



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

**SISTEMA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD AGRARIA DEL
ECUADOR**

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL

**PROYECTO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
MAGÍSTER EN SANIDAD VEGETAL**

**TOLERANCIA A *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* EN
HÍBRIDOS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* Mill.)
INJERTADOS EN PATRONES DE SOLANACEAS**

ING. HENRY PAÚL VILLÓN LEORO

**GUAYAQUIL, ECUADOR
2021**

SISTEMA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

CERTIFICACIÓN

El suscrito, Docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de director **CERTIFICO QUE:** he revisado el Trabajo de Titulación, denominada: **TOLERANCIA A *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* EN HÍBRIDOS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* Mill.) INJERTADOS EN PATRONES DE SOLANACEAS**, el mismo que ha sido elaborado y presentado por el estudiante, **Ing. Henry Paúl Villón Leoro**; quien cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador para este tipo de estudios.

Atentamente,

Ing. César Peña Haro, MSc.

Guayaquil, 29 de noviembre de 2021

**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
SISTEMA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD AGRARIA DEL
ECUADOR**

TEMA

**TOLERANCIA A *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* EN HÍBRIDOS DE
TOMATE (*Solanum lycopersicum* Mill.) INJERTADOS EN PATRONES DE
SOLANACEAS**

AUTOR

ING. HENRY PAÚL VILLÓN LEORO

TRABAJO DE TITULACIÓN

**APROBADO Y PRESENTADA AL CONSEJO DE POSTGRADO
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

MAGÍSTER EN SANIDAD VEGETAL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**Ing. Tayron Martínez Carriel, MSc.
PRESIDENTE**

**Ing. Luis Tapia Yáñez, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Ing. Nuvia Morán Sánchez, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Ing. Cesar Peña Haro, MSc.
EXAMINADOR SUPLENTE**

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, mi agradecimiento a Dios, quien me ha brindado salud y perseverancia para cursar mis estudios de postgrado.

En segundo a mi familia, a mi mamá Sra. Roció Leoro, a mi papá Sr. Héctor Villón, mis hermanas Paola y Andrea Villón Leoro, mi tía Sra. Mercedes Leoro, que me brindaron su apoyo en este proceso de aprendizaje,

A las autoridades de esta prestigiosa institución donde me gradué de Ingeniero Agrónomo y ahora como máster en Sanidad Vegetal, agradecido con su gestión que nos permite seguir creciendo en conocimiento a través de estos programas de enseñanza.

Gracias a las autoridades del SIPUAE y Voluntariado de la Universidad Agraria del Ecuador, por las facilidades brindadas a lo largo del tiempo de estudio, y

Por último, quiero expresar mi agradecimiento a mi tutor el Ing. Cesar Peña Haro, MSc y demás docentes que colaboraron en el desarrollo de este documento.

DEDICATORIA

A mi mamá, papá, hermanas y mi tía Mercedes por su apoyo en la consecución de este título.

A colegas, amistades y demás personas que influyeron de forma positiva para decantarme por cursar esta maestría,

.

RESPONSABILIDAD

La responsabilidad, derecho de la investigación, resultados, conclusiones y recomendaciones que aparecen en el presente Trabajo de Titulación corresponden exclusivamente al Autor y los derechos académicos otorgados a la Universidad Agraria del Ecuador.

Ing. Henry Paúl Villón Leoro

C. I. 0929227197

RESUMEN

Esta investigación se enfocó en identificar la posible tolerancia a *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* en plantas de tomate injertado. Se utilizaron como patrones al híbrido espartano y al tomate silvestre (*Lycopersicum spp*) y como injerto los híbridos miramar, candela y vento F1, el estudio se lo realizó en la comuna Bajada de Chanduy, provincia de Santa Elena. Como primer objetivo se evaluó la eficiencia y compatibilidad del injerto, variables en las que se identificó resultados superiores en los tratamientos injertados en el patrón espartano alcanzando hasta un 96.67% de eficiencia y un 100% de compatibilidad con el T4 (híbrido vento F1 injertado en portainjerto espartano), También se evaluó incidencia y severidad, presentando resultados satisfactorios en las plantas injertadas, mismas que presentaron una incidencia promedio de 29% y una severidad de 28% respectivamente. Por último, se evaluó el rendimiento y la relación costo beneficio de los tratamientos, identificándose que El T4 híbrido vento F1 injertado en patrón espartano extrapolado a hectárea obtuvo un rendimiento de 18673.33 kg por hectárea. Por su parte el tratamiento con mayor relación costo beneficio fue el T8 testigo vento F1 que obtuvo un 2.14. Esta suma de resultados es indicativa de que las plantas injertadas si inciden en la mejora sustancial de tolerancia a plagas, como en la productividad, sin embargo, su relación costo beneficio no se diferencia de gran manera de los testigos. Principalmente por el costo que conlleva producir las plantas injertadas, a pesar de esto su uso es de utilidad si buscamos una agricultura sustentable.

Palabras claves: *Compatibilidad, eficiencia, incidencia, patrón, severidad, tratamiento*

SUMMARY

This research focused on identifying possible tolerance to *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* in grafted tomato plants. The spartan hybrid and wild tomato (*Lycopersicon* spp) were used as rootstock and the hybrid miramar, candela and vento F1 were used as grafts. The study was carried out in the Bajada de Chanduy commune, Santa Elena province. The first objective was to evaluate the efficiency and compatibility of the graft, variables in which superior results were identified in the treatments grafted in the Spartan rootstock, reaching up to 96.67% efficiency and 100% compatibility with T4 (hybrid vento F1 grafted on rootstock spartan), incidence and severity were also evaluated, presenting satisfactory results in the grafted plants, which presented an average incidence of 29% and a severity of 28% respectively. Finally, the yield and the cost-benefit relation of the treatments were evaluated, identifying that the T4 hybrid vento F1 grafted in a spartan rootstock extrapolated to hectare obtained a yield of 18673.33 kg per hectare. For its part, the treatment with the highest cost-benefit ratio was the T8 control vento F1 that obtained a 2.14. This sum of results is indicative that the grafted plants do influence the substantial improvement of tolerance to pests, such as productivity, however, their cost-benefit ratio does not differ greatly from the controls. Mainly because of the cost involved in producing grafted plants, despite this its use is useful if we are looking for sustainable agriculture.

Keywords: Compatibility, efficiency, incidence, *rootstock*, severity, treatment

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
Caracterización del tema.....	1
Planteamiento de la situación problemática	1
Justificación e importancia del estudio	2
Delimitación del problema	2
Formulación del problema	2
Objetivos	3
Objetivo general:	3
Objetivos específicos:	3
Hipótesis o idea a defender.....	3
Aporte teórico o conceptual.....	3
Aplicación práctica	3
CAPITULO 1	4
MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. Estado del Arte	4
1.2. Bases Científicas y Teóricas de la Temática	6
CAPÍTULO 2	18
2. Aspectos Metodológicos	18
2.1. Métodos	18
2.2. Variables.....	19
2.3. Población y muestra	25
2.4. Técnicas de recolección de datos.....	25
2.5. Estadística descriptiva e inferencial	26
2.6. Diseño experimental	26
RESULTADOS.....	28

DISCUSIÓN	36
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
BIBLIOGRAFÍA CITADA	40
ANEXOS	46
APÉNDICES.....	62

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Certificación por parte del propietario del sitio donde se realizó el trabajo de campo.....	46
Anexo 2: Escala diagramática de severidad de <i>Fusarium oxysporum</i>	47
Anexo 3: Semilla híbrido miramar	47
Anexo 4: Semilla híbrido candela	48
Anexo 5: Semilla portainjerto espartano.....	48
Anexo 6: Recolección de tomate silvestre.....	49
Anexo 7: Semillero	49
Anexo 8: Planta óptima para injertación	50
Anexo 9: Plantas de portainjerto silvestre	50
Anexo 10: Plantas injertadas.....	51
Anexo 11: Evaluación de eficiencia de la injertación.....	51
Anexo 12: Preparación de muestra para determinación de compatibilidad a través de microscopia	52
Anexo 13: Planta seleccionada para determinar compatibilidad	52
Anexo 14: Microscopia de una planta compatible	53
Anexo 15: Observación de la formación de callo y diferencia vascular en una planta compatible	53
Anexo 16: Planta no compatible.....	54
Anexo 17: Microscopia de planta no compatible	54
Anexo 18: Inoculación con <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i>	55
Anexo 19: Evaluación de incidencia de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i>	55
Anexo 20: Evaluación de severidad de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i>	56

Anexo 21: Planta en senescencia a causa de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i>	56
Anexo 22: Siembra en campo de los diferentes tratamientos	57
Anexo 23: Labor cultural de tutoreo	57
Anexo 24: Labor cultural de poda.....	58
Anexo 25: Evaluación de peso de frutos	58
Anexo 26: Evaluación de peso de frutos en presencia del tutor Ing. Cesar Peña, MSc.	59
Anexo 27: Supervisión de campo por parte del tutor. Ing. Cesar Peña MSc.....	59
Anexo 28: Evaluación del estado fitosanitario de la plantación	60
Anexo 29: supervisión de producción por parte del tutor Ing. Cesar Peña, MSc .	60
Anexo 30: cosecha de frutos	61
Anexo 31: evaluación de tratamiento 4 (híbrido vento F1 injertado en patrón espartano)	61

ÍNDICE DE APÉNDICES

Tabla 1. Escala de medición de eficiencia del injerto	19
Tabla 2. Escala de medición de incidencia de <i>Fusarium</i>	20
Tabla 3. Escala de medición de Severidad de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i>	21
Tabla 4. Clasificación de frutos por calibre.....	22
Tabla 5. Tratamientos evaluados	26
Tabla 7. ANDEVA.....	27
Tabla 8. Medias variable eficiencia de injertación	28
Tabla 9. Medias variable compatibilidad del injerto	28
Tabla 10. Medias variable incidencia de <i>Fusarium</i>	29
Tabla 11. Medias variable severidad de <i>Fusarium</i>	30
Tabla 12. Medias variable altura de planta a floración	31
Tabla 13. Medias variable días a floración	32
Tabla 14. Medias variable peso de fruto	33
Tabla 15. Medias variable rendimiento.....	34
Figura 1. Relación beneficio costo de los tratamientos en estudio.....	35
Tabla 15: Análisis de varianza y prueba Duncan	62
Tabla 17. Relación costo beneficio.....	66

INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate es de alta importancia en el agro ecuatoriano, el mismo es producido tanto en clima templado (bajo invernadero), como en clima cálido (cielo abierto). Es importante mencionar que entre las principales limitantes en cuanto a rendimiento y calidad en tomate se encuentran las enfermedades inducidas por hongos y bacterias.

Al hablar del tomate es común traer a colación los problemas que acarrea su producción debido a su alta susceptibilidad a los patógenos, conociendo lo caótico de la situación y buscando una solución a largo plazo se ha trabajado en la incorporación de resistencia genética a los cultivares, sin embargo, un punto importante a tomar en cuenta es que, en la transferencia de genes resistentes a enfermedades, también se suele transferir características indeseables a los nuevos materiales. La mayoría de los híbridos de tomate que presentan un amplio complejo de resistencia a enfermedades, no poseen buenos rendimientos, ni características de fruto aceptables para el mercado. Una alternativa viable en hortalizas y especialmente en tomate a fin de mitigar este problema, es el uso de portainjertos que posean un extenso complejo de resistencia a enfermedades del suelo

Conociendo que en su mayoría los tomates que se cultivan en Ecuador, tienen alta incidencia en cuanto al ataque de patógenos fúngicos, es importante trabajar en soluciones que ayuden a mitigar esta problemática, pero a la vez sean amigables con el medio ambiente. Partiendo de este precedente nace la búsqueda de determinar la factibilidad de injertar tomate comercial en patrones de solanáceas.

Caracterización del tema

Planteamiento de la situación problemática

En el cultivo de tomate se realiza un alto número de aplicaciones de plaguicidas en sus diferentes etapas fenológicas, esto debido a su susceptibilidad a un amplio número de plagas. Por ejemplo si hablamos de enfermedades encontramos a las que afectan a la raíz, siendo una de ellas *Fusarium* (*Fusarium*

oxysporum f.sp. *lycopersici*), este hongo posee la capacidad de permanecer en el suelo durante varios años y penetrar a través de las raíces hasta el sistema vascular, causando necrosis ascendente en los tallos, así como daño en los frutos; otra enfermedad producida por hongos es *Pythium* que produce pudrición de semillas y/o plántulas antes y después de la emergencia, estrangulamiento de los tallos en plántulas e incluso suele afectar los frutos (Encalada , 2016). Estas enfermedades son de alta importancia en el cultivo y de no aplicar medidas preventivas y/o correctivas se está propenso a mermas considerables en rendimiento.

