



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN
PROTECCIÓN VEGETAL**

**MANEJO INDUCIDO DEL TMV (*Tobacco
mosaic virus*) EN CHILE Y JITOMATE Y
TEV (*Tobacco etch virus*) EN TABACO**

TESIS

Que como requisito parcial
para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCION VEGETAL

Presenta:

RAMIRO HERNÁNDEZ SANTIAGO

DIRECCION GENERAL ACADEMICA
CENTRO DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

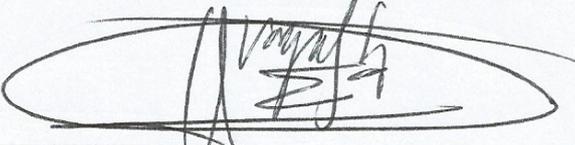
Bajo la supervisión de: **Dr. Mateo Vargas Hernández**

Chapingo, Estado de México, Junio de 2018

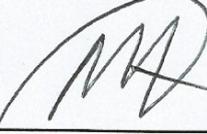


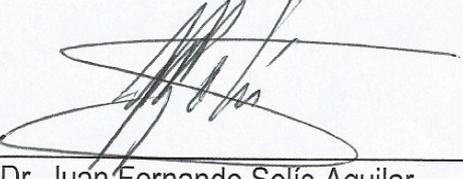
La presente tesis titulada **MANEJO INDUCIDO DEL TMV** (*Tobacco mosaic virus*) **EN CHILE Y JITOMATE Y TEV** (*Tobacco etch virus*) **EN TABACO**, fue realizada por Ramiro Hernández Santiago, bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL


DIRECTOR: _____
Dr. Mateo Vargas Hernández


ASESOR: _____
Dra. Erika Janet Zamora Macorra


ASESOR: _____
Dr. Marcelo Acosta Ramos


ASESOR: _____
Dr. Juan Fernando Solís Aguilar

Chapingo, Edo. de México, Junio de 2018

RESUMEN

MANEJO INDUCIDO DEL TMV (*Tobacco mosaic virus*) EN CHILE Y JITOMATE Y TEV (*Tobacco etch virus*) EN TABACO

Ramiro Hernández Santiago¹, Mateo Vargas Hernández²

Tobacco mosaic virus (TMV), distorsiona hojas y frutos afectados presentando un mosaico amarillo. El cultivo de chile y jitomate son afectados por TMV. Los objetivos fueron evaluar el efecto que tienen los inductores de resistencia sobre la concentración viral, peso seco total (hoja, tallo, raíz), longitud de raíz, severidad, altura, número y peso de frutos, en plantas de chile y jitomate infectadas artificialmente con TMV. En plantas de tabaco infectadas con *Tobacco etch virus* (TEV) se evaluó la concentración viral, peso seco total (hoja, tallo, raíz), y longitud de raíz. Los resultados obtenidos mostraron que Virus Stop® y Messenger gold® redujeron la concentración de TMV a los 41 días después de la inoculación (ddi), Messenger gold® generó la mayor longitud de la raíz, menor severidad, mayor número y peso de frutos en chile cv. Tampiqueño. En chile cv. Camino Real, se redujo la concentración de TMV a los 41 ddi con Messenger gold®+Messenger gold®+fosfito de potasio+fosfito de potasio, la severidad fue baja. En jitomate, en un primer experimento, Virus Stop® redujo la concentración de TMV a los 41 ddi, obtuvo el segundo mayor peso seco total, redujo la severidad, propició la mayor altura, y registró el segundo mayor número y peso de frutos que no presentaron síntomas. En jitomate, en el segundo experimento, a los 38 ddi, se redujo la concentración viral con Messenger gold®+ Messenger gold®+MC Cream+MC Cream, obtuvo el segundo valor en peso seco total, longitud de raíz, número y peso de frutos que no mostraron síntomas. En plantas de tabaco, Messenger gold® redujo la concentración de TEV y mostró el segundo mayor peso seco total, y longitud de raíz.

Palabras claves: inductores de resistencia, TMV, TEV, solanáceas, tabaco.

Tesis de maestría en ciencias en protección vegetal, Universidad Autónoma Chapingo

¹ Autor

² Director de tesis

ABSTRACT

INDUCED MANAGEMENT OF TMV (Tobacco mosaic virus) IN CHILI PEPPER AND TOMATO AND TEV (Tobacco etch virus) IN TOBACCO

Ramiro Hernández Santiago¹, Mateo Vargas Hernández²

The Tobacco Mosaic Virus (TMV) distorts leaves and fruits, causing a yellow mosaic. Chili pepper and tomato crops are affected by TMV. The aim of this work was to evaluate the effect of resistance inducers on viral concentration, total dry weight (leaf, stem and root), root length, severity, height and number and weight of fruits, in chili pepper and tomato plants artificially infected with TMV. Tobacco plants infected with Tobacco Etch Virus (TEV) were evaluated for viral concentration, total dry weight (leaf, stem and root) and root length. The results obtained showed that Virus Stop® and Messenger gold® reduced the TMV concentration at 41 days after inoculation (dai). Messenger gold® produced the greatest root length, lowest severity, and highest fruit number and weight in chili pepper cv. Tampiqueño. In chili pepper cv. Camino Real, the TMV concentration was reduced at 41 dai with Messenger gold®+ Messenger gold®+potassium phosphite+potassium phosphite; the severity was low. In a first experiment in tomato plants, the Virus Stop® reduced the TMV concentration at 41 dai, and it obtained the second highest total dry weight, reduced the severity, obtained the highest height, and recorded the second highest number and weight of fruits that did not show symptoms. In the second tomato plant experiment, the viral concentration was reduced at 38 dai with Messenger gold®+Messenger gold®+MC Cream+MC Cream, obtaining the second highest value in total dry weight, root length, and number and weight of fruits that showed no symptoms. In tobacco plants, Messenger gold® reduced the TEV concentration and showed the second highest total dry weight and root length.

Keywords: resistance inducers, TMV, TEV, Solanaceae, tobacco

Thesis, Universidad Autónoma Chapingo

¹Author

²Advisor

DATOS BIOGRÁFICOS



Ramiro Hernández Santiago nació el 31 de agosto de 1989 en la ciudad de Tlapa de Comonfort, Guerrero. Estudió la educación media superior en la preparatoria No 11. En el año 2007 ingresó al Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, Centro de Estudios Profesionales en Cocula, Gro., donde obtuvo el grado de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista (2007-2011). En el año 2012 ingreso a laborar a la empresa Agronutrientos especializados en asesoría técnica en diagnóstico, control de plagas, enfermedades en cultivos de hortalizas y maíz., colaboró con la empresa Cosmocel en venta de insumos a través del representante de ventas del estado de Guerrero. Trabajó en Agrícola el Dorado en la comercialización de insumos. En ese mismo año se integró de tiempo completo como prestador de servicios profesionales (PSP) en la agencia agrícola, Asesoría y Desarrollo Integral de la Montaña (ADIM), operando el programa PESA (Proyecto Estratégico para la Seguridad Alimentaria) (2012-2014). En el año 2014 fundó la empresa Agropecuaria La Cosecha en Tlapa de Comonfort, Guerrero, dedicada a la venta de insumos agropecuarios. Posteriormente en el 2016, ingresó a la Maestría en Ciencias en Protección Vegetal del departamento de parasitología agrícola en la Universidad Autónoma Chapingo.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por otorgarme la beca para realizar mis estudios de maestría.

A la Universidad Autónoma Chapingo, al Departamento de Parasitología Agrícola y en particular al programa de Posgrado en Protección Vegetal, por la oportunidad de cursar y realizar los estudios de posgrado.

Al Dr. Mateo Vargas Hernández por la dirección de la presente investigación, su amistad, por sus palabras de motivación para el cumplimiento de los objetivos y metas planteados, su contribución en la revisión del presente trabajo de investigación, y asesoramiento de la parte estadística del análisis de los datos, así como en la gestión del proyecto de investigación.

Dra. Erika Janet Zamora Macorra, por su asesoría en la técnica ELISA en la etapa de laboratorio, recomendaciones en el diagnóstico de los virus fitopatógenos, y sugerencias en la investigación y trabajo de invernadero.

Al Dr. Marcelo Acosta Ramos por la asesoría en las tácticas de control de virus fitopatógenos y las sugerencias en la investigación y del trabajo de invernadero y su apoyo en la gestión del invernadero, y laboratorio.

Dr. Juan Fernando Solís Aguilar, por las recomendaciones del trabajo de campo, sugerencias en la investigación, sus atinadas sugerencias del establecimiento del cultivo en invernadero.

Sr. Mario Salazar Segura, por la donación de plantas infectadas con virus mosaico del tabaco y virus jaspeado del tabaco, por su apoyo en el laboratorio de virología agrícola para analizar las muestras recolectadas en invernadero.

M.C. Antonio Segura Miranda, por su apoyo en la gestión para la disponibilidad del acceso al laboratorio de virología agrícola del departamento de parasitología agrícola de la UACH.

Dr. Joel Pineda Pineda, por el apoyo brindado para emplear el equipo de laboratorio para secado de muestras de tejido vegetal en el laboratorio de

nutrición vegetal, departamento de suelos de la UACH.

A todos los profesores de posgrado en protección vegetal por compartir sus experiencias y conocimientos en lo profesional y académico.

A todos mis amigos de la maestría, en especial generación 58: Aldo Bustamante, Javier Flores, Iván, Cristian, Paola Cubillos, e Imelda. Además de Mauro Carreto Adame, Martín Pantaleón, Cinthya Marisol, Yesica Dayana, Pedro, Arturo, Mijael, Víctor, Sobed, Angélica, Luis Antonio, Alfredo, Andrés, Rosa, Leonel, y Adrián gracias por su amistad.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Raúl Hernández Gálvez y Gloria Santiago Cano, por ser las personas que me brindan su amor, cariño, comprensión, valores y apoyo incondicional. Por darme palabras de aliento cuando más lo necesito.

A mi esposa:

Con cariño y amor Pety Espinobarros Feliciano por su apoyo incondicional, comprensión, pilar, y motivación en mi vida.

A mis hermanos:

Yesenia Hernández Santiago y José Manuel Hernández Santiago, por su apoyo moral.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
DATOS BIOGRÁFICOS	v
AGRADECIMIENTOS	vi
DEDICATORIAS	viii
ÍNDICE GENERAL	ix
ÍNDICE DE CUADROS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
1. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	3
2.1 Objetivos.....	3
2.2 Hipótesis.....	4
3. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 El cultivo de chile.....	4
3.1.1 Importancia.....	4
3.1.2 Producción nacional.....	5
3.1.3 Producción mundial.....	6
3.1.4 Exportación.....	6
3.2 Cultivo de jitomate.....	7
3.2.1 Importancia.....	7
3.2.2 Producción nacional.....	7
3.2.3 Producción mundial.....	8
3.2.4 Exportación.....	8
3.3 Virus fitopatógenos en el cultivo de chile.....	9
3.3.1 <i>Tobacco mosaic virus</i> (TMV).....	9
3.3.1.1 Síntomas.....	10
3.3.1.2 Transmisión.....	10
3.3.2 <i>Tobacco etch virus</i> (TEV).....	10
3.3.2.1 Síntomas.....	11
3.3.2.2 Transmisión.....	11
3.4 Técnicas para la detección de virus fitopatógenos.....	11
3.4.1 Detección por Sintomatología.....	11

3.4.2 Detección por plantas diferenciales	11
3.4.3 Detección por serología	12
3.4.3.1 Ensayo Inmunoabsorbente Ligado a una Enzima (ELISA). ...	12
3.4.3.2 ELISA de sándwich de doble anticuerpo	12
3.4.4 Métodos moleculares	13
3.4.4.1 Reacción en cadena de la polimerasa (RCP)	13
3.4.4.2 Reacción en cadena de la polimerasa-retrotranscriptasa (RCP-RT).....	13
3.4.4.3 Reacción en cadena de la polimerasa-multiplex (RCP- multiplex)	13
3.4.4.4 Reacción en cadena de la polimerasa-tiempo real (RCP- tiempo real).....	13
3.5 Defensa de las plantas a patógenos	14
3.5.1 Defensas preformadas	14
3.5.2 Defensas inducidas	15
3.6 Inducción de resistencia sistémica	15
3.6.1 Resistencia sistémica inducida (RSI).....	16
3.6.1.1 Vías de señalización en la RSI	16
3.6.2 Resistencia sistémica adquirida (RSA).....	17
3.6.2.1 Señalización dependiente del ácido salicílico	17
3.7 Inductores de resistencia (elicitors)	17
3.7.1 Ventajas	18
3.7.2 Desventajas	18
3.8 Manejo de enfermedades virales.....	19
3.8.1 Prácticas de exclusión	19
3.8.1.1 Siembra de semilla sexual o asexual certificada	19
3.8.1.2 Eliminación de plantas con síntomas virales.....	19
3.8.1.3 Retraso de la llegada de vectores	19
3.8.2 Prácticas culturales	20
3.8.2.1 Fecha de siembra.....	20
3.8.2.2 Eliminación de malezas	20
3.8.2.3 Tratamiento con leche	21
3.8.2.4 Tratamiento de plántulas	21
3.8.2.5 Reducción de poblaciones de vectores	21

3.8.3 Resistencia genética	21
3.8.4 Inductores de resistencia	22
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
4.1 Ubicación del sitio experimental	23
4.2 Preparación de sustrato.....	23
4.3 Trasplante.....	24
4.4 Fertilización.....	24
4.5 Obtención del inóculo	24
4.6 Inoculación.....	25
4.7 Aplicación de inductores de resistencia.....	26
4.8 Recolección de muestras.....	27
4.9 Análisis serológico	27
4.10 Diseño de tratamientos y diseño experimental.....	30
4.11 Unidad experimental.....	30
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
5.1 Experimento 1 de chile.	31
5.1.1 Concentración viral (densidad óptica).....	31
5.1.2 Peso seco.	32
5.1.3 Longitud de la raíz.....	34
5.1.4 Severidad	35
5.1.5 Altura	36
5.1.6 Número de frutos	38
5.1.6.1 Primer corte	38
5.1.6.2 Segundo corte	38
5.1.6.3 Combinado	39
5.1.7 Peso de frutos	40
5.1.7.1 Primer corte	40
5.1.7.2 Segundo corte	40
5.1.7.3 Combinado	40
5.2 Experimento 2 chile cv. Camino Real.....	41
5.2.1 Concentración viral (densidad óptica).....	41
5.2.2 Peso seco	41
5.2.3 Longitud de raíz	43
5.2.4 Severidad	43

5.2.5	Altura	45
5.2.6	Número de frutos	46
5.2.6.1	Primer corte	46
5.2.6.2	Segundo corte	47
5.2.6.3	Tercer corte	47
5.2.6.4	Combinado	47
5.2.7	Peso de frutos	48
5.2.7.1	Primer corte	49
5.2.7.2	Segundo corte	49
5.2.7.3	Tercer corte	49
5.2.7.4	Combinado	49
5.3	Cultivo de jitomate experimento 1.....	50
5.3.1	Concentración viral (densidad óptica).....	50
5.3.2	Peso seco	50
5.3.3	Longitud de la raíz.....	52
5.3.4	Severidad	52
5.3.5	Altura	54
5.3.6	Número de frutos	55
5.3.6.1	Primer corte	55
5.3.6.2	Segundo corte	55
5.3.6.3	Tercer corte	55
5.3.6.4	Frutos deformados	56
5.3.6.5	Frutos con manchas amarillas.....	56
5.3.6.6	Frutos con anillos	56
5.3.6.7	Frutos que no presentaron síntomas.....	56
5.3.6.8	Combinado clasificación del número de frutos por síntomas.	57
5.3.6.8.1	Frutos deformados	57
5.3.6.8.2	Frutos con manchas amarillas	58
5.3.6.8.3	Frutos con anillos	58
5.3.6.8.4	Frutos que no presentaron síntomas	58
5.3.7	Peso de frutos	58
5.3.7.1	Primer corte	59
5.3.7.2	Segundo corte	59
5.3.7.3	Tercer corte	59
5.3.7.4	Frutos deformados	59

5.3.7.5 Frutos con manchas amarillas.....	60
5.3.7.6 Frutos con anillos	60
5.3.7.7 Frutos que no presentaron síntomas.....	60
5.3.7.8 Combinado clasificación del peso de frutos por síntomas.	60
5.3.7.8.1 Frutos deformados.....	61
5.3.7.8.2 Frutos con manchas amarillas	62
5.3.7.8.3 Frutos con anillos.....	62
5.3.7.8.4 Frutos que no presentaron síntomas	62
5.4 Cultivo de jitomate experimento 2.....	62
5.4.1 Concentración viral	62
5.4.2 Peso seco	62
5.4.3 Longitud de raíz	65
5.4.4 Severidad	65
5.4.5 Altura.....	66
5.4.6 Número de frutos	68
5.4.6.1 Primer corte	68
5.4.6.2 Segundo corte	68
5.4.6.3 Tercer corte	68
5.4.6.4 Frutos deformados	69
5.4.6.5 Frutos con manchas amarillas.....	69
5.4.6.6 Frutos con anillos	69
5.4.6.7 Frutos que no presentaron síntomas.....	69
5.4.6.8 Combinado clasificación del número de frutos por síntomas .	70
5.4.6.8.1 Frutos deformados.....	71
5.4.6.8.2 Frutos con manchas amarillas	71
5.4.6.8.3 Frutos con anillos.....	71
5.4.6.8.4 Frutos que no presentaron síntomas	71
5.4.7 Peso de frutos	71
5.4.7.1 Primer corte	71
5.4.7.2 Segundo corte	72
5.4.7.3 Tercer corte	72
5.4.7.4 Frutos deformados	72
5.4.7.5 Frutos con manchas amarillas.....	72
5.4.7.6 Frutos con anillos	73
5.4.7.7 Frutos que no presentaron síntomas.....	73
5.4.7.8 Combinado clasificación del peso de frutos por síntomas	73

5.4.7.8.1 Frutos deformados	74
5.4.7.8.2 Frutos con manchas amarillas	74
5.4.7.8.3 Frutos con anillos	74
5.4.7.8.4 Frutos que no presentaron síntomas	74
5.5 Tabaco	75
5.5.1 Concentración viral	75
5.5.2 Peso seco	75
5.5.3 Longitud de raíz	77
5.6 Discusión	78
6. CONCLUSIONES.....	80
7. LITERATURA CITADA	82
APÉNDICE	90

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Lista de varios tipos de inductores de resistencia (elicitores).	18
Cuadro 2. Fecha de inoculación del TMV y TEV.	26
Cuadro 3. Aplicaciones de inductores en el cultivo de chile, jitomate y tabaco.	26
Cuadro 4. Fecha de recolección de muestras.....	27
Cuadro 5. Tratamientos en plantas de chile, jitomate y tabaco, tratadas	31
Cuadro 6. Absorbancia a los 42 y 70 (ddi) obtenidos en la prueba de DAS- ELISA, en plantas de chile del experimento 1, tratadas con inductores de resistencia.	32
Cuadro 7. Peso seco (g) de hoja, tallo, raíz, peso seco total y longitud de raíz en chile cv. Tampiqueño	34
Cuadro 8. Análisis de varianza individual para cada fecha de evaluación, y combinado para las cuatro fechas de la severidad en chile cv. Tampiqueño.	36
Cuadro 9. Análisis de varianza de la altura, individual para cada fecha de evaluación y combinado para las cinco fechas de evaluación en chile cv. Tampiqueño.	37
Cuadro 10. Análisis de varianza individual para cada corte y combinado para los dos cortes en el número de frutos de chile cv. Tampiqueño.	38
Cuadro 11. Análisis de varianza individual para cada corte y combinado para los dos cortes en el peso de frutos (g) de chile cv. Tampiqueño.	40
Cuadro 12. Peso seco de hoja, tallo, raíz, peso seco total (g) y longitud de raíz (cm) en chile cv. Camino Real.	42
Cuadro 13. Análisis de varianza individual para cada fecha de evaluación y combinado para las tres fechas de la severidad en chile cv. Camino Real ..	44
Cuadro 14. Análisis de varianza individual para cada fecha de evaluación y combinado para las tres fechas de la altura en chile cv. Camino Real	45
Cuadro 15. Análisis de varianza individual para cada corte y combinado para los tres cortes en el número de frutos de chile cv. Camino Real.	47
Cuadro 16. Análisis de varianza individual para cada corte y combinado para los tres cortes en el peso de frutos de chile cv. Camino Real.....	48

Cuadro 17. Peso seco de hoja, tallo, raíz, peso seco total (g) y longitud de raíz (cm) en jitomate cv. Toro f1.....	51
Cuadro 18. Análisis de varianza individual para cada fecha de evaluación y combinado para las tres fechas de la severidad en jitomate cv. Toro f1.	53
Cuadro 19. Análisis de varianza individual para cada fecha de evaluación y combinado para las tres fechas de la altura en jitomate cv.Toro f1.	54
Cuadro 20. Analisis de varianza individual del número de frutos de acuerdo a los síntomas en el primero, segundo y tercer corte en jitomate.....	55
Cuadro 21. Analisis de varianza combinado del número de frutos de acuerdo a los síntomas en jitomate experimento 1.....	58
Cuadro 22. Analisis de varianza individual del peso de frutos de acuerdo a los síntomas en el primero, segundo y tercer corte en jitomate.....	59
Cuadro 23. Analisis de varianza combinado del peso de frutos de acuerdo a los síntomas en jitomate experimento 1.....	61
Cuadro 24. Peso seco de hoja, tallo, raíz, peso seco total (g) y longitud de raíz (cm) en jitomate cv. Toro f1 experimento 2.....	63
Cuadro 25. Análisis de varianza individual para cada fecha de evaluación y combinado para las tres fechas de la severidad en jitomate experimento 2.	66
Cuadro 26. Análisis de varianza individual para cada fecha de evaluación y combinado para las tres fechas de la altura en jitomate experimento 2.	67
Cuadro 27. Analisis de varianza individual del número de frutos de acuerdo a los síntomas, primero, segundo y tercer corte en jitomate, experimento 2..	68
Cuadro 28. Analisis de varianza combinado del número de frutos de acuerdo a los síntomas en jitomate experimento 2.....	70
Cuadro 29. Analisis de varianza individual del peso (g) de frutos de acuerdo a los síntomas, primero, segundo y tercer corte en jitomate, experimento 2.	72
Cuadro 30. Analisis de varianza combinado del peso de frutos de acuerdo a los síntomas en jitomate experimento 2.....	73
Cuadro 31. Peso seco de hoja, tallo, raíz, peso seco total (g) y longitud de raíz (cm) en tabaco.	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proporción de la producción nacional durante el 2016. Fuente: (SIAP, 2018).....	5
Figura 2. Proporción de la producción mundial de chile verde. Fuente: (FAOSTAT, 2018).	6
Figura 3. Principales países exportadores promedio 1993-2013. Fuente: (FAOSTAT, 2018).	7
Figura 4. Proporción de la producción nacional de jitomate durante el 2016. Fuente: (SIAP, 2018).....	8
Figura 5. Proporción de producción mundial de jitomate. Fuente: (FAOSTAT, 2018).	9
Figura 6. Principales países exportadores 2013. Fuente: (FAOSTAT, 2018).	9
Figura 7. Síntomas de moteado (Shew, 1991).....	10
Figura 8. Síntomas en hojas de chile.	10
Figura 9. <i>Tobacco etch virus</i>	11
Figura 10. Comparación de la resistencia sistémica adquirida y resistencia sistémica inducida (Vallad y Goodman, 2004).....	16
Figura 11. Fuente de inóculo <i>Nicotiana occidentalis</i> infectada con <i>Tobacco mosaic virus</i>	25
Figura 12. <i>Nicotiana glutinosa</i> inoculada con <i>Tobacco mosaic virus</i>	25
Figura 13. Fuente de inóculo <i>Nicotiana tabacum</i> var. xanthi infectada con <i>Tobacco etch virus</i>	25
Figura 14. Paso uno, cubrimiento.	28
Figura 15. Paso dos, agregación del antígeno.....	28
Figura 16. Paso tres, conjugado.	29
Figura 17. Llenado de pocillos con sustrato de revelado.	29
Figura 18. Lector de placas ELISA.....	30
Figura 19. Unidad experimental chile experimento 1.	30
Figura 20. Unidad experimental chile experimento 2.	30
Figura 21. Unidad experimental en jitomate experimento 1 y 2.	31
Figura 22. Unidad experimental del tabaco.....	31

Figura 23. Concentración de TMV a los 41 días después de la inoculación en el cultivo de chile con la aplicación de inductores.....	33
Figura 24. Concentración de TMV a los 70 días después de la inoculación en el cultivo de chile con la aplicación de inductores.....	33
Figura 25. Peso seco total de chile cv. Tampiqueño.....	34
Figura 26. Longitud de raíz en chile experimento 1.	35
Figura 27. Comportamiento de la severidad a través de las cuatro fechas de evaluación.	36
Figura 28. Comportamiento de la altura a través de las cinco fechas de evaluación en chile cv. Tampiqueño.	37
Figura 29. Número de frutos en el 1º y 2º corte de chile cv. Tampiqueño.	39
Figura 30. Peso de frutos en el 1º y 2º corte de chile cv. Tampiqueño.....	39
Figura 31. Concentración de TMV a los 41 días después de la inoculación en el cultivo de chile cv. Camino Real, tratadas con inductores de resistencia.	41
Figura 32. Peso seco total (g) en chile cv. Camino Real	42
Figura 33. Longitud de raíz en chile cv. Camino Real.....	43
Figura 34. Comportamiento de la severidad a través de las cuatro fechas de evaluación en chile cv. Camino Real.	44
Figura 35. Comportamiento de la altura a través de las tres fechas de evaluación en chile cv. Camino Real	46
Figura 36. Número de frutos en el 1º, 2º y 3º corte de chile cv. Camino Real.	48
Figura 37. Peso de frutos en el 1º, 2º y 3º corte de chile cv. Camino Real..	49
Figura 38. Concentración viral de TMV a los 41 ddi en jitomate cv. Toro F1, tratadas con inductores de resistencia.....	50
Figura 39. Peso seco total (g) en jitomate cv. Toro f1.....	51
Figura 40. Longitud de raíz en jitomate cv. Toro f1.....	52
Figura 41. Comportamiento de la severidad a través de las tres fechas de evaluación en jitomate cv. Toro f1.....	53
Figura 42. Comportamiento de la altura a través de las tres fechas de evaluación en jitomate cv. Toro f1.....	54
Figura 43. Número de frutos total promedio de acuerdo a la clasificación de frutos por síntomas.....	57

Figura 44. Peso de frutos total promedio de acuerdo a la clasificacion de frutos por síntomas.....	61
Figura 45. Concentración viral de TMV a los 41 ddi en jitomate cv. Toro F1, tratadas con inductores de resistencia experimento 2.	63
Figura 46. Peso seco total (g) en jitomate cv. Toro f1, experimento 2.....	64
Figura 47. Longitud de raíz en jitomate cv. Toro f1, experimento 2	64
Figura 48. Comportamiento de la severidad a través de las tres fechas de evaluación en jitomate cv. Toro f1, experimento 2.....	66
Figura 49. Comportamiento de la altura a través de las tres fechas de evaluación en jitomate cv. Toro f1, experimento 2.....	67
Figura 50. Número de frutos total promedio de acuerdo a la clasificacion de frutos por síntomas en jitomate experimento 2.	70
Figura 51. Peso de frutos total promedio de acuerdo a la clasificacion de frutos por síntomas en jitomate experimento 2.	75
Figura 52. Concentración viral de TEV a los 28 ddi en plantas de tabaco tratadas con inductores de resistencia.....	76
Figura 53. Peso seco total en plantas de tabaco tratadas con inductores de resistencia.	76
Figura 54. Longitud de la raíz en plantas de tabaco tratadas con inductores de resistencia	77

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

La producción de hortalizas es de las actividades agropecuarias más redituables, ya que la superficie agrícola en México corresponde a 19,853,518.74 ha (promedio 2007/2010), de las cuales las hortalizas ocupan una superficie de 2.7% nacional y aportan 16% del valor total de la producción (2007-2010). Presenta tasas de crecimiento promedio anuales positivas, la superficie cultivada ha crecido a 2.03%, la producción a 3.62%, mientras que el valor de la producción en términos nominales a 27.43%, lo anterior lo caracteriza como un subsector con un fuerte dinamismo y grandes expectativas para el desarrollo agrícola del país (SAGARPA; SIACON, 2010).

En los cultivos hortícolas las enfermedades constituyen uno de los factores de mayor riesgo para su producción, de las cuales aquellas causadas por virus han ocasionado fuertes pérdidas económicas en la producción de diferentes cultivos en México llegando a alcanzar pérdidas hasta del 100 %, el problema se ha incrementado en casi todas las zonas productoras del país (Pérez y Rico, 2004). Los virus se encuentran también en plantas nativas y constituyen reservorios potenciales para la diseminación de enfermedades virales (Tun Suarez *et al.*, 2007, Villanueva *et al.*, 2013). Se observa que las enfermedades causadas por virus alteran la absorción, translocación y concentración de nutrientes en las plantas (Velasco, 1999).

El cultivo del chile en México sufre pérdidas de entre un 20 y un 100 % debido principalmente a enfermedades de etiología viral (Godínez *et al.*, 2001). La virosis del chile representa un riesgo importante para la producción del cultivo en México, ya que no solo afecta el rendimiento del cultivo sino también la calidad del fruto (Robles *et al.*, 2010).

El jitomate es económicamente uno de los cultivos hortícolas más importantes en todo el mundo; sin embargo, enfermedades causadas por virus en este cultivo bajo invernadero y campo abierto pueden causar daños graves y grandes pérdidas económicas, de entre 5 a 90% dependiendo de la especie o variante del virus, la variedad de jitomate, la etapa fenológica al momento

de la infección, condiciones climáticas durante el desarrollo de la enfermedad, y la forma de dispersión del virus (Hanssen *et al.*, 2010; Sikora, 2011).

El *Tobacco mosaic virus* (TMV) en México se ha reportado su presencia en el Valle de Culiacán, Sinaloa y en Yurécuaro y Tanhuato, Michoacán. Las hojas y frutos afectados se distorsionan y presentan un mosaico amarillo (Robles *et al.*, 2010). El TMV se ha caracterizado por infectar cultivares del género *Capsicum*, en donde ocasiona pérdidas en la producción de hasta un 70% en cultivares susceptibles. La frecuencia de este virus se incrementa en el cultivo de chile por la manipulación de plántulas durante el trasplante o durante el desarrollo de las plantas, ya que este virus se transmite mayormente por contacto y mecánicamente (Himmel, 2003). La presencia *Tobacco mosaic virus* en jitomate en campo o invernadero suelen ser un riesgo en todos aquellos lugares en donde los cultivares resistentes no están disponibles (Koike *et al.*, 2007).

Tobacco etch virus (TEV), se ha reportado su presencia a partir de 1971 en parcelas de chile de los estados de Guanajuato, Tamaulipas y Sinaloa (Garzón *et al.*, 2012). Se menciona que en el estado norteamericano de Georgia el promedio de incidencia de este patógeno durante un periodo de cinco años fue de 90 hasta 100% mientras que las pérdidas en ese mismo periodo variaron entre 15 y 50% (Kuhn *et al.*, 1989).

Existen una diversidad de moléculas que participan en la resistencia a enfermedades que son promovidas con la aplicación exógena de elicitores como ácido salicílico (AS), etileno (E), acibenzolar S-metil y oligosacáridos que se han empleado en diversos cultivos en campo e invernadero (Schreiber y Desveaux, 2008). La inducción de resistencia contra patógenos, como son la inducción de resistencia sistémica adquirida (RSA) y resistencia sistémica inducida (RSI) se ha observado por diversos elicitores contra hongos, nematodos, plantas parásitas y virus (Vallad y Goodman, 2004).

