

**Identificación y Caracterización de la mancha necrótica en plantines de tomate
(*Lycopersicum esculentum mill*) en condiciones de vivero en los municipios de Guateque y
Villa de Leyva (Boyacá)**

Luis Evaristo Medellín Rubio

Universidad Nacional Abierta y A Distancia UNAD

Escuela De Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente

Programa de Agronomía

CEAD Tunja

2021

Identificación y Caracterización de la mancha necrótica en plantines de tomate
(*Lycopersicon esculentum mill*) en condiciones de vivero en los municipios de Guateque y
Villa de Leyva (Boyacá)

Luis Evaristo Medellín Rubio

Director

Jorge Armando Fonseca Carreño

Ia. Esp. Msc

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela De Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente

Programa de Agronomía

CEAD Tunja

2021

Nota De Aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Dedicatoria

. A DIOS TODO PODEROSO por ayudarme y levantarme en momentos difíciles y permitirme culminar un sueño que comenzó hace algunos años.

A mi familia. Mis padres LUIS ALBERTO e ISABEL, quienes me han motivado siempre a ser una mejor Persona, a mi esposa CECILIA, mis hijos MIGUEL, ANDRES Y LUIS, quienes siempre me han Apoyado

A todos ellos les dedico este trabajo.

Agradecimientos

Quiero agradecer primero a la Universidad Nacional Abierta y A Distancia (UNAD) por darme la oportunidad de formarme académica y humanamente, pudiendo alcanzar mi tercer cartón profesional dentro de sus programas pudiendo alternar mi trabajo con el estudio ya que estoy vinculado como estudiante desde el año 2000.

A la planta administrativa y docentes en general, y a la ECAPMA en especial por su tiempo y conocimientos que contribuyeron en mi formación profesional.

En especial a mi Tutor de grado el Ing. Jorge Armando Fonseca Carreño, quien me oriento en este trabajo.

Nota Aclaratoria

Tanto el proceso de montaje y desarrollo de la investigación se hacen bajo condiciones controladas y son únicamente con fines investigativos. Por lo tanto, el diseño de campo y los Tratamientos evaluados NO corresponde a los procesos y procedimientos normales de la Plantuladora Nazi, ya que el material vegetal de tipo comercial que produce y comercializa la Plantuladora es de óptima calidad y no presenta las características fitosanitarias que fueron evaluadas en el presente estudio, por el contrario, este estudio contribuye a mejorar los procesos y procedimientos de la Plantuladora.

La plantuladora Nazi, es una empresa que lleva más de 20 años produciendo material vegetal con alta calidad de plantas, pues sus procesos y procedimiento son estandarizados y cuenta con la debida supervisión del Instituto Colombiano Agropecuario ICA, con visitas de verificación periódicas, lo que le permite poseer el respectivo Registro Sanitario ICA y cumplir todos los requisitos de ley para su funcionamiento.

Igualmente agradezco la valiosa colaboración de la plantuladora Nazi por permitir sus espacios y conocimiento para el desarrollo de la investigación, con el ánimo de aportar al avance del conocimiento y el bienestar de los productores de tomate del país.

Resumen

La Plantuladora Nazi es una empresa del sector agropecuario, que se dedica a la producción de plantines de hortalizas como tomate, pimentón, pepino, calabacín sukini, repollo y lechuga, algunos frutales como granadilla y lulo, entre otras. El tomate es la hortaliza más representativa para la empresa por su volumen de plantulación y la demanda tecnológica que ella exige, tal es así que dentro del proceso productivo de los plantines se posee un plan sanitario que contempla la presencia de enfermedades de frecuente aparición que acatan a la especie, las cuales se controlan de una manera relativamente sencilla con el uso de productos químicos disponibles en el mercado. Sin embargo, recientemente apareció una enfermedad conocida como “mancha necrótica” y caracterizada por formar mancha entre negra y café en el cuello del tallo, que por su alta incidencia y severidad se ha convertido en un problema fitosanitario de difícil manejo por su elevada mortalidad, aumento de costos de producción, incumplimiento en entregas a clientes, dificultad de cumplimiento en cantidad y calidad de plantines, aumento de reclamaciones postventa y alta manifestación de síntomas de la enfermedad luego del trasplante en sitio definitivo. La presente investigación se realiza en las sedes de Guateque y Villa de Leyva (Boyacá) de la Empresa NASI. Se busca caracterizar e identificar preliminarmente este patógeno que afecta la plantulación de tomate. Para lo anterior se realizará revisión bibliográfica que permita hacer un acercamiento a este tipo de enfermedades. En la fase de campo se evaluarán tres Tratamientos consistentes en bandejas de germinación, cada uno con tres repeticiones para identificar los factores que posiblemente influyen en la manifestación de la enfermedad, Se complementará con una fase de laboratorio en la UNAD – Tunja para hacer el aislamiento, multiplicación e identificación (preliminar) del patógeno, igualmente se enviarán muestras de plantas afectadas al laboratorio de del Centro de investigaciones agroindustriales de la

universidad Jorge Tadeo Lozano sede Chía, que servirá como parámetro de comparación. Para la fase de campo se aplicará análisis estadístico de las variables incidencia y severidad, humedad relativa y temperatura; para lo que se harán unas parcelas con bandejas germinadas con tres Tratamientos. En los resultados se encontró que la temperatura y la humedad presentes en el interior del invernadero, estaban dentro del rango que favorecen la presencia y multiplicación de cualquier agente patógeno, que es entre 18° y 24° C, también se encontró que el Tratamiento sin fumigación química fue el único que presentó síntomas y signos de la enfermedad.

Palabras clave: plantines, enfermedades, plantuladoras

Summary

La Plantuladora Nazi is a company in the agricultural sector, which is dedicated to the production of vegetable seedlings such as tomato, paprika, cucumber, zucchini sukini, cabbage and lettuce, some fruit trees such as granadilla and lulo, among others. Tomato is the most representative vegetable for the company due to its planting volume and the technological demand that it demands, so much so that within the seedling production process there is a health plan in which the presence of frequent diseases is contemplated appearance, which attack this species, which are controlled in a relatively simple way with the use of chemicals that are on the market. However, a disease characterized by forming a very aggressive and invasive black-brown stain has recently appeared, which has become a problem of very difficult management and has generated high mortality, increased production costs, non-compliance with deliveries to customers due to difficulty of compliance in quantity and quality of seedlings, increase in post-sale claims, due to the manifestation of symptoms of the disease after transplantation at the definitive site. The NAZI Company. It has 3 production plants in 3 different agro-ecological floors and in all of them the same symptomatology of the disease known as "necrotic spot" is presented. The present investigation is directed to 2 of the locations where the problem is more frequent and aggressive, that is, at the Guateque and Villa de Leyva (Boyacá) locations. The aim is to characterize and preliminarily identify this pathogen that affects tomato planting. For the above, a bibliographic review will be carried out to allow an approach to this type of diseases. In the field phase, three treatments consisting of germination trays will be evaluated, each with three repetitions at the Guateque and Villa de Leyva locations to identify the factors that possibly influence the manifestation of the disease. It will be complemented by a laboratory phase in UNAD - Tunja to isolate, multiply and identify (preliminary) the pathogen, samples of affected

plants will also be sent to the laboratory of the Center for Agro industrial Research at the Jorge Tadeo Lozano University in Chía, which will serve as a comparison parameter. For the field phase, statistical analysis of the variables incidence and severity, relative humidity and temperature will be applied; for which some plots will be made with germinated trays with three treatments.

Keywords: seedlings, diseases, planting machines

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	17
PROBLEMA.....	19
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	19
SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
JUSTIFICACIÓN	20
OBJETIVOS	21
OBJETIVO GENERAL:	21
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO	22
EL CULTIVO DE TOMATE	22
Las semillas.....	25
SEMILLEROS Y PLANTULACIÓN EN COLOMBIA	26
ESTRUCTURAS, MEDIOS DE PROPAGACIÓN, MANEJO E INFRAESTRUCTURA.....	27
Semilleros, sustratos y contenedores.	27
La Turba.....	29
Perlita.	29
Vermiculita	29
ETAPAS EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS	30
Preparación del sustrato.	31
Siembra y germinación	31
Nutrición y Riego.....	31
Manejo y Prevención de Enfermedades.....	32

	12
Trasplante y fertilización	32
ENFERMEDADES DE LOS SEMILLEROS.....	33
MÉTODOS DIRECTOS DE EVALUACIÓN DE LA ENFERMEDAD VEGETAL.....	35
La intensidad.....	35
Incidencia.....	35
Severidad.....	36
METODOLOGÍA.....	38
IDENTIFICAR Y CARACTERIZAR LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS INTERNAS Y EXTERNAS DE LAS DOS SEDES DE LA PLANTULADORA.....	38
Características Agroclimáticas Internas.....	38
Proceso de recolección de datos.	38
Características Agroclimáticas Externas.....	39
IDENTIFICAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LA MANCHA NECRÓTICA EN LOS PLANTINES DE TOMATE.	39
PARCELA DE PLANTULACIÓN DE TOMATE SEDE VILLA DE LEYVA	40
Montaje del Ensayo Sede Villa de Leyva.....	40
Diseño del ensayo.	41
PARCELA DE PLANTULACIÓN DE TOMATE SEDE GUATEQUE.....	42
Montaje del Ensayo: Plantuladora Nazi Sede Guateque.....	43
APROXIMACIÓN A LA IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL DE LA MANCHA NECRÓTICA DE LOS PLANTINES DE TOMATE.....	45
RESULTADOS.....	47

CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS EXTERNAS DE LAS SEDES (GUATEQUE Y VILLA DE LEYVA).....	47
Condiciones Externas de Villa de Leyva.	47
Condiciones Externas de Guateque	49
Características Agroclimáticas Internas del Vivero de Villa de Leyva.	50
Características Agroclimáticas Internas del Vivero de Guateque.....	52
CARACTERIZACIÓN DE LA MANCHA NECRÓTICA EN LOS PLANTINES DE TOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.....	53
Comportamiento de la Enfermedad en la Sede Villa de Leyva.	53
Selección y siembra de Semilla	55
Comportamiento de la enfermedad en la Sede Guateque.	70
APROXIMACIÓN EN LA IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL DE LA MANCHA NECRÓTICA.	84
CONCLUSIONES	87
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA	89

Listado de figuras

FIGURA 1 EQUIPOS DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD.....	39
FIGURA 2 PLANO VILLA DE LEYVA	42
FIGURA 3 PLANO GUATEQUE.....	43
FIGURA 4 HUMEDAD Y TEMPERATURA DE VILLA DE LEYVA	47
FIGURA 5 HUMEDAD, TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN GUATEQUE.....	49
FIGURA 6 TEMPERATURA Y HUMEDAD INVERNADERO VILLA DE LEYVA	51
FIGURA 7 TEMPERATURA Y HUMEDAD VIVERO GUATEQUE	52
FIGURA 8 VISTA EXTERNA VIVERO DE VILLA DE LEYVA	53
FIGURA 9 MEZCLA E HIDRATACIÓN DEL SUSTRATO.....	54
FIGURA 10 SIEMBRA DE LA SEMILLA.....	55
FIGURA 11 BANDEJAS EN LA CÁMARA DE GERMINACIÓN	56
FIGURA 12 GERMINACIÓN AL VIVERO, 4 DÍAS DESPUÉS DE SIEMBRA.....	57
FIGURA 13 DELIMITACIÓN DEL ENSAYO, PRIMERA SEMANA	57
FIGURA 14 MONTAJE DEL ENSAYO.....	58
FIGURA 15 DIFERENCIAS EN EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS.....	58
FIGURA 16 PROCESO DE RIEGO MANUAL	59
FIGURA 17 PANORÁMICA DE LOS TRATAMIENTOS - CUARTA SEMANA DE SIEMBRA	60
FIGURA 18 COSECHA DE PLANTINES	61
FIGURA 19 PRESENCIA DE SIGNOS Y SÍNTOMAS DE LAS PLANTAS	63
FIGURA 20 PLANTAS EMPACADAS EN CAJAS, LISTAS PARA ENTREGAR	63
FIGURA 21 SIGNOS Y SÍNTOMAS PRESENTES DESPUÉS DEL TRASPLANTE	64
FIGURA 22 CONDICIONES CLIMÁTICAS VS INCIDENCIA Y SEVERIDAD.....	68

FIGURA 23 CONDICIONES CLIMÁTICAS VS INCIDENCIA Y SEVERIDAD.....	69
FIGURA 24 VISTA EXTERNA DE LAS NAVES DE PLANTULACIÓN GUATEQUE	70
FIGURA 25 MEZCLA E HIDRATACIÓN DEL SUSTRATO	71
FIGURA 26 SIEMBRA DE LA SEMILLA.....	72
FIGURA 27 BANDEJAS UBICADAS EN LA CÁMARA DE GERMINACIÓN.....	72
FIGURA 28 SALIDA DE LAS BANDEJAS DE LA CÁMARA DE GERMINACIÓN AL VIVERO	73
FIGURA 29 DELIMITACIÓN DEL ENSAYO	74
FIGURA 30 MONTAJE DEL ENSAYO EN EL INVERNADERO	75
FIGURA 31 OTRA VISTA DEL ENSAYO, NOVIEMBRE.....	75
FIGURA 32 VISTA LATERAL DEL ENSAYO, NOVIEMBRE 9 / 2019.....	76
FIGURA 33 VISTA PANORÁMICA DEL ENSAYO.....	76
FIGURA 34 PROCESO DE RIEGO	77
FIGURA 35 VISTA LATERAL DEL ENSAYO	77
FIGURA 36 ESTADO DE LOS TRATAMIENTOS T1 - T3 DEL SEMILLERO	78
FIGURAN 37 TRATAMIENTOS SEPARANDO UNA BANDEJA POR TRATAMIENTO	78
FIGURA 38	79
FIGURA 39 RECOPIACIÓN DE FOTOS DE LA PRESENCIA DE SÍNTOMAS	80
FIGURA 40 ARRANCADA Y EMPAQUE DE PLANTAS	81
FIGURA 41 CLIMÁTICAS VS INCIDENCIA Y SEVERIDAD T1, T2, T3, T4, T5 GUATEQUE.....	83
FIGURA 42 IDENTIFICACIÓN DE AGENTE CAUSAL DE LA MANCHA NECRÓTICA PARA EL VIVERO DE VILLA DE LEYVA	85
FIGURA 43 IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL PARA SÍNTOMAS DEL VIVERO GUATEQUE	86

Listado de tablas

TABLA 1 PRODUCCIÓN MUNDIAL DE TOMATE 2016	23
TABLA 2 ÁREA, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO NACIONAL 2019	24
TABLA 3 CLIMA/ DATOS HISTÓRICOS DEL TIEMPO EN VILLA DE LEYVA (BOYACÁ).....	48
TABLA 4 TABLA CLIMÁTICA / DATOS HISTÓRICOS DEL TIEMPO EN GUATEQUE (BOYACÁ)	50
TABLA 5 INCIDENCIA Y SEVERIDAD TRATAMIENTOS EN CAMPO	65
TABLA 6 INCIDENCIA Y SEVERIDAD EN LOS TRATAMIENTOS T1 Y T2 ENTREGADOS AL AGRICULTOR	66
TABLA 7 COMPORTAMIENTO E INCIDENCIA Y SEVERIDAD T1, T2, T3 VILLA DE LEYVA	67
TABLA 8 COMPORTAMIENTO CLIMÁTICO Y DE SEVERIDAD T1, T3, T2, T4, T5 GUATEQUE.....	82

Introducción

La producción de alimentos de origen vegetal es una de las actividades más importantes a nivel mundial, por un lado, permite la seguridad alimentaria, y por otro es la fuente de trabajo y de modos de vida de millones de personas en todo el mundo. Pero esta actividad se ve amenazada por la presencia de organismos vivos que se alimentan de los cultivos y/o tienen allí su hospedero, y cuyo control o manejo generando pérdidas millonarias. La producción de plantines (también conocidos como plántulas) bajo invernadero, no escapa a esta limitante, especialmente en países como Colombia donde el desarrollo tecnológico en este aspecto es escaso.

