bloques; desde el momento de su aparición hasta finalizar las evaluaciones programadas. Se usó un ANAVA con prueba de significancia de medias Tukey a 0.05 de probabilidad.

5.2.2.1 Análisis de varianza incidencia *Phytophthora*

Se observó que la incidencia de *Phytophthora* (Figura 21), en el cultivo para Tratamiento 1 es controlada luego de la semana 4. La incidencia de la enfermedad a la semana 3 es de 2 plantas afectadas y en el transcurso del experimento esta no vuelve a afectar a más de 1 planta.

El análisis de varianza mostró (Tabla 12) que no hay diferencia estadística entre los dos tratamientos evaluados, siendo muy similar la incidencia de *Phytophthora* en la semana 5 para ambos tratamientos; en la semana 10 la media es mayor para el tratamiento 2 (crecimiento dos tallos) pero no hubo diferencia estadística con el tratamiento 1 (libre crecimiento).

Tabla 12. Prueba de Tukey para incidencia de *Phytophthora*.

INCIDENCIA <i>Phytophthora</i>			
SEMANA 5		SEMANA 10	
TRATAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTO	MEDIA
1	1,92 a*	1	1,17 a
2	1,83 a	2	2,46 a

*Promedios seguidos por la misma letra no presenta diferencias a nivel estadístico.

La supervivencia del inoculo en el tratamiento 2 (crecimiento a dos tallos) muestra la resistencia de *Phytophthora* las aplicaciones de los controladores biológicos, fluctuando semana a semana de 1 a 3 plantas afectadas, desde la semana 4 a la semana 8, siendo más crítico en la semana 10, donde supera la incidencia de *Phytophthora* a 4 plantas afectadas donde empieza a disminuir, llegando a 2 plantas afectadas en la semana 11.

En Colombia ha sido de especial importancia la enfermedad conocida con los nombres de gota, gotera, lancha o tizón tardío, causada por *Phytophthora infestans*, perteneciente al Phylum *Oomycota*, orden *Peronosporales*, familia *Pythiaceae* que produce propágulos infectivos móviles. Los primeros registros de la enfermedad en Colombia aparecen alrededor de 1571 (De Bary, 1876, citado por Pedraza, 1973) y desde entonces se ha presentado como la enfermedad más

frecuente y destructiva en todas las zonas del país, ocupando aproximadamente entre 8 y 12 % de los costos de producción total del cultivo (Del Valle, 1997 y Orozco et al., 2001). El efecto de las podas no incide sobre la incidencia de *Phytophthora* en el cultivo

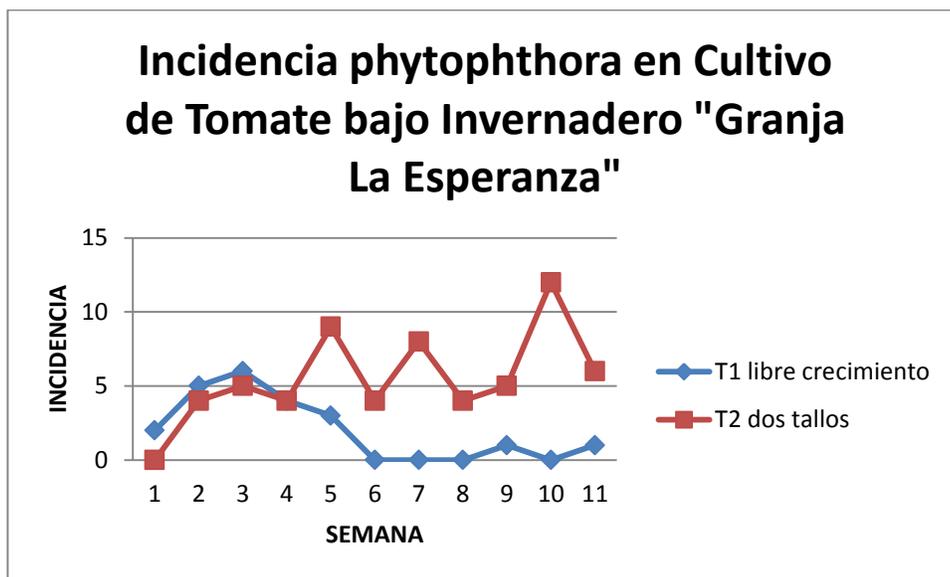


Figura 21. Incidencia *Phytophthora* en Cultivo de Tomate Chonto bajo Invernadero "Granja La Esperanza"

5.2.2.2 Análisis de Varianza Severidad *Phytophthora sp.*

El Análisis de varianza para severidad de *Phytophthora sp.* muestra (Tabla 13) que no existe diferencia significativa entre los tratamientos y los bloques, siendo el tratamiento 2 (crecimiento a dos tallos) el más afectado con un porcentaje promedio de 22.5. Al igual que en algunos insectos plagas no hay un efecto de las podas sobre la severidad de la enfermedad.

Tabla 13. Prueba de Tukey para severidad de *Phytophthora*.

SEVERIDAD <i>Phytophthora</i>	
TRATAMIENTO	MEDIA
1	15,28 a*
2	22,50 a

*Promedios seguidos por la misma letra no presenta diferencias a nivel estadístico.

La distribución espacial del ensayo incidió que alguna de las repeticiones mostrara más alto nivel de severidad de la enfermedad, pero el promedio de los tratamientos muestra que no hay diferencias a nivel estadístico, aunque hay un mayor valor para el tratamiento 2 (crecimiento a dos tallos).

El cultivar es susceptible al patógeno y la severidad de la enfermedad se aumentó por las condiciones ambientales que no fueron controladas en el invernadero y las condiciones de poda a dos tallos favorecen en algún grado la presencia de la enfermedad. La capacidad fotosintética del cultivo disminuye por la presencia de *Phytophthora* (Manqui, 2010), por ende, el rendimiento del cultivo para el tratamiento 2 (crecimiento a dos tallos) fue bajo.

