

## Efecto del acibenzolar-s-metil sobre el desarrollo de la virosis causada por potyvirus en tomate de árbol

Effect of acibenzolar-s-methyl on virus infection progress caused by potyvirus in tree tomato

Diana Marcela Mejía A.<sup>1</sup>, Erika Isabel Rodas G.<sup>1</sup>, Luis Fernández Patiño H.<sup>1,2</sup> y Elena Paola González J.<sup>1</sup>

### RESUMEN

El principal limitante del cultivo de tomate de árbol en Colombia es el ataque de virus, el cual reduce la producción y calidad de la fruta. En condiciones de invernadero se evaluó el efecto del inductor de resistencia Acibenzolar-S-metil- ASM (Boost®) sobre la incidencia y severidad de la virosis en plantas inoculadas con extracto de hojas naturalmente infectadas con virus, mediante aplicación foliar de 0,08% de producto comercial por planta cada 20 días. La incidencia de la virosis se redujo en 50% cuando el inductor se aplicó antes de la inoculación con el virus, seguido de dos aplicaciones adicionales de ASM, comparado con 100% de incidencia en las plantas inoculadas solo con el extracto de plantas infectadas con el virus, tendencia encontrada también en la curva de desarrollo de la enfermedad. Se observó un retraso de 7 días en la aparición de síntomas cuando se aplicó el inductor antes de la inoculación así como se observó una reducción significativa en el grado de severidad de la enfermedad. El potyvirus fue detectado mediante la prueba ELISA; sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en su concentración entre los diferentes tratamientos.

**Palabras clave:** inducción de resistencia, fitotoxicidad, *Solanum betaceum* Cav., ELISA.

### ABSTRACT

Tree tomato virosis has become a major constraint on the production and quality of this fruit in Colombia. The effect of resistance inductor Acibenzolar-s-methyl – ASM (Boost®) on virus incidence and severity was tested by applying a 0.08% solution of this commercial product on healthy plants also inoculated with an extract of infected ones. ASM applications were carried out every 20 days. The plants treated with the product prior to inoculation showed a 7 day delay in manifesting infection symptoms, and a considerable reduction in disease severity. Out of this same group of treatments, the one in which ASM was applied twice after inoculation, determined viral incidence to be reduced by 50%, when compared to non-resistance-induced plants (100%). The same incidence pattern was found through the area under the disease progress curve (AUDPC) procedure. Although the potyvirus was detected through a DAS - ELISA test, it showed no significant concentration differences among the treatments.

**Key words:** induced resistance, phytotoxicity, *Solanum betaceum* Cav., ELISA.

### Introducción

El tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) es una planta perteneciente a la familia Solanácea, originaria de las zonas andinas. En Colombia es un cultivo de gran importancia, y Antioquia es actualmente el principal productor de esta fruta; además representa un crecimiento en área sembrada y en exportaciones. Según el Ministerio de Agricultura de Colombia (Agrocadenas, 2006), tiene un área sembrada de 7.047 ha con una producción de 118.226 t. Para el departamento de Antioquia se reporta un área sembrada de 1.867 ha con una producción rendimiento de 57.105 t y 30.582 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Este cultivo se ve afectado por diversas enfermedades de origen bacterial,

fúngico y viral, siendo la virosis una de las más destacadas por causar las mayores pérdidas económicas en el cultivo (Sañudo y Orellana, 1989; Sánchez *et al.*, 1991). El cultivo de tomate de árbol en Antioquia es afectado por dos virus (Tamayo, 1996): un virus que posee partículas isométricas, denominado mosaico del tomate de árbol (Tamayo, 1990), y un virus que posee partículas alargadas (Tamayo, 1996), perteneciente al grupo de Potyvirus, y que se transmite mecánicamente (Eagles *et al.*, 1990; Saldarriaga y Bernal, 1994; Tamayo *et al.*, 1999; Betancourt *et al.*, 2003). La enfermedad viene causando daño y afectando severamente los cultivos desde 1991 en los municipios de Santa Rosa de Osos y Entreríos (Antioquia) (Tamayo *et al.*, 1999). Las pérdidas observadas corresponden entre 50

Fecha de recepción: 13 de junio de 2008. Aceptado para publicación: 19 de febrero de 2009

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín (Colombia).

