

TRATAMIENTO DE *FUSARIUM* RAZA 4 EN BANANOS

Campo de la invención

La presente invención se refiere a métodos y composiciones que comprenden aceite de árbol de té para controlar la enfermedad fúngica de las plantas de marchitamiento por *Fusarium* del banano causada por *Fusarium oxysporum f. sp. Cubense* Raza 4 Tropical (Foc R4T).

Antecedentes de la invención

El marchitamiento por *Fusarium* del banano (también conocida como “enfermedad de Panamá”) es una enfermedad fúngica letal causada por el hongo *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* que se transmite por el suelo (Foc). El hongo penetra en la planta a través de las raíces y coloniza los vasos del xilema, bloqueando así el flujo de agua y nutrientes. La progresión de la enfermedad da como resultado el colapso de las hojas en el pecíolo, la división de la base del pseudo tallo y, finalmente, la muerte de la planta. Los síntomas externos de la enfermedad del marchitamiento incluyen coloración amarillenta, necrosis y muerte de las hojas más viejas de la planta. Los síntomas internos se caracterizan por una necrosis roja de las venas conductoras de las vainas más externas del pseudo tallo.

La enfermedad del marchitamiento por *Fusarium* se clasifica como monocíclica, cuyo agente natural es capaz de infectar, colonizar y reproducirse en una sola planta, en cada momento del ciclo de cultivo. Después de la muerte de la planta madre, el hongo continúa infectando a la planta hija del siguiente ciclo y, de esta forma, a todas las plantas que aparecen en la mata. Las plantas de banano se consideran de ciclo anual, sin embargo, la mata es perenne. De esta manera, el hongo permanece activo en la mata durante muchos años. Además, Foc tiene la capacidad de sobrevivir en el suelo, mediante estructuras resistentes llamadas clamidosporas, que siguen siendo viables por más de 40 años. El hongo se propaga comúnmente a través de material de siembra infectado, suelo infestado y agua.

Los aislamientos patógenos de Foc se clasifican en razas, de acuerdo con los cultivares en los que causan la enfermedad. Las razas 1 y 2 se encuentran en América del Sur, mientras que la raza 4 generalmente ocurre en el Lejano Oriente. Sin embargo, se ha descubierto que los agentes antifúngicos que son activos contra las Razas 1 y 2 son inactivos contra la Raza 4 debido a la naturaleza virulenta mejorada de la Raza 4.

La enfermedad de Panamá raza 4 tropical es causada por *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* (Foc) Raza 4 tropical (R4T). La enfermedad se detectó por primera vez en el sudeste asiático y luego se diagnosticó en China, Pakistán, Jordania, Líbano, Mozambique, Indonesia, Malasia y Australia y, últimamente, en Israel. El daño económico al cultivo de banano causado por Foc R4T se estima en \$ 400 millones por año y se espera que aumente hasta \$ 80 mil millones en el año 2025, si no se encuentra una solución.

Una vez que Foc R4T se establece en un campo, el hongo persiste en el suelo por un período de tiempo indefinido y no se puede controlar con pesticidas químicos o fungicidas y no se puede erradicar del suelo con fumigantes. Dado que actualmente no existen tratamientos químicos efectivos contra la enfermedad y la rápida propagación hacia el oeste, se considera una amenaza para toda la industria bananera. El manejo del

marchitamiento por *Fusarium* se realiza mediante desinfección, cuarentena estricta, detección temprana y erradicación de la planta y matas afectadas y su reemplazo por variedades de banano resistentes. De acuerdo con lo anterior, las medidas preventivas tienen un papel fundamental, para hacer frente a la enfermedad en las zonas contaminadas.