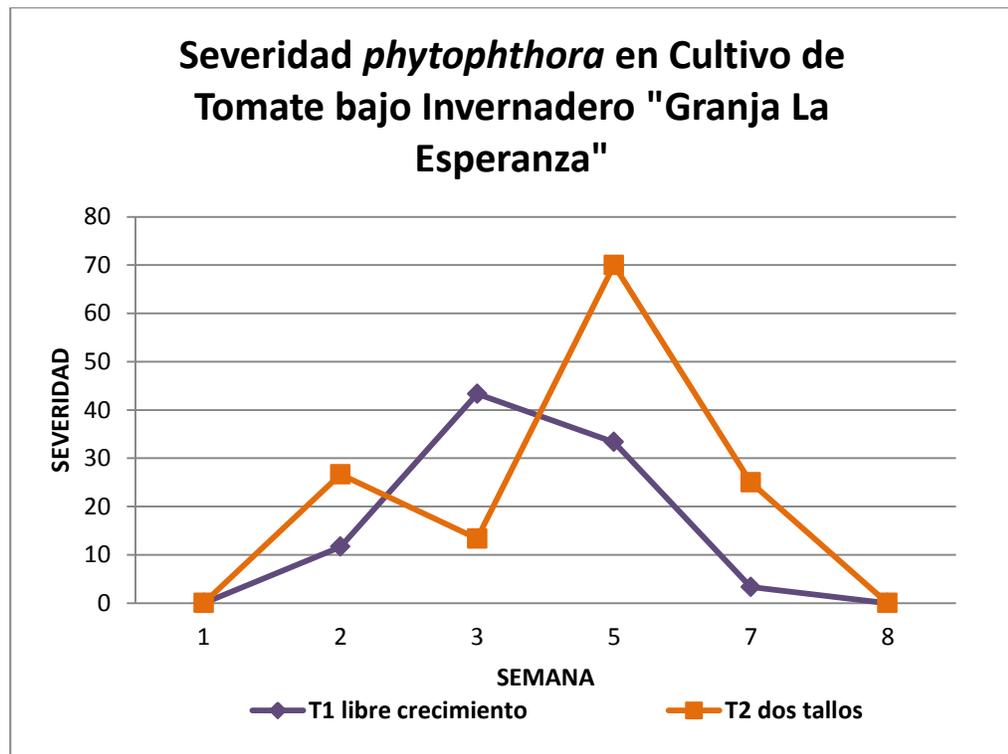


Figura 22. Severidad *Phytophthora* en Cultivo de Tomate Chonto bajo Invernadero "Granja La Esperanza"

5.2.2.3 Análisis de Varianza *Antracnosis*

El análisis de varianza para *Antracnosis* muestra que no se presentan diferencias a nivel estadístico entre los tratamientos. Se observó que la aparición de *Antracnosis* ocurre luego de la semana 9, no alcanzó severidad mayor a 33% en la semana 11 para Tratamiento 1 (libre crecimiento).

Para el tratamiento 2 (crecimiento a dos tallos) en la semana 9 tuvo mayor porcentaje de severidad (23%), el sitio donde estaba establecido el cultivo permitía que las condiciones favorables para que se establecería la enfermedad. Las condiciones de manejo del cultivo incidieron en la aparición de la enfermedad de manera similar en los dos tratamientos. El efecto de las podas no influye en la severidad de *antracnosis*.

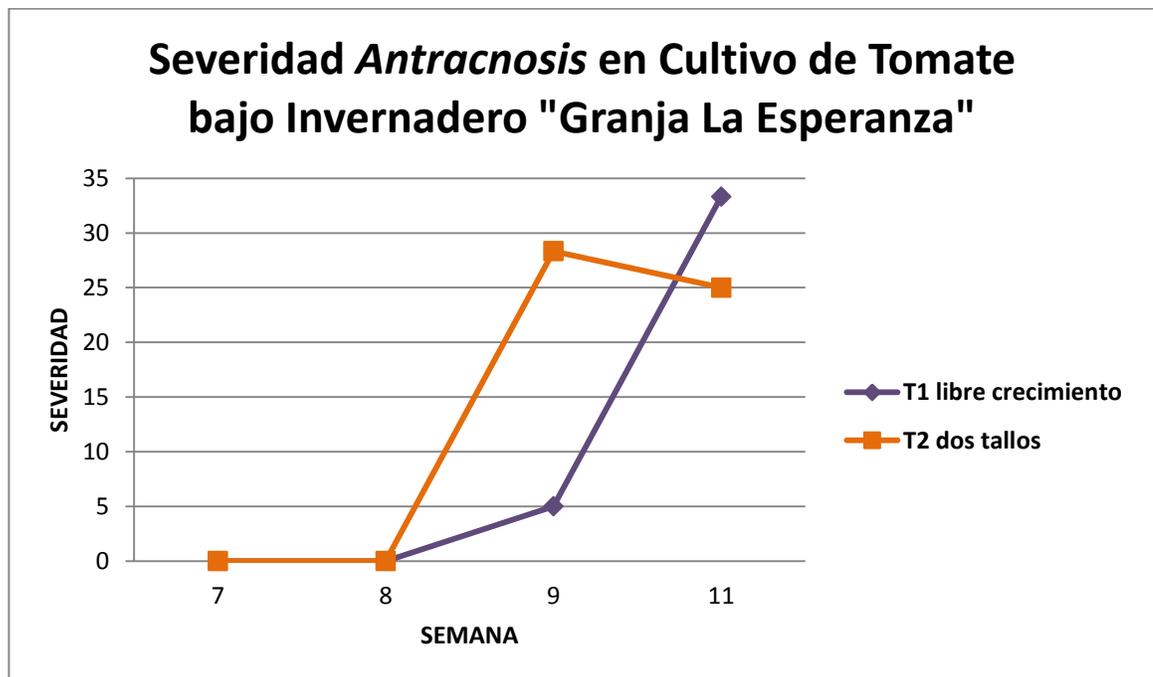


Figura 23. Severidad *Antracnosis* en Cultivo de Tomate Chonto bajo Invernadero "Granja La Esperanza"

6. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las cuales se realizó el ensayo de podas del cultivo de tomate chonto (*Lycopersicum esculentum*) cultivar Calima bajo invernadero, para las variables evaluadas y los resultados obtenidos, se indicó que no se mostró efecto benéfico sobre el manejo con podas a dos tallos (tratamiento T2) en comparación a libre crecimiento (tratamiento T1).

