

Efecto de la proteína harpin y el fosfito de potasio en el control de mildew polvoso (*Frysiphe polygoni D.C.*) en tomate, en Sutamarchán (Boyacá)

Effect of harpin protein and potassium phosphite in control powdery mildew (*Frysiphe polygoni D. C.*) in tomato of Sutamarchán (Boyacá)

Marisol Salamanca Carvajal¹, Álvaro Alvarado Gaona²

Resumen

La proteína harpin y el fosfito de potasio fueron evaluados para el control del mildew polvoso, causado por *Frysiphe polygoni D.C.*, en el híbrido de tomate "Pietro". Se hicieron aplicaciones de proteína harpin días después del trasplante (ddt); los tratamientos fueron los siguientes: T1: 5, 20, 35, 50; T2: 20, 35, 50, 65; T3: 35, 50, 65, 80; en una dosis 0.3 g.L⁻¹; el T4 corresponde al testigo absoluto, al cual no se le aplicó nada; el T5 fue tratado con fosfito de potasio. Las aplicaciones se realizaron a los 45, 60, 70 y 90 ddt, con una concentración 1cm³.L⁻¹. Se empleó un diseño estadístico en bloques al azar, con cinco tratamientos y quince unidades experimentales. A partir de los resultados se concluyó que: en altura de plantas se presentaron diferencias estadísticas a los 60 y 90 ddt. La mayor altura la obtuvo el T3 (164cm), y la menor, el T4 (160cm); la evaluación de producción y calidad no mostró diferencias estadísticas significativas, sin embargo, se puede

Abstract

The Harpin Protein and Potassium Phosphite were evaluated in control of Powdery Mildew "*Frysiphe polygoni D.C.*" on the hybrid of tomato Pietro. In this crop, Harpin Protein applications were made some days after transplanting (DAT); the treatments were the following: T1: 5, 20, 35, 50, T2: 20, 35, 50, 65, T3: 35, 50, 65, 80, in a dose 0.3g.L⁻¹; The T4 corresponds to the absolute control which was not applied anything. The T5 was treated with Potassium Phosphite, Applications were made at 45, 60, 70 and 90 DAT, with a concentration of 1cm³.L⁻¹. It was used a statistical design in random blocks with five treatments and fifteen experimental units. From the results it was concluded that plant height was statistically different at 60 and 90. The highest point was obtained in T3 (164cm) and the lower height of the T4 record (160cm), the production and quality assessment showed no statistically significant differences, however, can highlight the T5 with the highest production (5.9

¹ Ingeniero Agrónomo, Grupo de Investigación GIPSO, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja. E-mail: masaca181@gmail.com.

² I.A.MSc. Profesor Asociado, Grupo de Investigación GIPSO, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja. e-mail: alvaro.alvarado@uptc.edu.coyahoo.es

destacar el T5 con la mayor producción (5.9 kg.planta), y el T4 obtuvo la menor (4.9kg:planta). El valor registrado de mayor incidencia fue el T4 (98.3%), y el menor fue el T5 (94.3%). Por otra parte, la severidad arrojó como mayor dato del T4 (98%), y el menor, el T5 (95%). El trabajo realizado demostró que existe una correlación entre las aplicaciones de la proteína harpin y el fosfito de potasio en las plantas de tomate, pues se logra un mejor estado fisiológico y una mediana resistencia al ataque del hongo del mildew polvoso.

Palabras clave: Proteína harpin, fosfito de potasio, Tomate Pietro.

kg:plant) and T4 had the lowest (4.9kg:planta); The recorded value of the highest incidence was T4 (98.3%) and the lowest was the T5 (94.3%). Moreover, the severity throw as higher data T4 (98%) and the least on T5 (95%).The work showed that exists a correlation between Harpin Protein applications and Potassium Phosphite on tomato plants, thus achieving a better physiological state and a medium resistance to powdery mildew attack.

Keys Words: Harpin Protein, Potassium Phosphite, Tomato Pietro.

Introducción

El tomate de mesa, *Solanum lycopersicum L.*, es la hortaliza más importante en Colombia y en el mundo; constituye el 30% de la producción hortícola mundial, con aproximadamente 4.6 millones de ha. sembradas y 126.246.000 t. de frutos cosechados en el año 2007. Los países de mayor producción en Suramérica son, en su orden, Brasil, Chile, Argentina y Colombia. Durante el período 1990-2007, la producción colombiana de tomate pasó de 390.000 t (en 15.000 ha) a 505.005 t (en 23.400 ha) (Faostat, 2007).

El tomate es una de las hortalizas básicas para la alimentación humana, debido a su contenido de vitaminas, y junto con la cebolla de bulbo presenta el más alto consumo –en Colombia, el segundo lugar–; la elevada demanda del producto para el consumo fresco y como materia prima para la agroindustria le otorga una gran importancia en la economía de muchos agricultores en Colombia y otros países (Figueroa y Giraldo, 1995).

Dentro de las zonas productoras de tomate se destacan las ubicadas en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Antioquia, Valle y los Santanderes (Miranda *et al.*, 2008). A nivel nacional, este cultivo ocupó el 0,6% del área total sembrada en cultivos transitorios, en el año 2006. Por su parte, en Boyacá se sembró, en el mismo año, el 10,4% del área total cultivada en tomate a nivel nacional, con un rendimiento de 45,7 t·ha⁻¹, superado solo por Caldas, cuyo rendimiento fue 47,5 t·ha⁻¹ (Corporación Colombia Internacional, 2006).

