

EFECTO DE PRÁCTICAS ECOLÓGICAS SOBRE LA POBLACIÓN DE *Ralstonia solanacearum* Smith, CAUSANTE DE MOKO DE PLÁTANO

Adriana Arenas¹, Diana López¹, Elizabeth Álvarez², Germán Llano² y Jhon Loke²

¹Universidad del Valle, A.A 25360 Cali, Colombia, ²Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. A.A 6713 Cali, Colombia
Correos electrónicos: adrianaarenas@terra.com.co; dianalopez30@terra.com.co; ealvarez@cgiar.org; gllano@cgiar.org; jloke@cgiar.org

RESUMEN

Se inoculó suelo estéril de Montenegro (Quindío, Colombia), con *Ralstonia solanacearum* Raza 2, bacteria causante de Moko de plátano, bajo condiciones de invernadero, para evaluar el efecto de prácticas no contaminantes alternativas al formol, sobre la población de esta bacteria. En un arreglo de bloques completos al azar, con cinco repeticiones, se probaron los siguientes tratamientos: incorporación de "marigold" o flor de muerto, *Tagetes patula* (1 Kg/m²), incorporación de calfos (0,5 Kg/m²), fertilizante Fulvan® líquido (20 L/m²) y lixiviado de compostaje de plátano (2,7 L/m²), los cuales se compararon con formol 20% (9,3 L/m²). Como controles se utilizó suelo inoculado y estéril, sin tratamiento. La unidad experimental consistió en dos materos con 250 mL de suelo. La población bacteriana se evaluó semanalmente durante 51 días después del tratamiento. Mediante la incorporación de marigold se logró reducir en 84,7 % la población de bacteria, mientras que formol la redujo 100 %, siendo esta diferencia no significativa (DMS $\alpha=5$ %). Además se lograron reducciones de 58,2 %, 50,80 % y 31,6 % con Fulvan®, calfos y lixiviado, respectivamente. Veinte días después de aplicados los tratamientos, marigold y Fulvan® fueron los más efectivos reduciendo la población hasta 80 % y 90 %, respectivamente. El calfos, por su baja solubilidad, tomó 20 días para actuar sobre la bacteria. Los resultados permitieron concluir que hay alternativas ecológicamente seguras y eficientes, para reducir la población del patógeno en el suelo.

Palabras claves: Ecológica, compost, frutas, agricultura biológica

SUMMARY

Sterile soil of Montenegro (Quindío, Colombia) was inoculated with the bacterium *Ralstonia solanacearum* Race 2, causal agent of Moko or banana bacterial wilt in plantain, under greenhouse conditions to evaluate the effect of alternative non-polluting products other than formol on the population of this bacterium. The following treatments were evaluated in a random complete block design, with five replications, and results were compared with those obtained with the formol 20% treatment (9.3 L/m²): incorporation of marigold (*Tagetes patula*) at 1 kg/m²; incorporation of calfos (0.5 kg/m²); Fulvan® liquid fertilizer (20 L/m²); and plantain compost lixivate (2.7 L/m²). Non-treated inoculated and sterile soil was used as controls. The experimental unit consisted of two pots with 250 mL of soil. After treatment, the bacterial population was evaluated weekly over a period of 51 days. The population of the bacterium was reduced by 84,7 % by incorporating marigold as compared with 100 % with the application of formol; this difference, however, was non-significant (DMS $\alpha=5$ %). Reductions of 58.2 %, 50.8 %, and 31.6 % were also achieved with the application of Fulvan®, calfos, and lixiviate, respectively. Marigold and Fulvan® were the most effective treatments, 20 days after application, reducing the bacterial population 80 % and 90%, respectively. Because its low solubility, calfos took 20 days to act on the bacterium. Based on the results, it concludes that there are safe and efficient ecological alternatives to reduce the population of this pathogen in the soil.

Keywords: Ecological practices, compost, fruits

INTRODUCCIÓN

El plátano es una de las frutas tropicales más importantes a nivel mundial ya que es alimento básico para millones de personas de escasos recursos y recientemente se ha convertido en producto de exportación a gran escala (Cuello *et al.*, 2004).