En Boyacá como en otros Departamentos del país existen empresas dedicadas a la producción de material vegetal para el establecimiento de cultivos comerciales, tal es el caso de la Plantuladora Nazi, la cual posee una capacidad instalada en su sede Guateque de 1.000.000 de plantas al año, cuyo ciclo en plantulación es de 26 a 30 días, pues las especies que allí se propagan son: pimentón, calabacín, pepino cohombro, ají y lulo. Pero el material líder de Producción es el tomate que ocupa el 70 % de las entregas.

El mayor porcentaje de la pérdida de la Plantuladora es por problemas fitosanitarios, de los cuales el 12 % corresponden a enfermedades, las cuales usualmente se tratan con fungicidas de amplio espectro, situación que afecta directamente la calidad y la rentabilidad del negocio, incremento de patógenos en los sitios finales del cultivo incrementando los costos de producción o sus pérdidas. En esta investigación se aborda la caracterización e identificación preliminar del agente causal de una enfermedad de reciente aparición en todas las sedes de la Plantuladora que ha aumentado las pérdidas de material vegetal y los costos de producción.

Para lo cual se hace la identificación de las características de la enfermedad en condiciones de campo, y se evalúan diferentes Tratamientos para valorar la incidencia de las condiciones de humedad, temperatura y niveles de fertilización sobre la incidencia y la severidad del patógeno en dos localidades donde la Plantuladora tiene sede. La presente investigación servirá como aporte en la identificación y conocimiento del comportamiento etológica del agente causal en Boyacá.

Problema

En el panorama sanitario normal que se presenta dentro de los viveros tecnificados de producción de plantines de tomate (*Lycopersicum esculentum*), en su permanencia de 26 a 30 días y con el conocimiento empírico que da para la mayoría de los productores, con algunas excepciones en las que sus administradores o propietarios son profesionales en agronomía, se conoce e identifican la mayoría de las enfermedades que podrían afectar a estas plantas y se tienen diferentes planes sanitarios para su control. Pero en forma general desde los más tecnificados a los más empíricos, aparece una patología sin definir.

Descripción del problema

Inicia con una clorosis en las hojas cotiledóneas hasta hacerlas caer de una forma anormal, luego aparece una mancha necrótica circular en sus primeras hojas verdaderas, las cuales invaden acelerada e intensamente todas las hojas y el tallo este lo rodea e invade de adentro hacia afuera hasta que lo estrangula, produciendo la muerte de los plantines, además es muy contagiosa y en poco tiempo logra invadir de una forma radial todas plantas que se encuentran cerca del foco. Este problema sanitario se ha tratado con diferentes fórmulas que generalmente no responden, lo único que ha funcionado es hacer una erradicación rápida de todo material infectado.

Sistematización del problema

Es necesario realizar un trabajo investigativo en donde se pueda identificar y definir un plan de erradicación de esta patología, contrastándolo con un trabajo de campo haciendo un diseño experimental, donde se van a analizar algunas variables que puedan predisponer la presencia de esta patología.

Justificación

esta patología esta afectando a viveros productores de plántulas y agricultores, en los viveros trae como consecuencia; el descuadre en la cantidad y calidad de plantas a entregar, esta patología ha demeritado y dañado el buen nombre de los viveros.

y al agricultor, porque las plantas que aparentemente no tienen ni signos ni síntomas, estos los expresan en el lote de campo donde se siembran al poco tiempo de trasplante, aumentando la mortalidad y afectando el buen inicio de un cultivo, aumenta los costos de producción al tener que invertir en fumigantes inesperados también pueden reducir la productividad del cultivo como consecuencia de su mal inicio de este.

Objetivos

Objetivo general:

Caracterizar la mancha necrótica en plantines de tomate (*Lycopersicum esculentum*) producidos bajo condiciones de invernadero en la empresa plantuladora Nazi sedes Guateque y Villa de Leyva (Boyacá)

Objetivos específicos

- Identificar y caracterizar las condiciones agroclimáticas internas y externas de las dos sedes (Guateque y Villa de Leyva) de la Plantuladora.
- Caracterizar la mancha necrótica en los plantines de tomate (*Lycopersicum esculentum*) bajo condiciones de invernadero.
- Realizar una aproximación en la identificación del posible agente causal de la mancha necrótica en los plantines de tomate (*Lycopersicum esculentum*).

Marco conceptual y teórico

El cultivo de tomate

El tomate es una planta dicotiledónea, perteneciente a la familia Solanaceae y al género *Lycopersicon. L. esculentum* es la especie cultivada y posee nueve especies silvestres relacionadas, Es la principal hortaliza que se cultiva en Colombia y en el mundo. La importancia socio económico del tomate, a nivel nacional, radica en la gran demanda para la dieta alimenticia y en la generación de empleo e ingreso, tanto en el campo como en la agroindustria (Vallejo Cabrera, 1999, p. 5).

El tomate es un componente importante de la dieta de muchos países del mundo. Según datos de la FAO (1979-1993), el consumo promedio mundial es de 36 gramos por persona por día, destacándose los países desarrollados con 82. Los países en desarrollo consumen 27 gramos por persona por día. En Colombia, durante 1985, el consumo fue de 19 gramos/persona/día, según el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (Vallejo Cabrera, 1999, p. 21).

Según Vallejo (1999), afirma que el tomate es la hortaliza más importante del mundo y su producción está distribuida de la siguiente manera: “El 75% de la producción mundial de tomate está concentrada en solamente diez países; destacándose China, Estados Unidos y Turquía como los tres primeros productores. Brasil y Chile aparecen en octavo y décimo lugares” (p. 17).

En Suramérica se cultivan aproximadamente 159.500 hectáreas (66% para consumo fresco y 34% para industria), para una producción de 5.668.040 toneladas y un rendimiento promedio de 35.53 t/ha, destacándose Brasil y Chile como los mayores productores. Colombia ocupa un cuarto lugar en el área regional con 12.800 hectáreas,

300.000 toneladas de producción y 23.43 t/ha como rendimiento promedio. (Vallejo Cabrera, 1999, p. 17).

Tabla 1

Producción Mundial de Tomate 2016

país		Toneladas	Hectáreas	Kilos / m2
China	1	56.308.914	999.312	5.63
India	2	18.399.000	760.000	2.42
EE. UU	3	13.038.410	144.410	9.03
Turquía	4	12.600.000	188.270	6.69
Egipto	5	7.943.285	199.712	3.98
Italia	6	6.437.572	103.940	6.19
Irán	7	6.372.633	159.123	4.00
España	8	4.671.807	54.203	8.62
Brasil	9	4.167.629	63.980	6.51
México	10	4.047.171	93.376	4.33
Chile	21	997.174	14.837	6.72
Argentina	29	664.009	15.636	4.25
Colombia	30	644.642	16.642	3.87

Nota: elaboración propia. A partir de: Fuente: FAO. Elaboración: Hortoinfo 2016

Según la publicación de AGRICULTORERS (2017) hace esta referencia; “El tomate es el cultivo más importante, cultivado extensivamente en climas tropicales y subtropicales. Es el vegetal más ampliamente cultivado y consumido en el mundo. El valor del mercado de semillas de tomate durante el 2015, alcanzo los USD 774,46 millones, se proyecta que alcance los 1243,93 millones para el 2022, a una tasa de crecimiento anual compuesta (TCAC) de un 7,1 % durante el periodo pronosticado” (parr. 1).

La temperatura es un factor limitante del cultivo. La ideal es de 25°C; por debajo de 15°C y superiores a 35°C, la germinación es afectada negativamente. Para el buen cuajamiento de frutos se requieren temperaturas diurnas de 24-25°C y nocturnas de 18°e.

Temperaturas nocturnas excesivamente altas (por ejemplo 25 °C) perjudican significativamente el cuajamiento de frutos y en consecuencia la producción. La temperatura ideal para la formación del licopeno (pigmento rojo del fruto) es de 24°C; en temperaturas elevadas se inhibe la formación de licopeno y se favorece la síntesis de caroteno (Vallejo Cabrera, 1999, p. 65 - 67).

Tabla 2

Área, Producción y Rendimiento Nacional 2019

Departamento	A. cosechada (ha)	Produccion	Rendimiento (t/ha)
Boyaca	13.244	436.953	32,99
Cundinamarca	15.297	371.847	24,31
Antioquia	9.901	460.663	46,53
Nariño	9.555	194.108	20,32
N. Santander	6.827	160.172	23,46
Otros	32.269	569.595	17,65
Total	87.094	2.193.338	26,18

Nota: elaboracion propia. A partir de: Agropecuarias Municipales – Eva /*

Estimado DCAF

Catilla (2007) afirma que “el cultivo protegido es un sistema agrícola especializado en el cual se lleva a cabo un cierto control del medio edafoclimático alterando sus condiciones (suelo, temperatura radiación solar, viento, humedad y composición atmosférica)”. (p 25).

El invernadero es una estructura cubierta con algún material que permita el paso de la luz desde el exterior y que tiene la finalidad de desarrollar cultivos en un ambiente en que se pueda controlar variables tales como la temperatura y la humedad relativa, entre otras (Jaramillo, 2012, p. 20).

Las semillas

Colombia depende para la producción del tomate de la importación de semilla. Aproximadamente el 95% de la semilla es importada y el 5 % es producida por el propio agricultor, especialmente del tipo chonto. Según los registros de importación entregados por el Instituto Colombiano Agropecuario-ICA, en 1991 se importaron 6.630 kilos de semilla por un valor aproximado de cien millones de pesos. (Vallejo Cabrera, 1999, p 22).

Las semillas es el órgano que permite la dispersión, propagación y perpetuación de las plantas espermatofitas. La estructura de la semilla y su fisiología están adaptadas para actuar como una unidad de dispersión. La semilla tiene reservas que alimentan a la nueva plántula hasta que estas puedan establecerse como un organismo fotosintético competente y autótrofo. (Arasco B. J. Talon, M. 2013, P 557).

“La germinación es un proceso que se inicia con la toma de agua por la semilla seca y termina cuando una parte de esta (eje embrionario en dicotiledóneas o radícula en monocotiledóneas y gimnospermas) atraviesan las estructuras envolventes que las rodean” (Arasco, B.J. Talón, M. 2013, p 551)

Para que la semilla cumpla con su objetivo, es necesario que el embrión se transforme en una plántula que sea capaz de valerse por sí misma, mediante mecanismos metabólicos y

morfo genéticos, conocidos como proceso de germinación. El proceso de germinación está constituido por varias fases: i) Absorción de agua por la semilla o imbibición; ii) Activación del metabolismo y proceso de respiración, síntesis de proteínas y movilización de sustancias de reserva; iii) Elongación del embrión y ruptura de la testa a través de la cual se observa salida de la radícula. (Melgarejo, 2010, p 14).

Semilleros y plantulación en Colombia.

La producción de material de propagación es una actividad especializada que requiere del equipamiento e infraestructura adecuados para el establecimiento y desarrollo normal del material de propagación. Cada una de las etapas del proceso de producción debe ser debidamente planeada y ejecutada, ajustándose a los requerimientos técnicos establecidos para la producción de plántulas de tomate con adecuados estándares de calidad (Escobar, 2009, p 20).

En la actualidad, la producción de plántulas es una actividad especializada que incluye estructuras solidas capaz de proteger el valor del material vegetal, sistema de fertirrigación, uso de contenedores (bandejas de propagación) y sustratos especiales para la siembra de semillas. Según el tamaño de la explotación, se hace necesario el uso de nuevos equipos y desarrollos tecnológicos aplicados a la propagación de plantas, como máquinas para llenado de bandejas y sembradoras neumáticas, entre otros (Escobar, 2009, p 17).

Vavrina C (2002), citado por escobar, (2009) aseguran que: La producción de plántulas es una de las primeras etapas en la producción de tomate bajo invernadero. Dicha etapa incluye la selección y propagación del material vegetal. Actualmente, los materiales más utilizados para cultivo bajo cubierta son híbridos de crecimiento indeterminado con alto

potencial productivo. Los frutos son de larga vida pos cosecha y de tamaño, forma y maduración uniformes. Una buena plántula para trasplante debe ser vigorosa, verde, libre de plagas y enfermedades, y con buen desarrollo radicular. Una vez trasplantada, debe tolerar los cambios ambientales y de manejo para lograr un óptimo desarrollo (p. 17).

Estructuras, medios de propagación, manejo e infraestructura.

Según Nabarro y Hatmann (1999, 1997), citados por Escobar (2009), sostienen que ‘‘El semillero es un lugar destinado a la producción en forma controlada de plántulas de buena calidad antes del trasplante definitivo. El sitio seleccionado para su establecimiento debe ser de fácil drenaje y ventilación. La orientación y localización debe garantizar buena luminosidad, facilidad de acceso y realización de las prácticas de manejo. Las instalaciones necesarias para la propagación de las plantas son el invernadero, los bancos de enraizamiento y el sistema de ferti riego. Los bancos de enraizamiento o camas son las estructuras utilizadas para ubicar las bandejas con plántulas con el fin de aislar las plantas del suelo, promover la poda natural de raíces y facilitar las labores’’ (p.19).

Finalmente, el sistema de riego y/o ferti riego, es el equipo utilizado para el riego y la nutrición de las plantas. El sistema empleado debe garantizar facilidad para regular la frecuencia, cantidad y homogeneidad de los riegos, y también asegurar que el tamaño de gota y presión de aplicación no afecten el normal desarrollo de las plántulas.

Semilleros, sustratos y contenedores.

El semillero es el lugar de inicio de la vida productiva y reproductiva de una planta. Un semillero es el área de terreno o recipiente (vasos, bandejas), debidamente adecuados para depositar la semilla y brindarle las condiciones óptimas de luz, temperatura, fertilidad y humedad del sustrato, para obtener la mejor emergencia de la semilla y

brindarle los máximos cuidados, durante sus primeros estados de desarrollo, hasta el trasplante. Los semilleros son Figura 1 básicamente de dos tipos: bajo condiciones protegidas o en confinamiento y a campo abierto (Jaramillo, et al., 2006, p. 9)

Berjon et al (1999) citado por Escobar,(2009) menciona que: “el sustrato es el medio de cultivo en donde se desarrolla el sistema radicular de la plántula. El sustrato empleado para la siembra de tomate debe poseer ciertas características que permitan un adecuado desarrollo de la plántula. Existen varios sustratos adecuados para la producción de plántulas de hortalizas en bandejas de propagación. Comercialmente, están disponibles las mezclas sin suelo que generalmente contienen turba, fibra de coco, perlita, vermiculita, nutrientes y agentes humectantes” (p. 20).

Entre los principales sustratos para la producción de plántulas se encuentran la turba y la fibra de coco. Las turbas son principalmente vegetales fosilizados, constituidos de restos de musgos y otras plantas descompuestos parcialmente. Según el grado de descomposición, se clasifican en turbas rubias y negras. Debido a su estructura, tienen una aireación deficiente y elevados contenidos de sales solubles.

Berjon et al (1999), citado por Escobar, (2009) menciona que: “Por su homogeneidad y disponibilidad, se destaca la fibra de coco como alternativa al uso de la turba, con una elevada capacidad de aireación, pH óptimo y adecuados niveles de aportes de nutrientes, especialmente fósforo y potasio” (p.19).