El sistema de producción de tomate bajo condiciones protegidas es relativamente nuevo en el país, y ha generado un impacto importante en los últimos años por su incremento en área, productividad, rentabilidad y calidad del producto. El rendimiento promedio obtenido con este sistema es de entre 5 y 6 kg/planta, es decir, el triple del que se obtiene a campo abierto, que está entre 1,5 y 2 kg/planta (Jaramillo *et al.*, 2007, p. 284).

Al cultivo de tomate de mesa en Colombia lo afectan diversas enfermedades fungosas, cuyos agentes se ven favorecidos por las condiciones climáticas, por factores como la temperatura y la humedad relativa, que pueden incrementar la presencia de patógenos en cultivos desarrollados bajo cubierta plástica (De Vis *et al.*, 2001).

Mildeo polvoso

El mildero polvoso (*Frysiphe polygoni D.C.*), o Cenicilla, como es llamado comúnmente, se encuentra en zonas cultivadoras de tomate de mesa, y causa en la superficie de las hojas manchas circulares blancuzcas, constituidas por esporulaciones y estructuras vegetativas del patógeno, distribuidas por el haz y el envés. Estas manchas se amplían progresivamente con el avance de la infección; la superficie de la hoja va adquiriendo coloraciones en tonos pardos; en casos severos se presenta una rápida colonización y muerte de los tejidos con caída de hojas. Este hongo afecta hojas superiores y hojas inferiores, tallos, parte de las flores y frutos inmaduros, y puede impedir el desarrollo de la planta; el impacto de la cenicilla sobre sus hospederos es, principalmente, estético, pero también puede reducir la producción de un 20 a un 40% (Agrios, 2005, p. 567). Según Lee y Escobar (2001), este patógeno se desarrolla más en épocas secas, independientemente de que el cultivo se ubique en clima frío o medio, y representa un problema en el cultivo de tomate bajo cubierta, ya que por su corto ciclo de reproducción su diseminación es más rápida, por lo que resulta importante mantener un monitoreo semanal para controlar focos de infección.

Para controlar el mildero polvoso existen algunas herramientas: la primera es la poda de hojas afectadas, actividad que es muy dispendiosa por tiempo, mano de obra y extensión de los cultivos; la segunda es la aplicación de fungicidas que controlan este fitoparásito, pero su uso puede resultar fitotóxico para las plantas y generar retraso en su crecimiento, convirtiéndose en una limitante para la producción rentable y ecológica del cultivo. Emplear intensivamente (por ejemplo, cada semana) productos fitosanitarios con grupos químicos como benzimidazoles, triazoles e hidantoinas, entre otros, incrementa los costos de producción, disminuyendo la rentabilidad del cultivo, y además contamina el producto final y el medioambiente; las sustancias residuales acumuladas en el fruto, al ser depositadas en el organismo de los consumidores, pueden incidir a largo plazo en la aparición de algunas enfermedades u ocasionar algún malestar en la salud de estos (Aponte y Alfonso, 2008, p.17).

Proteína Harpin

La proteína Harpin actúa como activador fisiológico y bloqueador para el desarrollo de

enfermedades en la planta de tomate (EPA, 2000). Para Eden Bioscience Corporation (2001), Harpin activa los mecanismos de defensa natural en la planta hospedera; no actúa directamente sobre el patógeno, ni altera el ADN de las plantas tratadas. Harpin se degrada rápidamente y ha sido demostrado su efecto no toxicológico en mamíferos y en el ambiente. Esta proteína actúa sobre patógenos del suelo, como ciertos nemátodos y enfermedades fungosas, y además de reducir las infestaciones, genera vigor y rendimiento de muchos cultivos, promueve precocidad, reduce acidificación e incrementa la masa de raíces.

Diversos estudios se han realizado con la proteína Harpin como supresor de enfermedades fungosas. Capdeville *et al.* (2002) aplicaron la proteína Harpin en manzanas cv. "Red Delicious" recién cosechadas contra *Penicillium expansum*; el tratamiento aplicado 96 horas antes de la inoculación mostró los mejores resultados, debido a que el hongo no entró en contacto con el producto aplicado; se concluyó que la proteína Harpin es capaz de inducir resistencia en la fruta.

En otro ensayo se empleó la proteína Harpin como elicitador en el cultivo de limoneros afectados por el nemátodo *Tylenchulus semipenetrans*, en la localidad de Panquehue en Chile (Matamala, 2006). Esto marca una tendencia interesante en cuanto a las propiedades de la proteína Harpin que, como se ha descrito, además de ser un producto para la supresión de una amplia gama de patógenos sería capaz de promover un aumento de los rendimientos. Así lo comprobaron McLean y Lawrence (2002), quienes utilizaron la proteína Harpin en combinación con aldicarb para el manejo de *Rotylenchus reniformis* en algodón, logrando aumentar los rendimientos de la semilla de algodón 227 kg·ha⁻¹, comparado con el tratamiento solamente con aldicarb.