Se menciona que el AS, puede modular cambios en la expresión de genes de resistencia de patógenos de plantas al inducir RSA (Yalpani *et al.*, 1993). Chivasa *et al.* (1997) indicaron que aplicaciones exógenas de ácido salicílico

(AS) induce resistencia a todos los fitopatógenos, incluyendo bacterias, hongos y virus. La resistencia sistémica inducida (RSI) se caracteriza por un aumento en la capacidad defensiva de una planta contra diversos patógenos (Van Loon *et al.*, 1998). Múltiples especies de *Bacillus* spp., han sido reportadas como elicitores de (RSI) en muchas especies vegetales como jitomate, chile, sandía, remolacha, tabaco y pepino contra enfermedades provocadas por hongos, bacterias y virus que infectan la parte aérea (Kloepper *et al.*, 2004).

En base a lo anterior, se deduce que es importante evaluar estrategias de manejo dirigidas a la aplicación de inductores de resistencia debido a que la información sobre inducción de resistencia/tolerancia a enfermedades virales es escasa. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto que tienen los inductores de resistencia sobre la concentración viral (densidad óptica), el crecimiento, longitud de raíz, severidad, peso seco total (hoja, tallo y raíz), número y peso de frutos en plantas infectadas con *Tobacco mosaic virus* (TMV) en el cultivo de chile (*Capsicum annum* L.) y jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Así también determinar la concentración viral (densidad óptica), longitud de raíz y peso seco total (hoja, tallo y raíz) en plantas de tabaco infectada con *Tobacco etch virus* (TEV).

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos

Determinar el efecto de los inductores de resistencia en la concentración viral de TMV (*Tobacco mosaic virus*) en el cultivo de chile y jitomate, y TEV (*Tobacco etch virus*) en tabaco mediante la técnica de DAS-ELISA.

Caracterizar el efecto de los inductores de resistencia en el crecimiento, longitud de raíz, peso seco total, número y peso de frutos en el cultivo de chile y jitomate infectado con TMV (*Tobacco mosaic virus*).

Evaluar el efecto de los inductores de resistencia en el peso seco total y longitud de raíz en plantas de tabaco infectadas con TEV (*Tobacco etch virus*).

Relacionar la expresión de los síntomas de TMV (*Tobacco mosaic virus*) en

las plantas de chile y jitomate con la aplicación de inductores de resistencia.

2.2 Hipótesis

La aplicación de inductores de resistencia disminuye la concentración viral de TMV (*Tobacco mosaic virus*) en el cultivo de chile y jitomate, y de TEV (*Tobacco etch virus*) en tabaco.

El crecimiento, longitud de raíz, peso seco total, número y peso de frutos, se incrementan por la aplicación de inductores de resistencia en el cultivo de chile y jitomate infectado con TMV (*Tobacco mosaic virus*).

El peso seco total y longitud de raíz se favorece por la aplicación de inductores de resistencia en tabaco infectado con TEV (*Tobacco etch virus*).

La expresión de los síntomas de TMV (*Tobacco mosaic virus*) en las plantas de chile y jitomate disminuyen con la aplicación de inductores de resistencia.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 El cultivo de chile

3.1.1 Importancia

El chile es un cultivo originario de México y de los más importantes a nivel mundial. Las variedades que más se cultivan son: jalapeño, serrano, poblano, pimiento morrón y habanero. Sus distintas variedades se adaptan a diversos climas y tipos de suelo, lo que ha contribuido a su amplia distribución geográfica. Todas las especies del género *Capsicum* son originarias de América, de acuerdo con los especialistas, el chile es originario de México. México es el país con la mayor variedad genética de *Capsicum* y es el principal exportador de chile verde a escala internacional y el segundo productor mundial (Aguirre y Muñoz, 2015).

La producción de este cultivo continua en ascenso, ya que durante 2016 aumentó 17.9% respecto al año anterior, fundamentalmente por un incremento en la superficie sembrada y cosechada. El consumo per cápita es

18.7 kg, la participación en la producción de hortalizas es de 21.3% (SIAP, 2017).

3.1.2 Producción nacional

En el 2016 se obtuvo a nivel nacional una producción de chile verde de 3,279,909.65 t con un valor de \$24,141,737.25 del año agrícola OI + PV, la superficie cosechada fue de 170,135.12 ha, con un valor de \$7,360.49 t⁻¹, los estados con mayor producción son Chihuahua (30.24%), Sinaloa (19.4%) y Zacatecas (12.78%) con 991,916.62; 637,923.64; 419,322.92 t respectivamente (Figura 1). El rendimiento promedio a nivel nacional fue 19.28 t ha⁻¹, el estado que obtuvo el mayor rendimiento fue Sinaloa 45.2 t ha⁻¹, seguido de Baja California Sur 37.49 t ha⁻¹, mientras que Chiapas obtuvo 3.59 t ha⁻¹, el menor rendimiento nacional (SIAP, 2018).

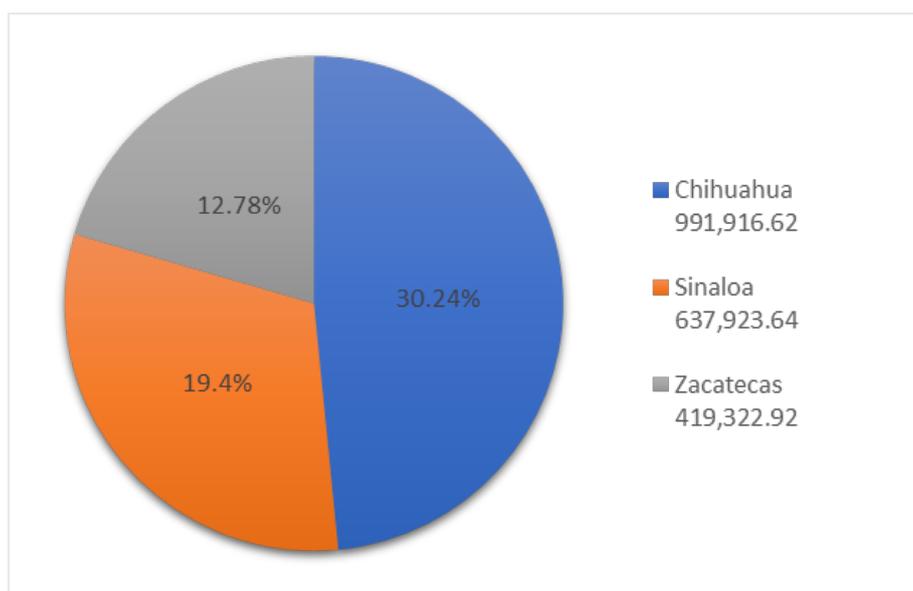


Figura 1. Proporción de la producción nacional durante el 2016. Fuente: (SIAP, 2018).

3.1.3 Producción mundial

FAOSTAT (2018) menciona que en el año 2016 se obtuvo una producción mundial de 34,375,062 t, la mayor proporción se obtuvo en china 17,435,376 t (50.72%), México 2,737,028 t (7.96%), Turquía 2,457,822 t (7.15%); primero, segundo y tercer lugar respectivamente (Figura 2).

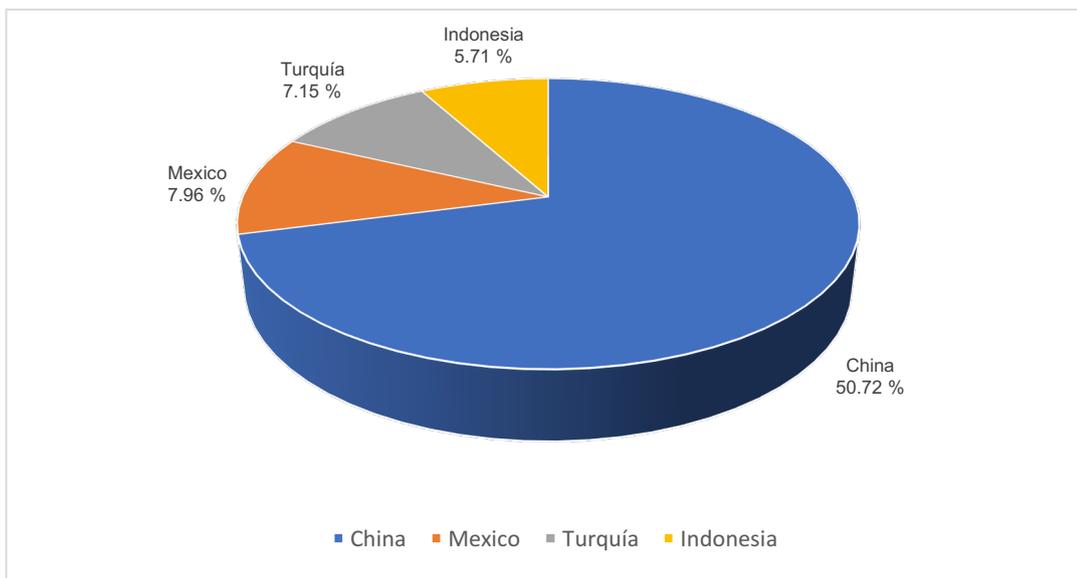


Figura 2. Proporción de la producción mundial de chile verde. Fuente: (FAOSTAT, 2018).

3.1.4 Exportación

FAOSTAT (2018) muestra el promedio de las exportaciones desde el año 1993 a 2013, de los 5 exportadores más relevantes (Figura 3), donde se observa que México es el principal exportador de chile verde con 444,154.81 t; seguido de España (411,330.81 t), Países bajos (318,993 t), Estados Unidos de América (87,058.19 t) e Israel (54,591.86 t). Según el SIAP (2017) México exporta la hortaliza a 16 naciones; no obstante, son Estados Unidos y Canadá los países de mayor compra: 992 mil y 3 mil t, respectivamente. El valor de la exportación en el 2016 fue 682, 700,000 millones de dólares.

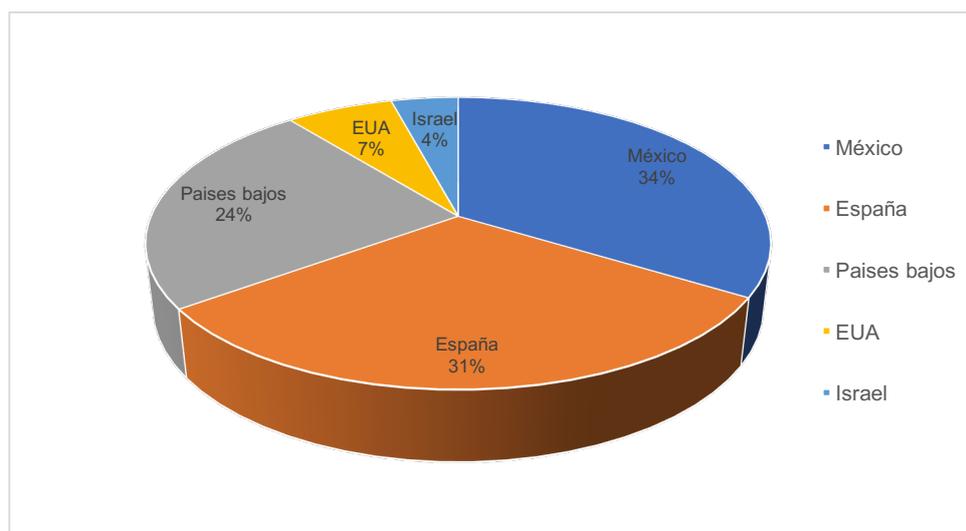


Figura 3. Principales países exportadores promedio 1993-2013. Fuente: (FAOSTAT, 2018).

3.2 Cultivo de jitomate

3.2.1 Importancia

El tomate es, después de la papa, la hortaliza más consumida en el mundo tanto en fresco como después de su transformación. Se cultiva en todas las latitudes en condiciones muy variadas (climas, sistemas de producción, etc.), lo que demuestra una gran plasticidad original y revela la eficacia del trabajo de los seleccionadores. Es probable que la demanda de tomate continúe aumentando, debido al crecimiento de la población humana, la diversificación de los tipos varietales y a los cambios alimentarios que orientan al consumidor hacia esta hortaliza (Blancard, 2011).

La producción nacional en México crece 8.1% gracias a un incremento de 3 kg en el rendimiento por unidad de superficie, comparado con lo registrado en 2015. El consumo anual per cápita es de 14.3 kg (SIAP, 2017).

3.2.2 Producción nacional

En el 2016 se obtuvo a nivel nacional una producción de 3,349,154.20 t con un valor de \$ 23,871,404.00, la superficie cosechada fue de 51,299.14 ha, los tres estados con mayor producción son Sinaloa (27.59%), San Luis Potosí (9.16%) y Michoacán (7.04%) con 924,152.51; 306,621.25 y 235,784.89 t respectivamente (Figura 4). El rendimiento promedio a nivel nacional fue

72.28 t ha⁻¹, el estado que obtuvo el mayor rendimiento fue Querétaro 239.76 t ha⁻¹, mientras que Tabasco 12.9 t ha⁻¹ obtuvo el menor rendimiento nacional (SIAP, 2018).

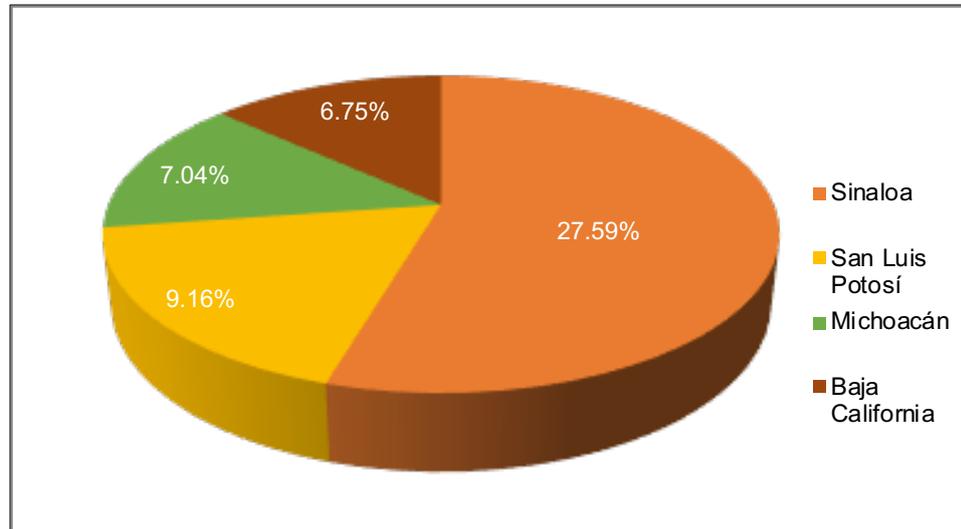


Figura 4. Proporción de la producción nacional de jitomate durante el 2016. Fuente: (SIAP, 2018).

3.2.3 Producción mundial

FAOSTAT (2018) menciona que en el año 2016 se obtuvo una producción mundial de 177,042,359 t, la mayor proporción se obtuvo en China 56,308,914 t (31.81%), India 18,399,000 t (10.39%), y Estados Unidos 13,038,410 t (7.36%); primero, segundo y tercer lugar respectivamente (Figura 5).

3.2.4 Exportación.

En el año 2013 según FAOSTAT (2018), México es el principal exportador de jitomate con 1,535,157 t (19.98%), seguido de Holanda 1,013,529 t (13.19%), y España 1,004,009 t (13.07%) (Figura 6). El destino comercial del jitomate es Estados Unidos, pues adquiere 99.7% del volumen exportado (SIAP, 2017).

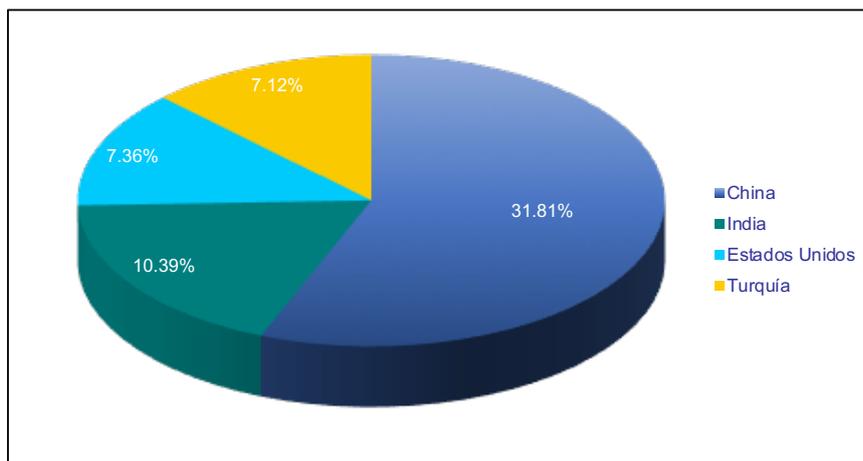


Figura 5. Proporción de producción mundial de jitomate. Fuente: (FAOSTAT, 2018).

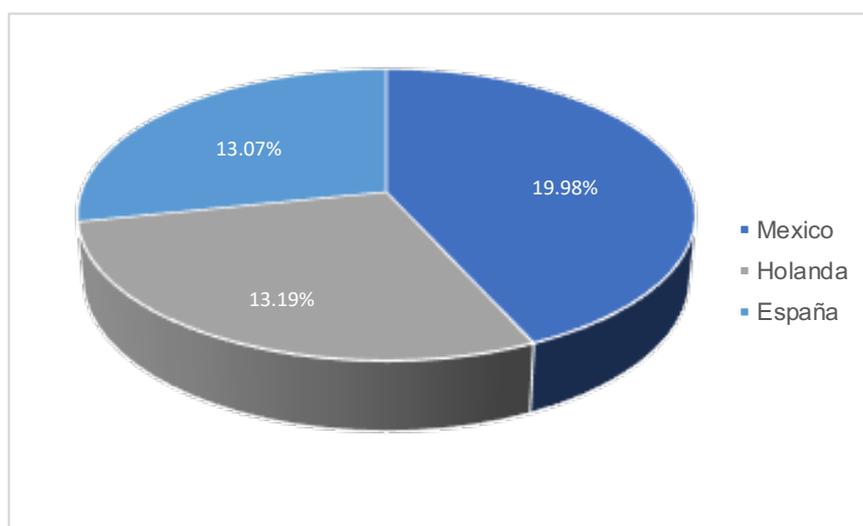


Figura 6. Principales países exportadores 2013. Fuente: (FAOSTAT, 2018).

3.3 Virus fitopatógenos en el cultivo de chile

3.3.1 *Tobacco mosaic virus (TMV)*

Pertenece al género tobamovirus, compuesto por partículas en forma de varilla (bastón) de cerca de 300 nm de longitud y de 18 nm de diámetro. El virus se ha reportado en Sinaloa, Autlán (Jalisco) y Metztitlán (Hidalgo) y Morelos (Martínez, 1990; Ley y García, 1998).

3.3.1.1 Síntomas

Los síntomas inducidos por *Tobacco mosaic virus* (TMV), dependen de la planta hospedera y pueden incluir mosaico, moteado, necrosis, achaparramiento, enrollado de hoja y amarillamiento de tejidos de la planta (Figura 7 y 8). TMV también infecta a tomate, causando bajo rendimiento o frutos deformados, madurez atrasada en frutos, y fruto con color no uniforme (Scholthof, 2000).



Figura 7. Síntomas de moteado (Shew, 1991).



Figura 8. Síntomas en hojas de chile.

3.3.1.2 Transmisión

TMV se transmite por contacto en operaciones de trasplante y cultivo o por el roce entre plantas enfermas y sanas. En Veracruz se reporta transmisión por semilla de chile (Pérez y Rico, 2004).

3.3.2 *Tobacco etch virus* (TEV)

Pertenece a la familia Potyviridae y es responsable de infecciones en diferentes especies de solanáceas incluyendo tabaco (*Nicotiana tabacum*) (Revers y García, 2015). *Tobacco etch virus* (TEV) es de importancia económica en diferentes zonas productoras de México y tiene como hospedantes cerca de 120 especies de plantas pertenecientes a 19 familias (Shepherd y Purcifull, 1982). El genoma del TEV es un ARN de cadena sencilla de 9500 nucleótidos de polaridad positiva (+) que codifica una poliproteína de 3054 aminoácidos de longitud (Adams *et al.*, 2005).

3.3.2.1 Síntomas

El síntoma característico provocado por este virus consiste en un jaspeado de ligero a severo acompañado de distorsión foliar (Figura 9). Los frutos de plantas infectadas por el TEV suelen ser pequeños, con lesiones necróticas y deformes (Dodson *et al.*, 1997).



Figura 9. *Tobacco etch virus*.

3.3.2.2 Transmisión

La transmisión del TEV puede ser mecánicamente, por semilla y por áfidos de manera no persistente; se ha detectado en áfidos virulíferos de la especie *Myzus persicae* (Reddick, 2003).

3.4 Técnicas para la detección de virus fitopatógenos

3.4.1 Detección por Sintomatología

La sintomatología provee información sobre las enfermedades virales, no obstante se requiere mucha experiencia de campo para tomar decisiones basados solo por la sintomatología para identificar un virus, generalmente es necesario que las inspecciones de campo sean acompañadas por otras pruebas para el correcto diagnóstico de una infección viral (Naidu y Hughes, 2001).

3.4.2 Detección por plantas diferenciales

El uso de plantas diferenciales y su rango de hospederos, usando inoculación mecánica o por injerto o mediante el uso de vectores, era la única forma de identificar los virus en vegetales. La detección de virus mediante plantas

diferenciales se sigue utilizando en muchos frutales como cítricos, pomáceos y rosáceos (Roistacher, 1991).

3.4.3 Detección por serología

3.4.3.1 Ensayo Inmunoabsorbente Ligado a una Enzima (ELISA).

La optimización y automatización de la técnica ELISA, se ha convertido en una valiosa herramienta de detección y diagnóstico de enfermedades causadas por virus (Clark y Adams, 1977).

ELISA es una prueba muy sensible y puede detectar bajas concentraciones de proteína viral (cápside viral) y es reproducible en un amplio rango de condiciones. La especificidad de la prueba depende de la preparación del antígeno, la vida media de los reactivos es larga, el peligro para la salud del personal del laboratorio es nulo o mínimo. Este método es relativamente barato y está disponible en todo el mundo (de la Torre, 2010).

Los tipos de ELISA en placa de uso más común en patología vegetal son: ELISA de sándwich de doble anticuerpo (SDA), ELISA de sándwich de triple anticuerpo (STA) y ELISA de placa sensibilizada con antígeno (PSA) (González, 2017).

3.4.3.2 ELISA de sándwich de doble anticuerpo

Esta técnica indirecta consiste en la adsorción de anticuerpos específicos a una placa de poliestireno seguida de la adición de los antígenos, los cuales reaccionan con los anticuerpos adheridos a la placa. Para formar el sándwich se agregan nuevamente anticuerpos ligados con enzimas que se adhieren a los antígenos capturados en la placa. Una vez formada la secuencia biológica de anticuerpo + antígenos + anticuerpo ligado a una enzima, se adiciona el sustrato, el cual es hidrolizado por la enzima dando lugar a un cambio de color de la solución y esto permite determinar los resultados visualmente y cuantificarlos espectrofotométricamente por medio de un lector de placas (Cruz y Frías, 1997).

3.4.4 Métodos moleculares

3.4.4.1 Reacción en cadena de la polimerasa (RCP)

Técnica que amplifica un gran número de copias de un fragmento de ADN particular. Esta técnica se fundamenta en la propiedad natural de la ADN polimerasa para replicar hebras de ADN, para lo cual se emplean cuatro pasos: a) desnaturalización a alta temperatura (entre 94 ó 95 °C) para separar las hebras del ADN; b) anillado de los dos primers a su secuencia complementaria en sus dos hebras de ADN y cuya temperatura depende del tamaño y composición nucleotídica del primer; c) la extensión del primer para formar la cadena complementaria por la ADN polimerasa, normalmente a 72 °C y d) la extensión final durante 5 ó 10 minutos con la misma temperatura (Naidu y Huges, 2001).

3.4.4.2 Reacción en cadena de la polimerasa-retrotranscriptasa (RCP-RT)

En caso de que los virus a detectar sean de genoma de ARN, la PCR tiene un paso previo, se tiene que retrotranscribir la hebra de ARN, en ADN complementario, mediante la utilización de una enzima llamada retrotranscriptasa o transcriptasa inversa. Una vez transcrito en ADN complementario, se realiza una PCR convencional para su amplificación y se conoce como RT-PCR (González, 2017).

3.4.4.3 Reacción en cadena de la polimerasa-multiplex (RCP-multiplex)

Para realizar esta prueba es necesario llevar a cabo la técnica Transcriptasa Reversa (TR) en virus con ARN. PCR-Multiplex es un método en la cual se amplifica más de una secuencia en una misma reacción. Emplea dos o más pares de oligos en un único tubo con el fin de amplificar simultáneamente múltiples segmentos de ADN (Robles *et al.*, 2010).

3.4.4.4 Reacción en cadena de la polimerasa-tiempo real (RCP-tiempo real)

La técnica del PCR Tiempo Real o PCR cuantitativa (qPCR por sus siglas en

inglés) combina los pasos de amplificación de ADN y la detección en un único ensayo y evita tener que preparar geles de electroforesis para detectar los productos amplificados. Desde el año 1966, Le Pecq y Paoletti reportaron que el bromuro de etidio (EtBr) intercalante del ADN de doble cadena fluoresce bajo la luz UV. Esta propiedad fue aprovechada para grabar la acumulación de ADN utilizando una videocámara. Esta sencilla reacción combinada con la videografía permitió el nacimiento del PCR en tiempo real, el cual combina la enorme sensibilidad de la técnica de PCR con la precisión que asegura el monitoreo *in situ* de los productos generados por esta reacción a través del tiempo (Tammy *et al.*, 2013).

3.5 Defensa de las plantas a patógenos

Las plantas poseen defensas estructurales preformadas, como la presencia de una cutícula muy gruesa o diferentes pelos que impiden la penetración del patógeno al hospedante y su distribución en los tejidos. Otra manera de defenderse es la producción de sustancias tóxicas para los patógenos (Jankiewicz y Sobiczewski, 2003). Las plantas han desarrollado una gran cantidad de mecanismos de defensa para resistir la colonización por patógenos, estos mecanismos físicos y bioquímicos se clasifican en defensas pasivas (preformadas) e inducibles (Durrant y Dong, 2004).

3.5.1 Defensas preformadas

Son barreras físicas y químicas preformadas también llamadas constitutivas que son estructuras o sustancias químicas presentes en la planta antes de la infección del patógeno. Algunas características morfológicas de las plantas como color, forma, tipo de cutícula, ceras y velloso de tallos y hojas pueden interferir o modificar el comportamiento del patógeno (Cuartero *et al.*, 2002).

Las defensas químicas presentes en la planta antes de que se lleve a cabo el reconocimiento, son de origen diverso con alta actividad biológica. Las plantas secretan sustancias con propiedades tóxicas o inhibitorias como fenoles, lignina, taninos, saponinas, antocianinas, flavonoides, glucocinatos, lectinas, glucanasas y quitinasas (Kliebenstein, 2004).

3.5.2 Defensas inducidas

La respuesta hipersensible (RH) es provocada por la presencia de especies reactivas de oxígeno (ERO) o también llamado estallamiento oxidativo. Estas respuestas afectan al patógeno limitándolo al acceso de nutrimentos, o bien, por la liberación de sustancias inhibitoras para el patógeno (Asai y Yoshioka, 2009).

Como respuesta a estas señales se activan diversas rutas metabólicas que dejan a la planta en estado de alarma promoviendo de manera coordinada la producción de otras moléculas que activan la síntesis de metabolitos secundarios como polifenoles, fenilalanina amino liasa, enzimas con actividad de degradación como la β -1,3 glucanasa, peroxidasas, quitinasas, quitosanasas y expresión de genes de defensa (Laloi *et al.*, 2004).

Las proteínas relacionadas con patogenicidad (PR) son inducidas en respuesta a la infección por patógenos y muestran alto grado de especificidad a éstos. La localización y distribución de las PR está relacionado directamente con la naturaleza de la infección (Van Loon *et al.*, 2006; Vidhyasekaran, 2008).

3.6 Inducción de resistencia sistémica

Vallad y Goodman (2004) encontraron algunas características para diferenciar, la resistencia sistémica adquirida (RSA) y resistencia sistémica inducida (RSI). La (RSA) es inducida por elicitores bióticos o abióticos, induce proteínas PR, utiliza rutas de señalización que pueden involucrar al ácido salicílico (AS) y su señal viaja sistémicamente a sitios distales de donde ocurrió la infección. La (RSI) es potencializada por bacterias rizógenas promotoras del crecimiento (BPCV), no involucra la síntesis de proteínas PR y la ruta de señalización la realiza a través de jasmonatos y etileno (Figura 10).

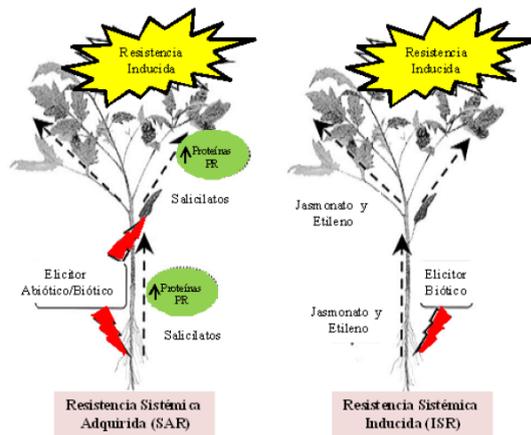


Figura 10. Comparación de la resistencia sistémica adquirida y resistencia sistémica inducida (Vallad y Goodman, 2004)

3.6.1 Resistencia sistémica inducida (RSI)

En el reconocimiento, la interacción entre un patógeno particular y una especie de planta es específica e invariable. Se inicia la activación de las defensas de las plantas con el reconocimiento en los patógenos de las moléculas efectoras generales o específicas. Inmediatamente después de este reconocimiento comienza la respuesta de la planta con el incremento en la expresión de los genes de defensa llevándose a cabo: a) el fortalecimiento físico de las paredes celulares por la producción de ligninas y la formación de callo, b) se intensifica la producción de fitoalexinas y c) se induce la producción de proteínas antimicrobianas como las quitinasas, β -1,3-glucanasas o peroxidasas, y las proteínas relacionadas con la patogénesis (PR) (Faoro y Gozzo, 2015; García, *et al.*, 2013).

3.6.1.1 Vías de señalización en la RSI

Las vías de señalización del ácido jasmónico (AJ) y el etileno (ET) actúan inmediatamente después del reconocimiento inicial entre las bacterias benéficas y la planta huésped (Faoro y Gozzo, 2015). Tras la percepción del patógeno, se activan rápidamente una serie de respuestas que incluyen la expresión de genes asociados a defensa (Thaler *et al.*, 2012). Una de estas respuestas de defensa promueve la RSI a través de la síntesis y posterior activación de las rutas del AJ y ET; sin embargo, la interacción entre las vías

de señalización puede ser antagónica o de cooperación, lo cual resulta en la enfermedad o resistencia en la planta hacia el patógeno (Derksen *et al.*, 2013).

3.6.2 Resistencia sistémica adquirida (RSA)

Se ha observado que el primer patógeno infectante, o algún daño, “inmuniza” a la planta contra infecciones posteriores por patógenos homólogos, aun cuando la planta no lleve genes determinantes de la resistencia específica del cultivar. Obviamente, el primer patógeno infectante, o un daño, “indujo” la expresión de reacciones de resistencia contra subsecuentes infecciones de patógenos, independientemente si son virus, hongos o bacterias. Esta capacidad de las células para repeler los ataques subsecuentes, se dispersa a través de toda la planta (Camarena y de la Torre, 2007).

Dos características de resistencia sistémica adquirida son: (1) es efectiva contra un amplio espectro de diferentes patógenos y (2) es a largo plazo. El espectro de patógenos puede variar dependiendo de la planta tratada (Moffat, 1992).