La presentación comercial de la fibra de coco es similar a la de la turba. Existen diferentes materiales usados como sustratos que se usan para los procesos de plantulación entre los cuales se destacan los siguientes:

La Turba.

Según Jaramillo (2012) Son sustratos orgánicos, son el resultado de la descomposición completa de árboles (del genero *Sphagnunum*, se produce en países de zonas templadas como Canadá, Alemania, Finlandia, Suiza y Rusia; hay dos tipos, las denominadas rubias, con menos tiempo de descompoccion y turbas negras que tienen mayor tiempo de descomposición. (p. 176).

Perlita.

Silicato de hierro aluminio y magnesio,procedente de rocas volcánicas, este mineral se muele, es de color blanco con una alta porosidad y buena retención de agua y aire, tiene una relativa alta capacidad de intercambio catiónico, se usa en solo o mezcla en sustratos para cultivos sin suelo o en viveros en semilleros.

Vermiculita.

Es una arcilla de estructura laminar, que por tratamiento térmico a más de 1.000 °C pierde el agua interlaminar y se hincha unas 10 veces, quedando convertida en un material ligero, de *elevada* porosidad, (96%) como la perlita y también de niveles similares de retención de agua, del 45 al 50%. Es estéril, no tiene olor, ni contaminantes, es de baja densidad aparente, de alta capacidad de intercambio catiónico, mejora la aireación y favorece la retención de humedad. (Jaramillo, et al., 2006, p. 25)

Para Jaramillo, Días, et al., (2006), Cuando se utiliza bandejas con celdas individuales se siembra directamente.

“En la producción comercial de plántulas se requiere el uso de contenedores, que permiten que cada semilla se siembre en un recipiente y que al extraer la plántula se mantenga intacto el sistema radicular, facilitando su transporte y trasplante. Lo que se

busca con este sistema es que de cada semilla sembrada se obtenga una plántula, hecho que es difícil de conseguir en el sistema tradicional, en el cual, en promedio, se requieren tres semillas para obtener una plántula. En el mercado de bandejas para su tamaño y número de celdas de acuerdo al fabricante.” Los contenedores generalmente son bandejas plásticas con numerosas celdas de pequeñas dimensiones y volumen que varía entre 9 y 25 centímetros cúbicos. Para tomate se recomienda utilizar bandejas con un volumen por celda mayor a 18 centímetros cúbicos. (p. 15)

Cantliffe (1993), citado por Escobar (2009), argumenta que; “diversas investigaciones demuestran que el tamaño del contenedor es determinante de la calidad de la plántula. Cuanto mayor sea el tamaño del contenedor, aumentan el área foliar, la biomasa y el volumen de raíz” (p. 20).

Nesmith y Duval (1998), citado por Escobar, (2009) exponen que; ‘el crecimiento de raíces y brotes vegetativos es interdependiente y puede afectarse cuando el sistema radicular está restringido a volúmenes pequeños de enraizamiento; así mismo, plantas con buen desarrollo radicular toleran mejor el trasplante’’. (p. 20)

Etapas en la producción de plántulas

La producción de material de propagación es una actividad especializada que requiere del equipamiento e infraestructura adecuados para el establecimiento y desarrollo normal del material de propagación. Cada una de las etapas del proceso de producción debe ser debidamente planeada y ejecutada, ajustándose a los requerimientos técnicos establecidos para la producción de plántulas de tomate con adecuados estándares de calidad (Escobar, 2009, p 20).

Preparación del sustrato.

Comprende la selección, preparación del sustrato y llenado de contenedores. En esta etapa se deben determinar los niveles de nutrientes, el pH y la concentración de sales del sustrato, expresada mediante conductividad eléctrica (CE), para así hacer las correcciones pertinentes. El pH debe oscilar entre 5,0 y 6,5. El nivel de sales varía dependiendo de las cantidades de fertilizantes en la mezcla. En la preparación, el sustrato se debe desmenuzar muy bien y garantizar un humedecimiento homogéneo. Para el llenado de los contenedores se recomienda llenar por completo las celdas y evitar la compactación del sustrato (Escobar, 2009, p 20).

Siembra y germinación.

La utilización de bandejas de propagación presenta ventajas como el uso más eficiente de la semilla, debido a que se siembra una semilla por celda, la semilla debe sembrarse a una profundidad de entre 5 y 10 milímetros y cubrirse con el mismo sustrato en que fue sembrada para asegurar que se mantenga húmeda. La germinación de la semilla es un paso crítico durante el proceso de producción de la plántula. La semilla de tomate requiere de buena aireación para germinar, por lo que es necesario evitar la saturación del sustrato con agua. La temperatura óptima para la germinación está entre 23 y 25 °C. El tiempo necesario para la germinación varía según la variedad y el lote de semillas, pero en general la germinación y emergencia de las plantas se produce entre los 3 y 6 días después de la siembra (Escobar, 2009, p.20 - 21).

Nutrición y Riego.

La cantidad y frecuencia de riego varían dependiendo del volumen de la celda, el sustrato, la ventilación del invernadero y las condiciones del clima. Una recomendación

general es regar las bandejas todos los días mediante riego por aspersión o, en su defecto, con una regadera de poma fina para evitar destapar las semillas. Los riegos deben hacerse 2 o 3 veces al día, según las condiciones climáticas y el crecimiento de la planta, asegurándose de que cada celda quede completamente húmeda para promover el crecimiento de raíces en la parte inferior de la celda. La nutrición de las plántulas se hace a través de soluciones nutritivas. Los valores óptimos de pH y conductividad eléctrica (CE) varían según el estado de desarrollo de la plántula y se interpretan de acuerdo con la metodología utilizada para su determinación. El ajuste de la fertilización se debe hacer con base en un análisis físico y químico del material que se va a utilizar como sustrato de (Escobar, 2009, p. 21).

Manejo y Prevención de Enfermedades.

En el semillero La mejor forma de controlar las enfermedades de las plántulas es a través de medidas sanitarias preventivas y un adecuado manejo de las condiciones ambientales dentro del invernadero. Entre las prácticas más recomendadas para prevenir enfermedades se cuentan: Controlar las malezas dentro y en los alrededores del invernadero, Desinfectar las bandejas de siembra, Ventilar el invernadero, No excederse en el riego y utilizar sustrato de buena calidad (Escobar, 2009. P 22).

Trasplante y fertilización

Dentro de los parámetros agronómicos que determinan la calidad de las plántulas con destino al establecimiento de cultivos se pueden mencionar las siguientes: Sanidad, cobertura de raíces, tallo firme y bien desarrollado, altura correcta y desarrollo vegetativo. Lo anterior está en función de las condiciones climáticas y el éxito de esta labor dependerá la productividad del cultivo. El tiempo promedio de germinación hasta el

trasplante está entre los días 25 a 35 dependiendo de la zona: en zonas más cálidas 25 días y en zonas frías, 35 días. El objetivo es lograr un alto vigor de la plántula que se va a trasplantar al sitio definitivo (Crop science, 2018).

Enfermedades de los semilleros.

Existen diversas enfermedades que afectan a la semilla antes y durante la germinación, lo cual constituye la principal limitante fitosanitario en esta actividad. Las semillas de las hortalizas pueden ser portadoras de diferentes patógenos que pueden ser latentes sin manifestarse durante el tiempo de semillero, reapareciendo en el cultivo definitivo.

Los hongos que afectan a las plántulas son muy diversos, entre los que más destacan son: *Pythium sp*, *Phytophthora sp*, *Rhizoctonia sp*, *Fusarium sp* y *sclerotum sp* “causantes de la enfermedad Damping off o ahogamiento de los tallos. Las pudriciones de plántulas por estos patógenos se presentan por temperaturas entre los 18° y 24°C en semilleros con altas densidades de siembre y establecidos de siembra y humedad excesiva.” (Jaramillo, 2012, p. 395).

A continuación, se presentan de forma breve algunas características de las enfermedades de mayor incidencia y severidad en los semilleros y especialmente en la producción de plantines de tomate:

Pre – emergencia

Las semillas pueden podrirse antes de germinar o las plántulas morir antes de la emergencia.

Post-emergencia

Durante los primeros días luego de la emergencia de la planta de tomate puede ser atacada por el complejo fungoso *damping-off*, cuyo agente causa es entre otros el hongo *Phytophthora aphanidermatum* causando la pudrición del cuello de la raíz, el hongo *phytophthora*, Se manifiesta con una lesión oscura y acuosa que extiende a lo largo del tallo o por encima de la línea del suelo. Los síntomas característicos de esta enfermedad son la decoloración de las hojas y la marchites de la plántula ahorcamiento del cuello de la raíz y marchites de la plántula. El hongo causante del 65% de pérdidas en semillas y produce la muerte de plantas en etapas tempranas a través de la pudrición de la base del tallo. Las pérdidas en producción ocasionadas por este hongo afectan tanto producciones a campo abierto como en invernadero.

Rhizoctonia solani. Desarrolla lesiones de color bronceado a marrón rojiza en el hipocotilo, se desarrolla en las raíces la planta marchita y muere.

Botrytis cinérea: aparece después de la emergencia de la planta, puede ocurrir en el vivero en la senescencia de los cotilidones. Se caracteriza por una decoloración marrón del hipocotilo. (AGRIUS, Seminis, 2021, p. 40)

La marchitez vascular y el mal del talluelo, causados por *Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici* una de las más de 100 formas especiales que se conocen de *Fusarium oxysporum*, de amplia distribución mundial (Vásquez, 2017, p 364).

El tejido afectado por *fusarium oxiysporum* toma una coloración pardo oscuro, siendo más notable en el punto de unión del peciolo con el tallo (Vásquez, 2017, p. 364)

Aunque son menos frecuentes en esta etapa del cultivo, las enfermedades bacterianas son más devastadoras cuando se presentan, éstas provienen principalmente de semillas contaminadas y residuos de cosechas anteriores.

Entre las bacterias que más afectan al cultivo está la *Xanthomonas campestris pv. Vesicatoria*, causante de la mancha bacteriana caracterizada por manchas grandes mayores de 2 mm, siendo temperaturas entre los 24 a 26° C su ambiente más favorable. Otras bacterias de importancia en esta fase del cultivo son *Pseudomonas syringae pv. Tomato* especialmente en rangos de temperaturas ente 19 a 22° C. Igualmente se presenta con relativa frecuencia el cáncer bacteriano causado por *Clavivacter michiganensis spp michiganensis*, que en estados avanzados de infestación en los semilleros es causal de la pérdida total de la plantulación.

La mancha bacteriana del tomate es una enfermedad que se puede presentar desde la etapa de semillero, provocando manchas negras y húmedas en las hojas de las plántulas. S inicia en las hojas más bajas de la planta y se caracteriza por presentar manchas o lesiones de color negro, con bordes irregulares que por el envés que por el envés presentan apariencia húmeda; posteriormente, las lesiones se unen, convirtiéndose en lesiones más grandes. (Jaramillo. 2012. p 398).

Métodos directos de evaluación de la enfermedad vegetal

La intensidad

De una enfermedad es el grado de daño que causa está sobre un campo de cultivo y tiene dos componentes:

Incidencia.

O número de plantas afectadas, expresadas como porcentaje del número total

Severidad.

O porción de tejido de las plantas afectadas expresado como porcentaje del área total

La determinación de la intensidad solo puede requerir de la incidencia o de ambos, la prevalencia de una enfermedad es la magnitud de su presencia o distribución en un área geográfica, dada en porcentaje del área total del cultivo.

Escalas diagramáticas de severidad: Nathan A Cobb en Australia, en (1892), propuso la primera escala de incidencia para royas de cereales, en sus evaluaciones propuso una escala dibujada en grados de incidencia de 1, 5, 10, 20 y 50 % de la superficie de la hoja cubierta por pústulas de roya e indico que la lectura debía hacerse en la última y penúltima hoja de cada planta evaluada. Para establecer una escala de grados de severidad de una enfermedad cuyo daño puede estimarse según el porcentaje de superficie afectada (superficie de hojas, tallos, raíces, tubérculos, frutos) se deben hacer observaciones del daño bajo diversas condiciones (lugar, fecha, variedad, madures del cultivo) y acumular evidencia en forma de muestras preservadas, dibujos o fotografías de todos los grados de incidencia que ocurran (French, 1980, p p. 189 - 192).

En resumen la incidencia; es la cantidad de individuos o partes contables del mismo, afectados por una determinada enfermedad respecto al total analizado, expresado en porcentaje; mientras que la severidad es un estimado visual en la que se define cantidad de infección en una planta, comparándolo con la cantidad de tejido vegetal enfermo comparándolo con la cantidad de tejido sano, es muy subjetiva y se expresa en porcentaje del área necrosada o enferma

Navarro y Arauz (1999) mencionan que; el método de evaluación visual de la severidad se utiliza debido a su sencillez, rapidez y bajo costo, pero el error en el cálculo puede ser

alto, “esta estimación visual se divide en tres categorías: a) la definición de la cantidad afectada, por medio del análisis visual de la planta afectada. b) llaves pictóricas con descripciones cualitativas del problema fitopatológico. c) Representaciones esquemáticas del sujeto de análisis con áreas conocidas afectadas por el problema” (p p. 89 – 90).

Para la evaluación de severidad de cada segmento u hoja o parte de la planta se puede utilizar la escala de Peterson, en la que se divide en 5 categorías que corresponde con determinados % de severidad. Esta escala es mundialmente reconocida y utilizada.

Metodología.

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se realizó un proceso sistemático y estructurado para el abordaje de la temática en cada una de sus etapas o fases. Para lo anterior a continuación, se presenta de forma descriptiva el proceso de abordaje de cada uno de los objetivos específicos planteados en la propuesta.

Identificar y Caracterizar las Condiciones Agroclimáticas Internas y Externas de las dos Sedes de la Plantuladora.

Características Agroclimáticas Internas.

Dentro de las naves se instaló una estación portátil (datalogger) de medición, ubicado sobre las bandejas en ensayo a una altura de 1.00 mt sobre las mismas. El equipo climático posee las siguientes características: Marca spectrum Data logger de Botón Watch Dog Serie B, conformado por una estación de campo con sensores de temperatura y humedad relativa, estación de descarga a PC, y un software Spec 9 básico, necesario para descargar los datos e interpretarlos.

Proceso de recolección de datos. Para la recolección de los datos de humedad y temperatura, se instaló un termómetro y un higrómetro digital, el cual suministra información diaria que se almacena en una memoria, según se programó, esta información se revisó una vez se terminó el ensayo y se comparó con la incidencia y frecuencia de la enfermedad para buscar una posible relación entre estas variables climáticas y la incidencia y severidad de la enfermedad.

Los signos y los síntomas de la mancha necrótica no se registraron en planillas contabilizando cantidad y ubicación de plantines ya que en el vivero no manifestaron los síntomas. Para el proceso de desarrollo del ensayo de campo se realizaron las siguientes actividades:

Se realizaron observaciones del comportamiento de los plantines dentro del ensayo

Se realizó observación diaria del desarrollo vegetativo de los plantines de tomate

Se observó, pero no se pudo registrar los signos y los síntomas de la mancha necrótica

Se observó, pero no se pudo registrar los signos y los síntomas de la mancha necrótica en los plantines de tomate ya que no hubo.

FIGURA 1

Equipos de Medición de Temperatura y Humedad



Fuente: la investigación 2019

Características Agroclimáticas Externas.

Para obtener esta información se hizo recolección de datos que se tienen de cada municipio y con la cual se analiza el comportamiento de las principales variables durante el tiempo de evaluación de los diferentes tratamientos.

Identificar las características de la mancha necrótica en los plantines de tomate.