Ión fosfito

El ión fosfito en altas concentraciones incentiva el aumento de los niveles de fitoalexinas y otras sustancias similares responsables de los mecanismos de defensa natural de las plantas, fortaleciéndolas frente a los ataques de los hongos patógenos que causan enfermedades; en otras palabras, los fosfitos no actúan como inhibidores o destructores del patógeno, sino como estimulantes en la producción de defensas naturales contra el ataque; por eso, no es posible la aparición de especies de hongos resistentes (Martínez, 2008).

A partir de ensayos realizados por Rodríguez-Gálvez *et al.* (2005) se ha comprobado que el fosfito de potasio y los derivados de los fosfatos, dentro de los cuales se encuentran K₃PO₄, K₂HPO₄, Na₃PO₄ y Na₂HPO₄, inducen resistencia en plantas contra enfermedades fungosas, como en el pepinillo, contra *Colletotrichum lagenarium* (Gottsein y Kuc, 1989), y, recientemente, en frutos de mango contra *C. gloeosporioides*. En ensayos realizados por Carmona *et al.* (2005), en los cuales se empleó el fosfito de potasio en el cultivo de soya, con el objetivo de evaluar la eficiencia de aplicaciones de fertilizantes foliares en el manejo de enfermedades de fin de ciclo (EFC) de la soja, el valor de severidad registrado por el tratamiento con fosfito de potasio fue un 65% menor que el 73% obtenido por el testigo.

El estudio que aquí se presenta tuvo como objetivo evaluar el efecto de la proteína Harpin y del fosfito de potasio en el control del mildew polvoso (*F. polygoni* D.C.) en el cultivo de tomate bajo cubierta plástica. Con este trabajo se buscó explorar posibles alternativas para controlar este fitoparásito, y así plantear la sustitución total o parcial del uso de fungicidas tradicionales por productos que induzcan resistencia a las plantas, disminuyendo los costos de producción y los daños al medio ambiente. Adicionalmente, se intenta reducir la incidencia y severidad de enfermedades en el cultivo, incrementando la productividad y la calidad del producto final, para lo cual se desea establecer el grado de infección ocasionada por la cenicilla en el cultivo de tomate, comparar el nivel de desarrollo de las plantas, evaluar la producción y la calidad de la cosecha a partir de la aplicación de la proteína Harpin y del fosfito de potasio.

Materiales y Métodos

El trabajo de investigación fue realizado en el municipio de Sutamarchán, departamento de Boyacá, en el invernadero propiedad del señor Óscar Alvarado, productor de tomate de la zona. Sutamarchán es un municipio situado en la zona sur-occidental de la provincia de Ricaurte, a 2100 msnm, coordenadas 5° 35'18" lat. norte y 0° 25'43" long. meridiano de Bogotá; tiene una extensión de 103 km² y temperatura promedio de 19°C. El 77% de la población se dedica a la actividad agropecuaria; los principales productos agrícolas, además del tomate, son curuba, maíz, papa, fríjol, habichuela y pimentón. El cultivo del tomate bajo invernadero es una de las actividades agrícolas de mayor peso en el contexto económico

del municipio de Sutamarchán; genera cerca de 500 empleos directos, de los cuales el 90% son del municipio.

Se empleó un diseño en bloques completamente aleatorizados, con cinco tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. El área total del experimento fue de 360 m²; cada unidad experimental cuenta con un área de 24 m². Se trabajó en 15 unidades experimentales con aproximadamente 90 plantas/ha.

La proteína Harpin y el fosfito de potasio fueron evaluados en el control de *E. polygoni* D.C con el híbrido "Pietro", que es un tomate de mesa de larga vida. En el cultivo de tomate se hicieron aplicaciones a los 5, 20, 35, 50, 65, y 80 ddt, y la concentración de la proteína Harpin fue en una sola dosis de 0.3g.L-1; para el tratamiento con fosfito de potasio las aplicaciones se realizaron a los 45, 60, 70 y 90 ddt, con una concentración de 1 cm³.L-1; con aspersiones foliares. En la Tabla 1 se describen los tratamientos realizados en el trabajo.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos con proteína Harpin y fosfito de potasio

TRATAMIENTO	PRODUCTO	DOSIS/ LITRO	ÉPOCA APLICACIÓN						
			Días después del trasplante (DDT)						
T1	Proteína Harpin	0.3 g	5	20	35	50			
T2	Proteína Harpin	0.3 g		20	35	50	65		
T3	Proteína Harpin	0.3 g			35	50	65	80	
T4	Testigo								
T5	Fosfito de potasio	1.0 cc				45	60	75	90

En este proyecto de investigación se utilizó un diseño metodológico de tipo descriptivo, con un enfoque cuantitativo. Se empleó un muestreo aleatorio simple, con el cual se obtuvo información confiable, ya que permitió tomar datos mediante una observación directa con trabajo de campo. Determinado el sitio del ensayo, se establecieron las parcelas en donde, con estacas, se distinguieron las unidades experimentales. Posteriormente se determinó la población de muestreo; para ello se marcaron al azar 10 plantas en cada unidad experimental, con el propósito de recolectar

datos como altura, incidencia y severidad del hongo del mildew polvoso. En época de cosecha se dispuso de canastillas para depositar los frutos correspondientes a cada uno de los tratamientos; se procedió a clasificarlos por tamaño o calidades, y con dichos datos se realizó el análisis.