3.6.2.1 Señalización dependiente del ácido salicílico

El ácido salicílico (AS) puede ser generado por dos vías enzimáticas distintas dependientes del corismato. En la primera ruta, el corismato es transformado a fenilalanina que a su vez es convertido a ácido cinámico mediante la enzima fenilalanina amonio liasa (FAL). Seguido a esta reacción, se forma el ácido benzoico para terminar en AS. En la segunda ruta, el corismato es convertido a isocorismato mediante la participación enzimática de isocorismato sintasa (ICS) y este último a AS mediante la enzima isocorismato piruvato liasa (IPL). La mayoría del AS inducido por patógenos es sintetizado por la ruta del isocorismato que se localiza en el cloroplasto (Wildermuth *et al.*, 2001).

3.7 Inductores de resistencia (elicitors)

El término elicitor se usa comúnmente para compuestos que estimulan cualquier tipo de defensa en plantas (Ebel y Cosio, 1994; Nürnberger, 1999). Eventualmente, la inducción de respuestas de defensa puede conducir a una resistencia mejorada. Esta definición más amplia de elicitors incluye tanto

sustancias de origen patógeno (elicitors exógenos) como compuestos liberados de plantas por la acción del patógeno (elicitors endógenos) (Boller, 1995). Los elicitors se clasifican como físicos o químicos, bióticos o abióticos, y complejos o definidos dependiendo de su origen y estructura molecular (Cuadro 1).

Cuadro 1. Lista de varios tipos de inductores de resistencia (elicitors).

Elicitors físicos	Lesión	Elicitors abióticos: iones metálicos	
Elicitors químicos	(1) Composición compleja Pared celular de levadura, pared de células miceliales y esporas de hongos	Elicitors bióticos:	(2) Composición definida (2.1) Hidratos de carbono
		Polisacáridos: Alginato, pectina y quitosano	Oligosacáridos: Mannuronato, guluronato, manano y galacturónidos
		Péptidos: Glutión (2.3) lípidos lipopolisacáridos (2.4) Glicoproteínas no caracterizadas (2.5) Volátiles Compuestos C6-C10	(2.2) Proteínas Proteínas: Celulasa

Fuente: (Thakur y Singh, 2012)

3.7.1 Ventajas

Thakur y Singh (2012) mencionaron las siguientes ventajas del uso de inductores de resistencia.

1. Daño reducido de insectos, hongos, plagas y herbívoros.
2. Reducción de los riesgos ambientales ya que los elicitors afectan directamente al cultivo, y su toxicidad aguda a otros organismos es menor que la de los plaguicidas.
3. Como agroquímicos protectores, los elicitors se pueden aplicar con la tecnología de pulverización actual.
4. Las plantas tratadas con elicitor tienen menores riesgos ecológicos que las plantas modificadas genéticamente.

3.7.2 Desventajas

Según Kessmann *et al.* (1994) y Oostendorp *et al.* (2001) reportan lo siguiente:

1. Proporcionan una resistencia parcial, incompleta.
2. En algunos casos, la inducción de la resistencia requiere un costo fisiológico, al activarse en condiciones en la cual su expresión no es necesaria así como en ausencia de patógenos.

3.8 Manejo de enfermedades virales

3.8.1 Prácticas de exclusión

Estas prácticas se definen como aquellas que buscan evitar la llegada de un virus a un país, región o a un cultivo en particular. Alternativamente, cuando el virus ya está presente, corresponden a las medidas que buscan la disminución de sus fuentes de inóculo (Marín y Gutiérrez, 2016).

3.8.1.1 Siembra de semilla sexual o asexual certificada

Es de gran importancia la certificación de semillas para garantizar la ausencia de virus o un porcentaje de infección muy bajo (Kimble *et al.*, 1975).

3.8.1.2 Eliminación de plantas con síntomas virales

Las plantas con síntomas de infección viral (amarillamientos, enanismo, deformaciones severas en ramas u hojas) deben ser eliminadas tan pronto aparezcan en la parcela; colecte esas plantas y entiérrelas (Velásquez *et al.*, 2015).

3.8.1.3 Retraso de la llegada de vectores

Estas medidas son fundamentales cuando se ha definido con claridad la condición de vector de un virus determinado.

Con solo sembrar seis surcos de maíz alrededor de una parcela de chile se puede reducir hasta 80% la transmisión de virus y retrasar la infestación de áfidos (Jones *et al.*, 2000).

El tratamiento directo de semillas sexuales o asexuales con plaguicidas sistémicos (dependiendo del vector), amigables con el ambiente. Además, prácticas como la solarización, aplicación de controladores biológicos, adición de materia orgánica composteada y la labranza pueden reducir las

poblaciones de vectores habitantes del suelo como nematodos, hongos y protozoarios (Marín y Gutiérrez, 2016).

3.8.2 Prácticas culturales

La Universidad del Estado de Pensilvania (2017) indica las siguientes recomendaciones para el manejo preventivo de *Tobacco mosaic virus* (TMV).

1. Eliminar malezas, ya que pueden ser hospederos de TMV.
2. Retirar restos de cultivos anteriores.
3. Eliminar plantas infectadas.
4. Desinfectar las herramientas colocándolas en desinfectante durante al menos 10 minutos.
5. Propagar plantas a través de semillas en vez de vegetativamente.
6. Lavar bien las manos después de manipular plantas infectadas con TMV.
7. No guardar productos de tabaco en los bolsillos de la ropa.
8. Lavar la ropa de trabajo de campo regularmente.

3.8.2.1 Fecha de siembra

Cambiar la fecha de siembra, en algunos casos, evita que el cultivo se encuentre en una etapa sensible al ataque de plagas. Reconocer plantas silvestres, que maduran en la etapa de aparición de alguna plaga, puede ayudar en la toma de decisiones sobre la mejor época de siembra (Navarro, 2010).

3.8.2.2 Eliminación de malezas

Las malezas desempeñan un rol importante como fuente de inóculo primario, en la propagación de los virus que afectan a las plantas cultivadas (Agrios, 2005). Las malezas anuales, en cambio, participan en la epidemiología de los virus al actuar como hospederos alternos (Groves *et al.*, 2002). Además compiten con los cultivos por los nutrientes del suelo, agua y luz (Hartzler, 2004). Es necesario realizar estrategias de control para reducir la infestación de malezas.

3.8.2.3 Tratamiento con leche

Para el manejo de *Tobacco mosaic virus* consiste principalmente en proteger las plantas con productos preventivos, tales como la leche, y lavar o impregnar las manos de los trabajadores que manipulan las plantas en trasplante o en las labores de cultivo. En la práctica se recomienda pulverizar las plantas en el semillero dentro de las veinticuatro horas antes del trasplante con 25 L de leche entera o bien descremada, para 100 m² (Llanos y Izquierdo, 1980).

3.8.2.4 Tratamiento de plántulas

Realizar un control preventivo de insectos chupadores (pulgones y mosquitas blancas) con inmersión de raíces en solución con insecticida Imidacloprid o Thiametoxam antes del trasplante (Sepúlveda *et al.*, 2011).

3.8.2.5 Reducción de poblaciones de vectores

El control de los insectos vectores puede realizarse por medio del control biológico, químico, mediante la siembra de especies que no sean sus hospedantes, o el control biorracional (Se trata de jabones, aceites, o insecticidas que afectan el desarrollo del insecto), productos botánicos como la azadiractina, que es un extracto obtenido de la planta del Neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) y el extracto de ajo (*Allium sativum* L.), entre otros (Garzón, 2006). Se sugiere también la aspersion de aceites minerales para retrasar la dispersión de los virus, debido a que interfieren con los sitios específicos de unión de los viriones en los estiletos de los áfidos (Wang y Pirone, 1996).

3.8.3 Resistencia genética

La siembra de materiales resistentes a virus es clave para el éxito en el manejo de las enfermedades de origen viral.

Híbrido Camino Real F1, chile serrano de frutos de excelente sabor y picor, estructura de planta vigorosa, fruto verde claro, madurez intermedia chile tipo serrano, su característica sobresaliente presenta resistencia intermedia (IR) a *Tobacco etch virus* (HM, s/f).

Híbrido Calafia F1, Jitomate tipo Saladette indeterminado, excelente firmeza, maduración en color rojo intenso muy uniforme, planta muy vigorosa con excelente cobertura foliar, frutos ovalados con paredes gruesas. su características más sobresaliente presenta resistencia alta (HR) a *Tobacco mosaic virus* (HM, s/f).

Híbrido SV5633HT chile serrano, planta de vigor medio, hábito de crecimiento semi-abierto, madurez intermedia precoz y excelente amarre de frutos. Presenta resistencia alta a *Tobacco mosaic virus* (Seminis, s/f).

3.8.4 Inductores de resistencia

A los 50 días después de la inoculación (ddi) disminuyó la concentración de TSWV en plantas de jitomate con la aspersión de AAS (ácido acetil salicílico), miel, melaza o la combinación de AAS + melaza y AAS + miel (Ramírez *et al.*, 2006).

Salgado (2012) inoculó plantas de *arabidopsis* con el *Turnip mosaic virus* (TuMV), encontró que las aplicaciones al follaje con peróxido de hidrógeno disminuyó los niveles del TuMV, mientras que los niveles más altos se observaron en las plantas tratadas con Kendal.

Reyes (2008) encontró que plantas inoculadas con *Cucumber mosaic virus* (CMV) en calabacita y fueron tratadas con miel, *Bacillus subtilis* o ácido acetil salicílico causaron disminución en la concentración del virus y un incremento de los niveles de Fe, Cu, Zn y Mn.

Maldonado *et al.* (2008), mencionaron que las plantas inoculadas con *B. subtilis* al suelo y ácido acetil salicílico tuvieron significativamente mayor peso de biomasa fresca. La aplicación de *B. subtilis* (al suelo, al follaje o al suelo y al follaje) obtuvo una concentración viral significativamente menor comparadas con el testigo en la prueba ELISA y aumento el crecimiento en plantas de calabacita.

Los tratamientos de *Saccharomyces cerevisiae*, testigo negativo y miel 1% resultaron negativas al CMV con DAS-ELISA tanto en la parte aérea como en la raíz en calabacita (Ruvalcaba, 2008).

Las plantas tratadas con acibenzolar S-metil obtuvieron la menor incidencia de virosis en todas las fechas de evaluación, las plantas asperjadas con acibenzolar S-metil y ácido acetilsalicílico mostraron la menor severidad en las tres primeras fechas de evaluación. El rendimiento de las plantas asperjadas con acibenzolar S-metil y ácido acetilsalicílico fue igual al testigo comercial (Pérez *et al.*, 2017).

Mejía *et al.* (2009), observaron una reducción significativa del grado de severidad en los tratamientos que incluyeron la aplicación previa de Acibenzolar-S-metil, siendo más notorio el efecto cuando se tuvieron tres aplicaciones. No se encontraron diferencias estadísticas significativas en los niveles de absorbancia en la prueba DAS-ELISA.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del sitio experimental

El primer experimento de Chile se llevó a cabo en un invernadero de vidrio del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo, Estado de México, localizado a 19° 29' LN y 98° 53' LO, con altitud de 2240 msnm. El segundo experimento de Chile, y dos experimentos en jitomate se realizaron en el estado de Guerrero, municipio de Tlapa de Comonfort. Al oriente del estado de Guerrero, en la región de La Montaña y en las coordenadas geográficas 17°30' y 17°40' de LN y a 98°27' y 98°47' de LO respecto al meridiano de Greenwich. La altitud es 1207 msnm.

4.2 Preparación de sustrato

Se realizó una mezcla homogénea de 4 bultos de perlita más 1 bulto de peat moss (4:1 v/v), que se utilizó como sustrato en el experimento 1 de Chile variedad tampiqueño y se ocuparon bolsas de plástico color negro de 30×30 cm. En el experimento 2 de Chile; 1 y 2 de jitomate se utilizaron macetas de plástico terracota de 6", y se llenaron con la misma proporción (4:1 v/v).

4.3 Trasplante

El 22 de agosto de 2017 se trasplantaron las plántulas de chile del experimento 1, para el experimento 2 el 17 de enero 2018. En relación con el jitomate el experimento 1 y 2 se trasplantaron el 16 de enero de 2018. Antes del trasplante se asperjo al follaje CONFOL (imidacloprid) a una dosis de 1 mL 1000⁻¹ plántulas, para el control de insectos plagas.

4.4 Fertilización

Se emplearon fertilizantes solubles en agua. En desarrollo vegetativo, y en floración, se usó la fórmula 12-61-00 ferti-ultra MAP técnico, después se fertilizó con la fórmula 13-00-46+1%S ferti-ultra NKS en floración y fructificación, complementando con TRADECORP Z (micronutrientes), y ferti-ultra nitroCa (nitrato de calcio).

4.5 Obtención del inóculo

Se obtuvo de *Nicotiana occidentalis* infectada por *Tobacco mosaic virus* (Figura 11), y de *Nicotiana tabacum* var. Xanthi infectada con *Tobacco etch virus* (Figura 13), donadas por el invernadero de virus fitopatógenos de la Universidad Autónoma Chapingo.

Para corroborar que la fuente de inóculo estaba infectada con TMV, se realizó lo siguiente: se maceró 1 g de tejido de hoja de *Nicotiana occidentalis* infectada con TMV en 10 mL de solución amortiguadora de fosfatos, se aplicó carborundum en 5 hojas de *Nicotiana glutinosa* (planta indicadora), para después inocular y se observaron las lesiones locales como menciona Holmes (1929) (Figura 12) que provoca TMV en *Nicotiana glutinosa*. Por lo tanto, se consideró que las planta donada estaba infectada con TMV, para TEV se llevó a cabo mediante la experiencia del responsable del invernadero.



Figura 11. Fuente de inóculo *Nicotiana occidentalis* infectada con *Tobacco mosaic virus*.



Figura 12. *Nicotiana glutinosa* inoculada con *Tobacco mosaic virus*.



Figura 13. Fuente de inóculo *Nicotiana tabacum* var. *xanthi* infectada con *Tobacco etch virus*.

4.6 Inoculación

La inoculación de TMV se realizó mecánicamente de la siguiente manera: en una bolsa de plástico (11×17 cm) se agregó 1 g de tejido de hoja de la planta enferma con TMV más 10 mL de solución amortiguadora de fosfatos y se maceró, posteriormente se aplicó carborundum 600 mallas sobre 3 a 4 hojas verdaderas en plantas de chile, al jitomate sobre 3 folíolos, después con un algodón se tomó extracto con el virus y se aplicó mediante frotado en las plantas de todos los tratamientos excepto en el testigo absoluto. Se ocupó el

mismo método de inoculación para TEV, se tomó extracto con el virus y se froto 3 hojas de tabaco. En el cuadro 2 se muestran las fechas de inoculación.

Cuadro 2. Fecha de inoculación del TMV y TEV.

Experimento	Virus	Variedad	Fecha	ddt
1	TMV	Chile var. Tampiqueño	12/09/2017	21
2		Chile var. Camino Real	29/01/2018	12
1		Jitomate var. Toro F1	29/01/2018	12
2		Jitomate var. Toro F1	01/02/2018	15
1	TEV	<i>N. tabacum</i> var. xhanthi	24/10/2017	22

4.7 Aplicación de inductores de resistencia

Tres días después de la inoculación (ddi) del TMV en los experimentos (1 y 2 del cultivo de chile, y experimento 1 del cultivo de jitomate); y 3 días antes de la inoculación del TMV (experimento 2 de jitomate) se aplicaron al follaje los inductores de resistencia. Posteriormente se aplicaron cada 15 días (experimento 1 de chile) y cada 12 días (experimento 2 de chile, y jitomate experimento 1 y 2). En tabaco (3 ddi) se aplicaron los inductores de resistencia y después cada 12 días, con buena cobertura al follaje, utilizando la dosis comercial de etiqueta, las aplicaciones se realizaban entre 8:00 a 9:00 am y 6:00 a 7:00 pm. (Cuadro 3).

Cuadro 3. Aplicaciones de inductores en el cultivo de chile, jitomate y tabaco.

Exp.	Variedad	No de aplicaciones				
		1	2	3	4	5
1	Chile var. Tampiqueño	15/09/17	25/09/17	10/10/17	25/10/17	10/11/17
2	Chile var. Camino Real	29/01/18	13/02/18	25/02/18	09/03/18	
1	Jitomate var. Toro F1	01/02/18	13/02/18	25/02/18	09/03/18	
2	Jitomate var. Toro F1	29/01/18	13/02/18	25/02/18	09/03/18	
1	<i>N. tabacum</i> var. xhanthi	27/10/17	08/11/17	20/11/17		

4.8 Recolección de muestras

Se obtuvieron 21 muestras compuestas por experimento, cada muestra se colocó en una bolsa de plástico de 11×17 cm, se etiquetó por cultivo, variedad, número de tratamiento, repetición y fecha. En el experimento 1 de Chile variedad tampiqueño se realizaron 2 fechas de muestreo, la primera se realizó a los 41 días después de la inoculación, la segunda a los 70 (ddi). En Chile var. Camino real experimento 2 a los 41 (ddi), Jitomate var. toro F1 experimento 1 a los (41 ddi), en el experimento 2 a los 38 (ddi). En tabaco se realizó un muestreo a 28 (ddi) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Fecha de recolección de muestras.

Experimento	Variedad	Fecha de recolección	ddi
1	Chile var. Tampiqueño	23/10/2017	41
1	Chile var. Tampiqueño	21/11/2017	70
2	Chile var. Camino Real	11/03/2018	41
1	Jitomate var. Toro F1	11/03/2018	41
2	Jitomate var. Toro F1	11/03/2018	38
1	<i>N. tabacum</i> L. var. xanthi	21/11/2017	28

4.9 Análisis serológico

Las muestras se llevaron al laboratorio de virología agrícola del departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo para llevar a cabo la prueba de DAS-ELISA, la cual se realizó utilizando antisuero, conjugado, positivo y negativo para TMV y TEV obtenidos de Agdia Inc. (Elkhart, Indiana) siguiendo el protocolo según Cruz y Frías (1997), de la siguiente manera; el primer paso se nombra de cubrimiento. Para TMV la ELISA se realizaron en las fechas 23/10/2017 y 21/11/2017, se preparó la solución a una dilución de 1:100, se utilizó 50 µL de anticuerpo de cubrimiento más 5,000 µL del buffer de cubrimiento. En la fecha 12/03/2018 se utilizó una dilución de 1:200 se empleó 75 µL de anticuerpo de cubrimiento más 15,000 µL del buffer de cubrimiento. Para TEV se realizó en la fecha 21/11/2017 se preparó a una dilución de 1:100, se utilizó 50 µL de anticuerpo de cubrimiento

más 5,000 μL del buffer de cubrimiento. Después se llenaron los pocillos con 100 μL de la solución, se envolvió con plástico la placa y se dejó reposar por 4 horas (Figura 14).



Figura 14. Paso uno, cubrimiento.

En el paso dos, de extracción, se hizo el lavado de la placa 5 veces con PBS-T; posteriormente se pesó 0.2 g de tejido y se le agregó 2 mL de buffer de extracción y se maceró, de la solución se colocó 100 μL en cada pocillo de la placa y se dejó reposar toda la noche (Figura 15).

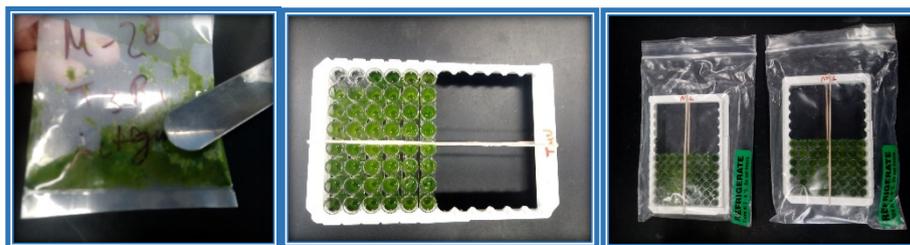


Figura 15. Paso dos, agregación del antígeno.

Al día siguiente se lavó la placa 5 veces con PBS-T, y se procedió al tercer paso, llamado conjugado, que consiste en agregar el anticuerpo más la enzima fosfatasa alcalina, se preparó la solución de 5,000 μL de buffer de conjugado más 50 μL del anticuerpo de conjugado en una dilución de 1:100, después se llenaron los pocillos con 100 μL de la solución, se dejó reposar 3 horas, esto se realizó para TMV en las fechas (23/10/2017 y 21/11/2017) y TEV (21/11/2017). Para la fecha 12/03/2018 se preparó la solución de 15,000 μL de buffer de conjugado más 75 μL del anticuerpo de conjugado en una dilución de 1:200 (Figura 16).

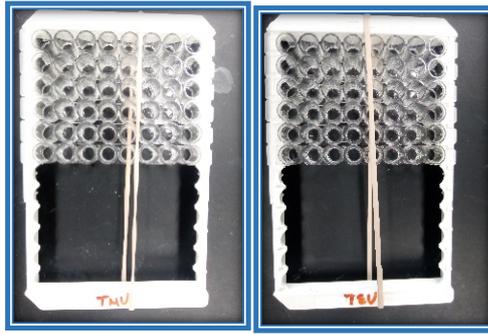


Figura 16. Paso tres, conjugado.

En el paso cuatro, se lavó la placa 5 veces con PBST, se preparó el buffer de revelado al momento de realizar este paso, se agregó una pastilla de para-nitrofenil fosfato en 10 mL de P.N.P. y se colocó 100 μ L de la solución en cada pocillo de la placa, se dejó reposar a la sombra (Figura 17).

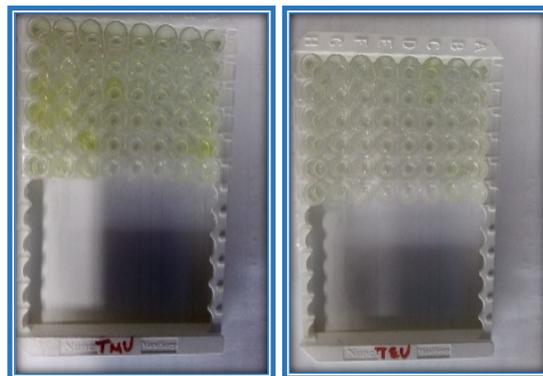


Figura 17. Llenado de pocillos con sustrato de revelado.

Por último, se realizó la lectura a una longitud de onda de 405 nm con un lector de placas ELISA, a los 15 min, 30 min, y por último a los 45 min., después de haber adicionado el sustrato de revelado (Figura 18). Los resultados se interpretaron de acuerdo con el siguiente criterio:

La reacción se considerará como positiva (presencia de fitopatógeno) si la lectura de la densidad óptica es mayor o igual a tres veces la media del testigo negativo.

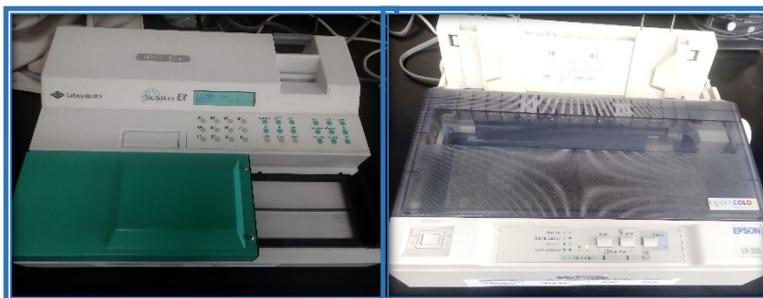


Figura 18. Lector de placas ELISA.

4.10 Diseño de tratamientos y diseño experimental

El diseño de tratamientos consistió en evaluar 5 productos inductores de resistencia, mas un testigo absoluto sin inoculación y sin aplicación de inductores de resistencia, además de un testigo positivo con inoculación y sin aplicación de inductores, generándose 7 tratamientos (Cuadro 5). Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones

En el análisis estadístico adicional al ANOVA, se realizaron comparaciones múltiples de medias usando el método de la Diferencia Significativa Honesta de Tukey con nivel de significancia al 5%.

4.11 Unidad experimental.

En el experimento 1 de chile: estuvo conformada por 4 plantas de chile; experimento 2 de chile; 2 plantas; en jitomate experimentos 1 y 2: 3 plantas; y en el experimento de tabaco se conformó de 2 plantas (Figura 19 a 22).



Figura 19. Unidad experimental chile experimento 1.



Figura 20. Unidad experimental chile experimento 2.



Figura 21. Unidad experimental en jitomate experimento 1 y 2.



Figura 22. Unidad experimental del tabaco.

Cuadro 5. Tratamientos en plantas de chile, jitomate y tabaco, tratadas con inductores de resistencia

Experimento	Cultivo	Número de Tratamientos						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Chile serrano cv. Tampiqueño	M	VS	A	VB	KD	TN	TP
2	Chile serrano cv. Camino Real	M+M +F+F	VS+VS +VS+VS	A+BS BS+BS	VB+VB VB+VB	KD+SM SM+SM	TN	TP
1	jitomate cv. Toro F1	M+M M+M	VS+VS VS+VS	A+BS A+BS	VB+VB VB+VB	KD+SM KD+SM	TN	TP
2	jitomate cv. Toro F1	M+M MC+MC	VS+VS F+F	A+BS M+VB	VB+VB VB+VB	KD+SM A+VS	TN	TP
1	Tabaco	M	VS	A	VB	KD	TN	TP

Nota: Los inductores de resistencia se identifican con las siguientes claves: M= Messenger gold®, VS= Virus Stop®, A= Actigard®, VB= Virablock®, KD= Kendal®, SM= Stymulus® Maxx, F= fosfite de potasio, BS= *Bacillus subtilis*, MC= MC Cream y los testigos fueron TN= testigo negativo, TP= testigo positivo

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Experimento 1 de chile.

5.1.1 Concentración viral (densidad óptica).

En el análisis de varianza se obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos en la concentración viral de TMV, a los 41 días después de la inoculación (ddi), en el agrupamiento Tukey, se encontró que virus stop® (T2) obtuvo el menor valor con 0.072 DO (densidad óptica), sin embargo, fue

estadísticamente no diferente a Messenger gold®, Actigard®, Virablock® y Kendal® con 0.080, 0.111, 0.300, 0.392 DO respectivamente. Virus stop® fue estadísticamente diferente al testigo positivo en el cual ocurrió la mayor concentración de TMV (DO=0.510) (Figura 23).

A los 70 (ddi), no se obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos en la concentración de TMV, en la comparación de medias se encontró que los inductores Messenger gold®, Virablock®, Virus Stop®, Actigard® y Kendal® fueron estadísticamente no diferentes, sin embargo la menor concentración de TMV, la obtuvo Messenger gold® (T1), el cual fue estadísticamente diferente al testigo positivo donde ocurrió la mayor concentración de TMV (Cuadro 6 y Figura 24).

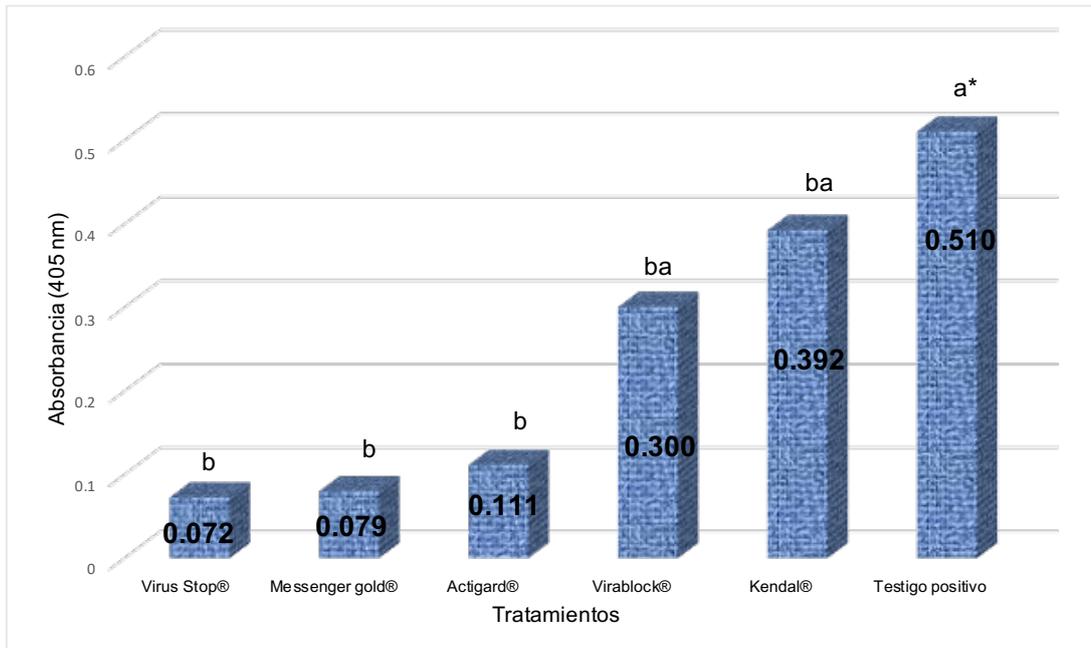
Cuadro 6. Absorbancia a los 42 y 70 (ddi) obtenidos en la prueba de DAS-ELISA, en plantas de Chile del experimento 1, tratadas con inductores de resistencia.

Tratamiento	Absorbancia (405 nm) 42 ddi	Absorbancia (405 nm) 71 ddi
Messenger gold®	0.080 b*	1.85 b
Virus Stop®	0.072 b	1.99 ba
Actigard®	0.111 b	2.06 ba
Virablock®	0.300 ba	1.94 ba
Kendal®	0.392 ba	2.14 ba
T. positivo	0.510 a	2.23 a
Prob.	0.048	0.213
DSH	0.320	0.320
C.V.	73.67	9.0

*Medias con la misma letra por columnas no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una P=0.05

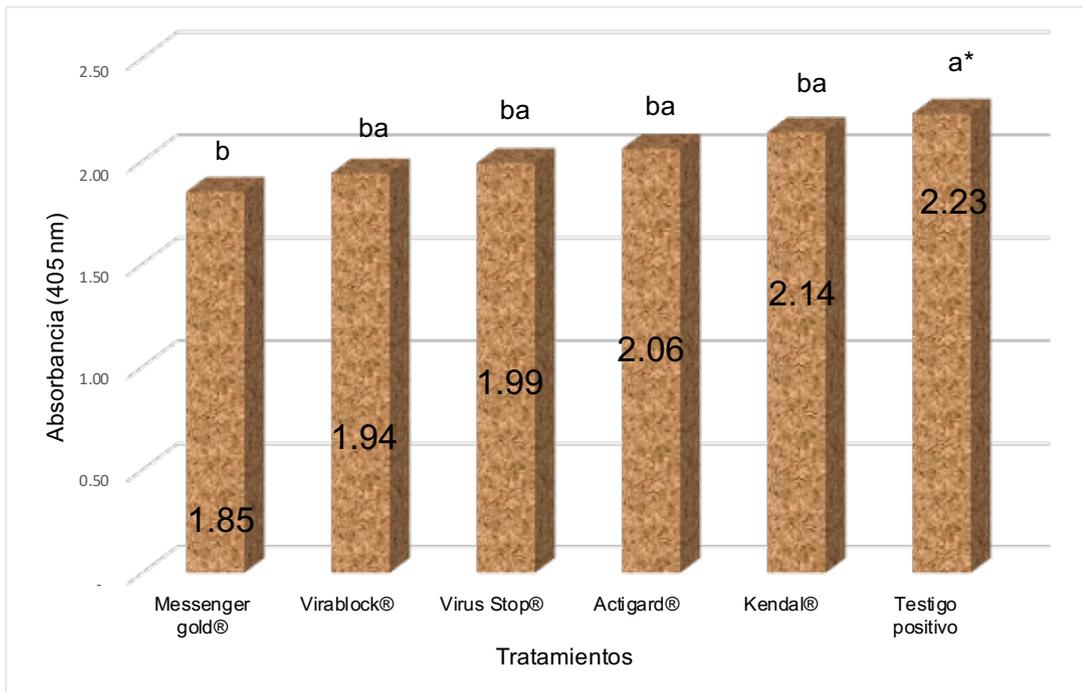
5.1.2 Peso seco.