Para la variable rendimiento los resultados obtenidos por promedio ajustado fueron tratamiento 1 (libre crecimiento) rindió 229.22 kilogramos parcela⁻¹ y tratamiento 2 (crecimiento a dos tallos) 214.26 kilogramos parcela⁻¹ lo que indica que no se mostró efecto benéfico sobre el manejo con podas a dos tallos en comparación a libre crecimiento. La diferencia de 15 kilogramos por parcela a favor de las plantas a libre crecimiento (tratamiento 1), puede mostrar una diferencia que a nivel económico para el productor pueda ser atractiva

Con las condiciones en que se desarrolló el ensayo en invernadero (umbráculo) se puede concluir que no hubo un efecto de las podas en la presencia de plagas y enfermedades que se presentaron en niveles y severidades similares para los dos tratamientos en el cultivo de tomate indeterminado bajo condiciones de umbráculo. La presencia de Mosca blanca, en la semana 8 se observó que el tratamiento 1 (libre crecimiento) de mayor población con 119 individuos y el tratamiento 2 (crecimiento a dos tallos) con una población de 83 moscas blancas; para minador, se obtuvo como resultado 28 individuos para tratamiento 1 (libre crecimiento) y 22 individuos en el tratamiento 2 (crecimiento a dos tallos) e Incidencia y severidad de *Phytophthora* y Antracnosis no presentaron diferencias estadísticas señalando que las podas no tienen efecto sobre la presencia o ausencia de enfermedades y plagas.

En el cultivo bajo condiciones ambientales dentro del invernadero es de gran importancia, si se hace razonadamente, puede dar buen rendimiento y calidad del producto cosechado, en este caso cultivo de tomate, además de que la función sanitaria de las podas tendría un efecto económico beneficioso y la productividad del cultivo iría en aumento, cuando se dan las condiciones adecuadas de fertirriego.

Los rendimientos similares para ambos tratamientos, se vieron afectados por la falta de recurso hídrico, las labores de poda se hacen con el fin de potencializar la producción, en este estudio no se contó con riego suficiente, que influyó en los resultados obtenidos, de rendimiento del cultivo de tomate chonto, cultivar calima.

7. RECOMENDACIONES

- En el cultivo de tomate Chonto (*Lycopersicum esculentum*) cultivar Calima bajo condiciones de invernadero, las podas se deben hacer solo en tallos y hojas, y se deben evitar los raleos; las podas a hojas y tallos deben hacerse de acuerdo con el estadio fenológico de la planta y las defoliaciones no deben hacerse de forma intensiva, para mantener y garantizar buenos rendimientos.
- La realización de nuevos trabajos estableciendo más tratamientos donde se integren distancias de siembra con las podas.
- Se recomienda establecer el tipo de poda según el estadio fenológico de la planta y teniendo en cuenta la humedad del suelo y la nutrición del cultivo
- Implementar equipos como datalogger y termómetro para garantizar que las condiciones ambientales del invernadero sean homogéneas para los tratamientos y tener un mayor control en los resultados.
- Tener en cuenta que una de las ventajas de los invernaderos, con el uso de cultivares de crecimiento indeterminado, es llegar a producir hasta más de 12 racimos por planta. Se recomienda implementar estudios para determinar hasta que número de racimos se puede llegar a manejar exitosamente el tomate.

8. BIBLIOGRAFÍA

ALJARO Agustín, 1993. Técnicas De Poda Para Hortalizas En Invernadero. Tomate. Pepino ensalada. Melón.; IPA La Platina N° 59

ÁLVAREZ A. Prácticas agronómicas para el cultivo del ñame. En: Ñame: producción de semillas por biotecnología. Ed.: Mónica Guzmán y Gustavo Buitrago. Universidad Nacional de Colombia. Editorial Unibiblos. Bogotá, D.C.; 2000; 33-39.

ANDRADE, D y LOAISIGA, F.2015. Evaluación del crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) variedad Shanty en tres distancias de siembra, en condiciones de casa malla, finca Las Mercedes, UNA, Managua. Ingeniería tesis, Universidad Nacional Agraria.

AZCÓN-BIETO J. y TALÓN M. 2008; Fundamentos De Fisiología Vegetal; McGraw-Hill Interamericana de España, S.L.; Barcelona. Cap.: 5 pp 91 – 93

BARRETO O., J. D.; MIRANDA L., D.; AGUIRRE G., M. C.; ECHEVERRI A., L. A.; CAICEDO, A. M. Y CAMPOS V., Y. Y. 2002. Manual del cultivo de tomate tipo milano, pimentón, maíz dulce y frijol en el sistema de siembra en camas plastificadas, bajo las condiciones agro ecológicas de la meseta de Ibagué. Colciencias, Cooperativa Serviarroz, Corpoica, Sena. Ibagué. P. 3-42.

BENINCASA, P.; C. BECCAFICHI; M. GUIDUCCI Y F. TEI. 2006. Source-sink relationship in processing tomato as affected by fruit load and nitrogen availability. Acta Hort. 700, 63-66.

BETANCOURT, S.2014. Evaluación de cuatro híbridos de tomate con dos tipos de poda de conducción cultivados bajo el sistema hidropónico. Tesis grado Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Agrarias.

BERENGUER, J.J., ESCOBAR I. Y CUARTERO J. 2003. Gastos de cultivo de tomate tipo cereza en invernadero. Actas de Horticultura. (ISHS)

BERNAL L.; PESCA L.; RODRIGUEZ D.; CANTOR F.; CURE J.; 2008. Plan de muestreo directo para *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) en cultivos comerciales de tomate.