En Colombia se siembran aproximadamente 450.000 hectáreas de plátano (Fedeplátano, 2004) que generan una producción de más de 2,5 millones de toneladas anuales, constituyéndose en la mayoría de las regiones, como fuente básica de carbohidratos para los sectores más deprimidos de la población. Tiene una participación en el producto interno bruto agropecuario del orden del 3,4 % y el consumo per capita es de 160 Kg/persona/año en las zonas rurales y de 64 y 32 Kg/persona/año en las zonas urbanas cafetera y urbana nacional, respectivamente (Cuello *et al.*, 2004).

La productividad puede ser afectada por factores bióticos que inciden en el cultivo de la zona tropical y subtropical, entre los que se encuentran las bacterias fitopatógenas como

Ralstonia solanacearum (Smith) Yabuuchi *et al.*, agente causante de la enfermedad del Moko produciendo síntomas como marchitez. Contrario a lo que ocurre con otras enfermedades que afectan al cultivo, el Moko destruye el racimo completamente e impide que la planta cumpla con su ciclo vegetativo (Martínez y García, 2004).

Su transmisión se puede hacer por múltiples formas como son: insectos (este fue el principal medio que causó la desaparición del cultivar "topocho" en los Llanos Orientales), herramienta contaminada, corrientes de agua contaminadas por la bacteria y por medio de colinos provenientes de plantas afectadas, así como los animales domésticos y el hombre (Martínez y García, 2004).

R. solanacearum persiste en muchos suelos, en diferentes cultivos y bajo diversas condiciones de manejo. La sobrevivencia de la bacteria varía de 2 a 10 años en suelos de barbecho, mientras que en otros suelos, la población declina rápidamente a pesar de la presencia de cultivos susceptibles (Martins, 2000). La bacteria puede sobrevivir en la rizosfera de muchas malezas, permitiendo la

multiplicación del patógeno y su sobrevivencia, aunque el cultivo hospedero esté ausente (Martins, 2000).

Esta enfermedad del moko es el problema bacterial más importante en el cultivo de plátano a nivel nacional, afectando 800 hectáreas en Urabá, 600 ha en Meta, 450 ha en Magdalena Medio, 102 ha en Quindío y grandes extensiones en Caquetá y Tolima (Fedeplátano, 2004). En el departamento del Quindío la enfermedad del Moko ocasiona pérdidas del cultivo hasta de un 100 % y pérdidas anuales de 619 millones de pesos (Vargas, 2003).

El principal método de control de la enfermedad es la exclusión, o sea, evitar que la enfermedad entre a la plantación por cualquiera de los métodos de transmisión. En caso de que la enfermedad se presente en una plantación surge la necesidad de erradicar las plantas afectadas por métodos químicos (Martínez y García, 2004). El ICA recomienda actualmente la incorporación de formol al suelo en el esquema de erradicación del Moko.

El Fulvan® líquido, fabricado por Bio-green (Carrera 16 No. 31-44 Palmira, Colombia), es un abono orgánico 100 % soluble de origen natural, libre de patógenos, semillas e impurezas. Por su alto contenido de electrolitos (solución o sustancia disuelta que consta de varios químicos que pueden llevar cargas eléctricas, sodio, calcio, potasio, cloro, magnesio y bicarbonato) ejerce una acción floculante, ayudando a mejorar la aireación, porosidad y la textura de los suelos, aumentando la actividad microbiana. Gracias a su concentración de ácidos fúlvicos favorece la capacidad de intercambio catiónico mejorando la absorción de los nutrientes en los cultivos. Su forma de aplicación puede ser tanto foliar como edáfica.

Calfos es un subproducto de la industria del acero y desinfectante de suelo. Contiene fósforo, magnesio y carbonato de calcio. Es adecuado para suelos ácidos deficientes en fósforo, como corrector de pH del mismo (Villa, 2004). Trabajos realizados por Michel *et al* (1997) en Taiwan, reportan el efecto de urea y óxido de calcio en suelo afectado por *R. solanacearum* con una reducción significativa ($P < 0,001$) de la población del patógeno y de la marchitez bacteriana en tomate. Debido a que la urea por sí sola no tiene efectos sobre la sobrevivencia de la bacteria, en presencia de óxido de calcio es probable que genere sustancias tóxicas durante la transformación de la misma. CIAT (2002) evaluó el empleo de 24 productos (químicos, biopesticidas, fertilizantes foliares y ecológicos) para el control de *R. solanacearum*, determinando que formol, calfos, ácido fosfórico (35 %), jugo de limón y Kocide 101® fueron los más eficientes y que el calfos y el jugo de limón resultan ser las mejores opciones ecológicas.