En el análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en las variables peso seco de hoja, tallo, raíz y peso seco total (Cuadro 7). En la comparación de medias por el método de Tukey se encontró: Para el peso seco total, el testigo negativo obtuvo el mayor peso, y fue estadísticamente diferente al testigo positivo donde se registró el menor peso seco total. Se obtuvo una ligera ventaja en peso seco de hoja, tallo, y raíz en el testigo negativo, mientras el inductor de resistencia Messenger gold® registró el segundo mayor peso seco de hoja, tallo, raíz y peso seco total (Figura 25).



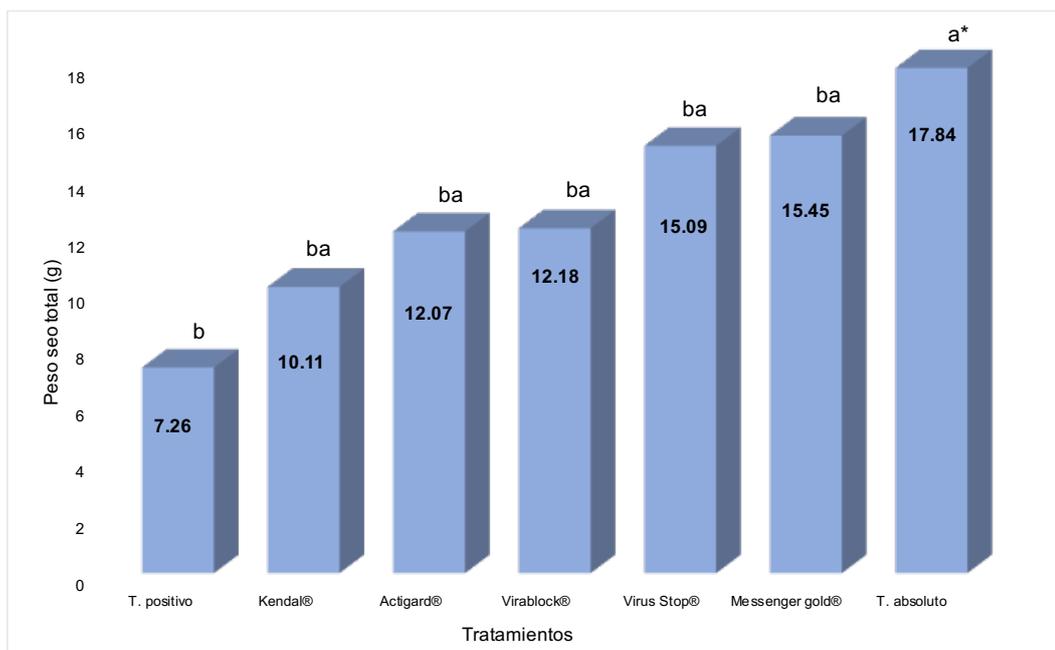
*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P=0.05$

Figura 23. Concentración de TMV a los 41 días después de la inoculación en el cultivo de chile con la aplicación de inductores.



*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P=0.05$

Figura 24. Concentración de TMV a los 70 días después de la inoculación en el cultivo de chile con la aplicación de inductores.



*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P=0.05$

Figura 25. Peso seco total de chile cv. Tampiqueño.

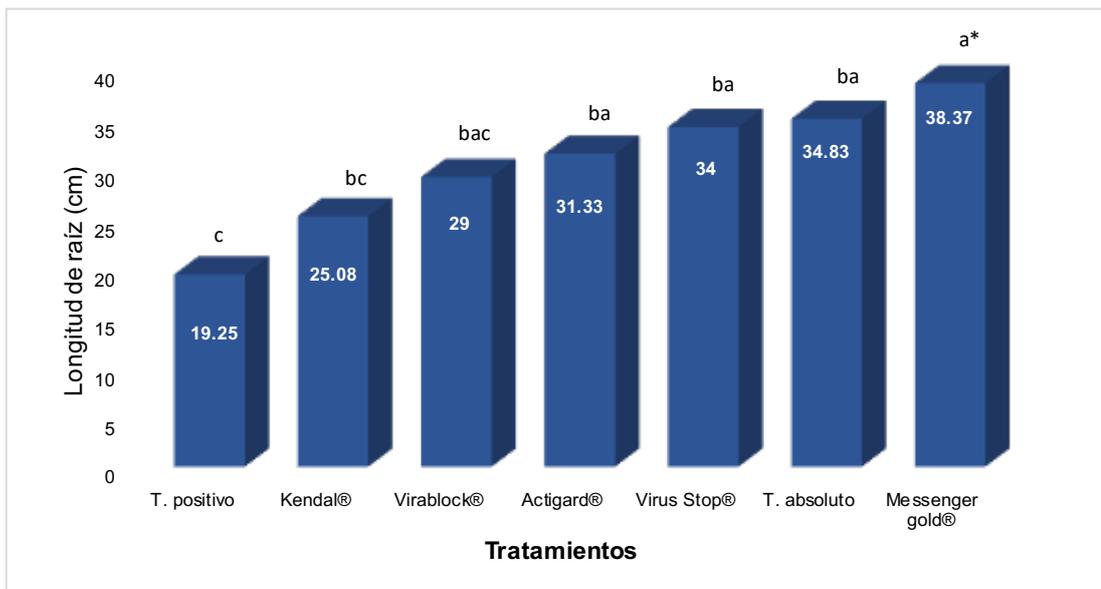
Cuadro 7. Peso seco (g) de hoja, tallo, raíz, peso seco total y longitud de raíz en chile cv. Tampiqueño

Tratamiento	Hoja	Tallo	Raíz	Peso seco total	Longitud de la raíz
Messenger gold®	5.24 a*	5.72 a	4.48 a	15.45 ba	38.37 a
Virus Stop®	5.23 a	5.51 a	4.34 a	15.09 ba	34.00 ba
Actigard®	5.06 a	3.94 a	3.06 a	12.07 ba	31.33 ba
Virablock®	5.10 a	4.86 a	2.22 a	12.18 ba	29.00 bac
Kendal®	4.88 a	3.27 a	1.95 a	10.11 ba	25.08 bc
T. positivo	3.08 a	2.88 a	1.29 a	7.26 b	19.25 c
T. absoluto	6.71 a	6.37 a	4.75 a	17.84 a	34.83 ba
Prob.	0.7800	0.4400	0.3700	0.3000	0.0240
DSH	4.45	3.93	3.87	9.36	10.46

*Medias con la misma letra por columnas no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P=0.05$

5.1.3 Longitud de la raíz

Para esta variable, en el análisis de varianza se encontró diferencias significativas entre tratamientos, la prueba de medias de Tukey mostró a Messenger gold® (T1) con la mayor longitud de raíz principal 38.37 cm, y fue estadísticamente diferente al testigo positivo (19.12 cm) donde se encontró la menor longitud. Además de superar por 3.54 cm al testigo negativo (Figura 26).



*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P=0.05$

Figura 26. Longitud de raíz en chile experimento 1.

5.1.4 Severidad

En el análisis de varianza se encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos en las cuatro fechas de evaluación (Cuadro 8). El agrupamiento de medias mostró en la primera evaluación que los inductores Messenger gold®, y Virus Stop® obtuvieron la menor severidad. En la segunda y cuarta evaluación, Virablock® obtuvo la menor severidad. En la tercera evaluación la menor severidad ocurrió con inductor Messenger gold®.

En el análisis de varianza combinado se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos, el inductor de resistencia Messenger gold® mostró la menor severidad 38.42% después de las cuatro fechas de evaluación, redujo 20.33% la severidad y fue estadísticamente diferente al testigo positivo donde se registró la mayor severidad 58.75%.

El comportamiento de la severidad durante las cuatro evaluaciones, se observa en los inductores de resistencia Messenger gold® y Virablock® una tendencia baja en la severidad de TMV en comparación con el testigo positivo que obtuvo significativamente la mayor severidad en cada fecha de evaluación (Figura 27).

Cuadro 8. Análisis de varianza individual para cada fecha de evaluación, y combinado para las cuatro fechas de la severidad en chile cv. Tampiqueño.

Tratamiento	Fechas				Combinado
	27/09/17	09/10/17	21/10/17	02/11/17	
1. Messenger gold®	19.00 b*	35.17 bc	46.00 b	53.5 b	38.42 b
2. Virus Stop®	17.92 b	38.58 bc	49.25 b	56.08 b	40.46 b
3. Actigard®	22.17 b	36.42 bc	52.33 b	60.08 b	42.75 b
4. Virablock®	22.08 b	34.00 c	47.50 b	53.17 b	39.19 b
5. Kendal®	22.00 b	43.67 ba	57.92 ba	64.00 b	46.90 b
6. T. negativo	0.00 c	0.00 d	0.00 c	0.00 c	0.00 c
7. T. positivo	27.67 a	51.33 a	69.33 a	86.67 a	58.75 a
DSH	4.84	8.89	13.78	15.64	9.57
Prob.	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una P=0.05

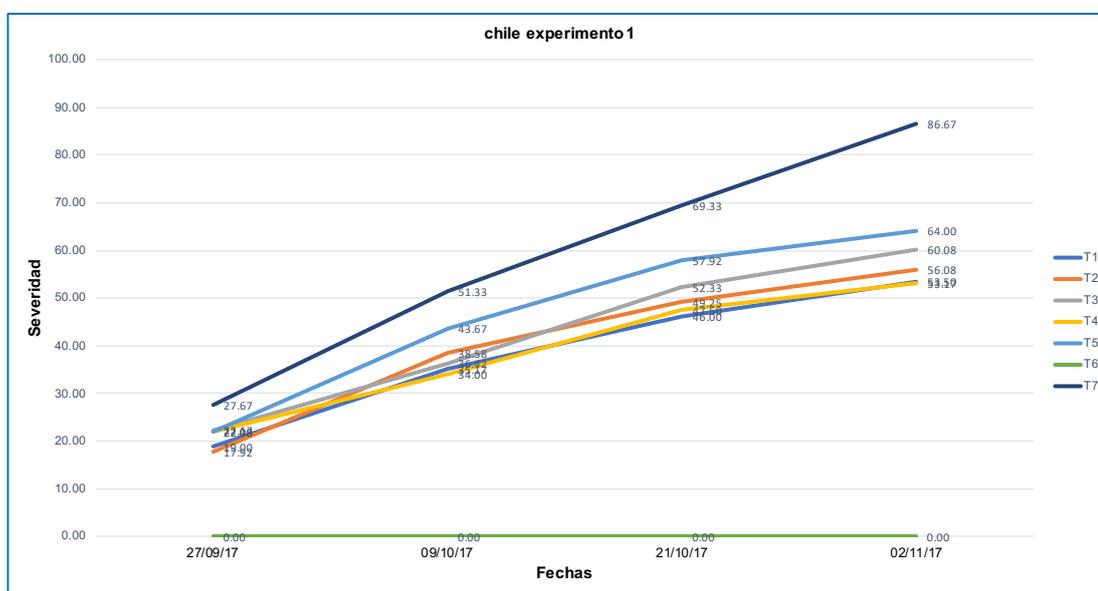


Figura 27. Comportamiento de la severidad a través de las cuatro fechas de evaluación.

5.1.5 Altura

En el análisis de varianza se obtuvieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos en las dos primeras evaluaciones y diferencias significativas en la evaluación tres, cuatro y cinco, para la variable altura (Cuadro 9).

Messenger gold®, después del testigo negativo, obtuvo la segunda mayor altura en la primera, segunda, tercera y quinta evaluación. En la segunda

evaluación la aplicación del inductor (elicitor) Messenger gold® fue estadísticamente el mejor tratamiento dentro de los inductores de resistencia y fue estadísticamente diferente al testigo positivo donde se reflejó la menor altura.

Cuadro 9. Análisis de varianza de la altura, individual para cada fecha de evaluación y combinado para las cinco fechas de evaluación en Chile cv. Tampiqueño.

Trat	Fechas					Combinado
	28/09/17	10/10/17	22/10/17	03/11/17	15/11/17	
T1	25.44 b*	31.67 a	39.08 ba	46.25 ba	49.79 ba	38.45 a
T2	22.33 cb	29.11 b	36.42 b	43.58 bc	46.58 bac	35.60 c
T3	19.92 c	26.83 b	35.00 b	40.00 bc	42.04 bdc	32.76 d
T4	21.83 c	29.22 b	37.5 ba	38.33 c	39.33 dc	33.24 dc
T5	20.92 c	26.67 b	35.17 b	39.67 bc	40.58 bdc	32.60 d
T6	30.44 a	37.5 a	43.67 a	51.00 a	55.00 a	43.52 a
T7	19.67 c	26.67 b	33.58 b	36.50 c	37.03 d	30.69 d
DSH	3.22	5.37	6.82	7.25	9.54	2.79
Prob.	<0.0001	<0.0001	0.0036	0.0001	0.00	<0.0001

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una P=0.05

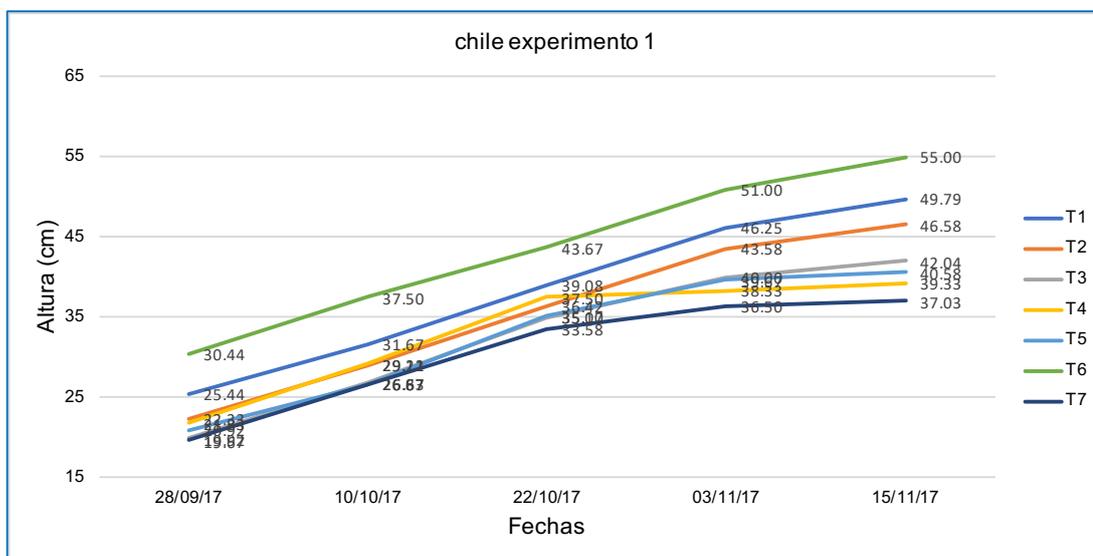


Figura 28. Comportamiento de la altura a través de las cinco fechas de evaluación en Chile cv. Tampiqueño.

Se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos en el análisis de varianza combinado, el agrupamiento Tukey muestra al testigo negativo y al inductor Messenger gold® con la mayor altura 43.53 y 38.45 cm, respectivamente, en comparación el testigo positivo fue estadísticamente diferente registrando la menor altura, 30.69 cm.

El comportamiento de la altura durante las cinco evaluaciones, el testigo sano mostró la mayor altura durante todo el ciclo del cultivo, alcanzó 55.00 cm de altura en la última evaluación; mientras que el testigo positivo la menor altura, 37.05 cm, se observó que los inductores Messenger gold® y Virus Stop® obtuvieron la mayor altura durante el ciclo (Figura 28).

5.1.6 Número de frutos

Los resultados obtenidos del análisis de varianza para el número de frutos en el primero, segundo corte, y combinado donde se asperjaron diferentes inductores de resistencia se muestra en el Cuadro 10 y Figura 29.

Cuadro 10. Análisis de varianza individual para cada corte y combinado para los dos cortes en el número de frutos de chile cv. Tampiqueño.

Tratamiento	Primer corte	Segundo corte	Combinado
1. Messenger gold®	13.67 a*	15.00 a	14.33 a
2. Virus Stop®	8.67 a	8.33 bc	8.50 bdc
3. Actigard®	4.67 a	5.67 bc	5.17 dc
4. Virablock®	9.67 a	10.00 bac	9.83 bac
5. Kendal®	5.00 a	6.67 bc	5.83 dc
6. Testigo negativo	10.00 a	11.33 ba	10.67 ba
7. Testigo positivo	4.00 a	4.66 c	4.67 d
DSH	10.23	6.55	5.27
Prob.	0.0528	0.001	<0.0001

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una P=0.05

5.1.6.1 Primer corte

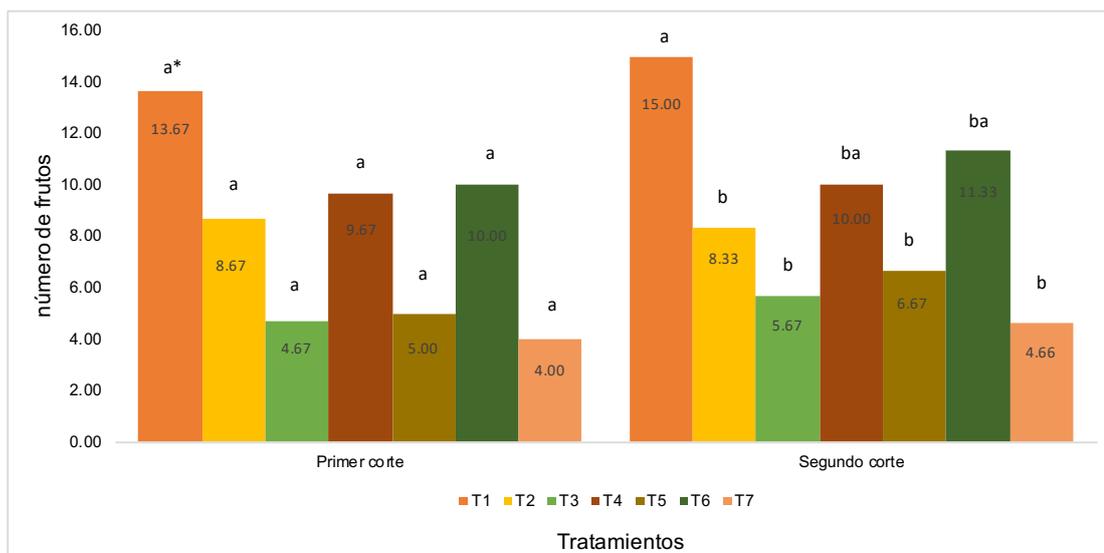
No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en el análisis de varianza, en el primer corte, no obstante Messenger gold® obtuvo el mayor número de frutos 13.67

5.1.6.2 Segundo corte

En el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. De igual manera al primer corte, el inductor de resistencia Messenger gold® obtuvo el mayor número de frutos, sin embargo fue estadísticamente no diferente al testigo negativo y a Virablock®.

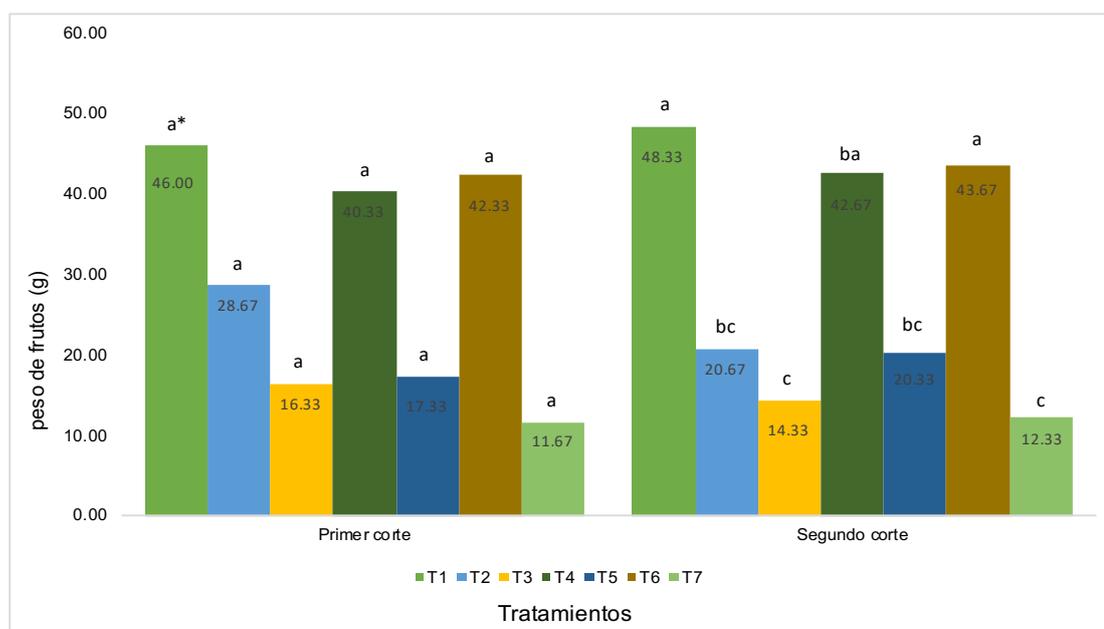
5.1.6.3 Combinado

Se obtuvieron diferencias altamente significativas entre tratamientos en el análisis de varianza combinado, en la comparación de medias Tukey se obtuvo el mayor número de frutos promedio con Messenger gold® después de los dos cortes, sin embargo estadísticamente fue no diferente al testigo negativo y a Virablock®.



*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P=0.05$

Figura 29. Número de frutos en el 1º y 2º corte de chile cv. Tampiqueño.



*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P=0.05$

Figura 30. Peso de frutos en el 1º y 2º corte de chile cv. Tampiqueño.

5.1.7 Peso de frutos

El análisis de varianza en la variable peso de frutos del primero, segundo corte y combinado se observa en el Cuadro 11 y Figura 30.

Cuadro 11. Análisis de varianza individual para cada corte y combinado para los dos cortes en el peso de frutos (g) de chile cv. Tampiqueño.

Tratamiento	Primer corte	Segundo corte	Combinado
1. Messenger gold®	46.00 a*	48.33 a	47.17 a
2. Virus Stop®	28.67 a	20.67 bc	24.67 bdac
3. Actigard®	16.33 a	14.33 c	15.33 dc
4. Virablock®	40.33 a	42.67 ba	41.5 bac
5. Kendal®	17.33 a	20.33 bc	18.83 bdc
6. Testigo negativo	42.33 a	43.67 a	43.00 ba
7. Testigo positivo	11.67 a	12.33 c	12.00 d
DSH	55.61	22.6	26.56
Prob.	0.25	0.0001	0.0003

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una P=0.05

5.1.7.1 Primer corte

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre los tratamientos; no obstante el inductor Messenger gold® obtuvo una ligera ventaja sobre el testigo negativo.

5.1.7.2 Segundo corte

En relación al segundo corte, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en el análisis de varianza. Messenger gold® mostró una ligera ventaja de 4.7 g sobre el testigo negativo, sin embargo fue estadísticamente no diferente al testigo negativo y a Virablock®.

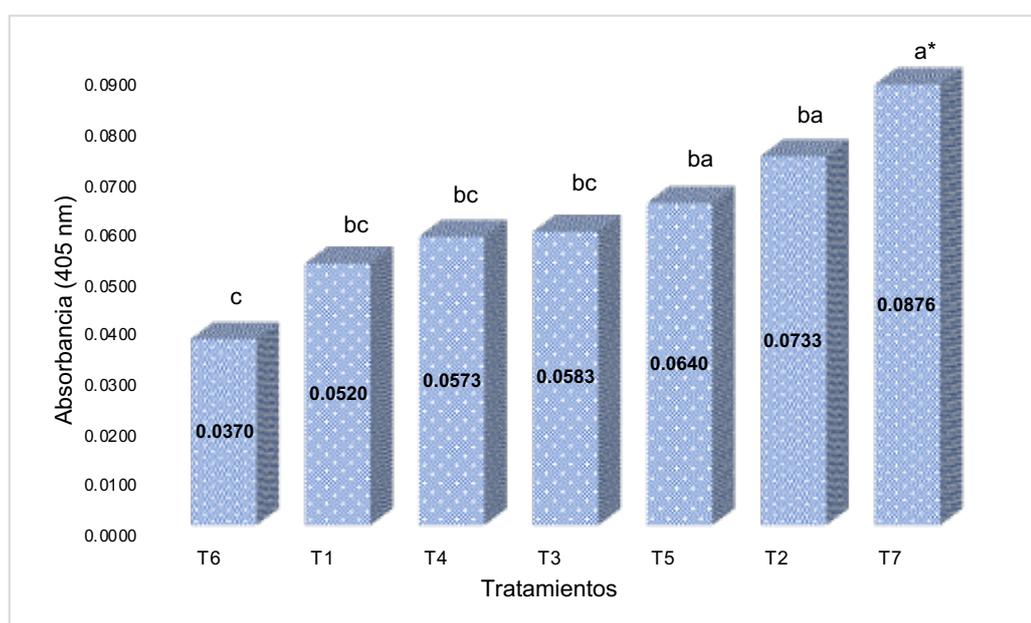
5.1.7.3 Combinado

En el análisis de varianza combinado se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos en la variable peso de frutos, se registró el mayor peso promedio de frutos con el inductor Messenger gold®, el cual fue estadísticamente no diferente al testigo negativo y a Virablock®; mientras que el testigo positivo obtuvo el menor peso, 12 g (Cuadro 11).

5.2 Experimento 2 chile cv. Camino Real

5.2.1 Concentración viral (densidad óptica)

El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre los tratamientos en la concentración de TMV, en la prueba de medias de Tukey se observa al testigo positivo con la mayor concentración de TMV, mientras el T1 donde se asperjaron (Messenger gold® + Messenger gold® + fosfito de potasio+ fosfito de potasio) y T4 (Virablock®) se obtuvo una concentración baja de TMV y fueron estadísticamente diferentes al testigo positivo (Figura 31).



*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P=0.05$

Figura 31. Concentración de TMV a los 41 días después de la inoculación en el cultivo de chile cv. Camino Real, tratadas con inductores de resistencia.

5.2.2 Peso seco

En el análisis de varianza se obtuvieron diferencias significativas en la variable peso seco de tallo y raíz, y altamente significativas en la variable peso seco de hoja y peso seco total (Cuadro 12).

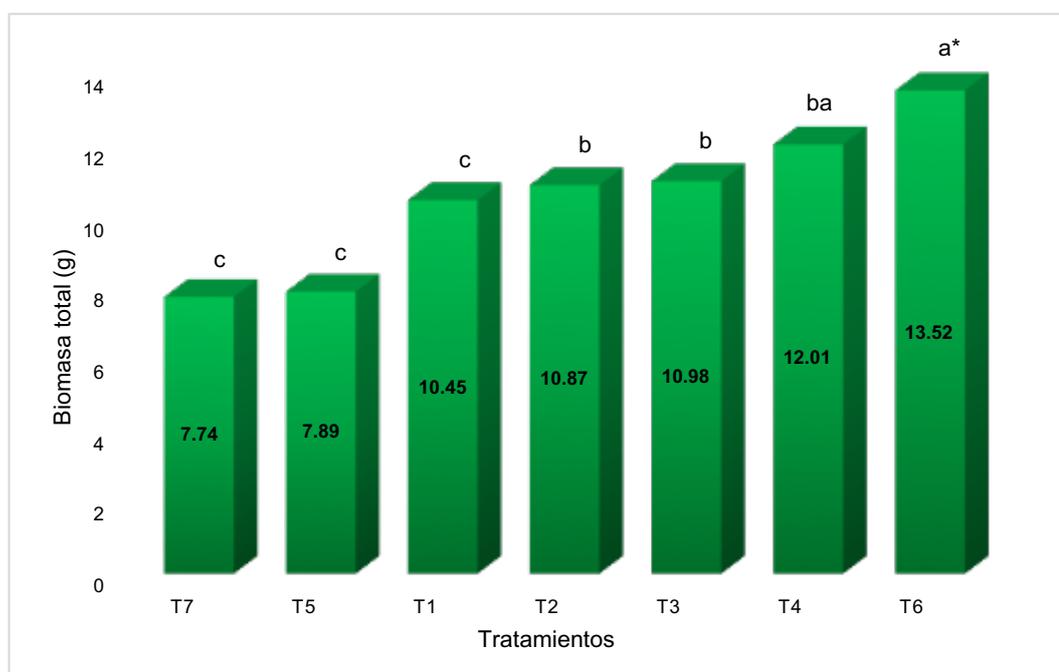
En la comparación de medias de Tukey se encontró lo siguiente en la variable peso de hoja, el testigo negativo (T6) mostró el mayor peso seco, en contraste el testigo positivo reflejó el menor peso (T7). En la variable peso seco de tallo

el mayor peso se obtuvo con el testigo negativo y el menor peso se registró en el testigo positivo. Para el peso seco de raíz, el T3 (Actigard®+*Bacillus subtilis*+*Bacillus subtilis*+*Bacillus subtilis*) obtuvo el mayor peso y el menor peso ocurrió en el testigo positivo. De acuerdo al peso seco total el testigo negativo mostró el mayor peso 13.52 g, el cual fue estadísticamente no diferente a Virablock®; Mientras el testigo positivo obtuvo el menor peso seco total (Figura 32).

Cuadro 12. Peso seco de hoja, tallo, raíz, peso seco total (g) y longitud de raíz (cm) en chile cv. Camino Real.

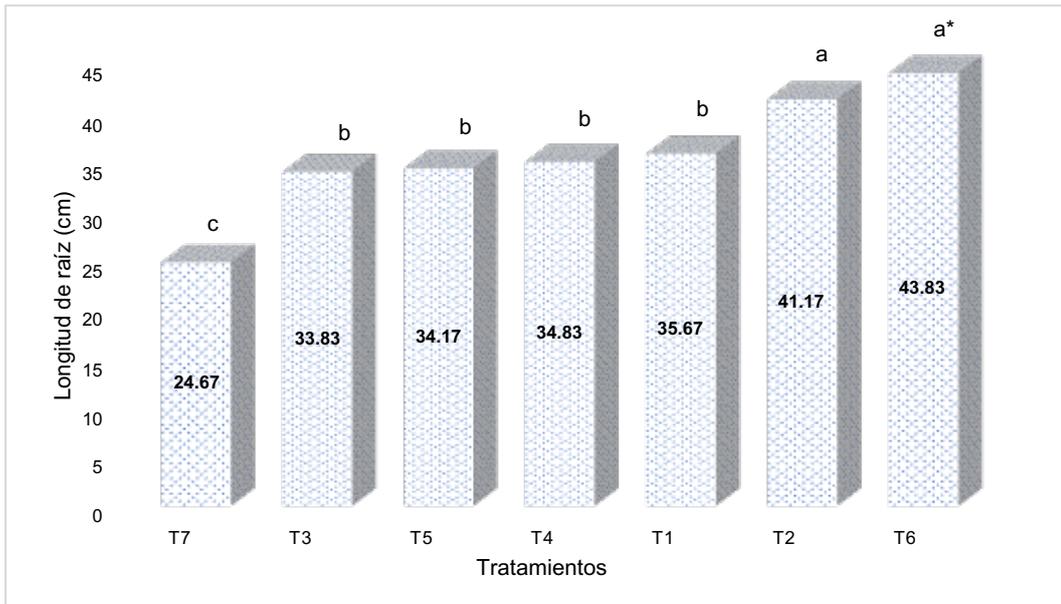
Tratamiento	Hoja	Tallo	Raíz	Peso seco total	Longitud de raíz
T1	3.75 b*	4.05 ba	2.64 b	10.45 c	35.67 b
T2	3.6 b	3.86 b	3.41 ba	10.87 b	41.17 a
T3	3.41 b	4.13 ba	3.44 ba	10.98 b	33.83 b
T4	3.75 b	4.21 ba	4.07 a	12.01 ba	34.83 b
T5	2.61 c	2.6 c	2.68 b	7.89 c	34.17 b
T6	5.44 a	4.66 a	3.42 ba	13.52 a	43.83 a
T7	2.57 c	2.53 c	2.63 b	7.74 c	24.67 c
DSH	0.769	0.749	0.908	1.789	4.776
Prob.	<0.0001	0.0001	0.0292	<0.0001	<0.0001
C.V.	12.23	11.49	16.29	9.73	7.69

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P=0.05$



*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P=0.05$

Figura 32. Peso seco total (g) en chile cv. Camino Real



*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba Tukey a una $P=0.05$

Figura 33. Longitud de raíz en chile cv. Camino Real.