BIMA P., 2014, Sistemas de producción de cultivos intensivos, Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Argentina.

BLANCARD, D. 2002. Enfermedades del Tomate, observar – identificar - luchar. INRA, Paris.

BOJACÁ, C. R.; N.Y. LUQUE Y O.I. MONSALVE. 2009. Análisis de la productividad del tomate en invernadero bajo diferentes manejos mediante modelos mixtos. Rev. Colomb. Cienc.Hortic. 3(2), 188-198.

BUITRAGO B .N. 1992. Niveles de resistencia a insecticidas en *Trialeurodes vaporariorum* (westwood) plaga del frijol común. Trabajo de grado de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de agronomía. Bogotá 93p

CABRERA, F. A. V., JARAMILLO, L. D. O., & AGUIRRE, R. D. V. 1975. Respuesta del tomate (*Lycopersicon esculentum*), Mill a diferentes sistemas de poda. Acta Agronómica, 25(1-4).

CALDERÓN, L. 2010. Requerimientos nutricionales de un cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en la sabana de Bogotá (en línea) citado, 3 agosto de 2010. Web

CALIMAN, F.R.B. 2003. Produção e qualidade de frutos de genótipos de tomateiro em ambiente protegido e no campo. Tesis de Maestría. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Brasil

CANSINO B., J; SÁNCHEZ C., F.; ESPINOSA R., P. 1992. Efectos del despunte y la densidad de población sobre dos variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), en hidroponía bajo invernadero. Revista Chapingo 15 (73-74): 26-30.

CASTELLANOS J. Z. y MUÑOZ R. J.; 2004. Manual De Producción Hortícola En Invernadero.; Curso Internacional De Producción De Hortalizas Bajo Invernadero. México

CATIE, Centro Agronómico Tropical De Investigación Y Enseñanza. 1990. Proyecto regional manejo integrado de plagas. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Costa Rica: Turrialba.

CORELLA R, SOTO R; ESCOBOSA F; GRIMALDO O; HUEZ M., y ORTEGA M. 2013. Comparación de dos tipos de poda en tomate *Lycopersicon esculentum* Mill., sobre el rendimiento en invernadero. XVI Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora.

CHAMARRO, J. 1995. Anatomía y fisiología de la planta. pp. 43-91. En: Nuez, F. (ed.). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid

CEPEDA Siller, Melchor; 2009; El Tomate Rojo: Cultivo y control parasitológico. Mexico D.F. PP 12 - 17

DABOIN M, CASADIEGO E; 2010; Technical and Economic Strategies for the Production and the Processing Of the Tomato in Greenhouses. Revista Electrónica Facultad de Ingeniería UVM. Volumen 4 Edición N° 2. Venezuela.

DEL VALLE ESTRADA, A.1997. La gota. Revista Papa 17, 3.

DESAI, B. KOTECHO, M. y SALUNKHE, D. 1997. Seeds Handbook. Biology, Production, Proccessing And Storage. Ed Marcel Dekker. New York, U.S.A. the composition of nutrient solutions for hydroponic cropping: practical use. Acta Hort. 627 p.

ESCOBAR, H. Y R. LEE. 2001. Producción de tomate bajo invernadero. Cuadernos del Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales CIIA. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. pp. 113-117.

FAO, 2007. Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Tomate Bajo Condiciones Protegidas.; FAO, Gobernación de Antioquia, MANA, CORPOICA, Centro de Investigación "La Selva". Colombia

FAO, 2013. Organizaciones De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura; MEZA J.; PANTOJA A.; ROMA G. P.; GODOY N.; GATTINI J.; VILLASANTI C.; CHAVEZ R.; DIAZ J.; El Cultivo de Tomate con Buenas Practicas Agrícolas en la Agricultura Urbana y Periurbana. Paraguay.

FLORES, I. 1986. Cultivo de hortalizas. Monterrey, México: instituto tecnológico y de estudios superiores de monterrey. División de ciencias agropecuarias y marítimas. Departamento de agronomía.

FREEMAN, S.; KATAN, T.; SHABI, E. Characterization of *Colletotricum gloeosporioides* isolates from avocado and almond fruits with molecular and pathogenicity test. Applied and Enviromental Microbiology, Washington, v.62, n.3, p.1.014-1.020, 1996.

GIL, L.; CLÍMACO, J.; JARAMILLO, J.; RODRÍGUEZ, V.; Tecnología para el cultivo del tomate bajo condiciones protegidas; Capitulo 8 Manejo integrado de enfermedades; Bogotá, D.C., Febrero de 2013, Colombia.

GUIMARÃES, M.; DA SILVA D.; FONTES P.; CALIMAN F.; LOOS R. Y STRINGHETA P. 2007. Produção e sabor dos frutos de tomateiros ubmetidos a poda apical e de cachos florais. Hortic. Bras. 25(2), 265-269.

GUSMÃO, S. 1988. Efeito da poda e da densidad e de plantio sobre a produção do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis de maestría. Universidad Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil

HOCKING, P.J. Y STEER B.T. 1994. The Distribution And Identity Of Assimilates In Tomato With Special Reference To Stem Reserves. Ann. Bot. 73, 315-32

IMPULSEMILLAS, 2009. Catálogo de semillas

JARAMILLO V. J. TAFUR A. y PALACIO E.A.; 1978.; Efecto De La Poda Y El Sistema De Siembra Sobre El Rendimiento Y Calidad Del Tomate "Chonto". Revista IICA, Bogotá, Colombia. Vol XII N° 2.

JARAMILLO N, J.E.; RODRÍGUEZ V.P.; GUZMÁN, A.M Y ZAPATA C., M.A. 2006. El Cultivo de Tomate Bajo Invernadero. Rionegro, Antioquia: boletín técnico 21. Ministerio de agricultura y desarrollo rural. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, C.I La Selva.

JARAMILLO J.; RODRÍGUEZ, V. P.; GUZMÁN, M.; ZAPATA. M.; RENGIFO, T. 2007. Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Tomate Bajo Condiciones Protegidas. Colombia.