El lixiviado de compost de plátano es un líquido resultante del proceso de compostaje de raquis de plátano que posee macromoléculas con estructuras muy complejas y químicamente muy estables. Recientemente Alvarez *et al* (2001) usaron este producto no contaminante como controlador de mildew polvoso en la rosa, enfermedad causada por *Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*. Se determinó que el lixiviado de plátano al 5 % es el que mejor controla la enfermedad ya que reduce en mayor proporción la esporulación del hongo y el área de las lesiones, superando a los fungicidas químicos utilizados por la agricultura en el control de la enfermedad.

El lixiviado de plátano está compuesto por una mezcla de sustancias no húmicas (azúcar, aminoácidos, polisacáridos, proteínas) y sustancias húmicas que son mezcla de distintos complejos macromoleculares, involucra la acción de los microorganismos encargados de realizar la descomposición microbiana de los tejidos orgánicos, así como una serie de reacciones químicas que llevan a cabo la transformación de la materia orgánica (Proyecto Residuos Rosario, 2001).

La planta conocida como Marigold o flor de muerto, *Tagetes patula*, contiene alcaloi-

des, piretrinas y ácido tánico, tiofenos que son derivados sulfurados letales contra bacterias comunes como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*, así como contra algunos hongos en cultivos de tomate, cítricos, manzano, banano, plátano, flores, etc (Hernández, 2004).

En agricultura ecológica, se siembra *T. patula* en torno a las hortalizas, como barrera para alejar ciertas plagas, por ser una planta que repele los parásitos (Hernández, 2004). El *T. patula* es útil para controlar nemátodos en áreas hortícolas y florícolas afectadas por ese tipo de plagas (Serrato, 2004).

Investigaciones previas han incluido el uso de productos no contaminantes en el desarrollo de estrategias para el manejo de enfermedades, como la reportada por Gómez y Zavaleta (2001) en la que se emplea *Tagetes erecta* en asociación con otros cultivos para proporcionar protección a la planta de daños por plagas y enfermedades debido a sus propiedades antagonistas contra fitopatógenos.

De igual manera el trabajo publicado por Macedo *et al* (1997), demuestra el efecto larvicida que poseen extractos de plantas de la familia Asteraceae. Los autores reportan que el extracto de *Tagetes minuta* fue altamente efectivo, al igual que el extracto de *Eclipsa paniculata* acabando con el 90 % de la población a una concentración de 17,2 mg/L. Otras Asteraceae como *Tagetes patula* y *Vernonia ammobilia* fueron menos efectivas eliminando un poco más del 50 % de las larvas sólo en las dosis más altas.

En estudios para el control de *R. solanacearum* en tomate (Pradhanang *et al*, 2003), se demuestra que los aceites esenciales de plantas medicinales cumplen un importante papel en la biofumigación de la bacteria. Timol, extracto de palmarrosa y de limoncillo, fueron los tratamientos que redujeron en mayor proporción la población bacteriana; además semillas de tomates transplantadas en suelo y tratadas con estos productos resultaron libres de bacteria y, 100 % de las plantas tratadas con timol no presentaron *R. solanacearum*.

Teniendo en cuenta que el formol es altamente tóxico, el presente trabajo pretende identificar un producto ecológico eficiente, seguro y económico para el control de *R. solanacearum* raza 2 en suelo afectado por la bacteria, por lo que en esta investigación se evaluaron cuatro tratamientos no contaminantes: *T. patula*, lixiviado de plátano, calfos y Fulvan® líquido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cultivo bacterial