El proceso de producir plantines de tomate dura un periodo de 26 a 30 días en condiciones de invernadero y para las zonas donde se desarrollará el proyecto. Teniendo en

cuenta que se realizó en dos sedes de la Plantuladora Nazi (Guateque y Villa de Leyva) en cada uno de estos sitios se procedió de la siguiente forma:

Se instaló una parcela de siembra de plantines de tomate en cada una de las sedes, con 5 tratamientos diferentes, con unas variables que se supone tienen incidencia en la aparición de enfermedades, como son:

- el riego
- la fertilización
- la fumigación

Y con un proceso de observación y registro de novedades, poder determinar qué circunstancias en los tratamientos favorecen la incidencia de síntomas y signos de enfermedad

Parcela de Plantulación de Tomate Sede Villa de Leyva

La evaluación se realizó en el municipio de Villa de Leyva Boyacá. La Sede de la empresa Plantuladora Nazi, en el municipio de Villa de Leyva, está conformada por un vivero ubicado en la vereda Zopatá. El vivero consta de un invernadero de 6 naves metálicas del tipo de multi túnel. Con un área de 3.024 metros cuadrados donde se ubicaron 13 camas de bandejas y una capacidad instalada de 13.572 bandejas y 1.737.216 plantas.

Montaje del Ensayo Sede Villa de Leyva.

Tal como se observa en el plano, se ubicaron dentro de la nave del invernadero los respectivos tratamientos, cada uno constituido por tres bandejas de 54 centímetros de largo por 29 centímetros de ancho de tamaño, y de 128 alveolos. Estas se establecieron el día 10 de septiembre / 2019 y se realizaron evaluaciones de % de incidencia y severidad dos días a la semana a partir del lunes 16 de septiembre, los registros fueron procesados y analizados. Los

procesos de siembra, riego, manejo, fertilización y fumigación se realizaron de forma convencional tal como lo hace habitualmente la Plantuladora, con excepción de los Tratamientos T1 y T2, a los que se les modificara ciertos manejos de acuerdo a su objetivo. Se propone la evaluación de los siguientes Tratamientos, cada uno de ellos con tres repeticiones.

Diseño del ensayo.

Se seleccionó una parcela dentro de las naves de plantación donde se dispusieron las bandejas de germinación para el establecimiento del ensayo, el cual se desarrollará en bandejas con un sustrato de turba comercial, Se plantea la evaluación de los siguientes Tratamientos, cada uno de ellos con tres repeticiones.

Tratamiento 1 (T1): Sin fumigación (todo lo demás se hace de forma comercial)

Tratamiento 2 (T2): dosis inferior de riego del 50 %

Tratamiento 3 (T3): sin fertilización (todo lo demás se hace de forma comercial)

Tratamiento 4 (T4): dosis adicional de riego del 30 %

Tratamiento 5 (T5): Testigo comercial.

Por una falla de germinación de la semilla en la parcela de villa de Leyva no se pudieron realizar sino los siguientes Tratamientos:

Tratamiento 1 (T1): Sin fumigación (todo lo demás se hace de forma comercial)

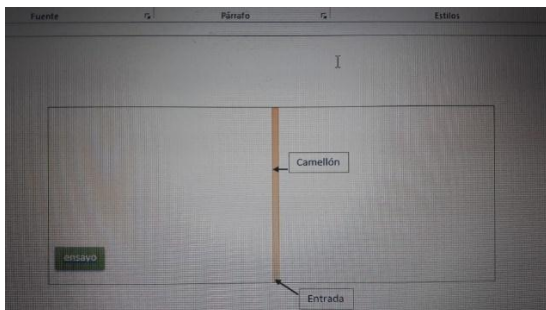
Tratamiento 2 (T2): con el 50 % de la fertilización (todo lo demás se hace de forma comercial)

Tratamiento 3 (T3): Testigo comercial.

Plano de la Ubicación del Ensayo en Vivero de Villa de Leyva

FIGURA 2

Plano Villa de Leyva



Fuente: la investigación 2021.

Para cada Tratamiento se estructuró con tres repeticiones, es decir cada Tratamiento consta de 3 bandejas. Por lo tanto, la unidad experimental posee un total de 9 bandejas. De esta forma se obtendrán tres replicas necesarias para el análisis estadístico. Lo anterior se muestra en el plano de la ubicación del ensayo dentro del invernadero, y se colocaran las bandejas totalmente al azar.

Parcela de Plantulación de Tomate Sede Guateque

La sede de la empresa Plantuladora Nazi, en el municipio de Guateque, está conformada por un vivero en las márgenes del casco urbano, que consta de un invernadero de 4 naves metálicas del tipo multi túnel, con área de 1232 m² donde se ubicaron 9 camas de bandejas y una capacidad instalada de 5760 bandejas y 737280 plantas.

Guateque se encuentra a 1767 metros sobre el nivel del mar. Guateque tiene un clima tropical. Los inviernos aquí tienen una buena cantidad de lluvia, mientras que los veranos tienen

muy poco. De acuerdo con Köppen y Geiger clima se clasifica como Aw. En Guateque, la temperatura media anual es de 19.1 °C. Precipitaciones aquí promedios 1419 mm.

Montaje del Ensayo: Plantuladora Nazi Sede Guateque.

Se seleccionó una parcela dentro de las naves de plantación donde se dispusieron las bandejas de germinación para el establecimiento del ensayo, el cual se desarrollará en bandejas con un sustrato de turba comercial, Se platea la evaluación de los siguientes Tratamientos, cada uno de ellos con tres repeticiones.

Tratamiento 1 (T1): Sin fumigación (todo lo demás se hace de forma comercial)

Tratamiento 2 (T2): dosis inferior de riego del 50 %

Tratamiento 3 (T3): sin fertilización (todo lo demás se hace de forma comercial)

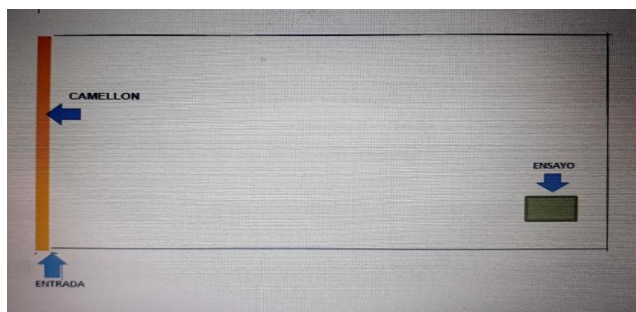
Tratamiento 4 (T4): dosis adicional de riego del 50 %

Tratamiento 5 (T5): Testigo comercial

Plano de la Ubicación del Ensayo en Vivero de Guateque

FIGURA 3

Plano Guateque



Fuente: la investigación del 2021

Cada Tratamiento es de 3 bandejas, para un total de 15 bandejas. De esta manera se obtienen tres replicas necesarias para el análisis estadístico. Se determinó mediante un plano la ubicación del ensayo dentro del invernadero, y se colocaron las bandejas totalmente al azar de tal manera que queden estas mezcladas. Cada Tratamiento es de 3 bandejas, para un total de 15 bandejas. Se determinó mediante un plano la ubicación del ensayo dentro del invernadero, y se colocaron las bandejas totalmente al azar de tal manera que quedaron estas mezcladas.

Los procesos de siembra, riego, manejo, fertilización y fumigación se están haciendo de la forma como se hace normalmente, a excepción de los Tratamientos T1, T2, T3 y T4 a los que se les modificara ciertos manejos de acuerdo a su objetivo.

Tratamiento T1. Sin fumigación. Lo normal en los viveros de producción de plantines es que haga de una a dos fumigaciones semanales de acuerdo a las observaciones que se hagan y la incidencia de plagas y enfermedades presentes, para este Tratamiento el día que se programa fumigación se procedió a sacar del invernadero las bandejas marcadas con T1 y al día siguiente vuelven y se ingresan nuevamente a su sitio.

Tratamiento T2. Dosis inferior de riego del 50 %, en el vivero de Guateque normalmente se riega tres veces al día, dependiendo de los factores climatológicos, para determinar ese 30 % en el último riego del día se sacaban las bandejas marcadas con T2, después del riego se volvían a colocar en su sitio.

Tratamiento T3. Sin fertilización, en los riegos en este vivero algunos son fertilizados y otros son con agua, cuando los riegos son fertilizados se sacan las bandejas marcadas con T3 para que el operario que riega pase con tranquilidad, si el clima está muy caliente y las plantas están deshidratadas, se riegan sopeándolas en agua sin fertilizante, como se ve en algunas fotos.

Tratamiento T4. Dosis adicional de riego del 30 %, en este Tratamiento, se suministra este riego adicional al final del día todos los días, sopeando las bandejas en un recipiente como se ve en la foto.

Tratamiento 5. Testigo comercial, estas bandejas se les dio el Tratamiento normal que se le dan a todas las bandejas en el vivero.

Aproximación a la Identificación del Agente Causal de la Mancha Necrótica de los Plantines de Tomate

Para la realización de este objetivo se procedió a identificar de forma visual los síntomas y los signos de la enfermedad, para lo cual se llevaron muestras de plantines al laboratorio de Agronomía de la UNAD en Tunja, donde se procedió a realizar la observación del desarrollo fenológico de los plantines y el desarrollo de la enfermedad. Igualmente se realizaron observaciones al microscopio y estereoscopio para reconocer su comportamiento, particularidades e intentar su identificación. Para tener una mayor seguridad en la identificación del agente causal de la enfermedad se tomaron plantines con signos evidentes de la enfermedad provenientes tanto de las sedes de la plantuladora en Guateque y Villa de Leyva, como de material entregado a productores que presentaran la sintomatología típica de la enfermedad, el cual fue debidamente embalado (toallas de papel y se introdujeron en una bolsa plástica con sello hermético) y rotulado para posterior envío al Centro de Investigaciones de la Universidad Jorge Tadeo Lozano. En el laboratorio se tomaron muestras de las manchas necróticas que llevaban los plantines y se sometieron a procesos de aislamiento y siembra en cajas de Petri que contienen un medio de cultivo especial, se usó para este propósito una cámara de flujo laminar, los cultivos in vitro se someten a temperatura constante entre 18° y 22° centígrados en horno. Se evaluó el

crecimiento del patógeno, posteriormente se identificó en microscopio usando como patrón de comparación las tablas taxonómicas.

Resultados.

Caracterización de las Condiciones climáticas externas de las sedes (Guateque Y Villa De Leyva)

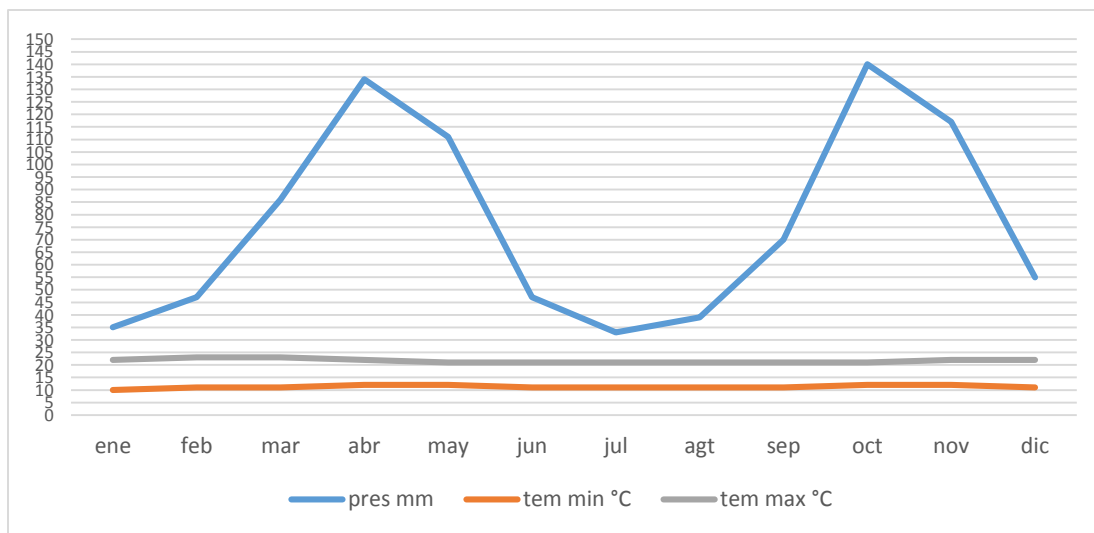
Condiciones Externas de Villa de Leyva.

Villa de Leyva pertenece a la provincia del alto Ricaurte, según el censo nacional del 2018, tiene una población de 14.406 habitantes, una superficie de 128 kilómetros cuadrados, una altitud media de 2.148 m.s.n.m. y Coordenadas: 5°37'59'' N 73°31'32'' O

Comportamiento de Humedad y Temperatura de Villa de Leyva Boyacá

FIGURA 4

Humedad y temperatura de Villa de Leyva



Fuente: Plan de acción Corpoboyaca 2016 – 2019

En la Gráfica # 4 se aprecia que el clima de Villa de Leyva es frío – muy seco. El promedio de lluvia total anual es de 960 mm. Durante el año las lluvias se distribuyen en dos

temporadas secas y dos temporadas lluviosas. La temporada seca principal tiene lugar en los meses de junio, julio y agosto; una temporada seca adicional se presenta en los meses de enero y febrero. Las temporadas de lluvia se extienden desde finales de marzo hasta mayo y desde finales de septiembre hasta principios de diciembre. En los meses secos, llueve de 9 a 11 días/mes; en los meses de mayores lluvias puede llover de 15 a 16 días/mes. La temperatura promedio es de 16.5°C. Al medio día la temperatura máxima media oscila entre 22 y 24°C. En la madrugada la temperatura mínima está entre 10 y 12°C. El sol brilla cerca de 4 horas diarias en los meses lluviosos, pero en los meses secos, la insolación está entre 5 y 6 horas diarias. La humedad relativa del aire oscila durante el año entre 70 y 79 %, siendo mayor en los meses de mayo y noviembre y menor en julio y agosto (Ideam, 2019).

En las precipitaciones encontramos que son bajas entre 1000 – 1500 mm. y estas se presentan en los municipios de Sutamarchán, Santa Sofía, Gachantivá, Villa de Leyva, Sáchica, Chiquisá, Samacá, Tunja, Soracá, Motavita, Combita, Sotaquirá, Paipa y Duitama.