JARAMILLO J; RODRÍGUEZ, V.; AGUILAR, P.2013. Tecnología para el cultivo del tomate bajo condiciones protegidas; Capitulo 4 Factores climático y su influencia en la producción de tomate; Bogotá, D.C., Febrero, Colombia.

JARAMILLO J; SANCHES, G.; RODRÍGUEZ, V.; ZAPATA, M.; GUZMÁN, M.; AGUILAR, P. 2013 Tecnología para el cultivo del tomate bajo condiciones protegidas; Capitulo 5 Manejo Agronómico y Capitulo 7 Manejo integrado de plagas; Bogotá, D.C., Febrero , Colombia.

JARAMILLO J; SÁNCHEZ G; RODRÍGUEZ, V; AGUILAR P; GIL L; HÍO J; PINZÓN L; GARCÍA, M; QUEVEDO D; ZAPATA M; RESTREPO J. Y GUZMÁN M. 2012. Tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas. Bogotá: CORPOICA, . 482 p.

JONES J.B 2001.Plagas y Enfermedades de Tomate. American Phytopathological Society

LAGOS, C. 2005. Efecto de la poda y raleo de frutos sobre rendimiento y calidad de tomate (*Lycopersicum esculentum* MILL.).57p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

LA TORRE B.; APABLAZA, J; VAUGHAN, M. ; KOGAN, M.; HELFGOTT, S. Y LORCA, G. 1990. Plagas de las hortalizas. Manual de manejo integrado. Oficina regional de la FAO. Santiago de Chile.

LOBO M.A. Y JARAMILLO V.J 1984. Cultivo del tomate. En: Hortalizas, manual de asistencia técnica. Instituto Colombiano Agropecuario ICA

MACHADO, A.Q.; M.A.R. ALVARENGA Y C.E.T. FLORENTINO. 2007. Produção de tomate italiano (saladete) Sob diferentes densidades de plantio e sistemas de poda visando a o consumo innatura. Hortic. Bras.25, 149- 153.

MANQUI F. J.; 2010. Evaluación De La Capacidad Protectora De Ocho Fungicidas Aplicados Preventivamente En Un Programa Para El Control de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary en papas. Universidad Austral de Chile. Valdivia – Chile

MARCELIS, L.F.M. 1996. Sink Strength As A Determinant Of Dry Matter Partitioning In The Whole Plant. J. Exp. Bot. 47, 1281-1291

MARTINEZ B.; EBRATT R.; GUERRERO G. 2009. Reconocimiento de *Bemisiatabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Alyrodidae) vector de Begomovirus en cultivos de tomate de mesa (*Solanum lycopersici* L.) en Cundinamarca. Trabajo de grado de Ingeniería Agroecológica. Corporación Universitaria Minuto de Dios. Facultad de Ingeniería. Bogotá. 106 p.

MARTÍNEZ, P.F. 2001. Cultivo de tomate en invernadero frío. pp. 70-78. En: Memorias del curso Horticultura Protegida. 22 a 26 de octubre de 2001. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

MARTINEZ B., O. Y.; EBRATT R., E. E.; GUERRERO G., O. A. 2009. Reconocimiento de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Alyrodidae) vector de Begomovirus en cultivos de tomate de mesa (*Solanum lycopersici* L.) en Cundinamarca. Trabajo de grado de Ingeniería Agroecológica. Corporación Universitaria Minuto de Dios. Facultad de Ingeniería. Bogotá. 106 p.

MARTÍNEZ, P.F. 2011. El cultivo de tomate en invernadero frio. Curso de formación de formadores de horticultura protegida y semiprotegida, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: Agencia española de cooperación internacional. 15p

MEDINA, A.; COOMAN, A.; ESCOBAR, H. 2001. Riego y Fertilización. En: Producción de tomate bajo invernadero. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Colciencias. Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales. Bogotá, Colombia. P.29-42.

MERCADO LUNA Y RICO GARCÍA. 2007. Manual de Producción de Jitomate en variedades de Crecimiento Indeterminado bajo Invernadero. 48pp

MIRANDA, D., G. FISCHER, C. CARRANZA, M. RODRÍGUEZ, O. LANCHERO AND J.C. BARRIENTOS. 2009. Characterization of productive systems of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in producing zones of Colombia. Acta Hort. 821, 35-46.

MORALES F J.; CARDONA C; BUENO J M.; RODRIGUEZ I; 2006. Manejo integrado de enfermedades de plantas causadas por virus transmitidos por moscas blancas. Cali. Compuimagen

MUELLER, S. Y A.F. WAMSER. 2009. Combinação da altura de desponete e do espaçamento entre plantas de tomate. Hortic. Bras. 27, 64-69.

MULATO B. J.; FERNÁNDEZ O. V.; JANKIEWICS L.1987. Evaluación de podas. Tomate de cáscara: desarrollo y fenología. Revista Chapingo 56-57: 44-47.

OROZCO, J.I. Y M.I. LÓPEZ. 2001. Evaluación de características agronómicas, de calidad industrial y resistencia a *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary en 19 clones de papa *Solanum tuberosum* L. en Santa Rosa de Osos (Antioquia). Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

PEDRAZA G. 1973. Estado de la investigación sobre enfermedades fungosas y bacteriales en el cultivo de la papa en Colombia. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

PEÑA L., A.; SANTIAGUILLO H., J. F. 1999. Variabilidad Genética de Tomate de Cáscara en México. Boletín Técnico núm. 2. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo.26 p.

PEÑA L., A.; SANTIAGUILLO H., J. F.; MONTALVO H., D.; PÉ- REZ G., M. 1997. Intervalos de cosecha en la variedad CHF1 - Chapingo de tomate de cáscara (*Physalys ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo Serie Horticultura 3(1): 31-38.

PÉREZ y HURTADO, 2001. Guía Técnica Del Cultivo De Jitomate.; Centro Nacional De Tecnología Agropecuaria Y Forestal (CENTA), San Salvador, El Salvador.