Para la comparación de los tratamientos se utilizó un análisis de varianza, se realizó la prueba de promedios de Tukey al 5% y se empleó la prueba de comparación múltiple DMS, y para el análisis estadístico se utilizó el software SAS versión 8.

Resultados y Discusión

Respuesta de la planta de tomate tras el uso de la proteína Harpin y de fosfito de potasio (altura de planta)

Se presentaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) únicamente a los 60 ddt; en este momento y a los 90 ddt, la mayor altura fue obtenida con proteína

Harpin aplicada a los 35, 50, 65 y 80 ddt. Con el fosfito de potasio también se obtuvo una buena respuesta a lo largo del experimento. Por el contrario, con la proteína Harpin aplicada a los 5, 20, 35 y 50 ddt se generó menor altura, excepto a los 60 ddt; en este caso la menor respuesta se debió al testigo absoluto, como se aprecia en la Figura 1.

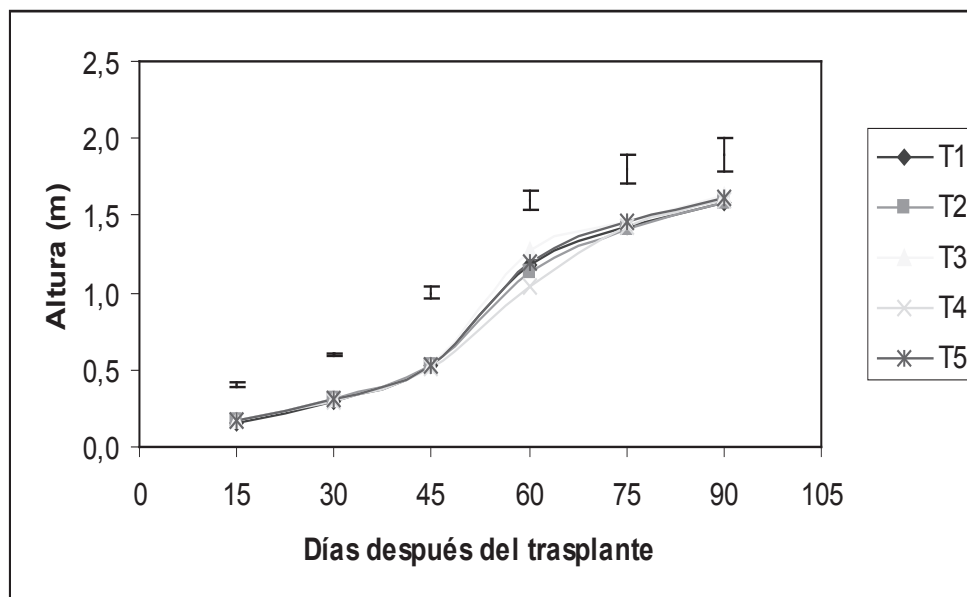


Figura 1. Efecto de la proteína Harpin y del fosfito de potasio sobre la altura de plantas de tomate

T1: Proteína Harpin aplicada a los 5, 20, 35 y 50 ddt; T2: Proteína Harpin aplicada a los 20, 35, 50 y 65 ddt; T3: Proteína Harpin aplicada a los 35, 50, 65 y 80 ddt; T4: Testigo absoluto; T5: Fosfito de potasio aplicado a los 45, 60, 75 y 90 ddt. La barra representa el valor estadístico de diferencia mínima significativa (DMS) para comparar los promedios, de acuerdo con la prueba de Tukey. Si las diferencias entre dos promedios son mayores al DMS, entonces habrá diferencia a un α de 0,05.

Aballay (1998), en un trabajo con la proteína Harpin para el control de nemátodos en cítricos, reporta que no encontró diferencias significativas en una de sus variables: la altura de los tallos. Adicionalmente, McLean y Lawrence (2002), quienes utilizaron la proteína Harpin para el manejo de *Rotylenchus reniformis* en algodón,

obtuvieron diferencias estadísticas en la altura de las plantas; es posible que la proteína Harpin tenga efectos en la altura de los tallos que estarían directamente relacionados con el cultivo en donde se apliquen incluso las dosis utilizadas; sin embargo, esto exigiría una investigación a fondo.

Evaluación de la producción y calidad de los tratamientos

Número de frutos. No se presentaron diferencias estadísticas en ninguna de las calidades comerciales; sin embargo, hubo mayor número de frutos/planta en la calidad extra y total con fosfito de potasio, y en la calidad primera y segunda, con

el uso de proteína Harpin aplicada a los 5, 20, 35 y 50 ddt; mientras que con el testigo absoluto se obtuvo mayor número de tomates en la calidad tercera, y el menor número en la calidad primera. El tratamiento correspondiente a proteína Harpin aplicada a los 20, 35, 50 y 65 ddt generó la menor cantidad de frutos de tomate en la calidad extra, segunda y total, como se muestra en la Figura 2.