Tabla 3

Clima/ Datos Históricos del Tiempo en Villa de Leyva (Boyacá)

Mes	ene	feb	Mar	abr	Ma	Ju n	jul	agt	sep	oct	nov	Dic
T media	16	16	17	17	17	16	16	16	16	16	17	16
T minim	10	11	11	12	12	11	11	11	11	12	12	11
T max	22	23	23	22	21	21	21	21	21	21	22	22
Press(mm)	35	47	86	134	111	47	33	39	70	140	117	55

Nota: elaboración propia a partir de: Data 1982 – 2012 <https://es.climate-data.org/americas-del-sur/colombia/boyaca-81/>

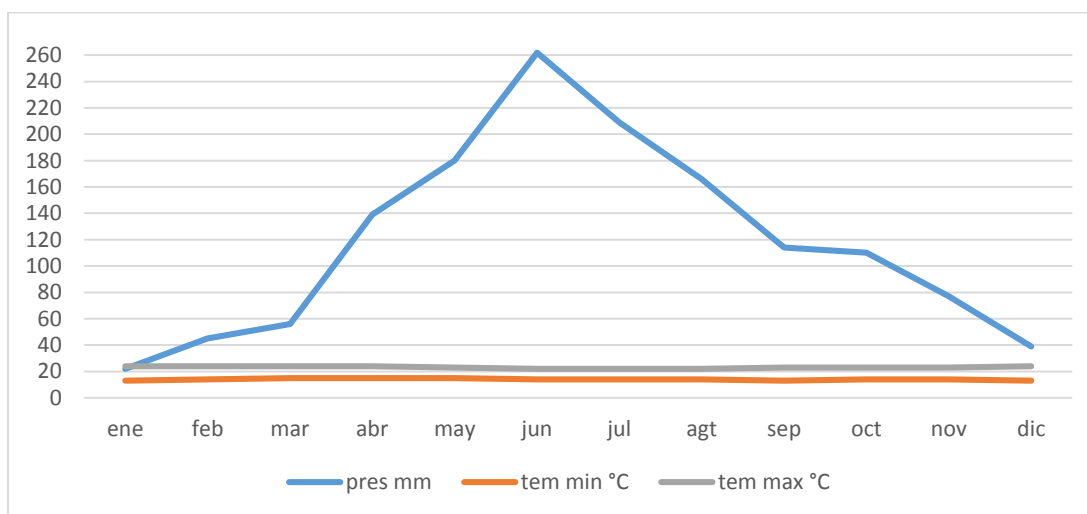
Hay una diferencia de 107 mm de precipitación entre los meses más secos y los más húmedos. La variación en la temperatura anual está alrededor de 1.3 °C. Villa de Leyva se encuentra a 2139 metros sobre el nivel del mar. El clima en Villa de Leyva es cálido y templado. La lluvia en Villa de Leyva cae sobre todo en el invierno, con relativamente poca lluvia en el verano. Este clima es considerado Csb según la clasificación climática de Köppen-Geiger. La temperatura media anual en Villa de Leyva se encuentra a 16.9 °C. La precipitación es de 914 mm al año

Condiciones Externas de Guateque

. El municipio de Guateque pertenece a la provincia de oriente, está ubicado a 125 kilómetros de Tunja y a 112 kilómetros de Bogotá, tiene una población de 10.921 de habitantes, tiene una superficie de 30.04 kilómetros cuadrados, tiene una altitud media de 1.815 m.s.n.m. Sus coordenadas 5°00'21'' N 73°28'23''O

FIGURA 5

Humedad, Temperatura y precipitación Guateque



Fuente: clima – data. Org

En la Figura se aprecia que en el mes más seco es enero, con 22 mm, la mayor parte de la precipitación cae en junio con promedio de 275 mm. El mes más caluroso del año es marzo con un promedio de 19.9 °C. Junio es el mes más frío con temperaturas promedio 18.5 °C

Tabla 4

Tabla Climática / Datos Históricos del Tiempo en Guateque (Boyacá)

Mes	ene	feb	Mar	abr	Ma	jun	jul	agt	sep	oct	nov	Dic
T media	18	19	19	19	19	18	18	18	18	18	19	15
T minim	13	14	15	15	15	14	14	14	13	14	14	13
T max	24	24	24	24	23	22	22	22	23	23	23	24
Press(mm)	22	45	56	139	180	262	209	166	114	110	77	39

Nota: elaboración propia a partir de: Data 1982 – 2012 <https://es.climate-data.org/americas-del-sur/colombia/boyaca-81/>

En esta Tabla # 4 se puede apreciar la diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 262 mm. A lo largo del año, las temperaturas varían en 1.4 °C.

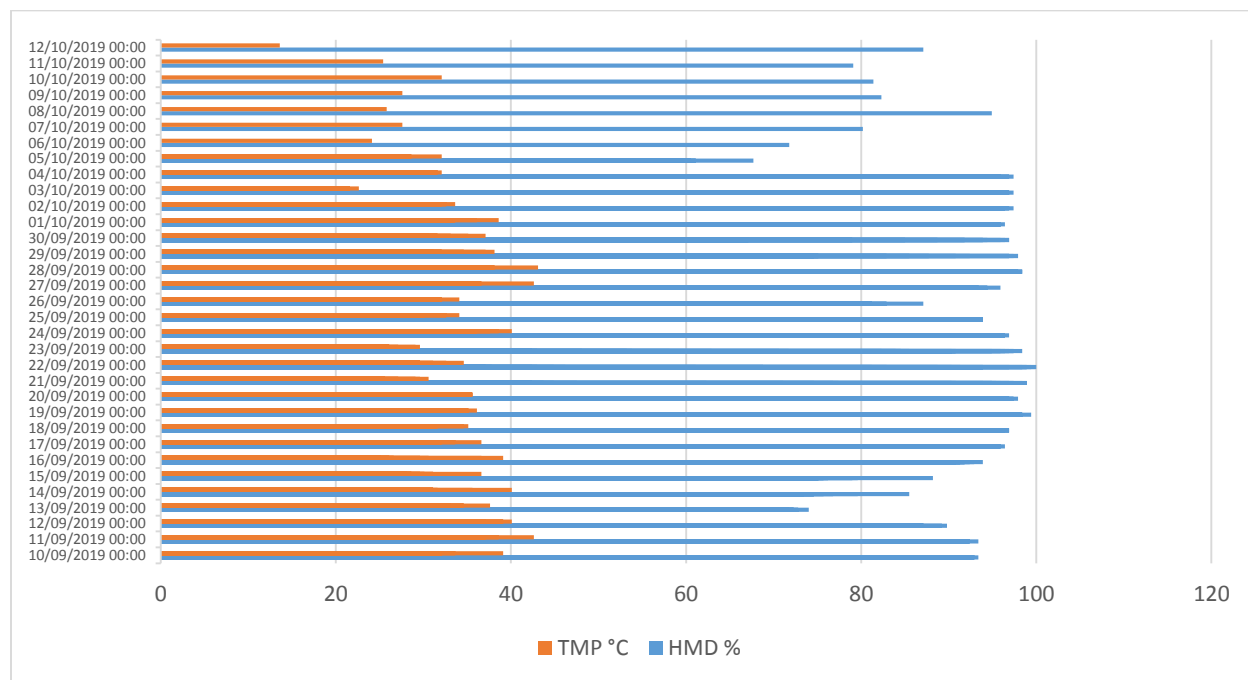
Características Agroclimáticas Internas del Vivero de Villa de Leyva.

En la Figura siguiente se observa que del 10 al 13 de septiembre las temperaturas superaron los 40°C y con humedad relativa superior al 90 %; descendiendo a 70 % del 14 al 17 de septiembre, donde se ve un leve descenso de la temperatura llegando un poco más de 30°C del 18 al 23 de septiembre, el día 24 subió la temperatura a 40°C. En el resto de los días se mantiene un descenso de la temperatura por debajo de los 30°C, y la humedad tiene una tendencia a permanecer alta llegando al 100 % del 25 al 30 de septiembre. Se aprecia que en los primeros días se presentó un aumento de la temperatura que superó los 40°C, luego la temperatura presenta un leve descenso hasta llegar a unos 35°C, la humedad se mantuvo alta por encima de 95 % del 1 al 8 de octubre con altibajos leves en la temperatura tendiendo a estar por bajando de

los 30°C, los días últimos descendió hasta 20°C, la humedad también tuvo una tendencia hacia abajo y permaneció cerca del 80 %

FIGURA 6

Temperatura y Humedad Invernadero Villa de Leyva



Fuente: la investigación datos arrojados por la estación climatológica DATALOGER instalada en el interior del invernadero.

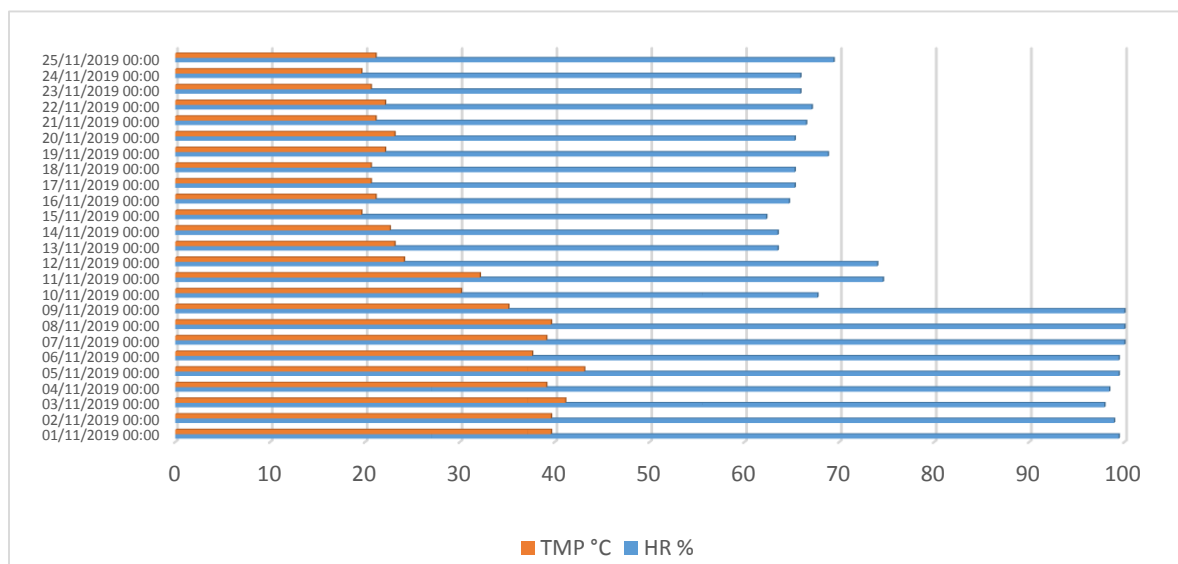
El ambiente que genera el invernadero posee las condiciones óptimas para el desarrollo y la proliferación de hongos y bacterias. Temperaturas entre 12°C y 42°C y humedad relativa entre 70 % y 100 % facilitan la presencia de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, el cual sobrevive en residuos agrícolas y del cultivo de una temporada a otra y posee estructuras de resistencia que le permiten perdurar en el suelo, favorecido por temperaturas cálidas (20°C) asociada a alta humedad relativa. En la Figura anterior se observa que el ambiente dentro del

invernadero posee estas condiciones óptimas para el desarrollo de estos fitopatógenos, es decir temperaturas entre 12° y 42°C y humedad relativa entre 70 % y 100

Características Agroclimáticas Internas del Vivero de Guateque

FIGURA 7

Temperatura y Humedad Vivero Guateque



Fuente: datos arrojados por la estación climatológica DATALOGER instalada en el interior del invernadero.

Como se puede observar en esta Figura de Guateque al igual que el presentado para Villa de Leyva, las condiciones para los patógenos son favorables, la humedad relativa es muy alta y el delta de temperatura también es muy amplio, además que no se hace un adecuado control sobre las variables temperatura y humedad relativa.

En esta Figura se aprecia que del 1 al 8 de noviembre se mantuvo una humedad relativa alta cercana al 100 % de forma constante. La temperatura en este mismo periodo también estuvo estable muy cercana a los 40°C. Del día 9 al 15 de noviembre se observa una caída fuerte de la humedad relativa pasando de a valores entre el 60 % y 65 %, la temperatura también descendió a

cercad de 20°C. Del 16 al 24 de noviembre la temperatura se mantuvo estable bajando a cerca de los 20°C, la humedad relativa se mantuvo estable entre 60% y 68%.

Caracterización de la Mancha Necrótica en los Plantines de Tomate Bajo Condiciones de Invernadero.

Comportamiento de la Enfermedad en la Sede Villa de Leyva.

En la foto # 8 se muestra la panorámica de la Plantuladora de Villa de Leyva, esta consta de 6 naves en sistema de capilla simple de dos aguas. Esta sede se encuentra todavía en construcción, pues fue trasladada de su sitio original, un aspecto a resaltar es que posee y toda la estructura nueva, es decir instalaciones, bandejas de germinación cuarto de germinación.

A continuación, se describe el proceso de montaje del ensayo de acuerdo con los protocolos que posee la Plantuladora, se busca dejar claridad en el procedimiento realizado durante cada una de las fases de la investigación. Se instaló una parcela dentro de las naves de plantación donde se dispusieron las bandejas de germinación para el establecimiento del ensayo, el cual se desarrolló en bandejas con un sustrato de turba comercial, tal como se mencionó en la metodología.

FIGURA 8

Vista Externa Vivero de Villa de Leyva



Fuente: la investigación 2019

A continuación, se presentan la explicación y análisis de cada una de las fases y actividades que se realizaron para el establecimiento, desarrollo de la plantulación y la posterior evaluación de la presencia de la enfermedad

Siembra:

Se inició con la preparación del sustrato, que consistió en la hidratación del sustrato turba, en esta mezcla de turba y agua llevándola a un punto de humedad de campo, se realizó en una alberca enchapada para evitar contaminación, después se procedió a llenar las bandejas, posteriormente se siembra una semilla por celda a una profundidad de más o menos 2 veces su tamaño, luego se pasó a la cámara de germinación, la cual tiene unas condiciones de oscuridad, humedad y temperatura especiales para favorecer su germinación durante 4 días: La semilla ya germinada se procede a pasar estas bandejas al invernadero para su fase de crecimiento, donde se le suministra riego, fertilización y fumigación tal como se aprecia en las siguientes fotos

FIGURA 9

Mezcla e Hidratación del Sustrato



Fuente: La investigación, 2019

En la foto # 9 se aprecia el inicio del proceso de siembra, en las plantadoras industriales se prepara el sustrato que este caso corresponde a una mezcla de turba canadiense y sustrato fibra

de coco, esta mezcla se encuentra en ensayo y la proporción por el momento es mezcla al 50 %, las bandejas usadas eran nuevas.

Selección y siembra de Semilla. Para la siembra se escogió la semilla de tomate híbrido calima de la empresa impulse semillas, la cual cuenta con las respectivas licencias del ICA, además es uno de los materiales más usados en la región y en la plantuladora.

FIGURA 10

Siembra de la Semilla



Fuente: La investigación, 2019

En la foto # 10 se aprecia el sistema de siembra completamente manual y se hace con mano de obra femenina, que realizan la mezcla y llenado de bandejas y posteriormente las entregan para la siembra de la semilla.

Cámara de germinación. La cámara de germinación es una infraestructura donde se suministran condiciones de humedad, temperatura y oscuridad que necesitan las semillas para optimizar su proceso de germinación. En la foto # 11 se aprecia las bandejas acomodadas una sobre otra, luego se forran con un material plástico, en este caso los mismos paquetes de la turba con el fin de mantener y aislar la temperatura y humedad en las bandejas.

FIGURA 11*Bandejas en la Cámara de Germinación*

Fuente: La investigación, 2019

Salida de la cámara de germinación al invernadero.

Luego del 5° al 7° día a la salida de la cámara de germinación, se presentan con sus dos primeras hojas falsas o cotiledóneas, lo cual depende de la variedad y del recubrimiento de la semilla que en algunos casos son más duros que otros esta condición hace que las semillas aumenten el número de días en el cuarto de germinación. Las bandejas son revisadas después del 5° día y las que han cumplido con la germinación superior al 80% se sacan a condiciones de invernadero. En la foto # 12 en la parte de la izquierda se aprecia la germinación las dos primeras hojas, falsas o cotiledóneas dentro de la cámara de germinación, en la parte derecha de la foto se ve las bandejas ya colocadas en el vivero.

FIGURA 12

Germinación al Vivero, 4 Días Después de Siembra



Fuente: la investigación, 2019.

Ubicación del Ensayo en Campo. Cada uno de los Tratamientos está constituido por tres bandejas (para un total de nueve) que se ubicaron de forma aleatoria dentro del espacio destinado para tal fin, tal como se muestra en las fotos siguientes.

Delimitación del ensayo

FIGURA 13

Delimitación del ensayo, Primera Semana



Fuente: la investigación, 2019

En la Foto # 13 se aprecia la delimitación del ensayo con una vista frontal y paralela a las camas del invernadero, se aprecia la delimitación con palos de madera marcados.