PÉREZ, G.,M.; CASTRO B., R. 2008. El Chile Manzano. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. México. 128 p.

PÉREZ, J.; HURTADO, G.; APARICIO, V.; ARGUETA, Q.; LARÍN, M. (2002) Guía Técnica. Cultivo de Tomate. CENTA, El Salvador, 4 7 páginas.

PONCE J.; PEÑA A.; RODRÍGUEZ E; MORA R.; CASTRO R.; MAGAÑA N.; 2010. Densidad Y Poda En Tres Variedades De Tomate De Cáscara (*Physalis ixocarpa Brot. ex Horm.*) Cultivado En Invernadero. Revista Chapingo Serie Horticultura.

PONCE J J; PEÑA A; SÁNCHEZ del Castillo F; RODRÍGUEZ J. E.; MORA A. RL; CASTRO B.; MAGAÑA N. 2010. Evaluación De Podas En Dos Variedades De Tomate De Cáscara (*Physalis ixocarpa Brot. ex Horm.*) CULTIVADO EN CAMPO. Revista Chapingo Serie Horticultura

RECHE M J; 2000. Poda de hortalizas en Invernadero; Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Hojas divulgadoras N° 2094 HD.

RODRÍGUEZ, R. TAVARES, R. y MEDINA, 2001. Cultivo Moderno Del Tomate. 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. 255 p.

RODRÍGUEZ A; HILLER M; WILLIAMS E; 1996. Umbral de acción para la mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* (westwood) (homoptera: *Aleyrodidae*), en tomate. Revista colombiana de entomología. 22 (1): 39-92.

RODRIGUEZ R., M. D.; MORENO V., R.; RODRIGUEZ, M. P.; LASTRES G., J. M.; TELLEZ M., M. Y MIRASOL C., E. 1994. IPM Tomate. Programa de Manejo Integrado en el Cultivo de Tomate Bajo Plástico en Almería. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Espina. 78 p.

RUSSELL, C.R. Y MORRIS D.A. 1983. Patters of assimilates distribution and source sink relationships in the young reproductive tomato plants. Ann. Bot. 52, 357-363

SAMPERIO G.; 2005; Un paso mas en Hidroponía. Editorial Diana; Mexico

SANCHEZ, A. V.; Bustamante E. y Shattock R. 1998. Selección de antagonistas para el control biológico de *Phytophthora infestans* en Tomate. Manejo integrado de plagas (Costa Rica) No. 48: 25-34.

SANDOVAL, B. C. 2000. Manual Técnico: Manejo integrado de Enfermedades en Cultivos Hidropónicos. Universidad de Talca (Chile), FAO. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/aup/pdf/integra1.pdf>. 53 p.

SHANY, M. 2007. Tecnología de producción bajo cobertura. Mashav, Cinadco, Ministry of Agriculture and Rural Development Extension Service. Israel.

SIESA .1999. Sistema de Investigación Estratégica del Sector Agroalimentario. Ficha tecnológica.

SILVIA J., A. A.; VIZZOTTO V. J. 1986. Topping of tomatoes Brazil .In: Pesquisa emadamento. Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuaria; EMPASC. 68: 112-118.

SLACK, G. 1986. The effects of leaf removal on the development and yield of glasshouse tomatoes. Journal of Horticultural science 61 (3): 353 – 360.

STRECK, N.A.; G.A. BURIOL; J.L. ANDRIOLO Y M.A. 1998. Sandri, Influência da densidade de plantas e da poda apical drástica na produtividade do tomateiro em estufa de plástico. Pesqui. Agropecu. Bras. 33(7), 1105-1112.

TAMAYO M. P. J. Y JARAMILLO N. J. E. 2006. Enfermedades del tomate, pimentón, ají y berenjena en Colombia. Guía para su diagnóstico y manejo. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria –Corpoica–, C.I. La Selva. Rionegro, Antioquia. 100 p.

TAMAYO M., P. J. 1997. Integración de métodos de control de las enfermedades de las plantas. Guía ilustrada. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria –Corpoica–. Boletín de divulgación. Regional No. 4. C. I. La Selva, Rionegro, Antioquia. 38 p.

TERAN CH., C. A.; VALENZUELA M., M.; VILLANEDA V., E.; SANCHEZ L., G. D. e HIO P., J.C. 2007. Manejo del riego y la fertirrigación en tomate bajo cubierta en la sabana de Bogotá. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria–Corpoica–. Mosquera (Colombia). 88 p.

UBAQUE, H.W., E.H. FUENTES Y R. LEE. 2002. Manual de tomate bajo invernadero. Vol. 2. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.

VALADEZ, A. L. 1994. Producción de hortalizas, Ed. Limusa, México. D.F.

VALANTIN, M.; C. GARY; B.E. VAISSIERE; M. TCHAMITCHIAN Y B. BRUNELI. 1998. Changing sink demand affects the area but not the specific activity of assimilates sources in cantaloupe. Ann. Bot. 82, 711-719.

VALLEJO F.A. y OROZCO L.D. 1974, Respuesta del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) a diferentes sistemas de poda. Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira

VELASCO H. E., NIETO A.R., 2006. Cultivo de Jitomate en Hidroponía en Invernadero. 2a ed. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma de Chapingo. México. 130 p.

VELEZ A., R. 1994. Plagas Agrícolas de Impacto Económico en Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 482 p.