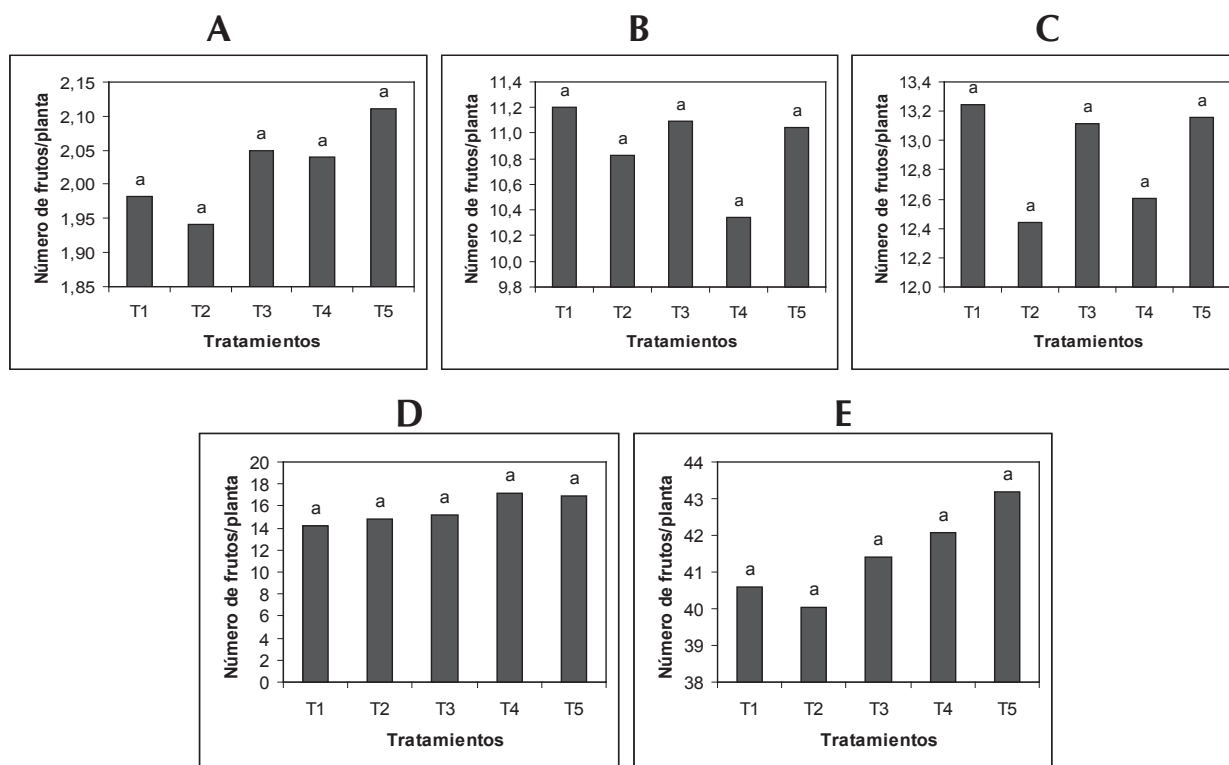


Figura 2. Efecto de la proteína Harpin y del fosfito de potasio en número de frutos/planta A. Extra; B. Primera; C. Segunda; D. Tercera.; D. Total. T1: Proteína Harpin aplicada a los 5, 20, 35 y 50 ddt; T2: Proteína Harpin aplicada a los 20, 35, 50 y 65 ddt; T3: Proteína Harpin aplicada a los 35, 50, 65 y 80 ddt; T4: Testigo absoluto; T5: Fosfito de potasio aplicado a los 45, 60, 75 y 90 ddt. Promedios seguidos de letras distintas presentan diferencias significativas según prueba de Tukey (5%).

Producción. No hubo diferencias estadísticas en ninguna de las calidades comerciales de tomate, como se puede ver en la Figura 3; no obstante, se destaca la aplicación de la proteína Harpin a los 35, 50, 65 y 80 ddt, porque generó la mayor producción de calidad extra y tuvo un buen comportamiento en las demás calidades. Con el

fosfito de potasio hubo respuesta favorable en las calidades tercera y total, mientras que con la proteína Harpin aplicada a los 5, 20, 35 y 50 ddt se obtuvo mayor producción en las calidades primera y segunda. Por su parte, el testigo absoluto generó la menor producción en todas las calidades.