<sup>2</sup> Autor de correspondencia. luisferph@gmail.com

y 80% del área plantada y alrededor de 7,5 millones de pesos por ha (D. Tamayo, comunicación personal, 2007), lo que además ha ocasionado el abandono del cultivo en zonas tradicionales y su posterior migración a otras zonas donde la enfermedad aparece rápidamente. Para el manejo de algunos virus se ha venido evaluando la resistencia sistémica adquirida (SAR), que es un mecanismo de defensa inducido por factores externos como la aplicación del producto químico ASM (Acibenzolar-S-metil), el cual puede inducir SAR dentro de la interacción planta-patógeno, resultando en una respuesta de amplio espectro a varias enfermedades de diferente origen, como fungoso, bacteriano, nematodos, plantas parasíticas y viral (Kessmann *et al.*, 1994; Gorlach, 1996; Sticher *et al.*, 1997; Cole, 1999; Anfoka, 2000; Vallad y Goodman, 2004); demostrándose por primera vez su efecto sobre un virus por Ross (1966) en tabaco hacia *Tobacco mosaic virus* (TMV). En un estudio sobre el control de *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) en plantas de tabaco, la aplicación de ASM mostró una incidencia de la enfermedad entre 0 y 30% en plantas sintomáticas, un nivel de incidencia de 5,8%, comparado con 17,3% de las plantas no tratadas con este inductor (Pappu *et al.*, 2000). Una sola aplicación de BTH (Benzo-(1,2,3)-thiadiazole-7-carbothioic acil S-methyl ester) 0,1 mM, aplicado en drench dirigido a las raíces de plantas de tomate, indujo resistencia sistémica en las hojas superiores contra la necrosis causada por *Cucumber mosaic virus* (CMV-Y); la resistencia fue evidente como una reducción en la incidencia de la enfermedad al comparar el efecto con las plantas no tratadas (Anfoka, 2000). Friedrich *et al.* (1996) reportan que en plantas de tabaco tratadas con BTH, la acumulación del RNA viral de TMV en las nuevas hojas desarrolladas fue reducida en 98% con relación a las plantas no tratadas. En plantas de melón, una aplicación de ASM retardó la diseminación del virus del CMV en ensayos de invernadero (Smith-Becker, 2003). Se tienen reportes de efectos fitotóxicos de ASM sobre varios cultivos tales como *Lycopersicon esculentum* (Anfoka, 2000), *Nicotiana tabacum* (Pappu *et al.*, 2000) y *Cucumis melo* L. (Smith-Becker, 2003). El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de aspersiones foliares del ASM sobre el desarrollo de los síntomas de la virosis en tomate de árbol.

## Materiales y métodos

### Localización

El trabajo se desarrolló en condiciones de invernadero en las instalaciones del Centro de Investigación "La Selva" de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, localizado en el municipio de Rionegro (Antio-

quia), a una altura de 2.150 msnm, con una temperatura promedio de 17°C, humedad relativa promedio de 78% y una precipitación de 1.900 mm al año.

### Etapas de semillero y trasplante

Para la obtención de plantas óptimas para el ensayo, la semilla fue sembrada en bandejas en sustrato de materia orgánica más arena previamente desinfectada, donde permanecieron 60 d hasta ser transplantadas en macetas de 2 kg, momento en el cual fueron llevadas a una casa de mallas antiáfidos.

### Toma y multiplicación del virus

Las muestras del virus fueron colectadas en el municipio de Entreríos (Antioquia) de diferentes órganos de la planta (hojas, flores, frutos) que mostraban la sintomatología característica de la virosis. Las muestras fueron almacenadas en bolsas de papel y conservadas a 4°C durante el transporte al laboratorio. Una vez colectado el material infectado, se procedió a multiplicar el virus por medio de la inoculación mecánica en plantas de tres meses de edad con base en el siguiente protocolo:

Se pesaron muestras de tejido vegetal infectado y se depositaron en un mortero; se agregó agua destilada estéril en proporción 1:10 (1 g tejido en 10 mL H<sub>2</sub>O) y se maceró hasta obtener una mezcla homogénea. La inoculación mecánica se hizo sobre las dos hojas superiores que se encontraban debajo del nuevo brote, aplicando el macerado con una gasa estéril, haciendo una suave fricción en la superficie de la hoja, ubicando las plantas inoculadas en las casas de malla.

### Pruebas de fitotoxicidad

Para la realización de dichas pruebas se utilizaron los siguientes tratamientos empleando dos métodos de aplicación (foliar y en drench): 1) 25 g ha<sup>-1</sup> de producto comercial con tres aplicaciones cada 20 d; 2) 37 g ha<sup>-1</sup> de p.c. y tres aplicaciones cada 30 d; 3) tres aplicaciones de agua cada 20 d como testigo del tratamiento 1; 4) tres aplicaciones de agua cada 30 d como testigo del tratamiento 2. En cada tratamiento se utilizaron tres repeticiones. Este esquema de tratamientos se utilizó tanto en la aplicación foliar como en drench.