FIGURA 14

Montaje del Ensayo.



Fuente: la investigación, 2019

En la foto 14. Se ve el extremo derecho del ensayo visto desde el corredor lateral, en la segunda semana se nota muy levemente el atraso en el crecimiento del Tratamiento T2 que esta con 50 % de la fertilización, no se presentan ni signos ni síntomas de ningún patógeno

FIGURA 15

Diferencias en el Desarrollo de las Plantas



Fuente: la investigación, 2019

En la foto # 15 se aprecia una especie de clorosis sin mayor importancia, pero es diferente a las demás bandejas, pero no muestra ningún síntoma o signos de la presencia de algún patógeno, en las bandejas T2 como lo muestra la flecha se evidencia el menor desarrollo vegetativo de los plantines.

Proceso de riego, fertilización y fumigación. El proceso de riego será igual para todas las bandejas, la fertilización normalmente se hace cada tercer día, en este caso en los días de fertilización se apartan las bandejas del Tratamiento T2 suministrándole riego aparte sin fertilización, como el Tratamiento T2 era con el 50 % de la fertilización en una fertilización se dejaba y en la otra fertilización se hizo el procedimiento que se explicó anteriormente. Después del proceso general se retornan las bandejas a su sitio inicial. El proceso de fumigación normalmente es dos veces a la semana, se cubrirán con plástico las bandejas que correspondan al Tratamiento T1, de esta manera se cumpliría con las características de cada Tratamiento.

FIGURA 16

Proceso de Riego Manual



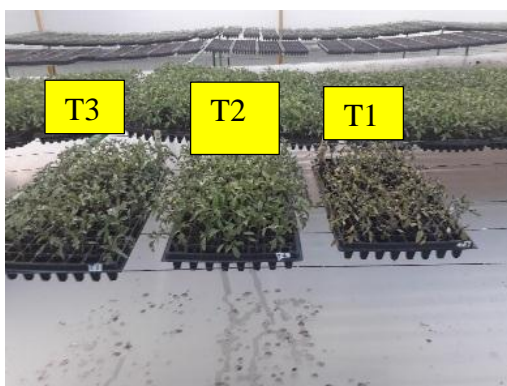
Fuente la investigación, 2020

En la **foto 16**. Se aprecian los procedimientos normales del vivero como riego, este se realiza sin ningún parámetro de cuantificación, o sea es mas a criterio del operario, en esta fase del sistema productivo es necesario mejorar la precisión del proceso

Panorámica de los Tratamientos

FIGURA 17

Panorámica de los Tratamientos - Cuarta Semana de Siembra



Fuente la investigación, 2019

En esta foto 17 se aprecia que al pasan los días, más se acentúa las diferencias en las plantas de cada uno de los Tratamientos, sin embargo, aún no aparecen signos ni síntomas de enfermedad de necrosis. Luego de los 26 días después de la siembra, las plantas han cumplido su ciclo dentro del invernadero, tiempo durante el cual no se presentó en ninguno de los Tratamiento los síntomas o signos de la enfermedad. A continuación, se hace una descripción de las condiciones sanitarias y de calidad de los plantines de cada uno de los Tratamientos.

El Tratamiento **T1** en sus tres repeticiones presentó un color verde menos intenso (sin ser clorótico) que el resto de los Tratamientos. Por su parte el Tratamiento **T2** Presentó algunos síntomas de desnutrición no preocupantes con diferencia en el tamaño y vigor de la planta y se

consideran como aptas para seguir al proceso de entrega y establecimiento en campo. El Tratamiento T3 presentó el desarrollo normal definido en los parámetros de la empresa, así: plantas cortas, tallos oscuros y gruesos y follaje verde intenso. Por lo tanto, en los Tratamientos realizados no se presentaron síntomas ni signos de la enfermedad, ni ningún aspecto fitosanitario relacionado con este patógeno.

En fase de campo a la cual se llevó estos plantines de tomate (*Lycopersicon esculentum*), a parcela en Villa de Leyva, se revisó diariamente el ensayo para detectar la presencia de signos o síntomas de enfermedad, pero tampoco se encontraron las características de las manchas necróticas

FIGURA 18

Cosecha de Plantines



Fuente la investigación 2019

En la foto 18, se observa los plantines luego de 26 días de siembra y al momento de finalizar su tiempo de desarrollo en invernadero para posterior alistamiento y envío. Como estos Tratamientos no presentaban signos ni síntomas de enfermedad se procedió a su alistamiento y envío al agricultor para su siembra en sitio definitivo en la población de Gama (Cundinamarca). Las bandejas del Tratamiento T2 mostraron algunos síntomas de desnutrición no preocupantes y

se entregaron todas las plantas. Las bandejas del Tratamiento T1 iban de un color verde menos intenso (sin ser clorótico) que el resto del ensayo.

Las plantas luego de su fase de vivero no presentaban ni signos ni síntomas, se empacaron en una bolsa de plástico con la humedad que lleva en su parte radicular por la turba, se empacaron en caja de cartón y se enviaron de Villa de Leyva a Bogotá, posteriormente en otro transporte tipo camión de Bogotá a Gacheta para posteriormente enviarlas al Municipio de Gama en la región del Guavio (Cundinamarca), este proceso duró 3 días luego de los cuales el agricultor recibiera las plantas. Durante el transporte las plantas estuvieron sometidas a cambios bruscos de temperatura, especialmente en la bodega de transporte, además de alta humedad relativa por el hacinamiento y la evapotranspiración dentro de la caja. Lo anterior genera condiciones ideales para la multiplicación y esporulación de microorganismos fitopatógenos.

Sin embargo, al momento de la recepción de los plantines por parte del agricultor, estos presentan síntomas asociados de la enfermedad mancha necrótica del tomate, de los 1200 (mil doscientos) plantines enviados, el 86% presentaron síntomas de la enfermedad (1040 plantines), mientras que el 14% (160 plantines) estaban sanos. Se hace una verificación de estas condiciones mediante evidencias fotográficas que acompañaron el reclamo formal donde se observan la presencia de signos y síntomas de la mancha necrótica (ver las siguientes fotos).

**Presencia de Signos y Síntomas de las Plantas Entregadas en Gama Cundinamarca -
Octubre 15/2019**

FIGURA 19

Presencia de Signos y Síntomas de las Plantas



Fuente: el agricultor (Jonatán Fernando Moreno Gama Cundinamarca)

En la foto # 19 se aprecia los signos y síntomas de enfermedades, entre los cuales están:
Clorosis del follaje, Mancha café negruzca en la base del tallo, adelgazamiento y quiebre del tallo en la zona necrótica

FIGURA 20

Plantas Empacadas en Cajas, Listas para Entregar



Fuente: la investigación 2019

No obstante, lo anterior, se llevan a sitio definitivo en campo las 160 plantas que no presentaban signos ni síntomas iniciales de la enfermedad, las cuales cuatro días después del trasplante presentaron los síntomas de la enfermedad, y finalmente murieron. Entre los principales síntomas que presentaron las plantas son: mancha negra a café en la base del tallo que produce adelgazamiento del mismo, plantas que la necrosis avanza hasta consumir totalmente el tallo que se quiebra, la planta pierde su vitalidad, aumento de clorosis en las plantas que finalmente mueren, tal como se aprecia en las siguientes fotos del agricultor Jonathan Moreno:

FIGURA 21

Signos y Síntomas Presentes Después del Trasplante



Fuente la Investigación, 2019.

En la foto 21. Se aprecia la sintomatología que presentan las plantas luego del trasplante en sitio definitivo, mostrando que las plantas las plantas presentan una mancha café oscura negruzca del cuello de la raíz y se extiende de manera ascendente, la mancha es de aspecto seco y termina estrangulando el tallo que genera hojas flácidas y cloróticas por deficiencia hídrica y de nutrientes por la obstrucción que se produce en los haces vasculares, causando finalmente la muerte.

A continuación, se presenta el análisis del comportamiento de los diferentes Tratamientos en cuanto a incidencia y severidad para la enfermedad de la mancha necrótica en condiciones de

campo, es importante mencionar que durante las evaluaciones en invernadero no se presentaron estos síntomas. Estos datos fueron tomados en condiciones de campo con el apoyo del agricultor.

Tabla 5

Incidencia y Severidad Tratamientos en Campo

Fecha	Total plantas	Pplantas enfermas	Incidencia %	Total severidad %
15/10/ 2019	1200	1040	86,6	100
Recepción				
15/10/2019	160	160	13,3	50
18/10/ 2019	160	160	100	100
Trasplantadas				

Nota: la investigación 2019. Datos suministrados por el agricultor (Jonatán Moreno)

La Tabla 5 muestran Incidencia y severidad de la presencia de síntomas y signos de la enfermedad en el tratamiento T3 testigo comercial, de las plantas que llegaron a la finca del agricultor, se puede apreciar que el día 15/10/2019 el 86,6 % de las plantas llegaron con una severidad del 100 % y el 13,3 % restante que correspondían a 160 plantas tenían una severidad del 50 % que fueron las que se trasplantaron a campo definitivo, las cuales el día 18/10/2019 murieron en su totalidad.

Nota: la severidad se midió con los siguientes parámetros:

- El 50 % cuando afecta hojas (clorosis) y manchas cafés o negras iniciales en el tallo

El 100 % cuando afecta hojas, aumenta el tamaño de las manchas del tallo, se produce estrangulamiento del tallo, volcamiento y muerte de la planta

Lo anterior indica que, a pesar de no presentar ninguna evidencia de la enfermedad durante su fase de vivero, posiblemente el inoculo estaba latente esperando el mejoramiento de

las condiciones ambientales para su germinación. Otra de las posibles alternativas es la contaminación al momento de embalaje o que los suelos de la finca en Gama (Cundinamarca) presentan altos niveles del agente causal. .

Tabla 6

Incidencia y Severidad en los Tratamientos T1 y T2 Entregados al Agricultor

Fecha	Síntomas	Incidencia	Severida	Total	Total
		# plantas	%	incidencia	severida
		afectadas			%
15/10/2019	Plantas con				
Recibidas por el agricultor	mancha café negruzca y adelgazamiento en el tallo, hojas amarillentas con manchas negras	384	100 %	384	100 %
18/10/2019	Mancha café				
Trasplantadas 160 plantas	negruzca, adelgazamiento en el tallo y volcamiento. Hojas amarillentas y con manchas negras	0	0 %	0	0
Totales		384	100 %	384	100 %

Fuente: la investigación del 2019

Quando las plantas se empacan en las cajas de cartón llevan la humedad de campo (riego en la turba), se aumenta su confinamiento y se incrementa su humedad relativa y temperatura sin

posibilidad de recirculación de aire (transporte en carrocería del automotor que generalmente está carpado), además estas condiciones estuvieron dadas por 3 días con sus noches, lo que posiblemente generó aumento de la población de hongos y bacterias. Comportamiento Climático e Incidencia y severidad T1, T2, T3 Villa de Leyva

Tabla 7

Comportamiento e Incidencia y Severidad T1, T2, T3 Villa de Leyva

Fecha	humedad	tempe	T1		T2		T3	
			Inciden	severida	Inciden	severida	Inciden	severida
10/09/2019	63	20	0	0	0	0	0	0
19/09/2019	80	20	0	0	0	0	0	0
22/09/2019	74	20	0	0	0	0	0	0
15/10/2019	100	40	384	100	384	100	272	100
16/10/2019	30	18	0	0	0	0	160	0
17/10/2019	30	18	0	0	0	0	160	50
18/10/2019	30	18	0	0	0	0	160	100

Fuente: La investigación, 2019

En esta tabla se apreciar el comportamiento de los 3 tratamientos en la finca del agricultor, de resaltar que los tratamientos T1 y T2 llegaron muertos y del tratamiento T3 se salvaron 160 plantas que se trasplantaron el día 15/10/2019 a campo definitivo y murieron el día 18/10/2019.

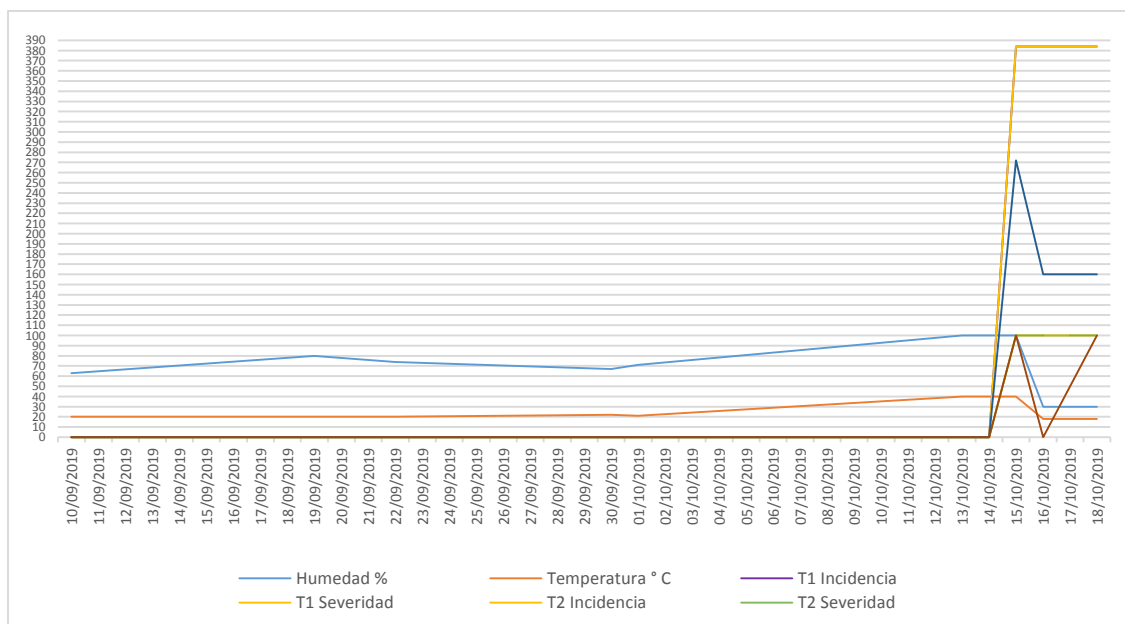
En la figura 22 se presentan los datos de las variables humedad relativa y temperatura dentro del invernadero, donde se evaluó la incidencia como el número de plantas afectadas por la

enfermedad y la severidad como el porcentaje (%) del área de la planta que es afectada, tomando como el total del área (100%) la zona del tallo y hojas, pues es allí donde se presenta la mancha necrótica afecta. Los datos muestran que durante los primeros días del proceso no se presentó ningún daño en las plantas, solamente el día 35 aparecen los síntomas de la enfermedad, causando altos niveles de incidencia y severidad en todos los Tratamientos

Condiciones Climáticas vs Incidencia y Severidad en # de Plantas T1, T2, T3 Villa de Leyva