Se obtuvo un aislamiento de *Ralstonia solanacearum* a partir de suelo de un cultivo de plátano establecido en el municipio de Jamundí (Valle del Cauca), afectado por esta bacteria. Se mezclaron mediante vórtex, 3,3 g de suelo en 30 mL de Buffer TE (10 mM de

trizma base-HCl y 1 mM de EDTA) a pH 7,6. A partir de esta solución, se hicieron diluciones desde 10^{-1} hasta 10^{-5} . De cada dilución se distribuyeron 100 μ l en cajas de Petri con medio semiselectivo SMSA que contiene por litro de medio: 10 g de bactopectona, 5 mL de glicerol, 1 g de casaminoácidos, 18 g de bactoagar, y antibióticos, 26 mg (150U) de bacitracina, 100 mg (600.000U) de polimixina-B sulfato, 5 mg cloranfenicol, 0,5 mg (82,5U) de penicilina, 5 mg de cristal violeta, 50 mg 2,3,5, cloro trifeniltetrazolio, de acuerdo a Granada y Sequeira, Englebrecht, Elphinstone *et al* (Martins, 2000).

Preparación del inóculo

El aislamiento de *R. solanacearum*, crecido en agar nutritivo, durante 48 horas a 28°C, se utilizó para la inoculación de suelo obtenido de Montenegro (Quindío), previamente esterilizado, contenido en potes plásticos en invernadero. Se preparó una suspensión bacteriana en agua destilada estéril, con una absorbancia de 0,3 a 600 nm (6×10^9 UFC/mL).

Inoculación del suelo

El experimento se realizó en un invernadero de vidrio de la estación experimental del Centro Internacional de Agricultura tropical (CIAT), ubicado en Palmira (Valle del Cauca). Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con 5 repeticiones y una unidad experimental de 2 potes con 250 mL de suelo, cada uno. Cada pote se inoculó con 30 mL de la suspensión bacteriana preparada previamente. Siete días después de inoculado el suelo, se tomaron muestras de 5 g de cada pote, para determinar la población de *R. solanacearum* presente en el mismo.

Tratamientos

Se incorporaron al suelo los siguientes tratamientos, 21 días después de la inoculación, en las cantidades indicadas: 0,5 Kg/m² de calfos, 2,7 L/m² de lixiviado de plátano, 20 L/m² de Fulvan® líquido, 1 Kg/m² de *T. patula*, y los controles formol al 20 % (9,3 L/m²) y suelos inoculado y estéril, sin tratamiento. Cada uno de los potes con suelo se regó con 30 mL de agua estéril cada dos días, desde la primera semana hasta el final del experimento. El tratamiento con formol se cubrió con plástico, para simular la práctica que realizan los agricultores en el campo, según estrategia de control propuesta por el ICA.

Al momento de aplicar los tratamientos y cada siete días, se tomó una muestra de suelo de los dos potes de cada unidad experimental, durante 51 días, para determinar la cantidad de *R. solanacearum* presente en el suelo.

Detección y cuantificación de *R. solanacearum* en suelo

De cada pote se tomó una muestra de 7 g de

suelo y se llevó al laboratorio. Se diluyeron 3,3g de suelo en 30 mL de Buffer TE a pH 7,6, denominándose solución madre (10 % de suelo). La homogenización de la solución se realizó mediante vórtex. A partir de la solución madre se prepararon diluciones 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} para cada tratamiento, en tubos de ensayo, utilizando buffer TE y mezclando con vórtex. Se sembraron 100 μ L de cada dilución (10^{-2} y 10^{-3}) con dos repeticiones, en cajas de petri en medio semiselectivo SMSA. Las cajas de petri se incubaron a 28°C y siete días después se evaluó la población de *R. solanacearum* (unidades formadoras de colonia, UFC/g de suelo), las cuales son rojizas, mucoides y de borde irregular (Figura 1). También se contaron otros tipos de colonia diferentes y levaduras presentes. Antes de aplicar los tratamientos, se comprobó dos veces, con espacio de 7 días, que la bacteria estuviera presente en el suelo, y que el control negativo estuviera estéril.

