

Evaluación de planes de manejo de *Fusarium oxysporum f. sp* en plantas de tomate, bajo condiciones controladas

Beatriz Segura Osorio

Gabriel Andrés Torres Guerrero

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela De Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Del Medio Ambiente – ECAPMA

Programa de Agronomía

Bogotá D.C.

2020

Evaluación de planes de manejo de *Fusarium oxysporum f. sp* en plantas de tomate, bajo condiciones controladas

Beatriz Segura Osorio

Gabriel Andres Torres Guerrero

Trabajo de grado para optar el título de Agrónomo

Director:

Jorge Antonio Girón Mendieta

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela De Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Del Medio Ambiente – ECAPMA

Programa de Agronomía

Bogotá D.C.

2020

Página de Aceptación

Jorge Antonio Girón Mendieta

Director Trabajo de Grado

Jurado

Jurado

Bogotá - 2020

Dedicatoria.

Gabriel Andrés Torres Guerrero

A Dios

Por permitirme esta vida.

A mi esposa

Por su lealtad, paciencia, confianza, inspiración y ser el mayor pilar en todo este proceso.

A Mis padres

Que les debo todo lo que me inculcaron.

A mis hermanos

Por el apoyo que recibí en estos años de esfuerzo

Beatriz Segura Osorio**A Dios**

Por permitirme llegar hasta este momento.

A mis padres

Por su perseverancia, apoyo y confianza en cada uno de los proyectos en los que me encamino.

A mis hermanos

Por apoyarme y animarme en cada momento de este proceso.

Agradecimientos

Manifestamos sinceros agradecimientos a:

A la UNAD por todos los conocimientos adquiridos en proceso educativo y profesional.

A los integrantes del Semillero Tarpuy Suma Qamaña por su aporte y acompañamiento en el
proceso

Al Doctor Jordano Salamanca por su paciencia y apoyo en el desarrollo de la parte estadística y

al Ingeniero Diego Deaza por aclarar de dudas e inquietudes en la parte estadística.

Al Profesor Alexander Galindo por su gran apoyo en el proceso.

Al Ingeniero Jorge Girón director de trabajo de grado por su paciencia, apoyo y contribución
entregando sus conocimientos para culminar el proceso adecuadamente

Gabriel Andrés Torres Guerrero

A mi familia por el apoyo y la motivación en mi formación académica.

Beatriz Segura Osorio

A mi familia por su incentivar a continuar con mi proceso educativo.

Resumen

El cultivo de tomate *Solanum lycopersicum* es uno de los más importantes en Colombia, su producción registrada en el 2018 fue de 632.268 toneladas, se debe tener en cuenta que esta producción está relacionada con el amplio rango de condiciones agroclimáticas que ofrece el país haciendo posible su producción durante todo año, ya sea en campo abierto o en invernaderos, se puede cultivar a partir de los 800 hasta los 2400 m.s.n.m; Este se ve afectado por el hongo *Fusarium oxysporum f* debido a las condiciones ambientales e inadecuados métodos implementados para su control, generando gran severidad de ataque en los cultivos, estas condiciones favorecen su desarrollo y capacidad de infectar y diseminarse por toda la planta, El hongo se caracteriza por producir colonias de crecimiento rápido y tres tipos de esporas: microconidias, macroconidias y clamidosporas, este puede sobrevivir en el suelo como Micelio o como esporas en ausencia de sus hospederos. Se disemina a distancias cortas, mediante el agua, equipos agrícolas y herramientas infectadas por el hongo y a distancias largas, por medio de plantas enfermas o suelo adherido a ellas. El objetivo de este trabajo es determinar la eficacia de algunos métodos accesibles y sencillos utilizados para controlar la enfermedad en los cultivos. En este trabajo se realizaron aplicaciones de tratamientos de síntesis química, enmiendas agrícolas y biológicos en el suelo con material vegetal de tomate (*Lycopersicum esculentum*) variedad Calima donde se evaluaron 6 tratamientos T0 testigo absoluto; T1 Cal dolomita; T2 Nitrógeno amoniacal; T3 *Trichoderma Harzuarium*; T4 Fungicida de síntesis química y T5 Cal dolomita con *Trichoderma harzuarium*. Para identificar la afectación del patógeno en el material vegetal estudiado, las variables que se evaluaron fueron Crecimiento, números de hojas, incidencia (afectación), pasado 75 días se midió longitud de raíz y peso seco total.

Los resultados aluden que suministrar nitrógeno amoniacal al suelo puede posiblemente aumentar la severidad del hongo, a su vez se encontró que el T1 presento mejores resultados de crecimiento y desarrollo radicular. Los resultados concluyen que no se logró establecer cuál es el manejo más efectivo para *Fusarium oxysporum* pero se resalta la importancia de la utilización de enmiendas, ya que se pudo observar durante este estudio que los tratamientos en donde se utilizó cal presentaron mejores resultados en las variables medidas, longitud de tallo, número de hojas, afectación, peso seco total.

Palabras Clave:

Hongo, Tomate, Fusarium, nitrógeno, patógeno.

Abstract

The tomato *Solanum lycopersicum* farming, is one of the most important farming in Colombia, its production was registered in 2018 was for 632.268 tonnes, it should be taken into account that this production is related to the wide range of agro-climatic conditions that the country offers, making its production possible throughout the year, either in the open field or in greenhouses, it can be grown from 800 to 2400 amsl; This is affected by the fungus *Fusarium oxysporum* f, due to environmental conditions and inadequate methods implemented for its control, generating great severity of attack on crops, these conditions favor their development and ability to infect and spread throughout the plant, the fungus is characterized by producing fast-growing colonies and three types of spores: microconidia, macroconidia and chlamydoformas, this can survive in the soil as mycelium or as spores in the absence of its hosts. It is spread over short distances, through water, agricultural equipment and tools infected with the fungus, and over long distances, through diseased plants or soil attached to them. The objective of this work is to determine the efficacy of some accessible and simple methods used to control the disease in crops.

In this work, applications of chemical synthesis treatments, agricultural and biological amendments were made in the soil with tomato plant material (*Lycopersicon esculentum*) variety Calima where 6 treatments T0 absolute control were evaluated; T1 Dolomite lime; T2 Ammonia nitrogen; T3 *Trichoderma Harzuarium*; T4 Chemical synthetic fungicide and T5 Dolomite lime with *Trichoderma harzuarium*. To identify the affectation of the pathogen in the studied plant material, the variables that were evaluated were Growth, number of leaves, incidence (affectation), after 75 days, root length and total dry weight.

The results indicate that supplying ammonia nitrogen to the soil can possibly increase the severity of the fungus. In turn, it was found that T1 presented better growth and radicular development results. The results conclude that it was not possible to establish which is the most effective management for *Fusarium oxysporum*, but the importance of the use of amendments is highlighted since it was observed during this study that the treatments in which lime was used presented better results in the variables measurements, stem length, number of leaves, affectation, total dry weight.

Keywords:

Fungus, Tomato, Fusarium, Nitrogen, Pathogen.

Contenido

Resumen.....	6
Abstract.....	8
Introducción	14
Planteamiento del Problema	16
Justificación	17
Objetivos.....	18
Objetivo General	18
Objetivos Específicos.....	18
Tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i>)	19
Origen y reseña histórica.....	19
Características botánicas	19
Raíz.....	19
Tallo.....	19
Hojas.....	20
Flores	20
Fruto.....	20
Importancia del tomate.....	20
Principales países productores	22
Plagas	23
Cogollero del tomate (<i>Tuta absoluta</i>).....	24
Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>).....	24
Pasador del fruto (<i>Neoleucinoleselegantalis</i>).....	24
Enfermedades	25
Antracnosis (<i>Colletotrichum</i> sp).....	25
Tizón tardío o gota (<i>Phytophthora infestans</i>).....	25
Marchitamiento vascular	25
Genero fusarium (<i>oxysporum, Lycopersici</i>).....	26
Biología Del Hongo	26
Aspectos Biológicos patológicos de la especie	27
Comportamiento del hongo	27
Razas y variedades.....	28

Planes de manejo según la literatura.....	28
Afectación del nitrógeno.....	30
Afectación de la acidez.....	32
Enemigos naturales.....	33
Fungicidas más utilizados a nivel mundial (carbendazin, carbofuran).....	34
Fosetyl Al + Mancozeb (Rodax).....	34
Porque se utilizaron este tipo de tratamientos.....	35
Metodología.....	37
Sitio del estudio.....	37
Etapas.....	39
Diseño experimental.....	40
Tratamientos.....	41
Toma de datos.....	42
Análisis de datos.....	43
Resultados.....	43
Discusión.....	49
Conclusiones.....	53
Recomendaciones.....	53
Referencias.....	55
Anexos :.....	62
Anexo 1: Instructivo recolección de muestra de suelo.....	62
Anexo 2. Análisis de suelo verificación de presencia de <i>fusarium oxysporum</i>	63
Anexo 3: Registro ICA centro de Bio sistemas.....	64
Anexo 4: Resultado análisis de laboratorio verificación de presencia de <i>fusarium oxysporum</i> en plántulas muertas.....	65
Anexo 5: Anova y test de Tukey.....	66

Listado de figuras

Figura. 1. Los cinco principales departamentos productores de tomate entre el 2014 y 2018.....	22
Figura. 2. Países líderes mundiales de producción de tomate equivalente a toneladas	23
Figura. 3 Lugar donde se realizó el montaje del proyecto.....	37
Figura. 4 Recolección del sustrato con presencia de <i>Fusarium oxysporum f.</i>	38
Figura. 5 adecuación de lugar y llenado de bolsas con sustrato	39
Figura. 6 marcación de tratamientos y trasplante de plántulas de Tomate	40
Figura. 7 Efecto de los tratamientos sobre las variables crecimiento, número de hojas y afectación.	44
Figura 8. Efecto de los tratamientos sobre las variables de tamaño de tallo y raíz y peso seco de tallo y raíz	45
Figura 9. Comportamiento de tratamientos sobre la variable peso seco total.....	46

Listados de tablas

Tabla 1. Análisis de varianza (ANOVA) del efecto de los tratamientos en las variables evaluadas.....	42
--	-----------

Introducción

En Colombia la producción de tomate se ha expandido debido a las condiciones climáticas y su adaptabilidad a la mayoría de regiones del país, según (AGRONET, 2020) entre los años 2014 y 2018 los principales productores de tomate, de acuerdo a su promedio en área sembrada y producción son: Norte de Santander con 2.143 Ha y 84.173 Ton, Santander con 1.699 Ha y 49.594 Ton, Valle del Cauca con 1.271 Ha y 29.474 Ton, Huila con 1.164 Ha y 18.531 Ton y Cundinamarca con 923 Ha 20.134 Ton. Dicho cultivo se ve amenazado por problemas fitosanitarios, mano de obra, cambios climáticos, bajos precios de venta, alto costo y aplicación de los insumos que dificultan llevar la producción en óptimas condiciones. Sus daños económicos no han sido calculados, pero se sabe que las pérdidas son muy considerables, además que su manejo principal se basa en el uso de agroquímicos generando un impacto negativo tanto al medio ambiente como a la salud humana (Carmona Gutierrez, 2019)

La variedad Calima, es un tomate híbrido indeterminado, precoz, adaptado a climas medios y cálidos, de plantas muy vigorosas con hojas de color verde oscuro. Posee frutos grandes y firmes de color rojo brillante con peso entre 170 y 190 g; y es altamente tolerante a *fusarium* 1 y 2 (Emilio Rey, Garzón Chacón, & Lozano Botache, 2015).

Una de las principales enfermedades es el marchitamiento vascular que es una de las mayores amenazas producidas por el hongo del Genero *Fusarium oxysporum*, *Lycopersici*. Cuando ha penetrado a la planta es muy difícil su tratamiento o manejo ya sea por su severidad o malos métodos de control que ocasionan una pérdida total del cultivo si no se logra contrarrestar dicho problema.

Es una enfermedad que afecta a gran variedad de cultivos produciendo el marchitamiento y muerte de la planta afectando de esta forma la producción, este hongo aparte de habitar en el suelo por periodos prolongados también se propaga por material infectado.

Cuando se evidencia afectación en el cultivo por *fusarium spp* se cuenta con diferentes opciones de manejo integrado para los productores que lleven a un cultivo productivo, reduciendo los altos costos para la erradicación del patógeno, Con el presente trabajo se quiere contribuir con alternativas de manejo y control, evaluando el efecto de los tratamientos utilizados de manera controlada y monitoreada para establecer su eficacia sobre el hongo, cabe aclarar que se utilizan los productos fitosanitarios más comunes en el control del patógeno en campo, así como la influencia de la fertilización nitrogenada, basados en información de productores de Cundinamarca. Dentro de los manejos que se le dan actualmente a la enfermedad existen practicas biológicas como la aplicación de *Trichoderma spp* y algunos extractos vegetales y dentro de su manejo químico se utilizan algunos productos como carbendazim, Fosfonado + dithiocarbamato, benomil, Tiabendazol y labores culturales se realiza solarización, desinfección de herramientas y maquinaria.

La muestra se obtuvo de un lote que presentaba posibles problemas de *Fusarium spp* en tomate, ya que en la mayoría de las plantas se evidenciaba síntomas de la enfermedad, Se compuso de 10 submuestras, siguiendo un patrón de desplazamiento en “zig-zag”, para obtener un total de 30 kilos de sustrato, esta mezcla se homogenizo y de allí se obtuvo la submuestras de 1 libra para enviar al laboratorio.

Planteamiento del Problema

El tomate es una de las hortalizas más importantes a nivel mundial, debido a su alta producción y demanda, área sembrada, aporte nutricional y económico. En Colombia uno de los principales cultivos es el de tomate, donde un limitante para su producción es la marchitez vascular por *fusarium oxysporum sp*, que está presente en clima cálido y frío generando pérdidas físicas y económicas en los lotes afectados.

La marchitez vascular causada por *Fusarium oxysporum f. sp* es una de las enfermedades más limitantes en la mayoría de los cultivos, debido al porcentaje de daño ocasionado en las plantas, generando pérdidas económicas para los productores. El hongo se encuentra principalmente en el suelo y por su estructura puede permanecer por muchos años, incluso al hacer rotación de cultivos.

Los planes de manejo para la enfermedad no han sido eficientes por parte de agricultores y profesionales, por lo tanto, es importante tener un adecuado manejo La afectación del hongo en la planta se presenta a nivel del suelo ya sea en la raíz o el tallo, si encuentran las condiciones necesarias.