### Efecto de ASM sobre el desarrollo de la virosis

En plantas de tomate de árbol con tres meses de edad, se aplicó vía foliar una dosis de 0,08% de producto comercial hasta punto de goteo, variando el volumen aplicado de acuerdo con el estado de desarrollo de la planta, mediante los siguientes tratamientos:

**Tratamiento 1: (I→V→I)** aplicación del inductor ASM (I), seguido por la inoculación con el virus (V) 4 d después de esta aplicación, realizando una segunda aplicación del inductor 20 d después de la primera aplicación. **Tratamiento 2: (V+I)** aplicación simultánea del virus y de ASM. **Tratamiento 3: (V→I)** inoculación del virus, seguida 4 d después por la aplicación del inductor. **Tratamiento 4: (I→V→I→I)** aplicación del inductor ASM (I), seguido por la inoculación con el virus (V) 4 d después de esta aplicación, realizando una segunda aplicación del inductor 20 d después de la primera aplicación, con una tercera aplicación del inductor 20 d después de la segunda aplicación. **Tratamiento 5: (V→I→I)** inoculación del virus, seguida por la aplicación del inductor 4 d después de esta inoculación, realizando una segunda aplicación del inductor 20 d después de la primera aplicación. **Tratamiento 6: (I)** testigo sólo ASM. **Tratamiento 7: (V)** testigo sólo virus. **Tratamiento 8:** testigo absoluto.

### Diseño experimental

Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño experimental completamente al azar en dos casas de malla. Cada tratamiento estuvo conformado por tres repeticiones, donde cada repetición constó de un grupo de cuatro plantas. Para el análisis de los datos se usó un modelo lineal generalizado (GLM) y por la distribución de los datos se utilizó como función de ligamiento la familia de distribución Poisson. La significancia para cada uno de los tratamientos se trabajó con un nivel  $P \leq 0,05$ . El análisis se realizó mediante el programa R (versión 2.6.1).

Como variables de respuesta se utilizaron la incidencia, severidad, área bajo la curva y nivel de absorbancia en prueba de ELISA. La severidad de la enfermedad se evaluó de acuerdo con la escala de severidad para la virosis en tomate de árbol desarrollada por Gil (2007), la cual se presenta en la Tab. 1, se realizaron lecturas semanales de la enfermedad durante dos meses.

### Pruebas serológicas ELISA

La prueba se realizó en el Laboratorio de Biología Molecular de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, con el fin de detectar la presencia y concentración del virus en las plantas inoculadas y tratadas con el inductor, así como en los controles. Para la detección del virus se usó un kit serológico comercial general para potyvirus, que usa como técnica ELISA PathoScreen Kit, Alkaline phosphatase label, for Potyvirus Group, referencia PSA 27200/0288, de Agdia, el cual se empleó según especificaciones del fabricante. La lectura se hizo mediante un espectrofotómetro a 405 nm.

### Resultados y discusión

#### Fitotoxicidad del ASM

Siete días después de aplicar el inductor de resistencia a cada uno de los tratamientos, se empezaron a observar síntomas de toxicidad, los cuales se manifestaron como deformación, encrespamiento, ampollas, amarillamiento de las hojas y formación de hojas redondeadas y acartonadas en los nuevos brotes. Con el transcurso del tiempo, hasta finalizar el experimento, se observó disminución en altura y desarrollo de las plantas, presentándose estos síntomas con mayor severidad en el método de aplicación en drench y con la aplicación de  $37 \text{ g ha}^{-1}$  de p.c. foliar aplicado cada 30 d, mientras que el tratamiento de  $25 \text{ g ha}^{-1}$  foliar aplicado cada 20 d presentó síntomas menos severos, lo que se interpretó como un menor grado de toxicidad. Por lo anterior, esta dosis y frecuencia fueron las que se utilizaron para la evaluación de los tratamientos con ASM sobre el desarrollo de la virosis.