- 5 La solución que mejor se adapta a la producción continua de banano en suelos infestados es reemplazar cultivares susceptibles por resistentes. Los cultivares de Gros Michel, Silk, Pome y Pisang awak son generalmente resistentes a las cepas de la raza 2 pero susceptibles a las de las cepas de las razas 1 y 4. Los cultivares Cavendish son
10 generalmente resistentes a las cepas de las razas 1 y 2 pero susceptibles a las cepas de la raza 4. Los cultivares de plátano y banano de las tierras altas de África Oriental (EAHB) son generalmente resistentes a las cepas de la raza 1. Actualmente se invierten esfuerzos en la producción de cultivares de banano resistentes a las diferentes razas Foc.

- 15 Aceite del Árbol del Té (TTO) es un aceite esencial natural que se caracteriza por una actividad antiséptica de amplio espectro y es conocido como un biocida eficaz contra bacterias y hongos. La TTO altera la membrana celular de los patógenos objetivos, aunque el modo de acción bioquímico exacto todavía no se comprende por completo. El TTO se extrae del follaje y las ramas terminales de una planta cultivada *Melaleuca alternifolia*, originaria de Australia, Nueva Zelanda y el sudeste asiático. El TTO contiene más de 100 componentes, principalmente monoterpenos, sesquiterpenos y sus alcoholes.

- 20 Es un objeto de la presente invención proporcionar un método para tratar o prevenir el marchitamiento por *Fusarium* del banano causado por *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* Raza 4 Tropical (Foc R4T).

- 25 Otro objeto de la invención es proporcionar una composición que comprende aceite de árbol de té, o componentes del mismo, para prevenir o tratar el marchitamiento por *Fusarium* del banano causado por *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* Raza 4 Tropical (Foc R4T).

Otros objetos y ventajas de la invención resultarán evidentes a medida que avance la descripción.

Resumen de la invención

- 30 En un primer aspecto, la presente invención proporciona un método para tratar o prevenir la enfermedad del marchitamiento por *Fusarium* de una planta de banano causada por *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* Raza 4 Tropical (Foc R4T), que comprende aplicar a la planta, o al medio de crecimiento de la planta, una composición que comprende aceite de árbol de té (TTO), o componentes del mismo.

- 35 En algunas realizaciones, la concentración de TTO o de sus componentes en la composición es de aproximadamente un 5 % a aproximadamente un 70 % en peso, basado en el peso total de la composición.

En realizaciones adicionales, la etapa de aplicación en el método de la invención comprende rociar, empapar, sumergir o irrigar.

- 40 En otras realizaciones más, la composición que comprende TTO o componentes de la misma se aplica a cualquier parte de la planta de banano, en cualquier etapa de su ciclo de vida. En una realización específica, la composición que comprende TTO o componentes de la misma se aplica al follaje de la planta de banano. En otra realización específica, la

composición que comprende TTO o componentes de la misma se aplica a las raíces de la planta de banano.

En algunas realizaciones adicionales, el medio de crecimiento es un medio de cultivo de tejidos vegetales o un suelo.

- 5 En otras realizaciones, la composición que comprende TTO o componentes del mismo comprende TTO o componentes del mismo en una cantidad de 0,05 ppm a 500 ppm.

10 En una realización específica, el método de la invención comprende aplicar a la planta una composición que comprende TTO o componentes del mismo, en el que el TTO o componentes del mismo están en una cantidad de 50 ppm a 500 ppm. En otro aspecto específico, el método de la invención comprende aplicar a un medio de cultivo de tejidos vegetales una composición que comprende TTO o componentes del mismo, en el que el TTO o componentes del mismo están en una cantidad de 0,05 ppm a 0,2 ppm.

15 En otro aspecto más, la presente invención proporciona una composición que comprende aceite de árbol de té (TTO) o componentes del mismo para su uso en la prevención o el tratamiento del marchitamiento por *Fusarium* del banano causada por *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* Raza 4 Tropical (Foc R4T).

Descripción detallada de la invención

20 La presente invención proporciona métodos y composiciones para prevenir o tratar el marchitamiento por *Fusarium* del banano causado por *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* Raza 4 Tropical (Foc R4T). En general, estos métodos implican aplicar una composición que comprende aceite de árbol de té a la planta de banano o al medio de crecimiento de la planta.