Justificación e importancia del estudio

En Ecuador el cultivo de tomate es ampliamente consumido en los hogares y en la industria; sin embargo, a pesar de su importancia con respecto a la soberanía alimentaria, es poco lo que se ha investigado en cuanto al uso de la técnica de injertos en el país. Por esto es necesario trabajar en pro de conocer si los materiales silvestres de tomate que poseemos en la región costa, así como híbridos comerciales son capaces de potenciar la tolerancia a patógenos fúngicos, y también si influyen en mejorar características tales como, calibre, tiempo en percha, sabor, entre otras. Con la finalidad de reducir el uso de plaguicidas sintéticos y de esta manera propender en aras de la preservación.

Delimitación del problema

El proyecto de investigación se desarrolló en la provincia de Santa Elena, cantón Santa Elena, parroquia Chanduy, comuna Bajada de Chanduy, la duración del estudio fue de seis meses. Entre septiembre de 2020 y febrero de 2021

Formulación del problema

¿El uso de injertos sobre patrones de solanáceas incide en la tolerancia a *Fusarium oxysporum* f. sp *lycopersici*?

Objetivos

Objetivo general:

Evaluar la tolerancia a *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* en tres híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) injertados en patrones de solanáceas.

Objetivos específicos:

Determinar la eficiencia y compatibilidad de los tres híbridos injertados en patrones de solanáceas.

Evaluar la incidencia de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, en tres híbridos de tomate injertados en patrones de solanáceas.

Valorar la susceptibilidad de los materiales contra *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, durante los primeros 30 días, en etapa de semillero.

Hipótesis o idea a defender

El uso de porta injertos de tomate, incide en la tolerancia del cultivo hacia *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*.

Aporte teórico o conceptual

Concluido el trabajo de investigación se determinó que la injertación sobre patrones de solanáceas, contribuye en la disminución de problemas fitosanitarios, especialmente en la reducción de la incidencia de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*.

Aplicación práctica

Los resultados obtenidos de este trabajo de investigación sirven en primer lugar como fuente de consulta de la comunidad estudiantil y demás actores involucrados en la cadena productiva del tomate, a más de esto, debido a los resultados favorables en cuanto a potenciar la tolerancia de las plantas de tomate a patógenos fúngicos, se brinda otra opción de manejo fitosanitario a los productores para así incentivar que sus cultivares sean amigables con el medio ambiente, al disminuir el uso de ciertos plaguicidas.

CAPITULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1. Estado del Arte

El injerto herbáceo es una opción viable, en aras de propender por una agricultura ecológica, existen muchos beneficios en su uso. Pulido y García (2017) indican que el uso de plantas injertadas de tomate, constituye una alternativa ecocompatible para producir en suelos infestados con nematodo. Santamaria (2018) buscó identificar la posibilidad de usar solanáceas silvestres como patrón, para esto se seleccionó a la solanácea palo bobo (*Nicotiana glauca* Graham.) y los híbridos comerciales Pietro y Syta, los resultados desprendidos de este estudio denotan que existió un aumento en número de frutos, peso del racimo, y en la evaluación visual de raíces se encontró en el rango 0 al no existir presencia de nódulos.

Se conoce por investigaciones desarrolladas, que los patrones suelen influir en la producción, Lambies (2015) realizó un estudio para determinar la influencia del injerto (plantas injertadas en el portainjerto “Maxifort”, *L. esculentum* x *L. hirsutum*, plantas autoinjertadas, plantas sin injertar) y de dos soluciones nutritivas con diferentes ratios N/K (1.3 y 1.8) en parámetros de producción y calidad del fruto en la variedad tradicional de tomate “Valenciano”. Los parámetros de calidad estudiados fueron la densidad, el porcentaje de materia seca, acidez titulable y pH inicial, sólidos solubles y jugosidad. El efecto del injerto no se hizo notar en la producción total, pero si en la distribución de los calibres, produciendo las plantas injertadas un porcentaje mayor de frutos de primera y un menor porcentaje de frutos de segunda y tercera respecto de las plantas sin injertar.

Otro de los puntos a tomar en cuenta es la posible influencia de los portainjertos sobre las características físico-químicas, una estudio referente a esta temática fue llevado a cabo por Vanina (2017) la misma indica que una vez realizado un análisis de las características físico-químicas (pH, acidez, humedad, sólidos totales y solubles) y sensoriales (preferencia de los consumidores) se pudo identificar que el testigo presento diferencia estadística y también fue de la

preferencia de los consumidores. Lo que nos permite indicar que existe influencia del portainjerto hacia las características físico-químicas de la producción y esto a su vez incide en la aceptación del público.

La necesidad de encontrar soluciones amigables con el medio ambiente, que se ajusten a la realidad económica de los productores de tomate y que no influyan en la producción nos lleva a investigar acerca del uso de plantas silvestres de solanáceas como patrón de tomate comercial. Nord (2017) evaluó diez genotipos criollos y silvestres de tomate, Se evaluó velocidad de germinación, diámetro y altura de planta, días a la floración, número de racimos florales, peso de frutos, densidad y tipo de tricomas e incidencia de plagas y enfermedades. Los resultados mostraron alta variabilidad en las características de los genotipos.

La importancia del germoplasma nativo de tomate, no ha sido explotada en su real dimensión, los híbridos importados son los más usados por su alta producción, pero con el pasar de los años, el monocultivo y la presión de selección son causales de la pérdida de resistencia ante patógenos, lo que conlleva a incrementar el uso de pesticidas, una forma viable de ralentizar esta problemática es haciendo uso del germoplasma nativo. En una investigación realizada por Dascón (2018) se evaluaron cinco variedades de tomate nativo y se identificó que los resultados en cuanto a rendimiento y presencia o ausencia de plagas fueron mejores en el germoplasma nativo, que en el testigo comercial.

La influencia del injerto en la producción de tomate es un tema de amplia discusión e investigación. Castro (2018) indica que en investigaciones desarrolladas referentes a la influencia de los injertos sobre el comportamiento agronómico del cultivo se ha identificado un aumento del peso de los frutos, alcanzándose hasta los 400 gr, lo que representa un problema al nivel comercial, sin embargo en otra investigación que evaluó el cultivo del híbrido Elpida injertado sobre Maxifort conducidos a 2 y 3 ramas y se pudo determinar un aumento en el número de frutos comerciales respecto a las plantas no injertadas. Esta investigación es indicativa de los beneficios que puede aportar la injertación en la producción de tomate.

Los beneficios que se le atribuyen al injerto en solanáceas son varios, entre los más relevantes y estudiados se encuentran su uso como alternativa al manejo de patógenos del suelo, Martínez, Rosas, Jiménez y Loera (2015) concluyen que el uso de portainjertos representa una opción viable para el manejo de *Fusarium oxysporum* Schlecht fs. *lycopersici* Snyder y Hansen raza 3, puesto que habiéndose inoculado este patógeno en plantas injertadas, no se identificó presencia de sintomatología del mismo, por el contrario en el testigo si se observó y constato con microscopia la presencia de este patógeno, a más de esto uno de los tres portainjertos estudiados presento mejor rendimiento en comparación con los otros tratamientos y a su vez los grados brix fueron superiores en comparación con el testigo.

Se conoce que el cambio climático tiene alta incidencia en los cultivos a campo abierto, como lo es el tomate y hortalizas en general. Maradiaga (2016) indica que estos cultivos son susceptibles a enfermedades de origen telúrico que causan cuantiosas pérdidas, problemática que puede ser afrontada mediante el uso de injerto herbáceo, práctica cultural que confiere a las plantas una mayor tolerancia frente a los factores abióticos, tales como temperatura, salinidad, estrés hídrico, entre otros. En la Universidad Nacional de Agricultura se ha venido investigando con esta técnica a cielo abierto con resultados aceptables sin desmejorar los rendimientos y calidad.

1.2. Bases Científicas y Teóricas de la Temática

Países Productores de Tomate

La producción de tomate está bien distribuida a escala mundial, aunque su centro de origen es Sudamérica. Información recopilada de FAOSTAT (2019) identifican que el mayor centro de producción es Asia con un 60.5%, le sigue América con un 14.3%, Europa 13.2%, Africa 11.7% y Oceanía con un 0.2%. En cuanto a los Países encontramos el siguiente orden. China con más de 50 M de toneladas / año ocupa por mucho el primer lugar, le sigue India con una producción de 18 M de toneladas / año, Turquía con 12 M de toneladas / año, Estados Unidos también con 12 M de toneladas / año, Egipto 7 M de toneladas / año, Italia 5 M de toneladas / año, Irán 5 M de toneladas / año, España 4 M de

toneladas / año y cierran el podio 2 países americanos México y Brasil con 4 M de toneladas / año.

Superficie destinada a la producción de tomate en Ecuador

En Ecuador el área de producción de cultivos transitorios es variable, ya que depende en gran medida de los precios del mercado, por lo general los agricultores y en especial los de la región costa, suelen rotar sus cultivos en busca del que represente un mayor beneficio económico. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC, 2016) “La superficie sembrada con tomate riñón en Ecuador es de 1757 has como monocultivo produciendo 55.335 TM y 77 has como cultivo asociado mismas que producen 216 TM” (p 6).

Las estadísticas antes mencionadas denotan que el cultivo de tomate se desarrolla mayoritariamente en monocultivo, situación que incrementa los problemas fitosanitarios y más aún si se practica una agricultura intensiva. A estos problemas, hay que sumarle los ocasionados por plagas que afectan a este cultivar, mismos que inciden en el incremento de los costos de producción y de no tomarse las medidas preventivas y correctivas a tiempo, van a afectar en gran manera el rendimiento.

Varela (2018) indica que. La producción media por hectárea en Ecuador se sitúa entre 20 a 30 Tm por ha y en ciertos cantones como en Imbabura – Pimampiro puede alcanzar entre 40 y 50 Tm.

En el país no existen registros de producción comercial de tomates injertados, por lo que para tener una referencia de los niveles de producción se presentan datos obtenidos en Brasil por Severino, Elizondo, Alvaro y Oyanedel (2017) en su investigación titulada Densidad y manejo de ejes en plantas injertadas de tomate indeterminadas en invernadero en la que evaluó densidades de 29.000, 26.000, 23.000 y 20.000 ejes/ha, con conducción a 3 y 4 ejes por planta, reportando que el rendimiento aumentó de 81 a 103 t/ha entre la menor y la mayor densidad de ejes/ha.

El tomate es producido tanto en la región costa, como en la región sierra, las principales provincias en las que se cultivan son Santa Elena y en los valles de Azuay, Imbabura, Carchi y Tungurahua (Ausay, 2015)

Enfermedades que afectan el cultivo de tomate

El tomate es una de las hortalizas más consumidas en el mundo, así mismo es atacada por numerosas enfermedades, una de las más comunes es la marchitez vascular y el mal del talluelo, causada por *Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici*, este patógeno posee la capacidad de permanecer por tiempo indefinido en el suelo que infesto, esta problemática se ve agravada cuando se trabaja con monocultivos, ya que la población del hongo aumenta y por ende, la incidencia de la enfermedad

Vásquez y Castaño (2017) indican que.

Cuando este patógeno se presenta en la etapa de semilleros la afectación es a nivel del cuello de la raíz, presentándose un estrangulamiento que impide la translocación de agua y nutrientes, finalizando en un volcamiento de las plántulas, es común observar que este patógeno vuelva a afectar el cultivo en otras etapas fenológicas, así tenemos que cuando el hongo ataca a plantas adultas, la enfermedad es conocida como marchitez vascular y su sintomatología principal será el amarillamiento, que comienza por las hojas bajas y que por lo general terminara en la muerte de la planta.

Galárraga (2018) indica que. El género *Fusarium* es un amplio grupo de hongos ascomicetos de amplia distribución a nivel mundial y de alta importancia económica. Está compuesto de numerosas especies la mayoría categorizadas como patógenos de plantas. La principal patología que se asocia a estos hongos es la marchitez vascular capaz de afectar un gran número de cultivos e incluso producir toxinas letales para algunos animales.

El patógeno *Fusarium oxysporum* es descrito como uno de los 10 patógenos fúngicos de mayor relevancia en el sector agrícola a nivel mundial, se caracteriza por diseminarse con facilidad en distancias cortas, por medio de agua, equipos agrícolas y herramientas contaminadas y a distancias largas, por medio del suelo o la presencia de plantas enfermas o material vegetal infectado (Almonacid, 2018)

Delgado (2019) indica que. La marchitez vascular, causada por *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici*, ataca el sistema radicular y de forma ascendente los haces vasculares, ocasionando la muerte completa de la planta, este patógeno puede ocasionar pérdidas en la producción de hasta

un 60%. Su manejo se lo realiza en su mayoría con plaguicidas, sin embargo, estos patógenos desarrollan alta resistencia a condiciones adversas, que dificultan su control.

Demeule (2020) refiere que. El hongo basidiomiceto *Rhizoctonia solani* se lo asocia a varias enfermedades, entre ellas la pudrición de la corona y la marchitez vascular, es un hongo del suelo que ataca tallos, raíces y similares. Las temperaturas optimas que favorecen su crecimiento son alrededor de 25°C, pero puede variar de 18 a 35°C dependiendo de las cepas y las condiciones ambientales. La mayoría de los síntomas que se observan con frecuencia son pudrición de la raíz y del tallo, así como canchales de la corona.

