

**Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Área de Consolidación
Sistemas Agrícolas de Producción Intensivos**

Efecto de *Trichoderma atroviride* alfap8 sobre parámetros de crecimiento, sanidad y rendimiento en el cultivo de tomate var. Platense en la localidad de Marcos Juárez.

Alumno: OROÑO, Tomás.

Tutor: Ing.Agr. DELL INOCENTI, Fernando.

Cotutor: Ing. Agr. PÉREZ, Alejandro.

Asesor: Ing. Agr. M. Sc. STANTERO, Ignacio.

Año 2022

ÍNDICE

RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	7
Producción de tomate en Argentina.....	7
Situación de la producción de tomate en la localidad de Marcos Juárez.....	8
Análisis FODA de la producción de tomate en la localidad de Marcos Juárez.....	13
Aparición de Problemas.....	14
Análisis G.U.T.....	14
Hipótesis.....	16
Objetivos del trabajo.....	16
General.....	16
Específicos.....	16
MATERIALES Y MÉTODOS	17
Ubicación y características del sitio de experimentación.....	17
Diseño experimental.....	19
Manejo del cultivo.....	22
RESULTADOS	23
Patógenos identificados.....	23
Variables de crecimiento.....	25
Altura y diámetro de la base del tallo.....	25
Área foliar.....	26
Severidad de enfermedades foliares.....	26
Estrato bajo del cultivo.....	26
Estrato medio y alto de las plantas.....	28
Variables reproductivas y de rendimiento.....	31
Floración.....	31
Racimos.....	31
Frutos por planta, peso, diámetro y altura de los frutos.....	32
Rendimiento.....	33
DISCUSIÓN	34
CONCLUSIONES	40
AGRADECIMIENTOS	41
BIBLIOGRAFÍA	42
ANEXO	51

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del sitio de experimentación en la provincia de Córdoba.....	16
Figura 2. Ubicación de la huerta agroecológica en el predio del INTA.....	16
Figura 3. Temperatura promedio y máxima durante el período 1/11/21 – 15/02/22. Elaboración propia a partir de los datos aportados por Omixom S.R.L.....	17
Figura 4. Humedad relativa durante el período 1/11/21 – 15/02/22. Elaboración propia a partir de los datos aportados por Omixom S.R.L.....	17
Figura 5. Radiación durante el período 1/11/21 – 15/02/22. Elaboración propia a partir de los datos aportados por Omixom S.R.L.....	18
Figura 6 A y B. Conidios septados de <i>Alternaria</i> spp. observados en microscopio óptico con aumento 400X.....	22
Figura 7 A y B. A la izquierda se observan las manchas encontradas, producidas por <i>Alternaria</i> spp. A la derecha se observan en lupa sus cadenas de conidios.....	22
Figura 8. Manchas circulares características de <i>Septoria</i> sp.....	23
Figura 9 A y B. A la izquierda se observan los cirros de conidios saliendo de los picnidios. A la derecha se observan bajo el microscopio los conidios alargados y septados típicos del genero <i>Septoria</i>	23
Figura 10. Curvas de crecimiento. TS= <i>Trichoderma</i> al suelo; TSF= <i>Trichoderma</i> al suelo más aplicación foliar; TF= sólo aplicación foliar; C= control o testigo.....	24
Figura 11. Curva de área foliar. TS= <i>Trichoderma</i> al suelo; TSF= <i>Trichoderma</i> al suelo más aplicación foliar; TF= sólo aplicación foliar; C= control o testigo.....	25
Figura 12. Avance de <i>Alternaria</i> spp. en el estrato bajo de las plantas. Para una misma fecha letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Las flechas indican aplicaciones foliares. TS= <i>Trichoderma</i> al suelo; TSF= <i>Trichoderma</i> al suelo más aplicación foliar; TF= sólo aplicación foliar; C= control o testigo.....	26
Figura 13. Avance de <i>S. lycopersici</i> . en el estrato bajo de las plantas y porcentaje de plantas cuyo estrato bajo fue perdido. La flecha indica aplicaciones foliares. Lineas continuas indican la severidad mientras que las punteadas indican el % de defoliación. TS= <i>Trichoderma</i> al suelo; TSF= <i>Trichoderma</i> al suelo más aplicación foliar; TF= sólo aplicación foliar; C= control o testigo.....	27
Figura 14. Avance de <i>Alternaria</i> spp. y <i>S. lycopersici</i> en el estrato medio de las plantas. Letras diferentes para una misma fecha indican diferencias estadísticamente significativas; en aquellas con el p-valor el nivel de confianza fue del 90 %. Las flechas indican aplicaciones foliares. TS= <i>Trichoderma</i> al suelo; TSF= <i>Trichoderma</i> al suelo más aplicación foliar; TF= sólo aplicación foliar; C= control o testigo.....	28
Figura 15. Avance de <i>S. lycopersici</i> en el estrato alto. La flecha indica aplicación foliar. TS= <i>Trichoderma</i> al suelo; TSF= <i>Trichoderma</i> al suelo más aplicación foliar; TF= sólo aplicación foliar; C= control o testigo.....	29
Figura 16. Días después del trasplante que demoraron las plantas en florecer.....	30
Figuras 17 y 18. A la izquierda, frutos por planta; a la derecha, peso de los frutos. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p < 0,05$). TS= <i>Trichoderma</i> al suelo; TSF= <i>Trichoderma</i> al suelo más aplicación foliar; TF= sólo aplicación foliar; C= control o testigo.....	31
Figura 19. Diámetro de los frutos de cada tratamiento. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p < 0,05$). TS= <i>Trichoderma</i> al suelo; TSF= <i>Trichoderma</i> al suelo más aplicación foliar; TF= sólo aplicación foliar; C= control o testigo.....	31

Figura 20. Rendimiento por planta. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p < 0,05$). TS= *Trichoderma* al suelo; TSF= *Trichoderma* al suelo más aplicación foliar; TF= sólo aplicación foliar; C= control o testigo.....32

Figura 21. Curvas de rendimiento acumulado. TS= *Trichoderma* al suelo; TSF= *Trichoderma* al suelo más aplicación foliar; TF= sólo aplicación foliar; C= control o testigo.....32

Figura 22. Escala diagramática utilizada en la medición de severidad. Brun *et al.*, (2017).....49

Índice de tablas

Tabla 1. Temperaturas óptimas para el desarrollo del tomate. Fuente: Bima y Fontán (2020).....6

Tabla 2. Superficie y participación en la producción de tomate para consumo en fresco por provincia en la Argentina, año 2005. Tomado de Bima y Fontán (2020). *En general se trata de tomate industria que se envía para consumo fresco.....6

Tabla 3. Enfermedades comunes en el cultivo de tomate. Fuente: elaboración propia con datos tomados de FAO (2013) y Ligia (2016). Referencias: T°: Temperatura; HR: Humedad relativa.....9

Tabla 4. Puntuaciones del método GUT a los problemas encontrados.....14

Tabla 5. Análisis químico realizado a cada cantero donde se trasplantaron los tomates.....18

Tabla 6. Racimos totales, cuajados, cosechados y el porcentaje de cuaje por tratamiento. Letras diferentes en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas para esa variable con un nivel de significación del 5 %.TS= *Trichoderma* al suelo; TSF= *Trichoderma* al suelo más aplicación foliar; TF= sólo aplicación foliar; C= control o testigo.....30

Tabla 7. Producción de hormonas de *Trichoderma atroviride* en medio sólido. Datos proporcionados por el Ing. Agr. Alejandro Pérez, Facultad de ciencias agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.....36

RESUMEN

En la localidad de Marcos Juárez, la producción hortícola en general está conformada por pequeñas producciones familiares, de las cuales el 1 % se dedica a la venta. Estas y los consumidores buscan productos sanos e inoivos, por lo que hay una demanda creciente de productos orgánicos y agroecológicos. Los productores tienen el desafío de producir alimentos en cantidad y calidad en un ambiente con suelos de alto costo de oportunidad, haciendo frente a enfermedades en una variedad de tomate muy demandada en la zona pero susceptible a patógenos foliares; para ello deben utilizar productos fitosanitarios de banda verde con tiempos de carencia que dificultan su aplicación durante tiempos de cosecha. Por ello en este trabajo se plantea evaluar el efecto de *Trichoderma atroviride* cepa alfap8 como alternativa bioecológica en el cultivo de tomate variedad Platense, sobre parámetros de crecimiento, rendimiento y sanitarios. Se realizó un ensayo en el módulo de huerta agroecológica de la EEA INTA Marcos Juárez utilizando 4 tratamientos: *Trichoderma* aplicado al suelo (TS), *Trichoderma* aplicado de manera foliar y al suelo (TSF), *Trichoderma* sólo foliar (TF) y control (C). Sobre las unidades experimentales se identificaron los patógenos causales y se midió: altura, diámetro de tallo, área foliar, días a floración, racimos totales, cuajados y cosechados; severidad de enfermedades; diámetro y altura de fruto; rendimiento y sus componentes. Los patógenos identificados fueron *Alternaria spp.* y *Septoria lycopersici*. TS no mostró promoción de crecimiento ni protección contra enfermedades foliares y junto con TSF, en promedio, mostraron plantas más pequeñas; ambos redujeron los días a floración. TF no se diferenció en parámetros de crecimiento pero junto a TSF disminuyeron significativamente la severidad en las plantas y lograron frutos más pesados y de mayor diámetro. Se encontró un mayor porcentaje de cuaje en plantas que recibieron la aplicación de *Trichoderma*. No hubo diferencias significativas en el número de frutos ni en el rendimiento final aunque TS y TSF mostraron mayor rendimiento acumulado en los primeros racimos.

Palabras claves: bioinsumo, genotipo, ISR, agroecología

INTRODUCCIÓN

Producción de tomate en Argentina

El tomate ocupa el cuarto lugar en la producción mundial de hortalizas, después de papa, batata y mandioca. (Bima y Fontán, 2020). En Argentina, el mercado de tomate se divide principalmente en mercado fresco y tomate para industria. La producción promedio anual de tomate argentino de los últimos años se ubica en torno a 1.100.000 toneladas y 17.000 hectáreas productivas, aproximadamente un 60-70 % se destina a mercado para consumo en fresco y un 30-40 % para industria (MAGyP, 2020). El rendimiento promedio nacional para los dos destinos del tomate está en el orden de las 35 a 40 toneladas por hectárea. Sin embargo es muy dependiente de la tecnología y variedad utilizada, sistema de producción (a campo o bajo invernáculo), zona de producción, etc., pudiendo variar entre 20 tn/ha, usando tomate perita a campo sin conducción y con escasa tecnología, a 120 tn/ha al cultivarlo en invernadero con híbridos de alta producción.

Para su cultivo, los climas adecuados para una buena producción son los templados, con tendencia a cálidos, requiriendo una temperatura media de 18-20 °C (Tabla 1). La planta de tomate es sensible al frío, por lo que en regiones con menos de 120 días libres de heladas no es económico el cultivo a campo de esta especie. Es importante tanto en esta como en otras solanáceas la alternancia de temperaturas entre el día y la noche para lograr una correcta relación entre la fotosíntesis y la respiración de la planta. Altas temperaturas diurnas, superando los 32 °C (Wahid *et al.*, 2009), ocasionan mermas en la producción siendo más importantes si estas superan los 35 °C en donde se ve afectado fuertemente la viabilidad del polen y por lo tanto el cuaje de los frutos (Kamel *et al.*, 2010; Bitá *et al.*, 2011).

Tabla 1. Temperaturas óptimas para el desarrollo del tomate. Fuente: Bima y Fontán (2020)

	Temperatura diurna (°C)	Temperatura nocturna (°C)
Germinación	18-20	-
Crecimiento	18-20	15
Floración	22-25	13-17
Fructificación	25	18

La producción de tomate es posible en gran parte del país, a excepción del sur patagónico, y en diferentes momentos asegurando un aprovisionamiento continuo al mercado en fresco (Bima y Fontán, 2020); así, las provincias de Mendoza, San Juan, Santiago del Estero, Catamarca y Río Negro se dedican, principalmente, a la producción de tomate para uso industrial (tomate perita) y el tomate redondo para consumo en fresco, se produce en Buenos Aires, Salta, Jujuy y Corrientes. Existe también una marcada estacionalidad y por ende fluctuaciones de precios, observándose el pico máximo de precios en los meses de junio, julio y otro menos pronunciado, en octubre y noviembre cuando baja la oferta del NOA y NEA y aún no ingresa al mercado el tomate de estación de Buenos Aires. En la tabla 2 se detalla la superficie y participación en la producción de tomate por provincia.

Tabla 2. Superficie y participación en la producción de tomate para consumo en fresco por

provincia en la Argentina, año 2005. Tomado de Bima y Fontán (2020). *En general se trata de tomate industria que se envía para consumo fresco.

Provincia	Sueperficie (has)	Participación sobre la prod. Nac.(%)
Buenos Aires	654	32
Corrientes	630	22
Salta	1715	19
Jujuy	1696	16
Mendoza	*	8
Santa Fe	235	2
Río Negro	*	1

Situación de la producción de tomate en la localidad de Marcos Juárez

La producción de tomate y la horticultura en general es muy escasa en el territorio considerado. Es un tema de interés para pequeñas producciones familiares y escuelas que quieren tener un pequeño abastecimiento de hortalizas con seguridad en la inocuidad de lo que producen.

En la zona que abarcan Leones (19%) , Marcos Juárez (31%), General Roca (12%), Inrville (11%), Los surgentes (11%), Cruz Alta (15%) , Villa Eliza (1%) y colonia el 25 (1%), existen alrededor de unas 1.000 huertas familiares tras patio para autoconsumo. Eso implica alrededor de unas 6500 personas participando en dicha producción. Del total de huertas familiares, solo el 1% venden excedentes o tienen un objetivo comercial. (Stantero I., com. personal, septiembre del 2021).

En la zona, el programa ProHuerta es un referente en la producción familiar. En el marco de este, el grupo de extensión de la EEA INTA Marcos Juárez lleva adelante el módulo de huerta agroecológica demostrativa, ubicado a 2 km al sur de dicha localidad.

El espacio es utilizado como una herramienta de extensión, la cual, a través de experiencias de investigación adaptativa, genera conocimiento para compartir con productores, escuelas, universidades y público en general. También provee de material necesario para la realización de talleres tanto en el mismo módulo como en espacios de terceros. En su planificación ponen a prueba los distintos cultivos que se distribuyen en los kits de semillas que el mismo programa ofrece, otros cultivos comerciales y locales de la auto-producción de semillas de la propia huerta y de los distintos productores de la zona. Se realizan siembras asociadas entre cultivos y escalonadas de manera tal de cosechar semanalmente para la comercialización local.

En la localidad de Marcos Juárez, existen 3 canales de comercialización: la feria que se realiza en las instalaciones de la Cooperativa de trabajo Abya Yala, la realización de “bolsones de verduras” con reparto a domicilio, venta a verdulerías de la localidad o aledañas y están surgiendo comercios de venta de productos agroecológicos y orgánicos.

En el informe de los resultados de la temporada P-V de 2018/19 del módulo de la huerta agroecológica, Stantero (2019) concluye que se obtuvieron resultados aceptables en cuanto a rendimientos y que los márgenes de la actividad son muy buenos cuando se comparan y contrastan con el tiempo que se dedica para llevar adelante el sistema productivo, las cantidades totales cosechadas, y la superficie dedicada a la producción. Sin embargo en el informe no se considera el costo de opor-

tunidad de la tierra el cual varía entre 15 y 18 quintales de soja atribuido a la clase de suelo I predominante en la zona. En el informe se aclara que si bien hay cuestiones técnicas a mejorar, resalta la importancia de variables que generan mermas en los rendimientos condicionando los ingresos del productor, entre ellas las enfermedades y plagas, inclemencias climáticas, etc.

Dentro de las variedades de tomate que se pueden encontrar en la zona, la Platense es la más utilizada por su calidad organoléptica, demanda del consumidor y ser esta la que se entrega en los kits de semilla que ofrece ProHuerta; no obstante, unas de las dificultades que presenta es la susceptibilidad a enfermedades foliares. Estas en el tomate resultan en algunos casos bastantes problemáticas en la localidad considerando el clima templado-subhúmedo de la misma. Entre las enfermedades que suelen aparecer es la viruela del tomate la que destaca. Sin embargo no hay seguridad de que efectivamente sea esta ya que no se ha identificado al patógeno causal. (Stantero, com. personal, septiembre del 2021). En la tabla 3 se detallan algunas de las enfermedades más comunes de encontrar en el cultivo de tomate en general.

El manejo sanitario se ve limitado por la ley provincial 9.164 considerando que las pequeñas producciones se encuentran dentro de la ciudad o bien en la periferia de la misma. Fuera de ello, las pequeñas producciones familiares consideran más sanos e inocuos los frutos obtenidos sin el uso de productos fitosanitarios de síntesis química.

En el marco de la producción agroecológica, el manejo de enfermedades y plagas es realizado utilizando principalmente tecnología de procesos con foco en las relaciones de los componentes del agroecosistema (Altieri, 1999). En este tipo de producciones abunda la diversidad de especies de hortalizas y también de malezas, muchas veces consideradas hospederos de agentes patógenos o plagas. Si bien la biodiversidad es muy buena para el sistema en el contexto productivo, hay que considerar que también habrá agentes patógenos o plagas que bajo condiciones que le sean favorables (tiempo, genotipo susceptible, manejo) aparecerán y podrán ocasionar mermas importantes en el rendimiento de algún cultivo del huerto. En estos sistemas es común el uso de productos fitosanitarios caseros para manejar plagas, como purín de ortiga, infusión de ajo y alcohol, entre otros. Compatible, en parte, con estos sistemas y si se quiere obtener certificación de productos orgánicos en la resolución de SENASA 423/92 se listan aquellos productos aprobados para su uso en miras de obtener dicha certificación. En el caso de enfermedades foliares en tomate, en la guía fitosanitaria de CASAFE aparecen varios productos aprobados por SENASA pero son pocos los que no son orgánicos de síntesis química. En la zona suelen utilizarse productos a base de cobre como el oxicloruro de cobre y caldo bordelés (también aprobados para certificación orgánica); el problema con ellos es el tiempo de carencia (14 días) frente a las cosechas semanales de tomate para la venta, por lo que lo más frecuente es su uso a inicios del cultivo. Si bien se cuenta con productos de menor tiempo de carencia, todos a excepción de Azoxistrobina, son de contacto. Esto lleva a que muchas veces se realicen aplicaciones preventivas innecesarias.