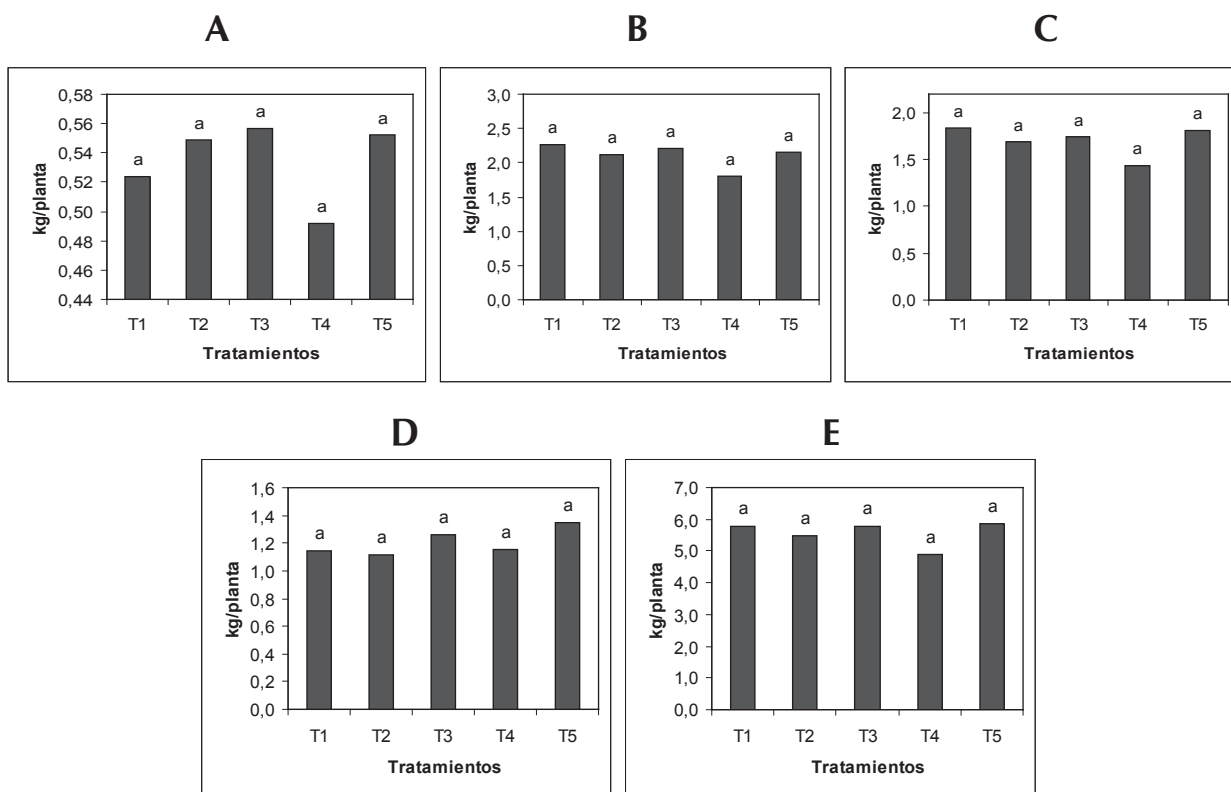


Figura 3. Efecto de la proteína Harpin y del fosfito de potasio en la producción de tomate
 A. Extra; B. Primera; C. Segunda; D. Tercera. D. Total. T1: Proteína Harpin aplicada a los 5, 20, 35 y 50 ddt; T2: Proteína Harpin aplicada a los 20, 35, 50 y 65 ddt; T3: Proteína Harpin aplicada a los 35, 50, 65 y 80 ddt; T4: Testigo absoluto; T5: Fosfito de potasio aplicado a los 45, 60, 75 y 90 ddt. Promedios seguidos de letras distintas presentan diferencias significativas según prueba de Tukey (5%).

En el trabajo realizado por McLean y Lawrence (2002) se marca una tendencia interesante en cuanto a las propiedades de la proteína Harpin; estos autores proponen que esta sería capaz de promover un aumento de los rendimientos, pues logró subir los rendimientos de la semilla de algodón en 227 kg·ha⁻¹, en comparación con otro de sus tratamientos utilizados. En contraste, como ya se expuso, en este trabajo no se muestran diferencias significativas, sin embargo, se pudieron apreciar diferencias en las calidades extra, primera y segunda de tomate obtenidas.

Nivel de daño por el mildew polvoso (*Frysiphe polygoni D.C*)

Incidencia. La incidencia de *F. polygoni D.C* mostró un aumento constante en todos los tratamientos durante la evaluación, sin embargo, hubo mayor aumento de la enfermedad entre los 45 y 75 ddt; al final se presentaron valores superiores al 90%. En la Figura 4 se evidencian diferencias estadísticas a los 15, 30, 45, 75, 90, 165 y 180 ddt; en casi todas las épocas de muestreo el testigo absoluto presentó la mayor incidencia; hasta los 165 ddt, la proteína Harpin mostró la menor incidencia de la enfermedad, y al final hubo mayor control con el fosfito de potasio.

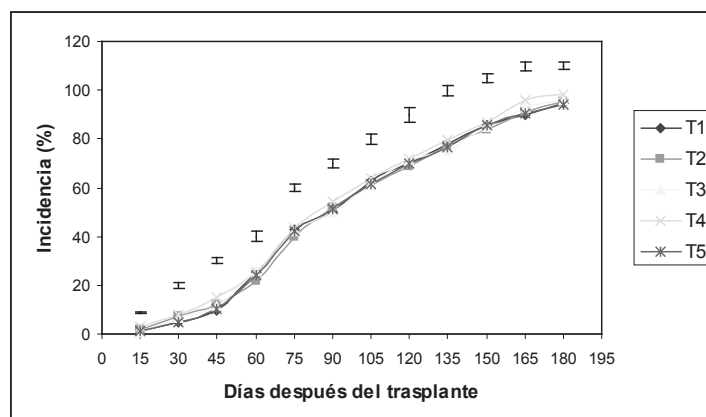


Figura 4. Efecto de la proteína Harpin sobre la incidencia de “*E. polygoni* D.C.” en plantas de tomate

T1: Proteína Harpin aplicada a los 5, 20, 35 y 50 ddt; T2: Proteína Harpin aplicada a los 20, 35, 50 y 65 ddt; T3: Proteína Harpin aplicada a los 35, 50, 65 y 80 ddt; T4: Testigo absoluto; T5: Fosfito de potasio aplicado a los 45, 60, 75 y 90 ddt. La barra representa el valor estadístico de diferencia mínima significativa (DMS) para comparar los promedios, de acuerdo con la prueba de Tukey. Si las diferencias entre dos promedios son mayores al DMS, entonces habrá diferencia a un α de 0,05.