25 Ahora se ha descubierto que el aceite de árbol de té (TTO) es capaz de proteger las plantas de banano de los daños causados por el patógeno fúngico Foc R4T. Por tanto, la composición de acuerdo con la invención sirve eficazmente como fungicida natural, ya sea antes o después de que la planta haya encontrado el hongo. Si bien esta descripción hace referencia específicamente a TTO, que es el estándar dorado a este respecto, el experto comprenderá que las fracciones de TTO, que comprenden componentes del mismo y/o componentes en diferentes proporciones, serán fungicidamente eficaces en varios grados.

30 De acuerdo con lo anterior, siempre que se haga referencia a "TTO" debe entenderse que incluye también composiciones que comprenden componentes de TTO bien conocidos en la técnica, y también seleccionados de los enumerados en la Tabla 1 a continuación:

Tabla 1

Componentes
% de α -pineno
% de sabineno
% de α -terpineno
% de limoneno
% de p-cimeno

% de 1,8 cineole
% de γ -terpineno
% de α -terpinoleno
% de terpinen-4-ol
% de α -terpineol
% de aromadendreno
% de ledeno
% de δ -cadineno
% de globulol
% de viridiflorol

Los inventores han descubierto sorprendentemente que la pulverización del follaje de los bananos con una composición que comprende TTO inhibe eficazmente el patógeno Foc R4T del suelo, incluso aunque no haya contacto directo entre la composición y el patógeno.

- 5 También se encontró que varias soluciones y composiciones de TTO, aplicadas por aspersión, riego, empapamiento o cualquier combinación de estos modos de aplicación, pueden usarse para controlar eficazmente la enfermedad de marchitamiento inducida por Foc R4T en plantas de banano.
 - 10 En un aspecto, la presente invención proporciona un método para tratar o prevenir la enfermedad del marchitamiento por *Fusarium* de una planta de banano causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Raza 4 Tropical (Foc R4T), que comprende aplicar a la planta, a una porción de la misma (por ejemplo, al follaje, o a las raíces a través del suelo (o al medio de crecimiento de la planta, una composición que comprende aceite de árbol de té (TTO).
 - 15 En algunas realizaciones de la invención, la composición de TTO se aplica en las primeras etapas de la infestación de la enfermedad para el control inicial en el laboratorio, invernadero, vivero o campo. Se ha descubierto que el tratamiento temprano evita que se desarrolle la enfermedad del marchitamiento.
 - 20 El método de la invención permite la aplicación de una composición que comprende TTO antes del desarrollo de la enfermedad o ante la primera aparición de síntomas de la enfermedad. De manera ventajosa, se encontró que las composiciones de TTO de acuerdo con la invención eran efectivas para controlar la enfermedad del marchitamiento fúngico también después de que la enfermedad está bien establecida. Más específicamente, se demostró que el método de la invención puede inhibir la gravedad de la enfermedad hasta
 - 25 en un 100 %.
- El término “control de la enfermedad del marchitamiento” se refiere a una reducción de la gravedad, la incidencia o los síntomas de la enfermedad en la planta de banano huésped. El término también abarca la supresión del agente causante de la enfermedad, es decir, el patógeno fúngico Foc R4T.

Como se usa en este documento, a menos que se indique lo contrario, el término “tratamiento” se refiere tanto al tratamiento profiláctico de plantas como al tratamiento curativo de las mismas. Se apreciará que el tratamiento profiláctico incluye tanto prevenir la infección por Foc R4T como retrasar el inicio de dicha infección, y que el tratamiento curativo incluye suprimir o erradicar los hongos existentes, así como retrasar o prevenir el empeoramiento de una infección existente.

La presente invención proporciona una composición que comprende TTO, en la que la concentración de TTO es de aproximadamente 5 % a aproximadamente 70 % (porcentaje en peso), basado en el peso total de la composición.