Justificación

El *Fusarium oxysporum* es una de las enfermedades más representativas en el cultivo de tomate ya que presenta pérdidas físicas y económicas en él, puede ocasionar daño parcial o total de la plantación, es por esto que nace a la necesidad de encontrar un plan de manejo adecuado para *Fusarium oxysporum* f. sp en tomate.

Esta investigación está enfocada en evaluar diferentes métodos utilizados en el manejo de la enfermedad, con el fin de identificar si estos tratamientos aplicados por productores y técnicos representan cambios positivos en el control de la afectación del hongo a la planta y mejorar la eficiencia en su producción, disminuyendo las pérdidas económicas; teniendo en cuenta que los manejos utilizados por los agricultores o por los técnicos no han demostrado resultados muy eficientes, en cambio en gran parte por el uso indiscriminado de productos de síntesis química se ha afectado de gran manera el medio ambiente y en algunos casos la salud humana.

Objetivos

Objetivo General

Determinar cuál es el mejor plan de manejo para *Fusarium oxysporum f. sp* en tomate, bajo condiciones controladas.

Objetivos Específicos

Verificar la relación de la fertilización, a base de productos nitrogenados amoniacales, respecto a la afectación de la enfermedad.

Evaluar planes de manejo más utilizados en control de *Fusarium oxysporum f. sp* en plantas de tomate.

Correlacionar las variables evaluadas para conocer si hay diferencias significativas en cada tratamiento.

Tomate (*Lycopersicum esculentum*)

Origen y reseña histórica

El nombre Botánico del tomate actualmente es *Lycopersicum esculentum* perteneciente a la familia de las solanáceas, originarias de América del sur, en el siglo XVI fue conocido por el viejo mundo pero hoy en día se ha convertido en una de las principales hortalizas consumidas alrededor del mundo esta hortaliza es apreciada por su frescura y la base de muchos platos ya sea en fresco o cocido o en su transformación en concentrados y salsas (Blancard, 2011).

La especie presenta numerosas variedades originarias de América del sur en Europa se utilizó al principio de su introducción como planta ornamental luego de ello comenzaron a cultivar en la región napolitana y utilización en la cocina y luego de ello se expandió por todo el mediterráneo y centro de Europa. (Gorini, 2018).

Características botánicas

Raíz

Es importante conocer la estructura radical por ser un elemento fundamental en su crecimiento para llegar a un pleno desarrollo, al germinar la semilla se desarrolla una raíz vertical que puede conseguir una profundidad de 60 cm cuando se realiza el trasplante este pivote se rompe y lo sustituyen raíces ramificadas o adventicias (Gorini, 2018).

Tallo

Sus características son de color verde pubescente y anguloso. Mide entre 2 y 4 cm de ancho y es más Delgado en la parte superior. En el tallo principal se forman tallos secundarios, que dan origen a hojas nuevas y racimos florales, y en la porción distal se ubica el meristemo apical, de donde Surgen nuevos primordios florales y foliares (Monardes, 2009).

Hojas

Son espinadas y compuestas puede presentar de 7 a 9 foliolos lobulados y su borde dentado (Monardes, 2009).

Flores

Se agrupan en inflorescencias simples o ramificadas su número puede variar en cantidad de 5 a 12 la flor está constituida por 5 a 8 pétalos y la misma cantidad de estambres y un ovario que comprende 2 a 10 carpelos los estambres están adheridos al pistilo cada estambre es el que libera el polen que es recibido por el estigma y fecunda los óvulos formando la semilla (Blancard, 2011).

Fruto

Es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y semillas (Gorini, 2018).

Importancia del tomate

El tomate es una hortaliza de gran aporte nutricional, por este motivo es muy utilizado en la canasta básica familiar, además tiene amplia demanda lo que genera una contribución importante a la economía del país, por lo tanto, al existir alta solicitud del producto, el sector agrícola se ve en la necesidad de incrementar los cultivos y/o áreas cultivadas, cabe destacar que el tomate además de su consumo en fresco es utilizado ampliamente en la agroindustria a nivel nacional e internacional.

La producción global de tomates para consumo en fresco y proceso se estimaba en 108 millones de toneladas métricas, con un rendimiento promedio de 36 ton / ha. Asia produce más

de la mitad del tomate que se produce en el mundo, referente a la pulpa de tomates es lejos, el principal producto que se obtiene del proceso agroindustrial (Monardes, 2009) Siendo Estados Unidos el país con mayor producción de pasta de tomate.

El amplio rango de condiciones agroclimáticas que ofrece Colombia hace posible la producción de tomate *Solanum lycopersicum* durante todo año, hay que tener en cuenta que este cultivo es muy sensible a diferentes patógenos por lo tanto en los últimos años se ha incrementado la siembra bajo condiciones controladas en invernaderos.

La última producción consolidada en Colombia fue de 632.268 toneladas, mientras que el rendimiento promedio llegó a 40,69 toneladas por hectárea., Antioquia se ha posicionado en el último año como la región con mayor producción al consolidar 156.421 toneladas, seguida por Norte de Santander, con 86.017; Boyacá, con 72.851; Cundinamarca, con 70.631 y Santander con 65.948 (Fig. 1) para completar los primeros cinco departamentos (Agronegocios, 2018). Cabe resaltar que se destina solo al consumo interno.

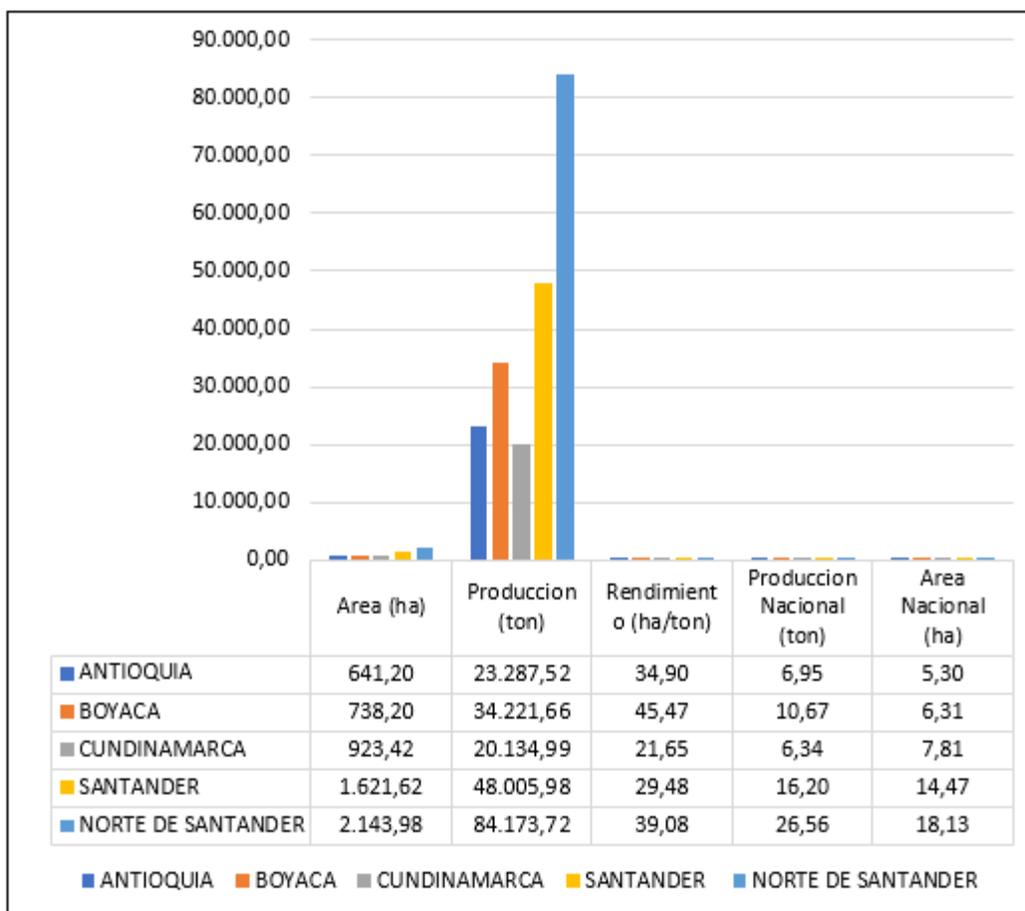


Figura 1. Los cinco principales departamentos productores de tomate entre el 2014 y 2018.

Fuente: (AGRONET, 2020)

Principales países productores

Aunque el tomate es originario de América los países asiáticos son los que se han ubicado a la cabeza en producción mundial de tomate. El país que más produce es China, seguido por India y Estados Unidos.

En Colombia se dejó de exportar tomate en el año 2000 por el uso excesivo de químicos para control de plagas y enfermedades (Uniperiodico, 2018).

China por ser el país más grande de Asia cuenta con una capacidad de cultivos en condiciones de invernadero que se adaptan a las condiciones climáticas y desarrollo industrial y nuevo material genético y productos orgánicos sin contar con el recurso de mano de obra (García, 2005).

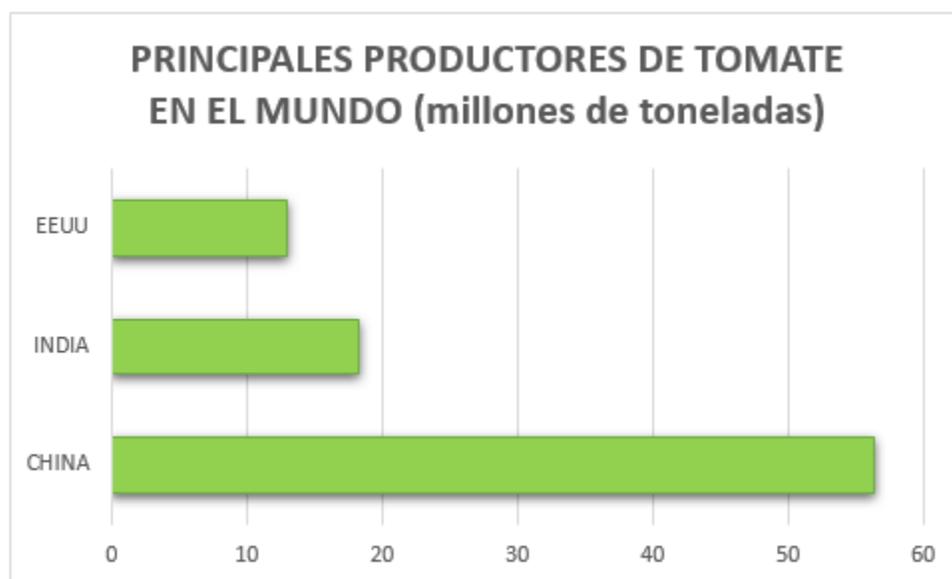


Figura. 2. Países líderes mundiales de producción de tomate equivalente a toneladas Fuente: (Agronegocios, 2018)

Plagas

Existen gran cantidad plagas que afectan el cultivo de tomate en todas sus etapas, pero son pocas en Colombia las que causan un daño severo teniendo en cuenta que la afectación de estas aumenta de manera considerable los gastos del agricultor para su control (Vallejo), dentro de las plagas se puede mencionar:

Cogollero del tomate (*Tuta absoluta*)

Es un micro lepidóptero de la familia “Gelinchiidae”. Tiene un alto potencial reproductivo y su ciclo biológico puede durar entre 29 y 38 días, dependiendo de las condiciones ambientales, pudiendo tener entre 10 y 12 generaciones al año; el daño que causa esta plaga es principalmente en las hojas se comen todo el mesófilo de la hoja dejando solo la epidermis, también causa daños en tallo y los daños en brotes, sobre todo en las inserciones de las hojas o pedúnculos y en los brotes más tiernos. La larva también prefiere los brotes de la parte apical de la planta. Los frutos, estos (quitar) pueden ser dañados desde el momento en que comienza el cuajado. Nunca afecta al fruto cuando está maduro, siempre en verde y puede darse en cualquier parte de este, aunque hay una preferencia por la zona protegida del cáliz (infoagro, 2014).

Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

El daño directo de esta especie es por la succión de savia, lo que en altas infestaciones puede provocar debilitamiento de la planta, deshidratación y disminución del rendimiento en todas sus etapas desde el semillero hasta la producción, además que el ataque de estas siempre va acompañado por su secreción de mielecilla, sobre la cual se desarrolla la fumagina, causada por el hongo *Cladosporium* sp. La fumagina que cubra hojas y frutos disminuye la calidad de la cosecha (INIA, 2017).

Pasador del fruto (*Neoleucinoleselegantis*)

Esta plaga coloca los huevos dentro del fruto por lo tanto el daño principal, es que deja el interior del fruto prácticamente destruido, causado por las perforaciones de salida de la larva en los frutos del tomate. A través de estos orificios penetran otros insectos, hongos y bacterias que pudren el fruto, dándole apariencia de bolsa acuosa, disminuyendo de esta forma el potencial de rendimiento del cultivo (Villaquirán, 2017).

Además de las plagas mencionadas existen otras que también tiene afectaciones que permitiente la entrada de enfermedades las cuales pueden afectar de gran manera la planta.

Enfermedades

El cultivo de tomate se ve afectado por varias enfermedades que son causadas por virus, hongos, bacterias y nemátodos, acompañados de condiciones ambientales que pueden ocasionar perdidas hasta del 100% (Vallejo). A continuación, se describen algunas de las enfermedades de *Solanum Lycopersicum* importantes en Colombia:

Antracnosis (*Colletotrichum* sp)

En el fruto se manifiesta con manchas acuosas, aumentando las lesiones semiblandas con el tiempo; puede presentarse en frutos verdes y maduros; esta se puede presentar tanto en el cultivo y la postcosecha (CCB, 2015).

Tizón tardío o gota (*Phytophthora infestans*)

Enfermedad causada por el hongo *Phytophthora infestans* es una de las más limitantes ya que puede impedir la producción comercial, se manifiesta en temperaturas entre 10 y 25°C, los esporangios se forman en periodos de alta humedad 91-100% y temperaturas entre 18-23°C; los síntomas se observan en el follaje con manchas grandes irregulares, de aspecto acuoso y color verde y luego tornan a color castaño, en tiempo húmedo el borde de las manchas por el envés se puede llenar de moho blanco (Vallejo)

Marchitamiento vascular

Enfermedad causada por el hongo *Fusarium oxysporum*, ingresa a la planta a través de los pelos absorbentes o por heridas causadas por diferentes labores; cuando ingresa a la planta se

reproduce y tapan los haces vasculares por lo que impide el transporte de nutrientes, posteriormente se ocasiona amarillamiento y muerte de tejidos (CCB, 2015).