Otro de los patógenos que afectan el cultivo de tomate es *Pythium spp*, que suele presentarse cuando germina la semilla en pre - emergencia o posteriormente cuando la planta recién emerge a la superficie.

En los ataques en post - emergencia la sintomatología principal es la presencia de zonas acuosas en la base de las plántulas, característico de la enfermedad, esto desencadena en plantas caídas, cotiledones con necrosis, raíces necróticas, lesiones en base del tallo y crecimiento defectuoso. Las condiciones de campo como el exceso de humedad inducen el crecimiento micelial del hongo, así como su reproducción. (Márquez, 2020).

Distribución de las plantas silvestres de tomate

El descubrimiento del nuevo mundo por parte de los europeos fue fundamental en la dispersión de las especies vegetales, un claro ejemplo de esto es el tomate que es originario de Sudamérica y en la actualidad es la hortaliza más consumida en el mundo, el maíz, cacao, papa son otros ejemplos de la importancia del centro de origen de Mesoamérica. Se conoce que el principal indicador del sitio de origen de una especie son las plantas silvestres. González (2013) indica que: “Los “tomates silvestres” están presentes en cinco países de Sudamérica, pero el 99% de las observaciones provienen de Perú, Ecuador y Chile. Perú tiene la mayor cantidad de especies (10) seguido por Ecuador (5) y Chile (3)” (p 302).

Es común escuchar la frase que la cura a un problema se encuentra en el mismo sitio, pues los datos expuestos en esta investigación indican que en Ecuador se encuentran cinco especies silvestres de tomate, mismas que están

distribuidas en la región insular (dos), costa (una), sierra (dos), por ende es de suma importancia realizar investigación acerca del comportamiento de estas plantas silvestres en cuanto al ataque de plagas, a fin de contribuir en la mejora de las variedades comerciales que se utilizan en nuestro país.

Características de las plantas silvestres de tomate

El proceso de domesticación de una planta suele ser muy largo, y el tomate no fue una excepción, a través de cruces se llegó al tomate comercial de la actualidad ya que las especies silvestres son pequeñas, no tan coloridas y muchas de ellas poseen cierto grado de toxicidad. Pero también podemos encontrar otras especies silvestres que poseen características relevantes como su alto contenido de licopeno y sólidos solubles. Un ejemplo importante relacionado a la temática es que. “En las costas de las Islas Galápagos existe un pariente silvestre que ha proporcionado genes al tomate cultivado para conferir tolerancia a la salinidad” (Zevallos y Lorenzo, 2015, pág. 12). Este es sin duda un gran aporte que se ha obtenido de una especie silvestre, y ha contribuido de gran manera para la producción del tomate en suelos antes impensados. Gracias al aprovechamiento de las características genotípicas que ha desarrollado el tomate silvestre a través de la adaptación natural a la que se ve sometido.

Identificación de plaguicidas en los frutos del tomate

La agricultura comercial como se suele denominar a las producciones con fines mercantiles, utiliza frecuentemente productos químicos para el control de las diversas plagas que afectan los cultivos, en el caso de tomate esta práctica es muy común, tanto que en muchas ocasiones no se respeta el periodo de carencia especificado en la etiqueta de los plaguicidas, e incluso se sigue aplicando productos altamente contaminante y restringido. En una investigación titulada Residuos de plaguicidas en tomate (*Solanum lycopersicum*) comercializado en Armenia, Colombia. García, Rodríguez, Restrepo, y Sánchez, (2017) pudieron identificar que “Existe presencia de residuos de plaguicidas. 4,4'-DDT, endosulfán y metoxicloro, a pesar de estar restringidos y/o prohibidos en Colombia, fueron encontrados en la mayoría de las muestras analizadas” (p 869). Estos resultados no hacen más que confirmar y traer a la palestra una problemática sabida por

muchos, pero a la que se le ha dado poca importancia, la falta de control en el expendio de estos plaguicidas y la falta de trabajo en técnicas amigables con el ambiente empujan al productor a que siga utilizando estos productos altamente tóxicos.

Injertos de tomate: beneficios, técnicas y efectividad

El tomate es originario de la región andina y su principal centro de domesticación es México, más sin embargo la tecnificación aun es deficiente en la mayoría de los países de América en los que se cultiva esta solanácea. A nivel de investigación si se puede hablar de que se ha avanzado sobre todo en la implementación de técnicas de producción que contribuyan a la preservación del medio ambiente mediante la disminución del uso de pesticidas.

La injertación es una técnica secular en la producción de hortalizas, teniendo como fin el potenciar la tolerancia de las plantas hacia los patógenos, para esto es necesario llevar a cabo una rigurosa selección de los materiales a utilizar

“Injertar comprende la unión de dos porciones de tejido vegetal vivo de modo que se unan, crezcan y se desarrollen como una sola planta” (Velasco, y otros, 2016).

El injerto en hortalizas se ha convertido en la opción más viable para alejarse de la dependencia de fungicidas químicos como controlador de patógenos del suelo, ya que debido a la mala aplicación o por su formulación tienden a afectar el ecosistema sobre todo debido a su alta residualidad y percolación, por el contrario los injertos de tomate aparte de alinearse a las producciones ecológicas, también se le atribuye un incremento en la tolerancia a varios ambientes estresantes, así como al aumento en la absorción de agua y nutrientes, con lo que se alcanza un crecimiento vigoroso, prolongación del periodo de crecimiento y un posible incremento de rendimiento. De Caboteau y Morini (2020)

La rusticidad que poseen los patrones silvestres, adquirida a través de años de adaptación a los cambios que se presentan en nuestro planeta, lo han vuelto atractivo y han motivado la introducción de la técnica de injertos en la producción comercial, gracias a que presenta tolerancia al ataque de varias plagas, especialmente a patógenos que atacan la parte basal de las plantas.

Los tipos de injertos que se utilizan en hortalizas son los mismos que utilizamos en otras especies vegetales, entre ellos tenemos el injerto de púa, el injerto lateral y el injerto de empalme que es el más utilizado por su baja complejidad y alto porcentaje de prendimiento (95 %), dentro de las características a tomar en cuenta para obtener resultados satisfactorios está el número de hojas, se recomienda injertar cuando posee 2 a 4 hojas verdaderas, el diámetro del patrón y del injerto también juega un papel primordial al momento de injertar ya que es necesario que las plantas estén bien alineadas y en contacto una con otra por lo que es necesario que posean un diámetro similar. De la correcta selección de los materiales a injertar y así como del patrón dependerá la efectividad de la aplicación de esta técnica. Miles, Schaffer, Estrada y Gallardo (2013)

El injerto como tal es la unión de una porción de tejido viviente de dos plantas, con la finalidad de desarrollar una planta con las mejores características, lo más usual es potenciar tolerancia a enfermedades, estreses abióticos (humedad, sequía, salinidad, temperaturas bajas y altas. Pero con esta técnica también se puede conseguir beneficios como una mayor capacidad de absorción de agua, nutrientes y mayor tiempo de cosecha. Castillo y Estrada (2019)

La época de siembra del patrón, como de la parte aérea, juegan un papel importante, debido a que los dos deben tener el diámetro lo más similar posible. Es recomendable sembrar el patrón una semana antes para que de esta manera la capa de cambium tanto del portainjerto como el de la variedad coincidan y se mantengan unidas hasta lograr la cicatrización. Se puede hablar de materiales compatibles cuando se cumplen tres procesos, los mismos son cohesión del portainjerto y la variedad; proliferación del callo en la unión y diferenciación vascular entre ambas partes (Pinedo, 2017)

Uno de los productos químicos de mayor uso en la desinfección de suelo en la producción de hortalizas es el bromuro de metilo, pero es importante recordar que este plaguicida está prohibido en la mayoría de países debido a su alto nivel de contaminación. (Guerra, 2018) afirma que:

El uso de portainjertos en combinación con las prácticas del manejo integrado de plagas (MIP), han demostrado ser un mecanismo eficaz que se utiliza en la agricultura comercial, sus objetivos principales son incrementar los rendimientos de los cultivos, brindar tolerancia a patógenos del suelo y extender su tiempo de cosecha. En la actualidad el uso de plantas injertadas está en pleno auge a nivel mundial, principalmente para desmarcarse de la problemática que conllevan los residuos de pesticidas que pueden encontrarse en la cadena alimentaria, los riesgos para la salud humana que se le atribuye a estos y por su puesto el impacto que ejercen estos productos sintéticos sobre el medio ambiente.

Por décadas el uso del bromuro de metilo jugo un papel preponderante en la producción de hortalizas, en la actualidad su utilización ya no es permitida ni recomendable por lo que el uso de patrones tolerantes a patógenos del suelo se convirtió en una técnica de relevancia en el cultivo de tomate.

Las consecuencias ligadas al cambio climático han incentivado en cierta parte de la población la preservación del medio ambiente, con la finalidad de ralentizar sus efectos. Los esfuerzos que se hacen en la agricultura están direccionados en la disminución del uso de plaguicidas sintéticos, ahora es común el uso de la solarización para el control de malezas, productos orgánicos o ecológicos para el control de patógenos, insectos, entre otros. Es relevante indicar que la técnica de injerto está enmarcada en esta línea conservacionista.

Como ejemplo de los beneficios que conlleva su utilización, tenemos que en una investigación se buscó identificar el rendimiento y calidad de tomate injertado y cultivado bajo malla sombra e invernadero (Reyes, y otros, 2018) concluyeron basados en los resultados evaluados, entre ellos rendimiento, calidad de fruto, desarrollo de raíz, peso de fruto por planta, número de racimos por planta, número de frutos por planta, diámetro polar y ecuatorial del fruto, contenido de vitamina C y licopeno, y peso fresco y seco de raíz, que los cuatro híbridos injertados de tomate cultivados bajo cubierta de malla antiáfidos, tuvo mayor calidad que la producción obtenida bajo invernadero. Pero el contenido de licopeno, vitamina C y acumulación de materia seca del sistema radicular es mayor bajo invernadero.

Para que una técnica de producción pueda llegar a la aplicabilidad es necesario tener investigaciones que respalden su uso, así tenemos que en un trabajo titulado El injerto herbáceo en tomate: alternativa fitotecnia para el control de nematodos, se logró demostrar que los injertos de tomate inciden en la disminución de la población de nematodos, y más aún si es acompañado con un manejo integrado del cultivo. También es importante dar a conocer que la injertación influye en el aumento del rendimiento Pulido y García (2017).

Una problemática importante en la producción de tomates son los nematodos, ya que su sintomatología suele parecerse a la causada por hongos o bacterias y muchas veces se realiza aplicaciones incorrectas de los plaguicidas, si nos basamos en los resultados de esta investigación podemos observar una ventaja más que se le atribuye a la injertación de tomates.

Descripción de los materiales de tomate a utilizar en la investigación

Híbrido candela

Este material es de tipo indeterminado, relativamente nuevo en Ecuador, IMPORALASKA (2019) indica que, entre sus características más relevantes se encuentra el vigor, uniformidad, firmeza, forma redonda ligeramente plana, presenta alta resistencia a ToMV 0,1,2 / V / Fol 1,2 y resistencia intermedia a TYLCV

Híbrido miramar

Miramar es un material con algunos años en el mercado y de gran aceptación, en la provincia de Santa Elena, según SEMINIS (2019) este híbrido es de tipo indeterminado, alta rusticidad, entre 6 a 7 frutos por racimo, peso promedio de 150 a 180 gr, presenta uniformidad de frutos, excelente firmeza, posee alta resistencia a ToMV:0-2/Aal/Fol:0,1/Va:0/Vd:0, madura aproximadamente a los 88 días

Híbrido vento F1

El Híbrido de tomate Vento F1 es nuevo en el mercado ecuatoriano y sus características principales según AGRISTAR (2020) son las siguientes: excelente tolerancia a las enfermedades de las hojas y al agrietamiento de los frutos en época de lluvias. Alto cuajado de frutos, posee alta resistencia a Fol: 0,1, Lt, Ma, Mi, Mj, Pf, TMV, Va e Vd

Híbrido espartano

Espartano es un material Híbrido desarrollado para ser porta injerto (EnzaZaden, 2020) indica que, este material se desarrolló tanto para agricultura a campo abierto, como agricultura protegida en malla sombra, invernadero e hidroponía. Ha sido probado con éxito en conjunto con variedades tomates Roma y Bola logrando aportar fuerza y continuidad a la planta ayudando a mantener la calidad y altos resultados de producción. Alta resistencia a ToMV:0-2/Ff:A-E/Va:0/Vd:0/Fol:0-2/For

Tomate silvestre

Se conoce que las plantas silvestres poseen gran rusticidad debido al ambiente en el que se han desarrollado, Zevallos (2018), indica que el género *Solanum* L. subsección *Lycopersicon* (Mill.) Wettst, incluye 17 especies entre estas el tomate cultivado (*S. lycopersicum* L.) y la especie silvestre *Solanum pimpinellifolium* L. Conocer diversidad genética silvestre del tomate contribuirá en la posibilidad de aprovecharlo en los programas de mejoramiento genético.