Análisis estadístico

Con base a la cantidad de colonias por caja de petri, se determinó el número de colonias por gramo de suelo, multiplicando las colonias por 100.909, factor para calcular la población bacteriana por gramo de suelo, a partir de la dilución de 10^{-3} . Mediante el paquete estadístico Statistix 8.0, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar el efecto de los diferentes productos descritos, sobre la población bacteriana. Se hizo una transformación de datos con $\ln(x + 1)^{1/2}$, para reducir varianza, según lo recomiendan Gómez y Gómez (1984). Las medias fueron comparadas usando la prueba de comparación múltiple mediante Diferencia Mínima Significativa (DMS), con un nivel de significancia del 5 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados, se determinó que *T. patula* fue el mejor tratamiento, al reducir en 84,7 % la población de *R. solanacearum* en suelo, bajo condiciones de invernadero, por lo que fue el tratamiento más efectivo después del formol (100 %), seguido de Fulvan® líquido (58,2 %), calfos (50,8 %) y lixiviado de plátano (31,6 %). Siete días después de aplicado, *T. patula* redujo en un 25 % la población bacteriana y continuó reduciéndola hasta alcanzar un 80 % a los 20 días de aplicados los tratamientos (Tabla 1). A los 28 días aumentó ligeramente la población, manteniendo su efecto hasta finalizar el ensayo (Figura 2). Las diferencias con respecto al formol fueron significativas al 5 %, excepto a los 20 y 51 días de aplicados los tratamientos, mientras que se observaron diferencias significativas con el control, excepto a los 51 días.

El efecto de *T. patula* sobre la bacterias fue reportado por Hernández (2004). Los componentes químicos y orgánicos de *T. patula*, tales como alcaloides, ácido tánico,

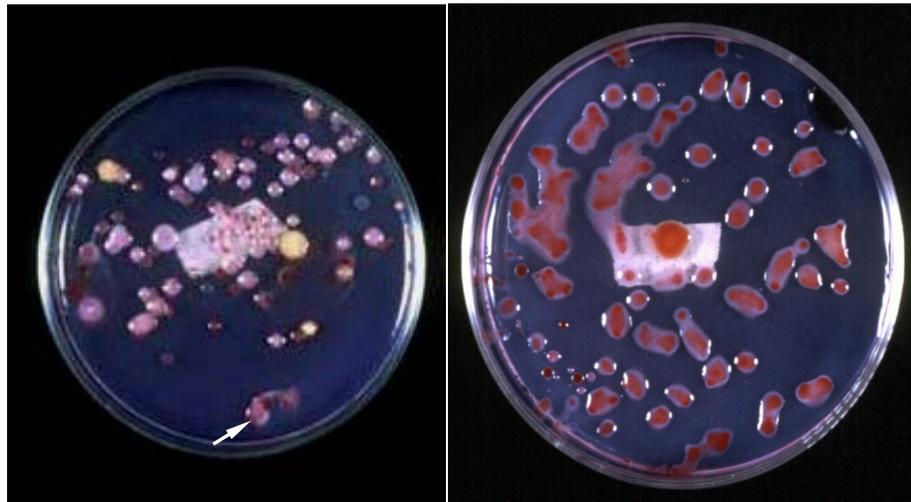


Figura 1. Figura 1. A. Identificación de colonias características de *Ralstonia solanacearum* Raza 2, en un cultivo de suelo en medio semiselectivo SMSA. B Cultivo puro de *R. solanacearum*; nótese la morfología característica de las colonias.

flavonoides, podrían inhibir la bacteria (Siama-zonia, 2003), así como su contenido de isótopos del tiofeno, derivados del azufre, los cuales han mostrado ser letales para bacterias, levaduras, hongos y nemátodos (Del Monte, 1998). Además posee piretrinas que al igual que el tiofeno son sustancias vegetales responsables de los efectos contra insectos (Serrato, 2004).

El Fulvan® líquido redujo la población en 55,4 % siete días después de aplicado, y en 90 % a los 20 días, comportándose similar al formol y mostrando diferencias significativas con el control. A los 35 días alcanzó una reducción de la población bacteriana de 73,6 %, valor significativamente diferente al formol y al control sin tratamiento, que empezó a mostrar reducción natural de la bacteria a partir de esta época del ensayo. A los 51 días de aplicado, el Fulvan® mostró una reducción de 58,2 %, que no fue significativa, comparado con el testigo, cuya población se redujo sensiblemente hacia el final del ensayo (Tabla 1, Figura 2). El efecto del Fulvan®

sobre la población de *R. solanacearum*, puede deberse a la concentración de ácidos fúlvicos, como también por su acción preventiva ante enfermedades (Emprendimiento Organifort®, 2002). Otro efecto puede deberse a su carga bacteriana y fúngica que compite con *R. solanacearum* por espacio y nutrientes.