ZARATE B. 2007.; Producción De Tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) Hidropónico Con Sustratos, Bajo Invernadero. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario De Investigación Para El Desarrollo Integral Regional – Unidad Oaxaca, Mexico

ZEIDAN, O. 2005. Tomato production under protected conditions. Israel: Mashav, Cinadco, Ministry of Agriculture and Rural Development Extension Service. 99p

Sitios web:

- <http://exob2b.com/lead-nurturing-crm/>
- www.bayercropscience.cl
- http://ucv.altavoz.net/prontus_unidacad/site/artic/20061214/asocfile/20061214120035/fuentes_jose.pdf
- <http://www.agro.unc.edu.ar/~cultivosintesivos/wp-content/uploads/2013/08/cap%C3%ADtulo7.pdf>

9. ANEXOS

1) Análisis estadísticos

ANALISIS DE VARIANZA NO RACIMOS 5 SEMANA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	1.092266	1.092266	30.7982	0.027*
BLOQUES	2	0.179729	0.089865	2.5339	0.283
ERROR	2	0.070930	0.035465		
TOTAL	5	1.342926			

C.V. = 7.32%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	3.0000 A
2	2.1467 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.0000

VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 0.00, 0.00

ANALISIS DE VARIANZA NO RACIMOS 11 SEMANA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	0.001343	0.001343	0.0006	0.982 ^{ns}
BLOQUES	2	0.023636	0.011818	0.0049	0.996
ERROR	2	4.860718	2.430359		
TOTAL	5	4.885696			

C.V. = 16.28%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	5.946667
2	5.916667

ANALISIS DE VARIANZA NO FRUTOS 5 SEMANA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	0.666687	0.666687	0.3077	0.633 ^{ns}
BLOQUES	2	14.333344	7.166672	3.3077	0.233
ERROR	2	4.333313	2.166656		
TOTAL	5	19.333344			

C.V. = 19.20%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	8.000000
2	7.333333

ANALISIS DE VARIANZA NO FRUTOS 11 SEMANA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	0.166748	0.166748	0.0075	0.937 ^{ns}
BLOQUES	2	2.333374	1.166687	0.0526	0.951
ERROR	2	44.333252	22.166626		
TOTAL	5	46.833374			

C.V. = 31.04

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	15.000000
2	15.333333

ANALISIS DE VARIANZA PESO DE 10 FRUTOS

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	0.007351	0.007351	0.5052	0.551 ^{ns}
BLOQUES	2	0.001035	0.000517	0.0356	0.968
ERROR	2	0.029099	0.014549		
TOTAL	5	0.037484			

C.V. = 10.75%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	1.156667
2	1.086667

ANALISIS DE VARIANZA 10 FRUTOS 12 SEMANA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	0.001068	0.001068	0.2194	0.682 ^{ns}
BLOQUES	2	0.003334	0.001667	0.3426	0.745
ERROR	2	0.009732	0.004866		
TOTAL	5	0.014134			

C.V. = 7.17%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	0.960000
2	0.986667

ANALISIS DE VARIANZA MOSCA BLANCA 4 SEMANA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	192.893555	192.893555	6.0094	0.134
BLOQUES	2	265.774902	132.887451	4.1400	0.195
ERROR	2	64.196777	32.098389		
TOTAL	5	522.865234			

C.V. = 23.06%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	18.900000
2	30.240000

ANALISIS DE VARIANZA MOSCA BLANCA 8 SEMANA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	1928.906250	1928.906250	89.2463	0.008**
BLOQUES	2	883.585938	441.792969	20.4408	0.045
ERROR	2	43.226563	21.613281		
TOTAL	5	2855.718750			

C.V. = 4.59%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
2	119.1600 A
1	83.3000 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 16.3338

ANALISIS DE VARIANZA MINADOR 8 SEMANA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	50.575928	50.575928	1.1042	0.405
BLOQUES	2	55.733643	27.866821	0.6084	0.622
ERROR	2	91.608887	45.804443		
TOTAL	5	197.918457			

C.V. = 26.88%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	28.080000
2	22.273333

ANALISIS DE VARIANZA PHYTHOPHTORA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	7.063324	7.063324	0.5091	0.550
BLOQUES	2	6.658508	3.329254	0.2399	0.806
ERROR	2	27.750000	13.875000		
TOTAL	5	41.471832			

C.V. = 48.77%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	6.553333
2	8.723333

ANALISIS DE VARIANZA ANTRACNOSIS 6 SEMANA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	1.041656	1.041656	0.1185	0.757
BLOQUES	2	0.583328	0.291664	0.0332	0.970
ERROR	2	17.583344	8.791672		
TOTAL	5	19.208328			

C.V. = 50.11%

ANALISIS DE VARIANZA RENDIMIENTO

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	16424.281250	16424.281250	36.2492	0.023 *
BLOQUES	2	10.593750	5.296875	0.0117	0.990
ERROR	2	906.187500	453.093750		
TOTAL	5	17341.062500			

C.V. = 9.42%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	278.2333 A
2	173.5933 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 74.7859

2) Rendimiento Ajustado Por Covarianza

T A B L A DE DATOS DE LA VARIBLE Y VARIABLE: rendimiento

TRATA.	B L O Q U E S		
	1	2	3
1	243.4400	295.1600	271.1000
2	138.3800	129.9200	252.4800

T A B L A DE DATOS DE LA VARIABLE X VARIABLE: número plantas

TRATA.	B L O Q U E S		
	1	2	3
1	104.0000	104.0000	104.0000
2	82.0000	75.0000	104.0000

TABLA DE SUMAS DE CUADRADOS Y PRODUCTOS CRUZADOS

	XX	XY	YY
BLOQUE	229.000000	945.406250	5278.281250
TRATAMIENTO	433.500000	2455.820313	13912.437500
ERROR	229.000000	1095.812500	5431.843750
T + B	458.000000	2041.218750	10710.125000
T + E	662.500000	3551.632813	19344.281250

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
COVARIABLE	1	5243.689941	5243.689941	27.8692	0.125
TRATAMIENTOS	1	115.983253	115.983253	0.6164	0.574
BLOQUES	2	1424.648193	712.324097	3.7859	0.344
ERROR	1	188.153641	188.153641		
TOTAL	5	6972.475029			

C.V. = 6.185848%

ESTIMADOR DEL COEFICIENTE DE REGRESION: $\beta_1 = 4.78521$

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA	MEDIA AJUSTADA
1	269.899994	229.225723
2	173.593323	214.267593

DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA PARA COMPARACION DE MEDIAS