Fundamentación Legal

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR (2021)

TÍTULO VI

RÉGIMEN DE DESARROLLO

Capítulo tercero

Soberanía alimentaria

Art. 281.- La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente.

Para ello, será responsabilidad del Estado:

1. Impulsar la producción, transformación agroalimentaria y pesquera de las pequeñas y medianas unidades de producción, comunitarias y de la economía social y solidaria.
2. Adoptar políticas fiscales, tributarias y arancelarias que protejan al sector agroalimentario y pesquero nacional, para evitar la dependencia de importaciones de alimentos.
3. Fortalecer la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas y orgánicas en la producción agropecuaria.
4. Promover políticas redistributivas que permitan el acceso del campesinado a la tierra, al agua y otros recursos productivos.
5. Establecer mecanismos preferenciales de financiamiento para los pequeños y medianos productores y productoras, facilitándoles la adquisición de medios de producción.
6. Promover la preservación y recuperación de la agrobiodiversidad y de los saberes ancestrales vinculados a ella; así como el uso, la conservación e intercambio libre de semillas.
7. Precautelar que los animales destinados a la alimentación humana estén sanos y sean criados en un entorno saludable.

8. Asegurar el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica apropiada para garantizar la soberanía alimentaria.
9. Regular bajo normas de bioseguridad el uso y desarrollo de biotecnología, así como su experimentación, uso y comercialización.
10. Fortalecer el desarrollo de organizaciones y redes de productores y de consumidores, así como las de comercialización y distribución de alimentos que promueva la equidad entre espacios rurales y urbanos.
11. Generar sistemas justos y solidarios de distribución y comercialización de alimentos. Impedir prácticas monopólicas y cualquier tipo de especulación con productos alimenticios.
12. Dotar de alimentos a las poblaciones víctimas de desastres naturales o antrópicos que pongan en riesgo el acceso a la alimentación. Los alimentos recibidos de ayuda internacional no deberán afectar la salud ni el futuro de la producción de alimentos producidos localmente.
13. Prevenir y proteger a la población del consumo de alimentos contaminados o que pongan en riesgo su salud o que la ciencia tenga incertidumbre sobre sus efectos.
14. Adquirir alimentos y materias primas para programas sociales y alimenticios, prioritariamente a redes asociativas de pequeños productores y productoras (p.139).

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA TOMATE RIÑÓN (2015)

RESOLUCIÓN TÉCNICA N°- 0105

Emitido el 26 de mayo de 2015

INOCUIDAD DE ALIMENTOS

AGROCALIDAD – Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario

Capítulo X

De la Protección del Cultivo

Artículo 24.- MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)

- a) Se debe contar con un plan de MIP para el cultivo de tomate riñón, respaldado y justificado por un profesional del área, quien debe demostrar conocimientos en el tema.
- b) Para desarrollar el plan MIP, se debe contemplar, como punto básico, la reducción y racionalización del uso de plaguicidas mediante la utilización de técnicas preventivas y de control antes, durante y después del cultivo, para lo cual se requerirá de la asesoría del técnico responsable de la UPA. Esta acción debe ser demostrable.
- c) Se recomienda entre las prácticas a considerar antes del establecimiento de la plantación la rotación de cultivos, material genético idóneo,

variedades resistentes y densidad de siembra adecuados en función de la variedad seleccionada.

d) Como prácticas a considerar durante el cultivo se recomienda el monitoreo periódico fitosanitario del cultivo, la fertilización balanceada, una correcta preparación del suelo, el control de malezas y podas fitosanitarias.

e) Entre las prácticas recomendadas después del cultivo considerar la eliminación de focos de infección, desinfección de herramientas, recolección de frutos enfermos, cosechas oportunas entre otras.

CAPÍTULO 2

2. Aspectos Metodológicos

2.1. Métodos

Métodos Teóricos

Bibliográfico

Mediante el uso del método bibliográfico, se realizó un análisis cualitativo, mediante el cual, se pudo indagar acerca de los beneficios, técnicas de injertación, entre otras características, referentes al uso de injertos en solanáceas.

Inductivo

El método inductivo se basa en la observación, el estudio y la experimentación de diversos sucesos reales para poder llegar a una conclusión. Aplicándolo se pudo determinar una vez concluida la investigación, si los resultados obtenidos mediante la medición de variables, denotan beneficios o no tienen incidencia en cuanto a la producción de tomates.

Deductivo

La utilización del método deductivo, permitió verificar la hipótesis planteada en esta investigación, ya que mediante el análisis de resultados se logró identificar si el uso de portainjertos, incidió en las variables analizadas.

Analítico

El método analítico es de gran importancia en esta investigación, ya que permitirá el análisis de los datos de forma minuciosa, lo que conllevará a poder comprender de mejor manera los resultados y así poder establecer nuevas teorías acerca del uso de patrones de solanáceas, como alternativa a la aplicación de fungicidas para el control de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*.

2.1.1. Modalidad y tipo de investigación

La modalidad utilizada fue de campo y de tipo descriptiva-comparativa. Se realizó la injertación de tres híbridos de tomate (Miramar, Candela y Vento F1 en

dos portainjertos (Espartano y *Lycopersicum spp*), también se contó con tres testigos que fueron los tres híbridos (Miramar, Candela y Vento F1)

2.2. Variables

2.2.1. Variable Independiente

Híbrido Miramar

Híbrido candela

Híbrido vento F1

Portainjerto espartano

Portainjerto silvestre

2.2.2. Variable dependiente

Eficiencia de Injertación

La variable eficiencia de la injertación se evaluó a los 10 días después de la injertación, empleando la escala utilizada por (Mendieta, 2017), la misma esta descrita a continuación:

Tabla 1. Escala de medición de eficiencia del injerto

Escala	Estado	Descripción
1	Sana	100 % turgentes, coloración verde, tallo rígido y erecto
2	Eficiente	75 % turgentes, coloración verde o verde pálido, tallo medianamente rígido y erecto
3	Regular	50 % turgentes, coloración pálida o verde reseco, tallo adelgazado
4	Deficiente	25 % turgentes, pérdida de hojas y/o marchitas, tallo deshidratado
5	Senescencia	0 % turgentes y perdida de hojas, 100% hojas senescentes

Esta tabla se utilizó para la medición de la eficiencia del injerto (Mendieta, 2017)

Compatibilidad del injerto

La evaluación de la compatibilidad se llevó a cabo 10 días después de la injertación, la misma se realizó por medio de observación microscópica con el fin de identificar si existía continuidad vascular o no, condición que se determina cuando se observa la proliferación del callo en el punto de unión, así como la diferenciación vascular de la parte aérea y el portainjerto. Para la valoración de esta variable se seleccionaron 15 plantas por tratamiento, el análisis de estos datos se los realizó mediante una variable dicotómica, en las que se clasifico las plantas compatibles en la categoría si y las plantas no compatibles en la categoría no.

Incidencia de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*

Para identificar la incidencia de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* se realizó una evaluación visual de las plantas, utilizándose el total de la población para la valoración de esta variable. Se empleó una escala de medición de 2 niveles, clasificándose con la categoría 1 a las plantas que presentaron síntomas y signos visibles de la enfermedad, tales como amarillamiento foliar, marchitez, senescencia, y en la categoría 2 se agruparon las plantas sanas, turgentes y sin presencia de síntomas de la enfermedad.

Tabla 2. Escala de medición de incidencia de Fusarium

Escala	Estado
1	0 % de incidencia, planta sana
2	100 % presencia de síntomas de Fusarium (senescencia)

Esta escala se usó para la determinación de la incidencia de Fusarium sobre los materiales en estudio, Villón, 2021

Severidad de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*

La evaluación de la variable severidad de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* se realizó mediante el uso de una escala diagramática (Anexo 1), propuesta por (Herrera y Henríquez, 2017), en la misma se clasifica la severidad en 5 categorías, agrupando en la categoría 1 a las plantas sanas, sin síntomas, categoría 2 a las plantas con clorosis leve de segunda o tercer hoja, categoría 3 las plantas con clorosis moderada, categoría 4 planta con clorosis severa y marchitamiento y en la categoría 5 se agruparon a las plantas muertas, la evaluación comprendió el total de la población.

Tabla 3. Escala de medición de Severidad de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*

Grados	Afectación
1	Planta sana, sin síntomas
2	Clorosis leve de segunda o tercera hoja
3	Clorosis moderada de la planta
4	Clorosis severa y marchitamiento
5	Muerte de planta

Esta tabla permitió la evaluación de la severidad de *Fusarium* sobre los materiales en estudio, (Herrera y Henríquez, 2017)

Altura de planta

La variable altura de planta, comprendió una sola medición, misma que se realizó al momento que se presentó la floración de al menos el 50% de las plantas en estudio.

Días a floración

La variable días a floración se midió desde la fecha de trasplante, hasta que se presentó la floración de aproximadamente el 50% de las plantas en cada tratamiento.

Peso de frutos

Para la evaluación de esta variable se seleccionó cinco plantas al azar dentro de cada unidad experimental y se determinó el peso promedio de los frutos.

Rendimiento

La variable rendimiento comprendió la recolección y clasificación de frutos, descritos en (tabla 4), se evaluaron cinco plantas al azar dentro de cada unidad experimental, se pesó los frutos recolectados y se realizó una conversión a fin de llevar los resultados a kg/ha.

Tabla 4. Clasificación de frutos por calibre

Escala	Estado
1	Pequeño (5 - 6) cm
2	Mediano (6 - 7) cm
3	Grande (7 - 8) cm
4	Extra grande (8 - 9) cm
5	Rezaga (dañados, menores a 5 cm)

Esta tabla se utilizó en la clasificación de calibres de tomate, la misma es parte de la medición de la variable rendimiento, Villón, 2021

Análisis económico

Para determinar la variable análisis económico se identificó y clasificó los costos de producción, tanto los costos fijos (semillas, labores culturales, cosecha, otros) y los costos variables (clic de silicona, portainjertos, fungicida, otros), valores que sumados representan el costo total de cada tratamiento. Así mismo se determinó los ingresos totales, basándonos en los resultados obtenidos en la variable rendimiento, de esta manera se multiplico el rendimiento en kg/ha de cada tratamiento por el precio de mercado del kg de tomate en la terminal de transferencia de víveres “Montebello” de la ciudad de Guayaquil, una vez que se obtuvo los costos totales y el ingreso total se determinó la relación beneficio costo utilizando la formula descrita a continuación.

$$\text{Beneficio/costo} = \frac{\text{Ingreso total}}{\text{costo total}}$$

Donde:

Costo total= costo variable + costo fijo.

Ingreso total.

2.2.3. Matriz de operacionalización de las variables

TIPO DE VARIABLE		DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	<p>Variables a medir.</p> <p>Materiales de Tomate</p>	<p>Para identificar si los materiales de tomate utilizados como patrón poseen la capacidad de otorgar tolerancia hacia <i>Fusarium oxysporum f.sp. Lycopersici</i>, es necesario inocular y medir la incidencia mediante presencia o ausencia de síntomas y la severidad mediante el grado de afectación, basado en una escala de 5 grados.</p>	<p>Tolerancia a <i>Fusarium oxysporum f.sp. Lycopersici</i></p>	<p>Porcentaje de Efectividad de injerto</p>	<p>Cuantitativas Cualitativas</p>	
DEPENDIENTE	<p>Efectividad de injertación</p> <p>Compatibilidad de injerto</p> <p>Incidencia de <i>Fusarium oxysporum f.sp. Lycopersici</i></p> <p>Severidad de <i>Fusarium oxysporum f.sp. Lycopersici</i></p> <p>Altura de planta</p> <p>Días a floración</p> <p>Peso de Frutos</p> <p>Análisis Económico</p>	<p>Para identificar si los materiales de tomate utilizados como patrón poseen la capacidad de otorgar tolerancia hacia <i>Fusarium oxysporum f.sp. Lycopersici</i>, es necesario inocular y medir la incidencia mediante presencia o ausencia de síntomas y la severidad mediante el grado de afectación, basado en una escala de 5 grados.</p>	<p>Tolerancia a <i>Fusarium oxysporum f.sp. Lycopersici</i></p>	<p>Incidencia y Tolerancia a <i>Fusarium oxysporum f.sp. Lycopersici</i></p>	<p>Cuantitativas Cualitativas</p>	<p>Escala de Severidad de 5 niveles</p>

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La investigación se desarrolló en la provincia de Santa Elena, cantón Santa Elena, parroquia Chanduy, comuna Bajada de Chanduy

2.4. Técnicas de recolección de datos

En el mes de mayo del 2020, se dio inicio a esta investigación, con la siembra de los materiales de tomate, en primer lugar, se sembraron los portainjertos (espartano y silvestre), cinco días después se sembraron los híbridos a injertar (candela, miramar y viento F1), el proceso de injertación se basó en una guía de INTAGRI (2015), la misma indica que se realiza la injertación cuando el patrón y el híbrido tengan un grosor promedio de 1.4 a 2.2 mm de diámetro de tallo, la semejanza en el diámetro del tallo es fundamental para tener mejores resultados, la injertación se la realizó mediante un corte en bisel a 45 °, por debajo de las hojas de los cotiledones, la sujeción de ambas partes fue con un clic de silicón y posteriormente se colocaron las plantas en un ambiente con una temperatura entre 23-27 °C, con humedad relativa entre 75 a 85% y a baja radiación durante 7 días, al día 4 después del injerto se inició la aclimatación al fin de reducir la humedad relativa, una vez finalizado este periodo, se prosiguió con el segundo paso de la investigación.