Severidad. Al igual que la incidencia, la severidad de la enfermedad se incrementó rápidamente hasta el final del experimento, con un mayor aumento entre los 90 y 135 ddt; la enfermedad fue muy agresiva y a los 180 ddt se encontraron cifras mayores a 95%. De igual

manera, hubo diferencias estadísticas en casi todos los muestreos, excepto a los 15, 45 y 165 ddt. En la mayoría de los muestreos el testigo absoluto mostró la mayor severidad, incluyendo los 180 ddt. Al final, el fosfito de potasio presentó el mejor control del mildero polvoso (Figura 5).

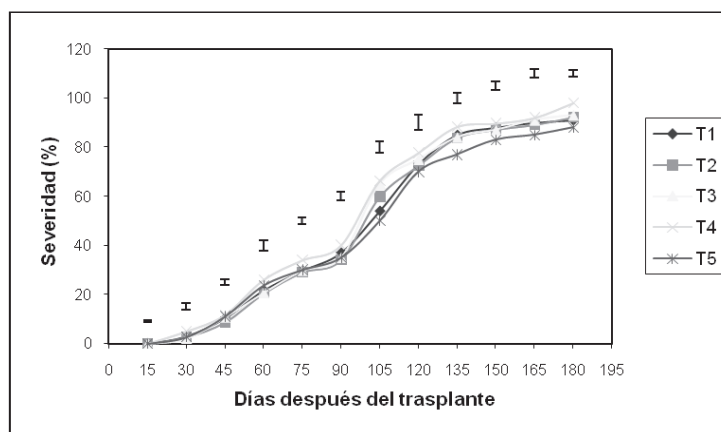


Figura 5. Efecto de la proteína Harpin y del fosfito de potasio sobre la severidad de *Frysiphe polygoni* D.C. en plantas de tomate

T1: Proteína Harpin aplicada a los 5, 20, 35 y 50 ddt; T2: Proteína Harpin aplicada a los 20, 35, 50 y 65 ddt; T3: Proteína Harpin aplicada a los 35, 50, 65 y 80 ddt; T4: Testigo absoluto; T5: fosfito de potasio aplicado a los 45, 60, 75 y 90 ddt. La barra representa el valor estadístico de diferencia mínima significativa (DMS) para comparar los promedios, de acuerdo con la prueba de Tukey. Si las diferencias entre dos promedios son mayores al DMS, entonces habrá diferencia a un α de 0,05.

Finalmente, a partir de los resultados obtenidos se puede ver que, definitivamente, hay una relación entre el nivel de daño ocasionado por el hongo en el cultivo de tomate, con la incidencia y la severidad registradas por el tratamiento cuatro, o testigo, muestran un comportamiento bajo en la producción y en las calidades, mientras que los demás tratamientos con proteína Harpin y fosfito de potasio desarrollaron un comportamiento moderado regular frente a la producción, y menor en cuanto a incidencia y severidad de la enfermedad en el cultivo.

Conclusiones

Este trabajo es pionero con respecto al efecto de la proteína Harpin sobre una enfermedad limitante como mildewpolvoso, causada por *Frysiphe polygoni* D.C., en el cultivo de tomate, puesto que no se reportan otros trabajos relacionados directamente con dicha enfermedad.

La mayor altura registrada por las plantas correspondió al tratamiento con la proteína Harpin aplicada a los 35, 50,65 y 80 ddt o T3 (164cm); el tratamiento que presentó la menor altura fue el testigo o T4 (157cm); el fosfito de potasio (T5) generó un comportamiento regular a lo largo del experimento y se registró una altura mayor (162cm) con respecto al testigo. A partir de lo anterior se

puede decir que la aplicación de estas sustancias favorece el crecimiento de las plantas de tomate.

En cuanto a producción, el tratamiento de fosfito de potasio (T5) obtuvo los mejores resultados, con 5.9 kg/planta. El testigo absoluto presentó la menor producción (4.9 kg/planta), además, registró menor número de frutos en las calidades extra, primera y segunda, que tienen un mayor valor en el mercado que la calidad tercera, de la cual tuvo mejor producción.

El mejor control para *F. polygoni* D.C. fue el tratamiento realizado con fosfito de potasio, con una incidencia del 94.3% y una severidad del 95%. El T4 se vio más afectado por esta enfermedad, con una incidencia del 98,3% y una severidad del 98%, lo que permite afirmar que, definitivamente, el testigo se ve más afectado por esta enfermedad, y esto tiene relación directa con la producción.

A partir de observaciones en el campo a las plantas seleccionadas se puede concluir que las plantas a las cuales se les aplicó la proteína Harpin demostraron un mejor desarrollo y aspecto físico, es decir, tenían mayor vigor; en conclusión, que las aplicaciones de proteína Harpin activan en la planta mecanismos de defensa que reducen los síntomas de enfermedades, mejorando su estado fisiológico y su producción.