Síntomas tales como la reducción en el crecimiento y clorosis en las plantas tratadas con ASM fueron observados por Csinos *et al.* (2001), Blackly *et al.* (2004), Mandal *et al.* (2008), en plantas de tabaco cultivado en Estados Unidos. Se reporta que el tratamiento posterior a la aplicación del

**TABLA 1.** Escala de severidad para la virosis en tomate de árbol en Antioquia

GRADO	SÍNTOMA
0	Plantas aparentemente sanas; no presentan síntoma alguno.
1	Plantas aparentemente sanas con síntomas muy leves que corresponde a un mosaico.
2	Plantas con mosaico, flores con leve coloración violácea, frutos aparentemente sanos, brotes con leve clorosis.
3	Plantas con mosaico marcado, deformación en hojas en desarrollo, brotes con leve clorosis, mosaico y deformación, algunas flores con fuerte coloración violácea y algunos frutos con moteados leves y algunos deformados.
4	Plantas con síntomas en la mayoría del tejido foliar, hojas lanceoladas, con mosaico y deformación; la mayoría de flores con fuerte coloración violácea y frutos con moteado de contraste oscuro y claro, deformados y con poco desarrollo. La planta en general se observa de poco desarrollo y con menor follaje.
5	Plantas con sintomatología general, escaso follaje, deformado y con mosaico, poca o nula producción; flores escasas o nulas y con un fuerte color violáceo; frutos con moteado, deformados y con poco desarrollo. Se observa necrosis en algunas ramas sin follaje.

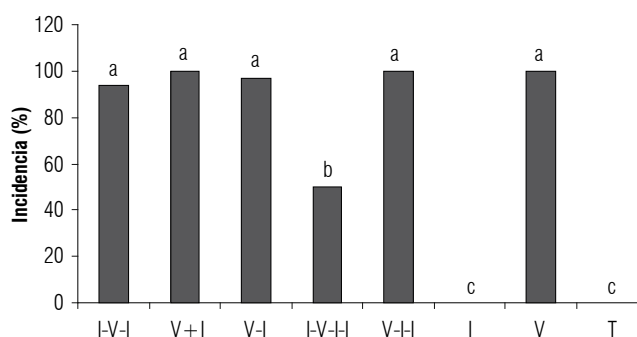
Fuente: Gil, 2007.

inductor con ácido giberélico permitió la reducción de los síntomas de fitotoxicidad (Mandal *et al.*, 2008). Pappu *et al.* (2000), en plantas de *Nicotiana tabacum* afectadas con TSWV y tratadas con aspersiones foliares de ASM, reportan que al usar una dosis de 25 g de i.a. en 7.000 plantas, este resultó fitotóxico, impidió el crecimiento temprano y causó reducciones en altura.

### Efecto de ASM sobre el desarrollo de la virosis

**Incidencia de la enfermedad.** Al finalizar el experimento, 60 d después de la inoculación con extracto de plantas infectadas naturalmente con el virus, se observó una incidencia total de la enfermedad de 89% en las plantas inoculadas. Los tratamientos, que consistían en la aplicación del inductor en forma previa a la inoculación con el virus seguida por otra aplicación del inductor (tratamiento 1, I→V→I), simultánea (tratamiento 2, V+I) y posterior (tratamientos 3, V→I y 5, V→I→I) a la inoculación con el virus, registraron un porcentaje de infección superior a 83%, mientras que el tratamiento 4 en el cual se hizo la aplicación del inductor también en forma previa a la inoculación, pero seguida por dos aplicaciones posteriores del inductor (I→V→I→I), presentó una incidencia correspondiente a 50%, mientras que el testigo solo virus (tratamiento 7, V), mostró una infección de 100% como se muestra en la Fig. 1. Anfoka (2000) reporta que en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) tratadas con ASM, la incidencia de CMV-Y no excedió 12,5% y Pappu *et al.* (2000), en plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum*) tratadas con aspersiones foliares de ASM e imidacloprid, reportan una incidencia de 17 y 30%, datos que confirman que el ASM actúa como inductor para preparar la planta a la llegada del virus, resultados que respaldan lo obtenido en este experimento, resaltando que el incremento en la frecuencia de aplicación del inductor produce mejores resultados en cuanto a la reducción de los efectos de la enfermedad. Mandal *et al.* (2008) reportan una reducción en el número de lesiones locales de TSWV en tabaco, pasando de 73,6 lesiones por planta inoculada a 10,6 lesiones por planta tratada con ASM, donde la mayoría de las plantas resultaron libres de lesiones locales cuando fueron tratadas con dosis  $\geq 2$  g i.a. de ASM.