Además del agente activo, la composición de acuerdo con la invención puede comprender cualquier disolvente, tensioactivo, emulsionante y neutralizador adecuados. En general, la composición de acuerdo con la invención puede incluir del 5 % al 70 % en peso del agente activo TTO, del 40 % al 95 % de disolvente, del 0 al 10 % de tensioactivo, del 0 al 10 % de neutralizador y de 0 al 50 % de emulsionante.

Específicamente, el TTO abarcado por la presente invención es, por ejemplo, una emulsión de agua en aceite o aceite en agua, que no es fitotóxica.

De acuerdo con una realización, la composición de TTO utilizada para el tratamiento de bananos es una emulsión de agua en aceite, en la que la concentración de TTO aplicada es de 0,05 ppm a 500 ppm (p/p), basada en el peso total del volumen tratado. En algunas realizaciones, cuando se aplica en el campo, p. por pulverización o empapamiento del suelo, la composición comprende TTO en una cantidad de 50 ppm a 500 ppm. En otras realizaciones, en las que la composición que comprende TTO se aplica al medio de crecimiento, la concentración de TTO es de 0,05 ppm a 0,2 ppm. Se descubrió que las composiciones que comprenden estas concentraciones de TTO eliminan o mitigan totalmente la gravedad de la enfermedad del marchitamiento fúngico, sin inducir fitotoxicidad en el tejido tratado. Por el contrario, las plantas que se cultivaron en cultivo de tejidos y se trataron con TTO en el medio de crecimiento a concentraciones superiores a 0,2 ppm, mostraron síntomas de fitotoxicidad.

Es de destacar que el método de la invención comprende la aplicación de una composición que comprende bajas cantidades de TTO, que es suficiente para inducir el efecto beneficioso sobre las plantas de banano tratadas.

El método de la invención comprende aplicar una composición que comprende TTO a la planta de banano a tratar con cualquier frecuencia, por ejemplo, cada tres días, una vez a la semana, una vez al mes o una vez al año. Alternativamente, la planta puede tratarse solo una vez. De acuerdo con una realización específica, el tratamiento se complementa con aplicaciones adicionales en varios días. En otra realización, la planta de banano en sí no se trata y se planta en un medio o suelo que se expuso a una composición que comprende TTO antes de la plantación. En una realización adicional, el medio o suelo se trata con una composición que comprende TTO antes de plantar la banana, y luego la composición que comprende TTO se aplica a la planta, tejido vegetal, porción de planta, medio de cultivo o suelo.

De acuerdo con la invención, la composición que comprende TTO se aplica al tejido o planta de banano en cualquier etapa de su ciclo de vida, incluyendo cultivo de tejidos, plántulas antes o después del endurecimiento, crecimiento vegetativo, floración y fructificación.

5 Por tanto, el método de la invención comprende la aplicación de una composición de TTO a cualquier porción o parte de la planta de banano, incluido el follaje o las raíces, al tejido del meristemo antes de plantarlo, o al medio en el que las plantas crecen o se van a cultivar (como el suelo).

10 La composición que comprende TTO de acuerdo con la invención se aplica como una solución líquida por empapado del suelo, riego aéreo o por goteo o pulverización foliar. En una realización específica, la composición que comprende TTO se aplica directamente al suelo o al medio de crecimiento de cultivo de tejidos. La composición puede comprender además cualquier sustancia aceptable adicional, que incluye, pero no se limita a un fertilizante, un insecticida, un pesticida y/o un agente antimicrobiano.

15 Los dispositivos típicos para aplicar una cantidad eficaz de composición que comprende TTO al suelo incluyen un aplicador de flujo por gravedad, por ejemplo, aplicadores de cincel, diente o vástago; pulverizadores, atomizadores, aireadores, cerbatanas, tubos bajos disponibles comercialmente; también se proporcionan pulverizados o similares como aplicadores útiles. Los medios de irrigación, tales como goteros, micropulverizadores, tubos emisores, nebulizadores y similares, son aplicadores útiles. Otros métodos de
20 administración útiles en el método de la presente invención incluyen encapsulación, microencapsulación o cualquier técnica disponible comercialmente de liberación controlada de materia fluida.