Tabla 3. Enfermedades comunes en el cultivo de tomate. Fuente: elaboración propia con datos tomados de FAO (2013) y Ligia (2016). Referencias: T°: Temperatura (°C); HR: Humedad relativa.

Enfermedades/Agente causal	Sintomatología	Hospederos, características, condiciones favorables
Moho gris <i>Botrytis cinerea</i>	Se manifiesta a través de lesiones deprimidas, elípticas, acuosas que suelen cubrirse con micelio oscuro pulverulento.	Hongo saprófito; parásito débil. Polífago. Sobrevive en suelo o en residuos de cosecha. T° óptimas entre 18-25°C y tiempo húmedo.
Fusariosis <i>Fusarium oxysporum</i>	Caída de pecíolos de las hojas superiores y amarillamiento de las hojas inferiores, que avanza hacia el ápice. Es típico observar marchitez temporal durante el día a inicios-mediados del ciclo del cultivo.	Hospederos alternativos: pimiento y berenjena. Puede permanecer en el suelo o en el rastrojo durante años. La enfermedad puede ser introducida a través del sustrato para plantines o por plantines contaminados.
Tizón tardío <i>Phytophthora infestans</i>	Ataca en cualquier etapa de su crecimiento. Las lesiones son necróticas de color café, húmedas y de forma circular, delimitadas por las nervaduras y con un halo clorótico a su alrededor.	Hospederos: solanáceas. Favorecido por HR superiores a 90 % y T° entre 10 °C y 25 °C. Sobrevive en el suelo, rastrojo y hospederos alternativos.
Tizón temprano <i>Alternaria solani</i>	En las hojas se manifiesta a través de manchas pequeñas circulares o angulares, con anillos concéntricos. En los tallos y pecíolos son negras, alargadas y con anillos concéntricos.	Hospederos: solanáceas. Sobrevive en el suelo y en residuos de cosechas. T° óptima: 24-29 °C; presencia de película de agua en la hoja por 24 horas (alta HR)
Antracnosis <i>Colletotrichum spp.</i>	Se manifiesta en frutos a través de manchas circulares deprimidas que presentan puntuaciones negras en el centro.	Sobrevive en solanáceas y en semillas. Condiciones favorables: T° 20-24 °C, elevada HR.
Viruela del tomate <i>Septoria lycopersici</i>	Se manifiesta principalmente en hojas a través de pequeñas manchas necróticas circulares. Los síntomas comienzan primero por las basales.	Hospederos: solanáceas. Sobrevive en rastrojo y en las semillas. Favorecido por T° 20 a 26 °C, elevada HR por periodos prolongados (24 horas o más).

En los últimos años los bioinsumos o insumos de base biológica vienen cobrando relevancia como una alternativa de manejo sustentable. El Comité Asesor en Bioinsumos de Uso Agropecuario, define a estos como “todos aquellos productos biológicos que consistan o hayan sido producidos por microorganismos o macroorganismos, extractos o compuestos bioactivos derivados de ellos y que estén destinados a ser aplicados como insumos en la producción agropecuaria, agroalimentaria, agroindustrial, agroenergética e incluso en el saneamiento ambiental”.

Hace ya casi 6 décadas que se conoce la habilidad de *Trichoderma* spp. de atacar a otros hongos siendo bien conocido su potencial como agente de control biológico (El Komy *et al.*, 2015; Naher *et al.*, 2014; Sundaramoorthy y Balabaskar, 2013). Actualmente está entre los más exitosos en la agricultura, formando parte de más del 60% de los biofungicidas registrados en el mundo. Se

encuentra presente en el mercado como bioplaguicida, biofertilizante, promotor del crecimiento vegetal y como solubilizador de nutrientes (Vinale *et al.*, 2008; Charoenrak y Chamswarnng, 2016).

No sólo es amigable con el ambiente sino que además no tiene tiempo de carencia. Si bien en Argentina aún no aparece en el registro de productos fitosanitarios aprobados para su uso específico en tomate, si lo está para cultivos extensivos como soja y trigo. De todos modos es cuestión de tiempo para que comience a aparecer su registro en diversos cultivos hortícolas ya que muchos estudios están siendo llevados a cabo con resultados alentadores.

Trichoderma es un género fúngico de vida libre altamente interactivo en el suelo y en ambientes radiculares y foliares. Como biofungicida actúa mediante métodos directos e indirectos. En los primeros se encuentran el parasitismo de otros hongos y la competencia por recursos y espacio (de Aguiar *et al.*, 2014; Sandle, 2014; Vargas-Hoyos y Gilchrist-Ramelli, 2015), además de la antibiosis, dada su capacidad de producir una amplia gama de sustancias antibióticas (Sivasithamparam y Ghisalberti, 1998) e incluso inhibe o degrada enzimas de patógenos impidiendo que estos penetren en superficies foliares (Zimand *et al.*, 1996). Como método de protección indirecto, es capaz de inducir resistencia en las plantas una vez que éstas y *Trichoderma* spp. entran en contacto a nivel radicular, al estimular en el cultivo la síntesis de sustancias antimicrobianas en toda la planta, en respuesta a la síntesis de los ácidos jasmónico y salicílico (Shoresh *et al.*, 2005). No sólo genera resistencia contra estrés biótico sino también contra abióticos. Mastouri *et al.* (2010) por ejemplo, encontraron incrementos en el vigor de plántulas de tomate sometidas a diversos tipos de estreses a la siembra, atribuido a disminuciones en el daño oxidativo.

Se ha demostrado que *Trichoderma* spp. actúa contra un amplio rango de hongos fitopatógenos. Ha sido usado contra pudriciones en un amplio rango de especies, causadas por hongos de suelo como *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Pythium* spp., *Sclerotinia* y *Sclerotium* spp. (Chiriboga *et al.*, 2015), patógenos foliares en diversos cultivos como vid, zapallo y tomate (Perazolli *et al.*, 2008; Elad *et al.*, 1998; Tucci *et al.*, 2011; Seaman *et al.*, 2003) e incluso se encontraron efectos supresores en la reproducción de nemátodos (Al-Hazmi y Javeed, 2016).

No sólo protegen a la planta sino también promueven su crecimiento al producir ácidos orgánicos que pueden disminuir el pH del suelo propiciando la solubilización de nutrientes como fosfatos, magnesio, hierro y manganeso (Torres-De la Cruz *et al.*, 2015; Sharma *et al.*, 2017), además de la síntesis de fitohormonas como son las auxinas y giberelinas (Zeilinger *et al.*, 2016) y otros efectos como el control de microflora deletérea y degradación de compuestos tóxicos en suelo; y la promoción en la toma de agua y nutrientes (Bae *et al.*, 2009; Contreras Cornejo *et al.*, 2009; Verma *et al.*, 2007). Esta promoción en el crecimiento, sea por alguno de los mecanismos anteriores o combinaciones de ellos, ya han sido estudiados en varios cultivos, incluyendo tomate, pimiento, rábano, pepino, maíz, trigo, arroz (Martínez *et al.*, 2013; Diánez *et al.*, 2016; Baker *et al.*, 1984; Chang *et al.*, (1986), entre muchos otros en la literatura. Recientemente en la provincia de Córdoba, Argentina, Ganón (2019, datos no publicados) estudió el efecto de *Trichoderma atroviride* cepa alfap8 por sí sólo y de su aplicación combinada con compost sobre parámetros de crecimiento vegetativo y de rendimiento en el cultivo de tomate. De la aplicación combinada con compost encontró incrementos

significativos sobre la altura de planta y en el rendimiento explicado principalmente por un mayor número de frutos.

Las especies con mayor efecto en el control biológico incluyen a *T. atroviride*, *T. hamatum*, *T. asperellum* y *T. harzianum*. Estas se caracterizan por presentar un rápido crecimiento, poseer una gran capacidad de esporulación y de adaptación a un amplio rango de suelos agrícolas, características que son deseadas y necesarias de los bioinsumos (López, 2011). *Trichoderma* spp. se produce en formulaciones sólidas y líquidas con inóculo viable (hifas, clamidosporas y conidias) para usarlo como agente de biocontrol (Cumagun, 2014). En nuestro país se venden *T. atroviride* y *T. harzianum*, ambos formulados como suspensión de conidios de clase toxicológica IV. Se utilizan para aplicaciones a las semillas, suelo y foliares. Actualmente se están realizando varios ensayos en numerosos cultivos extensivos e intensivos con distintas formas de aplicación. (Ruosi *et al.*, 2020)

Análisis FODA de la producción de tomate en la localidad de Marcos Juárez, Córdoba.

Se realizó un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) para estudiar la situación de la producción de tomate en Marcos Juárez bajo un enfoque agroecológico en el marco del programa ProHuerta, considerando producciones de pequeños productores familiares y excedentarios, y potenciales producciones agroecológicas con objetivos comerciales, analizando sus características internas y su situación externa.

Fortalezas (F)

1. Inocuidad del fruto producido.
2. Buena calidad organoléptica (sabor, flavor).
3. Menor riesgo en la salud de los productores y familias.
4. Menor impacto negativo sobre el ambiente.
5. Baja dependencia de insumos externos.
6. Gran biodiversidad.
7. Se hace énfasis en las relaciones entre los componentes del agroecosistema.
8. Predominancia de tecnología de procesos.
9. Cosecha y uso de semilla propia.
10. Altos niveles de materia orgánica en suelo.

Debilidades (D)

1. Uso de la misma variedad (Platense) todos los años.
2. Poca agresividad de los insumos orgánicos utilizados sobre plagas y enfermedades. Muchas veces son productos caseros.
3. Presencia de malezas como hospederos alternativos.
4. Susceptibilidad de la variedad a enfermedades.
5. Uso de productos fitosanitarios en base a cobre con tiempos de carencia prolongados.

Oportunidades (O)

1. Demanda de productos sanos, inocuos, de buena calidad organoléptica.
2. Mayor interés por productos orgánicos o agroecológicos.
3. Aparición de mercados de venta de productos agroecológicos y envío a domicilio de bolsones.
4. Suelos fértiles, con muy buena calidad físico-química (suelos clase I).
5. Bajos costos en insumo semilla (variedad Platense).
6. Posibilidad de certificación orgánica.

Amenazas (A)

1. Elevada humedad relativa en época primavera-estival.
2. Elevada presión de enfermedades foliares.
3. Elevado valor de la tierra.
4. Zona históricamente de producción extensiva.

Aparición de Problemas

De las relaciones que surgen del análisis FODA, podemos identificar los problemas. Para ello se realizan cruzamientos entre fortalezas y debilidades con las oportunidades y amenazas.

Fortalezas*Amenazas

- A) F2*A1/A2: Ambientes húmedos conjugados con temperaturas cálidas favorecen la aparición de enfermedades afectando directa e indirectamente los frutos.
- B) F6*A1/A2: Si bien una mayor biodiversidad es motivo de gran cantidad de relaciones positivas, condiciones externas ambientales pueden favorecer la ocurrencia de enfermedades/plagas cuyos patógenos/insectos/ácaros se encuentran en hospederos alternativos.

Debilidades*Amenazas

- C) D1*A1/A2: el realizar la misma variedad de tomate todos los años conjugado con situaciones favorables para las enfermedades, favorece la acumulación de inóculo.
- D) D1/D4*A1/A2/A3: el uso de una variedad susceptible en ambientes húmedos con la existencia de enfermedades foliares comprometen de manera importante los rendimientos y calidad, que sumado a los altos costos de oportunidad de la tierra comprometen los márgenes de los productores.
- E) D2*A1/A2: la poca agresividad de los insumos utilizados (en su mayoría caseros) frente a las enfermedades, puede comprometer los rendimientos si no se aplican adecuadamente.
- F) D3*A1: las malezas pueden actuar como reservorio de inóculo y contribuir a aumentar la humedad relativa en cercanías de las plantas.

Debilidades*Oportunidades

- G) D1/D4*O1/O2/O3: las enfermedades sobre esta variedad susceptible condicionan la provisión de frutos en calidad y cantidad a los mercados interesados, comprometiendo los márgenes del productor.
- H) D5* O1/O2/O3: el uso de fitosanitarios en base a cobre, con tiempos de carencia de hasta 14 días, comprometen la venta del producto.

Análisis G.U.T.

Este análisis nos permite conocer aquellos problemas cuyos impactos negativos son mayores. Según Martins *et al.* (2017) Gravedad (G) representa la importancia del problema a examinar y su potencial de daño en el mediano y largo plazo. La Urgencia (U) requiere un análisis de cuán significativo es el problema y la necesidad de su resolución en el tiempo y la Tendencia (T) se refiere al crecimiento potencial del problema en el tiempo.

Con este método le otorgamos una puntuación a cada problema que surge del producto G*U*T. A cada factor se le asigna una puntuación del 1 al 10 según la importancia. En la siguiente tabla se expone la metodología y el reconocimiento de los problemas más riesgosos.

Tabla 4. Puntuaciones del método GUT a los problemas encontrados.

Problema	G	U	T	Total
A	6	6	7	252
B	4	5	6	120
C	6	6	8	288
D	9	9	10	810
E	6	6	7	252
F	6	7	7	294
G	9	8	10	720
H	6	7	7	294

Del análisis de la tabla 4 se observa que el problema más importante a tratar es el referido al uso de una variedad susceptible a enfermedades en una zona con elevada presión de las mismas y que además los costos de oportunidad son altos. En el puesto N.º 2 el problema es similar pero considera la provisión de productos a los mercados.

Los problemas más evidentes en cuanto a la producción de tomate en la zona están relacionados con las enfermedades foliares. Éstas afectan de manera importante a la variedad de tomate Platense condicionando los rendimientos obtenidos y la calidad de los frutos en una zona en donde los costos de alquiler son elevados por la productividad de sus suelos, y que los productores deben abastecer a mercados emergentes que buscan calidad e inocuidad. Si bien existen variedades o híbrido menos susceptibles, los consumidores prefieren a la Platense por su calidad organoléptica. Además, ProHuerta facilita la entrega de semillas a los pequeños productores sin costo alguno.

Sumado a la susceptibilidad de la variedad, existen pocas alternativas fitosanitarias para el control de enfermedades foliares en sistemas bajo manejo agroecológico con cortos periodos de carencia. En la búsqueda por una producción aceptable, inocua y de calidad, surge como alternativa fitosanitaria *Trichoderma atroviride*, que además de no tener tiempo de carencia, actúa como bioestimulante y biofertilizante, promoviendo el crecimiento vegetal y contribuyendo a incrementar los rendimientos.

Hipótesis

- Las enfermedades foliares afectan al cultivo de tomate en la localidad de Marcos Juárez.
- La aplicación de *T. atroviride* alfap8 disminuyen la severidad de las enfermedades foliares en el cultivo de tomate.
- La aplicación de *T. atroviride* alfap8 promueve el crecimiento y desarrollo en las plantas de tomate.
- La aplicación de *T. atroviride* alfap8 impacta positivamente sobre el rendimiento de las plantas.

Objetivos del trabajo

General

- Evaluar el efecto de *Trichoderma atroviride* alfap8 sobre parámetros de crecimiento, rendimiento y sanidad sobre la variedad de tomate Platense bajo manejo agroecológico.

Específicos

- Identificar los patógenos causales de enfermedades que afectan al cultivo de tomate en la localidad de Marcos Juárez.
- Evaluar el efecto de aplicaciones foliares y al suelo de *T. atroviride* cepa alfap8 sobre la severidad de enfermedades foliares.
- Evaluar el efecto de aplicaciones foliares y al suelo de *T. atroviride* cepa alfap8 sobre parámetros de crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo de tomate var. Platense.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y características del sitio de experimentación

El ensayo fue desarrollado en el módulo de huerta agroecológica de la estación experimental agropecuaria del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), ubicado 2 km al sur de la localidad de Marcos Juárez (figura 1 y 2). El suelo sobre el cual se realizó el ensayo es un argiudol típico, capacidad de uso I. Las condiciones meteorológicas durante el ensayo se detallan en las figuras 3, 4 y 5.

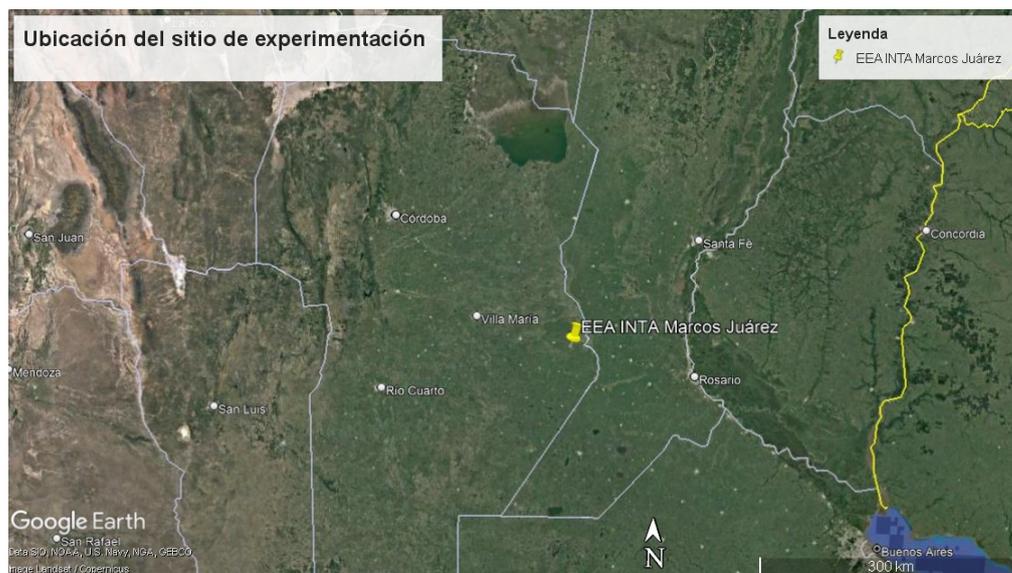


Figura 1. Ubicación del sitio de experimentación en la provincia de Córdoba.