FIGURA 22

Condiciones Climáticas vs Incidencia y Severidad

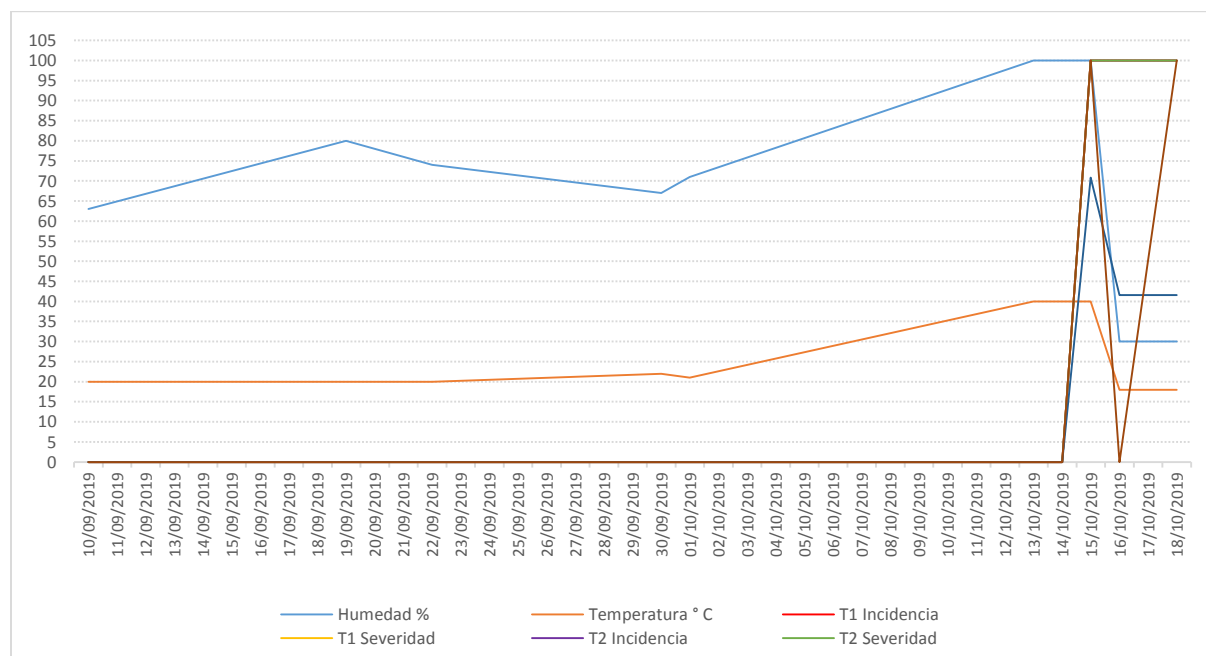


Fuente: La investigación, 2019

Condiciones Climáticas vs Incidencia y Severidad (%) T1, T2, T3 Villa de Leyva

FIGURA 23

Condiciones Climáticas vs Incidencia y Severidad



Fuente: La investigación, 2019

En el Tratamiento T1 (sin fumigación) fueron las primeras en enfermarse y generar el foco de contaminación para el resto de las plantas, razón por la cual su incidencia y severidad fue alta, tal esa sí que las plantas de este Tratamiento enfermaron y murieron en su totalidad.

El Tratamiento T2 con fertilización al 50 %, presentó algunos síntomas leves de desnutrición, lo que posiblemente incidió en los mayores niveles de susceptibilidad a la enfermedad en condiciones de campo, a pesar de tener la protección que provee la fumigación, 80 plantas de las 160 sobrevivientes (trasplantadas) pertenecen a este Tratamiento T2.

En el Tratamiento T3 testigo comercial, a este tratamiento pertenecen las restantes 80 plantas (del grupo de 160 sobrevivientes) que fueron trasplantadas en sitio definitivo. Este tratamiento tenía su nutrición completa y el programa de fumigación también completo.

Comportamiento de la enfermedad en la Sede Guateque.

Se seleccionó una parcela dentro de las naves de plantación donde se dispusieron las bandejas de germinación para el establecimiento del ensayo, el cual se desarrollará en bandejas con un sustrato de turba comercial. En la foto 24. Se muestra la panorámica de la Plantuladora de Guateque, esta consta de 5 naves en sistema de capilla simple de dos aguas.

FIGURA 24

Vista Externa de las Naves de Plantulación Guateque



Fuente: la investigación 2019

Siembra: Se inicia con la preparación del sustrato, que consistió en la hidratación del sustrato turba, en esta mezcla de turba y agua llevándola a un punto de humedad de campo se realiza en una alberca enchapada para evitar contaminación, después se procede a llenar las bandejas, seguido se siembra una semilla por celda a una profundidad de más o menos 2 veces su tamaño, luego se pasa a un cuarto de germinación, el cual tiene unas condiciones de oscuridad,

humedad y temperatura especiales para favorecer su germinación con una duración de 3 a 4 días en los que la semilla ya germinada se procede a pasar estas bandejas al invernadero para su proceso de crecimiento donde se le suministra riego, fertilización y fumigación.

FIGURA 25

Mezcla e Hidratación del Sustrato



Fuente: el autor la investigación del 2019

En la foto # 25 se aprecia el inicio del proceso de siembra, en las plantuladora industriales en la preparación del sustrato que este caso corresponde a una mezcla de turba canadiense y otro sustrato que es mecha de coco, esta mezcla se encuentra en ensayo y la proporción no se ha definido por el momento se mezcla al 50 %. Para la siembra se escogió la semilla de tomate híbrido calima de la empresa Impulse semillas.

FIGURA 26*Siembra de la Semilla*

Fuente: la investigación 2019

En la foto # 26 se aprecia el sistema de siembra totalmente manual y se hace con mano de obra femenina, un grupo de mujeres realizan la mezcla también llenan las bandejas para posteriormente suministra la semilla y enterrarlas.

Cámara de germinación: la cámara de germinación es una infraestructura donde se suministran condiciones de humedad, temperatura y oscuridad que necesitan las semillas para optimizar su proceso de germinación

FIGURA 27*Bandejas Ubicadas en la Cámara de Germinación*

Fuente la investigación 2019

En la foto # 27 se aprecia las bandejas acomodadas de tal manera que los conos de plástico de las bandejas superiores no queden soportadas sobre la semillas sembradas sino que se soporten en los bordes de la bandeja inmediatamente inferior, luego se forran con un material plástico en este caso los mismos empaques de la turba con el fin de mantener y aislar la temperatura y humedad en las bandejas. Cuando las semillas sometidas a las condiciones de la cámara, han germinado y presentan sus dos primeras hojas falsas o cotiledóneas estas pasan en más o menos de 5 a 7 días, este dato es muy subjetivo a cada variedad de semilla y depende también de los Tratamientos a los que han sido sometidas las semillas, algunos recubrimientos son más duros que otros esta condición hace que las semillas aumenten el número de días en el cuarto de germinación. Las bandejas son revisadas después del día 5 y las que cumplen con estas condiciones de germinación pasan a condiciones del invernadero.

Salida de las Bandejas de la Cámara de Germinación al Vivero - noviembre 5 / 201

FIGURA 28

Salida de las Bandejas de la Cámara de Germinación al Vivero



Fuente: la investigación 2019

En la foto # 28 la parte de la derecha se aprecia la germinación las dos primeras hojas, falsas o cotiledóneas con las que salieron de la cámara de germinación, en la parte izquierda de la foto se ve las bandejas ya colocadas en el vivero.

El ensayo se definió con cinco variables y tres repeticiones ubicadas totalmente al azar para un total de quince bandejas. Se metieron las quince marcas que corresponden a cada bandeja en una bolsa plástica y se fue sacando una por una y se le iba asignando a cada bandeja de la manera cómo iban saliendo. Y quedo como se aprecia en la foto.

FIGURA 29

Delimitación del Ensayo



Fuente: la investigación del 2019

En la foto # 29 se aprecia la delimitación del ensayo con una vista frontal y paralela a las camas del invernadero, se aprecia la delimitación con palos de madera marcados

Montaje del Ensayo en el Invernadero

FIGURA 30

Montaje del Ensayo en el Invernadero



Fuente: la investigación 2019

En la foto # 30 se ve una foto del extremo derecho del ensayo visto desde el corredor lateral, se aprecia las bandejas marcadas y los límites del ensayo marcados con los palillos.

FIGURA 31

Otra Vista del Ensayo, noviembre



Fuente: la investigación del 2019

En la foto 31 se aprecia una vista lateral general del montaje del ensayo, no presenta ni signos ni síntomas de enfermedad.

FIGURA 32

Vista Lateral del Ensayo, Noviembre 9 / 2019



Fuente: la investigación 2019

En la foto # 32 ya comienza a verse diferencias en las tonalidades del verde de las hojas y en el crecimiento de las plantas debido a las diferencias en la fertilización y en la fumigación.

FIGURA 33

Vista Panorámica del Ensayo



Fuente la investigación 2019

En esta foto # 33, refuerza los argumentos de la foto # 11 con una semana más de edad.

FIGURA 34*Proceso de Riego*

Fuente la investigación del 2019

En la foto # 34 y 35 se aprecian los procedimientos normales del vivero como es el riego, además de evidencia de las diferencias en las plantas según Tratamiento, como son tamaño tonalidad del verde. Pero no aparecen signos ni síntomas de enfermedad.

FIGURA 35*Vista Lateral del Ensayo*

Fuente la investigación 2019

FIGURA 36

Estado de los Tratamientos T1 - T3 del Semillero



Fuente la investigación 2019

En esta foto de la tercera semana de haber salido de la cámara de germinación, se aprecia la diferencia de color y de altura que presentan las plantas en los diferentes Tratamientos, aparecen en T1 (Tratamiento sin fumigar) comienzan a aparecer las hojas cotiledóneas amarillas, en el Tratamiento T3 (sin fertilización) se aprecia la diferencia en crecimiento y en color de los plantines.

FIGURAN 37

Tratamientos Separando una Bandeja por Tratamiento



Fuente la investigación 2019

En esta foto refuerza el argumento de la foto anterior, se tomó una bandeja de cada Tratamiento, se juntaron con el fin de comparar su comportamiento en desarrollo y color del follaje.

Foto Uniendo las Bandejas Mostrando sus 3 Réplicas.

FIGURA 38

Bandejas con sus 3 Réplicas

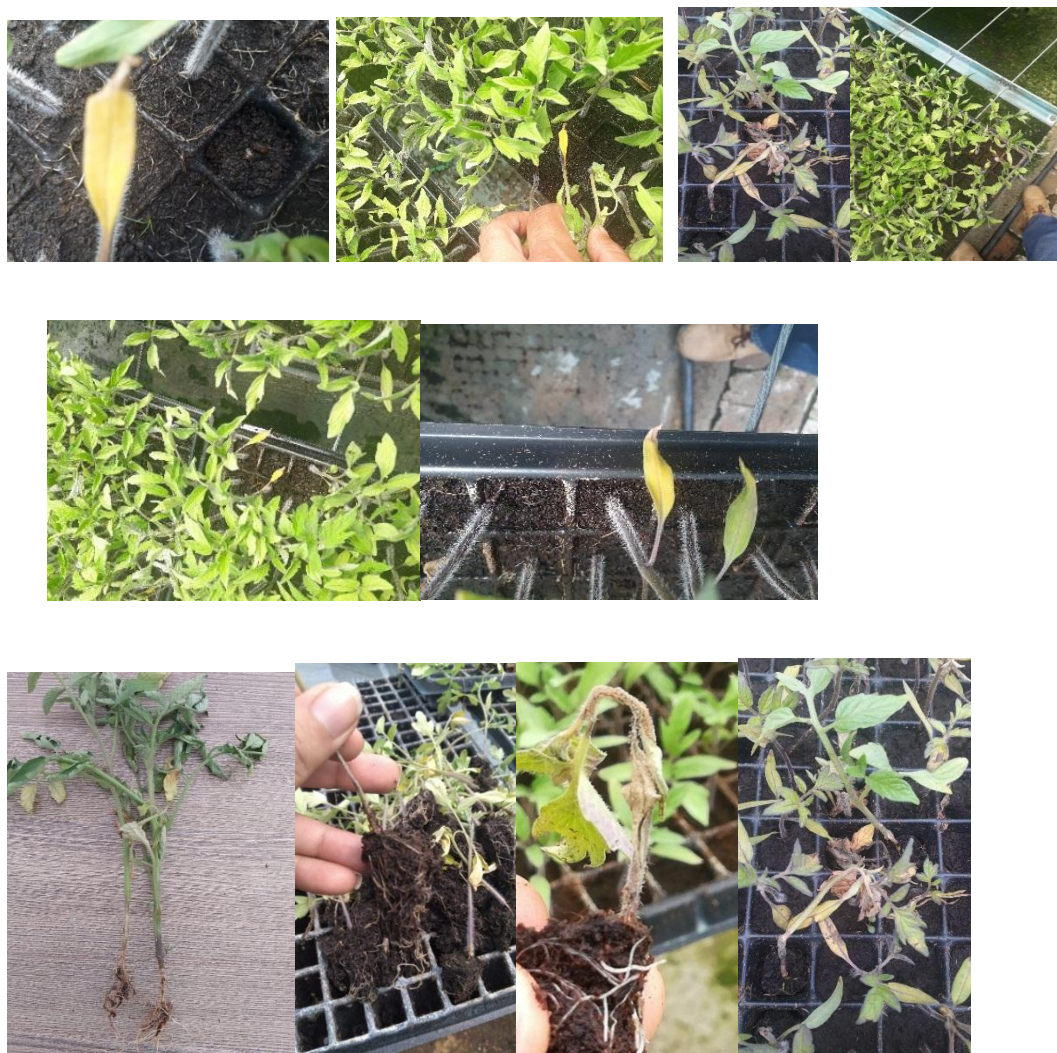


Fuente la investigación 2019

En esta foto agrupe las bandejas de acuerdo a su tratamiento para apreciar sus diferencias

Recopilación de Fotos del Inicio de Presencia de Síntomas, Noviembre 20 / 2019**FIGURA 39**

Recopilación de Fotos de la Presencia de Síntomas



Fuente la investigación 2019

En esta foto que pertenece al Tratamiento T1, se aprecia que comienzan a aparecer signos y síntomas de problemas fitosanitarios, como se ve se comienza a apreciar una coloración

amarilla prematura en las hojas cotiledones y signos de necrosis de tallo y volcamiento de plantas. Desde este día se comenzó a tabular la incidencia y severidad de los síntomas

Arrancada y Empaque de Plantas

FIGURA 40

Arrancada y Empaque de Plantas



Fuente la investigación 2019

En esta foto # 40 las plantas completan su ciclo en la plantulación y se están preparando para su empaque y entrega al agricultor. En esta etapa, se desechan las plantas con mala apariencia o síntomas de enfermedades de este desecho de plantas que en un 100 % pertenecían a las bandejas del Tratamiento T1 sin fumigación, de estas fue de donde saque la muestra para enviar al laboratorio de microbiología de la universidad Jorge Tadeo lozano.

A continuación, se presenta el comportamiento de la incidencia y la severidad en los tratamientos en la Sede Guateque. En primera instancia se muestra la relación entre el comportamiento climático y los valores de incidencia y severidad.