25 El uso de TTO de acuerdo con la invención tanto en la agricultura orgánica como en la convencional representa un paso importante para ayudar a controlar el inicio y la progresión de la enfermedad del marchitamiento causada por Foc R4T.

Las plantas que pueden tratarse de acuerdo con la invención son miembros del grupo *Musa acuminata*, comúnmente denominado banano del grupo Cavendish. Este grupo es el más importante de los cultivares de banano y el más susceptible a la infección por Foc R4T en el cultivo del banano, que ha causado importantes daños y pérdidas económicas a los
30 productores de banano. Las plantas de banano pertenecientes al grupo Cavendish, como Nanica, Nanicão y Grand Nain, se consideran altamente resistentes a las razas 1 y 2 del hongo Foc, pero muy sensibles a la raza 4. De acuerdo con lo anterior, la presente invención es especialmente beneficiosa para tratar y prevenir la enfermedad de marchitamiento asociada con este patógeno fúngico. Los métodos y composiciones de la invención también
35 son adecuados para la prevención y el tratamiento de Foc R4T en otros cultivares, incluidos, entre otros, Gros Michel, Silk, Pome, Pisang awak, Plátano y bananos de las tierras altas de África Oriental (EAHB).

40 En la actualidad, la propagación vegetativa comercial de las plantas de banano se realiza mediante cultivo de tejidos, que sirve como método preferido ya que asegura la producción de material de siembra libre de patógenos. Las ventajas de la propagación vegetativa incluyen la preservación de los rasgos deseados porque la descendencia es genéticamente idéntica y la facilitación del cultivo de cultivos que no producen semillas viables, como el banano. Además, se introducen mutaciones puntuales en genes específicos del banano

para conferir una mejor resistencia a patógenos como Foc R4T. Los métodos para producir plantas de banano en cultivo de tejidos son generalmente conocidos por el experto en la técnica.

5 El término “propagación vegetativa”, como se usa en este documento, se refiere a la producción de una planta de banano a partir de partes vegetativas de la planta, como tallo, raíz y hoja. En la propagación vegetativa, una porción se separa del cuerpo de la planta madre y se cultiva de forma independiente.

10 De acuerdo con una realización específica de la invención, el material de propagación vegetativa de banano (es decir, una porción de la planta), o una plántula a tratar, se obtienen mediante mutagénesis in vitro con el objetivo de mejorar las propiedades de las plantas. Los métodos y composiciones de la invención incluyen, por tanto, el tratamiento de cultivos de tejido de banano para controlar la exposición futura de las plantas de banano a Foc R4T.

15 El medio de crecimiento de las plantas es cualquier medio de cultivo de tejidos aceptable que se utilice para la propagación vegetativa del banano. Un ejemplo no limitante de un medio adecuado es el medio Murashige y Skoog medium (MSO).

Cabe señalar que la planta puede tratarse con la composición que comprende TTO de acuerdo con la invención durante cualquier período de tiempo deseado.

20 La invención se describirá ahora con referencia a ejemplos y materiales específicos. Los siguientes ejemplos, que describen adicionalmente la invención, se ofrecen a modo de ilustración y no pretenden limitar la invención de ninguna manera.

Ejemplos

Materiales y métodos

Plantas de banano

25 Propagación del cultivo de tejidos: Se extrajo un tejido de meristemo, que es la porción óptica de crecimiento activo de una yema, del cormo basal de una planta de banano donante “Cavendish”, se esterilizó la superficie y se colocó en un medio nutritivo artificial para la iniciación. El tejido iniciado se dejó desarrollar y multiplicó varios pliegues en un ambiente estéril y controlado de laboratorio. Las plántulas de banano se liberaron del laboratorio a un invernadero con clima controlado para su aclimatación, y luego se cultivaron en macetas de 1 litro durante ocho a doce semanas para completar el proceso de endurecimiento. Al final del período de endurecimiento, las plantas se encuentran en la etapa de 4-5 hojas con un sistema de raíces bien desarrollado.