El lixiviado de plátano, aunque permitió un leve aumento de la población bacteriana a los 14 días de aplicado (Figura 2), permitió reducir la población en 23,8 % a los 20 días después de aplicado, manteniéndose relativamente constante hasta alcanzar 31,6 % de reducción a los 51 días de aplicado (Tabla 1). Las diferencias con formol y el control sin tratamiento, fueron significativas. El efecto del lixiviado de plátano probablemente se debe a que posee taninos, los cuales tienen acción antimicrobiana (Hernández *et al*, 2003). Los mecanismos sugeridos para explicar la actividad de los lixiviados son la inducción de resistencia y la inhibición directa del patógeno (Álvarez *et al*, 2001). Datos sin publicar mostraron inhibición in vitro de *R.*

Tabla 1. Porcentaje de variación de la población de *Ralstonia solanacearum* raza 2, presente en suelo, con respecto a la inicial (millones de UFC/g de suelo), durante 51 días después de la incorporación de productos ecológicos alternativos al formol, bajo condiciones de invernadero

Tratamientos	Tiempo (días) después de aplicados los tratamientos						
	0 ^a	7	14	20	28	35	51
	Millones UFC/g de suelo	% de variación ^b					
Calfos	1,36	144,20	51,80	-56,00	-12,40	-38,80	-50,80
Fulvan	2,27	-55,40	-54,80	-90,00	6,20	-73,60	-58,20
Formol	2,12	-100,00	-99,40	-100,00	-100,00	-100,00	-100,00
Lixiviado	2,17	-20,80	5,20	-23,80	-29,60	-24,60	-31,60
<i>T. patula</i>	4,24	-25,00	-34,00	-80,00	-62,80	-73,20	-84,70
Control	2,48	-49,80	48,40	14,20	28,40	-17,00	-72,40
DMS $\alpha=5\%$ ^c	2,88	23,60	30,43	46,95	24,44	22,49	33,52

^a La población al día 0 (aplicación de tratamientos), corresponde a la alcanzada por la bacteria 21 días después de inocular el suelo. ^b Los valores negativos indican reducción de la población de bacteria. ^c Se hizo transformación $\ln(x + 1)^{1/2}$

solanacearum e inducción de resistencia de plátano a esta misma bacteria, utilizando lixiviado de compost de plátano (Álvarez y Llano, 2005).

Siete días después de aplicado el calfos, la población bacteriana aumentó en 144,2 %, pero se redujo 20 días después de su aplicación, hasta 56 % de la población original, mostrando diferencias significativas con el control sin tratamiento. A los 51 días alcanzó una reducción de 50,8 %, diferencia significativa con respecto al formol (Tabla 1). Debido a que calfos es un corrector de acidez, de lenta solubilidad, probablemente se observó su efecto sólo a partir de los 20 días y por el contrario, durante las dos primeras semanas después de su aplicación, aumentó sensiblemente la población bacteriana (Figura 2). El aumento de pH a causa del calfos, pudo influir negativamente sobre la población de bacteria, efecto que se pudo comprobar mediante la medición de pH y una correlación de $-0,4$ con la población bacteriana. También es probable que el fósforo que contiene el calfos, tenga algún efecto, según reporte de CIAT (2002).

En el control sin aplicación de tratamiento, la población bacteriana aumentó hasta 49 días después de inoculación (28 días después de aplicar tratamientos), y se redujo en 17 % a los 56 días de inoculación y en 72,4 %, al final del ensayo. Por su parte, el control estéril se mantuvo sin bacteria. Esta reducción en suelo libre de plantas hospedadoras, se corrobora mediante reportes de Granada y Sequeira (Martins, 2000), los cuales indican que *R. solanacearum* raza 1 se redujo gradualmente en el suelo, en la rizosfera de arroz y maíz, mientras que aumentó en *Portulaca oleracea*. Estos investigadores también mencionaron que en algunos ensayos de suelos artificialmente inoculados, la bacteria se reduce rápidamente.