Las temperaturas entre 22 y 32°C, suelos arenosos y ácidos, baja intensidad de luz favorecen la enfermedad; *F. oxysporum* es habitante común del suelo y puede sobrevivir casi indefinidamente a la forma de clamidosporas, se puede encontrar también como micelio en el suelo y en restos de plantas hospederas, los síntomas se pueden observar marchitez inicial y amarillamiento de las hojas (Millas & France, 2017).

Genero fusarium (*oxysporum*, *Lycopersici*)

Biología Del Hongo

Fusarium es un patógeno facultativo con alta capacidad de sobrevivir en materia orgánica en el suelo y a su vez tiene la capacidad de atacar la planta cuando esta sufre algún tipo de desbalance (Michielse & Rep, 2009). Este a su vez puede durar en el suelo por varios periodos esperando a su vez un hospedero.

Fusarium oxysporum sp es uno de los hongos más comunes de suelo, siendo cosmopolita cuyo comportamiento son de dos tipos; el primero, como un saprofito común de suelos que puede competir con saprofitos obligados con algunos hongos que infecten raíces para colonizar tejido vegetal muerto; y el segundo, se comporta como un importante hongo vascular sobre muchas especies de plantas a nivel del mundo. Esta especie se caracteriza por invadir tejidos epidermales de la raíz, y se extiende a los haces vasculares produciendo micelio y/o esporas en los vasos y mata a la planta por taponamiento de vasos (Zaquinaula, 2018).

Una de las enfermedades de mayor importancia para el cultivo de tomate es la marchitez vascular causado por *Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici* este hongo está completamente extendido en todo el mundo haciendo su aparición en Europa en el siglo XIX(Blancard, 2011).

Aspectos Biológicos patológicos de la especie

El hongo se caracteriza por producir colonias de crecimiento rápido y tres tipos de esporas: microconidias, macroconidias y clamidosporas. Las microconidias son esporas unicelulares, sin septas, hialinas, de elipsoidales a cilíndricas, rectas o curvadas. Las macroconidias, son esporas de pared delgada, fusiformes, largas, moderadamente curvadas, con varias células y de tres a cinco septas transversales, con la célula basal elongada y la célula basal atenuada. Las clamidosporas son esporas formadas a partir de la condensación de células de las hifas o de las macroconidias y se caracterizan por poseer paredes bastante gruesas, lo que las hace muy resistentes a condiciones ambientales desfavorables o a la ausencia de plantas hospedantes. Las clamidosporas se forman simples o en pares, son terminales o intercalares y son las principales responsables de la sobrevivencia del hongo en tejidos muertos de plantas hospedantes o en el suelo (Torres, 2000, págs. 12-14).

Comportamiento del hongo

Los suelos ácidos, las altas temperaturas, las deficiencias de nutrientes y el ataque de nematodos son aspectos que favorecen al hongo invadir al hospedero(Agrios, 1996). El hongo puede sobrevivir en el suelo como Micelio o como esporas en ausencia de sus hospederos. Se disemina a distancias cortas, mediante el agua, equipos agrícolas y herramientas infestadas por el hongo y a distancias largas, por medio de plantas enfermas o suelo adherido a ellas. Una vez el

suelo es infestado, permanece así indefinidamente (Vázquez -Ramírez & Castaño- Zapata, 2017).

Los síntomas más evidentes del fusarium se pueden manifestar tanto en plántulas como en plantas adultas afectando en su crecimiento si hablamos de las plántulas en vivero se manifiestan en las hojas que van adquiriendo color amarillo y se observa al marchitarse para luego morir si realizamos un corte en su tallo podemos ver un color pardo bastante marcado.

Para el caso específico del cultivo de tomate se puede decir según (García, Ruíz, & ealt, 2012) que

La micosis se manifiesta por una podredumbre intensa de la raíz principal, que alcanza a la base del tallo con una necrosis de color marrón que permitió, cuando se describió por primera vez, como “Mancha chocolate”. El sistema radicular secundario puede expresar una podredumbre marrón más o menos intensa. El xilema se necrosa hasta una altura de 50 cm o más desde la base del tallo. En consecuencia, la planta se marchita irreversiblemente y termina por morir. Esta forma especializada se diferencia de *F. oxysporum f. sp. lycopersici* en que ésta última no ocasiona podredumbre radicular y necrosa el xilema en su totalidad.

Razas y variedades

Su variabilidad patogénica ha originado las razas 1, descrita en 1886 la raza más común la 2 reportada en 1945 en Ohio genes AVR1 Y AVR 3 y la raza 3 que es la más resistente descrita en 1978 en Australia (Blancard, 2011). Estas proteínas son requeridas para una virulencia completa en tomate.

Planes de manejo según la literatura

Se debe tener en cuenta que en cuanto al *fusarium oxysporum* y su manejo en el cultivo de tomate existen muy pocas investigaciones, por lo tanto, hay poca información por esto que

algunas de las citas a continuación no son tan resientes; adicionalmente se tomaron estudios del ataque de la enfermedad en otros cultivos para que la información sea más completa.

Según (Vallejo Cabrera, 1999) “El control de la marchitez es muy difícil, sobre todo cuando las condiciones ambientales son favorables al hongo, Se disemina por medio del agua de superficie, implementos agrícolas, insectos, plántulas contaminadas, uso de semilla sin contaminación. Se debe evitar sembrar tomate en suelos en donde haya ocurrido la enfermedad, es importante la rotación de cultivos, especialmente con gramíneas, con el fin de reducir el inóculo, aislar los focos iniciales de la enfermedad, evitar realizar riegos para impedir la diseminación del hongo y desinfectar las herramientas; cuando aparezcan pocas plantas enfermas se deben arrancar y quemar

Dentro de las alternativas de desinfección física y biológica, las más ensayadas son la solarización, cuyo control se basa en el aumento de la temperatura del suelo por medio de la radiación solar (Cuellas, Amoia, & Delmazzo, 2018) La solarización se refiere a la cobertura hermética con plástico durante un período de tiempo tal que permita capturar la energía solar que llega al suelo y así elevar la temperatura, dependerá de factores como la intensidad de la radiación solar , la cantidad de horas de luz y el tipo de suelo (Rodriguez, 2012, pág. 79).

Dentro de los diferentes estudios que se han realizado en Colombia el laboratorio de control biológico del centro de biotecnología y bio industria (CBB) De Corpoica desarrollo un bioplaguicida a base del hongo *Trichoderma koningiopsis* cepa Th003 para el control de patógenos del suelo como *Fusarium oxysporum* en tomate y *Rhizoctonia solani* en papa, y patógenos foliares como *Botrytis cinerea* en mora (Diaz, Zapata, Smith, & Mesa , 2012)

En un estudio realizado bajo condiciones de invernadero se logró demostrar que con el uso de *Azotobacter* sp., *Bacillus cereus* y *B. megaterium*, en combinación con ácido húmico es más efectiva la reducción de la marchitez vascular en el tomate, en dicho estudio se comparó la combinación de estas y la aplicación individual de cada uno de los tratamientos (Morsy, Abdel Monaim, Magd El, Morsy A, & Abdel Gaid, 2012)

El recurso de enmiendas favorece a los cultivos con problemas de *fusarium* ya que el uso de la cal ayuda a corregir o balancear el PH, son fuentes minerales de origen natural o industrial que portan en su composición carbonatos, óxidos, hidróxidos y silicatos de calcio y/o magnesio; cuyos beneficios son: Incrementar la aprovechabilidad de algunos nutrientes, mejorar la actividad microbiana y reducir la actividad de hongos patógenos del suelo (Osorno & Osorno, 2010).

Las enfermedades de las plantas son el resultado de la interacción entre los patógenos, hospederos. Es vital un monitoreo ya que es una de las medidas principales para conocer el riesgo que presenta un cultivo, involucra la observación en forma regular de las plantas, el almacenamiento de los datos climáticos básicamente humedad relativa y temperatura y la observación del estado de crecimiento de las plantas. (Bernal, 2010) Señala que “las enfermedades la mayoría de los patógenos son microscópicos, por lo que resulta muy importante detectar directamente los síntomas iniciales de la enfermedad, revisando los cultivos asiduamente”. (pág. 1)

Afectación del nitrógeno

Se han realizado pocos estudios de la relación que existe entre la fertilización y el desarrollo de la enfermedad (*Fusarium Oxysporum* sp) en tomate y otros cultivos afectados por la enfermedad; uno de estos estudios fue realizado por (Gamboa Beltran & Jimenez Torres, 2017)

donde concluyo que “suministrar nitrógeno al suelo aumenta la severidad de las enfermedades causadas por hongos, por lo tanto la concentración de aminoácidos es también alta cuando hay excesos de nitrógeno, limitando la síntesis de polímeros favoreciendo la penetración y el desarrollo de las enfermedades causadas por hongo, lo que se evidencio en los tratamientos con mayor desarrollo micelial”.

Según autores citados por Vallejo (1999), El nitrógeno es un elemento constituyente de varios compuestos tales como aminoácidos, proteínas, enzimas y clorofila, el nitrógeno es un elemento de gran movilidad en el suelo. Los síntomas de la deficiencia de nitrógeno en el tomate aparecen en las hojas más viejas, permaneciendo normales las más nuevas, Esto sugiere que el nitrógeno N de las proteínas es convertido en formas más solubles, siendo traslocado a las regiones de crecimiento. El uso inadecuado puede ser más nocivo que útil. La aplicación excesiva de nitrógeno N provoca un incremento del número de hojas y de área foliar, con tejidos más tiernos y con mayores problemas fitosanitarios. El nitrógeno, por ser un elemento de gran movilidad en el suelo, se debe aplicar parceladamente y de esta manera mantenerlo disponible para la planta, durante la mayor parte del período de exigencia y disminuir las pérdidas de este elemento después de las lluvias o riegos.

Las temperaturas del suelo y del aire en el entorno de los 28° C favorecen el desarrollo de *Fusarium oxysporum sp.* La virulencia del patógeno aumenta por el uso de nutrientes amoniacales y se ve disminuido por el uso de nitratos como fuente de nitrógeno por no producir acidificación del suelo (Bernal, 2010).

Según estudio realizado por (Boccolini M. F., 2016) La aplicación de urea incrementó la abundancia y diversidad de las Bacterias Oxidantes del Amoniaco demostrando que el nitrógeno

N aportado es un factor preponderante frente a la acidificación causada por la fertilización con nitrógeno amoniacal

Afectación de la acidez

La afectación del patógeno se puede dar por el bajo pH del suelo, baja intensidad de luz y la virulencia del patógeno, se ve incrementada por micronutrientes, como fósforo y nitrógeno amoniacal, y decrece con el nitrato. La acidificación de los suelos es un proceso natural; sin embargo, procesos como la agricultura, la polución y otras actividades del hombre entre los que destacamos la contaminación química por el uso masivo de fertilizantes han traído como consecuencia la acidificación de los suelos. (Zapata Hernandez, 2004)

El tratamiento de los suelos ácidos consiste en el agregado de materiales correctores, tales como caliza o dolomita, entre los principales. Con el objetivo de dimensionar las dosis de corrector a utilizar, se ha desarrollado en el mundo una variedad de técnicas de análisis químicos del suelo, la mayoría provenientes de regiones tropicales donde el fenómeno es de origen fundamentalmente genético natural y de condición de extrema acidez (Pellegrini, Sucunza, Millan, & Vasquez, 2016).

El pH del suelo es el parámetro químico más fácil de medir y el que mayor información provee del suelo. Aunque el pH de suelo tenga valores altos o bajos, las concentraciones de H^+ y OH^- no son la causa directa del daño que pueden causar a las raíces, a los microorganismos o a las propiedades del suelo. El pH es una señal indirecta de un daño potencial a estos (Zapata Hernandez, 2004).}

El carbonato de calcio, $CaCO_3$, es una sal poco soluble que se encuentra naturalmente en varias formas y en varios grados de concentración en el suelo. Su presencia juega un papel

fundamental en la estructura del suelo si se encuentra en concentraciones moderadas. Se utiliza como enmienda para neutralizar el pH de suelos ácidos y para suministrar el nivel de Calcio (Ca) para la nutrición de las plantas. Sin embargo, puede resultar problemático si su concentración llega a exceder la capacidad de adsorción en el suelo formando complejos insolubles con otros elementos. Estos componentes son difíciles de asimilar por las plantas llevando a su acumulación. Cantidades excesivas de calcio puede por ello restringir la disponibilidad de fósforo, boro y hierro para las plantas.

Enemigos naturales

Existe un grupo importante de hongos y bacterias que presentan efectos antagónicos con otros microorganismos y esta acción puede ser aprovechada como una forma de control biológico de patógenos vegetales (Fernandez & Larrea, 2001).

Los métodos de control biológico, integrados a las prácticas culturales, podrían colaborar en la prevención y en la disminución de la incidencia y severidad del patógeno. En este aspecto, se presentan como métodos promisorios la biofumigación y la aplicación del hongo antagonista *Trichoderma spp* (Salvador Perniola, Sebastián Staltari, Chorzempa, Astiz Gassó, & Molina, 2014). De este modo las aplicaciones con biofumigación son el resultado de la descomposición de residuos orgánicos que generan en el suelo sustancias con actividad biocida como amonio, ácido acético, compuestos azufrados.

Los miembros del género *Trichoderma sp* se caracterizan por su capacidad de parasitar otros hongos (Howell, 2003) ;Según (Verma, k.Brar, Tyagi, Surampalli, & Valero, 2007) estos antagonistas han sido utilizados como agentes fúngicos, sosteniendo que el micro parasitismo, la competencia de espacio, de nutrientes, la antibiosis por enzimas, metabolitos secundarios y la inducción del sistema de defensa de la planta son acciones típicas de biocontrol de estos hongos.

Generalmente el accionar del *Trichoderma sp* envuelve las hifas al no permitir desarrollar los conidios hasta inhibirlos.

Según (Jaimes Suarez, Moreno Velandia, & Cotes Prado, 2009) La aplicación en campo de T. koningiopsis Th003 formulado como gránulos dispersables y dentro de un programa de manejo integrado de la pudrición del cuello y de la raíz del tomate, redujo significativamente la mortalidad de plantas en un 35%, siendo los resultados de gran importancia para los productores ya que presenta una alternativa a la hora de controlar *Fusarium spp.* Además, hay una notable reducción en el uso de fungicidas químicos, por ende, la reducción de los efectos nocivos sobre el medio ambiente y el hombre.