Para la determinación de la compatibilidad del injerto, se utilizó la metodología propuesta por (Velasco, 2013), la misma consiste en realizar un muestreo a los 10 días después del injerto, se cortó 3 mm sobre y bajo el punto de unión, posteriormente se fijó en FAA (50% de etanol al 96% + 5% de ácido acético glacial + 10% de Formaldehído + 35% de agua destilada), la deshidratación se realizó con etanol (50, 70, 96 y 100%) y la transparentación con xileno al 100%, se realizó cortes de 10 µm de espesor. La tinción se hizo con safranina y fast green, se observó la compatibilidad del injerto en un microscopio óptico.

La inoculación de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, se la realizó utilizando la técnica propuesta por Báez y otros (2010) en la que indican, que se debe aplicar 50 ml de la suspensión de esporas de 1×10^6 esporas/ml, en la base

del tallo de cada planta por maceta (50,000 esporas por gramo de sustrato). Entre cada combinación patrón / híbrido comercial.

2.5. Estadística descriptiva e inferencial

Se utilizó estadística no paramétrica descriptiva, empleándose un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con nueve tratamientos y tres repeticiones, cada unidad experimental estuvo constituida por 10 plantas injertadas e inoculadas.

Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa (InfoStat, 2017), en el que se aplicó ANOVA, realizando la comparación de las medias mediante la prueba de Duncan al 5%

2.6. Diseño experimental

El Diseño experimental que se utilizó en la investigación fue un diseño de bloque completamente al azar (DBCA), compuesto de nueve tratamientos, dentro de los cuales existen testigos, se realizaron tres repeticiones, a continuación, se describe los tratamientos evaluados:

Tabla 5. Tratamientos evaluados

Tratamientos a evaluar	
T1	Miramar + patrón Silvestre
T2	Miramar + patrón Espartano
T3	Vento F1 + patrón Silvestre
T4	Vento F1 + patrón Espartano
T5	Candela + patrón Silvestre
T6	Candela + patrón Espartano
T7	Miramar (testigo)
T8	Vento F1 (testigo)
T9	Candela (testigo)

En esta tabla se describen los tratamientos evaluados, Villón, 2021

Tabla 7. ANDEVA

F. Variación	Formula	Desarrollo	Gl
Tratamiento (R)	(T-1)	(9-1)	8
Bloque	(b-1)	(3-1)	2
Error	(T-1) x (b-1)	(8 x 2)	16
Total	(N-1)	(27-1)	26

Esta tabla describe el diseño estadístico empleado, Villón, 2021

RESULTADOS

Eficiencia de Injertación

Tabla 8. Medias variable eficiencia de injertación

Tratamientos	Eficiencia de injertación		
T5 Candela + patrón silvestre	35,00	a	
T3 Vento F1 + patrón silvestre	46,67	a	
T1 Miramar + patrón silvestre	46,67	a	
T6 Candela + patrón espartano	73,33	b	
T2 Miramar + patrón espartano	85,00	b	c
T4 Vento F1 + patrón espartano	96,67		c
CV	13,15%		

Villón, 2021

En la tabla 7 se aprecian las medias correspondientes a la variable eficiencia de injertación. Al realizar el análisis de varianza y comparar las medias con la prueba de Duncan al 5% se identificó significancia estadística entre los tratamientos evaluados, siendo el tratamiento con mejor valoración el T4 (híbrido vento F1 injertado en patrón espartano) presentando una eficiencia de 96,67%, por otra parte, el tratamiento menos eficiente fue el T5 (híbrido candela injertado patrón silvestre), que obtuvo 35,00% de eficiencia de injertación. El coeficiente de variación de esta variable fue de 13,15%

Compatibilidad del injerto

Tabla 9. Medias variable compatibilidad del injerto

Tratamientos	Compatibilidad del injerto		
T5 Candela + patrón silvestre	47,00	a	
T6 Candela + patrón espartano	60,00	a	b
T3 Vento F1 + patrón silvestre	67,00	a	b
T1 Miramar + patrón silvestre	73,00		b
T2 Miramar + patrón espartano	80,00	b	c
T4 Vento F1 + patrón espartano	100,00		c
CV	17,18%		

Villón, 2021

La identificación de la compatibilidad se realizó con la ayuda de un microscopio óptico, de esta manera se observó si existía la proliferación del callo en la unión y la diferenciación vascular entre la parte aérea y el portainjerto. La evaluación comprendió la medición de 15 plantas por tratamiento.

A estos resultados se le aplicó análisis de varianza y se comparó las medias mediante la prueba de Duncan al 5%, estos resultados están representados en la tabla 8, en la misma se identifica significancia estadística entre los tratamientos evaluados, siendo el mejor valorado el T4 (híbrido vento F1 injertado en patrón espartano) que presentó un 100% de compatibilidad, por otra parte el tratamiento con resultados menos satisfactorios es el T5 (híbrido candela injertado en patrón silvestre) con un 47% de compatibilidad del injerto. El coeficiente de variación de esta variable fue de 17,18%

Incidencia de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*

Tabla 10. Medias variable incidencia de Fusarium

Tratamientos	Incidencia de Fusarium	
T4 Vento F1 + patrón espartano	0,00	a
T2 Miramar + patrón espartano	20,00	b
T6 Candela + patrón espartano	30,00	b c
T3 Vento F1 + patrón silvestre	30,00	b c
T8 Vento F1 (Testigo)	35,00	b c
T1 Miramar + patrón silvestre	40,00	c d
T5 Candela + patrón silvestre	55,00	d e
T7 Miramar (Testigo)	60,00	e
T9 Candela (Testigo)	80,00	f
CV	26,66%	

Villón, 2021

La incidencia de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, se evaluó 15 días después de realizada la inoculación, para su categorización se empleó una escala de 2 categorías, donde la categoría 1 representaba 0% de incidencia esto quiere decir una planta sana y la categoría 2 representaba 100% de incidencia (planta clorótica o en senescencia). A estos datos recopilados se le aplicó análisis de varianza y se comparó las medias mediante la prueba de Duncan al 5% de

probabilidad. En la tabla 9 se aprecian las medias correspondientes a la variable incidencia.

El T4 (híbrido vento F1 injertado en patrón espartano) presentó 0% de incidencia, mientras el tratamiento menos valorado fue el T9 (híbrido candela sin injertar) con un 80% de incidencia de la enfermedad.

Otro punto a resaltar en la buena valoración obtenido por los híbridos miramar y candela injertados en el patrón comercial espartano con 20 y 30% de incidencia respectivamente, a pesar de no pertenecer a la misma empresa fabricante se reportó datos importantes en esta variable.

Severidad de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*

Tabla 11. Medias variable severidad de Fusarium

Tratamientos	Severidad de Fusarium
T4 Vento F1 + patrón espartano	0,00 a
T3 Vento F1 + patrón silvestre	17,31 b
T2 Miramar + patrón espartano	23,33 b c
T8 Vento F1 (Testigo)	30,00 b c d
T6 Candela + patrón espartano	36,67 c d
T1 Miramar + patrón silvestre	40,00 c d
T5 Candela + patrón silvestre	43,33 d
T7 Miramar (Testigo)	46,67 d e
T9 Candela (Testigo)	60,00 e
CV	27,19%

Villón, 2021

La evaluación de la variable severidad de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, se realizó 15 días después de la inoculación, basándose en una escala diagramática de 5 niveles, a estos datos recopilados se le aplicó el análisis de varianza y se realizó la comparación de medias mediante la prueba de Duncan al 5%. Por medio de la cual se identificó la existencia de diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados. En la tabla 10 se ordenan las medias correspondientes a esta variable.

El tratamiento que presento menor porcentaje de severidad fue el T4 (híbrido vento F1 injertado en patrón espartano), reportandose una severidad de 0%. Mientras que el tratamiento con mayor porcentaje de severidad fue el T9 (híbrido candela sin injertar) con un 60%.

Otro dato relevante fue que los 3 híbridos injertados en el patrón espartano presentaron una severidad de un 20%, los injertados en el patrón silvestre presentaron 33.52%, mientras los testigos se ubicaron en último lugar con una severidad promedio de 45.55%

Altura de planta

Tabla 12. Medias variable altura de planta a floración

Tratamientos	Altura de planta a floración	
T5 Candela + patrón silvestre	44,93	a
T6 Candela + patrón espartano	47,00	b
T2 Miramar + patrón espartano	48,00	b c
T9 Candela (Testigo)	48,47	b c d
T1 Miramar + patrón silvestre	49,00	c d e
T3 Vento F1 + patrón silvestre	50,00	d e f
T7 Miramar (Testigo)	50,27	e f
T4 Vento F1 + patrón espartano	51,40	f
T8 Vento F1 (Testigo)	53,07	g
CV	1,73%	

Villón, 2021

La variable altura de planta a floración se evaluó por una sola vez y fue cuando se presentó la floración de al menos el 50% de las plantas en estudio, a los datos recopilados se le aplicó análisis de varianza y la prueba de Duncan al 5%. Obteniendo un coeficiente de variación de 1.73%

El análisis de varianza al que se sometió estos resultados refleja la existencia de diferencia estadísticas entre los tratamientos evaluados. Información que puede ser validada con los resultados representados en la tabla 11

El tratamiento que alcanzo una mayor altura a floración fue el T8, (testigo híbrido vento F1) con 53.07 cm, muy de cerca se situó el T4 vento F1 injertado en patrón espartano con 52.40 cm. Así mismo se determinó que el tratamiento con menor desarrollo de la planta a floración fue el T5 híbrido candela, injertado en patrón silvestre con 44.93 cm.

Días a floración

Tabla 13. Medias variable días a floración

Tratamientos	Días a floración	
T9 Candela (Testigo)	34,27	a
T8 Vento F1 (Testigo)	36,80	b
T4 Vento F1 + patrón espartano	39,27	c
T7 Miramar (Testigo)	39,47	c
T6 Candela + patrón espartano	40,33	c d
T2 Miramar + patrón espartano	41,07	d e
T5 Candela + patrón silvestre	41,13	d e
T3 Vento F1 + patrón silvestre	42,00	e f
T1 Miramar + patrón silvestre	43,20	f
CV	1,76%	

Villón, 2021

En la tabla 12 se aprecian las medias correspondientes a la variable días a floración. Al efectuar el análisis de varianza se detectó significancia estadística entre los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación fue de 1,76%.

El tratamiento que presento la floración más prematura fue el T9 (testigo de híbrido candela) con 34.27 días. Mientras que el tratamiento con floración tardía fue el T1 (híbrido miramar injertado en patrón silvestre) con 43.20 días

Peso de frutos

Tabla 14. Medias variable peso de fruto

Tratamientos	Peso de Fruto		
T1 Miramar + patrón silvestre	150,93	a	
T5 Candela + patrón silvestre	151,60	a	
T7 Miramar (Testigo)	153,47	a	
T2 Miramar + patrón espartano	162,47	b	
T6 Candela + patrón espartano	167,67	c	
T9 Candela (Testigo)	170,27	c	
T3 Vento F1 + patrón silvestre	176,40	d	
T8 Vento F1 (Testigo)	182,00	e	
T4 Vento F1 + patrón espartano	189,73	f	
CV	1,65%		

Villón, 2021

Por medio de la variable peso de fruto en gramos se pudo conocer si el uso de injertos tiene influencia en un mayor desarrollo de los frutos, o a su vez se mantiene o disminuye, la recolección de datos se llevó a cabo mediante la selección de cinco plantas al azar de cada unidad experimental, las mismas fueron cosechadas durante 30 días, esta información recopilada fue analizada con el software infostat por medio del cual se aplicó análisis de varianza y se comparó sus medias con la prueba de Duncan al 5%. Resultados que se encuentran en la tabla 13

Como resultado primero se determinó la existencia de diferencia estadística entre los tratamientos evaluados, con un coeficiente de variación de 2.70%.