5.2.3 Longitud de raíz

En el análisis de varianza se obtuvieron diferencias altamente significativas entre tratamientos, en el agrupamiento de medias se observa que la mayor longitud se obtuvo en el tratamiento negativo (T6), el cual fue estadísticamente no diferente al T2 (Virus Stop®), mientras que la menor longitud se registró en el testigo positivo (Cuadro 12 y Figura 33).

5.2.4 Severidad

Para severidad en el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en la primera y segunda evaluación, mientras en la tercera evaluación y el análisis combinado mostraron diferencias altamente significativas (Cuadro 13).

En la comparación de medias de Tukey para cada evaluación se encontró en la primera evaluación la menor severidad la obtuvo el T1 (Messenger gold®+ Messenger gold®+fosfito de potasio+fosfito de potasio), sin embargo fue estadísticamente no diferente a los demás tratamientos.

En la segunda evaluación se observa que ocurrió una severidad baja en los inductores T1 (Messenger gold®+ Messenger gold®+fosfito de potasio+fosfito

de potasio), y fue diferente estadísticamente al testigo positivo que obtuvo la mayor severidad.

Cuadro 13. Análisis de varianza individual para cada fecha de evaluación y combinado para las tres fechas de la severidad en Chile cv. Camino Real

Tratamiento	Fechas			Combinado
	12/02/18	27/02/18	14/03/18	
T1	0.0 a*	0.22 b	0.67 c	0.30 c
T2	0.55 a	15.0 ba	57.50 ba	24.35 ba
T3	1.0 a	17.72 ba	46.17 b	21.63 ba
T4	0.11 a	10.56 ba	34.17 b	14.94 bc
T5	0.33 a	13.0 ba	44.67 b	19.33 bac
T6	0.0 a	0.0 b	0.0 b	0.0 c
T7	1.55 a	32.78 a	72.50 a	35.61 a
DSH	1.6	29.78	24.8	19.97
Prob.	0.0397	0.0305	<.0001	<.0001

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una P=0.05

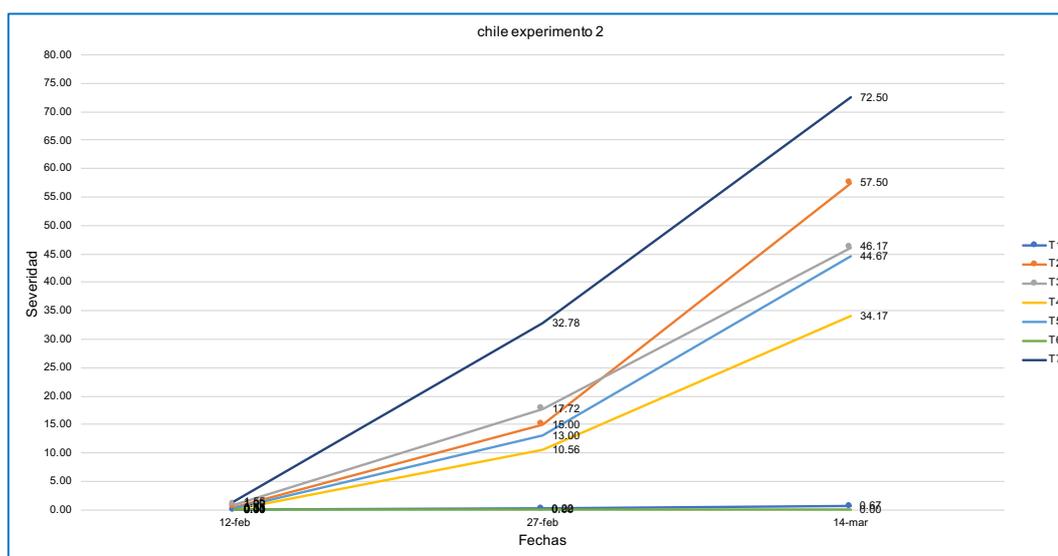


Figura 34. Comportamiento de la severidad a través de las tres fechas de evaluación en Chile cv. Camino Real.

En la tercera evaluación, se obtuvo una severidad baja con los inductores (Messenger gold®+ Messenger gold®+fosfito de potasio+fosfito de potasio) del T1, y estadísticamente diferente al testigo positivo donde se registró la mayor severidad. El análisis combinado muestra a los inductores del T1 (Messenger gold®+ Messenger gold®+fosfito de potasio+fosfito de potasio), donde se obtuvo severidad baja, y fueron estadísticamente no diferentes al T5

(Kendal®+Stymulus® Maxx+Stymulus® Maxx+Stymulus® Maxx), y estadísticamente diferentes al testigo positivo donde ocurrió la mayor severidad. Se observó el comportamiento de la severidad en las tres evaluaciones (Figura 34).

5.2.5 Altura

Se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos en el análisis de varianza en la primera y segunda evaluación, y diferencias altamente significativas entre tratamientos en la tercera evaluación así como también en el análisis combinado (Cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis de varianza individual para cada fecha de evaluación y combinado para las tres fechas de la altura en chile cv. Camino Real

Tratamiento	Fechas			Combinado
	29/01/18	13/02/18	28/02/18	
T1	14.11 a*	25.00 a	37.94 a	25.68 a
T2	13.28 a	24.11 ba	36.5 a	24.63 ba
T3	14.06 a	24.78 ba	36.28 a	25.04 a
T4	14.11 a	25.33 a	38.78 a	26.07 a
T5	12.94 a	21.45 bc	30.11 b	21.50 bc
T6	14.11 a	24.56 ba	40.22 a	26.30 a
T7	12.39 a	18.78 c	26.44 b	19.20 c
DSH	1.84	3.54	5.16	3.28
Prob.	0.0271	0.0001	<0.0001	<0.0001

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una P=0.05

En la comparación de medias de Tukey para cada fecha de evaluación y combinado para las tres fechas, se muestra que en la primera evaluación no se obtuvo diferencia estadística entre tratamientos. Sin embargo se observa una ligera ventaja del T1(Messenger gold®+ Messenger gold®+fosfito de potasio+fosfito de potasio) y T2 (Virus Stop®). En la segunda evaluación se registró la mayor altura en T4 (Virablock®), el cual fue estadísticamente diferente al testigo positivo que obtuvo la menor altura. En la tercera evaluación la mayor altura ocurrió en el testigo negativo y fue estadísticamente no diferente al T1 (Messenger gold®+ Messenger gold®+fosfito de potasio+fosfito de potasio), mientras que la menor altura se registró en el testigo positivo.

En el análisis combinado la mayor altura se encontró con el tratamiento testigo, la cual fue estadísticamente no diferente al inductor Virablock®, la menor altura se obtuvo en el testigo positivo.

En la Figura 35 se refleja el comportamiento de la altura en respuesta a la aplicación de inductores de resistencia.

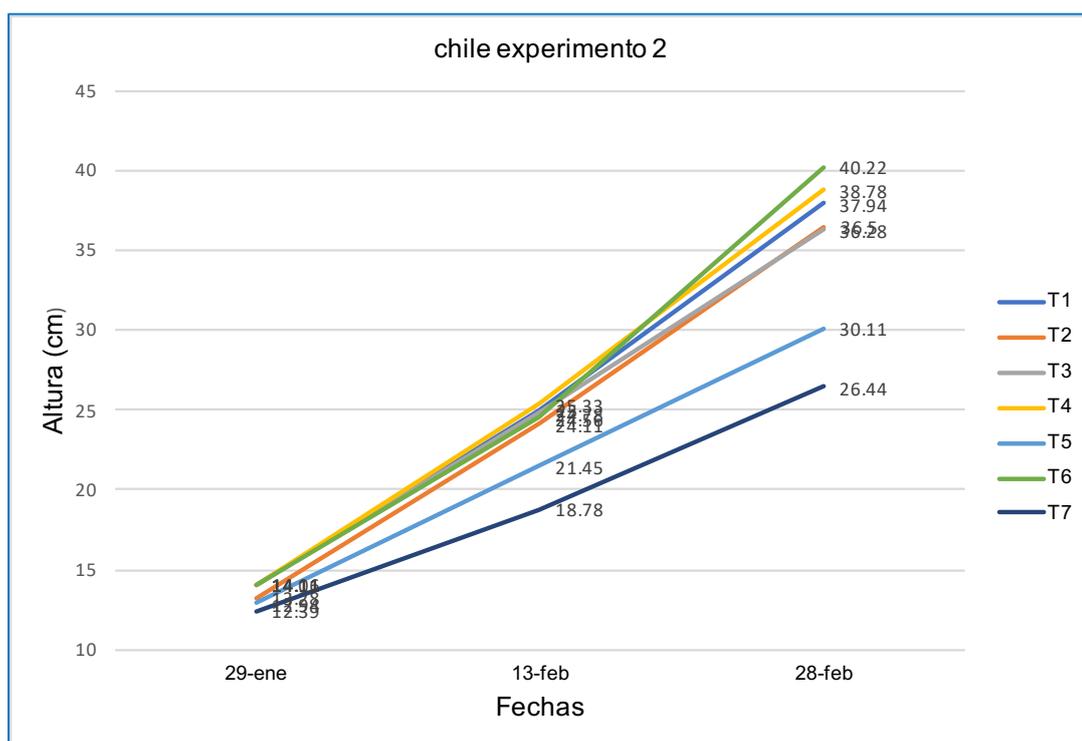


Figura 35. Comportamiento de la altura a través de las tres fechas de evaluación en chile cv. Camino Real

5.2.6 Número de frutos

Los resultados obtenidos del análisis de varianza en el primero, segundo y tercer corte y combinado para el número de frutos de chile variedad Camino Real se muestra en el Cuadro 15.

5.2.6.1 Primer corte

En el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en el primer corte. En la prueba de medias de Tukey se obtuvo el mayor número de frutos con Virus Stop®, en contraste el menor número de frutos se registró en el testigo positivo.

5.2.6.2 Segundo corte

El análisis de varianza no encontró diferencias significativas, sin embargo se registró una ligera ventaja del testigo negativo en el número de frutos (9.33). El T3 (Actigard®+*Bacillus subtilis*+ *Bacillus subtilis*+*Bacillus subtilis*) mostró el segundo mayor número de frutos.

5.2.6.3 Tercer corte

El tercer corte no mostró diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo Virus Stop® y el testigo negativo registraron 8 frutos en comparación al testigo positivo donde ocurrió el menor número de frutos.

5.2.6.4 Combinado

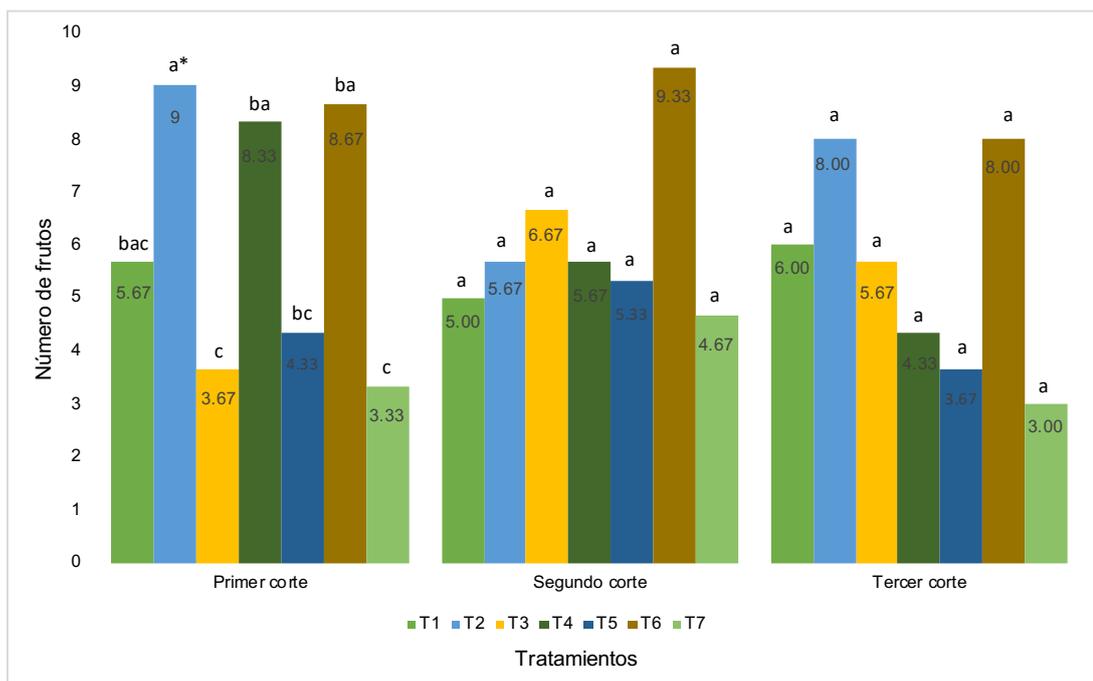
Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, se obtuvo el mayor número de frutos en el testigo negativo, no obstante fue estadísticamente no diferente a T2 (Virus Stop®), T4 (Virablock®), y T1 (Messenger gold®+ Messenger gold®+fosfito de potasio+fosfito de potasio); mientras el testigo positivo mostró el menor número de frutos (Cuadro 15).

En la Figura 36 se muestra el comportamiento de los tratamientos donde se realizaron las aplicaciones de inductores de resistencia cada 12 días, se muestra el número de frutos de chile verde en el primero, segundo y tercer corte.

Cuadro 15. Análisis de varianza individual para cada corte y combinado para los tres cortes en el número de frutos de chile cv. Camino Real.

Tratamiento	Primer corte	Segundo corte	Tercer corte	Combinado
T1	5.67 bac	5.00 a	6.00 a	5.56 bac
T2	9.00 a*	5.67 a	8.00 a	7.56 ba
T3	3.67 c	6.67 a	5.67 a	5.33 bc
T4	8.33 ba	5.67 a	4.33 a	6.11bac
T5	4.33 bc	5.33 a	3.67 a	4.44 bc
T6	8.67 ba	9.33 a	8.00 a	8.67 a
T7	3.33 c	4.67 a	3.00 a	3.67 c
DSH	4.47	6.66	6.58	3.20
Prob.	0.0012	0.3150	0.1142	0.0002

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una P=0.05



*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P=0.05$

Figura 36. Número de frutos en el 1^o, 2^o y 3^o corte de chile cv. Camino Real.

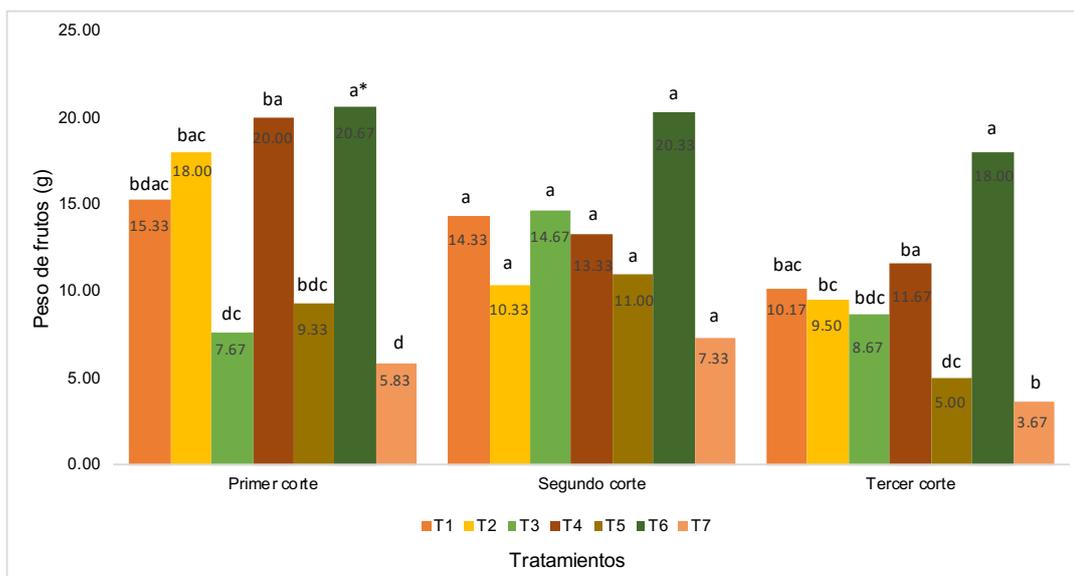
5.2.7 Peso de frutos

En la variable peso de frutos el análisis de varianza del primero, segundo y tercer corte y combinado en variedad Camino Real se refleja en el Cuadro 16 y Figura 37.

Cuadro 16. Análisis de varianza individual para cada corte y combinado para los tres cortes en el peso de frutos de chile cv. Camino Real.

Tratamiento	1o corte	2o corte	3o corte	Combinado
T1	15.33 bdac	14.33 a*	10.17 ba	13.28 bac
T2	18.00 bac	10.33 a	9.5 ba	12.61 bc
T3	7.67 dc	14.67 a	8.67 ba	10.33 bdc
T4	20.00 ba	13.33 a	11.67 ba	15.00 ba
T5	9.33 bdc	11 a	5.00 b	8.44 dc
T6	20.67 a	20.33 a	18.00 a	19.67 a
T7	5.83 d	7.33 a	3.67 b	5.611 d
DMS	11.048	15.124	11.72	6.42
Prob.	0.0012	0.1871	0.0197	<0.0001

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P=0.05$



*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P=0.05$

Figura 37. Peso de frutos en el 1^o, 2^o y 3^o corte de chile cv. Camino Real.

5.2.7.1 Primer corte

En el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en el primer corte, se muestra que el testigo negativo obtuvo el mayor peso, no obstante fue estadísticamente no diferente al inductor Virablock®, y fue diferente al testigo positivo donde se registró el menor peso.

5.2.7.2 Segundo corte

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre tratamientos. En el segundo corte el mayor peso ocurrió en el testigo negativo, no obstante fue estadísticamente no diferente a los demás tratamientos.

5.2.7.3 Tercer corte

Se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos en el análisis de varianza. En el tercer corte el testigo negativo obtuvo el mayor peso, seguido del inductor Virablock® y diferente al testigo positivo el cual mostró el menor peso 3.67 g.

5.2.7.4 Combinado

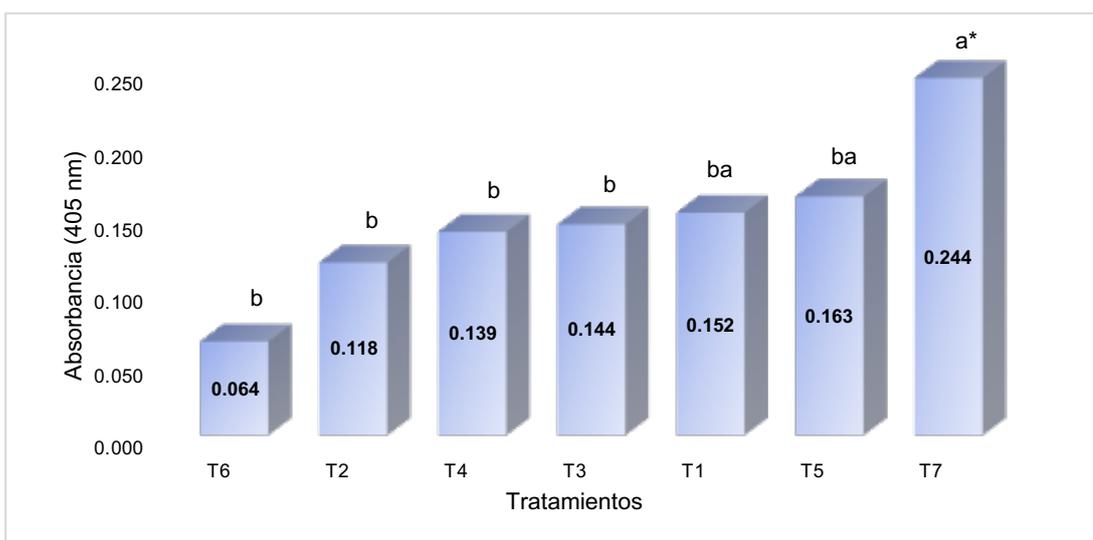
En el análisis de varianza se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos. Se observa que el mayor peso promedio de los tres cortes

ocurrió en el testigo negativo, y fue estadísticamente no diferente a Virablock®, y T3 (Actigard®+*Bacillus subtilis*+*Bacillus subtilis*+*Bacillus subtilis*), y diferente al testigo positivo el cual obtuvo el menor peso 5.61 g (Cuadro 16).

5.3 Cultivo de jitomate experimento 1

5.3.1 Concentración viral (densidad óptica)

En el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en la concentración de TMV, el agrupamiento de medias mostró una concentración baja de TMV con T2 (Virus Stop®), en contraste el testigo positivo registró la mayor concentración de TMV en jitomate y fueron estadísticamente diferentes (Figura 38).



*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P=0.05$

Figura 38. Concentración viral de TMV a los 41 ddi en jitomate cv. Toro F1, tratadas con inductores de resistencia.

5.3.2 Peso seco

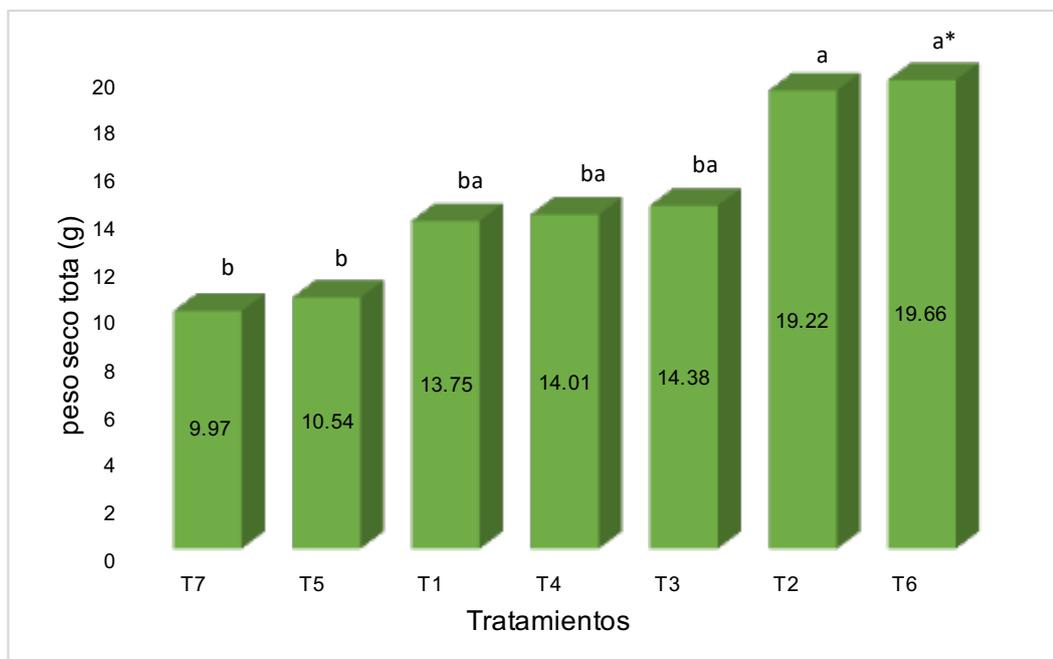
Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en la variable peso seco de hoja, tallo, raíz, peso seco total, y diferencia altamente significativa en la longitud de raíz. En la prueba de medias de Tukey se encontró en la variable peso seco de hoja, que el mayor peso se registró en el testigo negativo, no obstante fue estadísticamente no diferente al T2 (Virus Stop®), y estadísticamente diferente al testigo positivo donde ocurrió en menor peso seco (Cuadro 17).

Virus Stop® obtuvo el mayor peso seco de tallo y el menor peso se registró en el testigo positivo. En la variable peso seco de raíz, el testigo negativo obtuvo una ligera ventaja sobre el T2 (Virus Stop®), mientras el testigo positivo registró el menor peso. En la variable peso seco total el mayor peso seco se reflejó en el testigo negativo y T2 (Virus Stop®) y fueron estadísticamente diferentes al testigo positivo donde ocurrió el menor peso seco total (Figura 39).

Cuadro 17. Peso seco de hoja, tallo, raíz, peso seco total (g) y longitud de raíz (cm) en jitomate cv. Toro f1.

Tratamiento	Hoja	Tallo	Raíz	Peso seco total	Longitud de raíz
T1	5.44 bc*	2.89 b	5.41 ba	13.75 ba	40.67 b
T2	7.1 ba	4.43 a	7.69 a	19.22 a	46.33 a
T3	5.93 bc	3.42 ba	5.02 b	14.38 ba	45.67 a
T4	5.32 bc	2.89 b	5.79 ba	14.01 ba	40.33 b
T5	3.77 c	2.66 b	4.1 b	10.54 b	24.44 c
T6	8.5 a	3.43 ba	7.72 a	19.66 a	47.67 a
T7	3.63 c	2.43 b	3.9 b	9.97 b	24.67 c
DMS	2.49	1.107	2.65	6.02	4.58
Prob.	0.01	0.0294	0.0368	0.022	<0.0001
C.V.	25.07	19.99	26.76	23.72	6.78

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una P=0.05

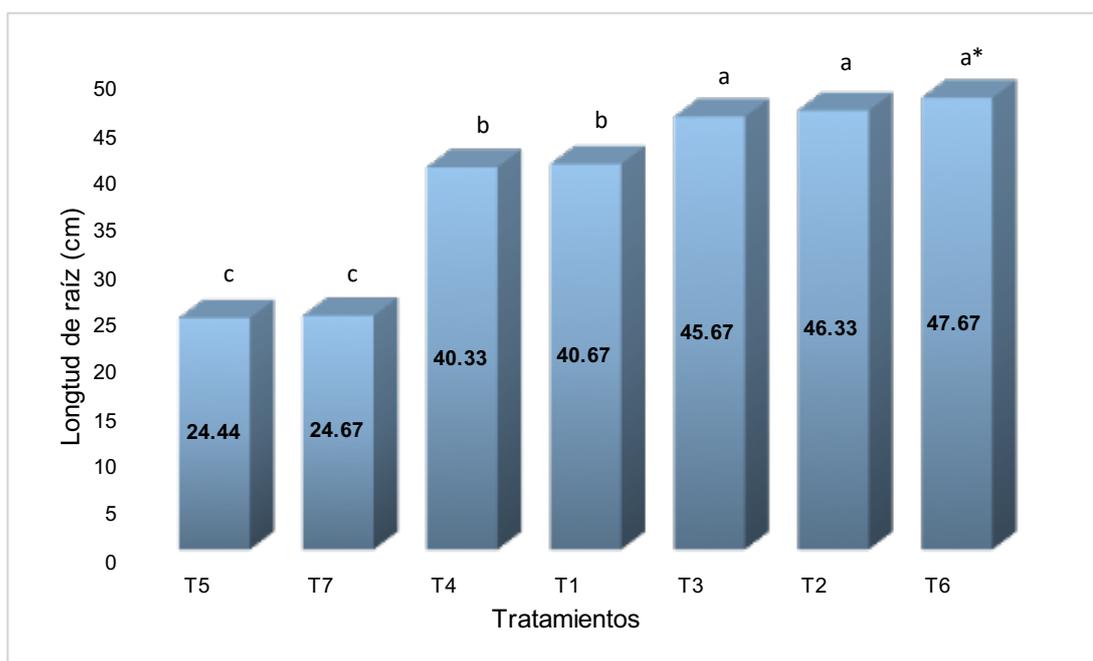


*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una P=0.05

Figura 39. Peso seco total (g) en jitomate cv. Toro f1.

5.3.3 Longitud de la raíz

Se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos, en la prueba de medias de Tukey se observa una ligera ventaja en el testigo negativo, no obstante fue estadísticamente no diferente T2 (Virus Stop®) y T3 (Actigard®+*Bacillus subtilis*+Actigard®+*Bacillus subtilis*), que fueron estadísticamente diferentes a T5 (Kendal®+Stymulus® Maxx+Kendal®+Stymulus® Maxx) y testigo positivo donde se registró la menor longitud de raíz (Cuadro 17 y Figura 40).



*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P=0.05$

Figura 40. Longitud de raíz en jitomate cv. Toro f1.

5.3.4 Severidad

El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre tratamientos en la primera, segunda, tercera evaluación y en el combinado se mostraron diferencias altamente significativas entre tratamientos (Cuadro 18). En las comparaciones de medias, en la primera evaluación se obtuvo una severidad baja en T2 (Virus Stop®), en comparación con el testigo positivo donde se registró la mayor severidad. En la segunda evaluación de la severidad, Messenger gold® registró una severidad baja, fue estadísticamente no diferente a Virus Stop®, y fue diferente al testigo positivo donde se obtuvo la mayor severidad 43.33%. En la tercera evaluación Virus Stop®, mostró una

severidad baja, y fue diferente al testigo positivo donde se reflejó la mayor severidad 71.67%. En el análisis combinado se muestran a Virus Stop® y Messenger gold®, que obtuvieron la menor severidad, y fueron estadísticamente diferentes al testigo positivo donde ocurrió la mayor severidad 39.63%. En la Figura 41, se indica el comportamiento de la severidad, se observa en el testigo positivo incremento en la severidad a través del tiempo durante las fechas de evaluación, mientras el uso de inductores de resistencia obtuvieron una severidad baja con los inductores Virus Stop® y Messenger gold®.

Cuadro 18. Análisis de varianza individual para cada fecha de evaluación y combinado para las tres fechas de la severidad en jitomate cv. Toro f1.

Tratamiento	Fechas			
	10/02/18	27/02/18	12/03/18	combinado
T1	1.67 ba*	15.00 bc	37.22 ba	17.96 b
T2	1.00 b	19.00 bc	33.44 ba	17.81 b
T3	1.11 b	29.78 ba	57.78 a	29.55 ba
T4	1.11 b	26.17 ba	34.72 ba	20.67 b
T5	2.45 ba	28.89 ba	46.22 ba	25.85 ba
T6	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.00 c
T7	3.89 a	43.33 a	71.67 a	39.63 a
DSH	2.61	24.27	46.36	17.8
Prob.	0.0047	0.0011	0.0041	<.0001

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba Tukey a una P=0.05

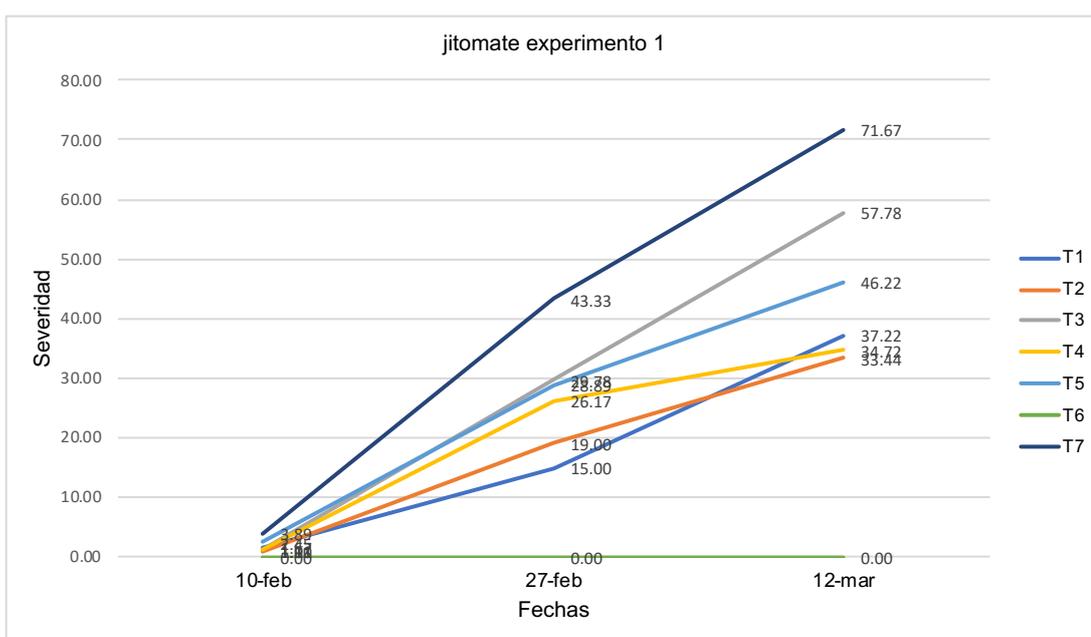


Figura 41. Comportamiento de la severidad a través de las tres fechas de evaluación en jitomate cv. Toro f1.