Fungicidas más utilizados a nivel mundial (carbendazin)

El Carbendazim es el ingrediente activo que inhibe la síntesis de la beta-tubulina que es esencial para la formación del uso cromático en la división celular, por lo que las células detienen su multiplicación terminando en una detención del crecimiento y su muerte, este fungicida sistémico con acción protectante y curativo, el cual se absorbe a través de raíces y tejidos verdes inhibiendo el desarrollo de los tubos germinativos, la formación de apresorios y el crecimiento del micelio. (Rotam, 2011)

Fosetyl Al + Mancozeb (Rodax)

Fungicida protectante y sistémico que se absorbe por las raíces y hojas, con acción de contacto y sistémico ascendente y descendente, su componente activo es Fosetyl Al: aluminium tris-O-ethylphosphonate; puede ser aplicado tanto foliar como edáfica ya que posee propiedades químicas que facilitan su movimiento en el xilema y floema (Ozturk, 2008).

La molécula se rompe rápidamente en el suelo y en los tejidos vegetales formando ácido fosfórico, esto permite que dentro de la planta el movimiento sea de abajo hacia arriba, es decir desde la raíz hacia los ápices. (Coffey & Joseph, 1985).

El fosetil-Al por ser una sal de aluminio compuesta de aniones de Etilfosfonato y cationes de aluminio en una proporción de 3: 1. Es un fungicida utilizado en varios cultivos hortícolas para controlar algunas enfermedades como *Phytophthora*, *Pythium* y *Plasmopara*. Tiene un papel como agroquímico antifúngico. (National Center for Biotechnology Information, s.f.).

Mancozeb es un fungicida de contacto con actividad preventiva, cuya acción en varios sitios de la célula fúngica altera o interrumpe numerosos procesos bioquímicos a nivel celular, esta característica hace prácticamente imposible que los patógenos puedan desarrollar resistencia al fungicida (FRAC, 2016).

Porque se utilizaron este tipo de tratamientos

Con los tratamientos utilizados en la presente investigación se corrobora, si el manejo realizado por productores y técnicos influyen realmente en el control de la enfermedad en el cultivo de tomate.

Uno de los problemas fitosanitarios más importantes del cultivo del tomate es el *Fusarium oxysporum*, *Lycopersici* que debe ser tratado mediante un manejo integrado, este hongo puede presentarse en cualquier ciclo del crecimiento de la planta. En el presente trabajo se plantean diferentes manejos para la enfermedad teniendo en cuenta los más utilizados por los productores en el departamento de Cundinamarca.

El fungicida químico que se evaluó (Fosetyl Al + Mancozeb) tiene la característica de ser sistémico, es decir, que es absorbido por la planta ya sea por las raíces o estomas en las hojas, con capacidad de traslocación ascendente por el xilema y descendente en el floema.

El uso de alternativas que no sean químicas lleva a la utilización de controladores biológicos, en este caso el *Trichoderma spp* actúa contra el patógeno de forma competitiva. En literatura se conoce como micro parasitismo.

La acidez en los suelos limita el rendimiento de algunos cultivos, siendo dicha condición beneficiosa para el desarrollo de hongos como *Fusarium oxysporum*, *Lycopersici*. Para el manejo de suelos ácidos se utiliza enmiendas como por ejemplo cal dolomita, su principal uso es elevar el pH de los suelos ácidos y reducir la concentración de aluminio en la solución del suelo por lo tanto la utilización de este tipo de enmiendas protegen el ambiente, incrementa la eficiencia de los nutrientes y de los fertilizantes, mejora la efectividad de algunos herbicidas y aumenta las utilidades del cultivo, (Lazcano, S.F.).

El nitrógeno en la producción de tomates es uno de los elementos más importantes, ya que es un componente que forma parte de encimas, vitaminas, clorofila y otros componentes de la célula los cuales son esenciales para el desarrollo y crecimiento de las plantas; comercialmente el nitrógeno se consigue como urea que es nitrógeno amoniacal, no obstante a pesar de ser un fertilizante muy utilizado se han generado especulaciones sobre como este tipo de nitrógeno puede afectar los suelos, ya que posiblemente con una prolongada utilización puede generar problemas de acidez en el suelo y facilitar la susceptibilidad de enfermedades en los cultivos.

Metodología

Sitio del estudio

La investigación se llevó a cabo en el municipio de Mosquera Cundinamarca a una altitud de 2.516 m.s.n.m y temperatura promedio de 15°C. El ensayo se realizó con sustrato (suelo) extraído de una finca en el municipio de san Cayetano Cundinamarca donde se cultiva tomate variedad Calima y donde se presentaba sintomatología de plantas afectadas por *fusarium spp*, al cual se le realizó un análisis fitopatológico para estar seguros de la presencia del inoculo de *Fusarium oxysporum f. sp.*



Figura 3. Lugar donde se realizó el montaje del proyecto. Fuente: (Google Earth, 2020)

Se tomó una muestra de suelo dentro del cultivo siguiendo el instructivo (**Anexo 1**) recomendado por el laboratorio Agroidea SAS, teniendo en cuenta los siguientes aspectos “El muestreo se realizó con una pala limpia y desinfectada, a una profundidad de 30 cm y se compuso de 10 submuestras, siguiendo un patrón de desplazamiento en “zig-zag”, para obtener un total de 30 kilos de suelo, esta mezcla se homogenizo y de allí se obtuvo la submuestra de 1

libra para enviar al laboratorio en marzo de 2019”, con el fin de corroborar la presencia del inóculo en el suelo.



Figura 4. Recolección del sustrato con presencia de *Fusarium oxysporum spp* en vereda centro municipio de San Cayetano Cundinamarca. Fuente: autoría propia

Para realizar el análisis microbiológico el laboratorio utilizó la siguiente metodología: detección, identificación y enumeración de Unidades Formadoras de Colonia (UFC) por siembra en superficie de placa en medio semiselectivo Komada. Confirmación de especie por claves taxonómicas. Donde se encontró, que existen para *Fusarium oxysporum* 200 UFC/g, para *Fusarium solani* 1×10^3 UFC/g y *Fusarium sp. Grupo roseum* arrojó resultado negativo (**Anexo 2**).

Con el suelo recolectado y ya homogenizado traído de campo se decidió realizar el montaje del ensayo, ya que preliminarmente se encontró inóculo del patógeno.

Etapas

El montaje del ensayo se realizó en el municipio de Mosquera Cundinamarca, en un lugar cerrado, el cual presentaba condiciones homogéneas para todos los tratamientos y para el desarrollo del cultivo del tomate. Se utilizaron 24 bolsas como unidad experimental de capacidad de 1 kilogramo de suelo, las plántulas se obtuvieron de La Fundación para el Desarrollo Universitario de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, ubicada en el municipio de Chía Cundinamarca, con número de registro ICA 000105 del 24 de enero de 2012 (**anexo 3**).



Figura 5. Adecuación de lugar y llenado de bolsas con sustrato con presencia del inoculo contando con un aproximado de 200.000 UFC en cada una de las bolsas utilizadas. Fuente: autoría propia

Se realizó distribución de las bolsas al azar para su posterior marcación con paletas para identificar cada uno de los tratamientos, a su vez se numeraron las 4 repeticiones en cada tratamiento para tener control en las mediciones. Se realizó trasplante de las plántulas de tomate variedad Calima a las bolsas donde se encontraba el suelo infectado con *Fusarium Oxysporum* sp. Se regó cada una de las bolsas con agua potable, la cual se dejaba en reposo 24 horas antes de ser utilizada para reducir su dureza. Se aplicó 100 ml de agua a cada una de las plantas cada

tercer día, este volumen de agua permitió que el suelo estuviera a capacidad de campo. Después de 30 días del trasplante se realizó aplicación de los respectivos tratamientos, posteriormente se aplicó cada 15 días por 7 repeticiones es decir 3, 5 meses, realizando las siguientes mediciones: altura de planta, número de hojas y afectación, al final de los 3,5 meses se tomó peso seco de raíz y tallo.



Figura 6. Trasplante de plántulas de tomate y marcación de tratamientos. Fuente: autoría propia

Durante el proceso de evaluación de los tratamientos se presentó mortalidad en las plantas del tratamiento T2, las cuales fueron enviadas a laboratorio para corroborar si su afectación era causada por *Fusarium oxysporum sp* (ver anexo 4).

Diseño experimental

Se realizó diseño completamente al azar con medidas repetidas en el tiempo, sobre la misma unidad experimental.

Como unidad experimental se utilizaron 24 bolsas con suelo donde se sembró una (1) plántula de tomate variedad Calima por bolsa, las cuales se agruparon en 6 tratamientos, cada uno de los tratamientos contó con 4 repeticiones y la toma de datos se realizó en 7 momentos, cada 15 días a partir de la aplicación de los tratamientos.

Se decide realizar los tratamientos en condiciones controladas debido a que el patógeno es altamente infeccioso y al no ser tratado adecuadamente se pueden infectar suelos libres de la enfermedad y causar un problema en la zona de trabajo.

Tratamientos

Los tratamientos se definieron por mutuo acuerdo entre el director y los autores del trabajo, teniendo en cuenta la experiencia de él como Ingeniero agrónomo y el conocimiento de los manejos utilizados por los productores para el control de *Fusarium oxysporum spp.*

Para el presente trabajo se obtuvieron plantas de tomate variedad Calima del vivero de la Fundación para el desarrollo universitario (Centro de Bio-sistemas) de la universidad Jorge Tadeo Lozano, las cuales fueron trasplantadas en bolsas con un Kg de suelos, utilizadas en el montaje de cada uno de los tratamiento que a continuación se muestran.

Tratamientos realizados:

T0: Testigo absoluto, Registro de datos 30 DDT y posteriormente cada 15 días por 7 momentos

T1: Aplicación de Cal dolomita 30 DDT y posteriormente cada 15 días se registraron

datos por 7 momentos.

T2: Aplicación de fertilizante nitrógeno amoniacal (urea) 10 gramos 30 DDT, posteriormente se registraron datos cada 15 días por 7 momentos.

T3: *Trichoderma Harzianum* (AgroGuard) se disolvió 1 gramo de granulos dispersables en 1 litro de agua y se aplicó 200 ml a cada planta donde según composición del bio fungicida se aplicó 0.008 gramos de ingrediente activo 30 DDT, posteriormente se registraron datos cada 15 días por 7 momentos.

T4: Fungicida químico fosetyl Al + Mancozeb (Rhodax) se disolvió 3 gramos de polvo mojable del fungicida por litro de agua y se aplicó 200 ml a cada planta donde según composición del fungicida se hizo aplicación de 0,07 gramos de cada uno de los ingredientes activos 30 DDT, posteriormente se registraron datos cada 15 días por 7 momentos.

T5: Cal dolomita (20g) 30 DDT, se toma primeros datos, a los 5 días DDT se hace aplicación de *Trichoderma Harzianum Harzianum* (AgroGuard) se disolvió 1 gramo de granulos dispersables en 1 litro de agua y se aplicó 200 ml a cada planta donde según composición del bio fungicida se aplicó 0.008 gramos de ingrediente activo, posteriormente se registraron datos cada 15 días por 7 momentos.

Toma de datos

Se realizó toma de datos cada 15 días a partir del trasplante de las plantas

Día 15-30-45-60-75 y 90 en donde se midieron las siguientes variables:

- Altura de la planta en centímetros
- Número de hojas verdaderas

- Afectación de la enfermedad expresada en las plantas (Análisis de laboratorio utilizado el método detección, identificación y enumeración de UFC por siembra en superficie de placa en medio semi selectivo komada confirmación de especies por claves taxonómicas)
- Posteriormente el día 90 se realizó la medición de las siguientes variables:
 - Longitud de tallo
 - Peso seco de tallo
 - Longitud de raíz
 - Peso seco Raíz

El tomate chonto calima es una variedad que se adapta a los ambientes controlados como por ejemplo bajo invernadero y semi techo, dicha variedad estaba establecida y presentaba severa afectación en el terreno donde se obtuvo el suelo con el patógeno, por lo tanto, se decide evaluar su desempeño y susceptibilidad al patógeno durante su etapa vegetativa.

Análisis de datos

Los datos se analizaron con R 3.3.1 (R Development Core Team 2016). Para la evaluación de los planes de manejo de *Fusarium sp.* Se realizó un análisis de varianza ANOVA, y para conocer las diferencias significativas entre los tratamientos se realizó un análisis de Tukey's HSD ($\alpha = 0.05$).

Resultados

Según el análisis de varianza (ANOVA) muestra que existen algunas diferencias significativas en los tratamientos aplicados.

Tabla 1. Análisis de varianza (ANOVA) del efecto de los tratamientos en las variables evaluadas. (ver anexo 5)

Variables	ql	F	P
Crecimiento	5	79.43	0
Número de hojas	5	89.72	0
Afectación	5	4.412 ⁺³²	0
Tamaño tallo	5	337	0
Peso seco tallo	5	9.22	0
Tamaño Raíz	5	21.89	0
Peso seco Raíz	5	3.084	< 0.01
Peso seco total	5	7.501	0

Según el análisis de varianza (ANOVA) vemos que entre las variables evaluadas que todas presentan diferencias significativas.

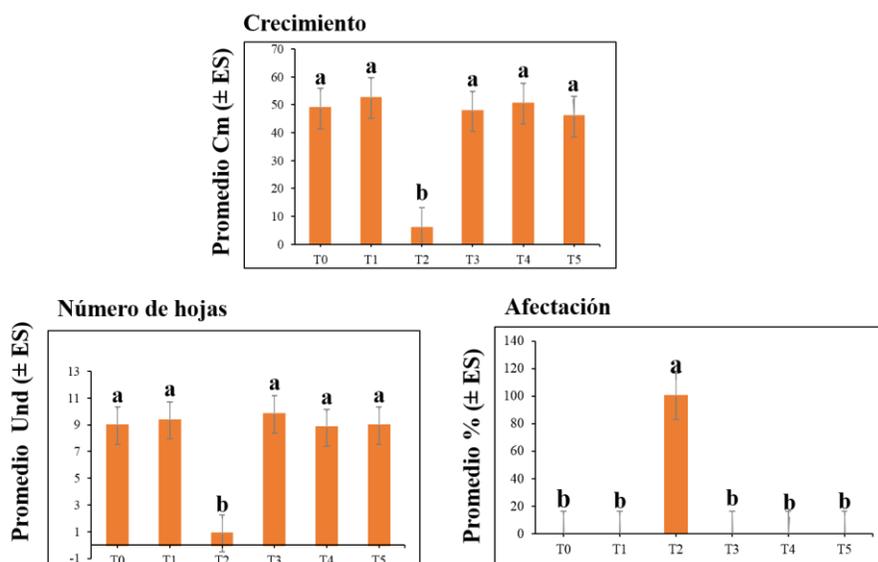


Figura 7. Efecto de los tratamientos sobre las variables crecimiento, número de hojas y afectación. Letras diferentes muestran diferencias significativas entre los tratamientos. **Fuente:** **Autoría propia.**

Al hacer el análisis de varianza ANOVA para ver si existían diferencias significativas entre las variables: crecimiento, número de hojas y afectación; mostro diferencias significativas; para verificar cual o cuales eran los tratamientos que presentaban dichos resultados se hizo el test de Tukey (test de diferencia de promedios). Al hacer esta evaluación se encontraron diferencias significativas en el T2 manejado con nitrógeno amoniacal (urea) el cual presentó afectación del total de las plantas evaluadas.