El tratamiento con mayor peso de fruto fue el T4 (híbrido Vento F1 injertado en patrón espartano) con 189.73 g, por otra parte, el tratamiento de menor valoración fue el T1 (híbrido miramar injertado en patrón silvestre), con 150.93 g

Rendimiento

Tabla 15. Medias variable rendimiento

Tratamientos	Rendimiento	
T1 Miramar + patrón silvestre	15093,33	a
T5 Candela + patrón silvestre	15160,00	a
T7 Miramar (Testigo)	15346,67	a
T2 Miramar + patrón espartano	16240,00	b
T6 Candela + patrón espartano	16766,67	b c
T9 Candela (Testigo)	17026,67	c
T3 Vento F1 + patrón silvestre	17640,00	d
T8 Vento F1 (Testigo)	18200,00	d e
T4 Vento F1 + patrón espartano	18673,33	e
CV	2,10%	

Villón, 2021

En la tabla 14 se aprecian las medias correspondientes a la variable rendimiento en kg/ha. Una vez aplicado el análisis de varianza de identifico significancia estadística entre los tratamientos evaluados con un coeficiente de variación de 2.10%

El tratamiento con mayor rendimiento, extrapolado a hectárea es el T4 (híbrido vento F1 injertado en patrón espartano) con 18673.33 kg/ha, mientras que el tratamiento con menor rendimiento es el T1 (híbrido Miramar injertado en patrón silvestre) con 15093.33 kg/ha.

Análisis económico

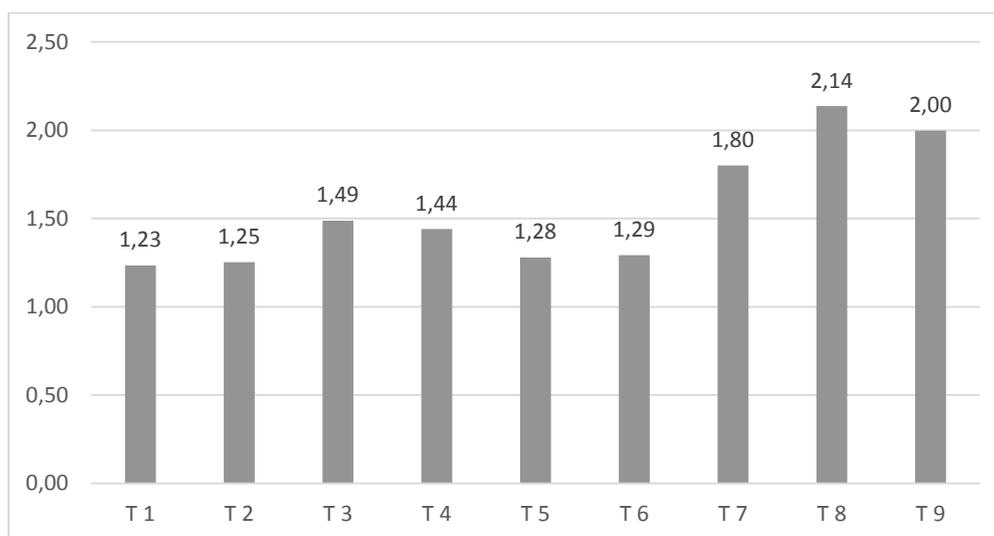


Figura 1. Relación beneficio costo de los tratamientos en estudio.

Villón, 2021

Para determinar el beneficio / costo de los tratamientos evaluados se tabularon los costos fijos y variables de los tratamientos, lo que permitió determinar el costo total de producción por ha de cada tratamiento, valores que se encuentran representado en la tabla 16, luego se determinó el ingreso total, para tal efecto se identificó el peso en kg que produjo cada tratamiento y se lo transformo a kg/ha, este valor se multiplico por 0.54 centavos que fue el precio promedio para tomate riñón a campo abierto en el TTV de Guayaquil. obtenido de (SIPA, 2021).

Con los datos de costo total e ingresos totales, se obtuvo el dato de beneficio costo al dividir los ingresos totales por los costos totales de cada tratamiento. Obteniendo los siguientes resultados.

Los resultados obtenidos en la medición de esta variable determinan que el T 8 (testigo vento F1) y T 9 (testigo candela) con 2.14 y 2.00 respectivamente son los tratamientos mejor valorados en la relación costo beneficio, mientras el T1 (híbrido miramar injertado en patrón silvestre) y el T2 (híbrido miramar injertado en patrón espartano) con 1.23 y 1.25 presentan la relación costo beneficio más baja de los 9 tratamientos en estudio.

DISCUSIÓN

Los resultados anteriormente analizados, denotan que al utilizar materiales comerciales como lo es el portainjerto espartano, el porcentaje de eficiencia y compatibilidad son superiores si lo comparamos con un patron silvestre y aún mas acentuado si la comparación es con plantas sin injertar, tambien se pudo comprobar que el injerto de empalme obtuvo hasta un 96.67% de eficiencia y un 100% de compatibilidad en el tratamiento 4 (híbrido vento F1 injertado en portainjerto espartano). Esta información concuerda con la expuesta por Miles, et al (2013) en la que se enfatiza que el injerto de empalme es el método más comúnmente utilizado para el injerto de berenjena y tomate, ya que tiene una alta tasa de éxito (95%), es relativamente simple, y se puede utilizar para injertar un gran número de plantas en un corto periodo de tiempo.

La incidencia y severidad con la que se presenta *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* en cultivares de tomate, juegan un papel preponderante en la rentabilidad de una producción, ya que sus niveles de daño son elevados. En esta investigación se determinó que mediante el uso del portainjerto comercial espartano y el híbrido vento F1 no existió presencia de este patógeno, mientras que en plantas sin injertar y sin ningún otro manejo de la enfermedad la incidencia de este patógeno llego hasta el 80% y su severidad alcanzó el 60%, evento que se pudo identificar en el testigo del híbrido candela. Estos resultados obtenidos concuerdan con la información obtenida por Martínez, Rosas, Jiménez y Loera (2015) en la que se determinó que las plantas injertadas e inoculadas con *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* raza 3, no presentaron síntomas del patógeno, ni tampoco presencia del mismo en el análisis microscópico al que fueron sometidas.

A fin de conocer si el uso de portainjertos influye sobre las características agronómicas del cultivo de tomate se evaluaron variables tales como, días a floración, altura de planta a floración, peso del fruto y rendimiento. Dentro de los resultados se constató que los testigos florecieron antes que las plantas injertadas y su altura a floración fue menor, esto se identificó que se da debido al tiempo que

la planta injertada se toma en adaptarse al proceso de injerto y continuar con su desarrollo. En tanto en las variables de peso de fruto y rendimiento se constató mayores niveles en las plantas injertadas en comparación con los testigos. (Castro, 2018) describe la influencia de las plantas injertadas sobre el peso de los frutos, llegando a pesar hasta 400 g, así mismo determinó el aumento de frutos de primera. Estos datos están en concordancia con los resultados obtenidos en esta investigación, ya que el porcentaje de frutos grandes y extragrandes es superior en las plantas injertadas en comparación con los testigos.

La continua presión antrópica a la que el cultivo de tomate se ha visto sometido desde su domesticación, han desencadenado en un sostenido mejoramiento genético de los materiales de siembra, de esta manera empresas productoras de semillas trabajan arduamente en la consecución de materiales tolerantes tanto a patógenos, como a condiciones abióticas, enmarcado en este precedente la empresa EnzaZaden (2020), que produce el portainjerto espartano, indica entre sus características que es un material de alta adaptación a los pisos climáticas donde se produce el tomate, así mismo se lo puede utilizar tanto en invernadero como a campo abierto, a más de esto entre sus principales cualidades se encuentra su alta resistencia a ToMV 0, 1 y 2, Fol 0-2, información que concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación ya que este material, no presento susceptibilidad a *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* conforme lo indica la empresa productora de este material y se adaptó de manera óptima a una producción a campo abierto en el litoral ecuatoriano.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La eficiencia y compatibilidad de un injerto van a depender de muchos factores, entre ellos los principales son los materiales de siembra, temperatura, humedad relativa, entre otros. Los resultados obtenidos en esta investigación identificaron que el T 4 (híbrido vento F1 injertado en patrón espartano), presentó el mayor porcentaje de eficiencia y compatibilidad con 96.67% y 100% respectivamente, en cuanto al tratamiento con resultados menos satisfactorios se determinó que fue el T 5 (híbrido candela injertado en patrón silvestre) con 35.00% de eficiencia y 47.00% de compatibilidad.

Se conoce que la utilización de plantas injertadas facilita el manejo de enfermedades de origen telúrico, los resultados obtenidos en esta investigación tanto en la variable incidencia, como en la variable severidad concuerdan con estas aseveraciones, ya que el T 4 (híbrido vento F1 injertado en patrón espartano), no fue susceptible a este patógeno ya que se reportó 0 % de incidencia y severidad, sin embargo en los testigos la incidencia se elevó identificándose en el t9 (híbrido candela testigo) un 80 % y una severidad del 60%, de esta manera estos resultados permiten sostener la afirmación de que el uso de plantas injertadas de tomate disminuyen la incidencia y severidad del hongo *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*

Respecto a rendimiento, las plantas injertadas que se evaluaron en esta investigación reportaron valores medianamente superiores a los testigos, no así la relación costo beneficio en la que los testigos obtuvieron valores superiores, sin embargo, es importante mencionar que la evaluación de estas variables se realizó por 30 días, y una de las características que se les atribuye a los injertos en la longevidad de la planta y su mayor vida productiva.

Recomendaciones

El uso de plantas injertadas es una opción viable para el manejo ecológico de patógenos, sin embargo, es importante comunicar con claridad que los tomates injertados contribuyen al manejo de patógenos de suelo, situación que no se replica frente a otros patógenos que afectan el cultivo de tomate ya que no existe un intercambio de genes de resistencia.

El corte del patrón debe hacerse lo más lejano de la raíz, tanto como lo permita el desarrollo de la planta, este se lo realiza por debajo de los cotiledones y de estar próximo a la raíz, se va a facilitar el ingreso de patógenos y por ende el fracaso de la injertación.

Los patrones silvestres pueden utilizarse en la producción de tomate, pero es importante tomar en cuenta su bajo porcentaje de eficiencia y compatibilidad, lo que se puede ver relativamente compensado en el costo de producción de plantas. Sin embargo, a nivel de producción comercial no se recomienda su uso, ya que su costo beneficio no fue superior a los testigos evaluados.

Por el alto costo de las plantas injertadas en Ecuador, debido principalmente a que es algo nuevo en el mercado, con pocas empresas ofertando el producto, dificultan su uso para producciones a campo abierto, motivo por el que se aconseja su uso preferentemente en producciones bajo invernadero y aún más en producciones orgánicas, ya que estos materiales permiten un mayor tiempo de cosecha, logrando de esta manera amortizar el costo de las plantas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- AGRISTAR. (2020). *Topseed Premium Tecnologia em sementes* . Obtenido de Semente tomate salada (IND) Híbrido Vento F1:
<https://agristar.com.br/topseed-premium/tomate-salada-ind-hibrido/vento-F1/3504//>
- Almonacid, A. (2018). En *caracterización molecular de Fusarium oxysporum aislado de cultivos colombianos de tomate (Solanum lycopersicum) con marchitez vascular* (págs. 7 - 8). Bogotá D.C: Universidad El Bosque .
- Ausay, E. (2015). En *Respuesta de tomate riñon (Lycopersicum esculentum Mill) Cv Dominic bajo invernadero a dos relaciones nitrato/amonio mediante fertirriego por goteo*. (pág. 1). Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo .
- Báez Valdez, E. P., Carrillo Fasio, J. A., Báez Sañudo, M. A., García Estrada, R. S., Valdez Torres, J. B., y Contreras Martínez, R. (2010). *Uso de Portainjertos Resistentes para el Control de la Fusariosis (Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici Snyder & Hansen raza 3) del Tomate (Lycopersicon esculentum Mill) en Condiciones de Malla Sombra*. Culiacán: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Coordinación Culiacán.
- Castillo, H., y Estrada, K. (2019). En *Evaluación de dos tipos de sujetadores utilizados en el proceso de injertación en tres genotipos de tomate (Solanum sp. L), en el Centro Experimental las Mercedes UNA 2019* (pág. 2). Managua: universidad Nacional Agraria.
- Castro, J. (2018). En *Tomate: Influencia del injerto y manejo a dos ramas en la respuesta fisiológica, productividad y calidad de los frutos* (págs. 10-11). Buenos Aires: Universidad Nacional de La Plata.
- Constitución de la República del Ecuador. (04 de Enero de 2021). OAS. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/mla/sp/ecu/sp_ecu-int-text-const.pdf
- Dascón, A. (2018). *Evaluación de cinco variedades de tomate (Solanum lycopersicum L.) obtenidas usando germoplasma nativo ecuatoriano frente*

a dos tratamientos de control de plagas en la provincia de Loja. Cuenca: Universidad del Azuay.

De Caboteau, A. y Morini, M. (2020). En *Crecimiento de pies y copas para la producción de plantines de tomate injertado: efecto de la fecha de siembra y las condiciones ambientales* (págs. 4-6). Universidad Nacional de La Plata.