Figura 2. Ubicación de la huerta agroecológica en el predio del INTA.

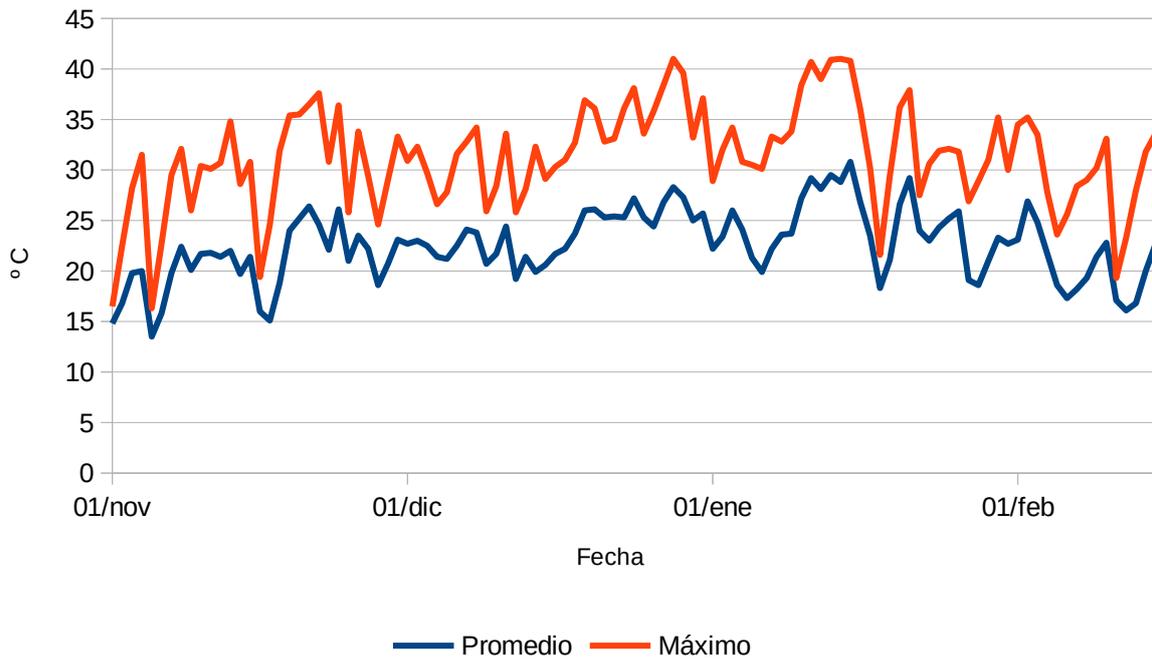


Figura 3. Temperatura promedio y máxima durante el período 1/11/21 – 15/02/22. Elaboración propia a partir de los datos aportados por Omixom S.R.L.

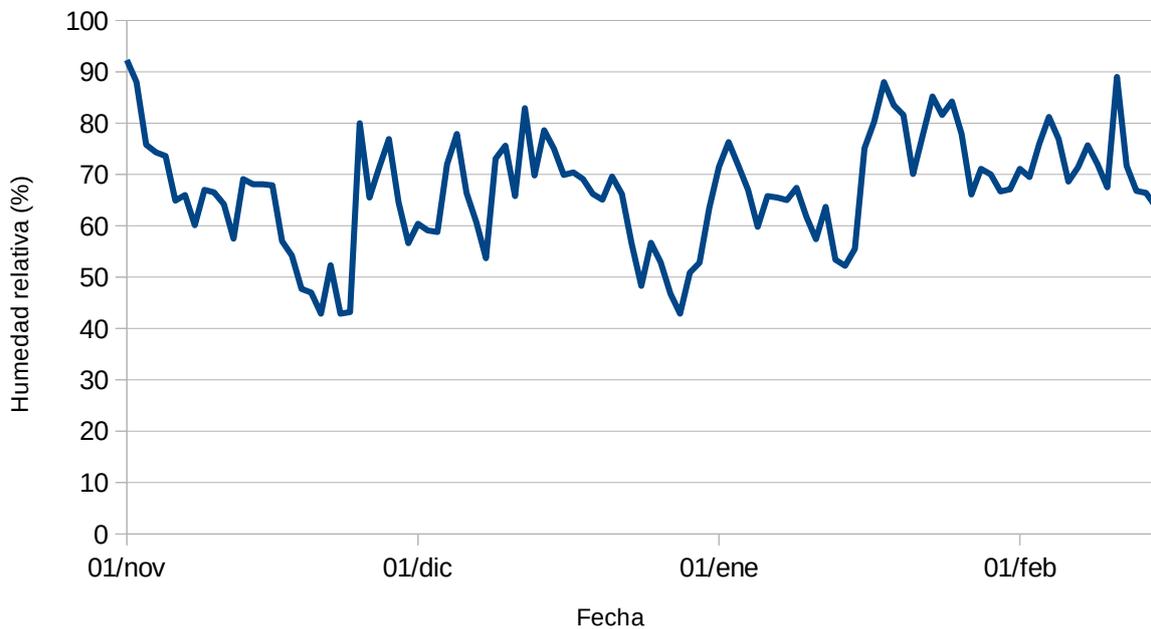


Figura 4. Humedad relativa durante el período 1/11/21 – 15/02/22. Elaboración propia a partir de los datos aportados por Omixom S.R.L.

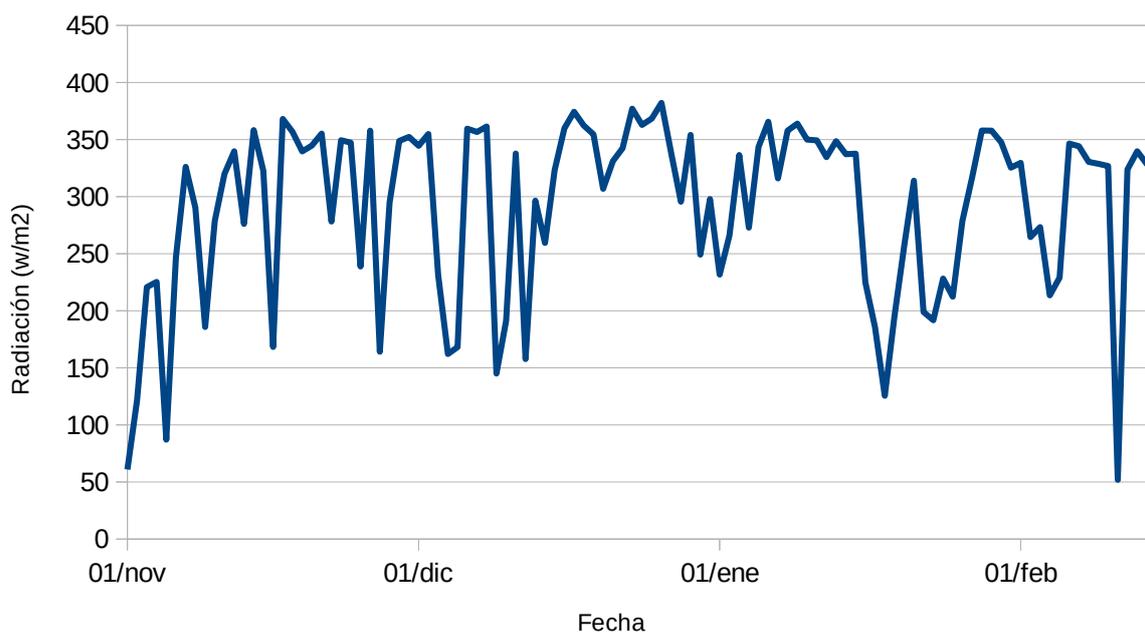


Figura 5. Radiación durante el período 1/11/21 – 15/02/22. Elaboración propia a partir de los datos aportados por Omixom S.R.L.

Diseño experimental

La variedad de tomate utilizada fue Platense, sembrada el 30/08/21 en bandejas multiceldas en invernadero con ventilación lateral, ubicado en el mismo módulo. El trasplante se realizó 50 días después de la siembra sobre canteros de 15 m de largo por 1 m de ancho, previamente preparados con rotocultivador y compostados con compost a razón de 10 kg/m², proveniente de la misma institución a base de cama profunda de cerdos y heno de gramíneas. Antes del trasplante se tomaron muestras compuestas de cada cantero a fin de conocer las características químicas hasta los 40 cm de profundidad (tabla 5). Se destacan los valores más altos del cantero A ya que el armado y compostado del cantero se hizo 2 semanas antes del trasplante.

Tabla 5. Análisis químico realizado a cada cantero donde se trasplantaron los tomates.

Cantero	Profundidad (cm)	Nitratos (ppm)	P bray (ppm)	Materia orgánica (%)	pH	CE 1:2,5 (mS/cm)
A	0-20	232	103	5,12	6,4	0,72
	20-40	73	-	-	-	-
B	0-20	48	88	4,56	6,7	0,43
	20-40	46	-	-	-	-
C	0-20	45	90	4,55	6,6	0,55
	20-40	34	-	-	-	-

El ensayo tuvo una duración de aproximadamente 4 meses durante los cuales fueron evaluados 4 tratamientos dispuestos en bloques completamente aleatorizados (DBCA) con 3 repeticiones:

- *Trichoderma* al suelo (TS): Las plantas recibieron la aplicación de *Trichoderma* al momento del trasplante.
- *Trichoderma* foliar (TF): Las plantas recibieron la aplicación foliar de *Trichoderma* cada 30 días.
- *Trichoderma* al suelo más aplicación foliar (TSF): Las plantas recibieron el *Trichoderma* al suelo en el momento del trasplante y además las aplicaciones foliares.
- Control (C): Las plantas no recibieron ni aplicaciones al suelo ni foliares.

El día del trasplante se utilizó la formulación líquida TC Biol UNC para preparar una solución de *T. atroviride* al 10 % (1 parte de la formulación líquida, 9 partes de agua) y se aplicó a las bandejas en forma de inmersión procurando que los panes de tierra de cada plantín queden completamente embebidos, tarea que duró aproximadamente 30 minutos.

Se realizaron un total de 3 aplicaciones foliares cada 30 días, comenzando el 21/11/21 día que se comenzó también a medir severidad y finalizaron el 21/01/22. La formulación y concentración fueron las mismas que para la aplicación al suelo y se realizaron con mochila pulverizadora de 9 lts de capacidad procurando lograr un mojado homogéneo en haz y envés de las hojas.

De cada repetición se tomaron 5 plantas en las cuales se midieron las siguientes variables:

- Altura: con cinta métrica se midió desde la base de la planta hasta el ápice caulinar. Se comenzó tomando este dato 1 vez por semana por un mes, luego se continuó midiendo cada 2 semanas.
- Diámetro a la base del tallo: con un calibre se midió el diámetro de tallo a un centímetro por encima del suelo, la frecuencia fue la misma que para la altura.
- Área foliar: el área foliar medida corresponde a la hoja inmediatamente inferior a cada racimo de cada planta. Para ello primero se midió el largo y el ancho máximo de esta hoja y luego se obtuvo el valor del área foliar aplicando $AF = 0,34 * (\text{largo} * \text{ancho}) - 9,31$. (Astegiano *et al.*, 2001)
- Días a floración: para esta variable se consideró el período entre el día del trasplante y el de floración, teniendo en cuenta un 50 % o más de flores abiertas en el primer racimo.
- Severidad: se utilizó la escala diagramática elaborada por Brun *et al.* (2017) para medición de *Septoria* sp., donde se midió el % de tejido foliar afectado tanto por *Septoria* sp. como por *Alternaria* spp. (ver Anexo). Para medir severidad, se dividió a cada planta en 3 estratos: bajo, medio y alto. Se realizaron mediciones cada 2 semanas.
- Racimos totales: se contaron los racimos desarrollados por cada planta
- Racimos cuajados: se consideraron cuajados aquellos en que al menos 1 fruto cuajó sin ningún tipo de problema.
- Racimos cosechados: aquellos cuyos frutos maduraron y se cosecharon.
- Porcentaje de cuaje: relación entre racimos cuajados y racimos totales.

- Número de frutos por planta: se contaron el total de frutos por planta.
- Peso de los frutos: se pesó con balanza de mano cada fruto de cada racimo.
- Diámetro ecuatorial de frutos: se midió en cada fruto de cada racimo utilizando un calibre.
- Altura de los frutos: se midió en cada fruto de cada racimo utilizando un calibre.
- Rendimiento por planta: Se determinó por la sumatoria del peso de todos los frutos cosechados por planta.
- Identificación de los patógenos: Se realizó una cámara húmeda cuando comenzaron a aparecer manchas foliares, para ello se tomaron muestras de hojas y se colocaron en bandejas plásticas con papel secante humedecido con agua destilada, cerradas luego con bolsas de plástico. Se dejaron allí durante 4 días a 22-24 °C. Finalizada la cámara húmeda, se observaron las estructuras reproductivas de las enfermedades primero en lupa y luego se procedió a realizar preparados para observar al microscopio.

Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados se utilizó el software Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2011). Se realizó Análisis de la Varianza (ANAVA) con un nivel de significancia de 0,05 para algunas variables mientras que para otras variables se utilizó un 0,10 y se compararon las medias mediante el Test de LSD de Fisher.

Manejo del cultivo

- Riego: por goteo diario, 20-30 minutos al día con un abastecimiento entre 4 y 7 L/día, ajustado a la demanda según época del año y temperaturas.
- Desmalezado: manual con azada, 1 vez cada 15 días.
- Tutorado: vertical con hilos.
- Índice de cosecha: Se tomó como índice de cosecha el estado de “pintón” (10-30 % de cambio de color).
- Plagas, enfermedades y manejo: Al comienzo del ensayo, pocos días luego del trasplante se observaron plantas cortadas. Se cavó siguiendo galerías y se encontró al grillo subterráneo (*Anurogryllus muticus*). Para su control, se utilizó agua con detergente colocada en las galerías. También se observó la aparición de síntomas característicos del TSWV y se decidió comenzar con aplicaciones cada 10 días de Bio Neem (p.a: azadiractina), 4 veces en total, para manejar la población de trips (*Frankliniella occidentalis*). En enero los frutos comenzaron a ser seriamente afectados por poblaciones de un coleóptero de la familia de los *Nitidulidae*, por lo que la cosecha de los frutos muchas veces fue adelantada a poco más de madurez fisiológica, cuando se detectaban cambios en el color.

RESULTADOS

Patógenos identificados

Se identificaron 2 patógenos causantes de enfermedades foliares, *Alternaria spp.* y *Septoria lycopersici* (figuras 6-9). La primera se registró por primera vez 30 días después del trasplante (DDT), mientras que *S. lycopersici* apareció 75 DDT.

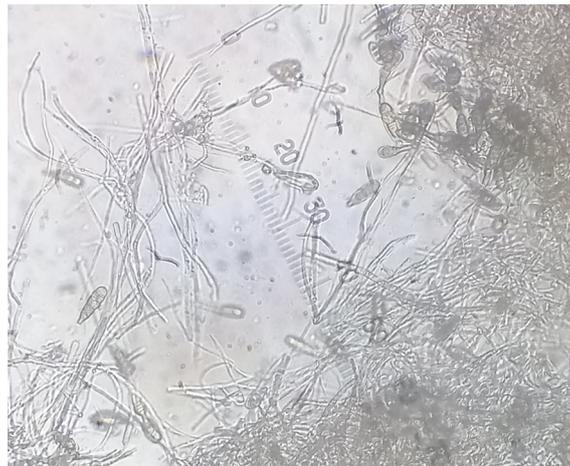


Figura 6 A y B. Conidios septados de *Alternaria spp.* observados en microscopio óptico con aumento 400X.



Figura 7 A y B. A la izquierda se observan las manchas encontradas, producidas por *Alternaria spp.* A la derecha se observan en lupa sus cadenas de conidios.



Figura 8. Manchas circulares características de *Septoria* sp.

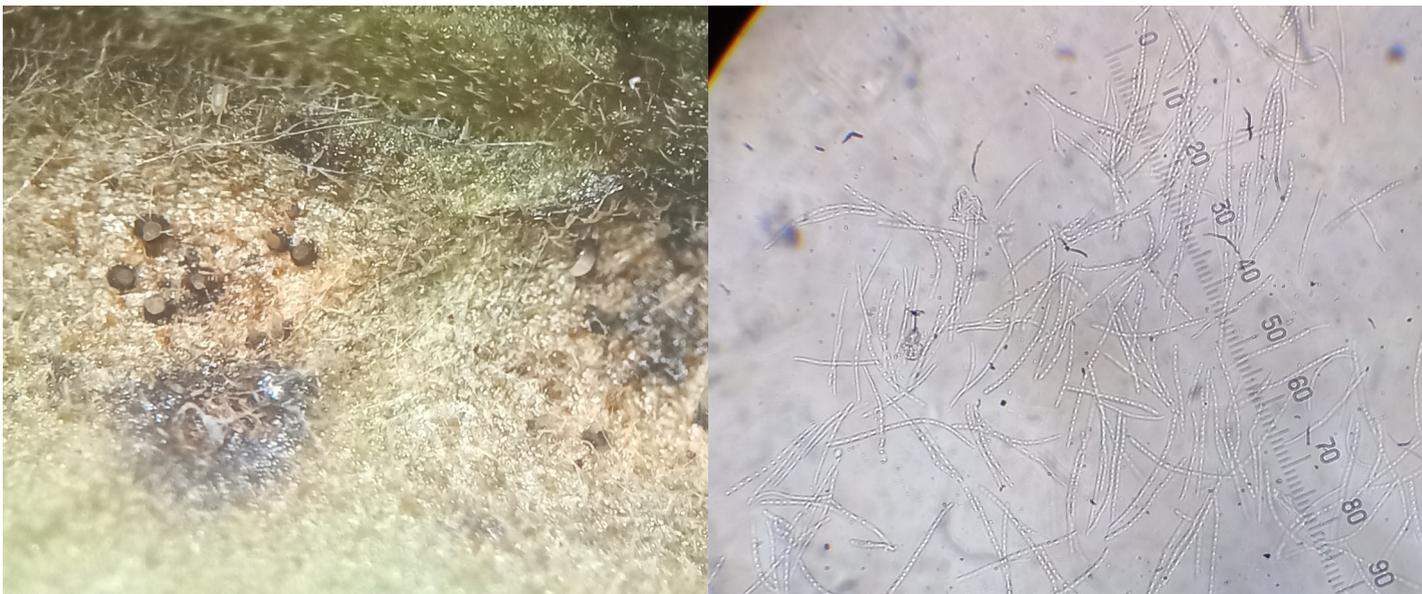


Figura 9 A y B. A la izquierda se observan los cirros de conidios saliendo de los picnidios. A la derecha se observan bajo el microscopio los conidios alargados y septados típicos del género *Septoria*.