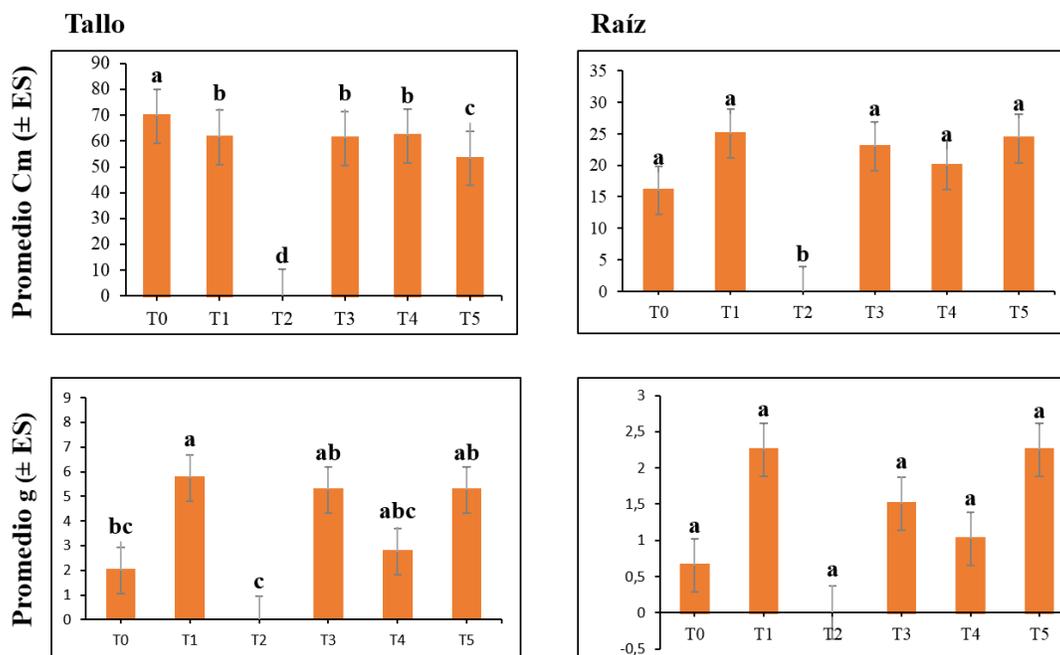


Figura 8. Efecto de los tratamientos sobre las variables de tamaño de tallo raíz y peso de tallo y raíz. Letras diferentes muestran diferencias significativas entre los tratamientos. **Fuente: autoría propia**

Se logró observar que en cuanto a la variable tamaño de tallo los T1, T3 y T4 tienen un comportamiento similar, por lo cual no se muestra una diferencia estadísticamente significativa. El T0 y T5 presentan mayor tamaño de tallo frente a los demás tratamientos por lo tanto si se observan diferencias estadísticamente significativas. El T2 presentó mortalidad en el total de plantas, teniendo en cuenta este resultado no se puede realizar medición de tallo al finalizar la evaluación, esto lleva a que se presente una diferencia significativa frente a los demás tratamientos.

En cuanto a la elongación de raíz los tratamientos no presentaron diferencia estadísticamente significativa a diferencia del T2 que presentó mortalidad.

En el promedio de peso seco del tallo se observan diferencias significativas en donde el T1 obtuvo mejores resultados, el T2 presentó menor resultado debido a mortalidad de plantas por lo tanto genera diferencias significativas frente a los demás tratamientos, los T0, T3, T4 y T5 no presentaron diferencias significativas.

En el peso seco de la raíz no se presentó ninguna diferencia significativa entre los T0, T1, T3, T4 y T5; el T2 presentó diferencias significativas.

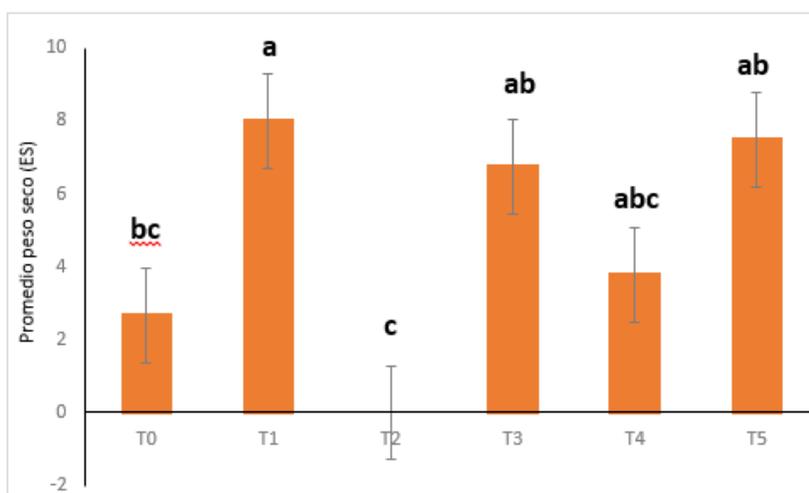


Figura 9. Comportamiento de tratamientos sobre la variable peso seco total. Letras diferentes muestran diferencias significativas entre los tratamientos. **Fuente: Autoría propia**

Se realizó análisis de varianza ANOVA para verificar si existían diferencias significativas, el cual evidenció que, si hay diferencias, por lo tanto se realizó el test de Tukey para constatar cuáles eran los tratamientos que presentaban estas diferencias, donde se pudo evidenciar que el mejor comportamiento fue el T1 al presentar mayor cantidad de peso seco total y el que tiene menor desempeño fue el T2, el cual presentó mortalidad en el total de las plantas evaluadas, sin embargo al hacer un comparativo entre los tratamientos que se mantuvieron

durante toda la investigación se resalta que aunque el T0 (testigo absoluto) no presentó diferencias significativas en las demás variables estudiadas su peso seco total fue inferior a los demás.

Discusión

El objetivo de este trabajo fue evaluar planes de manejo de *Fusarium oxysporum f. sp* en plantas de tomate, bajo condiciones controladas realizando aplicaciones de nitrógeno amoniacal, Cal dolomita, Fungicida químico y fungicida biológico durante 3,5 meses, encontrando que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados en cuanto a crecimiento, número de hojas y afectación, exceptuando el tratamiento 2 (T2) que presentó marchitamiento en el día tres (3) de la primera aplicación de fertilización nitrogenada amoniacal sin enmienda, lo que llevó a la mortalidad del total de plantas del T2, se puede contrastar con estudio realizado por (Gamboa Beltran & Jimenez Torres, 2017) donde se concluyó con el estudio que:

suministrar nitrógeno al suelo aumenta la severidad de las enfermedades causadas por hongos, por lo tanto la concentración de aminoácidos es también alta cuando hay excesos de nitrógeno, limitando la síntesis de polímeros favoreciendo la penetración y el desarrollo de las enfermedades causadas por hongos, lo que se evidencio en los tratamientos con mayor desarrollo micelial.

Si se tiene en cuenta que el tratamiento T1 presentó mejores resultados de crecimiento posiblemente por el encalado, ya que mejora la respuesta a la asimilación de nutrientes en los suelos ácidos, esto se debe a que se mejoran las condiciones físicas y químicas adquiridas por el suelo después de su aplicación, produciendo un mejor ambiente para el desarrollo radicular (Rosas Patino, Puentes Paramo, & Menjivar Flores, 2017). Estos resultados coinciden con los datos obtenidos en un estudio realizado para medir el efecto de la aplicación de calcio en un suelo ácido en donde la respuesta encontrada fue que a la aplicación de cal dolomita se obtiene un mejor rendimiento del cultivo de tomate chonto. (Cano Betancur, Gallego Becerra, & Chavarriaga Montoya, 2011)

A pesar de que no se mostró una diferencia estadísticamente significativa entre el T3 y el T5 frente los demás tratamientos, las plantas presentaron normalidad durante todo el ensayo, posiblemente a que según (Guédez, Cañizalez, Castillo, & Olivar, 2012) el *Trichoderma Harzianum* es muy eficaz en el control de patógenos de *Fusarium oxysporum sp* ya que haciendo aplicaciones de prevención, permite la colonización de la rizosfera y al tener un rápido crecimiento impide se prolifere la población de hongos patógenos. Es importante mencionar que algunos estudios realizados han demostrado que la utilización de *Trichoderma Harzianum* ayuda a controlar el *Fusarium spp* en el suelo, por ejemplo el estudio realizado por (Pullupaxi Toapanta, 2016) donde encontró que después de evaluar las cepas de *Trichoderma Lignorum* y *T. Harzianum* como control biológico de *Fusarium oxysporum* en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*), concluyo que el *T. Harzianum* presentó mejores resultados en las variables: porcentaje de incidencia, diámetro del tallo, número de flores, altura de la planta y longitud del tallo. Igualmente se puede contrastar con un estudio realizado por (Rodriguez Prieto, 2019) donde se encontró que “El *T. Harzianum* mostró los mejores resultados en control de la enfermedad, generando los menores porcentajes de severidad, foliar de 0 a 3%, de tallo a 10% y de estado general de 5 a 8%, lo que puede atribuirse a la interacción positiva de los microorganismos y un efecto sinérgico en el control de la enfermedad, de esta manera se propone para un manejo integrado de la marchitez vascular en plantas de tomate”. Así mismo se sabe que el hongo es más agresivo en condiciones de suelos ácidos por lo tanto es importante realizar una enmienda con cal, antes de hacer uso de fertilizantes, fungicidas químicos o biológicos (Corpoica, 2007)

El tratamiento T0 no presentó diferencias significativas frente a los demás tratamientos respecto a elongación de tallo, numero de hojas y afectación, pero si presentó diferencias

significativas en peso seco de tallo y raíz, tiene menor peso de materia seca que los tratamientos T1, T3, T4 y T5, por lo cual se puede inferir que posiblemente la planta no pudo asimilar adecuadamente los nutrientes presentes en el suelo. Cabe destacar que según (Peil & Galvez, 2005) la materia seca en los órganos de la planta permite identificar la acumulación de biomasa presente en cada uno de ellos, lo que admite verificar de acuerdo al estado vegetativo de la planta donde hay mayor acumulación y saber si está orientada para incrementar el rendimiento del cultivo, puesto que está ligado a la capacidad que tiene la planta para acumular biomasa y utilizarlo en el órgano que más lo necesite, por ejemplo si una planta se encuentra en los primeros meses la acumulación de biomasa será en las hojas porque necesita nutrientes para el desarrollo, pero si por el contrario la planta se encuentra en fructificación la mayor cantidad de biomasa se debe localizar en los frutos, allí es donde necesitará la mayor cantidad de nutrientes para tener mejores rendimientos. Teniendo en cuenta que la biomasa en algunos tratamientos presentó mayores resultados, se puede hacer un contraste con un estudio realizado en plantas de tomate inoculadas con *Fusarium spp*, las cuales al ser tratadas con la aplicación de elicitors de origen natural provenientes de extractos naturales y de algas, donde se concluye que se logra incrementar la acumulación de biomasa total en las plantas, además que también con otras variables de calidad del fruto e incremento de altura (García Enciso, Robledo Olivo, Benavidez Mendoza, Solís Gaona, & González Morales, 2018).

Es importante identificar que tanto interfiere en la absorción de nutrientes los métodos utilizados para control de *Fusarium Oxysporum*, aunque el uso de diferentes fungicidas de síntesis química para el manejo de la enfermedad ha sido efectivo en algunos casos, es importante destacar que aún no se garantiza la efectividad de este tipo de tratamiento porque no

hay suficientes estudios sobre el método de manejo y los efectos negativos que se producen en el desarrollo del cultivo.

Conclusiones

Se resalta la importancia de la utilización de enmiendas, ya que se pudo observar durante este estudio que los tratamientos en donde se utilizó cal presentaron mejores resultados en las variables medidas, longitud de tallo, número de hojas, afectación, peso seco de tallo y raíz.

El uso de fertilización nitrogenada amoniacal aumenta el ataque del hongo *Fusarium oxysporum* al hospedero, puesto que en el tratamiento T2 estudiado se presentó mortalidad en el total de individuos en solo tres días posteriores a la aplicación de nitrógeno amoniacal.

No se logró establecer cuál es el manejo más efectivo para *Fusarium oxysporum* con los tratamientos realizados, pero si se notaron algunas variables como que la nutrición con nitrógeno amoniacal puede hacer que su diseminación sea más rápida; también que las enmiendas agrícolas son de gran importancia a la hora de establecer un cultivo y que la combinación de varias técnicas probablemente puedan ser eficaces en su control.

Recomendaciones

Se recomienda realizar este mismo estudio, pero durante todo el ciclo del cultivo de tomate, para observar si alguno de los tratamientos presenta efectos positivos o negativos durante todo el desarrollo de la planta.

Es recomendable realizar el uso de estos tratamientos en cultivos comerciales, para lograr identificar qué tan eficaz pueden ser los tratamientos en condiciones no controladas.

Resalta la importancia que, en futuros estudios similares, se tomen algunos datos adicionales como el pH en cada periodo de evaluación, con el fin de identificar si los tratamientos alteran de alguna forma su estado inicial.

Es de gran importancia mencionar que algunos tratamientos químicos pueden ser efectivos para el manejo del hongo *Fusarium oxysporum*, pero no se tiene mucha información sobre los efectos secundarios que se puedan dar por su uso, es necesario que se realicen más investigaciones referentes al tema.

Se recomienda aislar en laboratorio unidades formadoras de colonias (UFC) del patógeno *Fusarium oxysporum spp* para posteriormente inocular el suelo de los tratamientos que se utilizaran en la investigación.

Realizar estudios para verificar la influencia de fungicidas químicos y control biológico en el desarrollo de raíces y crecimiento.

Para evitar que el hongo genere alguna resistencia al fungicida químico se recomienda hacer rotaciones de ingrediente activo.

Realizar comprobaciones en campo para verificar los tratamientos si tienen la misma respuesta frente a un ambiente no controlado.