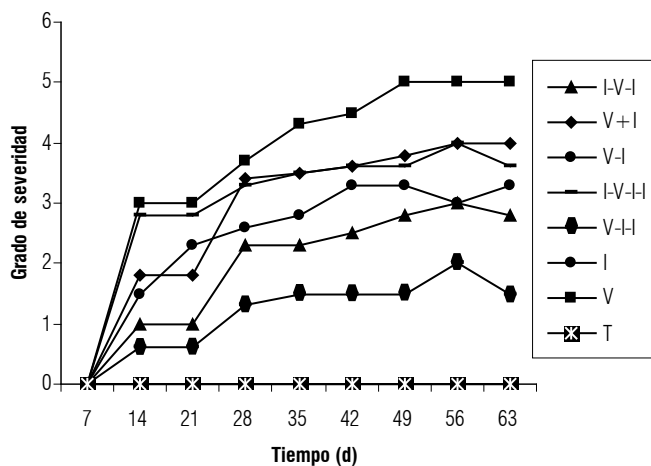
En esta investigación, el inductor no tuvo un efecto significativo sobre la incidencia de la enfermedad en los tratamientos que consistían en la aplicación del inductor en forma previa a la inoculación con el virus, seguida por una aplicación del inductor, simultánea y posterior a la inoculación (Fig. 1), debido a que al parecer fueron pocas las aplicaciones realizadas de este inductor. Csinos *et al.* (2001) y Pappu *et al.* (2000) reportan que cuatro o más



**FIGURA 1.** Incidencia total acumulada por tratamiento. Mediante la prueba del modelo lineal generalizado familia Poisson, promedios con letras distintas indican diferencia significativa ( $P \leq 0,05$ ). I→V→I: aplicación del inductor ASM (I), seguido por la inoculación con el virus (V) 4 d después de esta aplicación, realizando una segunda aplicación del inductor 20 d después de la primera aplicación; V+I: aplicación simultánea del virus y de ASM; V→I: inoculación del virus, seguida 4 d después por la aplicación del inductor; I→V→I→I: aplicación del inductor ASM (I), seguido por la inoculación con el virus (V) 4 d después de esta aplicación, realizando una segunda aplicación del inductor 20 d después de la primera aplicación, con una tercera aplicación del inductor 20 d después de la segunda aplicación; V→I→I: inoculación del virus, seguida por la aplicación del inductor 4 d después de esta inoculación, realizando una segunda aplicación del inductor 20 d después de la primera aplicación; I: testigo sólo ASM; V: testigo sólo virus; T: testigo absoluto.

ciclos del producto aplicados quincenalmente en plantas de tabaco tienen un efecto notable en la reducción de la enfermedad.

**Severidad de la enfermedad.** En los tratamientos que consistían en una aplicación del inductor ASM previa a la infección con el virus, seguida de una y dos aplicaciones adicionales de este, respectivamente, se observó un retraso de 7 d en la aparición de síntomas, los cuales comenzaron a ser evidentes a los 21 d mientras que en los otros tratamientos los síntomas se observaron a partir del d 14. En estos dos tratamientos también se encontró que los síntomas permanecieron constantes (mosaico leve) durante los primeros 21 d después de la inoculación, mientras que en los demás tratamientos aumentó rápidamente el grado de severidad y 9 semanas después de aplicar el inductor, el tratamiento en el cual se hizo una aplicación previa al virus y dos aplicaciones posteriores de ASM para un total de tres aplicaciones, se mantuvo en el grado de severidad 2 de la enfermedad, mientras que los demás tratamientos se encontraban en los grados 3 a 5, como se aprecia en la Fig. 2. De acuerdo con el análisis estadístico se encontró que este tratamiento fue el que presentó menor grado de severidad, siendo significativamente menor que el resto de tratamientos que solo recibieron una o dos aplicaciones de ASM, así como con el tratamiento solo virus (Fig. 2). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Anfoka (2000)

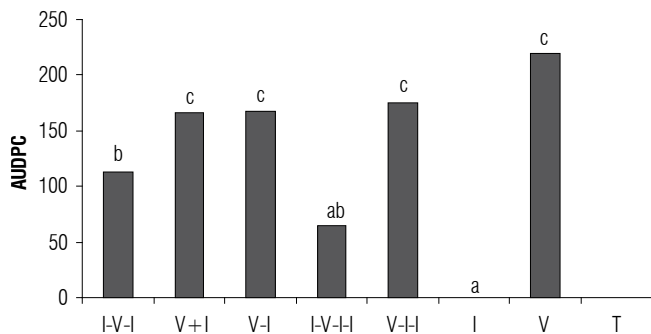


**FIGURA 2.** Grado de Severidad evaluado durante las 9 semanas de evaluación del experimento. Abreviaciones de los tratamientos ver Fig. 1.

en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) tratadas con ASM, donde el desarrollo de los síntomas de la enfermedad fue retardado por 7 d y redujo la severidad de los síntomas causados por el virus del mosaico del pepino CMV-Y.