Delgado, L. (2019). Evaluación de inducción de resistencia en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) con silicio y antagonismo de *Trichoderma viride* contra la marchitez vascular causada por *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici*. En L. Delgado. Ibagué - Tolima : Universidad de Tolima .

Demeule, E. (2020). *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn. En *Effet répressif de Bacillus subtilis et de Bacillus pumilus envers Rhizoctonia solani sur tomate et concombre de serre* (págs. 4-5). Québec, Canada: Université Laval.

Encalada, E. (2016). *Evaluación de dos especies de Trichoderma para el manejo de enfermedades fúngicas que afectan al cultivo del tomate (Solanum lycopersicum Mill) a nivel radicular en condiciones de invernadero*. Cuenca : Universidad de Cuenca . Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25530/1/tesis.pdf>. pdf

EnzaZaden. (14 de Octubre de 2020). *Enza Zaden Productos y Servicios*. Obtenido de <https://www.enzazaden.com/mx/products-and-services/our-products/Portainjertos/Espartano%20F1>

FAO STAT. (2019). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura* . Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>

Galárraga, D. (2018). Caracterización morfológica de aislamientos nativos como potenciales agentes de control biológico asociados a *Fusarium* spp., en tomate riñón. Quito: Universidad Central del Ecuador.

García, A., Rodríguez, C., Restrepo, E., y Sánchez, A. (2017). Residuos de plaguicidas en tomate (*Solanum lycopersicum*) comercializado en Armenia, Colombia. *Vitae* ISSN 2145-2660, 24(2), 869. doi:[http://dx.doi.org/10.17533/udea.vitae.v24n2\(2\)a08](http://dx.doi.org/10.17533/udea.vitae.v24n2(2)a08)

- González, P. (2013). Distribución geográfica de los tomates silvestres (*Solanum L. sect. Lycopersicon (Mill.) Wettst.: Solanaceae*). *Arnaldoa*, 302. Obtenido de <http://journal.upao.edu.pe/Arnaldoa/article/view/125/121>
- Guerra, D. (2018). *En efecto de los nematodos y el injerto en la composición nutricional de melón y tomate* (pág. 11). Barcelona : Universidad Politecnica de Barcelona .
- Guía De Buenas Prácticas Agrícolas , P. (2015). Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/Guía-de-BPA-para-tomate-de-riñón.pdf>
- Herrera Cid, R., y Henríquez Saez, J. (2017). *Identificación de las razas de Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici y de la f.sp. radicis-lycopersici en el cultivo del tomate en la zona central de Chile*. Santiago: Departamento de Sanidad Vegetal. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Casilla 1004. Santiago.
- IMPORALASKA. (2019). *Clause Vegetable Seeds*. Obtenido de Candela F1: http://www.imporalaska.com/uploads/products/2019/06/ficha_1561386980_1561387016.pdf
- INEC. (2016). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua 2016*. Obtenido de Tabla 6. superficie, producción y ventas, según cultivos transitorios: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Indice%20de%20publicacion%20ESPAC%202016.xlsx
- InfoStat. (2017). *InfoStat Software Estadístico*. Obtenido de <https://www.infostat.com.ar/>
- Lambies, J. (2015). *Influencia del injerto y de dos soluciones nutritivas en parámetros de producción y calidad en tomate “valenciano”*. Valencia: Universitat Politècnica De València.
- Lambies, J., San Bautista, A., y López, S. (2017). Influencia del injerto y la relación potasio/nitrógeno sobre el rendimiento y calidad del tomate valenciano. (págs. 51-56). Valencia: EDITORIAL Universitat Politècnica De València.

- Maradiaga, S. (2016). El injerto en tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) alternativa al cambio climático. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 3(2), 183.
- Márquez, S. (2020). Manejo integrado de damping off, en el cultivo de Ají Jalapeño *Capsicum annuum*. Babahoyo : Universidad Técnica de Babahoyo .
- Martinez, M., Rosas, M., Jimenez, G., y Loera, M. (2015). Uso de portainjertos para el control de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raza 3 en tomate cherry tipo uva. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*, 163-167.
- Mendieta, A. (2017). *Evaluación de la compatibilidad y eficiencia de injertos entre algunas especies silvestres y domesticadas de Chile (Capsicum spp.) y papa (Solanum spp.)*. Aguas Calientes - México : Universidad Autónoma de Aguas Calientes .
- Miles, C., Schaffer, S., Estrada , E., y Gallardo, K. (2013). *Injerto de verduras: berenjena y tomate*. Pullman: Extensión Cooperativa de la Universidad Estatal de Washington. Obtenido de <https://research.libraries.wsu.edu:8443/xmlui/bitstream/handle/2376/4548/F052ES.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Nord, R. (2017). *Caracterización de genotipos mexicanos de jitomate (Solanum lycopersicum L): su potencial como portainjertos de variedades comerciales en el occidente de México*. Michoacán: Instituto Politecnico Nacional .
- Pinedo, R. (2017). Proceso del injerto en *producción orgánica de tomate de mesa (Solanum lycopersicum L.) en invernadero con técnicas de injerto y bancal profundo en la molina* (pág. 20). lima - Perú: universidad Nacional Agraria La Molina.
- Pulido, L., y García , R. (2017). El injerto herbáceo en tomate: alternativa fitotécnica para el control de nematodos. *Universidad y Ciencia UNICA*, 6(1), 15-16. Obtenido de <http://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/433/1069>

- Reyes, A., Robledo , V., Valdez, L., Cabrera , M., Ramírez, F., y Sandoval, A. (2018). Rendimiento y calidad de tomate injertado y cultivado bajo malla sombra e invernadero. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 5(13), 89-95. doi:<https://doi.org/10.19136/era.a5n13.1050>
- Ricárdez, M., Camacho , F., y Tello, J. (2008). *El injerto en el cultivo de tomate como alternativa al uso de bromuro de metilo*. Baja California: SEMARNAT. Obtenido de <http://apps2.semarnat.gob.mx:8080/sissao/images/pdf/TOMATE-BAJA.pdf>
- Santamaria, K. A. (2018). *Producción de tomate riñón (Lycopersicum esculentum Mill.) utilizando plántulas injertas en palo bobo (Nicotiana glauca Graham.) como inductor de resistencia a nemátodos*. Cevallos: Universidad Técnica de Ambato.
- SEMINIS. (2019). *SEMINIS ANDINA*. Obtenido de Miramar: <https://seminis-andina.com/productos/miramar/465>
- Severino, C., Elizondo, R., Alvaro, J., y Oyanedel , E. (2017). Densidad y manejo de ejes en plantas injertadas de tomate indeterminadas en invernadero. *Horticultura Brasileira*, 35, 542-548. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620170411>
- SIPA. (27 de Junio de 2021). *Precios mayoristas* . Obtenido de Sistema de Información Pública Agropecuaria : <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/precios-mayoristas>
- Vanina, E. (2017). *Efecto de los porta-injertos sobre las características físico-químicas y sensoriales de frutos de cultivares criollos y comerciales de tomate*. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo.
- Varela, A. (2018). En *Estudio de la producción y comercialización del tomate riñón (Lycopersicum esculentum) en el cantón Pimampiro, de la provincia de Imbabura*. (pág. 5). Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Vásquez, L., y Castaño, J. (2017). Manejo integrado de la marchitez vascular del tomate (*Fusarium oxysporum* f. sp *lycopersici* (SACC) W.C. SNYDER y H.N. HANSEN]: ua revisión. *U.D.C.A*, 20(2), 364-365. Obtenido de <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/394/336>

- Velasco, M. (2013). *Anatomía y manejo agronómico de plantas injertadas en jitomate (Solanum lycopersicum L.)*. Chapingo - México: Universidad Autónoma Chapingo. Obtenido de <https://chapingo.mx/horticultura/pdf/tesis/TESISMCH2013050810128186.pdf>
- Velasco, M., Castro Rogelio, Castillo Ana, Avitia, E., Sahagún Jaime, y Lobato, R. (2016). composición mineral, biomasa y rendimiento en tomate (*Solanum lycopersicum L.*) injertado. *Interciencia*, 41(10), 703. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/339/33947690009.pdf>
- Zevallos Bravo, B. (2018). *estimacion de la plasticidad fenológica del tomate silvestre (Solanum pimpinellifolium L.) en el cantón Bolivar, provincia de Manabí. Ecuador*. Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí.

ANEXOS

Anexo 1: Certificación por parte del propietario del sitio donde se realizó el trabajo de campo.

Guayaquil, 18 de junio de 2021

CERTIFICACIÓN

Yo, Luz del Rocío Leoro, con número de cédula 091004030-2, en mi calidad de propietaria de la quinta Leoro, ubicada en la comuna Bajada de Chanduy, perteneciente al cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena, certifico que el Ing. Henry Paúl Villón Leoro con cédula 092922719-7 realizó trabajo de campo, el mismo consistió en siembra y producción del cultivo de tomate, correspondiente al tema de tesis de maestría en Sanidad Vegetal titulado: **TOLERANCIA A *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici* EN HÍBRIDOS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* Mill.) INJERTADOS EN PATRONES DE SOLANACEAS**. Dejo constancia que durante el proceso el maestrante demostró responsabilidad y conocimiento del tema realizado.

Sin otra particular que comunicar, autorizo al portador del presente documento pueda hacer uso del mismo como crea conveniente dentro de los límites permitidos.

Atentamente,

Sra. Luz del Rocío Leoro

CC: 091004030-2

Anexo 2: Escala diagramática de severidad de *Fusarium oxysporum*

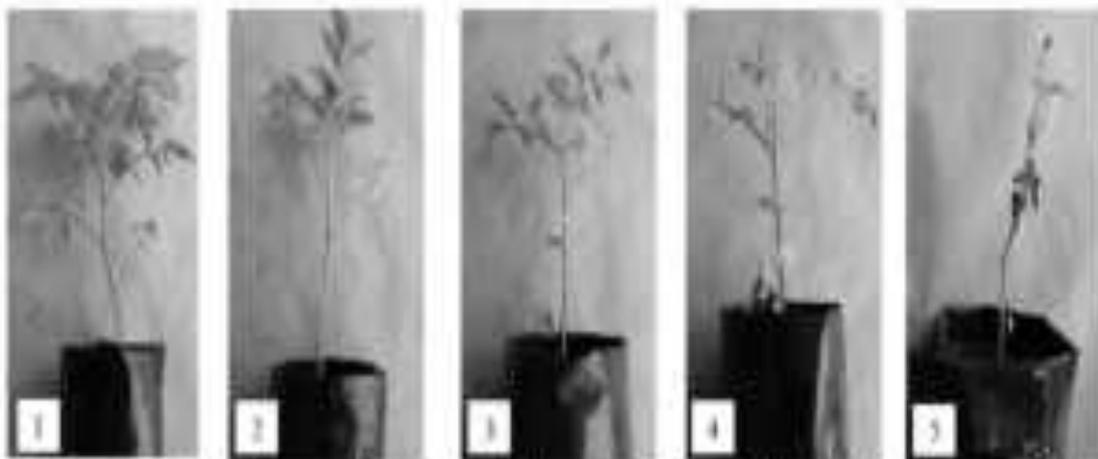


Figura 3. Escala diagramática para la evaluación de la severidad de síntomas en plantas inoculadas con *Fusarium oxysporum*. 1. Planta sana, sin síntomas; 2. Clorosis leve de segunda o tercera hoja; 3. Clorosis moderada de la planta; 4. Clorosis severa y marchitamiento; 5. Muerte de la planta.