5.3.5 Altura

Los resultados obtenidos del análisis de varianza muestran diferencias significativas entre tratamientos en la tercera evaluación y en el combinado (Cuadro 19). En la primera y segunda evaluación se obtuvo una ligera ventaja del testigo negativo y Virus Stop® respectivamente; en la tercera evaluación se obtuvo una ligera ventaja de Virus Stop®, mientras el testigo positivo mostró la menor altura.

Cuadro 19. Análisis de varianza individual para cada fecha de evaluación y combinado para las tres fechas de la altura en jitomate cv. Toro f1.

Tratamiento	Fechas			
	29/01/18	13/02/18	28/02/18	combinado
T1	19.22 a*	31.78 a	47.89 a	32.96 ba
T2	19.45 a	35.89 a	50.28 a	35.20 a
T3	19.44 a	35.67 a	46.56 ba	33.89 a
T4	19.39 a	34.56 a	43.89 ba	32.61 ba
T5	19.55 a	35.66 a	48.33 a	34.52 a
T6	21.44 a	34.22 a	46.28 ba	33.98 a
T7	19.22 a	31.55 a	38.77 b	29.85 b
DSH	5.4	5.45	8.24	3.88
Prob.	0.8	0.064	0.0072	0.0033

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba Tukey a una P=0.05

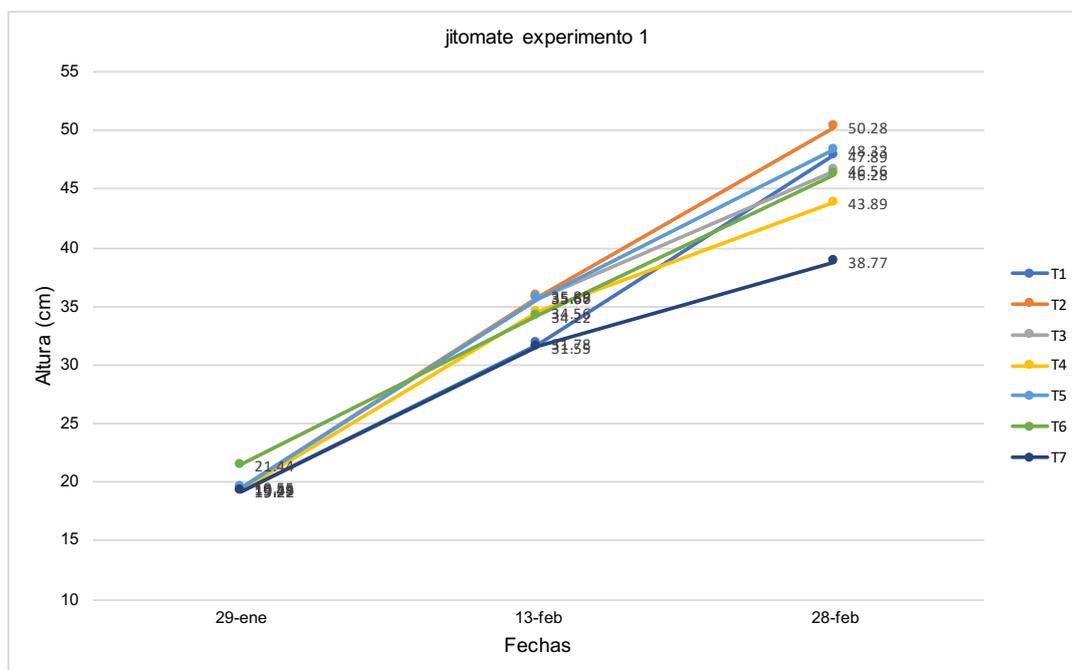


Figura 42. Comportamiento de la altura a través de las tres fechas de evaluación en jitomate cv. Toro f1.

En el ANOVA combinado el inductor Virus Stop® registró una ligera ventaja en la altura, y fue diferente al testigo positivo donde se mostró la menor altura. Se muestra el comportamiento de la altura durante las tres fechas de evaluación en la Figura 42.

5.3.6 Número de frutos

Se muestran los resultados obtenidos del análisis de varianza del primero, segundo y tercer corte del número de frutos de acuerdo a los síntomas encontrados en frutos que fueron cosechados (Cuadro 20).

Cuadro 20. Analisis de varianza individual del número de frutos de acuerdo a los síntomas en el primero, segundo y tercer corte en jitomate.

Trat	Primer corte			Segundo corte			Tercer corte				
	FD	FCMA	FNPS	FD	FCA	FCMA	FNPS	FD	FCA	FCMA	FNPS
T1	0.33 a	1.67 b	1.33 b	0.67 a	0 a	1.33 cb	0.33 b	1.0 a	1 ba	1.67ba	1 ba*
T2	0.67 a	1.33 cb	1.33 b	0.33 a	0 a	0.67 cd	1.33 b	0.67 a	0 b	1.00ba	1.67ba
T3	0 a	2 b	0.67 b	0 a	0 a	0.33 cd	0.67 b	0.33 a	0 b	1.33ba	0.67 b
T4	0 a	1.33 cb	0.33 b	0 a	0.67a	1 cbd	1.0 b	0 a	0.33 b	0.67ba	1.0 ba
T5	0.33 a	2 b	0.67 b	1.0 a	0.67a	2.00 b	0 b	1.33 a	1.33ba	2.00 a	0.33 b
T6	0 a	0 c	4.33 a	0 a	0 a	0 d	4 a	0 a	0 b	0 b	4.33 a
T7	1.0 a	4.00 a	0 b	0.67 a	1.00a	3.33 a	0 b	1.67 a	2.0 a	2.33 a	0 b
DSH	1.05	1.49	1.82	1.05	1.36	1.21	1.82	2.19	1.36	1.923	3.3874
Prob.	0.0376	<0.0001	<0.001	0.0265	0.089	<0.0001	<0.001	0.1257	0.0007	0.0143	0.0121

Nota: FD= frutos deformados, FCMA=frutos con manchas amarillas, FNPS=Frutos que no presentan síntomas, FCA= frutos con anillos.

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba Tukey a una P=0.05

5.3.6.1 Primer corte

Los resultados del análisis de varianza muestran diferencias significativas entre los tratamientos en el número de frutos deformados, y diferencias altamente significativas en el número de frutos con manchas amarillas y frutos que no presentan síntomas.

5.3.6.2 Segundo corte

En el segundo corte se obtuvo diferencias significativas en la variable frutos deformados y diferencias altamente significativas en la variable frutos que no presentaron síntomas.

5.3.6.3 Tercer corte

El tercer corte mostró diferencias significativas en la variables frutos con anillos, frutos con manchas amarillas, y frutos que no presentaron síntomas.

5.3.6.4 Frutos deformados

En la variable frutos deformados, en el primero, segundo y tercer corte no se mostraron diferencias estadísticas. En el primero y segundo corte el mayor número de frutos deformados ocurrió en el testigo positivo, y se obtuvo 0 frutos en T3 (Actigard®+*Bacillus subtilis*+Actigard®+*Bacillus subtilis*), T4 (Virablock®) y testigo negativo. En el tercer corte el testigo positivo obtuvo el mayor número, mientras Virablock® (T4) y testigo negativo registraron 0 frutos deformados.

5.3.6.5 Frutos con manchas amarillas

Respecto a la variable número de frutos con manchas amarillas, el primero, segundo y tercer corte mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos. En el primer corte el mayor número ocurrió en el testigo positivo, y el menor número se mostraron en Virus Stop® y Virablock®. En el segundo corte el testigo positivo obtuvo el mayor número, mientras Virablock® registró un promedio bajo, 0.33 frutos. En el tercer corte el mayor número ocurrió con el testigo positivo y Virablock® registró un promedio bajo. En el primero, segundo y tercer corte el testigo negativo registró 0 frutos.

5.3.6.6 Frutos con anillos

En relación a la variable frutos con anillos no se obtuvieron diferencias estadísticas entre tratamientos en el segundo corte, sin embargo Messenger gold® (T1), Virus Stop® (T2), y T3 (Actigard®+*Bacillus subtilis*+Actigard®+, *Bacillus subtilis*), registraron 0 frutos, en comparación al testigo positivo con 1 fruto. En el tercer corte se obtuvieron diferencias estadísticas, se muestra al testigo positivo con el mayor número de frutos, mientras Virus Stop®, y T3 (Actigard®+*Bacillus subtilis*+Actigard®+ *Bacillus subtilis*) obtuvieron 0 frutos con anillos.

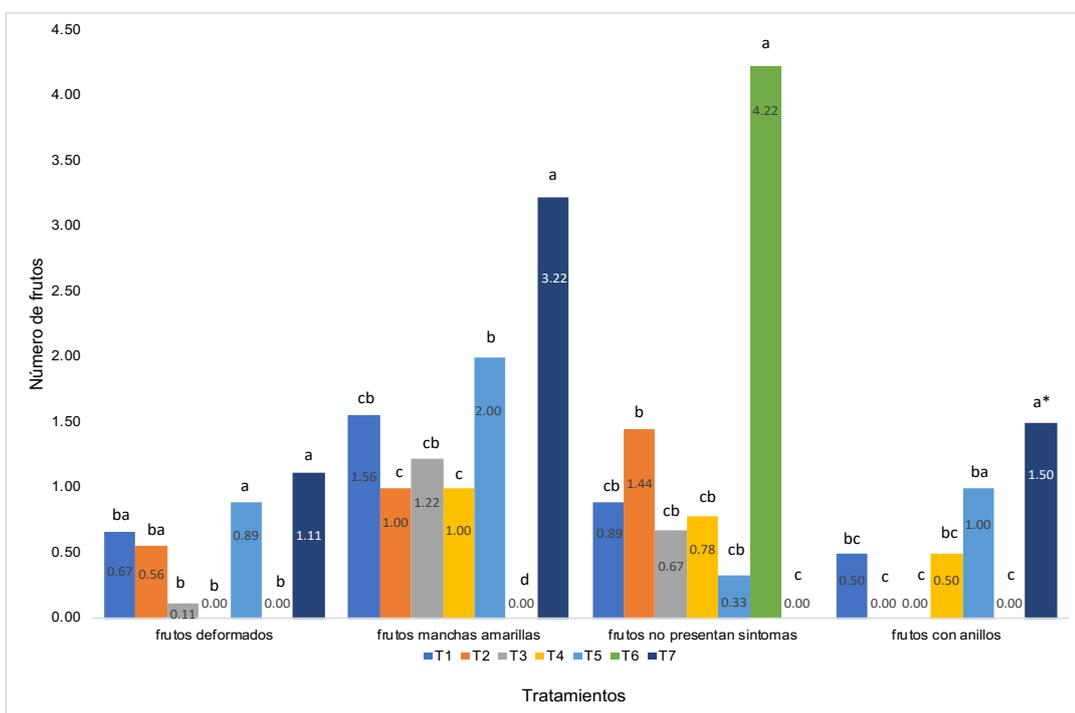
5.3.6.7 Frutos que no presentaron síntomas

En la variable frutos que no presentaron síntomas, en el primero, segundo y tercer corte mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos. Se observa que el mayor número en el primero, segundo y tercer corte ocurrió con el

testigo negativo. En el segundo y tercer corte el inductor Virus Stop® obtuvo en segundo mayor número de frutos que no mostraron síntomas.

5.3.6.8 Combinado clasificación del número de frutos por síntomas.

En el análisis de varianza combinado se encontraron diferencias altamente significativas en las variables frutos deformados, frutos con manchas amarillas, y frutos que no presentaron síntomas (Cuadro 21 y Figura 43).



*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una P=0.05

Figura 43. Número de frutos total promedio de acuerdo a la clasificación de frutos por síntomas

5.3.6.8.1 Frutos deformados

Se encontró el mayor número de frutos deformados en el testigo positivo, y fue diferente estadísticamente a T4 (Virablock®), testigo negativo donde se obtuvo 0 frutos.

5.3.6.8.2 Frutos con manchas amarillas

Se registró el mayor número de frutos con manchas amarillas en testigo positivo, y fue estadísticamente diferente a T1 (Messenger gold®) y T4 (Virablock®) que obtuvieron 1 fruto, mientras en testigo negativo 0 frutos.

5.3.6.8.3 Frutos con anillos

El mayor promedio de frutos con anillos ocurrió en el testigo positivo, y fue estadísticamente no diferente a T5 (Kendal®+Stymulus® Maxx+Kendal®+Stymulus® Maxx), mientras T2 (Virus Stop®), y T3 (Actigard®+Bacillus subtilis+, Actigard®+ Bacillus subtilis) obtuvieron 0 frutos.

5.3.6.8.4 Frutos que no presentaron síntomas

En la variable frutos que no presentaron síntomas se observa que el mayor número promedio ocurrió en el testigo negativo, y el segundo mayor número de frutos se obtuvo en el T2 (Virus Stop®).

Cuadro 21. Analisis de varianza combinado del número de frutos de acuerdo a los síntomas en jitomate experimento 1.

Trat.	FD	FCMA	FNPS	FCA
T1	0.67 ba*	1.56 cb	0.89 cb	0.5 bc
T2	0.56 ba	1 c	1.44 b	0 c
T3	0.11 b	1.22 cb	0.67 cb	0 c
T4	0 b	1 c	0.78 cb	0.5 bc
T5	0.89 a	2 b	0.33cb	1 ba
T6	0 b	0 d	4.22 a	0 c
T7	1.11 a	3.22 a	0 c	1.5 a
DSH	0.69	0.927	1.15	0.97
prob.	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.00

Nota: FD= frutos deformados, FCMA=frutos con manchas amarillas, FNPS=Frutos que no presentan síntomas, FCA= frutos con anillos. *Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba Tukey a una P=0.05

5.3.7 Peso de frutos

Los resultados del análisis de varianza de la variable peso de frutos, del primero, segundo y tercer corte de acuerdo a los síntomas que muestran los frutos se observa en el Cuadro 22.

5.3.7.1 Primer corte

Los resultados del análisis de varianza muestran en el primer corte, diferencias significativas entre los tratamientos en la variable peso de frutos deformados, peso de frutos con manchas amarillas, y peso de frutos que no presentaron síntomas.

Cuadro 22. Analisis de varianza individual del peso de frutos de acuerdo a los síntomas en el primero, segundo y tercer corte en jitomate.

Trat	Primer corte			Segundo corte				Tercer corte			
	FD	FCMA	FNPS	FD	FCA	FCMA	FNPS	FD	FCA	FCMA	FNPS
T1	0 a	11.67 b*	39.56 b	13.6a	0 a	26.67ba	8.33 b	20.00 a	18.89 a	45.33ba	21.33ba
T2	41.67a	40.83ba	34.67 b	6.67 a	0 a	30 ba	31.67 b	12.67 a	0 a	40.67ba	41.00ba
T3	0 a	63.00ba	13.33 b	0 a	0 a	16.67ba	25 b	8.33 a	0 a	6.67 ba	12.33 b
T4	0 a	49.33 ba	7.67 b	0 a	23.3a	36.67ba	16.67 b	0 a	8.33 ba	31 ba	25.67ba
T5	0 a	26.67 ba	21.00 b	21.33a	15.3a	51.67 a	0 b	24 a	a	48.33ba	5 b
T6	0 a	0 b	116.67a	0 a	0 a	0 b	118.3a	0 a	0 b	0 b	87 a
T7	36.67a	89.67 a	0 b	21.33a	21.0a	65 a	0 b	38.67 a	35 a	68.67 a	0 b
DSH	44.62	67.867	59.54	22.82	44.89	50.077	59.22	40.23	29.87	64.3	69.21
Prob	0.0144	0.0075	0.0002	0.0254	0.291	0.0113	0.0001	0.0528	0.0046	0.0314	0.0119

Nota: FD= frutos deformados, FCMA=frutos con manchas amarillas, FNPS=Frutos que no presentan síntomas, FCA= frutos con anillos.

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba Tukey a una P=0.05

5.3.7.2 Segundo corte

En el segundo corte se encontraron diferencias significativas en las variables frutos deformados, frutos con manchas amarillas y frutos que no presentaron síntomas.

5.3.7.3 Tercer corte

En relación al tercer corte se obtuvieron diferencias significativas en las variables; frutos con anillos, frutos con manchas amarillas y frutos que no presentaron síntomas.

5.3.7.4 Frutos deformados

De acuerdo a la variable peso de frutos deformados, en el primero, segundo y tercer corte no se obtuvieron diferencias estadísticas. En el primer corte Virus Stop® (T2) obtuvo el mayor peso, en el segundo y tercer corte el testigo positivo y T5 (Kendal®+Stymulus® Maxx+Kendal®+ Stymulus® Maxx) obtuvieron el mayor peso de frutos deformados.

5.3.7.5 Frutos con manchas amarillas

En relación al peso de frutos con manchas amarillas en los tres cortes se encontraron diferencias significativas, el mayor peso ocurrió con el testigo positivo en los tres cortes. La aplicación en bloques de inductores de resistencia T3 (Actigard®+*Bacillus subtilis*+Actigard®+*Bacillus subtilis*) registró un peso bajo en el segundo y tercer corte.

5.3.7.6 Frutos con anillos

La variable peso de frutos con anillos en el segundo corte no hubo diferencias significativas, sin embargo Virablock® mostró el mayor peso 23.3 g, en comparación a Messenger gold®, Virus Stop® y T3 (Actigard®+ *Bacillus subtilis* + Actigard® + *Bacillus subtilis*) donde se registró 0 frutos.

5.3.7.7 Frutos que no presentaron síntomas

Respecto a la variable peso de frutos que no presentaron síntomas, el testigo negativo registró el mayor peso de frutos en el primero, segundo y tercer corte. El segundo valor más alto se registró con la aplicación del inductor Messenger gold® (39.56 g) en el primer corte. En el segundo y tercer corte la aplicación de Virus Stop® mostró el segundo mayor peso de frutos que no mostraron síntomas.

5.3.7.8 Combinado clasificación del peso de frutos por síntomas.

En el análisis de varianza combinado se encontraron diferencias altamente significativas en las variables peso de frutos deformados, peso de frutos con manchas amarillas, y peso de frutos que no presentaron síntomas y diferencias significativas del peso de frutos con anillos (Cuadro 23 y Figura 44). Se observa al testigo negativo registrando 0 g en las variables frutos deformados, frutos con manchas amarillas, y frutos con anillos.

5.3.7.8.1 Frutos deformados

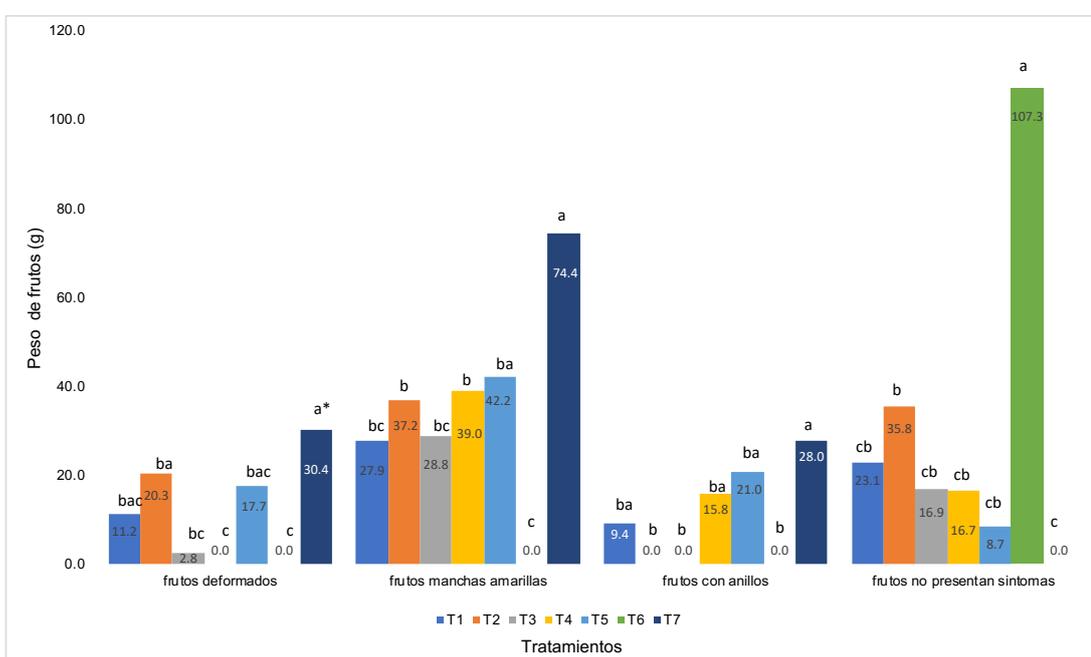
En la comparación de medias para cada variable, se muestra el mayor promedio de peso de frutos deformados en el testigo positivo (30.45 g), y fue diferente estadísticamente a T4 (Virablock®).

Cuadro 23. Analisis de varianza combinado del peso de frutos de acuerdo a los síntomas en jitomate experimento 1.

Trat	FD	FCMA	FNPS	FCA
T1	11.22 bac*	27.89 bc	23.07cb	9.45 ba
T2	20.34ba	37.17 b	35.78 b	0 b
T3	2.78bc	28.78 bc	16.89 cb	0 b
T4	0 c	39 b	16.67 cb	15.83 ba
T5	17.67bac	42.22 ba	8.67cb	21 ba
T6	0 c	0 c	107.33 a	0 b
T7	30.45 a	74.45 a	0 c	28 a
DSH	20.059	34.44	32.19	25.04
prob.	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.004

Nota: FD= frutos deformados, FCMA=frutos con manchas amarillas, FNPS=Frutos que no presentan síntomas, FCA= frutos con anillos.

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba Tukey a una P=0.05



*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una P=0.05

Figura 44. Peso de frutos total promedio de acuerdo a la clasificación de frutos por síntomas.

5.3.7.8.2 Frutos con manchas amarillas

Se obtuvo el mayor promedio de peso de frutos con manchas amarillas en el testigo positivo (74.45 g), y fue estadísticamente diferente a T1 (Messenger gold®) el cual obtuvo 27.89 gramos.

5.3.7.8.3 Frutos con anillos

En la variable frutos con anillos se muestra al testigo positivo con el mayor peso promedio (28 g), mientras T1(Messenger gold®), T2 (Virus Stop®) registraron 0 frutos.

5.3.7.8.4 Frutos que no presentaron síntomas

En la variable peso de frutos que no presentaron síntomas, el testigo negativo mostró el mayor peso promedio y fue diferente a T5 (Kendal®+Stymulus® Maxx+kendall+Stymulus® Maxx) donde se obtuvo 8.67 gramos, mientras el segundo mayor peso de frutos que no presentaron síntomas ocurrió en Virus Stop® (T2).

5.4 Cultivo de jitomate experimento 2

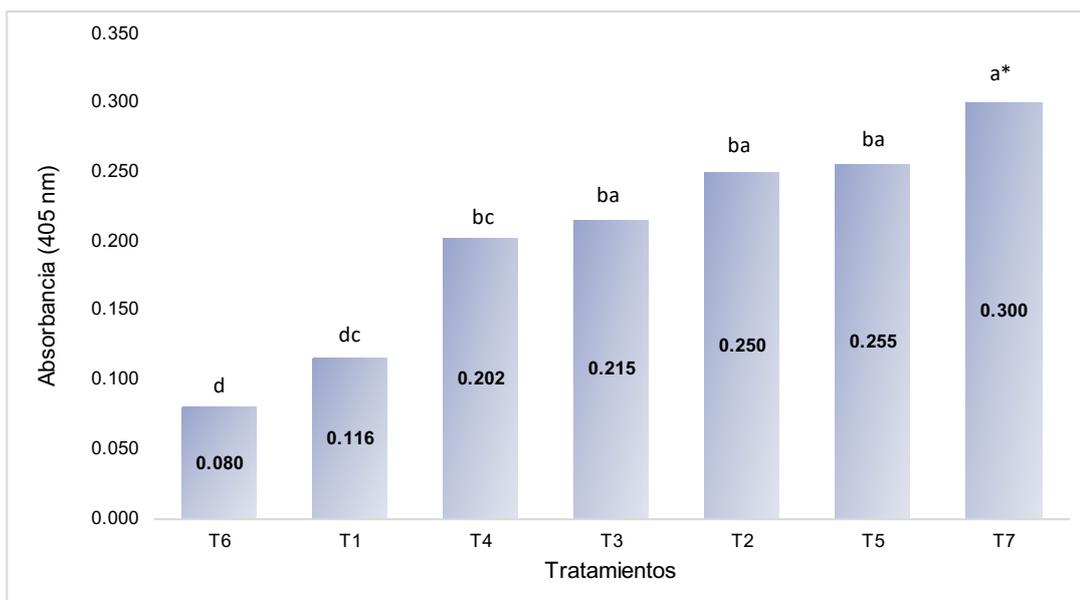
5.4.1 Concentración viral

En el análisis de varianza se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos en la concentración viral de TMV, en la diferencia de medias de Tukey, se obtuvo una concentración baja de TMV con T1 (Messenger gold®+Messenger gold®+MC Cream+ MC Cream) y fue diferente al testigo positivo donde ocurrió la mayor concentración de TMV (Figura 45).

5.4.2 Peso seco

Se obtuvieron diferencias altamente significativas en la variable peso seco de hoja, peso seco total, y longitud de raíz. En el agrupamiento de Tukey se muestra, que en la variable peso seco de hoja el mayor peso se registró en el testigo negativo, no obstante fue estadísticamente no diferente al T1 (Messenger gold®+Messenger gold®+ MC Cream+MC Cream) y fue diferente al testigo positivo donde ocurrió en menor peso seco (Cuadro 24).

El mayor peso promedio del tallo ocurrió con T2 (Virus Stop®+Virus Stop®+ fosfito de potasio+fosfito de potasio), diferente al testigo positivo donde se mostró el menor peso. En la variable peso seco de la raíz, mostró una ligera ventaja el testigo negativo, la aplicación en bloques de inductores Messenger gold®+Messenger gold®+MC Cream+MC Cream (T1) obtuvo el segundo mayor peso.



*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una P=0.05

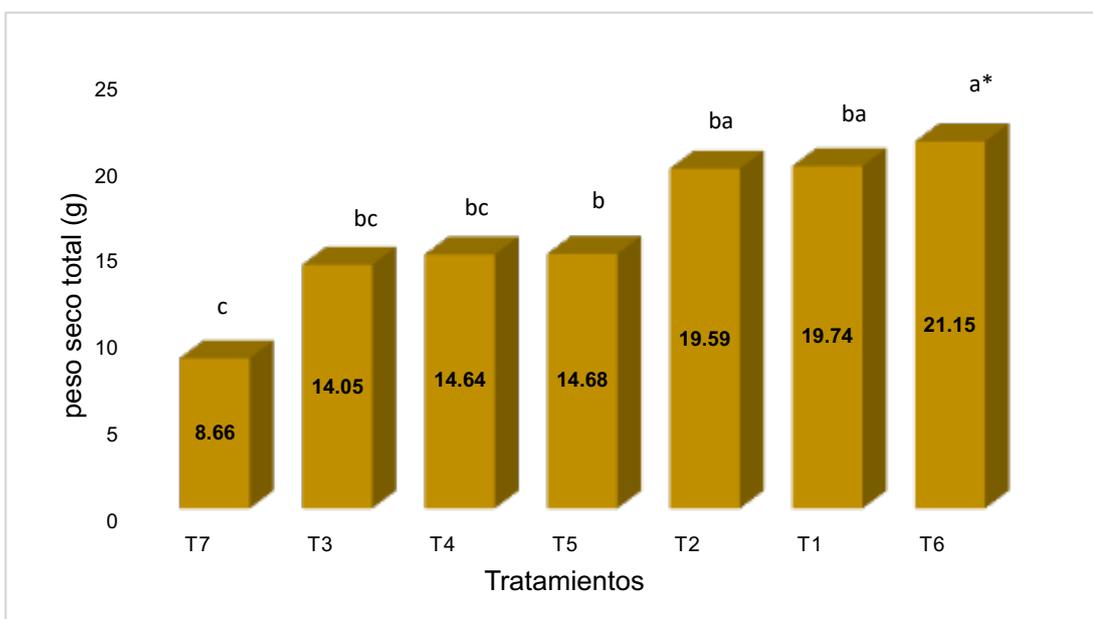
Figura 45. Concentración viral de TMV a los 41 ddi en jitomate cv. Toro F1, tratadas con inductores de resistencia experimento 2.

Cuadro 24. Peso seco de hoja, tallo, raíz, peso seco total (g) y longitud de raíz (cm) en jitomate cv. Toro f1 experimento 2.

Tratamiento	Hoja	Tallo	Raíz	Peso seco total	Longitud de raíz
T1	7.33 ba	3.46 ba	8.95 a	19.74 ba	43.74 b*
T2	7.01 bac	3.64 a	8.93 a	19.59 ba	39.97 cb
T3	4.51 ed	3.02 ba	6.52 ba	14.05 bc	38.78 cb
T4	4.91 edc	3.46 ba	6.27 ba	14.64 bc	38.78 cb
T5	5.29 bdc	3.25 ba	6.14 ba	14.68 b	29.67 cd
T6	8.72 a	3.45 ba	8.97 a	21.15 a	56.78 a
T7	2.86 e	2.39 b	3.41 b	8.66 c	23.63 d
DMS	2.14	1.13	3.84	5.99	12.14
Prob.	<0.0001	0.0311	0.0016	<0.0001	<.0001
C.V.	13.23	12.51	19.6	13.38	11.23

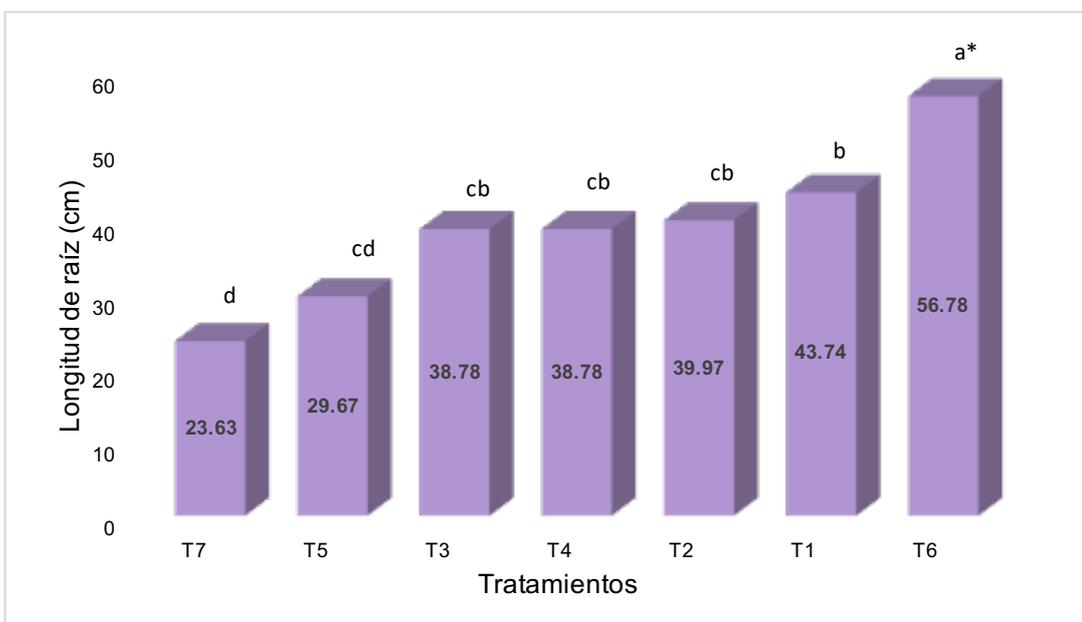
*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba Tukey a una P=0.05

El mayor peso promedio de peso seco total ocurrió con el testigo negativo, sin embargo fue estadísticamente similar a T1 (Messenger gold®+Messenger gold®+MC Cream+MC Cream) y T2 (Virus Stop®+Virus Stop®+fosfito de potasio+ fosfito de potasio), mientras el testigo positivo registró el menor peso (Figura 46).