El formol redujo la población de *R. solanacearum* en 100 %, desde los 7 días de aplicado, debido a sus componentes altamente tóxicos como formaldehído, metanal, formalina, que son efectivos contra virus, bacterias, hongos y esporas de hongos (Gimeno y Martins, 2004). Sin embargo no se recomienda su uso, debido a los problemas de contaminación ambiental, que han reducido la biodiversidad de los agroecosistemas, causando la inestabilidad de los mismos, la cual se manifiesta, entre otros efectos nocivos, en una mayor incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos (Mejía, 2000). Sin embargo, dosis más bajas, aplicadas en forma localizada, podrían reducir su impacto negativo.

Debido a que *R. solanacearum* se halla probablemente asociada a un tipo de levadura, se pretendió determinar si ésta inhibió *R. solanacearum* al competir por espacio o nutrientes, para lo cual se realizó una correlación lineal entre ambos microorganismos, obteniéndose una correlación positiva ($r = 0,75$), determinándose que no se presentó

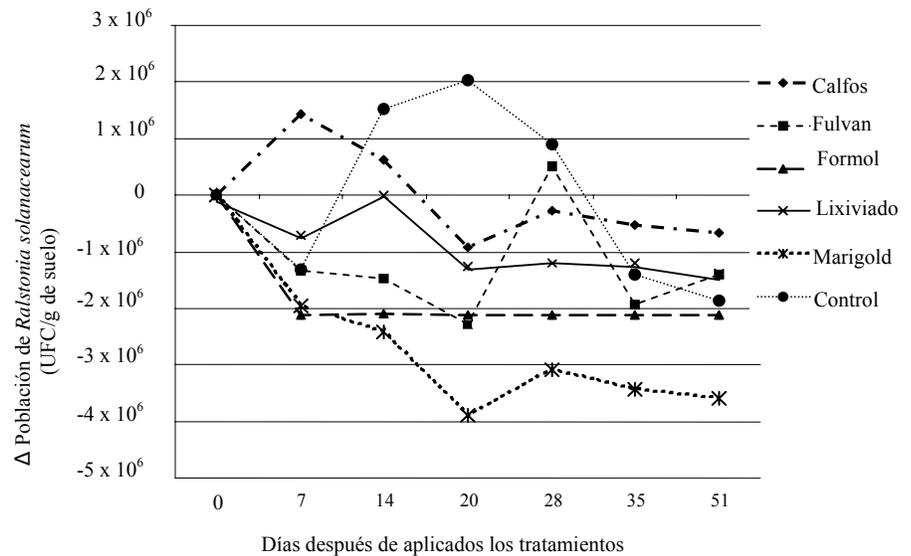


Figura 2. Cambio (Δ) en la población de *R. solanacearum* raza 2 en suelo a través del tiempo, con respecto a la población al momento de aplicación de diferentes tratamientos. El cero equivale a la cantidad inicial, al momento de aplicar los tratamientos.

efecto supresor de la levadura sobre *R. solanacearum*.

La aplicación de productos orgánicos o minerales no contaminantes, como *T. patula*, lixiviado de plátano, calfos y Fulvan® para el control de *R. solanacearum*, además de no perturbar el equilibrio ecológico, es una poderosa alternativa al uso de productos químicos convencionales como el formol.

Los resultados del presente trabajo, motivan a continuar la investigación en el control de la bacteria *R. solanacearum*, por lo que se recomienda probar diferentes formas de utilización de *T. patula* desde las raíces hasta las flores, como extracto, cultivo asociado y abono verde.

Igualmente se recomienda combinar productos para lograr mayor efectividad en el control de la población de *R. solanacearum* como por ejemplo calfos con *T. patula* y lixiviado de plátano. Por último, se recomienda evaluar la efectividad de los tratamientos en condiciones de campo y determinar el efecto de los mismos sobre la microflora del suelo.

CONCLUSIONES

- Hay alternativas ecológicas efectivas, diferentes al formol, como *T. patula*, calfos y Fulvan®, para reducir la población de *R. solanacearum* en el suelo.
- *T. patula* fue el mejor tratamiento, alternativo al formol, en la reducción de la población de *R. solanacearum* en el suelo.
- El Formol redujo la población bacteriana en un 100 % después de su aplicación, pero es tóxico y dañino para la salud humana, además de contribuir al desequilibrio ecológico.
- El Fulvan® líquido redujo efectivamente la población bacteriana hasta 51 días después de aplicado al suelo.