Otro aspecto por destacar es la importancia de la frecuencia de aplicación del inductor ASM, ya que los tratamientos a los cuales se aplicó ASM previo a la inoculación del virus, también fueron estadísticamente menores comparado con el tratamiento solo virus. Se puede resaltar la relevancia del mayor efecto del inductor ASM, siempre y cuando este se aplique antes de recibir el inóculo del virus y con al menos dos aplicaciones posteriores, como puede ser visto en la Fig. 3, ya que cuando se hace solo una aplicación posterior, la reducción en la severidad no es tan significativa. Estos resultados pueden tener una proyección en condiciones de campo al realizar aplicaciones en estados iniciales del cultivo, como en la fase de vivero, establecimiento en campo y lotes o potreros que vienen de descanso para atenuar los efectos de la enfermedad. Se requiere realizar nuevas investigaciones que permitan establecer las frecuencias y dosis del producto que serían necesarias para dar una protección continua a la planta en condiciones de producción comercial de la fruta.

En los tratamientos donde se aplicó el ASM posinoculación hubo un leve efecto de reducción de la enfermedad; sin embargo, no fue tan significativa ni contundente como cuando se aplicó de forma previa, lo cual ratifica aún más el efecto inductor y no curativo del ASM, acorde con lo obtenido por Anfoka (2000), donde una sola aplicación de BTH 7 d antes a la inoculación con el virus indujo resistencia sistémica en las hojas superiores contra la necrosis causada por CMV-Y. En plantas de tabaco infectadas con TSWV a las cuales se les

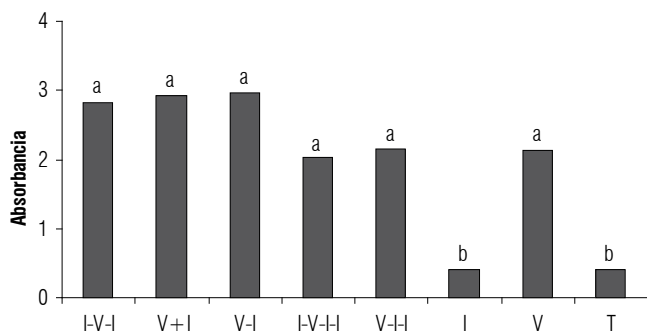


**FIGURA 3.** Área bajo la curva del desarrollo de la enfermedad en plantas de tomate de árbol tratadas con ASM e inoculadas con el virus. Mediante la prueba del modelo lineal generalizado familia Poisson, promedios con letras distintas indican diferencias significativas. Abreviaciones de los tratamientos ver Fig. 1.

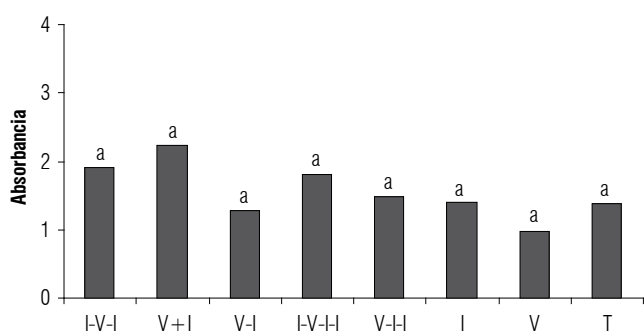
permitió el desarrollo de las lesiones locales características de este virus, la infección sistémica se presentó en 18,3% de dichas plantas, mientras que mediante el tratamiento con ASM, el desarrollo de esta infección sistémica fue reducido entre 7,8 a 0,3% a medida que las concentraciones de ASM fueron incrementadas desde 0,25 a 4,00 g i.a. en 7.000 plantas de tabaco (Mandal *et al.*, 2008).

Se encontró que los tratamientos que recibieron entre una y dos aplicaciones de ASM posterior a la inoculación con el extracto de hojas infectadas con el virus, no mostraron reducción significativa en el progreso de la enfermedad, medida en la variable área bajo la curva, comparada con el testigo solo virus, mientras que los tratamientos con dos y tres aplicaciones de ASM, respectivamente, sí mostraron una reducción significativa en el progreso de la enfermedad (Fig. 3), lo cual indica que el menor grado de severidad encontrado en este tratamiento 4 (I→V→I→I), está relacionado con una disminución en la tasa de desarrollo de los síntomas cuando se hace un mayor número de aplicaciones de ASM, partiendo de una primera aplicación previa de este inductor a la infección viral.