Referencias

- Agrios, G. N. (1996). *Fitopatología*. (Segunda Ed.). Mexico: Limusa.
- Agronegocios. (23 de Mayo de 2018). Antioquia y norte de Santander son los departamentos líderes en la producción de tomate. La Republica S.A.S. Obtenido de <https://www.agronegocios.co/agricultura/cuales-son-las-regiones-que-mas-producen-tomate-2728689>
- Bayer CropScience. (2019). RHODAX® WP 70. Bogota.
- Bernal, R. (2010). *Enfermedades de tomate (Lycopersicon esculentum mill.) en invernadero en las zonas de salto y bella unión. Hemisferio Sur.*
- Blancard, D. (2011). *Enfermedades del Tomate*. Mundi-Prensa Libros.
- Boccolini, M., Basile, L., Roman, C., Carlos, G., Conde, B., & Figuerola, E. (2015). Impacto de la aplicación prolongada de urea sobre bacterias nitrificantes de. *Asociación Argentina Ciencia Suelo*.bi
- CCB. (2015). *Manual Tomate*. Obtenido de [ccb.org.co: https://www.ccb.org.co/content/download/13926/176638/file/Tomate.pdf](https://www.ccb.org.co/content/download/13926/176638/file/Tomate.pdf)
- Coffey, M., & Joseph, M. (1985). Effects of Phosphorous Acid and Fosetyl-Al on the Life Cycle of *Phytophthora cinnamomi* and *P.citricola*. *Phytopathology*. Vol.
- Cuellas, M., Amoia, P., & Delmazzo, P. (2018). Efecto de diferentes tratamientos de desinfección del suelo sobre las propiedades edáficas. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 35(1), 26-37. .

EBYSOS. (2012). Estudio de estabilidad de un agroquímico, los insecticidas carbamatos. Mexico . Obtenido de <http://ebysos.com/eby/ficha-tecnica-insecticidas-carmabatos-5.pdf>

Emilio Rey, A., Garzón Chacón, A., & Lozano Botache, L. (2015). Producción de tres híbridos de tomate bajo semicubierta Municipio de Falán – Tolima. Tumbaga, 45-57.

Fernandez, O., & Larrea, v. (2001). Microorganismos antagonistas para el control. Manejo Integrado de Plagas.

Ferraris, G., Couretot, L., & Toribio, M. (2009). Pérdidas de nitrógeno por volatilización y su implicancia en el rendimiento del cultivo de maíz en pergamino (bs as). efectos de fuente, dosis y uso de inhibidores. Obtenido de <http://www.fertilizando.com/articulos/Perdidas-Nitrogeno-Volatilidad-Maiz.pdf>

Gamboa Beltran, C. A., & Jimenez Torres, Z. R. (2017). Evaluación del efecto de diferentes fuentes de nitrógeno sobre el desarrollo de *Fusarium oxysporum* en condiciones de laboratorio. Obtenido de <https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/938/1/EVALUACION%20DEL%20EFECTO%20DE%20DIFERENTES%20FUENTES%20DE%20NITROGENO%20SOBRE%20EL%20DESARROLLO%20DE%20Fusarium%20oxysporu.pdf>

García , A. (2005). NIMBUS nº 15-16. Anotaciones sobre los cultivos bajo plástico en China. Universidad Almería. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1704089>

García, R. C., Ruíz, O. C., & ealt. (2012). Comportamiento de patrones de tomate frente a la patogenicidad de *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. actas de horticultura,

318-320.

Obtenido

de

<http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2060.%20XIII%20Congreso%20Nacional%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas/Horticultura/Comportamiento%20de%20patrones%20de%20tomate%20frente%20a%20la%20patogeneicidad%20de%20Fusarium%20oxysporum%20f.%20sp.%20radicis-ly>

Google Earth. (2020). *Google Earth*. Obtenido de <https://earth.google.com/web/@4.70366774,-74.21411198,2546.87280811a,3604.5175802d,35y,0h,0t,0r/data=OgMKATA?authuser=0>

Gorini, F. (2018). *Guia Completa Del Cultivo Del Tomate*. De Vecchi.

Howell, C. R. (2003). Mechanisms Employed by Trichoderma Species in the Biological Control of Plant Diseases: The History and Evolution of Current Concepts. Obtenido de <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdfplus/10.1094/PDIS.2003.87.1.4>

infoagro. (2014). La polilla del tomate (Tuta absoluta). Obtenido de infoagro.com: https://www.infoagro.com/hortalizas/polilla_tomate_tuta_absoluta.htm

inia. (07 de noviembre de 2017). Mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*). Obtenido de inia.cl: <http://www.inia.cl/sanidadvegetal/2016/11/07/mosquita-blanca-trialeurodes-vaporariorum/>

Lazcano, I. (S.F.). *Cal agrícola: conceptos básicos*. Obtenido de <https://vecafo.com/files/cal-agricola-conceptos-basicos-para-la-produccion-de-cultivos.pdf>

- Michielse, C. B., & Rep, M. (2009). Pathogen profile update: *Fusarium oxysporum*. 311–324 .
Amsterdam: Lackwell publishing ltd. Obtenido de
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1364-3703.2009.00538.x>
- Millas, P., France, A. (2017). Fitopatología – enfermedades en hortalizas: Marchitez vascular en tomate. Institución de Investigaciones Agropecuarias INIA. Ficha técnica 73.
- Monardes, H. (2009). Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).
- National Center for Biotechnology Information. (s.f.). PubChem Database. Fosetyl-al. Obtenido de <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Fosetyl-al#section=Chemical-Vendors>
- Osorno, H., & Osorno, L. (2010). Determinacion de los requerimientos de cal. suelos ecuatoriales.
- Ozturk, C. (2008). The effects of fosetyl-Al application on morphology and viability of *Lycopersicon esculentum* Mill. pollen. PLANT SOIL ENVIRON.
- Pellegrini, A., Sucunza, F., Millan, G., & Vasquez, M. (2016). Comparación de metodologías analíticas para diagnosticar suelos con enmiendas básicas en el ámbito templado argentino. Ciencia del Suelo. Obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672016000100001&lang=es
- Peil, R. M., & Galvez, J. (2005). Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. Obtenido de <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/1171>
- Rodriguez, J. (Junio de 2012). Efecto de diferentes tratamientos de desinfección del suelo sobre las propiedades edáficas. Montevideo: Agrociencia Uruguay vol.16 no.1.

- Rodriguez Prieto, A. P. (2019). Compatibilidad de fungicidas químicos, biológicos y de origen vegetal sobre el hongo benéfico *Trichoderma harzianum*, controlador de *Fusarium oxysporum* en plantas de tomate (*Solanum lycopersium*). Obtenido de <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/8628/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rotam. (2011). ficha tecnica cropzim. Bogota. Obtenido de https://www.rotam.com/andina/UserFiles/ufyhto/image/products/fungicida/FT_Cropzim_500_SC.pdf
- Salvador Perniola, O., Sebastián Staltari, S., Chorzempa, S. E., Astiz Gassó, M. M., & Molina, M. d. (2014). Control biológico de *Fusarium graminearum*: utilización de *Trichoderma* spp. y biofumigación con parte aérea de *Brassica juncea*. Mendoza: Rev. Fac. Cienc. Agrar., Univ. Nac. Cuyo vol.46 no.2 Mendoza dic. 2014. Obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-86652014000200004
- Shamalie, B., Fonseka, R., & Rajapaksha, R. (2011). Effect of *Trichoderma viride* and Carbofuran (Curator®) on Management of Root Knot Nematodes and Growth Parameters of Gotukola (*Centella asiatica* L.). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/267706571_Effect_of_Trichoderma_viride_and_Carbofuran_CuratorR_on_Management_of_Root_Knot_Nematodes_and_Growth_Parameters_of_Gotukola_Centella_asiatice_L
- Torres, G. A. (2000). Algunos aspectos de los hongos del genero *Fusarium* y de la especie *Fusarium oxysporum*. Volumen 17, 11-16. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/21538>

- Uniperiodico. (1 de Agosto de 2018). Nueva esperanza para volver a exportar tomate colombiano. Bogota. Obtenido de <https://uniperiodico.unal.edu.co/pages/detail/nueva-esperanza-para-volver-a-exportar-tomate-colombiano/>
- Vallejo Cabrera, F. A. (Noviembre de 1999). Mejoramiento Genetico y Productivo de tomate en Colombia. palmira: Editorial UN.
- Vallejo, C. F. (s.f.). Agronomía del tomate. Obtenido de unal.edu.co: http://bdigital.unal.edu.co/46245/12/9588095026_Part03.PDF
- Vásquez -Ramírez, L. M., & Castaño- Zapata, J. (2017). Manejo integrado de la marchitez vascular del. 1-12.
- Verma, M., k.Brar, S., Tyagi, R., Surampalli, R., & Valero, J. (15 de OCTUBRE de 2007). Antagonistic fungi, Trichoderma spp.: Panoply of biological control. 37, 1-20. Biochemical Engineering Journal. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369703X07001994>
- Villaquirán, C. J. (2017). Manejo integrado de Neoleucinodeselegantalis (Guenée) en plantaciones de SolanumQuitoenselam. Agroecología: ciencia y tecnología, 37-43. Obtenido de <http://revistas.sena.edu.co/index.php/agroecyct/article/view/846>
- Zapata Hernandez, R. D. (2004). La química de la acidez del suelo. Medellin: Ed. Cargraphis.
- Zaquinaula, M. H. (2018). Razas de fusarium oxysporum f. sp. lycopersici aisladas de. (tesis para optar el grado de magister scientiae). universidad nacional agraria, Lima.

Anexos :

Anexo 1: Instructivo recolección de muestra de suelo.



Página 1 de 2

SIGUIENTE PROTOCOLO ES PROPIEDAD DE AGROIDEA SAS, ES DE USO PRIVADO Y TIENE EL CARÁCTER DE CONFIDENCIAL. EN CONSECUENCIA NO ES PERMITIDO SU REPRODUCCION, DIVULGACION O PUBLICACION PARCIAL O TOTAL

Instructivo: TOMA Y ENVIO DE MUESTRAS DE SUELO

Especificaciones:

Muestrear con herramientas apropiadas y limpias (barreno, pala, baldes, bolsas plásticas, etc). Una (1) muestra está compuesta por varias submuestras.

Para muestra de suelo utilice el barreno a una profundidad de 30 cm.

Área de muestreo, número y tamaño de muestras Identifique correctamente el área a muestrear.

Recorra la finca y divídala en lotes uniformes tomando en cuenta lo siguiente:

- Topografía: montaña.
- Textura: arcilla, arena...
- Diferentes cultivos y vegetación.
- Lotes con aplicación anterior de nematocidas y/o productos desinfectantes.

La muestra de suelo debe pesar por lo menos 500 gramos.

Cantidad de muestras: Una (1) muestra por cada hectárea a partir de muestras compuestas de 10 submuestras obtenidas siguiendo un patrón de desplazamiento en "zig-zag" o "W", muestreando cada 20 o 30 pasos según el tamaño del terreno. Evite los bordes o la cercanía a árboles, postes de luz, fuentes de agua, caminos, canales, etc. a través del campo.

Homogenizar la mezcla de el suelo recogido con todas las submuestras usando bolsas limpias o baldes.

Del proceso de homogenización extraiga una (1) libra para envío al Laboratorio (en bolsa plástica y detalle toda la información pertinente (bloque, nave, cama, etc).

Las muestras de suelo para análisis después de tratamiento deben seguir el mismo patrón de muestreo de la primera muestra.

Nota: Para cultivos con antecedentes de presencia de hongos se sugiere tomar 3 muestras por hectárea de acuerdo a las indicaciones anteriores.

Remisión de la Muestra:

Las muestras deben ser enviadas al Laboratorio en nevera de icopor o caja de cartón debidamente identificada.

Sede Principal Funza:
Adelante del Club San Andrés
Vía Funza – La Punta
Cel. 318 340 19 56 / 312 300 20 10
Funza Cundinamarca/Colombia

AGROIDEA S.A.S.
NIT. 900.40.5.723-0 – Régimen Común
servicioalcliente@agroidea.com.co
www.agroidea.com.co

Sede Cajica Laboratorio:
Vereda Camellón Vía Alternativa Chila-Cajica
Frente al Colegio Antonio Nariño
Cel. 315 330 64 01 / 318 340 19 43
Cajica Cundinamarca/Colombia

Sede Principal Funza:
Adelante del Club San Andrés
Vía Funza – La Punta
Cel. 318 340 19 56 / 312 300 20 10
Funza Cundinamarca/Colombia

AGROIDEA S.A.S.
NIT. 900.40.5.723-0 – Régimen Común
servicioalcliente@agroidea.com.co
www.agroidea.com.co

Sede Cajica Laboratorio:
Vereda Camellón Vía Alternativa Chila-Cajica
Frente al Colegio Antonio Nariño
Cel. 315 330 64 01 / 318 340 19 43
Cajica Cundinamarca/Colombia



Página 2 de 2

- Nombre de la finca o propietario.
- Número de la muestra.
- Lote: área que representa la muestra (número o nombre).
- También escriba el número de la muestra sobre cada bolsa.
- Haga un croquis o mapa de la finca indicando los lotes, los cultivos y las áreas donde se han aplicado Nematocidas y productos desinfectantes de suelo.

Precauciones

- En cada punto de muestreo quite la basura, malezas y una capa de 2 cm de la superficie del suelo.
- No muestree cuando el suelo esté seco y compacto ni cuando esté saturado de agua.
- Evite muestrear raíces de malezas cuando el objetivo sea tomar muestras del cultivo o del suelo.
- Envíe muestras frescas y representativas. Si no puede enviar las muestras al laboratorio el mismo día, póngalas en el refrigerador o en un lugar fresco.