35 En los casos en que los experimentos se llevaron a cabo en el invernadero, como se especifica a continuación, las plántulas se transfirieron a un área con condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades después de la inoculación de patógenos.

40 Los experimentos realizados en plantaciones de banano incluyeron plantas jóvenes (de 6 a 8 hojas) que se plantaron en un “punto caliente”, es decir, un área con un suelo altamente infectado con Foc R4T. Las plantas se aplicaron con los tratamientos experimentales en sus respectivas dosis y frecuencias de aplicación desde la etapa de vivero (pre-siembra) hasta la cosecha. Las plantas fueron expuestas a todos los tratamientos necesarios de

cultivo y producción, incluida la fertilización, el control de malezas y barrenadores, y deshojado sanitario y defoliación.

Fusarium oxysporum f. sp. cubense Raza 4 Tropical (Foc R4T)

Se utilizó una suspensión de conidios que contenía 1×10^6 esporas/ml de Foc R4T. La inoculación se realizó hiriendo con pala las raíces de las plantas y aplicando 200 ml de Foc R4T a 1×10^6 esporas/ml.

Tratamientos TTO

Los tratamientos de las composiciones de TTO consistieron en rociar o empapar el suelo. Las plantas de control se trataron con agua y se mantuvieron en las mismas condiciones que las plantas tratadas.

Ejemplo 1:

Composiciones A y B

La Composición A contiene 23,8 % p/p del ingrediente activo Aceite del Árbol del Té y está formulada como un concentrado emulsionable.

La Composición B contiene 10 % p/p del ingrediente activo Aceite del Árbol del Té y está formulada como un concentrado emulsionable.

Ejemplo 2:

Efecto de la Composición A sobre *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* Raza 4 Tropical (Foc R4T) - in vitro

Se realizaron pruebas de laboratorio in vitro para examinar los efectos de 3 diluciones de la Composición A en agua sobre la inhibición y el crecimiento radial Foc R4T en placas de Petri. Cada tratamiento se repitió 5 veces.

Tabla 2: Crecimiento radial y porcentaje de inhibición de Foc R4T afectado por la Composición A.

Tratamiento	Crecimiento Radial (mm ²)*			% de Inhibición		
	3 días	5 días	7 días	3 días	5 días	7 días
T1 – Control no tratado (SDW)	969,85 a	1831,99	4498,57	-	-	-
T2 – Composición A en 10 ml/l	0,00 b	0,00	36,11 b	100,0	100,0	98,8 b
T3 – Composición A en 20 ml/l	0,00 b	0,00	0,00 b	100,0	100,0	100,0 a
T4 – Composición A en 30 ml/l	0,00 b	0,00	0,00 b	100,0	100,0	100,0 a
T5 – Gentrol en 30 ml/l	0,00 b	0,00	0,00 b	100,0	100,0	100,0 a
valor P	0,00	0,00	0,00	nv	nv	0,00
cv	23,84	14,88	15,94	nv	nv	0,22

* Medias en la misma columna seguidas de letras diferentes son significativamente diferentes en $p < 0,05$ de acuerdo con Tukeys HSD.

De acuerdo con los resultados, la Composición A a 20 y 30 ml/L inhibió completamente el crecimiento de Foc R4T, como lo evidencia el 100 % de inhibición y el crecimiento radial cero después de 3, 5 y 7 días de incubación. Estos resultados son comparables con los obtenidos para el biocida aceptable Gentrol (cloruro de benzalconio) a 30 ml/L, que sirvió como control positivo. Los resultados de la Composición A son significativamente diferentes de los del control sin tratar.