Literatura Citada

- Aballay, E. (1998). Evaluación del control del nemátodo de los cítricos, "*Tylenchulus emipenetrans*", en zonas de alta infestación. Universidad de Chile, Tesis Ingeniero Agrónomo.
- Agrios, G. (2005). *Cenicillas. Fitopatología*. 2da. Ed. México D.F.: Grupo Noriega, Ed.Limusa.
- Aponte, L. y Alfonso, M. (2008). *Cultivos protegidos con técnica hidropónica y biológica*. Tomo II. Bogotá: Grupo Técnico Aponte.
- Capdeville, G.; Wilson, C.; Beer, S.; Aist, J. (2002). Alternative disease control agents induce resistance to blue mold in harvested "Red Delicious" apple fruit. *Phytopathology*, 92:900-908. En: Matamala, S. (2006). Determinación del efecto de los elicitors: Quitosano y la proteína Harpin en limoneros afectados por "*Tylenchulus emipenetrans*", en la localidad de Panquehue. Tesis Ingeniero Agrónomo, Chile.
- Carmona, M.; Abello, A.; Sautua, F.; Gally, M. (2005). *Fertilizantes foliares para el manejo de las enfermedades de fin de ciclo de la soja en el sur de Santa Fe*. Cátedra de Fitopatología, FAUBA, Argentina, Capital Federal.
- Corporación Colombia Internacional (2006). Oferta agropecuaria ENA. Cifras 2006, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Bogotá, pp. 14-62. En: Casierra-Posada, Cardozo, Cárdenas-Hernández: Análisis del crecimiento en frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados bajo invernadero. *Agronomía Colombiana*, 25: 299-305.
- De Vis, R.; Fuentes, E.; Escobar, H.; Lee, R. (2001). Manejo integrado de enfermedades. En: Rebeca Lee y Hugo Escobar (eds.): *Producción de tomate bajo invernadero*. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Unilibros.

- Eden Bioscience Corporation (2001). *Messenger Technical Bulletin*. Recuperado de: <http://edenbiosciencecorporation.gov>. [Consultado el 10/1/2010].
- Faostat (2007). *Agriculture. Statistics on crops. Coreproduction data*. Recuperado de <http://www.fao.org/waicent/portal/statistics.en.asp>. [Consultado el 8/3/2010].
- Figuerola, P. M. y Giraldo, G. L. (1995). Estudio sobre la dinámica poblacional de insectos, ácaros plaga y benéficos en el cultivo de tomate "*Lycopersicon esculentum Mill*", en tres localidades del Valle del Cauca. Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Posgrados, Palmira.
- Jaramillo, J.; Rodríguez, P.; Guzmán, M.; Zapata, M.; Rengifo, T. (2007). Manual técnico buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. Convenio FAO-MANA Proyecto UTF/ COL/027/COL. ISBN 978-92-5-305833-4, CTP Print Ltda., MANA, CORPOICA, Centro de Investigación "La Selva".
- Gottsein, H.D. y Kuc, J. (1989). Induction of systemic resistance to anthracnose in cucumber by phosphates. *Phytopathology*, p.179. En: Inductores químicos de resistencia en la supresión de la marchitez del algodón causada por "*Fusarium oxysporum f. sp. Vasinfectum*" en sistema hidropónico. Tesis Ing. Agrónomo. Departamento de Sanidad Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Piura. Perú.
- Lee, R. y Escobar, H. (2001). Manejo integrado de enfermedades. En: Rebeca Lee y Hugo escobar (eds.): *Producción de tomate bajo invernadero*. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Ultracolor.
- McLean, K. y Lawrence, G. (2002). Evaluation of Messenger in combination with aldicarb or thiamethoxan for management of "*Rotylenchulus reniformis*" on cotton (abstract). *Nematology* p. 297. En: Matamala, S. (2006). Determinación del efecto de los Elicitores Quitosano y la Proteína Harpin en limoneros afectados por "*Tylenchulus empipenetrans*" en la localidad de Panquehue. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Agronomía.
- Martínez, F. (2008). *Inducción de defensa en los cultivos. Productos Fitofortificantes. Aminoácidos, Fosfito Potásico, Microorganismos, Micorrizas, Elicitores*. Recuperado de <http://www.ProductosFitofortificantes.gov/Fosfito/martinez2008.htm>. [Consultado el 24/1/2010].
- Matamala, S. (2006). Determinación del efecto de los elicitores Quitosano y la proteína Harpin en limoneros afectados por "*Tylenchulus empipenetrans*" en la localidad de Panquehue, Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Agronomía.
- Miranda, D.; Fischer, G.; Carranza, C.; Rodríguez, M.; Lancheros, J.; Barrientos, C. (2008). Caracterización de los sistemas productivos de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) en zonas productoras de Colombia. En: Stanislav Magnitskiy y Piedrahita Wilson (eds.): *Simposio Internacional de Tomate del Trópico*. Libro de resúmenes. Bogotá: Unilibros.
- Rodríguez-Gálvez, E.; Juárez, A. y Maldonado, E. (2005). Supresión de la antracnosis del mango causada por "*Colletotrichum gloeosporoides*" mediante inductores de resistencia químicos. En: Inductores de resistencia en la supresión de la marchitez del algodón causada por "*Fusarium oxysporum f. sp. Vasinfectum*" en sistema hidropónico. Tesis Ing. Agrónomo, Departamento de Sanidad Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Piura. Perú. *Universalía*, 10:10.

Fecha de Recepción: 16 de junio de 2010
 Fecha de Aceptación: 10 de agosto de 2012