**DAS-ELISA.** Los datos reflejados en la Fig. 4, indican que los únicos tratamientos diferentes estadísticamente son el testigo con y sin inductor, quienes no fueron inoculados con el virus. En los demás tratamientos no se encontraron diferencias significativas en el nivel de absorbancia, lo que indica que el inductor ASM no tuvo ningún efecto significativo sobre la reducción de la concentración viral comparado con el testigo solo virus, no tratado con el inductor (Fig. 4). No obstante, Pappu (2000), en plantas de tabaco tratadas con ASM contra TSWV, reporta que en la prueba DAS-ELISA sí se redujo el número de plantas



**FIGURA 4.** Absorbancia del virus en los tejidos foliares de los tratamientos con ASM en plántulas de tomate de árbol 30 d después de inoculadas. Mediante la prueba del modelo lineal generalizado familia Poisson, promedios con letras distintas indican diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ). Abreviaciones de los tratamientos ver Fig. 1.



**FIGURA 5.** Absorbancia de virus en los tejidos foliares de los tratamientos con ASM en plántulas de tomate de árbol 60 d después de inoculadas. Mediante la prueba del modelo lineal generalizado familia Poisson, promedios con letras distintas indican diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ). Abreviaciones de los tratamientos ver Fig. 1.

positivas para TSWV, y Mandal *et al.* (2008), también estudiando el mismo virus, reportan que los niveles de absorbancia en esta prueba eran menores cuando las dosis de ASM aplicadas eran mayores y aumentaban a medida que la dosis de ASM era menor. A los 60 d de iniciado el experimento no se encontraron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tratamientos debido a que altos grados de severidad de la enfermedad exhibían bajos niveles de absorbancia, esto debido probablemente a que hay poco tejido donde el virus pueda replicarse, y por tanto disminuye su concentración (Fig. 5). Estos resultados son contradictorios a los reportados por Anfoka (2000) en plantas de tomate tratadas con ASM para controlar el CMV-Y, donde se demostró que ASM tiene efecto reductor sobre la replicación de CMV-Y. De otro lado, cabe resaltar que en este caso solo fue evaluado un virus del grupo Potyvirus con la prueba ELISA, y la falta de correlación entre esta prueba y los datos de severidad puede deberse a la presencia de algún otro virus que esté coexistiendo con el Potyvirus, el cual no podía ser detectado en esta prueba.

## Conclusiones

Con el desarrollo de este trabajo fue posible determinar que la aplicación previa de ASM, combinada con por lo menos dos aplicaciones posteriores a la inoculación del virus, redujo significativamente la severidad de la enfermedad en plantas de tomate de árbol hasta los 60 d en que duró este experimento. No se encontró diferencia significativa en la incidencia de la enfermedad entre las aplicaciones del inductor en forma simultánea y posterior a la inoculación con el virus, resaltando así la importancia de realizar aplicaciones de ASM previas a la inoculación del virus. No se encontró reducción significativa en el progreso de la enfermedad en los tratamientos que recibieron

entre una y dos aplicaciones posteriores o simultáneas a la inoculación con el virus, pero sí se observó una reducción significativa del grado de severidad en los tratamientos que incluyeron la aplicación previa del inductor, siendo más notorio el efecto cuando se tuvieron tres aplicaciones del inductor. La dosis de ASM utilizada en el experimento causó un efecto medianamente tóxico en las plantas de tomate de árbol, observándose algunos síntomas como clorosis y menor porte de las plantas. Con respecto a la prueba DAS-ELISA no se encontraron diferencias estadísticas significativas sobre los niveles de absorbancia en los tratamientos inoculados con el virus a los que se aplicó el inductor ASM.

## Agradecimientos

A la Facultad de Ciencias Agrarias del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid; al Centro de Investigación “La Selva” de Corpoica, Rionegro, Antioquia; a la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Laboratorio de Biología Celular y Molecular, así como al apoyo técnico de Syngenta S.A.

## Literatura citada

- Agrocadenas. 2006. La cadena del banano en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Documento de trabajo No. 101. En: Agrocadenas, <http://www.agrocadenas.gov.co>; consulta: febrero de 2008.
- Anfoka, G.H. 2000. Benzo-(1,2,3)-thiadiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester induces systemic resistance in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Vollendung) to *Cucumber mosaic virus*. *Crop Prot.* 19, 401-405.
- Blackley, R., M. Bertrand, M. von Waltner y R. Franks. 2004. The effect of time of actigard application to transplants on the final incidence of spotted wilt. 26 p. En: Proc. 41<sup>st</sup> Tobacco Workers' Conf. 20 de enero de 2004. Nashville, TN.