Anexo 2. Análisis de suelo verificación de presencia de *Fusarium oxysporum*

Informe de Resultados: Análisis Microbiológico de Suelos y/o Sustratos

Cliente /razón social /proyecto:	BEATRIZ SEGURA OSORIO		Identificación:	NIT: 1069054062	Fecha de digitación
Contacto:	Beatriz Segura Osorio	Correo:	betty.nacer@hotmail.com	Ciudad:	20/03/2019
Tipo de muestra	Suelo	Tipo de Mezcla:	Suelo	Cultivo:	Gulupa , Sembrado(a)
Fecha de muestreo:	05/03/2019				

Información de la(s) muestra(s)							Resultados		
Consecutivo Laboratorio	ID de la muestra	Finca	Lote	Cama / banco	Tratada	Observaciones	<i>Fusarium oxysporum</i> (UFC/g)	<i>Fusarium solani</i> (UFC/g)	<i>Fusarium sp. Grupo roseum</i> (UFC/g)
1	1287	La union	2			Vereda centro municipio de San Cayetano	200	1x10 ³	0

UFC/g: Unidades Formadoras de Colonia/gramo de suelo humedo

Fecha recepción de la muestra: 06/03/2019

Fecha de proceso de la muestra: 07/03/2019

Analista Responsable: Deissy Plazas

NOTA: Los resultados aquí descritos corresponden exclusivamente a muestras enviadas por el cliente y no a otro(s) materiales de la misma procedencia, se limitan a informar lo observado en el análisis practicado

Respaldo metodológico			
Análisis	Método	Lotes de medio de cultivo	Equipos Utilizados
<i>Fusarium spp.</i>	Detección, identificación y enumeración de Unidades Formadoras de Colonia (UFC) por siembra en superficie de placa en medio semiselectivo Komada. Confirmación de especie por claves taxonómicas	477	L093-L130-L131-L147-L146-L005L032

Cordialmente,



Zulma Arguelles Ramirez
Bacteriologa
Directora Laboratorio Sanidad Vegetal Agroidea

Anexo 3: Registro ICA centro de Bio sistemas


Prosperidad para todos

Socio estratégico del agro negocio colombiano
Hoja No. 1/2

RESOLUCIÓN No 000105
(24 ENE 2012)

Por la cual se ordena el Registro como Productor de Semilla Seleccionada (plántulas) de especies de aromáticas y hortalizas de la entidad sin ánimo de lucro FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO UNIVERSITARIO

EL SUBGERENTE DE PROTECCIÓN VEGETAL DEL INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, ICA

En ejercicio de sus atribuciones legales y estatutarias, en especial las conferidas en los Decretos 1840 de 1994 y 4765 de 2008, en el Acuerdo 005 de 2010 y en la Resolución 1676 del 13 de abril de 2011.

CONSIDERANDO:

Que de conformidad con el Decreto 1840 del 3 de agosto de 1994, se facultó al ICA para reglamentar, supervisar y controlar la producción, certificación, multiplicación, comercialización, importación y exportación de semillas para siembra utilizadas en la producción agropecuaria nacional.

Que mediante Resolución 970 del 10 de marzo de 2010, expedida por el ICA, se estableció que toda persona natural o jurídica que se dedique a la producción, acondicionamiento, importación, exportación, almacenamiento, comercialización, uso y como Unidad de Investigación en semillas para siembra en el país, deberá registrarse en el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.

Que el señor Carlos Urbano Sanchez Gaitán, en su calidad de representante legal de la entidad sin ánimo de lucro FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO UNIVERSITARIO, identificada con NIT: 860030212-3 y con domicilio en la CR 4 No. 22-61 OF 219 de Bogotá D.C., de conformidad con el Certificado de Existencia y Representación Legal de la Cámara de Comercio de Bogotá expedido el 28 de Octubre de 2011, con sede operativa ubicada en la vía Bogotá – Briceño, a 3 kilómetros al norte del puente de La Caro en el municipio de Chía – Cundinamarca, solicitó registro como productor de semilla seleccionada (plántulas) de especies de aromáticas y hortalizas, de la fundación por el representada.

Que el ICA realizó visita técnica a la entidad sin ánimo de lucro FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO UNIVERSITARIO, según informe, se emitió concepto previo favorable para obtener el registro solicitado.

Que la solicitud ha sido presentada y tramitada de acuerdo con las formalidades legales y reglamentarias que establece la Resolución 970 del 10 de marzo de 2010 expedida por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA.

Que en virtud de lo anterior:

RESUELVE:

ARTÍCULO 1.- Ordenar el Registro como Productor de Semilla Seleccionada (plántulas) de especies de aromáticas y hortalizas de la entidad sin ánimo de lucro FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO UNIVERSITARIO, identificada con NIT: 860030212-3 y con domicilio en la CR 4

Forma 4-027


Prosperidad para todos

Socio estratégico del agro negocio colombiano
Hoja No. 2/2

RESOLUCIÓN No 000105
(24 ENE 2012)

Por la cual se ordena el Registro como Productor de Semilla Seleccionada (plántulas) de especies de aromáticas y hortalizas de la entidad sin ánimo de lucro FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO UNIVERSITARIO

No. 22-61 OF 219 de Bogotá D.C., de conformidad con el Certificado de Existencia y Representación Legal de la Cámara de Comercio de Bogotá expedido el 28 de Octubre de 2011, con sede operativa ubicada en la vía Bogotá – Briceño, a 3 kilómetros al norte del puente de La Caro en el municipio de Chía – Cundinamarca, según lo expuesto en la parte motiva de la presente Resolución.

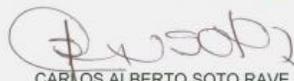
ARTÍCULO 2.- El Titular del registro que se ordena por la presente Resolución queda obligado a cumplir con las disposiciones que tratan las Resoluciones ICA 970 de 2010, 1881 de 1992 y demás normas que regulen, modifiquen, deroguen o amplíen la producción de semillas.

ARTÍCULO 3.- Por la Dirección Técnica de Semillas, expídase copia de la presente Resolución al interesado.

ARTÍCULO 4.- Contra la presente Resolución procede el recurso de Reposición dentro de los cinco (5) días hábiles siguientes después de efectuada la notificación.

ARTÍCULO 5.- La presente Resolución rige a partir de la fecha de su expedición.

NOTIFIQUESE Y CÚMPLASE.
Dada en Bogotá, a los 24 ENE 2012


CARLOS ALBERTO SOTO RAVE
 Subgerente de Protección Vegetal

Aprobó: AAR NVE
Revisión jurídica: [Signature]
Vc: Sr. Jefe Oficina Asesora Jurídica
CSC
16.01.12

Forma 4-027

Anexo 4: Resultado análisis de laboratorio verificación de presencia de *fusarium oxysporum* en plántulas muertas.

Informe de Resultados: Indexing de Material Vegetal para Analisis de Microorganismos

Cliente /razón social /proyecto: BEATRIZ SEGURA OSORIO Identificación: NIT: 1069054062 Fecha de digitación: 1/08/2019
 Contacto: Beatriz Segura Correo: betty.nacer@hotmail.com Ciudad:
 Tipo de muestra: planta completa Cultivo: Tomate Proveedor del material vegetal: Miguel Angel Segura
 Fecha de muestreo: 23/07/2019

Información de la(s) muestra(s)							Resultados		
Consecutivo Laboratorio	ID de la muestra	Finca	Bloque	Cama / banco	Clon/Lote	Observaciones	<i>Fusarium oxysporum</i> (Presencia)	<i>Fusarium solani</i> (Presencia)	<i>Fusarium roseum</i> (Presencia)
1	3752	Miguel Angel Segura	No registra	No registra	No registra		Positivo	Positivo	Negativo

UFC/g: Unidades Formadoras de Colonia/gramo de suelo humedo

Fecha recepción de la muestra: 24/07/2019 Fecha de proceso de la muestra: 26/07/2019 Analista Responsable: Yecika Sanchez

NOTA: Los resultados aquí descritos corresponden exclusivamente a muestras enviadas por el cliente y no a otro(s) materiales de la misma procedencia, se limitan a informar lo observado en el análisis practicado

Respaldo metodológico			
Análisis	Método	Lotes de medio de cultivo	Equipos Utilizados
Fusarium spp.	Detección, identificación y enumeración de Unidades Formadoras de Colonia (UFC) por siembra en superficie de placa en medio semiselectivo Komada. Confirmación de especie por claves taxonómicas	682	L093-L130-L131-L147-L146-L005L032

Código del formato: FO-OPE-LSV-016,V2.0 Vigencia: 9/03/2018

Cordialmente,



Zulma Arguelles Ramirez
 Bacterióloga
 Directora Laboratorio Sanidad Vegetal Agroidea

Anexo 5: Anova y test de Tukey

```
R version 3.3.1 (2016-06-21) -- "Bug in Your Hair"
Copyright (C) 2016 The R Foundation for Statistical Computing
Platform: i386-w64-mingw32/i386 (32-bit)
```

```
R is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.
You are welcome to redistribute it under certain conditions.
Type 'license()' or 'licence()' for distribution details.
```

```
Natural language support but running in an English locale
```

```
R is a collaborative project with many contributors.
Type 'contributors()' for more information and
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.
```

```
Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or
'help.start()' for an HTML browser interface to help.
Type 'q()' to quit R.
```

```
[Previously saved workspace restored]
```

```
> data1<-read.table("C:/Users/Jordano/Desktop/Libro1.txt",header=T)
> attach(data1)
> data1
```

	Treat1	Data1	Treat2	Data2	Treat3	Data3
1	T0	3.8177123	T0	1.8718022	T0	0.000000
2	T0	3.8394523	T0	2.3513753	T0	0.000000
3	T0	3.9219733	T0	2.1400662	T0	0.000000
4	T0	3.9982007	T0	2.3513753	T0	0.000000
5	T0	4.0163830	T0	2.3513753	T0	0.000000
6	T0	3.7013020	T0	1.8718022	T0	0.000000
7	T0	3.8177123	T0	2.1400662	T0	0.000000
8	T0	3.8177123	T0	2.4423470	T0	0.000000
9	T0	4.0163830	T0	2.3513753	T0	0.000000
10	T0	4.0163830	T0	2.2512918	T0	0.000000
11	T0	3.6506582	T0	1.8718022	T0	0.000000
12	T0	3.7727609	T0	2.1400662	T0	0.000000
13	T0	3.7727609	T0	2.2512918	T0	0.000000

14	T0	4.0163830	T0	2.3513753	T0	0.000000
15	T0	4.0517849	T0	2.2512918	T0	0.000000
16	T0	3.4177267	T0	1.7047481	T0	0.000000
17	T0	3.5695327	T0	2.1400662	T0	0.000000
18	T0	3.7013020	T0	2.3513753	T0	0.000000
19	T0	3.8394523	T0	2.1400662	T0	0.000000
20	T0	3.8607297	T0	2.3513753	T0	0.000000
21	T1	3.7013020	T1	1.8718022	T1	0.000000
22	T1	3.8607297	T1	2.2512918	T1	0.000000
23	T1	4.0163830	T1	2.5257286	T1	0.000000
24	T1	4.0342406	T1	2.2512918	T1	0.000000
25	T1	4.0517849	T1	2.3513753	T1	0.000000
26	T1	3.8394523	T1	1.8718022	T1	0.000000
27	T1	3.8607297	T1	2.2512918	T1	0.000000
28	T1	3.9796817	T1	2.3513753	T1	0.000000
29	T1	4.0342406	T1	2.3513753	T1	0.000000
30	T1	4.0517849	T1	2.3513753	T1	0.000000
31	T1	3.8394523	T1	2.0149030	T1	0.000000
32	T1	3.9219733	T1	2.2512918	T1	0.000000
33	T1	3.9219733	T1	2.3513753	T1	0.000000
34	T1	3.9608132	T1	2.1400662	T1	0.000000
35	T1	3.9796817	T1	2.3513753	T1	0.000000
36	T1	3.7013020	T1	2.1400662	T1	0.000000
37	T1	3.8607297	T1	2.5257286	T1	0.000000
38	T1	3.9796817	T1	2.3513753	T1	0.000000
39	T1	3.9982007	T1	2.2512918	T1	0.000000
40	T1	4.0342406	T1	2.3513753	T1	0.000000
41	T2	3.7495041	T2	1.8718022	T2	1.570796
42	T2	-0.6931472	T2	-0.6931472	T2	1.570796
43	T2	-0.6931472	T2	-0.6931472	T2	1.570796
44	T2	-0.6931472	T2	-0.6931472	T2	1.570796
45	T2	-0.6931472	T2	-0.6931472	T2	1.570796
46	T2	3.6506582	T2	2.0149030	T2	1.570796
47	T2	-0.6931472	T2	-0.6931472	T2	1.570796
48	T2	-0.6931472	T2	-0.6931472	T2	1.570796
49	T2	-0.6931472	T2	-0.6931472	T2	1.570796
50	T2	-0.6931472	T2	-0.6931472	T2	1.570796