VARIABLES DE CRECIMIENTO

Altura y diámetro de la base del tallo

Para facilitar el análisis, se tuvieron en cuenta 2 momentos, desde el día 0 al 49 DDT, en donde sólo se tenían 2 tratamientos (TS y C) y desde la primer aplicación de *Trichoderma* de manera foliar, hasta el final del ensayo con los 4 tratamientos (figura 10).

En ningún momento se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. A pesar de ello se observa una tendencia, en la que a partir del día 49 los tratamientos C y TF fueron superiores en altura a TS y TSF hasta el final del ensayo.

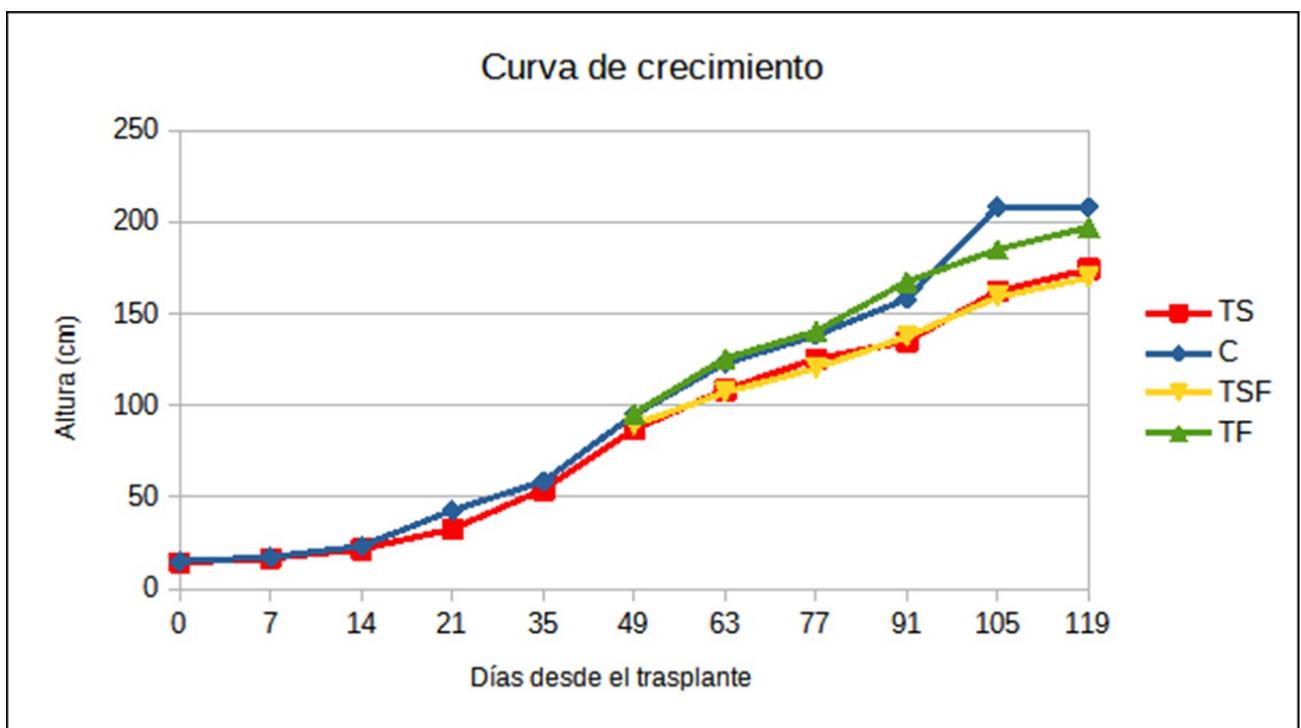


Figura 10. Curvas de crecimiento. TS= *Trichoderma* al suelo; TSF= *Trichoderma* al suelo más aplicación foliar; TF= sólo aplicación foliar; C= control o testigo.

Respecto al diámetro de la base del tallo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los 4 tratamientos.

Área foliar

En el siguiente gráfico se presenta el área foliar promedio de cada hoja por debajo de cada racimo desarrollado. Se observa de manera general que a medida que las plantas van desarrollando nuevos racimos, las hojas por debajo de ellos son cada vez más pequeñas. No se encontraron diferencias significativas entre los cuatro tratamientos. Sin embargo, a partir del racimo número cuatro se observó una diferencia en la pendiente de la curva de área foliar entre los tratamientos C y TF versus TS y TSF, siendo en estos mayor. Además TS presentó un máximo de nueve racimos, mientras que el TSF lo superó en un racimo. Los tratamientos TF y C desarrollaron hasta un máximo de 13 racimos.

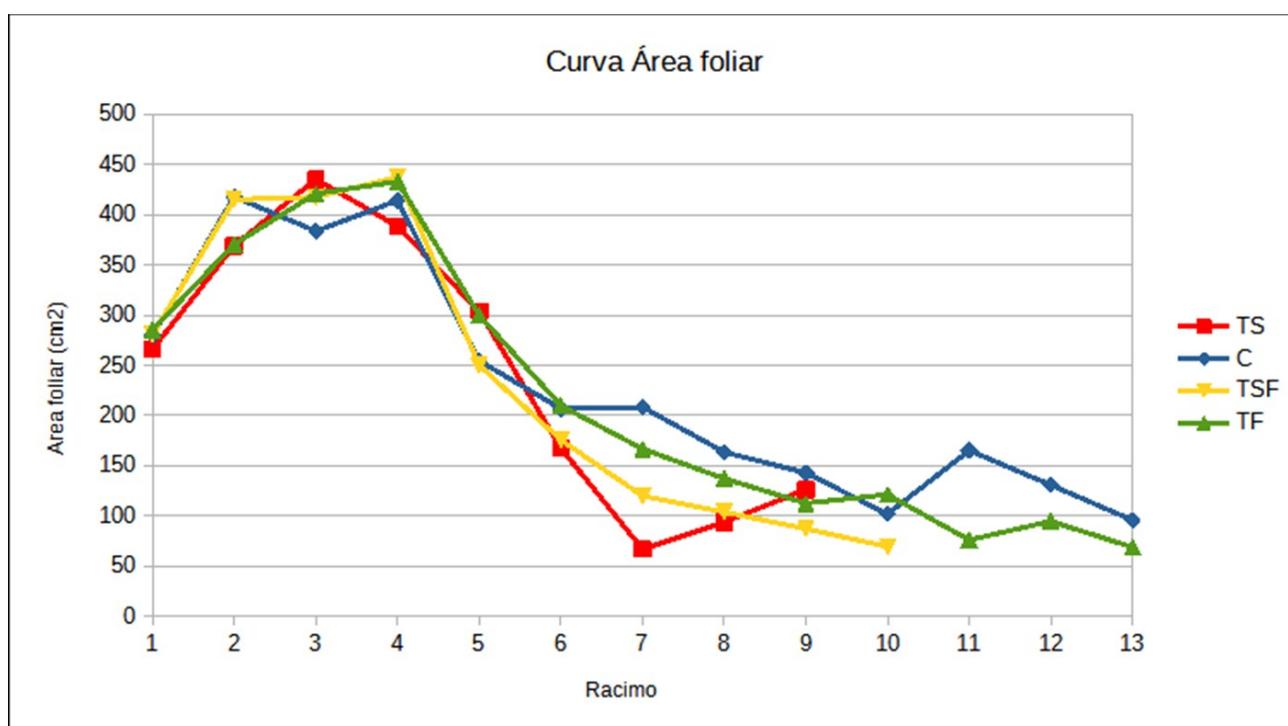


Figura 11. Curva de área foliar. TS= *Trichoderma* al suelo; TSF= *Trichoderma* al suelo más aplicación foliar; TF= sólo aplicación foliar; C= control o testigo.

Severidad de enfermedades foliares

Estrato bajo del cultivo

Las diferencias en el avance de *Alternaria* spp. se observaron a los 14 días de la primer aplicación foliar y de la aparición de la enfermedad, las cuales se mantuvieron hasta los 56 días. No se observaron diferencias entre el TS y C. En cuanto a TS, siempre estuvo por encima de C y ambos alcanzaron a los 56 días el máximo de severidad de la escala diagramática utilizada (figura 12).

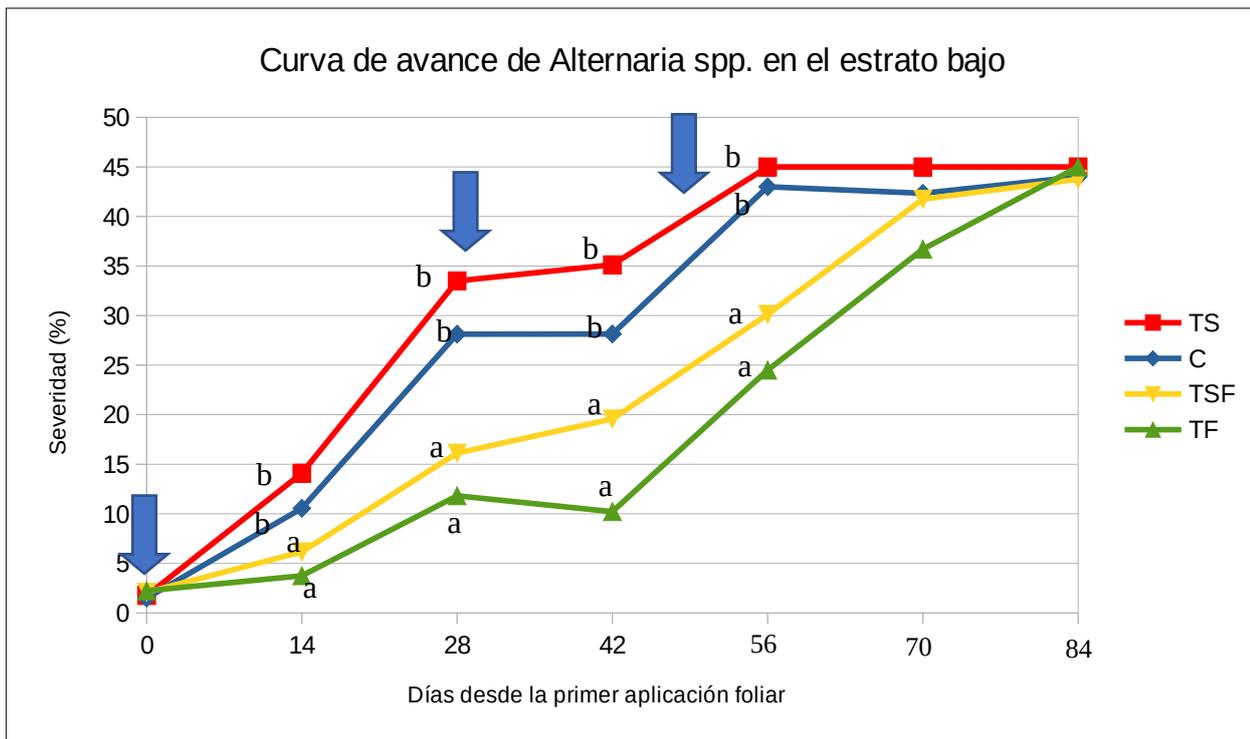


Figura 12. Avance de *Alternaria* spp. en el estrato bajo de las plantas. Para una misma fecha letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Las flechas indican aplicaciones foliares. TS= *Trichoderma* al suelo; TSF= *Trichoderma* al suelo más aplicación foliar; TF= sólo aplicación foliar; C= control o testigo.

Respecto a la aparición de *S. lycopersici* se pudieron realizar las mediciones solo durante las primeras dos semanas desde su aparición, ya que luego el avance de las enfermedades fue tal que generó la pérdida del estrato bajo. Aunque no se observaron diferencias significativas, la severidad de *S. lycopersici* en C fue superior a TF y TSF. En cuanto a TS, no se pudo medir severidad debido a que el estrato bajo se encontró completamente defoliado.

Dos semanas después de la aparición de *Septoria* sp. se comenzó a tomar valores de defoliación (figura 13) sin poder diferenciar entre los dos patógenos debido a la necrosis de las hojas. A partir de este momento, TS presentó 50 % de defoliación mientras que TF y TSF presentaron valores cercanos al 10% y C presentó valores intermedios (25 %). A los 70 días la defoliación en C y TS fue similar mientras que TF y TSF mantuvieron mayores porcentajes de área foliar fotosintéticamente activa.

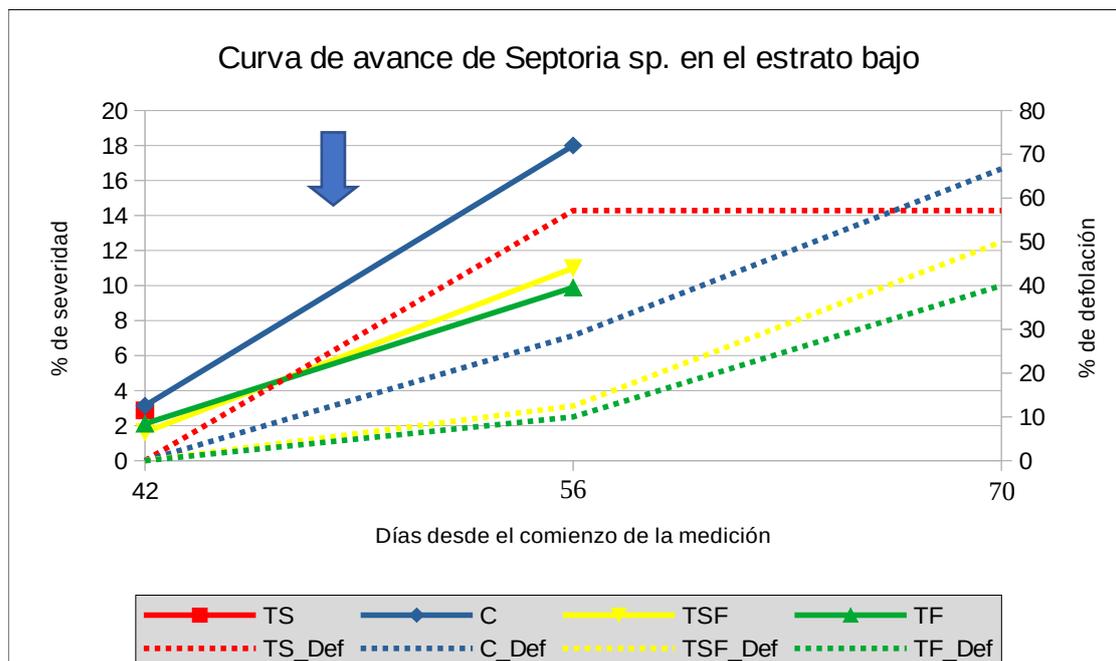


Figura 13. Avance de *S. lycopersici*. en el estrato bajo de las plantas y porcentaje de plantas cuyo estrato bajo fue perdido. La flecha indica aplicaciones foliares. Líneas continuas indican la severidad mientras que las punteadas indican el % de defoliación. TS= *Trichoderma* al suelo; TSF= *Trichoderma* al suelo más aplicación foliar; TF= sólo aplicación foliar; C= control o testigo.

Estrato medio y alto de las plantas

En el estrato medio *Alternaria spp.* no logró superar el 5 % de severidad. Sin embargo, se encontraron diferencias significativas a los 14 días desde la primer aplicación foliar ($p < 0,05$), a los 28 ($p < 0,1$) y a los 42 ($p < 0,1$) repitiendo el mismo patrón que en el estrato bajo. Es a partir de esta última fecha en donde comenzó a aparecer *Septoria sp.* y avanzó enmascarando a *Alternaria spp.* presentando la misma tendencia protectora en el TF y TSF (figura 14). Respecto al estrato alto, sólo se observó *Septoria sp.* con las mismas consideraciones que en el estrato medio, pero con mayor severidad en el TS a los 70 días desde la primer medición (figura 15).