*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P=0.05$

Figura 46. Peso seco total (g) en jitomate cv. Toro f1, experimento 2



*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P=0.05$

Figura 47. Longitud de raíz en jitomate cv. Toro f1, experimento 2

5.4.3 Longitud de raíz

Se obtuvieron diferencias altamente significativas entre tratamientos en el análisis de varianza, en la prueba de medias de Tukey, la mayor longitud se registró con el testigo negativo; la segunda mayor longitud se obtuvo en T1 (Messenger gold®+Messenger gold®+MC Cream+MC Cream), y la menor longitud se mostró en el testigo positivo (Figura 47).

5.4.4 Severidad

Los resultados del análisis de varianza muestran diferencias altamente significativas en la segunda evaluación y combinado, y diferencias significativas en la primera y tercera evaluación de la severidad. Se observó que ocurrió la mayor severidad en las tres evaluaciones y promedio de las tres evaluaciones en el testigo positivo, mientras en el testigo negativo como se tenía contemplado no mostró severidad en las tres fechas de evaluación (Cuadro 25).

En la prueba de comparación de medias de Tukey, se encontró en la primera evaluación que los inductores que no mostraron severidad fueron T4 (Virablock®) y T5 (Kendal®+Stymulus® Maxx+Actigard®+Virus Stop®). En la segunda evaluación la aplicación de inductores T3 (Actigard®+*Bacillus subtilis*+Messenger gold®+Virablock®), mostró la menor severidad con una ligera ventaja. El T2 (Virus Stop®+ Virus Stop®+ fosfito de potasio+ fosfito de potasio) en la tercera evaluación y combinado, obtuvo una ligera ventaja con la menor severidad.

En la Figura 48 se muestra el comportamiento de la severidad durante las tres fechas de evaluación en plantas de jitomate en un segundo experimento que fueron tratadas con inductores de resistencia.

Cuadro 25. Análisis de varianza individual para cada fecha de evaluación y combinado para las tres fechas de la severidad en jitomate experimento 2.

Tratamiento	Fechas			
	12/02/18	27/02/18	11/03/18	combinado
T1	0.06 a*	5.56 c	14.56 a	6.72 bc
T2	0.22 a	3.78 c	6.22 bc	3.40 c
T3	0.22 a	3.66 c	8.11 bc	4.0 bc
T4	0.0 a	7.55 bc	11.00 bc	6.18 bc
T5	0.0 a	15.56 ba	17.33 ba	10.96 ba
T6	0.0 a	0.0 c	0.0 c	0.0 c
T7	0.34 a	20.33 a	26.89 a	15.85 a
DSH	0.6	8	14.38	7.28
Prob.	0.358	<.0001	0.0005	<.0001

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una P=0.05

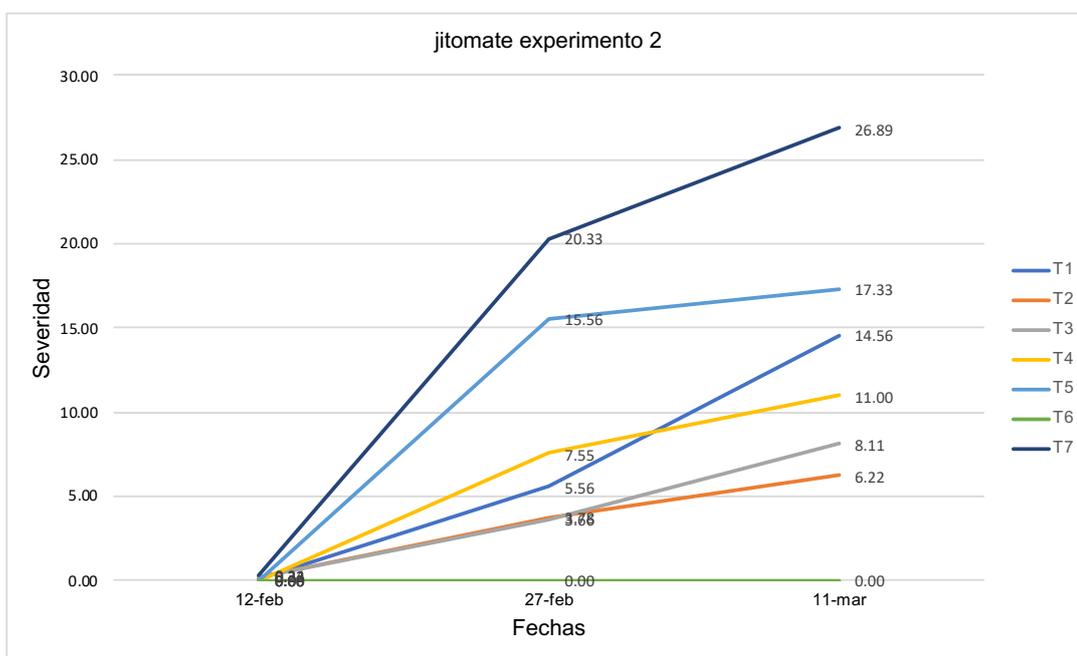


Figura 48. Comportamiento de la severidad a través de las tres fechas de evaluación en jitomate cv. Toro f1, experimento 2.

5.4.5 Altura

Se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos en la segunda y tercera evaluación, y diferencias significativas en la primera evaluación. Se observa que el testigo positivo mostró la menor altura en las tres fechas de evaluación. En la primera evaluación el testigo negativo obtuvo la mayor altura, T4 (Virablock®) registró la segunda mayor altura. En la segunda evaluación la mayor altura se obtuvo en T3 (Actigard®+*Bacillus subtilis*+Messenger gold®+Virablock®). En la tercera evaluación el T4

(Virablock®) obtuvo una ligera ventaja en la altura sobre el testigo negativo (Cuadro 26).

El agrupamiento de medias del análisis combinado muestra al testigo negativo con una ligera ventaja sobre el T4 (Virablock®), y fue diferente al testigo positivo donde se obtuvo la menor altura promedio de las tres evaluaciones.

En la Figura 49 se muestra el comportamiento de la altura durante las tres fechas de evaluación en plantas de jitomate en un segundo experimento que fueron tratadas con inductores de resistencia.

Cuadro 26. Análisis de varianza individual para cada fecha de evaluación y combinado para las tres fechas de la altura en jitomate experimento 2.

Tratamiento	Fechas			
	29/01/18	13/02/18	28/02/18	combinado
T1	20.67 ba*	37.72 a	56.00 ba	38.13 ba
T2	20.34 ba	37.67 a	55.00 ba	37.67 ba
T3	20.00 ba	40.33 a	57.33 ba	39.22 a
T4	21.11 ba	39.11 a	58.67 a	39.63 a
T5	19.00 b	37.55 a	52.33 b	36.29 b
T6	23.00 a	38.55 a	57.67 a	39.74 a
T7	18 b	31.22 b	45.83 c	31.68 c
DSH	3.55	2.86	5.02	2.86
Prob.	0.008	<0.0001	<0.0001	<0.0001

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba Tukey a una P=0.05

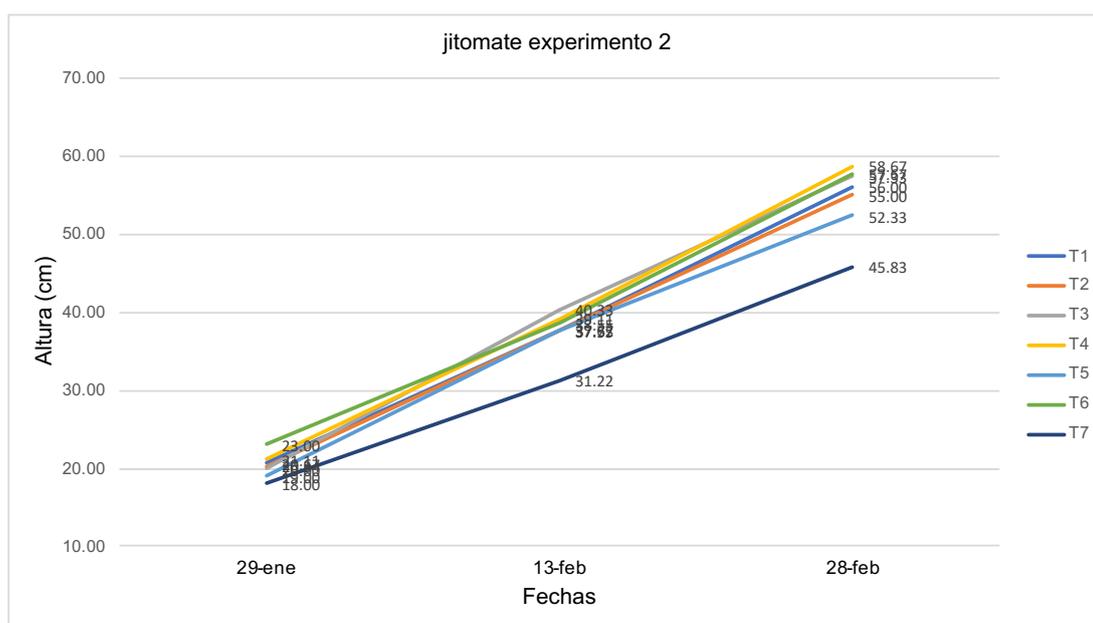


Figura 49. Comportamiento de la altura a través de las tres fechas de evaluación en jitomate cv. Toro f1, experimento 2.

5.4.6 Número de frutos

Se muestra los resultados del análisis de varianza de la variable número de frutos, del primero, segundo y tercer corte de acuerdo a los síntomas que presentaron los frutos (Cuadro 27).

Cuadro 27. Analisis de varianza individual del número de frutos de acuerdo a los síntomas, primero, segundo y tercer corte en jitomate, experimento 2.

Trat	Primer corte			Segundo corte				Tercer corte			
	FD	FCMA	FNPS	FD	FCA	FCMA	FNPS	FD	FCA	FCMA	FNPS
T1	0.33 a*	1.67 bc	2.33 ba	0 b	0.67 a	0 b	2 ba	1.33 a	0.33 a	2.33 ba	2.33ba
T2	0.33 a	3.67 ba	1 b	0 b	0.33 a	1.33 ba	1.33 ba	1.67 a	0.67 a	1.33 ba	3.33ba
T3	0.0 a	3.33 ba	1 b	0 b	0 a	0.33 ba	1.33 ba	0.67 a	0 a	2 ba	1.33 b
T4	0.0 a	2.33 b	2.33 ba	0 b	0 a	0.67 ba	0.33 ba	2.33 a	0 a	0.67 ba	1.67 b
T5	0.0 a	2.67 b	2 b	0 b	0.67 a	0.67 ba	0.67 ba	2.67 a	0.67 a	2.66 a	0.67 b
T6	0.0 a	0 c	5 a	0 b	0 a	0 b	3.33 a	0 a	0 a	0 b	7.67 a
T7	0.0 a	5 a	0 b	1 a	1 a	3.33 a	0 b	2.33 a	1.0 a	3.67 a	0 b
DSH	0.86	2.02	2.72	0	1.05	3.276	3.10	3.33	1.49	3.276	5.771
Prob.	0.56	<0.0001	0.0007	<0.0001	0.027	0.0445	0.0384	0.1328	0.1883	0.0287	0.009

Nota: FD= frutos deformados, FCMA=frutos con manchas amarillas, FNPS=Frutos que no presentan síntomas, FCA= frutos con anillos.

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba Tukey a una P=0.05

5.4.6.1 Primer corte

En el primer corte se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en la variable número de frutos que no presentaron síntomas y diferencias altamente significativas en el número de frutos con manchas amarillas.

5.4.6.2 Segundo corte

El segundo corte mostró diferencias significativas en la variable número de frutos con anillos, número de frutos con manchas amarillas y número de frutos que no presentaron síntomas; y diferencias altamente significativas en la variable número de frutos deformados.

5.4.6.3 Tercer corte

En el tercer corte se obtuvieron diferencias significativas en la variables número de frutos con manchas amarillas, y número de frutos que no presentaron síntomas.

5.4.6.4 Frutos deformados

En la comparación de medias Tukey no se observó diferencias estadísticas en el número de frutos deformados en el primero y tercer corte; no obstante en el primer corte, el T3 (Actigard®+*Bacillus subtilis*+Messenger gold®+Virablock®), T4 (Virablock®) y T5 (Kendal®+Stymulus® Maxx+ Actigard®+ virus Stop®) mostraron 0 frutos deformados. El segundo corte mostró diferencia estadística, solo el testigo positivo obtuvo frutos. La aplicación de inductores T3 (Actigard®+*Bacillus subtilis*+Messenger gold®+Virablock®) mostró el menor número de frutos en el tercer corte.

5.4.6.5 Frutos con manchas amarillas

En el primero, segundo y tercer corte el testigo positivo mostró el mayor número de frutos con manchas amarillas, la aplicación de inductores T1 (Messenger gold®+Messenger gold®+ MC Cream+MC Cream) mostró 1.67 y 0 frutos con manchas amarillas en el primero y segundo corte respectivamente; en el tercer corte Virablock® mostró 0.67 frutos el cual fue bajo en comparación con el testigo positivo que obtuvo el mayor número 3.67 frutos.

5.4.6.6 Frutos con anillos

En la variable número de frutos con anillos no se obtuvo diferencias estadísticas en el segundo y tercer corte; el testigo positivo reflejó el mayor número de frutos en los dos cortes, además se muestra 0 frutos con T3 (Actigard®+*Bacillus subtilis*+ Messenger gold®+Virablock®) y T4 (Virablock®) en el primero y segundo corte.

5.4.6.7 Frutos que no presentaron síntomas

El testigo negativo mostró el mayor número de frutos que no presentaron síntomas, en el primero, segundo y tercer corte, mientras el T1 (Messenger gold®+Messenger gold®+MC Cream+MC Cream) obtuvo el segundo mayor número de frutos en el primero y tercer corte; en el segundo corte se obtuvo el mayor número promedio de frutos con T2 (Virus Stop®+ Virus Stop®+fosfito de potasio+fosfito de potasio).

5.4.6.8 Combinado clasificación del número de frutos por síntomas

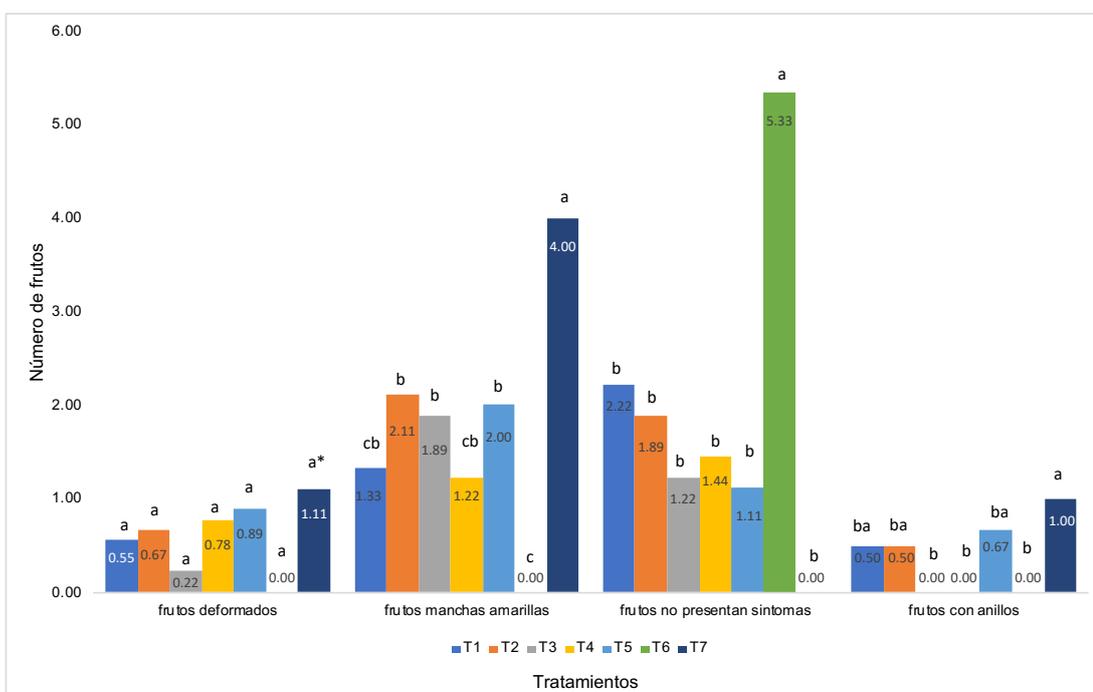
En el análisis de varianza combinado se encontraron diferencias altamente significativas en las variables número de frutos con manchas amarillas, y número de frutos que no presentaron síntomas, y diferencias significativas en el número de frutos con anillos (Cuadro 28 y Figura 50).

Cuadro 28. Analisis de varianza combinado del número de frutos de acuerdo a los síntomas en jitomate experimento 2.

Trat	FD	FCMA	FNPS	FCA
T1	0.55 a*	1.33 cb	2.22 b	0.5 ba
T2	0.67 a	2.11 b	1.89 b	0.5 ba
T3	0.22a	1.89 b	1.22 b	0 b
T4	0.78 a	1.22 cb	1.44 b	0 b
T5	0.89 a	2 b	1.11 b	0.67 ba
T6	0 a	0 c	5.33 a	0 b
T7	1.11 a	4 a	0 b	1 a
DSH	1.14	1.61	2.29	0.82
prob.	0.065	<0.0001	<0.0001	0.0022

Nota: FD= frutos deformados, FCMA=frutos con manchas amarillas, FNPS=Frutos que no presentan síntomas, FCA= frutos con anillos.

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba Tukey a una P=0.05



*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una P=0.05

Figura 50. Número de frutos total promedio de acuerdo a la clasificación de frutos por síntomas en jitomate experimento 2.

5.4.6.8.1 Frutos deformados

El agrupamiento de medias, mostró una ligera ventaja en el número de frutos deformados con el testigo positivo, en contraste el T3 (Actigard®+*Bacillus subtilis*+Messenger gold®+Virablock®) registró el menor peso.

5.4.6.8.2 Frutos con manchas amarillas

Se registró el mayor número promedio de frutos con manchas amarillas en el testigo positivo (4 frutos), y fue diferente a T4 (Virablock®) que obtuvo 1.22 frutos, mientras en testigo negativo 0 frutos.

5.4.6.8.3 Frutos con anillos

El mayor número promedio de frutos con anillos ocurrió en el testigo positivo, y T5 (Kendal®+Stymulus® Maxx+Actigard®+Virus Stop®) mostró el segundo mayor número promedio; mientras T3 (Actigard®+ *Bacillus subtilis*+Messenger gold®+Virablock®), T4 (Virablock®) y testigo negativo obtuvieron 0 frutos.

5.4.6.8.4 Frutos que no presentaron síntomas

En la variable frutos que no presentaron síntomas se observa que el mayor número promedio ocurrió en el testigo negativo, el segundo mayor número promedio se obtuvo con T1 (Messenger gold®+Messenger gold®+MC Cream+MC Cream).

5.4.7 Peso de frutos

Se observa el análisis de varianza del primero, segundo y tercer corte del peso de frutos en base a los síntomas que presentaron los frutos (Cuadro 29).

5.4.7.1 Primer corte

El análisis de varianza del primer corte mostró diferencias significativas entre tratamientos en la variable peso de frutos con manchas amarillas, y diferencias altamente significativas en el peso de frutos que no presentaron síntomas.

Cuadro 29. Analisis de varianza individual del peso (g) de frutos de acuerdo a los síntomas, primero, segundo y tercer corte en jitomate, experimento 2.

Trat	Primer corte			Segundo corte				Tercer corte			
	FD	FCMA	FNPS	FD	FCA	FCMA	FNPS	FD	FCA	FCMA	FNPS
T1	8.33 a*	66.33ba	95.33 b	0 b	23.33a	0 b	71 ba	17.67a	6.67 a	63.33ba	55 b
T2	12.67a	115 a	27 cb	0 b	10 a	32.33ba	27 ba	39 a	22.67a	28.67ba	65 ba
T3	0 a	117.67a	16 c	0 b	0 a	6.33 b	39 ba	11.33a	0 a	49.67ba	26.33 b
T4	0 a	82.67 a	60 cb	0 b	0 a	9.67 ba	9.33 b	36.67a	0 a	13.33ba	40.33 b
T5	0 a	85 a	52.33cb	0 b	25 a	10 ba	20 ba	39.33a	15.00a	65.67ba	12 b
T6	0 a	0 b	179.39a	0 b	0 a	0 b	106.67a	0 a	0 a	0 b	173.33a
T7	0 a	124.33a	0 c	15.67 a	36.67a	61.67 a	0 b	43.33a	27.33a	106.67a	0 b
DSH	27.67	73.479	76.47	4.26	37.13	52.69	91.214	54.119	40.62	93.49	109.69
Prob.	0.55	0.0007	<0.0001	<0.0001	0.02	0.012	0.016	0.0958	0.1556	0.0252	0.002

Nota: FD= frutos deformados, FCMA=frutos con manchas amarillas, FNPS=Frutos que no presentan síntomas, FCA= frutos con anillos.

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba Tukey a una P=0.05

5.4.7.2 Segundo corte

En el segundo corte el análisis de varianza mostró diferencias significativas para las variables peso de frutos con anillos, peso de frutos con manchas amarillas y peso de frutos que no presentaron síntomas y se observaron diferencias altamente significativa en la variable peso de frutos deformados.

5.4.7.3 Tercer corte

En relación al tercer corte el análisis de varianza mostró diferencias significativas el peso de frutos con manchas amarillas y peso de frutos que no presentaron síntomas.

5.4.7.4 Frutos deformados

En la prueba de medias de Tukey no se observaron diferencias estadísticas en el peso de frutos deformados en el primero, segundo y tercer corte; no obstante en el primer corte, el inductor Virus Stop® obtuvo una ligera ventaja con 12.67 g, en el segundo y tercer corte el testigo positivo obtuvo el mayor peso de frutos deformados 15.67 y 43.33 g, respectivamente.

5.4.7.5 Frutos con manchas amarillas

En el primero, segundo y tercer corte el testigo positivo mostró el mayor peso de frutos con manchas amarillas.

5.4.7.6 Frutos con anillos

En la variable frutos con anillos no hubo diferencias estadísticas en el segundo y tercer corte; el testigo positivo reflejó el mayor peso en los dos cortes, además se registró 0 g con T2 (Virus Stop®+Virus Stop®+fosfite de potasio+fosfite de potasio) y T4 (Virablock®) en el primero y segundo corte.

5.4.7.7 Frutos que no presentaron síntomas

El testigo negativo reflejó el mayor peso de frutos que no presentaron síntomas, en el primero, segundo y tercer corte, mientras el T1(Messenger gold®+Messenger gold®+MC Cream+MC Cream) obtuvo el segundo mayor peso en el primero, y segundo corte; en el tercer corte el T2 (Virus Stop®+Virus Stop®+fosfite de potasio+fosfite de potasio) obtuvo el mayor peso.

5.4.7.8 Combinado clasificación del peso de frutos por síntomas

El análisis de varianza combinado presenta diferencias altamente significativas en las variables peso de frutos con manchas amarillas, y peso de frutos que no presentaron síntomas, y diferencias significativas en el peso de frutos deformados y con anillos (Cuadro 30 y Figura 51).

Cuadro 30. Analisis de varianza combinado del peso de frutos de acuerdo a los síntomas en jitomate experimento 2.

Trat	FD	FCMA	FNPS	FCA
T1	8.67 a*	43.22 bc	73.78 b	15 ba
T2	17.22 a	58.67 ba	39.67 cb	16.34 ba
T3	3.78 a	57.89 ba	27.11 cb	0 b
T4	12.22 a	35.22 bc	36.55 cb	0 b
T5	13.11 a	53.56 ba	28.11 cb	20 ba
T6	0 a	0 c	153.13 a	0 b
T7	19.67 a	97.56 a	0 c	32 a
DSH	19.75	45.07	52.4	25.75
prob.	0.045	<0.0001	<0.0001	0.0019

Nota: FD= frutos deformados, FCMA=frutos con manchas amarillas, FNPS=Frutos que no presentan síntomas, FCA= frutos con anillos.

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba Tukey a una P=0.05

5.4.7.8.1 Frutos deformados

Se muestra una ligera ventaja del testigo positivo en peso de frutos deformados, mientras T3 (Actigard®+*Bacillus subtilis*+Messenger gold®+Virablock®) resgistró un peso bajo de 3.78 g, y el testigo negativo 0 gramos.

5.4.7.8.2 Frutos con manchas amarillas

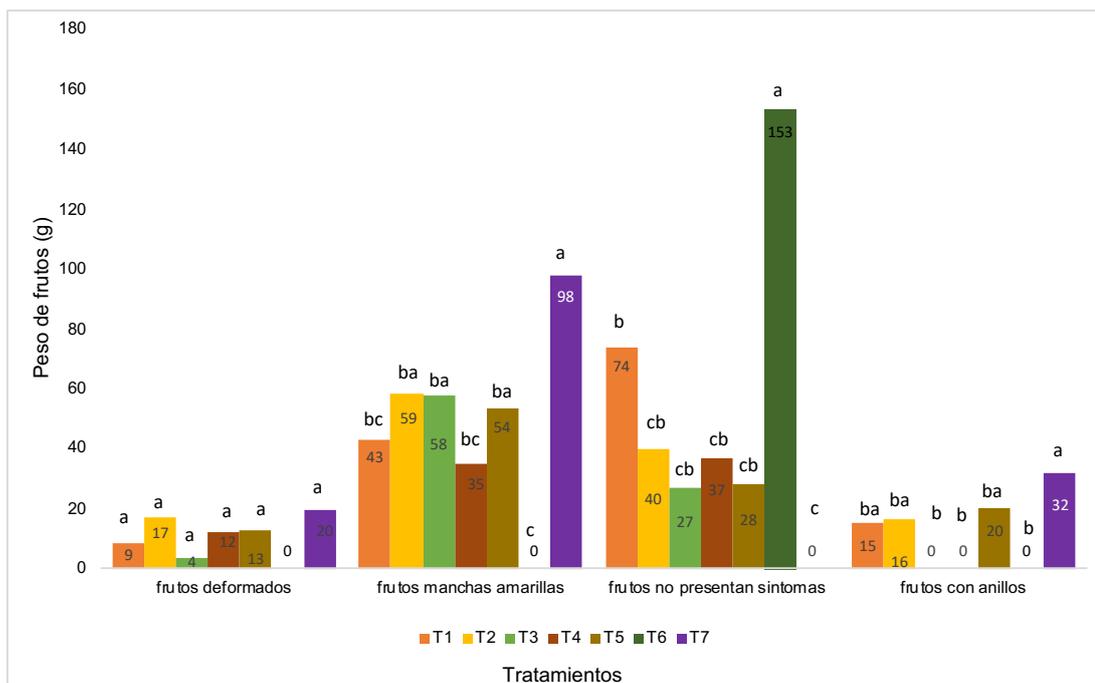
En la variable frutos con manchas amarillas se registró el mayor peso de frutos en el testigo positivo, y fue estadísticamente diferente a T4 (Virablock®) que obtuvo 35.22 g, y testigo negativo con 0 frutos.

5.4.7.8.3 Frutos con anillos

El mayor peso promedio de frutos con anillos ocurrió en el testigo positivo (32 g), y T5 (Kendal®+Stymulus® Maxx+Actigard®+Virus Stop®) mostró el segundo mayor peso promedio (20 g); mientras T3 (Actigard®+ *Bacillus subtilis*+Messenger gold®+Virablock®), T4 (Virablock®) y testigo negativo obtuvieron 0 g.

5.4.7.8.4 Frutos que no presentaron síntomas

Se obtuvo el mayor peso promedio en el testigo negativo (153.13 g), el segundo mayor peso de 73.78 g se registró con T1 (Messenger gold®+Messenger gold®+MC Cream+MC Cream) y fueron diferentes al testigo positivo donde se registró 0 g.



*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una P=0.05

Figura 51. Peso de frutos total promedio de acuerdo a la clasificación de frutos por síntomas en jitomate experimento 2.

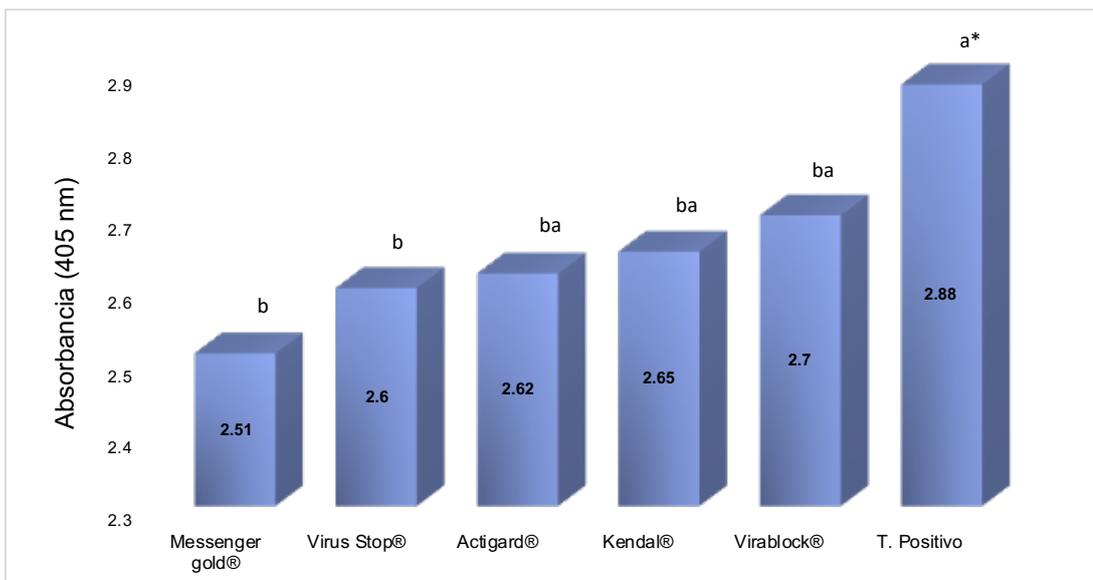
5.5 Tabaco

5.5.1 Concentración viral

No se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos para la concentración de TEV, sin embargo se observa una ligera ventaja con Messenger gold® donde ocurrió la menor concentración de TEV y fue diferente al testigo positivo donde se obtuvo la mayor concentración de TEV (Figura 52).