MEDIAS	DMS(0.05)	DMS (0.01)
1 2	242.044235	1212.640503

3) Fertilización

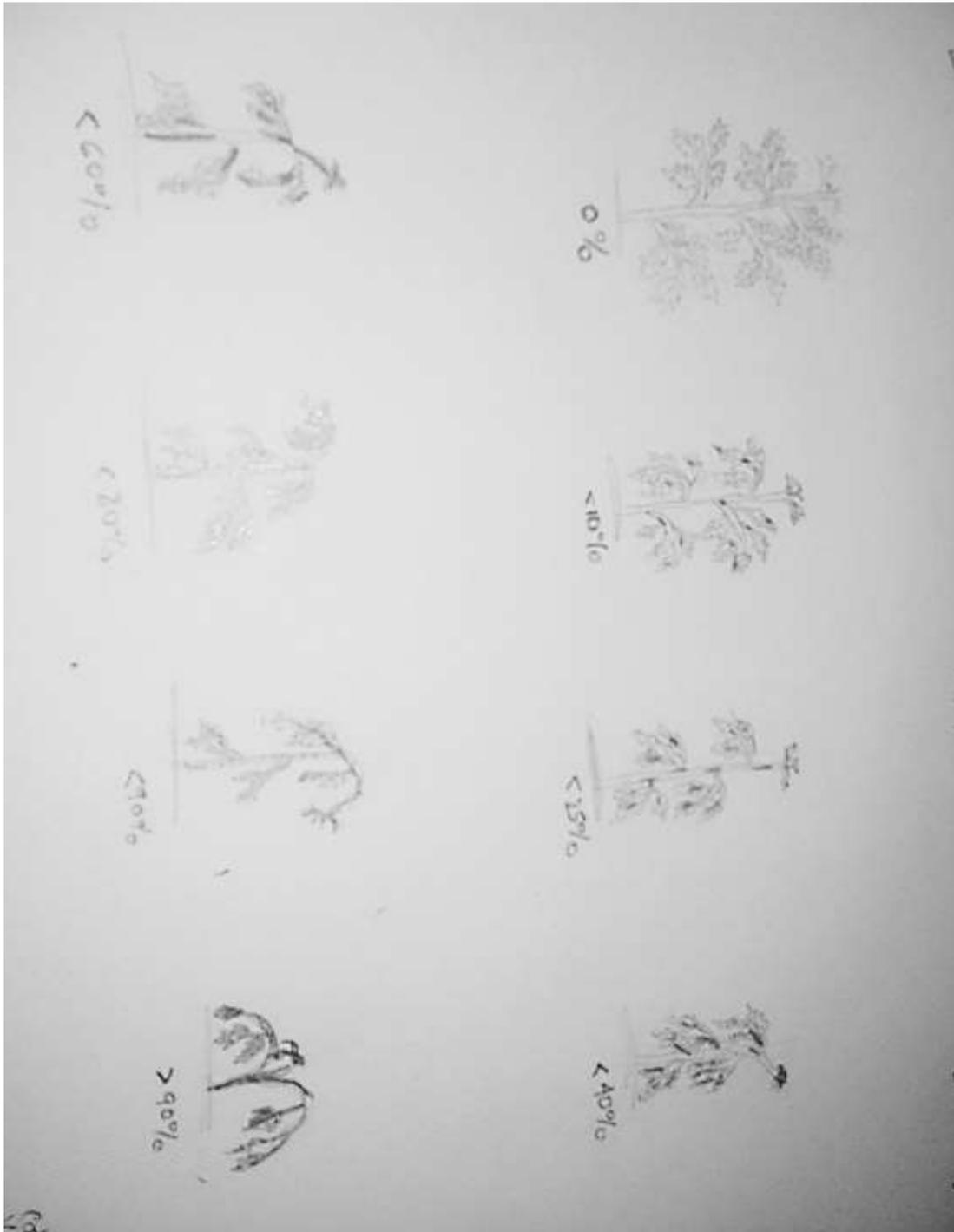
Aplicaciones con intervalos de 8 a 15 días.

Fertilización en cultivo de tomate – evaluación podas		
Aplicaciones	Microrriego (Inicio) 15 – 25 – 10 a razón de 100 gr.	
	Mezcla física de UREA, DAP, KCl, BÓRAX, con lombricompost y roca fosfórica.	
	Microrriego (Menores) NPK y menores.	
	AGRIMINS® Fertilizante mezclado NP para aplicación al suelo.	
	Microrriego (Producción) 10 – 3 – 40.	

4) Control plagas y enfermedades

Control de plagas y enfermedades cultivo tomate – podas		
<p>Combo biológico Hongos entomopatógenos: <i>Metharhizium anz.</i> <i>B. bassiana</i> <i>P. lilacinus</i> <i>V. lecanii</i> Para control de trips, ácaros, mosca blanca.</p>	<p>Dosis de 20 gr por bomba de 20 litros, con una frecuencia de aplicación de 4 días.</p>	
<p>Control biológico <i>Trichoderma harzianum</i> Control de: <i>Rhizoctonia</i> sp, <i>Fusarium</i> sp. <i>Phytium</i> sp., <i>Botrytis</i> sp. y demás hongos patógenos</p>	<p>Dosis de 15 gr por bomba de 20 litros, con frecuencia de aplicación de 4 días.</p>	
<p>FungiControl Fungicida bactericida a base de extractos vegetales. Control de pudrición de cuello y raíz, <i>Phytophthora</i></p>	<p>Dosis de 60cc por bomba de 20 litros, repitiendo aplicación cada 8 días.</p>	
<p>Extracto de tabaco Control de minador de hoja, barrenador de tallo, mosca blanca, trips</p>	<p>Dosis de 100cc por bomba de 20 litros. Aplicación cada 8 días</p>	

5) Escala de severidad



(Fuente: Vargas, 2013)

6) Evidencia fotográfica (Vargas, 2014)



Establecimiento del cultivo



Desarrollo del cultivo



Cosecha de frutos



Cosecha frutos, peso del rendimiento



Seguimiento a Enfermedades



Seguimiento plagas