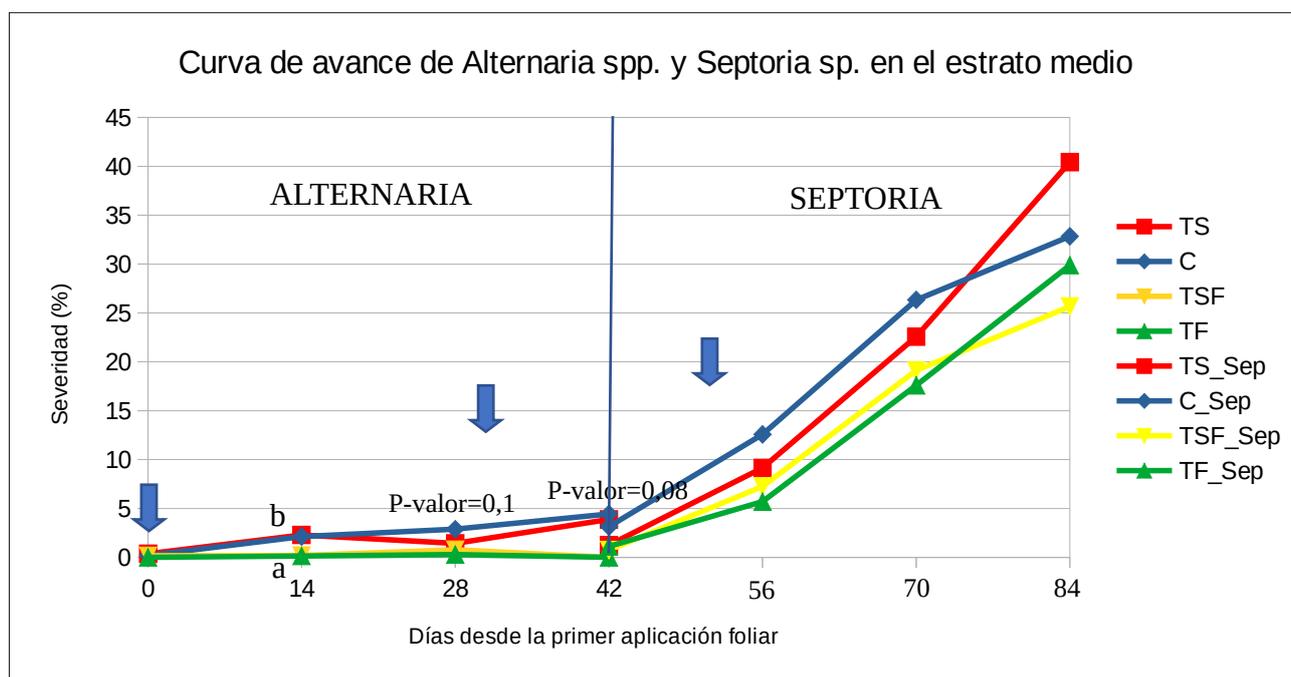


Figura 14. Avance de *Alternaria* spp. y *S. lycopersici* en el estrato medio de las plantas. Letras diferentes para una misma fecha indican diferencias estadísticamente significativas; en aquellas con el p-valor el nivel de confianza fue del 90 %. Las flechas indican aplicaciones foliares. TS= *Trichoderma* al suelo; TSF= *Trichoderma* al suelo más aplicación foliar; TF= sólo aplicación foliar; C= control o testigo.

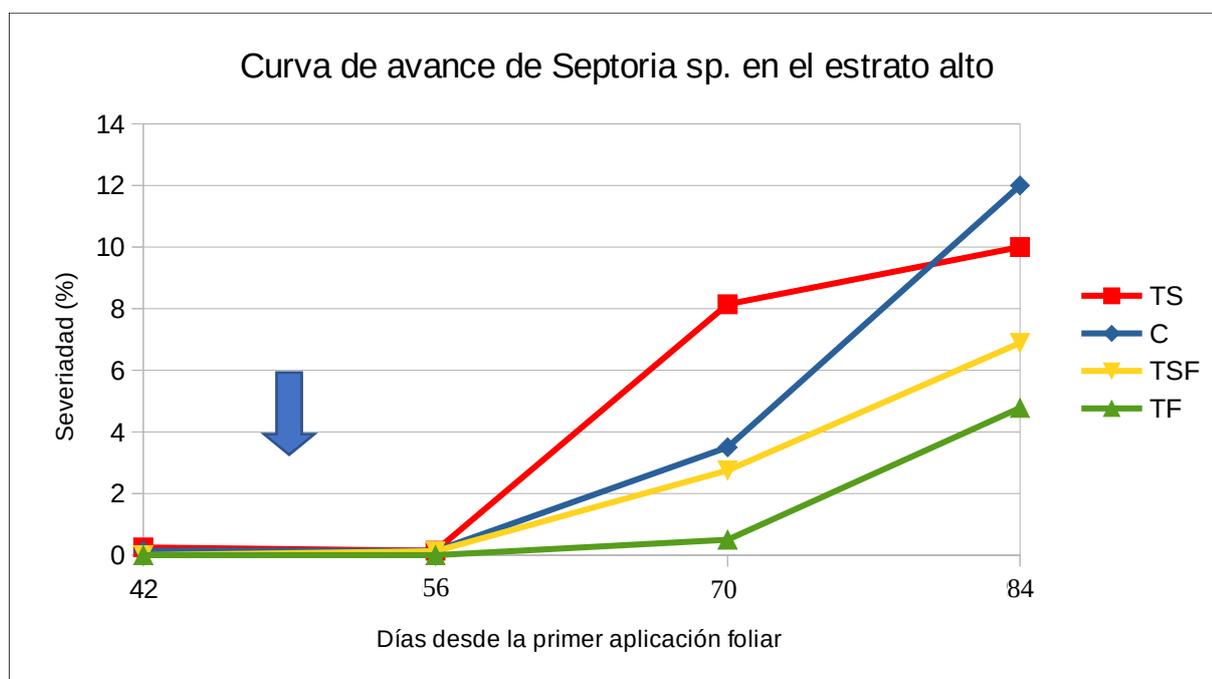


Figura 15. Avance de *S. lycopersici* en el estrato alto. La flecha indica aplicación foliar. TS= *Trichoderma* al suelo; TSF= *Trichoderma* al suelo más aplicación foliar; TF= sólo aplicación foliar; C= control o testigo.

Variables reproductivas y de rendimiento

Floración

Se encontraron diferencias significativas (p -valor $< 0,1$) en los días a floración entre las plantas con *Trichoderma* sp. al suelo y las que no tuvieron aplicación al suelo. En promedio, las primeras, florecieron cuatro días antes que las control (figura 16).

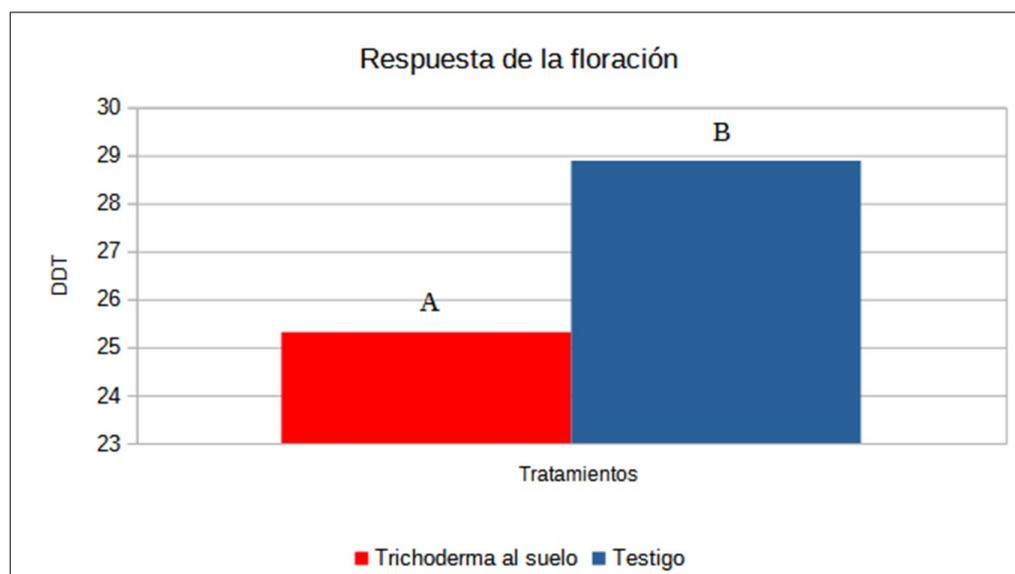


Figura 16. Días después del trasplante que demoraron las plantas en florecer.

Racimos

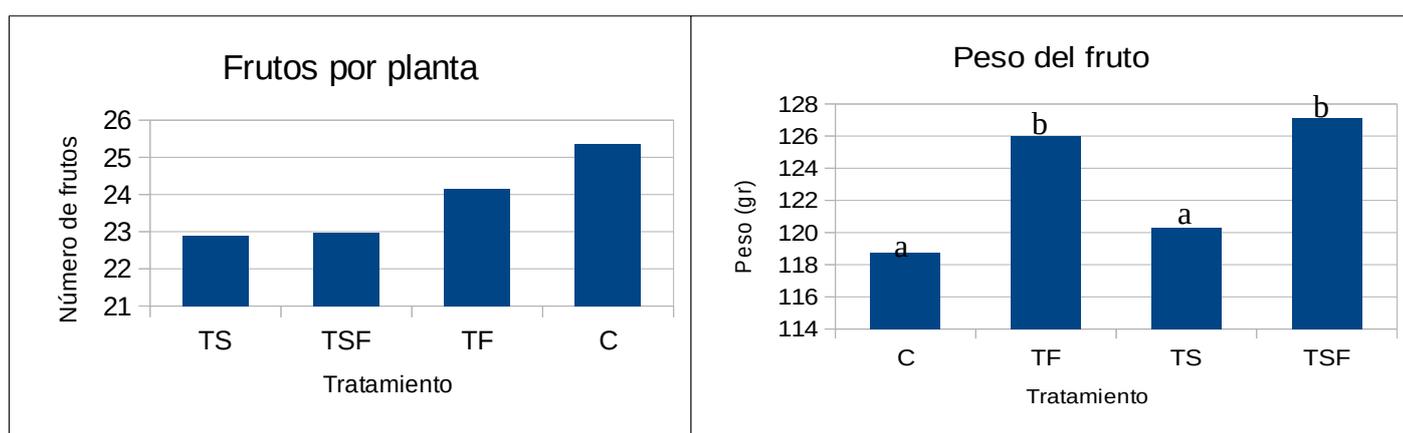
Las plantas en promedio desarrollaron más de siete racimos, siendo el tratamiento con más racimos el C con 9,8 mientras que el TS con 7,8 racimos fue el más bajo, no habiendo diferencias significativas. Sin embargo, como se observa en la tabla 6, el porcentaje de racimos que cuajaron frutos fue mayor en este, TF y TSF y menor en el C habiendo diferencias significativas en esta variable ($p < 0,05$).

Tabla 6. Racimos totales, cuajados, cosechados y el porcentaje de cuaje por tratamiento. Letras diferentes en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas para esa variable con un nivel de significación del 5 %. TS= *Trichoderma* al suelo; TSF= *Trichoderma* al suelo más aplicación foliar; TF= sólo aplicación foliar; C= control o testigo.

Tratamientos	Racimos			% Cuaje
	Totales	Cuajados	Cosechados	
TS	7,82 a	7 a	5,46 a	90,6 a
C	9,88 a	7,88 a	5,63 a	79,3 b
TF	8,85 a	8,08 a	5,92 a	90,5 a
TSF	8,71 a	7,71 a	6 a	89,1 a

Frutos por planta, peso, diámetro y altura de los frutos

Los tratamientos con *Trichoderma* sp. al suelo presentaron la menor cantidad de frutos por planta, con aproximadamente 23 frutos; el C, en promedio, superó los 25 mientras que TF logró 24 frutos por planta (figura 17). No se encontraron diferencias significativas en esta variable ni en la altura de los frutos. En cambio, sí hubo diferencias en el peso de los frutos (figura 18) y en el diámetro (figura 19) de los mismos ($p < 0,05$) siendo los más pesados y anchos aquellos tratamientos que recibieron las aplicaciones foliares superando al control en aproximadamente 9 gr/fruto.



Figuras 17 y 18. A la izquierda, frutos por planta; a la derecha, peso de los frutos. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p < 0,05$). TS= *Trichoderma* al suelo; TSF= *Trichoderma* al suelo más aplicación foliar; TF= sólo aplicación foliar; C= control o testigo.

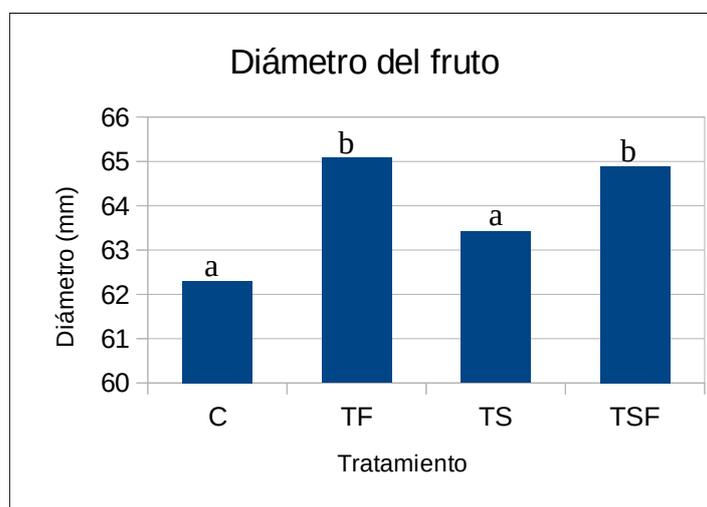


Figura 19. Diámetro de los frutos de cada tratamiento. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p < 0,05$). TS= *Trichoderma* al suelo; TSF= *Trichoderma* al suelo más aplicación foliar; TF= sólo aplicación foliar; C= control o testigo.

Rendimiento

Respecto al rendimiento total por planta, no hubo diferencias significativas entre tratamientos. En promedio, los tratamientos TF, C y TSF rondaron los 3160 gr/planta aproximadamente, mientras que TS cerca de los 2975 gr/planta (figura 20).

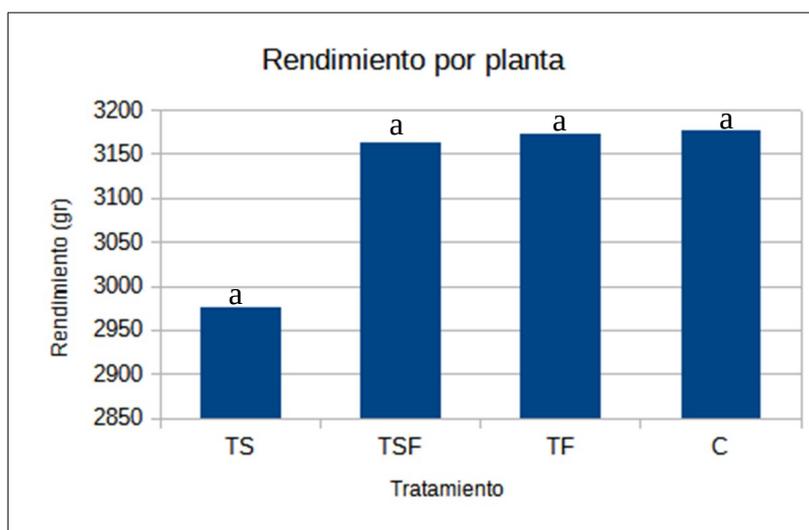


Figura 20. Rendimiento por planta. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p < 0,05$). TS= *Trichoderma* al suelo; TSF= *Trichoderma* al suelo más aplicación foliar; TF= sólo aplicación foliar; C= control o testigo.

De la suma de los gramos de frutos por racimo y por tratamiento se trazaron curvas de rendimiento acumulado (figura 21). En este sentido, se encontró una separación de los tratamientos TS-TSF y de TF-C, entre el racimo dos y cinco. Aquellos tratamientos con inoculación al suelo parecen entregar un mayor porcentaje de los gramos totales en los primeros racimos, habiendo acumulado hasta el racimo cinco el 90 % del rendimiento contra un 82 % del C y TF.

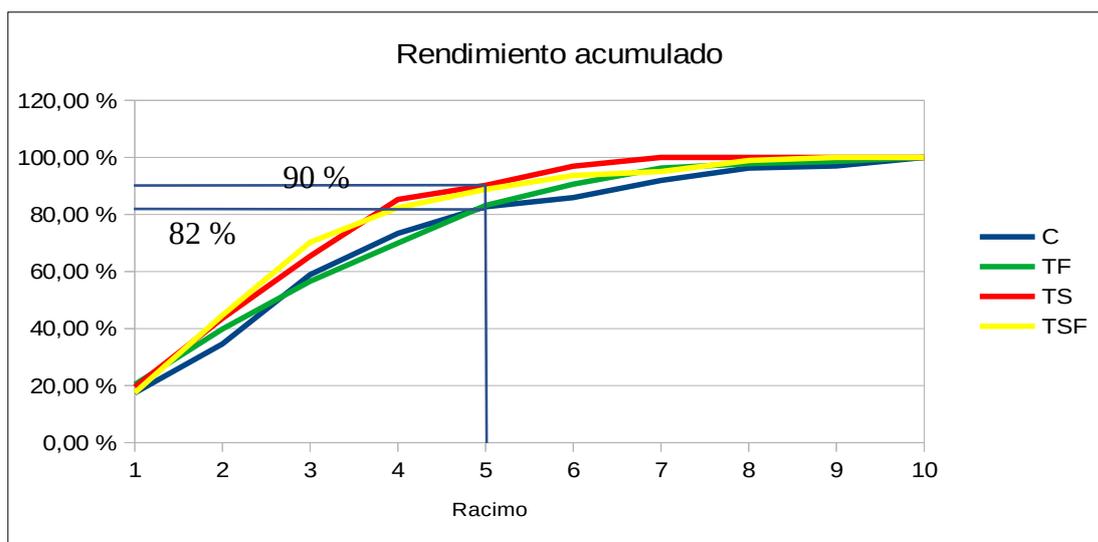


Figura 21. Curvas de rendimiento acumulado. TS= *Trichoderma* al suelo; TSF= *Trichoderma* al suelo más aplicación foliar; TF= sólo aplicación foliar; C= control o testigo.