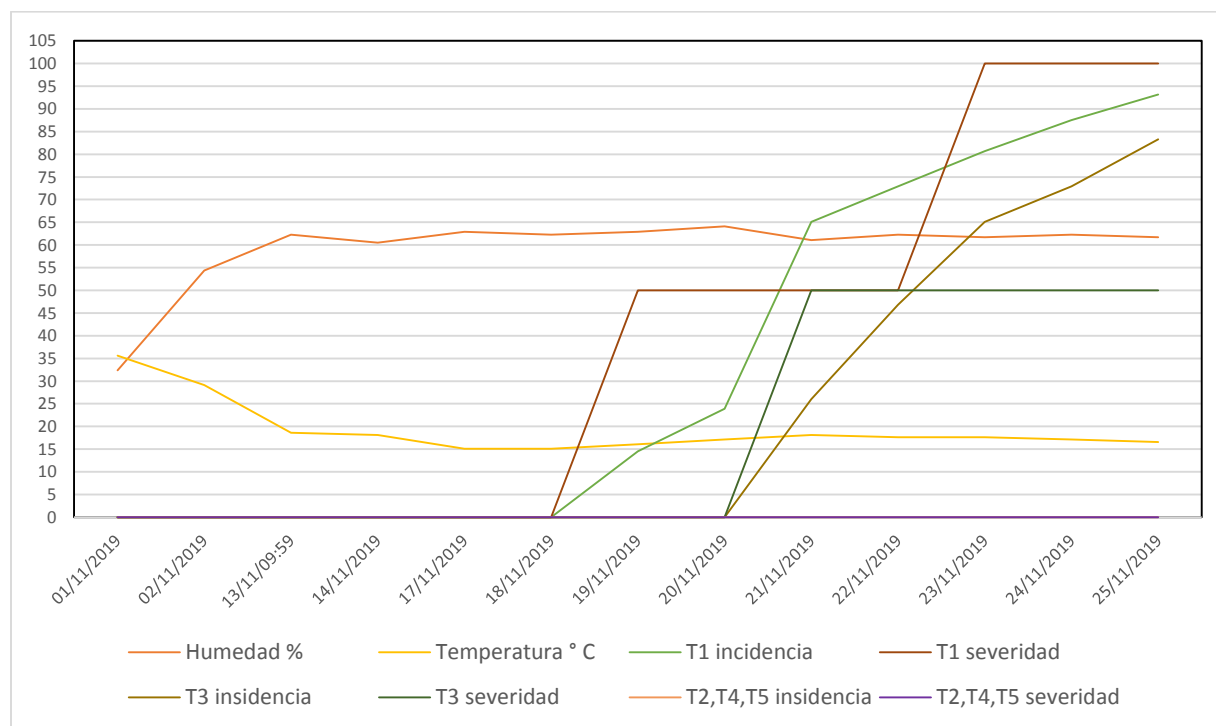
Tabla 8*Comportamiento Climático y de Severidad T1, T3, T2, T4, T5 Guateque*

Fecha	humedad	tempe	T1		T3		T2,T4,T5	
			Inciden	severida	Inciden	severida	Inciden	severida
01/11/2019	32,4	35,6	0	0	0	0	0	0
02/11/2019	54,4	29,1	0	0	0	0	0	0
19/11/2019	62,9	16,1	14,5	50	0	0	0	0
20/11/2019	64,1	17,1	23,9	50	0	0	0	0
21/11/2019	61,1	18,1	65,1	50	26	50	0	0
22/11/2019	62,3	17,6	72,9	50	46,8	50	0	0
23/11/2019	61,7	17,6	80,7	100	65,1	50	0	0
24/11/2019	62,3	17,1	87,5	100	72,9	50	0	0
25/11/2019	61,7	16,6	93,2	100	83,3	50	0	0

Fuente: la investigación 2019

FIGURA 41

Climáticas vs Incidencia y Severidad T1, T2, T3, T4, T5 Guateque

**Fuente: la investigación 2019**

En la Tabla 8 y la Figura 41 se aprecia el comportamiento de la enfermedad del día 19 al 25 de noviembre, momento en que aparecieron los signos y los síntomas, esto corresponde al Tratamiento T1 (sin fumigación). En el T2 que corresponde a la disminución en un 50 % de la aplicación de riego, podemos observar que la disminución de esta cantidad no tiene ni incidencia ni severidad de enfermedad en este Tratamiento. Esta tabla al estar todo en 0 genera una gráfica con una línea recta en incidencia y severidad.

En el anterior Figura se aprecia que en T3 la falta de nutrición afectó la apariencia y tamaño de las plantas, pero además tuvo incidencia y severidad leve de enfermedad

Para T4 en este Tratamiento aumentando el riego en un 50 % más que los demás. Aumentar el riego aumenta los niveles de humedad relativa, que podría volver más susceptibles las plantas a las enfermedades, pero hay que recordar que este Tratamiento tuvo programa de fumigación que lo protegía. Tampoco se evidencio ni incidencia ni severidad.

T5 testigo comercial, Tratamiento con el programa de fumigación, de riego y de fertilización suficiente para obtener plantines saludables y bien nutridos como es obvio no presento ni signos ni síntomas de enfermedad, por lo tanto, no hay ni incidencia ni severidad de enfermedad.

Aproximación en la identificación del agente causal de la mancha necrótica.

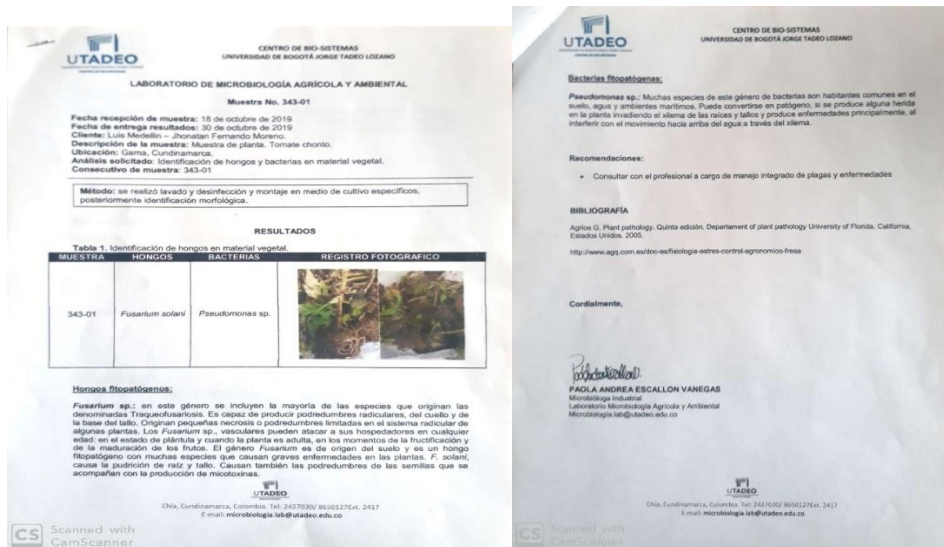
En la investigación que se realizó en los viveros de Villa de Leyva y Guateque se analizó la sintomatología de la enfermedad en las plántulas de tomate tal como se ha explicado en los apartes anteriores. En el vivero de la sede Villa de Leyva no se observaron síntomas ni signos de la enfermedad durante el proceso de plantulación, sin embargo, cuando estas plantas se llevaron a campo en sitio definitivo allí se presentó la enfermedad. Las muestras de estas plantas se llevaron al laboratorio de microbiología de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, donde se confirmó la presencia de los patógenos *Fusarium solani* y *Pseudomona sp*, que causaron la aparición de los síntomas y los signos característicos de la enfermedad de la mancha necrótica de los plantines de tomates.

Lo anterior permite explicar que, si bien dentro del vivero no se presentan estos síntomas, las plantas salieron a campo (entregas al agricultor) contaminadas con el agente causal, que luego del periodo de viaje sometido a un encierro en la caja de empaque, produjo un aumento de la humedad relativa y de la temperatura, condiciones muy favorables para la

multiplicación e invasión del patógeno. Al llegar a la finca del agricultor las plantas estaban en un 95 % enfermas y no aptas para el trasplante.

FIGURA 42

Identificación de agente causal de la mancha necrótica para el vivero de Villa de Leyva



Fuente: La investigación, 2021

Para el caso de las plántulas obtenidas en el vivero de Guateque, allí si se pudieron observar signos y síntomas, en el periodo entre la siembra y la cosecha de plántulas para los diferentes tratamientos, con lo cual se confirmó lo que se venía presentando desde hace varios meses en dichas instalaciones. Las muestras de las plantas son síntomas y signos de la enfermedad se enviaron el laboratorio de microbiología de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, en los cuales se identificó la presencia de bacterias del género *Pseudomonas sp.*, y del hongo *fusarium oxysporum* los cuales se encuentran asociados a la sintomatología que se ha descrito para esta enfermedad.

Conclusiones

Luego de la realización del trabajo para la identificación del agente causal de la enfermedad de la mancha necrótica en plántulas de tomate se obtiene las siguientes conclusiones:

- El análisis de las condiciones climáticas en la producción agrícola es de suma importancia, tal es así que para las dos sedes de la plantuladora donde se realizó el trabajo de campo se presentan diferencias importantes que pueden incidir en el desarrollo de los síntomas y signos de la enfermedad. Mientras en Villa de Leyva se presentan dos periodos lluviosos (abril y octubre) en Guateque solamente se presenta un periodo de lluvias a mediados de junio.

- Con respecto al comportamiento de las variables climáticas internas, en Villa de Leyva se presentan temperaturas cercanas a los 35 °C y humedad relativa cercanas al 90 % durante todo el ensayo, en Guateque el Clima presenta temperaturas más bajas y con humedad relativa especialmente alta cercana al 96% durante los primeros 15 días del ensayo, lo cual posiblemente incide en la mayor presencia de la enfermedad en la etapa de vivero de Guateque.

En la sede Villa de Leyva durante la fase de vivero (propagación de plantines) no se presentaron síntomas ni signos de la enfermedad, posiblemente por las condiciones climáticas y por las condiciones físicas y de infraestructura ya que fueron las primeras siembras en un lote nuevo con construcción nueva, bandejas de germinación e implementos totalmente nuevos.

Por el contrario, en la sede Guateque se presentaron síntomas y signos de la enfermedad en el Tratamiento T1 (sin fumigación), especialmente en la última semana, el desarrollo del patógenos fue muy severo y acelerado. En los demás Tratamientos no se presentaron signos y síntomas de patógenos. En T2 se presentó crecimiento menor de las plántulas, diferente tonalidad del color verde de la planta y carencias nutricionales: En T3 se presentó más acentuado los resultados de T2. Y en T4 se evidencio un crecimiento más exuberante de la planta inclusive fue

mejor que los demás Tratamientos, pero su proceso de endurecimiento no fue el óptimo presentando una planta muy flácida y con tendencia a deshidratación muy acelerada, esto en el trasplante produce mucho más porcentaje de mortalidad pos trasplante.

Se confirmó mediante las pruebas de identificación del patógeno enviadas al laboratorio de microbiología de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, a donde se remitieron muestras de los dos sitios de ensayo (Villa de Leyva y Guateque), en ambas muestras se identificó la presencia de bacterias *pseudomonas sp* y de hongos del género *fusarium*, sin que se llegara a identificar la especie de los patógenos.

Referencias bibliografía

AGRIOS, G.N. 2005. *Plant pathology*. Fifth Ed. Academic Press, Burlington. 635p.

[Bayer, SA. Seminis, \(2021\). fungal and domycete damping - off](#)

[Tomato disease field guide preface 40 https://www.vegetables.bayer.com/mx/es-mx/recursos/guia-de-enfermedades.html.](#)

[file:///D:/Docu/Downloads/Seminis_Tomato_Disease_Guide%20\(1\).pdf](#)

AGRICULTORERS (29 mayo 2017) *Mercado de semillas del tomate: análisis de la industria mundial*. AGRICULTORES. Consultado 10 octubre 2019.

<http://agriculturers.com/mercado-de-semillas-del-tomate-analisis-de-la-industria-mundial/>

Arasco, B. Talon, M. (2013) *fundamentos de fisiología vegetal*. 2da edición. Ediciones universidad de Barcelona e-biblioteca

BERJÓN, M.A., P. NOGUERA, V. NOGUERA y L. SEGURA. 1999. «*Los sustratos para el semillero hortícola*». En *Planteles, semilleros, viveros*. Ediciones de horticultura. Barcelona. Pág. 11-29.

CORPOICA., & Noreña, J. E. J. (2013). *Tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas*. Produmedios.

Castilla, N. (2007) *INVERNADEROS DE PLASTICO tecnología y manejo*. 2da Edición. Ediciones Mundi-Prensa

<https://books.google.com.ec/books?id=2kQZw3fNEPMC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

CANTLIFFE, D.J. 1993. «Pre and Postharvest Practices

Escobar, H. Lee, R. (2009) *manual de producción de tomate bajo invernadero*. 2da. Edición.

Fundación universitaria de Bogotá Jorge Tadeo Lozano for Improved Vegetable Transplant Quality».

[https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/wysiwyg/pub_29 -
_manual_produccion_de_tomate.pdf](https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/wysiwyg/pub_29_-_manual_produccion_de_tomate.pdf)

French, E. R., & Hebert, T. T. (1980). *Métodos de investigación fitopatológica* (libros y materiales educativos No. 43). Bib. Orton IICA/CATIE.

<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A8740e/A8740e.pdf>

Jaramillo, J. (2012) *tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas*. Corpoica.

file:///D:/Docu/Downloads/81601_62039.pdf

[Jaramillo, J. E. , & Dias, C. A. , & Sanches. G. D. , & Tamayo, P. J. \(2006\). *Manejo de
semilleros de hortalizas*. \(manual técnico 8 CORPOICA\). Litomadrid.](https://1library.co/document/yngl181z-manejo-de-semilleros-de-hortalizas.html)

<https://1library.co/document/yngl181z-manejo-de-semilleros-de-hortalizas.html>

Jaramillo, J.E. (2006). Manejo de semilleros de hortalizas

[Jaramillo, J. E. , & Dias, C. A. , & Sanches. G. D. , & Tamayo, P. J. \(2006\). *Manejo de
semilleros de hortalizas*. \(manual técnico 8 CORPOICA\). Litomadrid.](https://1library.co/document/yngl181z-manejo-de-semilleros-de-hortalizas.html)

<https://1library.co/document/yngl181z-manejo-de-semilleros-de-hortalizas.html>

Melgarejo, L. (2010) *experimentos de fisiología vegetal*. Universidad nacional de Colombia.

Charlie´s impresores Ltda.

[http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/Facultad_de_Ciencias/Publicaciones/Imagenes/Portadas Libros/Biologia/Experimentos en fisiologia Vegetal/ExperimentosEnFisiologiaVegetal.pdf](http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/Facultad_de_Ciencias/Publicaciones/Imagenes/Portadas_Libros/Biologia/Experimentos_en_fisiologia_Vegetal/ExperimentosEnFisiologiaVegetal.pdf)

- Nabarro, J.R; Arauz. L.F. 1999. Exactitud y repetitividad de dos métodos para evaluación en papaya. *Revista Agronomía Costarricense* 23(1): 89-96 publicación anticipada en línea.
https://www.mag.go.cr/rev_agr/v23n01_089.pdf
- Navarro, J. A. (1999). Estructuras para semilleros del 2000. *Plante/es, semilleros, viveros*.
- NESMITH, D.S. and J.R. DUVAL. 1998. «The Effect of Container
- Pizano, J. Morán, A. Morales, N. (29 mayo 2017) *Mercado de semillas del tomate: análisis de la industria mundial*. AGRICULTORERS. Consultado 10 octubre 2019
<http://agriculturers.com/mercado-de-semillas-del-tomate-analisis-de-la-industria-mundial/>
- Vallejo, Cabrera, F. A. (1999). *Mejoramiento genético y producción de tomate en Colombia*.
Feriva S.A. <https://1library.co/document/y96n54dy-mejoramiento-genetico-y-produccion-de-tomate-en-colombia.html>
- Vásquez-Ramírez, L. M., & Castaño-Zapata, J. (2017). MANEJO INTEGRADO DE LA MARCHITEZ VASCULAR DEL TOMATE [Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici (SACC.) WC SNYDER & HN HANSEN]:: UNA REVISIÓN. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 20(2), 363-374. Publicación anticipada en línea.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-42262017000200014&script=sci_abstract&tIng=es
- Vavrina, C. (2002) introducción a la producción de trasplantes de vegetales en contenedor 1. *Bulletin of cooperative extension service (university of florida)*, 302.
https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=A+N+INTRODUCTION+T+O+THE+PRODUCTION+OF+CONTAINERIZED+VEGETABLE+TRANSPLANTS+1+January+2002+Authors%3A+Charles+S.+Vavrina&btnG