- Betancourth, C., R. Goye y D.A. Bravo. 2003. Caracterización biológica de un virus Tomate de árbol (*Solanum betaceum* Sendt.) en el departamento de Nariño. *Fitop. Colomb.* 27(1), 7-10.
- Csinos, A.S., H.R. Pappu, R.M. Mcpherson y M.G. Stephenson. 2001. Management of *Tomato spotted wilt virus* in flue-cured tobacco with acibenzolar-S-Methyl AND Imidacloprid. *Plant Dis.* 85, 292-296.
- Cole, D.L. 1999. The efficacy of acibenzolar s-methyl, an inducer of systemic acquired resistance, against bacterial and fungal diseases of tobacco. *Crop Prot.* 18, 267-273.
- Eagles, R.M., R.C. Gardner y R.L.S. Forster. 1990. Nucleotide sequence of the tamarillo mosaic virus coat protein gene. *Nucl. Acids Res.* 18(23), 7166.
- Friedrich, L., K. Lawton, W. Ruess, P. Masner, N. Specker, M. Gut-Rella, B. Meier, S. Dincher, T. Staub, S. Ukness, J.P. Métraux, H. Kessman y J. Rvals. 1996. Abenzothiadiazole derivate induces systemic acquired resistance in tobacco. *Plant J.* 10, 61-70.
- Gil, J.F. 2007. Identificación de Potyvirus en Tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) en Antioquia y prueba diagnóstico para su detección. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agrarias, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín.
- Gorlach, J., S. Volrath, G. Knaufbeiter, G. Hengy, U. Beckhove, K.H. Kogel, M. Oostendorp, T. Staub, E. Ward, H. Kessmann y J. Rvals. 1996. Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic acquired resistance, activates gene expression and disease resistance in wheat. *Plant Cell* 8, 629-643.
- Kessmann, H., T. Staub, C. Hofmann, T. Maetzke y J. Herzog. 1994. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals. *Phytopathol.* 32, 439-459.
- Mandal, B., S. Mandal, A.S. Csinos, N. Martinez, A.K. Culbreath y H.R. Pappu. 2008. Biological and molecular analyses of the Acibenzolar-s-Methyl- induced systemic Acquired Resistance in flue-cured tobacco against Tomato spotted wilt virus. *Phytopathol.* 98(2), 196-204.
- Pappu, H.R., A.S. Csinos, R.M. Mcpherson, D.C. Jones y M.G. Stephenson. 2000. Effect of acibenzolar-S-methyl and imidacloprid on suppression of tomato spotted wilt *Tospovirus* in flue-cured tobacco. *Crop Prot.* 19, 349-354.
- Ross, A.F. 1966. Systemic acquired resistance induced by localized virus infection in plants. *Virol.* 14, 340-358.
- Saldarriaga, A. y J.A. Bernal. 1994. Virosis en tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt.). p. 5. En: Resúmenes XV Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines, Ascolfi. 31 de agosto de 1994. Bogotá.
- Sanchez, De L.C., C. De La Rotta y A. Suárez 1991. Posibles virus en tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt). *Actualidades ICA* 5(58), 10.
- Sañudo, B. y G. Orellana. 1989. Un virus afectando al tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el valle de Sibundoy, Putumayo. *Ascolfi Informa* 15(3), 23.
- Smith-Becker J., N.T. Keen y J.O. Becker. 2003. Acibenzolar-S-methyl induces resistance to *Colletotrichum lagenarium* and cucumber mosaic virus in cantaloupe. *Crop Prot.* 22, 769-774.
- Sticher, L., B. Mauch-Mani y J.P. Métraux. 1997. Systemic acquired resistance. *Annu. Rev. Plant Pathol.* 35, 235-270.
- Tamayo, P.J. 1990. Mosaico del tomate de árbol. *Ascolfi Informa* 16(6), 54-55.
- Tamayo, P.J. 1996. Enfermedades virales del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt.) en Colombia. *Ascolfi Informa* 22(2), 26-29.
- Tamayo, P.J., J.L. Zapata y L.F. Salazar. 1999. El mosaico y la virosis del tomate de árbol en el altiplano norte de Antioquia. *Rev. Fac. Nac. Agr. Medellín* 52(2), 781-785.
- Vallad, G.E. y R.M. Goodman. 2004. Systemic acquired resistance and induced systemic resistance in conventional agriculture. *Crop Sci.* 44, 1920-1934.