DISCUSIÓN

Numerosos estudios han valorado el papel de distintas especies y cepas de *Trichoderma* como promotor de crecimiento en diversos cultivos, incluido el tomate (Harman *et al.*, 2000, 2004; Vina-
le *et al.*, 2013; Camargo-Cepeda *et al.*, 2014; Contreras-Cornejo *et al.*, 2018; López *et al.*, 2019; Vargas-Inciarte *et al.*, 2019) siendo esto en parte explicado por incrementos en la solubilización, toma y eficiencia de uso de nutrientes (Altomare *et al.*, 1999; Harman *et al.*, 2000 y 2001; Harman y Donzelli, 2001), control de microflora deletérea en el suelo (Burr *et al.*, 1978), aumentos en la eficiencia fotosintética e incluso reducir agentes oxidantes producto de estrés en la planta (Shukla *et al.*, 2012) . Sin embargo en el presente estudio, las plantas que recibieron *Trichoderma* sp. en el suelo fueron, aunque no estadísticamente significativa, más pequeñas. Como se observa en la figura 10 a partir del día 49 desde el trasplante se evidencia una bifurcación en la altura de dos grupos: por un lado C y TF y por el otro, y de menor altura, el TS y TSF. Con el área foliar sucede algo similar ya que al no haber crecimiento o este ser menor, el desarrollo en altura y por lo tanto de racimos está condicionado. A partir del racimo 6 esta disminuye en los tratamientos con el hongo al suelo e incluso se observa un corte abrupto en los racimos 9 y 10 debido a que las plantas habían dejado de crecer (figura 11). En cambio, C y TF continuaron desarrollando racimos y con hojas por debajo con área foliar mayores que los demás tratamientos.

Existen precedentes sobre inconsistencias en la promoción de crecimiento (Harman, 2004; Ousley *et al.*, 1994; Dissevelt y Ravensberg, 2002). Harman (2004), por ejemplo, observó incrementos pero también disminuciones en el largo de hoja de plántulas de algunas líneas de maíz al utilizar la cepa de *T. harzianum* T22. Posteriormente demuestra que la respuesta de maíz a *Trichoderma* está condicionada por genes dominantes (Harman *et al.*, 2006). Tucci *et al.* (2011) al evaluar el efecto promotor de crecimiento de *T. atroviride* cepa P1 y *T. harzianum* T22 en 5 líneas de tomate, encontraron que T22 se diferenció estadísticamente de P1 en cuanto a la promoción de crecimiento de altura de tallo. Además, observaron respuestas diferentes entre genotipos y encontraron que no solo P1 nunca superó a T22 sino también que incluso inhibió el crecimiento de algunas líneas. Adicionalmente, con la misma cepa de *Trichoderma* evaluada en este trabajo, Ganón (2019, datos no publicados) encontró incrementos sobre la altura de planta, en tomate perita var. Star. Estos resultados indican que la promoción del crecimiento por parte de *Trichoderma spp.* podría depender tanto de la cepa y especie del hongo benéfico como del genotipo de la planta inoculada.

En lo que respecta a la severidad de enfermedades foliares en tomate, los patógenos encontrados coinciden con observaciones previas en la zona (Stantero, com. personal, septiembre del 2021). Al igual que lo se encuentra en la bibliografía (FAO, 2013), ambos comenzaron a aparecer desde las hojas basales, sin embargo *Alternaria spp.* apareció mucho antes, 2 meses más temprano que *S. lycopersici*, explicado por las condiciones climáticas durante el ensayo (Figuras 3, 4 y 5). Aunque *Alternaria spp.* aparece antes, progresa muy lento, para luego con aumentos en temperatura acelerar los daños en el mes de diciembre. *S.lycopersici*, en cambio, aparece de manera explosiva cuando las temperaturas comenzaron a caer aproximadamente a partir de la segunda quincena de enero, al mismo tiempo que la humedad relativa comenzó a superar por varios días los 70 % en promedio, en-

contrando a la mañana valores superiores a 90 %, necesarios para generar una película de agua en la superficie de las hojas favoreciendo la penetración y diseminación del hongo patógeno.

Al evaluar el avance de cada patógeno sobre el tejido foliar, hubo una marcada diferencia en el estrato bajo con *Alternaria spp.* entre los tratamientos que recibieron aplicaciones foliares de *Trichoderma* versus aquellos que no (figura 12). Es de destacar que aunque la severidad en TS no se diferenció del control, siempre estuvo por encima de él, lo cual contradice a numerosos estudios. Hace ya más de 2 décadas, se publicó lo que parece ser la primer evidencia clara del efecto inductor de resistencia (ISR en inglés) al aplicar una cepa de *T. harzianum* al sustrato de plantas de frijoles, disminuyendo de manera importante el área afectada por patógenos foliares (Bigirimana *et al.*, 1997). Desde entonces y hasta la actualidad son varios los estudios que demuestran este hecho utilizando diversas especies y cepas de *Trichoderma* sobre numerosos cultivos y contra múltiples patógenos, incluyendo hongos, virus y bacterias (De Meyer *et al.*, 1998; Howell *et al.*, 2000; Yedidia *et al.*, 2003; Lo *et al.*, 2000). Seaman (2003) en tomate, al evaluar *T. harzianum* aplicado al suelo en condiciones de infección natural de *Alternaria solani*, encontró una disminución significativa de la severidad respecto al control mientras que las aplicaciones foliares no tuvieron efecto. En contraste, en el presente trabajo, *Trichoderma* inoculada en plantín (TS) no disminuyó la severidad de enfermedades con respecto al testigo e incluso tiende a presentar daños mayores, siendo más ilustrativo la figura 13, en donde a las 2 semanas desde la aparición de *S. lycopersici* presentó altos niveles de defoliación en el estrato bajo. Al respecto, son pocos los trabajos que mencionan este hecho. Gutiérrez-Moreno *et al.* (2021) evaluaron 4 especies diferentes de *Trichoderma* y 4 líneas distintas de frijoles y encontraron que *T. atroviride* P1 en una de ellas tuvo un efecto importante reduciendo la severidad de antracnosis, mientras que en otra línea la empeoró. De forma similar, Korolev (2008) observó al tratar diferentes líneas de *Arabidopsis thaliana* con *T. harzianum* T 39, que solo una fue capaz de generar ISR mientras que las demás sufrieron mayores daños que las plantas no tratadas. Tucci *et al.* (2011) encontraron que si bien existe una disminución importante en la severidad de *Botrytis cinerea*, hay diferencias entre genotipos de tomate; además P1 fue menos efectivo que *T. harzianum* e incluso en una línea de tomate incrementó los daños foliares en comparación al testigo. Al analizar la respuesta transcripcional, encontraron en las plantas tratadas que luego de la infección con *B. cinerea* las respuestas de los genes relacionados al estímulo del ácido jasmónico fueron más fuertes con *T. harzianum* pero más variables con *T. atroviride*. Parece entonces, que no solo la promoción de crecimiento sino también la ISR dependen de la interacción genotipo del *Trichoderma*-genotipo de la planta. Más aun, existen reportes de *T. hamatum* cepa 382 que fue capaz de inducir ISR sin afectar el crecimiento de los cultivos evaluados (Khan *et al.*, 2004; Gutierrez-Moreno *et al.*, 2021). Es decir, puede haber múltiples combinaciones resultantes de la interacción *Trichoderma*-planta, ya que en este trabajo no se observó ni ISR ni promoción de crecimiento.

La ISR quizás más común de encontrar en la literatura es aquella producto de la colonización radicular por parte de *Trichoderma spp.* aunque también se ha comprobado que puede ser localizada (Howell *et al.*, 2000), y ello podría explicar los mejores resultados obtenidos con las aplicaciones foliares en los tratamientos TF y TSF. En vides, Perazzolli *et al.* (2008) observaron resistencia a mildiu en hojas de la planta no tratadas al aplicar *T. harzianum* T-39 en otras hojas de la misma planta, similar a lo observado por Elad *et al.* (1998) en plantas de zapallo. Si se suma a ello el mico-

parasitismo, antibiosis y competencia por recursos se tiene que los mecanismos involucrados son los mismos que cuando se aplica el hongo al suelo, sin embargo puede variar según la relación tripartita antagonista-planta-patógeno (Elad *et al.*, 1999) por lo cual alguno de estos mecanismos o combinaciones de ellos pueden ser causantes de los mejores resultados observados en el estrato bajo y medio con *Alternaria spp.* y en el estrato medio y alto con *S. lycopersici* (figuras 12, 14 y 15). Si bien para este último patógeno no fueron significativas las diferencias en daños foliares frente al testigo, sí se observa una clara tendencia protectora al aplicar el hongo de manera foliar.

A pesar de verse afectada la altura y área foliar negativamente, la aplicación al suelo del *Trichoderma* tuvo un efecto reductor en los días a floración, lo cual podría relacionarse a cosechas anticipadas. De hecho, ya se ha visto este efecto en algunas especies hortícolas incluyendo el tomate (Kleifeld y Chet, 2001; Jogaiah *et al.*, 2013) aunque esta aceleración de la floración ocurría junto a un crecimiento vigoroso, a diferencia de lo encontrado en este trabajo. Son varios los mecanismos con los que cuentan las plantas para acortar la etapa vegetativa y acelerar la floración (Son *et al.*, 2013). Das (2012) citado por Hossain (2017) encontró que mayores niveles de K^+ aumentaban el transporte de giberelinas y estas a su vez están involucradas en la formación de yemas florales y floración temprana (Zhang *et al.*, 2014). Por lo tanto, aumentos en la toma de nutrientes como K^+ (Yedida *et al.*, 2001; Altomare *et al.*, 1999) puede no solo incrementar el transporte endógeno de giberelinas sino también el de aquellas sintetizadas y aportadas (Benitez *et al.*, 2004) por *Trichoderma*. Otros compuestos, los llamados ácidos orgánicos volátiles podrían estar involucrados, como se ha visto en *Arabidopsis thaliana* utilizando *T. virens* (Hung *et al.*, 2013).

A pesar de la bibliografía existente sobre las inconsistencias vistas en el trabajo, no debe descartarse un posible estrés en las plantas a la hora de la inoculación previo al trasplante si se considera el tiempo de imbibición que tuvieron los plantines. La concentración de hormonas en la solución preparada pudo haberlos afectado durante el tiempo que llevó lograr un buen mojado en el pan de tierra impactando sobre el crecimiento y en la floración anticipada.

En relación a la mejora del cuaje en este trabajo, Oidor (2016) obtuvo un 30 % más de frutos cuajados utilizando *T. harzianum* en relación al testigo, a diferencia de un 12 % visto en este estudio. Ferral (2019) al utilizar aislados de microorganismos de monte, incluido *Trichoderma spp.* obtuvo mejoras del 20 % en cuaje de frutos. Son muchos los factores que pueden haber estado involucrados en la mejora del cuaje por parte de *Trichoderma*, como hormonales, nutricionales, etc., afectando indirectamente la tolerancia a altas temperaturas, como aquellas observadas en el mes de enero por varios días (figura 3) que superaron los 35 °C. Esto generó serios daños en las estructuras reproductivas ocasionando falta de cuajado (Kamel *et al.*, 2010; Bitá *et al.*, 2011) por pérdida de viabilidad del polen (Bitá *et al.*, 2011; Peet *et al.*, 1997). Han sido documentados los efectos positivos de *Trichoderma spp.* sobre el estrés abiótico (Donoso *et al.*, 2008; Bae *et al.*, 2009) y a pesar de las diferencias entre distintos tipos de estreses, las respuestas celulares comparten características en común (AbuQamar *et al.*, 2009; Bae *et al.*, 2009; Chinnusamy *et al.*, 2004; Pastori y Foyer, 2002; Sabehat *et al.*, 1998). Por ello podría haber similares mecanismos inducidos por este género que lleven a una mejora para todos los estreses. Mastouri *et al.* (2010) proponen un mecanismo en común en el cual *Trichoderma spp.* controla el daño causado por los radicales libres de oxígeno (ROS, por sus

siglas en inglés). Los mismos autores encontraron menores niveles de peróxidos de lípidos en plántulas de tomate tratadas con T 22 ante estrés osmótico. Incluso utilizando *T. atroviride* en cultivo de células de soja, se encontraron aumentos de ROS transitorios que estimularon luego los mecanismos para su eliminación resultando en una mayor protección contra el estrés oxidativo. (Mittler, 2002; Navazio *et al.*, 2007). En otros trabajos se hallaron aumentos en los niveles de muchas familias de proteínas protectoras en plántulas de tomate y otras especies tratadas con *Trichoderma*. (Bae *et al.*, 2006; Alfano *et al.*, 2006; Alfano *et al.*, 2007; Shoresh y Harman, 2008).

Por otro lado, ante situaciones de estrés calórico, se induce la síntesis de proteínas de choque térmico (HSP en inglés) involucradas en la generación de termotolerancia en las plantas (Al-Whaibi, 2011); de hecho, su acumulación rápida en órganos sensibles, es crucial para la supervivencia de sus células (Wahid *et al.*, 2007; Al-Whaibi, 2011) lo cual podría asociarse con la viabilidad del polen. Estas proteínas no sólo aparecen ante el citado estrés, sino también ante otros y además bajo la presencia de sustancias como lo son el ácido jasmónico y salicílico (Jafari *et al.*, 2009; Iba, 2002; Zhang *et al.*, 2008). Los mismos son citados también como metabolitos capaces de incrementar el potencial osmótico de las células (Suzuki *et al.*, 2008; Wang *et al.*, 2010; Yang *et al.*, 2006). Incluso se encontró que al aplicar ácido salicílico en plántulas de tomates se vieron incrementados la expresión de ciertos genes asociados a la síntesis de proteínas chaperonas (Snyman y Cronjé, 2008). Adicionalmente citocininas y auxinas pueden desempeñar un papel importante en la termotolerancia. (Kotak *et al.*, 2007; Ding *et al.*, 2010; Hsu *et al.*, 2010). Existen además, evidencias que demuestran que las HSPs incrementan la sobrevivencia al estrés oxidativo (Al-Whaibi, 2011; Frank *et al.*, 2009), lo que sugiere la existencia de una comunicación entre la expresión de éstas con los ROS. Es conocido el hecho de que *Trichoderma* produce varias hormonas, entre ellas el ácido salicílico (Illescas *et al.*, 2021; Guzmán *et al.*, 2019). Como se observa en la tabla 7 la cepa alfap8, utilizada en este trabajo, produjo en medio sólido alrededor de 7850 ng/ml. Teniendo en cuenta lo anterior y sumado a que *Trichoderma* estimula en las plantas la síntesis de ácido jasmónico y salicílico (Shoresh *et al.*, 2005), puede que esté involucrado en los mayores porcentajes de cuaje obtenidos por los tratamientos con *Trichoderma* aplicados de manera foliar y al suelo.

Tabla 7. Producción de hormonas de *Trichoderma atroviride* en medio sólido. Datos proporcionados por el Ing. Agr. Alejandro Pérez, Facultad de ciencias agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.

Cepa	AIA	ABA	SA	JA	GA3
	ng/ml de cultivo				
Alfap8 en sustrato sólido	9,1	159	7850	-	-

Dentro de los efectos positivos de *Trichoderma* spp. en la literatura, se encuentra también incrementos en los rendimientos de varios cultivos (Elad *et al.*, 2006; Bal y Altintas *et al.*, 2013; Akhtan *et al.*, 2015) incluidos el tomate (Uddin *et al.*, 2016) aplicando el mismo al suelo. En contraste, en este trabajo ningún tratamiento se diferenció del control e incluso TS rindió en promedio, aproximadamente 200 gr. menos por planta que el testigo. Mediante aplicaciones foliares también se han

logrado incrementos, por ejemplo en trigo, al suprimir patógenos que comprometen el área fotosintetizante (Perelló *et al.*, 2008).

Al analizar uno de los componentes del rendimiento, se tiene que el número de frutos por planta tampoco se diferenció de manera significativa pero si fue menor, en promedio, en aquellos tratamientos con *Trichoderma* al suelo. Lo anterior puede deberse a que el mismo crecimiento se vio disminuido, limitando el número de racimos desarrollados y por lo tanto el número total de frutos por planta, a diferencia del TF y C cuyas variables de crecimiento fueron mayores. En un trabajo realizado por Uddin *et al.* (2016) en tomate encontraron aumentos en la altura, incrementos de rendimiento y en las dimensiones de los frutos al aplicar *Trichoderma* spp. al suelo. Arguello *et al.* (2018) de la misma manera, pero utilizando la cepa alfap8, obtuvo diferencias importantes en el número de frutos en el cultivo de berenjena, no así en las dimensiones y peso de los frutos. En adición, Ganón (2019, datos no publicados), con la misma cepa, obtuvo resultados similares en el cultivo de tomate con incrementos en altura de las plantas. Respecto al otro componente del rendimiento, el peso de los frutos, el TF y TSF tuvieron los frutos más pesados atribuido a la protección foliar que brindó *Trichoderma* de manera temprana contra *Alternaria* spp. Esto podría deberse a que la reducción de la severidad de este patógeno resultó en una mayor área foliar fotosintéticamente activa y en una mayor cantidad de asimilados disponibles para el llenado de frutos. Esto además explica la causa de frutos más pesados, el diámetro ecuatorial, que resultó ser estadísticamente superior en dichos tratamientos. Sin embargo TF no logra superar en rendimiento por planta al control probablemente por la agresividad que presentó *S. lycopersici* en las últimas semanas de cultivo (figura 14 y 15), donde la humedad relativa fue mayor (figura 4). De acuerdo al comportamiento observado en el avance de *S. lycopersici* en el ciclo el cultivo, aumentar el número de aplicaciones de *Trichoderma* podría haber repercutido en una reducción de dicho patógeno, ya que se dejó de aplicar en el momento de mejores condiciones para el desarrollo de la epifitía. De esta forma, se lograría una mayor protección del cultivo en el último mes de llenado de frutos.

Al observar las curvas de rendimiento acumulado (figura 21), a pesar de no haber logrado mayores rendimientos por planta al final del cultivo, se puede apreciar que los tratamientos con *Trichoderma* al suelo entregaron un 90 % del rendimiento final hasta el racimo 5 contra un 82 % del C y TF, lo cual puede ser fundamentado por el hecho de haber florecido antes en condiciones de elevada radiación y temperatura óptima para el cultivo, en concordancia con lo observado por Arguello *et al.* (2018). Considerando la relación temporal que existe con el desarrollo de los racimos, además de cosechar días antes, para un mismo momento se podría cosechar también una mayor cantidad de kilogramos de tomate. Esto puede ser de gran utilidad para zonas en donde algunos meses, como diciembre-enero en Córdoba, la temperatura compromete la producción.