50	T2	-0.6931472	T2	-0.6931472	T2	1.570796	87	T4	3.7013020	T4	2.3513753	T4	0.000000
51	T2	3.7495041	T2	1.8718022	T2	1.570796	88	T4	3.8607297	T4	2.4423470	T4	0.000000
52	T2	-0.6931472	T2	-0.6931472	T2	1.570796	89	T4	3.8815638	T4	2.4423470	T4	0.000000
53	T2	-0.6931472	T2	-0.6931472	T2	1.570796	90	T4	3.9019727	T4	2.3513753	T4	0.000000
54	T2	-0.6931472	T2	-0.6931472	T2	1.570796	91	T4	3.6506582	T4	1.8718022	T4	0.000000
55	T2	-0.6931472	T2	-0.6931472	T2	1.570796	92	T4	3.7727609	T4	2.3513753	T4	0.000000
56	T2	3.7495041	T2	1.7047481	T2	1.570796	93	T4	3.8607297	T4	2.4423470	T4	0.000000
57	T2	-0.6931472	T2	-0.6931472	T2	1.570796	94	T4	3.9796817	T4	2.2512918	T4	0.000000
58	T2	-0.6931472	T2	-0.6931472	T2	1.570796	95	T4	4.0163830	T4	2.1400662	T4	0.000000
59	T2	-0.6931472	T2	-0.6931472	T2	1.570796	96	T4	3.7495041	T4	1.8718022	T4	0.000000
60	T2	-0.6931472	T2	-0.6931472	T2	1.570796	97	T4	3.8607297	T4	2.5257286	T4	0.000000
61	T3	3.6506582	T3	2.0149030	T3	0.000000	98	T4	3.9219733	T4	2.4423470	T4	0.000000
62	T3	3.7727609	T3	2.2512918	T3	0.000000	99	T4	4.1026434	T4	2.4423470	T4	0.000000
63	T3	3.8607297	T3	2.1400662	T3	0.000000	100	T4	4.1351666	T4	2.2512918	T4	0.000000
64	T3	3.8607297	T3	2.2512918	T3	0.000000	101	T5	3.6506582	T5	1.8718022	T5	0.000000
65	T3	3.9019727	T3	2.4423470	T3	0.000000	102	T5	3.7727609	T5	2.2512918	T5	0.000000
66	T3	3.6506582	T3	2.0149030	T3	0.000000	103	T5	3.8394523	T5	2.4423470	T5	0.000000
67	T3	3.7727609	T3	2.2512918	T3	0.000000	104	T5	3.8607297	T5	2.3513753	T5	0.000000
68	T3	3.9019727	T3	2.3513753	T3	0.000000	105	T5	3.8815638	T5	2.3513753	T5	0.000000
69	T3	3.9219733	T3	2.4423470	T3	0.000000	106	T5	3.5695327	T5	2.0149030	T5	0.000000
70	T3	3.9608132	T3	2.5257286	T3	0.000000	107	T5	3.7013020	T5	2.3513753	T5	0.000000
71	T3	3.6506582	T3	1.8718022	T3	0.000000	108	T5	3.7495041	T5	2.2512918	T5	0.000000
72	T3	3.7013020	T3	2.2512918	T3	0.000000	109	T5	3.7727609	T5	2.1400662	T5	0.000000
73	T3	3.7954892	T3	2.3513753	T3	0.000000	110	T5	3.8177123	T5	2.2512918	T5	0.000000
74	T3	3.8815638	T3	2.2512918	T3	0.000000	111	T5	3.5695327	T5	1.8718022	T5	0.000000
75	T3	3.9019727	T3	2.3513753	T3	0.000000	112	T5	3.7013020	T5	2.2512918	T5	0.000000
76	T3	3.6506582	T3	1.8718022	T3	0.000000	113	T5	3.7727609	T5	2.2512918	T5	0.000000
77	T3	3.8177123	T3	2.1400662	T3	0.000000	114	T5	3.7954892	T5	2.1400662	T5	0.000000
78	T3	3.9219733	T3	2.3513753	T3	0.000000	115	T5	3.8607297	T5	2.1400662	T5	0.000000
79	T3	3.9796817	T3	2.3513753	T3	0.000000	116	T5	3.6763007	T5	1.8718022	T5	0.000000
80	T3	3.9982007	T3	2.4423470	T3	0.000000	117	T5	3.8815638	T5	2.4423470	T5	0.000000
81	T4	3.7013020	T4	2.1400662	T4	0.000000	118	T5	3.9219733	T5	2.3513753	T5	0.000000
82	T4	3.8815638	T4	2.4423470	T4	0.000000	119	T5	3.9796817	T5	2.1400662	T5	0.000000
83	T4	3.9415818	T4	2.4423470	T4	0.000000	120	T5	4.0163830	T5	2.4423470	T5	0.000000
84	T4	3.9608132	T4	2.2512918	T4	0.000000							
85	T4	3.9796817	T4	2.1400662	T4	0.000000							
86	T4	3.5973123	T4	1.7047481	T4	0.000000							
87	T4	3.7013020	T4	2.3513753	T4	0.000000							

```

> ####ALTURA
> summary(aov(Data1~Treat1))
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Treat1    5  223.50   44.70   79.43 <2e-16 ***
Residuals 114   64.15    0.56
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> ####HOJAS
> summary(aov(Data2~Treat2))
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Treat2    5   97.19   19.439   89.72 <2e-16 ***
Residuals 114   24.70    0.217
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> ####AFECTACION
> summary(aov(Data3~Treat3))
      Df Sum Sq Mean Sq  F value Pr(>F)
Treat3    5   41.12   8.225 4.412e+32 <2e-16 ***
Residuals 114    0.00    0.000
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> data1<-read.table("C:/Users/Jordano/Desktop/Libro1.txt",header=T)
> attach(data1)
> data1
  Treat4 D4 D5 D6 D7
1     T0 70 20  2 1.0
2     T0 70 15  2 0.4
3     T0 70 19  3 1.0
4     T0 69 10  1 0.2
5     T1 58 25  2 1.0
6     T1 68 33  8 5.0
7     T1 59 22  7 1.0
8     T1 61 20  6 2.0
9     T2  0  0  0 0.0
10    T2  0  0  0 0.0
11    T2  0  0  0 0.0
12    T2  0  0  0 0.0

13    T3 59 20  4 1.0
14    T3 63 25  5 1.0
15    T3 60 25  5 1.0
16    T3 62 22  7 3.0
17    T4 61 15  1 0.1
18    T4 61 25  3 1.0
19    T4 62 18  4 1.0
20    T4 64 22  3 2.0
21    T5 52 20  6 3.0
22    T5 51 22  5 1.0
23    T5 50 30  3 2.0
24    T5 60 25  7 3.0
> summary(aov(D4~Treat4))
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Treat4    5 13154 2630.8   337 <2e-16 ***
Residuals 18   140    7.8
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> #####anterior es ALTURA DEL TALLO
>
> ####ALTURA DE RAIZ
> summary(aov(D5~Treat4))
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Treat4    5 1780.2   356.0   21.89 4.5e-07 ***
Residuals 18   292.8    16.3
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> #####
>
> ####PESO TALLO
> summary(aov(D6~Treat4))
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Treat4    5   105  21.000    9.22 0.000173 ***
Residuals 18    41   2.278
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> #####

```

```

> ###PESO RAIZ
> summary(aov(D7~Treat4))
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Treat4   5  16.12   3.224   3.084 0.0349 *
Residuals 18  18.82   1.045
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> library(agricolae)
> anv<-aov(Data1~Treat1)
> tukey<-HSD.test(anv,"Treat1")
> tukey
$statistics
      Mean      CV  MSerror      HSD
3.240479 23.1494 0.5627273 0.6876441

$parameters
  Df ntr StudentizedRange alpha test name.t
 114   6          4.099489  0.05 Tukey Treat1

$means
      Data1      std  r      Min      Max
T0 3.8308153 0.1679773 20  3.4177267 4.051785
T1 3.9314189 0.1071684 20  3.7013020 4.051785
T2 0.1904408 1.8131906 20 -0.6931472 3.749504
T3 3.8277121 0.1164883 20  3.6506582 3.998201
T4 3.8729027 0.1434055 20  3.5973123 4.135167
T5 3.7895847 0.1219319 20  3.5695327 4.016383

$comparison
NULL

$groups
  trt      means M
1  T1 3.9314189 a
2  T4 3.8729027 a

3  T0 3.8308153 a
4  T3 3.8277121 a
5  T5 3.7895847 a
6  T2 0.1904408 b

> #####dato anterior es altura.
>
> ##### numero de hojas
> anv<-aov(Data2~Treat2)
> tukey<-HSD.test(anv,"Treat2")
> tukey
$statistics
      Mean      CV  MSerror      HSD
1.830039 25.43548 0.216671 0.4266926

$parameters
  Df ntr StudentizedRange alpha test name.t
 114   6          4.099489  0.05 Tukey Treat2

$means
      Data2      std  r      Min      Max
T0 2.183817 0.2062400 20  1.7047481 2.442347
T1 2.257878 0.1774889 20  1.8718022 2.525729
T2 -0.181355 1.0513836 20 -0.6931472 2.014903
T3 2.245982 0.1862183 20  1.8718022 2.525729
T4 2.264935 0.2272265 20  1.7047481 2.525729
T5 2.208979 0.1851268 20  1.8718022 2.442347

$comparison
NULL

$groups
  trt      means M
1  T4 2.264935 a
2  T1 2.257878 a

```

```

3 T3 2.245982 a
4 T5 2.208979 a
5 T0 2.183817 a
6 T2 -0.181355 b

```

```

> #####afectacion
> anv<-aov(Data3~Treat3)
> tukey<-HSD.test(anv,"Treat3")
> tukey
$statistics
      Mean          CV      MSerror      HSD
0.2617994 5.215341e-14 1.864244e-32 1.251602e-16

```

```

$parameters
  Df ntr StudentizedRange alpha test name.t
114  6          4.099489  0.05 Tukey Treat3

```

```

$means
      Data3 std  r      Min      Max
T0 0.000000  0 20 0.000000 0.000000
T1 0.000000  0 20 0.000000 0.000000
T2 1.570796  0 20 1.570796 1.570796
T3 0.000000  0 20 0.000000 0.000000
T4 0.000000  0 20 0.000000 0.000000
T5 0.000000  0 20 0.000000 0.000000

```

```

$comparison
NULL

```

```

$groups
  trt  means M
1 T2 1.570796 a
2 T0 0.000000 b
3 T1 0.000000 b
4 T3 0.000000 b
5 T4 0.000000 b

```

```

3 T1 0.000000 b
4 T3 0.000000 b
5 T4 0.000000 b
6 T5 0.000000 b

```

```

> #####tamano de tallo
> anv<-aov(D4~Treat4)
> tukey<-HSD.test(anv,"Treat4")
> tukey
$statistics
      Mean          CV      MSerror      HSD
51.25 5.4514 7.805556 6.278351

```

```

$parameters
  Df ntr StudentizedRange alpha test name.t
18  6          4.49442  0.05 Tukey Treat4

```

```

$means
      D4      std  r  Min  Max
T0 69.75 0.500000 4  69  70
T1 61.50 4.509250 4  58  68
T2  0.00 0.000000 4   0   0
T3 61.00 1.825742 4  59  63
T4 62.00 1.414214 4  61  64
T5 53.25 4.573474 4  50  60

```

```

$comparison
NULL

```

```

$groups
  trt means M
1 T0 69.75 a
2 T4 62.00 b
3 T1 61.50 b
4 T3 61.00 b

```

```

4 T3 61.00 b
5 T5 53.25 c
6 T2 0.00 d

> #####tamano raiz
> anv<-aov(D5~Treat4)
> tukey<-HSD.test(anv,"Treat4")
> tukey
$statistics
      Mean      CV  MSerror      HSD
18.04167 22.35299 16.26389 9.062664

$parameters
  Df ntr StudentizedRange alpha test name.t
 18  6          4.49442  0.05 Tukey Treat4

$means
      D5      std r Min Max
T0 16.00 4.546061 4 10 20
T1 25.00 5.715476 4 20 33
T2 0.00 0.000000 4 0 0
T3 23.00 2.449490 4 20 25
T4 20.00 4.396969 4 15 25
T5 24.25 4.349329 4 20 30

$comparison
NULL

$groups
  trt means M
1 T1 25.00 a
2 T5 24.25 a
3 T3 23.00 a
4 T4 20.00 a
5 T0 16.00 a
6 T2 0.00 b

> #####neso seco tallo

```

```

> #####peso seco tallo
> anv<-aov(D6~Treat4)
> tukey<-HSD.test(anv,"Treat4")
> tukey
$statistics
      Mean      CV  MSerror      HSD
 3.5 43.12088 2.277778 3.391559

$parameters
  Df ntr StudentizedRange alpha test name.t
 18  6          4.49442  0.05 Tukey Treat4

$means
      D6      std r Min Max
T0 2.00 0.8164966 4 1 3
T1 5.75 2.6299556 4 2 8
T2 0.00 0.0000000 4 0 0
T3 5.25 1.2583057 4 4 7
T4 2.75 1.2583057 4 1 4
T5 5.25 1.7078251 4 3 7

$comparison
NULL

$groups
  trt means M
1 T1 5.75 a
2 T3 5.25 ab
3 T5 5.25 ab
4 T4 2.75 abc
5 T0 2.00 bc
6 T2 0.00 c

> #####peso seco raiz
> anv<-aov(D7~Treat4)
> tukey<-HSD.test(anv,"Treat4")
> tukey

```

```

> tukey
$statistics
      Mean      CV  MSerror      HSD
1.279167 79.93143 1.045417 2.297674

$parameters
  Df ntr StudentizedRange alpha test name.t
 18   6          4.49442  0.05 Tukey Treat4

$means
      D7      std r Min Max
T0 0.650 0.4123106 4 0.2  1
T1 2.250 1.8929694 4 1.0  5
T2 0.000 0.0000000 4 0.0  0
T3 1.500 1.0000000 4 1.0  3
T4 1.025 0.7762087 4 0.1  2
T5 2.250 0.9574271 4 1.0  3

$comparison
NULL

$groups
  trt means M
1  T1 2.250 a
2  T5 2.250 a
3  T3 1.500 a
4  T4 1.025 a
5  T0 0.650 a
6  T2 0.000 a

>

```

```

R version 3.3.1 (2016-06-21) -- "Bug in Your Hair"
Copyright (C) 2016 The R Foundation for Statistical Computing
Platform: i386-w64-mingw32/i386 (32-bit)

```

```

R is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.
You are welcome to redistribute it under certain conditions.
Type 'license()' or 'licence()' for distribution details.

```

```

Natural language support but running in an English locale+

```

```

R is a collaborative project with many contributors.
Type 'contributors()' for more information and
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.

```

```

Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or
'help.start()' for an HTML browser interface to help.
Type 'q()' to quit R.

```

```

[Previously saved workspace restored]

```

```

> data1<-read.table("C:/Users/Jordano/Desktop/Libro1.txt",header=T)
> attach(data1)
> data1

```

```

> data1<-read.table("(
> attach(data1)
> data1
  Treat Data
1    T0  3.0
2    T0  2.4
3    T0  4.0
4    T0  1.2
5    T1  3.0
6    T1 13.0
7    T1  8.0
8    T1  8.0
9    T2  0.0
10   T2  0.0
11   T2  0.0
12   T2  0.0
13   T3  5.0
14   T3  6.0
15   T3  6.0
16   T3 10.0
17   T4  1.1
18   T4  4.0
19   T4  5.0
20   T4  5.0
21   T5  9.0
22   T5  6.0
23   T5  5.0
24   T5 10.0

```

```
ANOVA
```

```

> summary(aov(Data~Treat))
              Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Treat           5  200.17   40.03    7.501 0.000583 ***
Residuals      18   96.07    5.34
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

```
TUKEY
```

```

> library(agricolae)
> anv<-aov(Data~Treat)
> tukey<-HSD.test(anv,"Treat")
> tukey
$statistics
      Mean      CV MSerror      HSD
4.779167 48.33924 5.337083 5.191533

$parameters
  Df ntr StudentizedRange alpha test name.t
 18  6          4.49442 0.05 Tukey Treat

```

```
$means
```

```

      Data      std r Min Max
T0 2.650 1.170470 4 1.2  4
T1 8.000 4.082483 4 3.0 13
T2 0.000 0.000000 4 0.0  0
T3 6.750 2.217356 4 5.0 10
T4 3.775 1.844587 4 1.1  5
T5 7.500 2.380476 4 5.0 10

```

```
$comparison  
NULL
```

TUKEY DIFERENCIAS, LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE LOS TRATAMIENTOS

```
$groups  
  trt means  M  
1  T1 8.000  a  
2  T5 7.500  ab  
3  T3 6.750  ab  
4  T4 3.775  abc  
5  T0 2.650  bc  
6  T2 0.000  c
```

```
\
```