Ejemplo 3:

Efecto de la Composición A sobre la enfermedad de marchitamiento por *Fusarium* causada por Foc R4T en banano Cavendish en invernadero y en el campo

El objetivo de este experimento fue determinar si la Composición A tiene un efecto positivo en las plantas Cavendish inoculadas con Foc R4T en el invernadero y en el campo.

En este experimento, se cultivaron plantas jóvenes de banano (3-4 meses después de la fase in vitro) en el invernadero, se inocularon con Foc R4T, se trataron con la Composición A y se evaluaron para determinar la incidencia de la enfermedad del marchitamiento.

Los mutantes de banano (200) fueron seleccionados después del proceso de endurecimiento de mutantes de la variedad "GAL" (Cavendish tolerante a Foc R4T), demostrando un rango de tolerancia a Foc R4T. Los mutantes seleccionados se trataron con 0,2 % o 0,4 % de Composición A por aspersión foliar, riego del suelo o ambos, antes o después de la inoculación con Foc R4T:

- Se trataron 100 mutantes 2 días antes de la inoculación.

- Se trataron 100 mutantes 4 días después de la inoculación.

La inoculación se realizó con esporas de una mezcla de varios grupos de compatibilidad vegetativa (CVG) de Foc R4T. Dado que el cultivar de banano "Gal" es tolerante a Foc R4T, la inoculación es masiva y se realiza tanto en aspersión como en el suelo (inmersión de raíces).

Después de la inoculación, las plantas se transfirieron a un invernadero y se evaluaron los síntomas de marchitamiento a las 3-6 semanas después de la inoculación.

Los resultados presentados en la Tabla 3 demuestran que ninguna de las plantas de banano tratadas en el invernadero con la Composición A mostró síntomas de marchitamiento, mientras que el 40 % -70 % de las plantas no tratadas exhibieron síntomas de la enfermedad. Todos los tratamientos de Composición A dieron como resultado un control completo de Foc R4T. En la siguiente Tabla, los términos "pre" y "post" se refieren a la aplicación de la Composición A antes o después de la inoculación con Foc R4T, respectivamente.

Tabla 3: Efecto de la Composición A sobre la incidencia de la enfermedad del marchitamiento por Foc R4T (%) en plantas de banano cultivadas en invernadero.

Tratamiento de Composición A	Número de Planta	Inoculación R4T	% de plantas infectadas
Irrigación 0,2 %	10	no	0 %

Tratamiento de Composición A	Número de Planta	Inoculación R4T	% de plantas infectadas
Pulverización 0,2 %	11	no	0 %
Irrigación + pulverización 0,2 %	11	no	0 %
Irrigación 0,4 %	10	no	0 %
Pulverización 0,4 %	11	no	0 %
Irrigación + pulverización 0,4 %	11	no	0 %
Control – sin tratamiento	10	sí	50 %
Control – sin tratamiento	10	sí	70 %
Control – sin tratamiento	10	sí	40 %
Pulverización – 0,4 % - Pre	8	sí	0 %
Pulverización – 0,4 % - Post	8	sí	0 %
Irrigación + pulverización – 0,4 % - Pre	8	sí	0 %
Irrigación + pulverización – 0,4 % - Post	8	sí	0 %
Irrigación – 0,4 % - Pre	8	sí	0 %
Irrigación – 0,4 % - Post	8	sí	0 %
Irrigación + pulverización – 0,2 % - Pre	8	sí	0 %
Irrigación + pulverización – 0,2 % - Post	8	sí	0 %
Pulverización – 0,2 % - Pre	8	sí	0 %
Pulverización – 0,2 % - Post	8	sí	0 %
Irrigación – 0,2 % - Pre	8	sí	0 %
Irrigación – 0,2 % - Post	8	sí	0 %

Después de la confirmación de que el tratamiento con Composición A previene la infección por el patógeno, las plantas de banano se enviaron a Filipinas y se plantaron en un área de “punto caliente”, donde el suelo está contaminado con Foc R4T. Las plantas se trataron con la Composición A antes de la siembra y se evaluaron los síntomas de la enfermedad del marchitamiento.