Como se puede ver, existe una relación *Trichoderma*-planta-patógeno que parece ser muy compleja en donde intervienen múltiples variables. No sólo la especie de *Trichoderma* sino también las distintas cepas de una misma especie pueden tener efectos diferentes dependiendo del genotipo del cultivo en cuestión. Se debe hacer mención que el suelo en el cual fue llevado a cabo el ensayo, como se puede ver en los análisis químicos (tabla 5), contiene alrededor de cinco por ciento de materia orgánica y podría albergar una diversa microbiota que suma complejidad a la relación tripartita

mencionada. Son conocidas las modificaciones realizadas por *Trichoderma* sobre los microorganismos del suelo (Halifu *et al.*, 2019) por lo que quizás en un ambiente de importante fertilidad surjan interacciones a tener en cuenta en estudios posteriores, como así también indagar aún más en la relación cepa de *Trichoderma*-genotipo de cultivo, de manera de contar con una cepa específica para un genotipo específico y obtener el máximo beneficio.

CONCLUSIONES

Los patógenos encontrados fueron *Alternaria spp.* y *Septoria lycopersici*, generando daños la primera, en etapas tempranas de cultivo y la segunda en etapas medias-posteriores.

Trichoderma atroviride aplicado al suelo no generó protección sistémica en plantas de tomate variedad Platense, mientras que aplicado de manera foliar logró disminuir la severidad de *Alternaria spp.* y aunque de manera no significativa, también los daños generados por *S. lycopersici*.

T. atroviride no estimuló el crecimiento vegetativo aunque aplicado al suelo generó una floración anticipada. Ya sea aplicado al suelo o de manera foliar, también mejoró el porcentaje de cuaje.

Aquellas plantas que recibieron aplicaciones foliares lograron frutos de mayor tamaño y peso al contrarrestar el avance de los patógenos foliares; aplicaciones sólo al suelo, en cambio, obtuvieron los menores valores en estas variables.

Las aplicaciones de *Trichoderma sp.* no afectaron el número de frutos ni el rendimiento por planta aunque aquellas que las recibieron al suelo tuvieron un mayor rendimiento acumulado en etapas tempranas de cultivo.

Considerando los efectos positivos vistos en el presente trabajo, puede resultar de interés el uso de esta cepa en esta variedad de tomate si se quisieran lograr cosechas más tempranas para aquellos productores con interés en la venta, escapando de condiciones ambientales desfavorables como altas temperaturas o altas presiones de patógenos. Aplicado de manera foliar mostró efectividad por lo que puede ser una buena alternativa a los productos de síntesis química en este tipo de sistemas aunque junto con la aplicación al suelo no mostró incrementos importantes en los rendimientos por la limitación en el crecimiento. Por ello debe mencionarse que se ha estudiado una relación específica *Trichoderma*- variedad de tomate en un tiempo y espacio particular. Considerando lo complejo de las interacciones existentes, estudios posteriores deberán ser llevados a cabo en distintos ambientes, para corroborar una posible relación entre el genotipo de *Trichoderma atroviride* al-facp8 y genotipo de tomate.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no podría haber sido posible sin la ayuda de:

E.E.A I.N.T.A Marcos Juárez por permitir realizar allí mi trabajo, particularmente al Ing. Agr. M. Sc. Stantero Ignacio, quien me recibió de la mejor manera en el módulo de huerta agroecológica; además, como asesor me brindó ayuda fundamental para el seguimiento del cultivo haciendo de nexo entre la teoría y la práctica, fundamental para la consolidación de mi aprendizaje. A Pierdominici Daniel, quien junto a Ignacio, me ayudó en tareas prácticas. A la licenciada en estadística, Conde María Belén, quien con mucha paciencia, me ayudó en el análisis estadístico de los datos. Al laboratorio de Fitopatología del grupo soja, especialmente a Gadbán Laura, quien me ayudó en el reconocimiento de patógenos.

A la F.C.A-U.N.C, por hacer posible la vinculación y brindar excelentes tutores. A mi tutor, Ing. Agr. Dell Inocenti Fernando, por su interés, predisposición, tiempo, gran paciencia, presencia y dedicación en este trabajo. Al laboratorio de Fitopatología por brindar la formulación TC Biol UNC; particularmente a mi cotutor, Ing. Agr. Pérez Alejandro quien me guió en lo que a enfermedades respecta, además de su gran interés y tiempo dedicados a las correcciones realizadas; al Ing. Agr. Rollhaiser Ignacio, quien me evacuó varias dudas y a la Ing. Agr. Spring Estefanía quien a comienzos del trabajo me ayudó en la identificación de patógenos.

Al estudiante, futuro colega, y compañero, Moore Rodrigo, quien me acompañó gran parte del ensayo en la toma de datos, aplicaciones foliares, raleos, instalación de trampas cromáticas, desmalezados y demás.

BIBLIOGRAFÍA

AbuQamar, S., Luo, H., Laluk, K., Mickelbart, M. V., and Mengiste, T. (2009). Crosstalk between biotic and abiotic stress responses in tomato is mediated by the AIM1 transcription factor. *Plant J.* 58, 347-360.

Alfano, G., Bos, J., Cakir, C., Horst, L., Ivey, M., Madden, L. V., Kamoun, S., and Hoitink, H. (2006). Modulation of gene expression in tomato by *Trichoderma hamatum* 382. (Abstr.) *Phytopathology* 96:S4.

Alfano, G., Ivey, M. L. L., Cakir, C., Bos, J. I. B., Miller, S. A., Madden, L. V., Kamoun, S., and Hoitink, H. A. J. (2007). Systemic modulation of gene expression in tomato by *Trichoderma hamatum* 382. *Phytopathology* 97, 429-437.

Altieri, M.A., (1999). Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Tomado de: <http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Libro-Agroecologia.pdf>

Altomare, C., Norvell, W. A., Björkman, T. & Harman, G. E. (1999). Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22. *Appl. Environ. Microbiol.* 65, 2926–2933.

Al-Whaibi, M. H. Plant heat-shock proteins: A mini review. *Journal of King Saud University*, vol. 23, no. 2, abril de 2011, pp. 139-150, ISSN 1018-3647, DOI 10.1016/j.jksus.2010.06.022.

Arguello E., Muñoz N., Asinari F., Narmona L., Yosviak I., Prado A., Scifo A., Catullo J., Silbert V., (2018). Investigación Acción Participativa (IAP): Uso de *Trichoderma* en berenjena como promotor de crecimiento. Centro de investigación agropecuaria. Camino 60 cuadras km 5.5 Zona Sur- Dpto. Capital Periodo diciembre de 2017 a febrero 2018.

Astegiano, E.D.; Favaro, J.C.; Bouzo, C.A. (2001). Estimación del área foliar en distintos cultivares de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) utilizando medidas foliares lineales. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales* 16, 249-256.

Bae H., Sicher R. C., Kim M. S., Kim S. H., Strem M. D., Melnick R. L., Bailey B. A. (2009). The beneficial endophyte *Trichoderma hamatum* isolate DIS 219b promotes growth and delays the onset of the drought response in *Theobroma cacao*. *J Exp Bot* 60:3279–3295

Bae, H., Sicher, R. C., Kim, S.-H., Kim, M. S., Strem, M. D., and Bailey, B. A. (2006). The response of *Theobroma cacao* to abiotic and biotic stresses and the role of beneficial endophytes. *Plant Biol.* 2006:186.

Baker R., Elad Y., ChetI. (1984). El experimento controlado en el método científico con especial énfasis en el control biológico. *Fitopatología* 74:1019–1021

Benitez, T., Rincon, A.M., Limon, M.C. and Codon, A.C. (2004) Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *Int. Microbiol.* 7, 249–260.

Bigirimana, J. Bigirimana, J., Meyer, G., Poppe, J., Hoefte, M. (1997). Induction of systemic resistance on bean (*Phaseolus vulgaris*) by *Trichoderma harzianum*. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent* 62, 1001–1007.

Bima, P. y Fontán H. (2020). *Sistemas de producción de cultivos intensivos. Tomo II.* Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Córdoba.

Bitá, C. E., Zenoni, S., Vriezen, W. H., Mariani, C., Pezzotti, M. y Gerats, T. (2011) "El estrés por temperatura modula diferencialmente la transcripción en anteras meióticas de plantas de tomate tolerantes y sensibles al calor". *BMC Genomics*, 12(1), 1471-2164 DOI 10.1186/1471-2164-12-384.

Burr, T. J., Schroth, M. N. y Suslow, T. (1978). Increased potato yields by treatment of seedpieces with specific strains of *Pseudomonas fluorescens* and *P. putida*. *Phytopathology* 68, 1377–1383 .

Bustamante, I., Ojeda, W., Sifuentes, E., Unland, H., Weiss, Y. (2005) *Programación Integral del Riego en Maíz en el Norte de Sinaloa México.* Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Paseo Cuahnáhuac, México.

Camargo-Cepeda, D. y Ávila, E. (2014). Efectos del *Trichoderma* sp. sobre el crecimiento y desarrollo de la arveja (*Pisum sativum* L.). *Ciencia y Agricultura.* 11(91) DOI 10.19053/01228420.3492.

Charoenrak, P., y Chamswarnng, C. (2016). Efficacies of wettable pellet and fresh culture of *Trichoderma asperellum* biocontrol products in growth promoting and reducing dirty panicles of rice. *Agriculture and Natural Resources* 50:243-249.

Chinnusamy, V., Jagendorf, A., Zhu, J-K. (2005). Understanding and improving salt tolerance in plants. *Crop Science.* 45: 437-448.

Chinnusamy, V., Schumaker, K., y Zhu, J-K. (2004). Molecular genetic perspectives on cross-talk and specificity in abiotic stress signaling in plants. *J. Exp. Bot.* 55:225-236

Chiriboga P. E., Gómez B. G., Garcés E. K. (2015). *Protocolos para formulación y aplicación del bio-insumo: trichoderma spp. Para el control biológico de enfermedades.* Paraguay. Tomado de <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2647/BVE17038725e.pdf;jsessionid=A02A6EC5AF84FD0E7F99CDBA90EBAAE0?sequence=1>

Contreras-Cornejo, H. A., Macías-Rodríguez L., del-Val, E., Larsen, J. (2018). The root endophytic fungus *Trichoderma atroviride* induces foliar herbivory resistance in maize plants. *Appl. Soil Ecol.*,124, 45-53

Contreras-Cornejo, H. A., Macias-Rodriguez, L., Cortes-Penagos, C. y Lopez-Bucio, J. (2009) *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 149, 1579–1592.

De Aguiar, R. A., da Cunha, M. G., y Junior, M. L. (2014). Management of white mold in processing tomatoes by *Trichoderma* spp. and chemical fungicides applied by drip irrigation. *Biological Control* 74:1-5.

De Meyer, G., Bigirimana, J., Elad, Y. y Hofte, M. (1998). Induced systemic resistance in *Trichoderma harzianum* T39 biocontrol of *Botrytis cinerea*. *Eur. J. Plant Pathol.* 104, 279–286.

Di Rienzo J. A., Casanoves F., Balzarini M. G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C. W. (2015). InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.

Diáñez, M. F., M. Santos, F. Carretero, y F. Marín. (2016). *Trichoderma saturnisporum*, a new biological control agent. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 96(6),1934- 1944.

Ding, W.; Song, L.; Wang, X. y Bi, Y. (2010) Effect of abscisic acid on heat stress tolerance in the calli from two ecotypes of *Phragmites communis*. *Biologia Plantarum*, 54(4), 607-613 DOI 10.1007/s10535-010-0110-3.

Donoso E. P., Bustamante R. O., Carú M., Niemeyer H. M. (2008). Water deficit as a driver of the mutualistic relationship between the fungus *Trichoderma harzianum* and two wheat genotypes. *Appl Environ Microbiol* 74:1412–1417

El Komy, M. H., Saleh, A. A., Eranthodi, A. y Molan, Y. Y. (2015). Caracterización de nuevos aislamientos de *Trichoderma asperellum* para seleccionar agentes de biocontrol efectivos contra el marchitamiento por *Fusarium* del tomate. *The Plant Pathology Journal*, 31 (1), 50.

Elad Y, Kirshner B, Yehuda N, Sztejnberg A. (1998) Management of powdery mildew and gray mold of cucumber by *Trichoderma harzianum* T39 and *Ampelomyces quisqualis* AQ10. *Biocontrol*, 43: 241-51.

Elad Y., David D. R., Levi T., Kapat A., Kirshner B. (1999) En: Lyr H., Russell P. E., Dehne H. W., Sisler H. D (Eds). *Modern fungicides and antifungal compounds II*. Andover, Intercept Limited, 459-67

FAO, (s.f.). Manual de buenas prácticas agrícolas en la cadena de tomate. Tomado de: <http://www.fao.org/3/i1746s/i1746s.pdf>

FAO. (2013). El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana. Tomado de <http://www.fao.org/3/i3359s/i3359s.pdf>

Ferral, C., Fuentes, P., y Calderón, D. (2019). Uso de microorganismos eficientes autóctonos, en el manejo de *Meloidogyne incognita* en el cultivo del tomate. *SciELO*, 8.

Frank, G., Pressman, E., Ophir, R., Althan, L., Shaked, R., Freedman, M., Shen, S. y Firon, N. (2009) Transcriptional profiling of maturing tomato (*Solanum lycopersicum* L.) microspores reveals the involvement of heat shock proteins, ROS scavengers, hormones, and sugars in the heat stress response. *Journal of Experimental Botany*, 60(13), 3891-3908 DOI 10.1093/jxb/erp234.

Ganón J.E., (2019, datos no publicados). Evaluación del efecto de compost y *Trichoderma atroviride* sobre el crecimiento y rendimiento de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) bajo cubierta. Área de consolidación sistemas agrícolas de producción intensivos. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Grageda, O., Díaz, A., Peña, J., y Vera, J. (2012). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Revista Mexicana de ciencias agrícolas*, 1261-1274.

Gutiérrez-Moreno, K., Ruocco, M., Monti, M. M., Vega, O. M., y Heil, M. (2021). Context-Dependent Effects of *Trichoderma* Seed Inoculation on Anthracnose Disease and Seed Yield of Bean (*Phaseolus vulgaris*): Ambient Conditions Override Cultivar-Specific Differences. *Plants (Basel, Switzerland)*, 10 (8), 1739. <https://doi.org/10.3390/plants10081739>

Guzmán-Guzmán, P., Porrás-Troncoso M. D., Monfil-Olmedo, V., Herrera-Estrella, A., (2019). *Trichoderma* Species: Versatile Plant Symbionts. *Phytopathology review*. Tomado de https://www.researchgate.net/profile/Alfredo-Herrera-Estrella/publication/328843545_Trichoderma_Species_Versatile_Plant_Symbionts/links/5c33e6d6a6fdccd6b59aea03/Trichoderma-Species-Versatile-Plant-Symbionts.pdf

Halifu S., Deng X., Song X., Song R. (2019). Effects of Two *Trichoderma* Strains on Plant Growth.

Harman G. E., Petzoldt R., Comis A., Chen J. (2004). Interactions Between *Trichoderma harzianum* Strain T22 and Maize Inbred Line Mo17 and Effects of These Interactions on Diseases Caused by *Pythium ultimum* and *Colletotrichum graminicola*. *Phytopathology*. 94(2):147-53. DOI: 10.1094/PHYTO.2004.94.2.147. PMID: 18943537.

Harman, G. E. (2000) Myths and dogmas of biocontrol. Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T22. *Plant Dis*. 84, 377–393.

Harman, G. E. (2001). Mode of Action and Application Technology. En Tzeng, D. D.-S. y Huang, J. W. (Eds.), *Proceedings of International Symposium on Biological Control of Plant Diseases for the New Century*. (pp. 71–84) (National Chung Hsing Univ., Taichung City, 2001).

Harman, G. E. y Donzelli, B. G. G. (2001). En: Riskseds Vurro, M. et al. (Eds) *Enhancing Biocontrol Agents and Handling*. 114–125.

Harman, G.E. (2006) Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathology*, 96, 190–194.

Hossain, M. M., Sultana, F., Islam, S. (2017). Plant Growth-Promoting Fungi (PGPF): Phytostimulation and Induced Systemic Resistance. In: Singh, D., Singh, H., Prabha, R. (Eds.) *Plant-Microbe Interactions in Agro-Ecological Perspectives*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-6593-4_6

Howell, C. R., Hanson, L. E., Stipanovic, R. D., and Puckhaber, L. S. (2000). Induction of terpenoid synthesis in cotton roots and control of *Rhizoctonia solani* by seed treatment with *Trichoderma virens*. *Phytopathology* 90:248-252.

Hsu, S. F.; Lai, H. C. y Jinn, T. L. (2010). Cytosol-Localized Heat Shock Factor-Binding Protein, AtHSBP, Functions as a Negative Regulator of Heat Shock Response by Translocation to the Nucleus and Is Required for Seed Development in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, 153(2), 773-784, ISSN , 1532-2548, DOI 10.1104/pp.109.151225.

Hung, R., Lee, S. y Bennett, J. W. (2013). *Arabidopsis thaliana* como sistema modelo para probar el efecto de los compuestos orgánicos volátiles de *Trichoderma*. *Ecología fúngica*, 6 (1), 19-26.

Iba, K. (2002) Acclimative response to temperature stress in higher plants. Approaches of Gene Engineering for temperature tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 53(1), 225-245, ISSN 1543-5008, 1545-2123, DOI 10.1146/annurev.arplant.53.100201.160729

Illescas, M., Pedrero-Méndez, A., Pitorini-Bovolini, M., Hermosa, R., Monte, E. (2021). Phytohormone Production Profiles in *Trichoderma* Species and Their Relationship to Wheat Plant Responses to Water Stress. *Pathogens*. 10, 991. <https://doi.org/10.3390/pathogens10080991>

Jafari, A., Paknejad, F. y Al-Ahmadi, M. J. (2009). Evaluation of selection indices for drought tolerance of corn (*Zea mays* L.) hybrids. *International Journal of Plant Production*, 3(4). 33–38, ISSN 1735-6814, 1735-8043

Jamal Uddin, A. F. M., Ahmad, H., Hasan, M. R., Mahbuba, S. y Roni, M. Z. K. (2016) Effects of *Trichoderma* spp. on Growth and Yield characters of BARI Tomato-14. *Int. J. Bus. Soc. Sci. Res.* 4(2), 117-122. Retrieve from <http://www.ijbssr.com/currentissueview/14013137>

Kamel, M. A., Solimán, S. S., Mandour, A. E. y Ahmed, M. S. (2010) "Evaluación genética y marcadores moleculares para tolerancia al calor en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)". *Revista de ciencia estadounidense*, 6(12), 364–374, ISSN 1545-1003.