Fuente: Herrera y Henríquez (2017)

Anexo 3: Semilla híbrido miramar



Fuente: Villón, 2021

Anexo 4: Semilla híbrido candela



Fuente: Villón, 2021

Anexo 5: Semilla portainjerto espartano



Fuente: Villón, 2021

Anexo 6: Recolección de tomate silvestre



Fuente: Villón, 2021

Anexo 7: Semillero



Fuente: Villón, 2021

Anexo 8: Planta óptima para injertación



Fuente: Villón, 2021

Anexo 9: Plantas de portainjerto silvestre



Fuente: Villón, 2021

Anexo 10: Plantas injertadas



Fuente: Villón, 2021

Anexo 11: Evaluación de eficiencia de la injertación



Fuente: Villón, 2021

Anexo 12: Preparación de muestra para determinación de compatibilidad a través de microscopía



Fuente: Villón, 2021

Anexo 13: Planta seleccionada para determinar compatibilidad



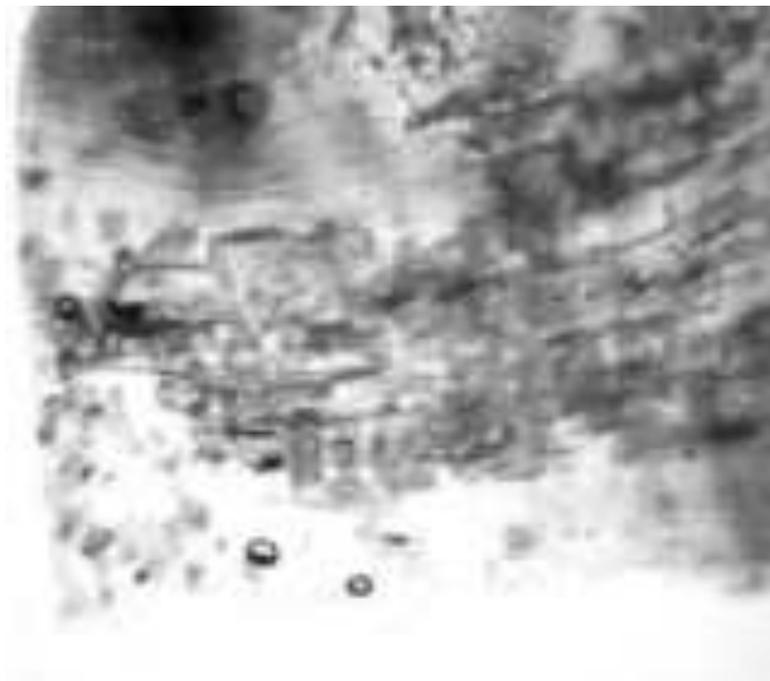
Fuente: Villón, 2021

Anexo 14: Microscopia de una planta compatible



Fuente: Villón, 2021

Anexo 15: Observación de la formación de callo y diferencia vascular en una planta compatible



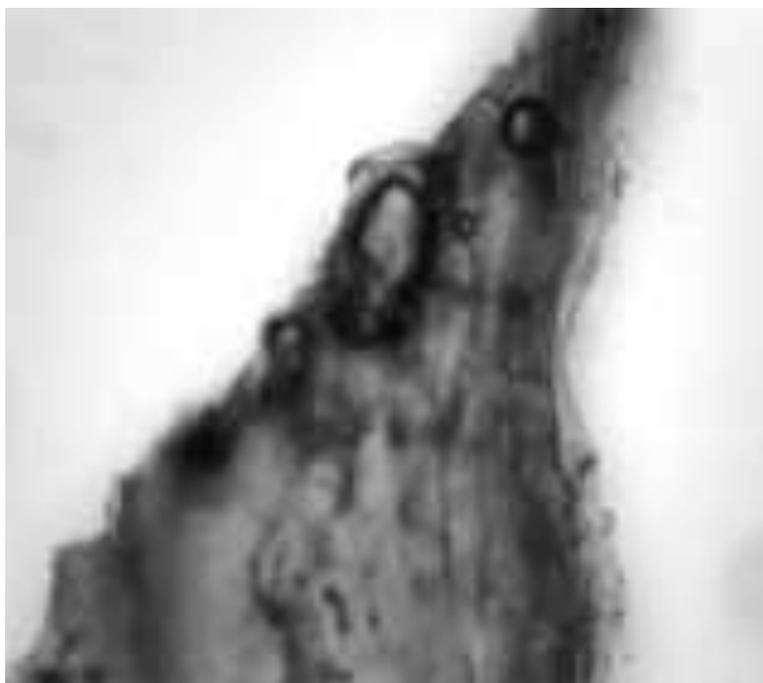
Fuente: Villón, 2021

Anexo 16: Planta no compatible



Fuente: Villón, 2021

Anexo 17: Microscopia de planta no compatible



Fuente: Villón, 2021

Anexo 18: Inoculación con *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*



Fuente: Villón, 2021

Anexo 19: Evaluación de incidencia de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*



Fuente: Villón, 2021

Anexo 20: Evaluación de severidad de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*



Fuente: Villón, 2021

Anexo 21: Planta en senescencia a causa de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*



Fuente: Villón, 2021

Anexo 22: Siembra en campo de los diferentes tratamientos



Fuente: Villón, 2021

Anexo 23: Labor cultural de tutorio



Fuente: Villón, 2021

Anexo 24: Labor cultural de poda



Fuente: Villón, 2021

Anexo 25: Evaluación de peso de frutos



Fuente: Villón, 2021

Anexo 26: Evaluación de peso de frutos en presencia del tutor Ing. Cesar Peña, MSc.



Fuente: Villón, 2021

Anexo 27: Supervisión de campo por parte del tutor. Ing. Cesar Peña MSc



Fuente: Villón, 2021

Anexo 28: Evaluación del estado fitosanitario de la plantación



Fuente: Villón, 2021

Anexo 29: supervisión de producción por parte del tutor Ing. Cesar Peña, MSc



Fuente: Villón, 2021

Anexo 30: cosecha de frutos



Fuente: Villón, 2021

Anexo 31: evaluación de tratamiento 4 (híbrido vento F1 injertado en patrón espartano)



Fuente: Villón, 2021

APÉNDICES

**Tabla 15: Análisis de varianza y prueba Duncan
Eficiencia de injertación**

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Eficiencia	18	0,93	0,88	13,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9422,22	7	1346,03	19,08	<0,0001
Tratamiento	9111,11	5	1822,22	25,83	<0,0001
Bloque	311,11	2	155,56	2,20	0,1610
Error	705,56	10	70,56		
Total	10127,78	17			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 70,5556 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
5	35,00	3	4,85	a	
3	46,67	3	4,85	a	
1	46,67	3	4,85	a	
6	73,33	3	4,85		b
2	85,00	3	4,85		b c
4	96,67	3	4,85		c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Compatibilidad de injertación.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Compatibilidad	18	0,77	0,61	17,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5087,50	7	726,79	4,86	0,0126
Tratamiento	4916,50	5	983,30	6,58	0,0059
Bloque	171,00	2	85,50	0,57	0,5819
Error	1495,00	10	149,50		
Total	6582,50	17			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 149,5000 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
5	47,00	3	7,06	a	
6	60,00	3	7,06	a	b
3	67,00	3	7,06	a	b
1	73,00	3	7,06		b
2	80,00	3	7,06		b c
4	100,00	3	7,06		c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Incidencia de Fusarium

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Incidencia	27	0,89	0,82	26,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13509,72	10	1350,97	12,57	<0,0001
Tratamiento	13316,67	8	1664,58	15,49	<0,0001
Bloque	193,06	2	96,53	0,90	0,4269
Error	1719,44	16	107,47		
Total	15229,17	26			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 107,4653 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.					
4	0,00	3	5,99	a				
2	20,00	3	5,99		b			
6	30,00	3	5,99		b	c		
3	30,00	3	5,99		b	c		
8	35,00	3	5,99		b	c		
1	40,00	3	5,99			c	d	
5	55,00	3	5,99				d	e
7	60,00	3	5,99					e
9	80,00	3	5,99					f

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Severidad de Fusarium

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Severidad	27	0,86	0,77	27,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7653,17	10	765,32	9,49	0,0001
Tratamiento	7567,52	8	945,94	11,72	<0,0001
Bloque	85,66	2	42,83	0,53	0,5981
Error	1290,92	16	80,68		
Total	8944,09	26			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 80,6824 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.					
4	0,00	3	5,19	a				
3	17,31	3	5,19		b			
2	23,33	3	5,19		b	c		
8	30,00	3	5,19		b	c	d	
6	36,67	3	5,19			c	d	
1	40,00	3	5,19			c	d	
5	43,33	3	5,19				d	
7	46,67	3	5,19				d	e
9	60,00	3	5,19					e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Altura de planta

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta	27	0,92	0,88	1,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	141,35	10	14,13	19,59	<0,0001
Tratamiento	139,75	8	17,47	24,21	<0,0001
Bloque	1,60	2	0,80	1,11	0,3534
Error	11,54	16	0,72		
Total	152,89	26			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,7215 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.						
5	44,93	3	0,49	a					
6	47,00	3	0,49		b				
2	48,00	3	0,49		b	c			
9	48,47	3	0,49		b	c	d		
1	49,00	3	0,49			c	d	e	
3	50,00	3	0,49				d	e	f
7	50,27	3	0,49					e	f
4	51,40	3	0,49						f
8	53,07	3	0,49						g

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Días a floración

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Días a floración	27	0,96	0,93	1,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	182,71	10	18,27	37,56	<0,0001
Tratamiento	180,09	8	22,51	46,27	<0,0001
Bloque	2,62	2	1,31	2,69	0,0985
Error	7,78	16	0,49		
Total	190,49	26			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,4865 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.						
9,00	34,27	3	0,40	a					
8,00	36,80	3	0,40		b				
4,00	39,27	3	0,40			c			
7,00	39,47	3	0,40			c			
6,00	40,33	3	0,40			c	d		
2,00	41,07	3	0,40				d	e	
5,00	41,13	3	0,40				d	e	
3,00	42,00	3	0,40					e	f
1,00	43,20	3	0,40						f

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Peso de fruto

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de fruto	27	0,97	0,96	1,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4649,04	10	464,90	60,86	<0,0001
tratamiento	4620,06	8	577,51	75,60	<0,0001
Bloque	28,98	2	14,49	1,90	0,1823
Error	122,22	16	7,64		
Total	4771,26	26			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 7,6387 gl: 16

tratamiento	Medias	n	E.E.				
1	150,93	3	1,60	a			
5	151,60	3	1,60	a			
7	153,47	3	1,60	a			
2	162,47	3	1,60		b		
6	167,67	3	1,60			c	
9	170,27	3	1,60			c	
3	176,40	3	1,60				d
8	182,00	3	1,60				e
4	189,73	3	1,60				f

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Rendimiento.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	27	0,96	0,93	2,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	42827970,37	10	4282797,04	34,79	<0,0001
Tratamiento	42396829,63	8	5299603,70	43,06	<0,0001
Bloque	431140,74	2	215570,37	1,75	0,2052
Error	1969392,59	16	123087,04		
Total	44797362,96	26			

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 123087,0370 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.				
1	15093,33	3	202,56	a			
5	15160,00	3	202,56	a			
7	15346,67	3	202,56	a			
2	16240,00	3	202,56		b		
6	16766,67	3	202,56		b	c	
9	17026,67	3	202,56			c	
3	17640,00	3	202,56				d
8	18200,00	3	202,56				d
4	18673,33	3	202,56				e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 17. Relación costo beneficio

Tratamiento	Descripción	Costo unitario de planta	Costo plantas por ha	Costo labores culturales por ha	Costo MIP y programa de fertilización	Costos variables (injeritación, otros problemas fitosanitarios)	Costo Total	Peso de fruto Kg/ha	Precio de Kg de fruto	Ingreso total	Utilidad neta	Beneficio / costo
Tratamiento 1	Híbrido Miramar + Patrón Silvestre	\$ 0,23	\$ 4.300,00	\$ 1.200,00	\$ 800,00	\$ 300,00	\$ 6.600,00	15093,33	\$ 0,54	\$ 8.150,398	\$ 1.550,40	1,23
Tratamiento 2	Híbrido Miramar + Patrón Espartano	\$ 0,25	\$ 4.700,00	\$ 1.200,00	\$ 800,00	\$ 300,00	\$ 7.000,00	16240,00	\$ 0,54	\$ 8.769,60	\$ 1.769,60	1,25
Tratamiento 3	Híbrido Vento F1 + Patrón Silvestre	\$ 0,22	\$ 4.100,00	\$ 1.200,00	\$ 800,00	\$ 300,00	\$ 6.400,00	17640,00	\$ 0,54	\$ 9.525,60	\$ 3.125,60	1,49
Tratamiento 4	Híbrido Vento F1 + Patrón Espartano	\$ 0,25	\$ 4.700,00	\$ 1.200,00	\$ 800,00	\$ 300,00	\$ 7.000,00	18673,33	\$ 0,54	\$ 10.083,60	\$ 3.083,60	1,44
Tratamiento 5	Híbrido Candela + Patrón Silvestre	\$ 0,22	\$ 4.100,00	\$ 1.200,00	\$ 800,00	\$ 300,00	\$ 6.400,00	15160,00	\$ 0,54	\$ 8.186,40	\$ 1.786,40	1,28
Tratamiento 6	Híbrido candela + Patrón Espartano	\$ 0,25	\$ 4.700,00	\$ 1.200,00	\$ 800,00	\$ 300,00	\$ 7.000,00	16766,67	\$ 0,54	\$ 9.054,00	\$ 2.054,00	1,29
Tratamiento 7	Testigo híbrido Miramar	\$ 0,12	\$ 2.400,00	\$ 1.200,00	\$ 800,00	\$ 200,00	\$ 4.600,00	15346,67	\$ 0,54	\$ 8.287,20	\$ 3.687,20	1,80
Tratamiento 8	Testigo híbrido vento F1	\$ 0,12	\$ 2.400,00	\$ 1.200,00	\$ 800,00	\$ 200,00	\$ 4.600,00	18200,00	\$ 0,54	\$ 9.828,00	\$ 5.228,00	2,14
Tratamiento 9	Testigo híbrido candela	\$ 0,12	\$ 2.400,00	\$ 1.200,00	\$ 800,00	\$ 200,00	\$ 4.600,00	17026,67	\$ 0,54	\$ 9.194,40	\$ 4.594,40	2,00