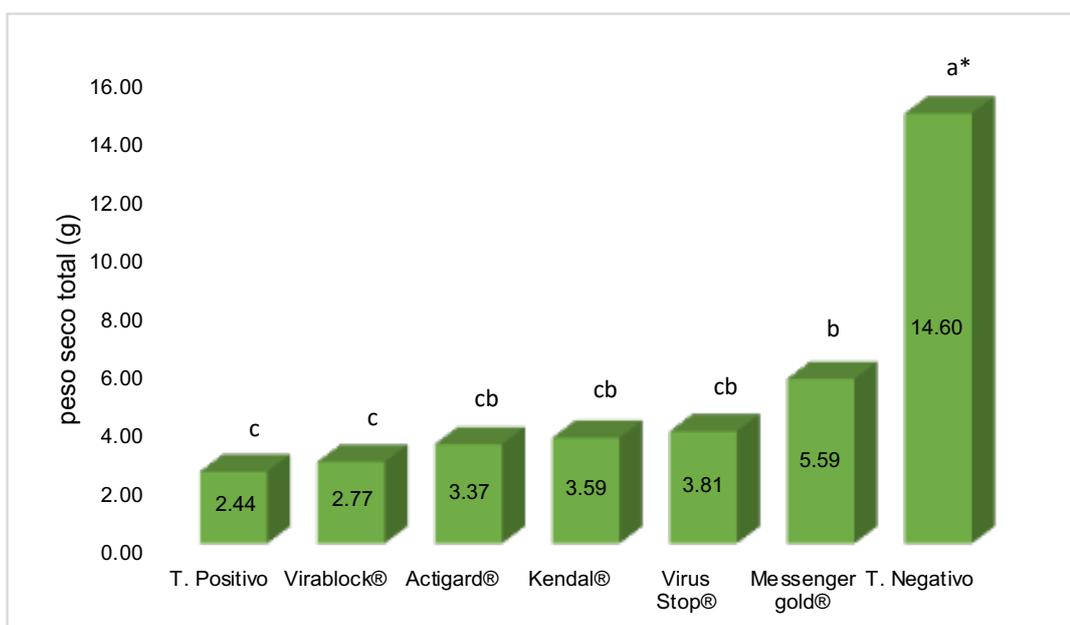
5.5.2 Peso seco

Se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos para las variables peso seco de hoja, tallo y peso seco total; y diferencias significativas en el peso seco de raíz. El agrupamiento de medias de Tukey, muestra al testigo positivo con el menor peso seco promedio de hoja, tallo, raíz y peso seco total, mientras el testigo negativo obtuvo el mayor peso seco promedio (Cuadro 31). En relación a los inductores la aplicación de Messenger gold®, mostró el segundo mayor peso seco de hoja, tallo, raíz y peso seco total en tabaco (Figura 53).



*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P=0.05$

Figura 52. Concentración viral de TEV a los 28 ddi en plantas de tabaco tratadas con inductores de resistencia.



*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P=0.05$

Figura 53. Peso seco total en plantas de tabaco tratadas con inductores de resistencia.

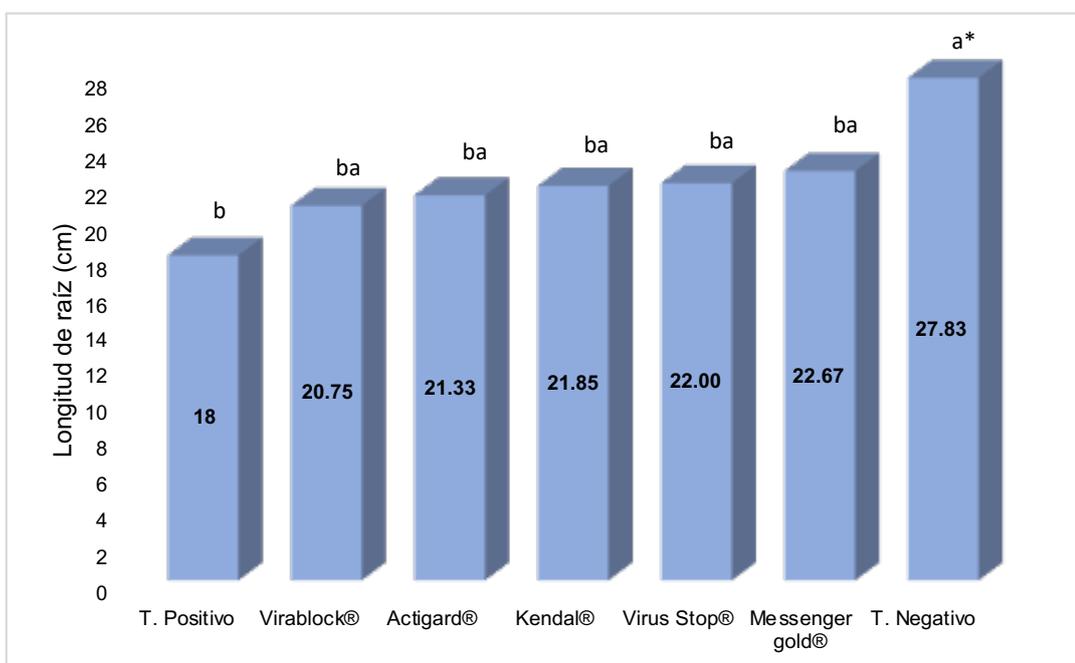
Cuadro 31. Peso seco de hoja, tallo, raíz, peso seco total (g) y longitud de raíz (cm) en tabaco.

Tratamiento	Hoja	Tallo	Raíz	Peso seco total	Longitud de raíz
Messenger gold®	2.45 b*	1.24 b	1.9 b	5.59 b	22.67 ba
Virus Stop®	1.89 b	0.92 cb	0.99 b	3.81 b	22 ba
Actigard®	2.03 b	1 cb	0.34 b	3.37 b	21.33 ba
Virablock®	1.86 b	0.49 c	0.41 b	2.77 b	20.75 ba
Kendal®	2.1 b	0.9 cb	0.59 b	3.59 b	21.85 ba
T. negativo	5.52 a	3.57 a	5.51 a	14.6 a	27.83 a
T. positivo	1.66 b	0.58 c	0.2 b	2.44 b	18.0 b
DSH	1.72	0.57	2.47	4.18	7.65
Prob.	<0.0001	<0.0001	0.0002	<0.0001	0.0392
C.V.	24.79	26.23	69.35	29.05	12.37

*Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba Tukey a una P=0.05

5.5.3 Longitud de raíz

Se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos, el agrupamiento promedio mostró la mayor longitud con el testigo negativo (27.83 cm), fue estadísticamente no diferente a Messenger gold® donde se registró la segunda mayor longitud (22.67 cm) y la menor longitud ocurrió en el testigo positivo con 18 cm (Figura 54).



*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a una P=0.05

Figura 54. Longitud de la raíz en plantas de tabaco tratadas con inductores de resistencia

5.6 Discusión

En el primer experimento de Chile cv. Tampiqueño, los resultados obtenidos de la prueba ELISA muestran que los inductores Virus Stop® y Messenger Gold®, redujeron la concentración de TMV a los 41 ddi, lo cual sugiere que los inductores de resistencia aplicados tuvieron un efecto significativo a los 41 ddi en la concentración de TMV, y a los 70 ddi se obtuvo una ligera disminución en la concentración con el inductor Messenger Gold®. En el segundo experimento de Chile con la variedad Camino Real, el T1 (Messenger Gold® + Messenger Gold® + fosfito de potasio + fosfito de potasio) registró la menor concentración de *Tobacco mosaic virus* a los 41 días después de la inoculación en la prueba ELISA. La disminución de TMV puede ser el resultado de inducir mecanismos de defensa en la planta mediante la aplicación exógena de inductores, como mencionaron Walters y Boyle (2005). Lo anterior es congruente con Ramírez *et al.* (2006) quienes demostraron en plantas de jitomate infectadas con TSWV que fueron tratadas con ácido acetil salicílico (ASA), miel, melaza o la combinación de ASA + melaza y ASA + miel, donde los valores de absorbancia de las plantas con aplicaciones de productos fueron estadísticamente menores que el testigo, inoculado mecánicamente.

En el primero y segundo experimentos de Chile se observó una relación entre la concentración de TMV y las expresiones de síntomas de TMV en las hojas, en el primer experimento las aplicaciones de los inductores de resistencia como Messenger Gold® y Virus Stop® obtuvieron la menor severidad de TMV después de las cuatro evaluaciones y la menor concentración de TMV, en el segundo experimento la aplicación de los inductores T1 (Messenger Gold® + Messenger Gold® + fosfito de potasio + fosfito de potasio) obtuvieron la menor severidad después de las tres evaluaciones y la menor concentración de TMV. Lo anterior es similar con lo mencionado por Pérez *et al.* (2017), las plantas asperjadas con los inductores de resistencia acibenzolar S-metil y ácido acetilsalicílico mostraron la menor severidad de virosis en jitomate.

Con la variedad Tampiqueño de Chile en un primer experimento se observó que la aplicación del inductor Messenger Gold® obtuvo incremento del peso

seco total, en el segundo experimento de chile cv. Camino Real, la aspersión del inductor Virablock® obtuvo el segundo mayor valor en la variable peso seco total en comparación al testigo positivo, el cual en los dos casos registró el menor peso. Los resultados obtenidos son congruentes con lo reportado por Maldonado *et al.* (2008), quienes observaron un incremento del peso fresco con la aspersión de inductores de resistencia *Bacillus subtilis* y Ácido acetil salicílico en la infección causada por el *Cucumber mosaic virus* (CMV) en *Cucurbita pepo* var. Zucchini grey. Así también Ruvalcaba (2008), encontró que las plantas de calabacita inoculadas con CMV y tratadas con miel de abeja y *S. cerevisiae* presentaron el mayor peso de biomasa.

En el primer experimento de jitomate la aplicación de Virus Stop® redujo la concentración de *Tobacco mosaic virus* a los 41 días después de la inoculación. En un segundo experimento de jitomate a los 38 días después de la inoculación, el T1 (Messenger gold®+ Messenger gold®+MC Cream+MC Cream) redujo la concentración de *Tobacco mosaic virus* evaluado mediante la técnica ELISA. En el primer experimento se observó una relación entre la concentración de TMV y la severidad, se obtuvo una concentración baja de TMV y la menor severidad con el inductor de resistencia Virus Stop®. En el segundo experimento de jitomate no se observó la relación entre concentración de TMV y severidad, la aspersión de inductores T2 (Virus Stop®+ Virus Stop®+ fosfito de potasio+ fosfito de potasio) no mostró la menor concentración de TMV pero obtuvo la menor severidad promedio. Los resultados encontrados en el segundo experimento de jitomate son similares a los obtenidos por Chew *et al.* (2015), quienes mencionaron que la concentración viral de los virus detectados en Chile en algunas interacciones con la sintomatología en las plantas resultó diferente. De igual manera Gergerich y Dolja (2006) reportan que la severidad de los daños causados por los virus rara vez está estrechamente relacionada con la concentración del virus, algunos virus presentan concentraciones muy bajas que son muy perjudiciales.

6. CONCLUSIONES

En el primer experimento de chile cv. Tampiqueño, el inductor Virus Stop® generó la menor concentración de *Tobacco mosaic virus* a los 41 días después de la inoculación, sin embargo a los 70 días después de la inoculación, el inductor de resistencia Messenger gold® mostró la menor concentración de *Tobacco mosaic virus* en la prueba ELISA.

En el segundo experimento de chile con la variedad Camino Real, el T1(Messenger gold®+Messenger gold®+fosfite de potasio+fosfite de potasio) presentó la menor concentración de *Tobacco mosaic virus* a los 41 días después de la inoculación en la prueba ELISA.

En el primer experimento de jitomate cv. Toro f1, la aplicación de Virus Stop® redujo la concentración de *Tobacco mosaic virus* a los 41 días después de la inoculación, evaluada mediante la prueba ELISA. En el segundo experimento a los 38 días después de la inoculación el T1 (Messenger gold®+Messenger gold®+MC Cream+MC Cream) redujo la concentración de *Tobacco mosaic virus* encontrada con la técnica ELISA.

En el primer experimento de chile cv. Tampiqueño, el inductor Messenger gold® propició la segunda mayor altura y peso seco total al final del ciclo del cultivo, en la variable longitud de raíz mostró una ligera ventaja con la mayor longitud. Se obtuvo el mayor número y peso promedio de frutos después de los dos cortes.

Los inductores Messenger gold® y Virablock® presentaron la menor severidad promedio de *Tobacco mosaic virus* después de las cuatro evaluaciones en chile cv. Tampiqueño.

La variedad Camino Real de chile, con la aplicación de los inductores Virablock® y T1 (Messenger gold®+ Messenger gold®+fosfite de potasio+fosfite de potasio) mostró la segunda y tercera mayor altura promedio después de las tres evaluaciones. El inductor Virablock® promovió el segundo mayor peso en las variables peso seco total y peso de frutos. La aplicación de Virus Stop® mostró la segunda mayor longitud de raíz y propició el segundo

mayor número promedio de frutos después de los tres cortes.

Los inductores T1 (Messenger gold®+Messenger gold®+fosfite de potasio+fosfite de potasio) y Virablock® obtuvieron la menor severidad después de las tres evaluaciones en Chile cv. Camino Real,

En el primer experimento de jitomate con el inductor Virus Stop® se obtuvo la mayor altura promedio, la menor severidad, el segundo mayor peso en la variable peso seco total, la segunda mayor longitud de raíz, y registró el segundo mayor número y peso promedio de frutos que no mostraron síntomas de *Tobacco mosaic virus* después de los tres cortes.

En el segundo experimento de jitomate, la aplicación de Virablock® promovió la segunda mayor altura promedio después de las tres evaluaciones. Con la aspersión de inductores T2 (Virus Stop®+Virus Stop®+fosfite de potasio+fosfite de potasio) se obtuvo la menor severidad promedio. En la variable peso seco total el T1 (Messenger gold®+Messenger gold®+MC Cream +MC Cream) propició el segundo mayor peso en comparación con el testigo negativo que mostró el mayor peso, y se obtuvo la segunda mayor longitud de raíz al final del cultivo; registró el segundo mayor número y peso promedio de frutos que no mostraron síntomas de *Tobacco mosaic virus* en frutos después de los tres cortes.

En tabaco, el inductor Messenger gold®, mostró la menor la concentración *Tobacco etch virus* a los 28 días después de la inoculación, evaluada mediante la técnica ELISA.

En tabaco se obtuvo el segundo mayor peso seco después del testigo negativo en las variables peso seco de hoja, tallo, raíz y peso seco total con la aspersión del inductor de resistencia Messenger gold®, en la variable longitud de raíz se mostró una ligera ventaja en la segunda posición.

7. LITERATURA CITADA

- Adams, M.J., Antoniow, J.F., Beaudoin, F. 2005. Overview and analysis of the polyprotein cleavage sites in the family Potyviridae. *Mol. Plant Pathol.* 6, 471–487. doi:10.1111/j.1364-3703. 2005. 00296.x
- Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology*. Department of Plant Pathology. University of Florida. Elsevier. Academic press. Fifth Edition. USA.
- Aguirre, H. E. y Muñoz, O. V. 2015. El chile como alimento. *Ciencia*. pp. 16-23.
- Asai, S. and Yoshioka, H. 2009. Nitric Oxide as a partner of reactive oxygen species participates in disease resistance to necrotrophic pathogen *Botrytis cinerea* in *Nicotiana benthamiana*. *Molecular Plant-Microbe Interaction* 22: 619-629.
- Blancard, D. 2011. *Enfermedades del tomate identificar, conocer y controlar*. Ediciones mundi-prensa. Madrid, España. 671 p.
- Camarena, G. G. y de la Torre. A. R. 2007. resistencia sistémica adquirida en plantas: estado actual. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 13(2): 157-162
- Clark, M.F., Adams, A. N. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *General Virology*. 34: 475-483.
- Chew M. Y. I., Velásquez, V. R., Serrano G. C., Reveles T. L. R. 2015. presencia de virus de arn en plantas de chile para secado con síntomas específicos. *INTERFAZ*. Vol.15, No 1, pp:63-71.
- Cruz, F. M. y Frías, T. G. A. 1997. *Guía ilustrada de la prueba de inmunoabsorción con enzimas ligadas para la detección de fitopatógenos*. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Subsecretaría de Agricultura y Ganadería, Comisión Nacional de Sanidad Agropecuaria, Dirección General de Sanidad Vegetal, Centro Nacional de Referencia de Diagnóstico Fitosanitario. México, DF. 23 p.
- Cuartero, J., Laterrot, H., Van Lenteren, J. C. 2002. Host Plant resistance to pathogens and arthropodos pest. In: *Integrated pest and disease management in greenhouse crops*. 124-138 pp. Eds. Albajes R, Gullino

- M L, Van Lenteren J C and Elad Y. Kluwer. Academic Publishers. 545 p.
- Chivasa, S.; Murphy M., A.; Naylor, M.; Carr J., P. 1997. Salicylic acid interferes with *tobacco mosaic* virus replication via a novel salicylhydroxamic acid-sensitive mechanism. *Plant Cell* 9: 547-557.
- de la Torre, A. R. 2010. Virus de plantas ornamentales en México. Universidad Nacional Autónoma De México. Facultad De Estudios Superiores Iztacala Carrera De Biología. Primera edición. Editorial FES Iztacala, UNAM. México.
- Derksen H, Rampitschb C, Daayf F. 2013. Signaling cross-talk in plant disease resistance. *Plant Science*. 207:79-87.
- Dodson J., Gabor B., Himmel P., Kao J., Stravato V., Watterson J. y Wiebe W. 1997. Enfermedades del jitomate. Gabor B. y Wiebe W. (eds.). *Seminis Vegetable Seeds, Inc. California, USA*. 61 p.
- Durrant, W. E., and Dong, X. 2004. Systemic Acquired Resistance. *Annual Review Phytopathology* 42: 185-209.
- Faoro F, Gozzo F. 2015. Is modulating virus virulence by induced systemic resistance realistic? *Plant Science*. 234:1-13.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO-FAOSTAT. Trade. Consultado 18 de enero de 2018. <http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx>.
- García GL, Zeriuoh H, Romero D, Cubero J, de Vicente A, Pérez GA. 2013. The antagonistic strain *Bacillus subtilis* UMAF6639 also confers protection to melon plants against cucurbit powdery mildew by activation of jasmonate- and salicylic acid-dependent defense responses. *Microbial Biotechnology*. 6(3):264-74.
- Garzón-Tiznado, J. A., 2006. Estrategias generales aplicadas al manejo de vectores de virus y fitoplasmas en hortalizas. En: Memoria, Curso Enfermedades de hortalizas. Fundación Produce Sinaloa. P 45-54.
- Garzón, T.J.A., Reyes, M.C. y Milán, C.J. 2012. Virus y fitoplasmas que afectan al cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) en México. Pp. 95-128. In: Cultivo de chile en México. (J. A. Zegbe D., R. D. Valdez C. y A. Lara H. Eds.). Universidad Autónoma de Zacatecas. 183 p.

- Godínez-Hernández, y.; Anaya-López, J. L.; Díaz-Plaza, R.; González-Chavira, M.; Rivera-Bustamante, R. F.; Torres-Pacheco, I.; Guevara-González, R. G. 2001. Characterization of resistance to *pepper huasteco* geminivirus in chili peppers (*Capsicum chinense*) from Yucatán, México. HortScience 36(1): 139-142.
- González, G. R. 2017. Evolution of diagnostic technics for plant viruses. Revista Mexicana de Fitopatología 35(3): 591-610.
- Gergerich, R.C., and V. V. Dolja. 2006. Introducción a los Virus Vegetales, el Enemigo Invisible. Trans. Silvina L. Giammaría. 2008. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2008-0122-01.
- Groves, R.L., J. F. Walgenbach, J. W. Moyer, and G. G. Kennedy: 2002. The role of weed hosts and tobacco thrips, *Frankliniella fusca*, in the epidemiology of *Tomato Spotted Wilt Virus*. Plant Dis. 86:573 - 582.
- Hanssen, I. M., M. Lapidot, and B. P. H. J. Thomma. 2010. Emerging viral diseases of tomato crops. Mol Plant Microbe Interact 23: 539–548.
- Hartzler, B. 2004. Managing weeds to protect crop yields. Department of Agronomy. Iowa State University.
- Himmel, P.T. 2003. *Tobacco mosaic virus* and *tomato mosaic virus*. pp. 38-39. In: Compendium of pepper diseases. (Ed. by K. Pernezny, P.D. Roberts, J.F. Murphy, and N.P. Goldberg). The American Phytopathological Society Press. St. Paul, MN, USA. 63 p.
- HM. s/f. Camino real F1. Recuperado de la red: <https://hmclause.com/es/productos-locales/> (fecha de consulta: 07/02/2018).
- J. Ebel and E. G. Cosio.1994. "Elicitors of plant defense responses," International Review of Cytology, vol. 148, pp. 1–36.
- Jankiewicz, L. S. y Sobiczewski, P. 2003. Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas. Capítulo 4. Las fitoalexinas y otras sustancias relacionadas con la resistencia de las plantas a los patógenos. pp:427-453. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. México.
- Jones, T., Bessin, R., Strang, J., Rowell, B., and Spalding, D. 2000. Kentucky Pepper Integrated Pest Management. Grower Manual. College of Agriculture. University of Kentucky. IPM13. 39 p.

- Kessmann H, Staub T, Hofmann C, Maetzke T, Herzog, J. 1994. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals. Annual Review Phytopathological 32: 439- 59.
- Kimble, K. A., Grogan, R. O., Greathead, A. 5., Paulus, A. O., y House, J. K. 1975. Development, application, and comparison of methods for indexing lettuce seed for mosaic virus in California. Plant Uisease Reporter 59: 461-464.
- Kliebenstein, D. J. 2004. Secondary metabolites and plant environmental interactions: A view through *Arabidopsis thaliana* tinged glasses. Plant Cell Environmental 27: 675-684.
- Kloepper, J. K.; Ryu, C. M. And Zhang, S. 2004. Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. Phytopathology. 94:1259-1266.
- Koike, S. T., P. Gladders, and A. O. Paulus. 2007. Vegetables Diseases (A color handbook). Academic Press, USA. 448 p.
- Kuhn, C.W., Nutter, F.W., Jr., and Padgett, G.B. 1989. Multiple levels of resistance to *tobacco etch virus* in pepper. *Phytopathology* 79:814-818.
- Laloi, Ch., Apel, K., and Danon, A. 2004. Reactive oxygen signaling: the latest news. Current Opinion in Plant Biology 7: 323-328.
- Ley F., J. H. y García E., R. S. 1998. Virus que afectan al cultivo de jitomate. In: enfermedades de las hortalizas, cruz O., J.E., Garcia E., R.S. y Carrillo F., J.A. (eds.). universidad autónoma de Sinaloa, Sinaloa, México. pp. 79-83.
- Llanos, C. M. y izquierdo T. A. 1980. La virosis del tabaco. Ministerio de agricultura. Madrid, España.
- Maldonado, C. E., Ochoa M. D. L., Tlapal B. B. 2008. Efecto del ácido acetil salicílico y bacillus subtilis en la infección causada por *cucumber mosaic virus* en calabacita. Revista Chapingo Serie Horticultura 14(1): 55-59.
- Marín, M. M. y Gutiérrez, S. P. A. 2016. Principios de virología molecular en plantas tropicales. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). Primera edición. Bogotá, Colombia. 313 p.
- Martínez R., J. L. 1990. Manejo integrado de virosis en jitomate. Revista mexicana de fitopatología. Vol. 8(2):132-134

- Mejía A. D. M.; E. I. Rodas G.; L. F. Patiño H.; y E. P. González J. 2009. Efecto del acibenzolar-s-metil sobre el desarrollo de la virosis causada por potyvirus en tomate de árbol. *Agronomía Colombiana* 27(1), 87-93
- Moffat, A. S. 1992. Improving plant disease resistance. *Science* 257: 482-483.
- Naidu R. A and Hughes J. d A. 2001. Methods for the detection of plant virus diseases. *Plant Virology in Sub-Saharan Africa*. En: Kumlachew A. 2015. *Detection of Diseases, Identification and Diversity of Viruses: A Review*. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. Vol.5, No.1. Disponible en línea: <http://www.iiste.org/Journals/index.php/JBAH/article/view/19521>. DOI: 10.1007/978-81-322-0813-6
- Navarro, M. D. A. 2010. Cooperative extension service. University of kentucky college of agriculture, Lexington, KY. 20 p.
- Oostendorp, M., Kunz W., Dietrich B., Staub T. 2001. Induced disease resistance in plants by chemicals. *European Journal of Plant Pathology* 107: 19-28.
- Perez, M. L., y Rico, J. E. 2004. *Virus fitopatogenos en cultivos hortícolas de importancia económica en el estado de Guanajuato*. Primera edición. Universidad de Guanajuato. México. 143 p.
- Pérez, R. M.; P. García E.; Y. Durán T.; A. Luna C.; E. Loera A.; A. Pérez R. 2017. Control alternativo de virosis en jitomate en un invernadero comercial de Zacatepec, Morelos. *Rev. Mex. Fitosanidad*, 1(1): 1–12
- Ramírez, F. J., Ochoa M. D. L., Rodríguez M. M. N., Mora A. G. 2006. Efecto del ácido acetil salicílico, miel y melaza en la movilidad y concentración de TSWV. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 12(2): 239-243
- Reddick, B. B. 2003. *Tobacco etch virus*. *Compendium of pepper diseases*. APS Press. 38 p.
- Revers, F., Garcia, J. A., 2015. Molecular Biology of Potyvirus, *Advances in virus research*. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/bs.aivir.2014.11.006>
- Reyes, O. M. 2008. Efecto de miel, aminoácidos, ácido acetilsalicílico y bacillus subtilis contra *cucumber mosaic virus* en calabacita, efecto de terpenoides en la infección causada por *cucumber mosaic virus* (cmv) en calabacita y determinación del contenido total de estos compuestos en un material tolerante y uno susceptible a cmv. Tesis de maestría en

- ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. De México. 69 p.
- Robles H. L., González F. A. C., Gill L. E., Pérez M. L. y López D. J. C. 2010. Virus fitopatógenos que afectan al cultivo de chile en México y análisis de las técnicas de detección. *Tecnociencia Chihuahua*. Vol. IV, No. 2
- Roistacher CN. 1991. Graft-transmissible Diseases of Citrus. Handbook for detection and diagnosis. IOCV, Riverside and FAO, Rome. 286 p. Disponible en línea: https://archive.org/details/bub_gb_9zY1uFGchAgC.
- Ruvalcaba, E. S. 2008. Resistencia sistémica a *cucumber mosaic virus* mediante *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae*, miel y ácido acetil salicílico en calabacita (*Cucurbita pepo* L.) Var. Zucchini grey. Tesis de licenciatura. Departamento de parasitología agrícola. Universidad autónoma chapingo. Chapingo, México.
- Salgado, S. M. L. 2012. Inductores de resistencia a TuMV en *Arabidopsis thaliana* (L). Heynh. Tesis de doctorado en ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. De México. México. 97 p.
- Scholthof, K-B.G. 2000. *Tobacco mosaic virus*. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2000-1010-01
- Schreiber, K., and Desveaux, D. 2008. Message in a bottle: Chemical biology of induced disease resistance in plants. *Plant Pathology Journal* 24: 245-268.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2010. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON). México.
- Seminis. s/f. Híbrido SV5633HT chile serrano. Recuperado de la red: <http://www.seminis.mx/products/> (fecha de consulta: 10/02/2018).
- Sepúlveda R., P. (ed.) 2011. Virus transmitidos por insectos vectores en tomate en la Región de Arica y Parinacota: situación actual y manejo. 64 p. Boletín INIA No 224. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro de Investigación Agropecuaria del Desierto y Altiplano, Ururi. Arica, Chile.

- Shepherd, R. J. and Purcifull, D. E. 1982. *Tobacco etch virus*. Commonwealth Mycological Institute and the Association of Applied Biologists. Descriptions of plant viruses No. 258 (No 55 revised).
- Shew, H.D. and G.B. Lucas. 1991. Compendium of Tobacco Diseases. APS Press, St. Paul, MN.
- SIAP. 2017. Atlas agroalimentario. Primera edición. Ciudad de México, México. 236 p.
- SIAP. 2018. Anuario estadístico de la producción agrícola 2003-2016. Recuperado de la red: http://nube.siap.gob.mx/cierre_agricola/
- Sikora, E. J. 2011. Virus diseases of tomato. Alabama Cooperative Extension System (Alabama A & M and Auburn Universities). ANR-0836.
- T. Nürnberger. 1999. "Signal perception in plant pathogen defense," Cellular and Molecular Life Science, vol. 55, pp. 167–182.
- Tammy DL, Ibarra C y Velasquillo C. 2013. Fundamentos de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y de la PCR en tiempo real. Investigación en discapacidad. Vol. 2, Num 2: 70-78. Disponible en línea: <http://www.medigraphic.com/pdfs/invdiss/ir-2013/ir132d.pdf>
- Thakur y Singh, 2012. Role of Elicitors in Inducing Resistance in Plants against Pathogen Infection: A Review. ISRN Biochemistry. Volumen 2013, article ID 762412, 10 p.
- Thaler JS, Humphrey PT, Whiteman NK. 2012. Evolution of jasmonate and salicylate signal crosstalk. Trends Plant Science. 17(5):260-270.
- Tun Suárez J. M., Zavaleta Mejía E, Ochoa Martínez D. L., Sánchez García P., Soto Hernández M., Cristóbal Alejo J. Incidencia del Virus Mosaico de la Alfalfa en semillas y plántulas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en Yucatán, México. Fitosanidad. 2007;11(1):11-14.
- Vallad, G. E., & Goodman, R. M. 2004. review & interpretation in Conventional Agriculture. Crop Science, 44(6), 1920–1934. <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.1920>
- Van Loon L. C., Rep, M., and Pieterse C. M. J. 2006. Significance of inducible defense-related proteins in infected plants. Annual Review Phytopathology 44: 135-62.

- Van Loon, L.C., Bakker, P.A.H.M. And Pieterse, C.M.J. 1998. "Systemic Resistance Induced By Rhizosphere Bacteria". Annual Review. Phytopathology. 36: 453-483.
- Velasco V., V. A. 1999. Papel de la nutrición mineral en la tolerancia a las enfermedades de las plantas. Terra 17(3):193-200.
- Velásquez-Valle R., R., Serrano-Gómez, C., Reveles-Torres L.R., Chew-Madinaveitia, Y.I. 2015 Las enfermedades causadas por virus más comunes en el chile para secado en Aguascalientes. Folleto Técnico Núm 73. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC – INIFAP, 34 páginas.
- Vidhyasekaran, P. 2008. Fungal pathogenesis in plants and crops. Molecular Biology and host defense mechanisms. Second Edition. CRC Press. 509 p.
- Villanueva-Alonzo HJ, Us-Camas RY, López-Ochoa LA, Robertson D, Guerra-Peraza O, Minero-García Y, Moreno- Valenzuela OA. 2013. A new virus-induced gene silencing vector based on Euphorbia mosaic virus-Yucatan peninsula for NPR1 silencing in *Nicotiana benthamiana* and *Capsicum annuum* var. Anaheim. Biotechnology Letters. 35:811–823.
- Wang, R.Y., Pirone, T.P., 1996. Mineral oil interferes with retention of tobacco etch potyvirus in the stylets of *Myzus persicae*. Phytopathology 67, 1418-1423.
- Walters, D. R., and Boyle, C. 2005. Induced resistance and allocation costs: What is the impact of pathogen challenge? Physiol. Mol. Plant Pathol. 66:40-44.
- Wildermuth, C. M., Dewdney, J., Wu, G., and Ausubel, M. F. 2001. Isochorismate synthase is required to synthesize salicylic acid for plant defence. Nature 414: 562-566.
- Yalpani, N.; Shulacv, V. And Raskin, I. 1993. Endogenous salicylic acid levels correlate with accumulation of pathogenesis-related proteins and virus resistance in tobacco. Phytopathology. 83:702-708.

APÉNDICE

Clasificación de frutos de jitomate en el primero y segundo experimento de acuerdo a la expresión de síntomas presentados en los frutos cosechados.

Frutos con manchas amarillas



Frutos con anillos



Frutos deformados



Frutos que no presentaron síntomas



Frutos de chile variedad Tampiqueño



Frutos de chile variedad Camino Real



Síntomas de *Tobacco mosaic virus* en hojas de chile variedad Tampiqueño



Hojas de chile variedad Camino Real con la expresión de síntomas de *Tobacco mosaic virus*



Síntomas en hojas de jitomate experimento 1 con *Tobacco mosaic virus*



Síntomas de *Tobacco mosaic virus* en hojas de jitomate experimento 2