Khan, J., Ooka, J. J., Miller, S. A., Madden, L. V., y Hoitink, H. A. J. (2004). Systemic resistance induced by *Trichoderma hamatum* 382 in cucumber against *Phytophthora* crown rot and leaf blight. *Plant Dis.* 88:280-286.

Korolev, N., David, D. y Elad, Y. (2008). The role of phytohormones in basal resistance and Trichoderma-induced systemic resistance to Botrytis cinerea in Arabidopsis thaliana. *BioControl*. 53. 667-683. 10.1007/s10526-007-9103-3.

Kotak, S., Larkindale, J., Lee, U., von Koskull, D. P., Vierling, E. y Scharf, K. D. (2007) Complexity of the heat stress response in plants. *Current Opinion in Plant Biology*, 10(3), 310-316, ISSN 1369-5266, DOI 10.1016/j.pbi.2007.04.011.

Krause, M. S., De Ceuster, T. J. J., Tiquia, S. M., Michel, F. C., Jr. Madden, L. V., y Hoitink, H. A. J. (2003). Isolation and characterization of rhizobacteria from compost that suppress the severity of bacterial leaf spot of radish. *Phytopathology* 93:1292-1300.

Leitón, Y. (2020). Evaluación bajo invernadero de fuentes de fertilización orgánica y química en tomate riñón (*Solanum Lycopersicum*) en Pichincha. UCE, 65.

Lesme Brun, A. J., Soilán D., Concepción L., y Grabowski O. C. J. (2017). Extracto de Ka'a He'ë (*Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni) en el control de la Septoriosis y mancha bacteriana del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Investigación Agraria*, 19 (2), 101-111. <https://dx.doi.org/10.18004/investig.agrar.2017.diciembre.101-111>

Lo, C.-T., Liao, T. F. y Deng, T. C. (2000) Induction of systemic resistance of cucumber to cucumber green mosaic virus by the root-colonizing Trichoderma spp. *Phytopathology* 90 (Suppl.), S47.

López M. R. (2011). Detección y cuantificación de Trichoderma harzianum, y evaluación de su actividad biocontrol frente a la Fusariosis vascular del melón mediante la aplicación de herramientas moleculares. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante. España. Tomado de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/22767/1/Tesis_Mondejar.pdf

López Marín, I., Ligia I. (2016). Manual técnico del cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum*). Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. Costa Rica. Tomado de <file:///C:/Users/PC/Downloads/BVE17079148e.pdf>

Martínez, B., Infante D. y Reyes. Y. (2013). Trichoderma spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Revista de Protección Vegetal* 28(1):1-11.

Martins, N., Pessoa, R., Nascimento, R. (2017), Priorização na Resolução de Manifestações Patológicas em Estruturas de Concreto Armado: Método GUT, *Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada*. 2 (3): 139-147. <http://dx.doi.org/10.25286/rep.v2i3.707>

Mastouri, F., Björkman, T., y Harman, G. E. (2010). Seed treatment with Trichoderma harzianum alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. *Phytopathology* 100:1213-1221.

Mittler, R. (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends Plant Sci.* 7:405-410

Naher, L., Yusuf, R. U., Ismail, A. y Hossain, K. (2014). *Trichoderma* spp.: un agente de biocontrol para el manejo sostenible de enfermedades de las plantas. *Pak. J. Bot.* ,46 (4), 1489-1493.

Navazio, L., Baldan, B., Moscatiello, R., Zuppini, A., Woo, S. L., Mariani, P., and Lorito, M. (2007). Calcium-mediated perception and defense responses activated in plant cells by metabolite mixtures secreted by the biocontrol fungus *Trichoderma atroviride*. *BMC Plant Biol.* 7:41-49.

Oidor, J. (2016). Evaluación de *Bacillus* spp. en el antagonismo de fitopatógenos asociados a la secadera de tomate de cáscara *Physalis ixocarpa*. UAQ, 95.

Pastori, G. M., y Foyer, C. H. (2002). Common components, networks, and pathways of cross-tolerance to stress. The central role of “redox” and abscisic acid-mediated controls. *Plant Physiol.* 129:460-468.

Peet, M. M., Willits, D. H. y Gardner, R. (1997) "Respuesta de los procesos de desarrollo de óvulos y post-producción de polen en tomates con esterilidad masculina al estrés crónico subagudo por altas temperaturas". *Revista de Botánica Experimental*, 48(1), 101-111, ISSN 0022-0957, 1460-2431, DOI 10.1093/jxb/48.1.101.

Perazzolli M., Dagostin S., Ferrari A., Elad Y., e Ilaria P. (2008). Induction of systemic resistance against *Plasmopara viticola* in grapevines by *Trichoderma harzianum* T39 and benzothiadiazole. *Biol Control*, 47: 228-34.

Perelló, A., Moreno, M., Mónaco, C., Simón, M. y Cordo, C. (2008). Biological control of *Septoria tritici* blotch on wheat by *Trichoderma* spp. under field conditions in Argentina. *BioControl*. 54. 113-122. 10.1007/s10526-008-9159-8.

Ruosi G. A., Viglianco A. I., Conles M. Y., Salvidia E. A., Rovai L. E., Asurmendi M. J., López D. G., Novo R. J., Cavallo A. R., Cragolini C. I., Nóbile R. A. y Bracamonte E. R. (2020) *Protección vegetal*. (8vaed.). Córdoba, Argentina: Sima editora.

Sabehat, A., Weiss, D., y Lurie, S. (1998). Heat-shock proteins and cross-tolerance in plants. *Physiol. Plant.* 103:437-441.

Sandle, T. (2014). *Trichoderma*. En Batt C. A. y Tortorello M.-L. (Eds.) *Encyclopedia of Food Microbiology* (p. 644-646), London, UK

Seaman, A. (2003). Efficacy of OMRI-approved products for tomato foliar disease control. New York State Integrated Pest Management Program publication 129, 164–167 (New York State Integrated Pest Management Program, New York).

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2020). Dirección Nacional de Agricultura. Subsecretaría de Agricultura. Tomado de: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/produccion-tomate-argentina-diciembre-2020.pdf>

Sharma, V., Salwan, R. y Sharma P.N. (2017). The comparative mechanistic aspects of Trichoderma and probiotics: scope for future research. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 100:84-96.

Shoresh, M., and Harman, G. E. (2008). The molecular basis of shoot responses of maize seedlings to Trichoderma harzianum T22 inoculation of the root: a proteomic approach. *Plant Physiol.* 147:2147-2163.

Shoresh, M., Yedidia, I. y Chet, I. (2005) Involvement of jasmonic acid/ ethylene signaling pathway in the systemic resistance induced in cucumber by Trichoderma asperellum T203. *Phytopathology*, 95, 76–84.

Shukla N., Awasthi R. P., Rawat L., y Kumar J. (2012). Biochemical and physiological responses of rice (*Oryza sativa* L.) as influenced by Trichoderma harzianum under drought stress. *Plant Physiol Biochem* 54:78–88

Sivasithamparam, K. y Ghisalberti, E. L. (1998). En Kubicek, C. P. y Harman, G. E. (Eds.) *Trichoderma and Gliocladium* (p. 139–191) (Taylor and Francis, London)

Snyman, M., y Cronjé M. J. (2008). Modulation of heat shock factors accompanies salicylic acid-mediated potentiation of Hsp70 in tomato seedlings. *J. Exp. Bot.* 59:2125-2132.

Song, Y. H., Ito, S. e Imaizumi, T. (2013). Regulación del tiempo de floración: detección de fotoperíodo y temperatura en hojas. *Tendencias en la ciencia de las plantas*, 18 (10), 575–583. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2013.05.003>

Stantero, I. (2019). Modulo huerta agroecológica E. E. A, I. N. T. A Marcos Juárez. Resultados de la temporada primavera verano 2018-2019. Estación experimental agropecuaria, institución nacional de tecnología agropuecuaria, Marcos Juárez, Córdoba, Argentina. Tomado de <https://inta.gob.ar/documentos/modulo-huerta-agroecologica-eea-inta-marcos-juarez-resultados-de-la-temporada-primavera-verano-2018-2019>

Sudisha J., Mostafa A., Lam-Son P. T. e Ito S.-I. (2013). Characterization of rhizosphere fungi that mediate resistance in tomato against bacterial wilt disease, *Journal of Experimental Botany*, 64(12), 3829–3842, <https://doi.org/10.1093/jxb/ert212>

Suzuki, N., Bajad, S., Shuman, J., Shulaev, V. y Mittler, R. (2008) The Transcriptional Co-activator MBF1c Is a Key Regulator of Thermotolerance in Arabidopsis thaliana. *Journal of Biological Chemistry*, 283(14), 9269-9275, ISSN 0021-9258, 1083-351X, DOI 10.1074/jbc.M709187200.

Torres-De la Cruz, M., Ortiz-García C.F., Bautista-Muñoz C., Ramírez-Pool, J.A., Ávalos-Contreras, N., Cappello-García, S. (2015). Diversidad de Trichoderma en el agroecosistema cacao del estado de Tabasco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86:947-961.

Tucci, M., Ruocco M., Masi L., Palma M., Lorito M., (2011) The beneficial effect of Trichoderma spp. on tomato is modulated by the plant genotype. *Molecular plant pathology* 12(4), 341–354. DOI: 10.1111/J.1364-3703.2010.00674.X

Vargas-Hoyos, H.A, y E. Gilchrist-Ramelli. (2015). Producción de enzimas hidrolíticas y actividad antagónica de Trichoderma asperellum sobre dos cepas de Fusarium aisladas de cultivos de tomate (Solanum lycopersicum). *Revista Mexicana de Micología* 42:9-16.

Vargas-Inciarte, L., Fuenmayor-Arrieta, Y., Luzardo-Méndez, M., Costa-Jardin, M. D., Vera, A., Carmona, D., Homen-Pereira, M., Costa-Jardin, P. D. y San-Blas, E. (2019). Use of different Trichoderma species in cherry type tomatoes (Solanum lycopersicum L.) against Fusarium oxysporum wilt in tropical greenhouses. *Agronomía Costarricense*, 43(1), 85-100. <https://dx.doi.org/10.15517/rac.v43i1.35671>

Verma, M., Brar, S. K., Tyagi, R. D., Surampalli, R. Y. y Valero, J. R. (2007) Antagonistic fungi, Trichoderma spp.: panoply of biological control. *Biochem. Eng. J.* 37, 1–20.

Vinale, F., Nigro, M., Sivasithamparam, K., Flematti, G., Ghisalberti, E., Ruocco, M., Varlese, R., Marra, R., Lanzuise, S., Eid, A., Woo, S. L., Lorito M. (2013) Harzianic acid: a novel siderophore from Trichoderma harzianum FEMS *Microbiol. Letters*.347, 123-129

Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E. L., Marra, R., Barbetti, M. J., Li, H. (2008). A novel role for Trichoderma secondary metabolites in the interactions with plants. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 72:80-86.

Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M. y Foolad, M. R. (2007). Heat tolerance in plants: An overview. *Environmental and Experimental Botany*, 61(3), 199-223, ISSN 0098-8472, DOI 10.1016/j.envexpbot.2007.05.011

Wang, G. P., Li, F., Zhang, J., Zhao, M. R., Hui, Z. y Wang, W. (2010) Overaccumulation of glycine betaine enhances tolerance of the photosynthetic apparatus to drought and heat stress in wheat. *Photosynthetica*, 48(1), 30-41, ISSN 0300-3604, 1573-9058, DOI 10.1007/s11099-010-0006-7.

Yang, X., Wen, X., Gong, H., Lu, Q., Yang, Z., Tang, Y., Liang, Z. y Lu, C. (2006). Genetic engineering of the biosynthesis of glycinebetaine enhances thermotolerance of photosystem II in tobacco plants. *Planta*, 225(3), 719-733, ISSN 0032-0935, 1432-2048, DOI 10.1007/s00425-006-0380-3.

Yedidia, I., Shores, M., Kerem, Z., Benhamou, N., Kapulnik, Y. y Chet, I. (2003). Inducción concomitante de resistencia sistémica a Pseudomonas syringae pv. lachrymans en pepino por

Trichoderma asperellum (T-203) y acumulación de fitoalexinas. *Microbiología aplicada y ambiental*, 69(12), 7343–7353. <https://doi.org/10.1128/AEM.69.12.7343-7353.2003>

Yedidia, I., Srivastva, A. K., Kapulnik, Y. y Chet, I. (2001) Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentrations and increased growth of cucumber plants. *Plant Soil* 235, 235–242.

Zeilinger, S., Gruber, S., Bansal, R. y Mukherjee, P. K. (2016). Secondary metabolism in – chemistry meets genomics. *Fungal Biology Reviews* 30(2):74-90.

Zhang, D., Liu, D., Lv, X., Wang, Y., Xun, Z., Liu, Z., Li, F., y Lu, H. (2014). The cysteine protease CEP1, a key executor involved in tapetal programmed cell death, regulates pollen development in *Arabidopsis*. *Plant Cell* 26, 2939–2961. DOI: 10.1105/tpc.114.127282

Zhang, J. H.; Wang, L. J.; Pan, Q. H.; Wang, Y. Z.; Zhan, J. C. y Huang, W. D. (2008). Accumulation and subcellular localization of heat shock proteins in young grape leaves during cross-adaptation to temperature stresses. *Scientia Horticulturae*, 117(3), 231-240, ISSN 0304-4238, DOI 10.1016/j.scienta.2008.04.012.

Zimand, G., Elad, Y. y Chet, I. (1996). Effect of *Trichoderma harzianum* on *Botrytis cinerea* pathogenicity. *Phytopathology* 86, 1255–1260.

ANEXO

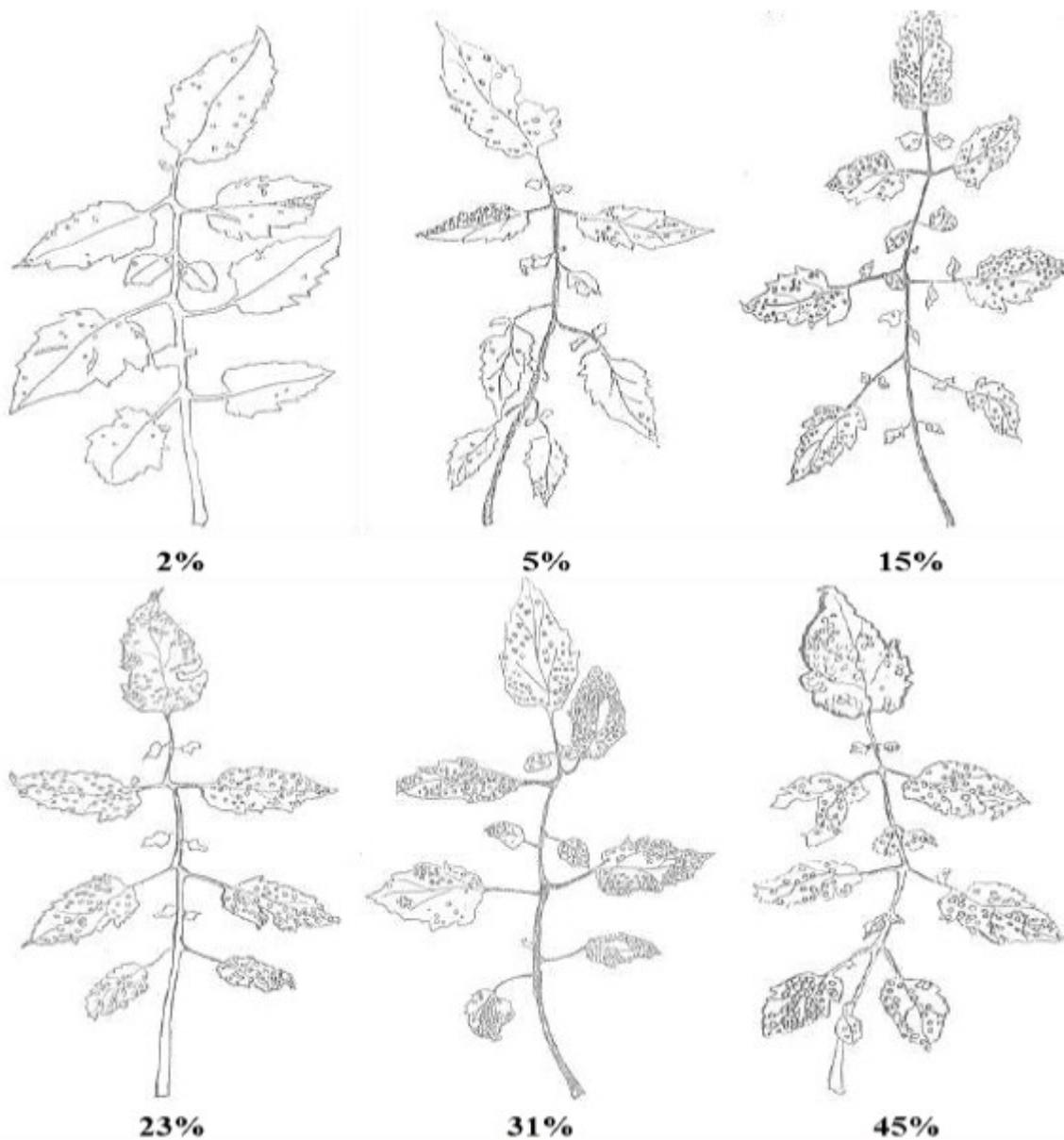


Figura 22. Escala diagramática utilizada en la medición de severidad. Brun *et al.*, (2017)