- El Calfos tardó 20 días después de su aplicación en reducir la población de *R. solanacearum*.
- El lixiviado de plátano, aunque redujo la población bacteriana desde su aplicación, fue el menos efectivo.
- No se observó reducción de *R. solanacearum* a causa de las levaduras presentes en el suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, E. C., Grajales, C. L., Villegas, J. M. y Loke, J. 2001. Control del Mildew Polvoso (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) en Rosa (*Rosa* sp.), usando un Lixiviado de Compost del Raquis de Plátano (Musa AAB). *Asocoflores*. 62:41-47.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2002. Annual Report 2002. Project PE-1. Integrated pest and disease management in major agroecosystems. Cassava and tropical fruit pathology. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. P. 163-165.
- Cuello, J. C., Sierra, O. D y Torregroza, G. 2004. Importancia de la semilla en la producción de plátano. *Corpoica regional dos*. http://turipana.org.co/produccion_platano.html. Consultado Enero, 2005.
- Del Monte, J. 1998. Plantas medicinales. <http://www.ccu.umich.mx/museo/hist-natural/botanica/plantas-medicinal/compo.html>. Consultado Junio, 2004.
- Emprendimiento Organifort®. 2002. Importancia Ecológica de la aplicación de ácidos húmicos. <http://usuarios.lycos.es/teyu/aplicaciones.htm>. Consultado Junio, 2004.
- Gimeno, A. y Martins, M. 2004. Problemas de Micosis y Micotoxicosis en Pollos.

- www.mycotoxin.com. Consultada Enero, 2005.
- Gómez, K. y Gómez, A. 1984. Statistical procedure for agricultural research. 2nd edition. John Wille and sons. Toronto, Canada. Pp 298-308.
- Gómez, O. R y Zavaleta, E. M. 2001. La Asociación de Cultivos una Estrategia más para el Manejo de Enfermedades, en Particular con *Tagetes* spp. Rev. Mexicana de Fitopat. 19(1):94-99.
- Hernández, M.; García, L.; Rojo, D y Olivares, D. 2003. Almendro de la india: potencial biológico valioso. Rev. Cubana Invest Biomed 22(1): 41-47.
- Hernández, J. 2004. Una flor de los muertos para los vivos. <http://www.tulum.cc/solsticio/solsticio.cfm?ContenidoID=121&Impresion=3>. Consultada Junio, 2004.
- Macedo, M., Consoli, R y Grande, T. 1997. Screening of Asteraceae (Compositaceae) Plant extracts for larvicidal activity against *Aedes fluviatilis* (Diptera: Culicidae). Mem. Inst, Oswaldo Cruz. 92 (4):565-570
- Martínez, A. G y García, F. R. 2004. Manejo de la enfermedad del Moko o ereke en el cultivo del plátano para la Orinoquía colombiana. Corpoica regional dos. http://turipana.org.co/manejo_enfermedad_moko.htm Consultada Julio, 2004.
- Martins, O. M. 2000. Polymerase chain reaction in the diagnosis of bacterial wilt, caused by *Ralstonia solanacearum* (SMITH). Cuvillier Verlag Guttingen. Alemania. Pg 8, 54-56, 65-66.
- Mejía, E. Z. 2000. Alternativas de manejo de las enfermedades de las plantas <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art201-207.pdf> . Consultada Enero, 2005.
- Michel, V. V., Wang, J. F., Midmore, D. J y Hartman, G.L. 1997. Effects of intercropping and soil amendment with urea and calcium oxide on the incidence of bacterial wilt of tomato and survival of soil-borne *Pseudomonas solanacearum* in Taiwan. Plant. Patol. 46: 600-610
- Pradhanang, P.M.; Mogol, M.T.; Olson, S.M y Jones, J.B. 2003. Effects of plant essential oils on *Ralstonia solanacearum* population density and bacterial wilt incidence in tomato. Plant. Dis. 87 (4): 423-427.
- Proyecto Residuos Rosario. 2001. De Residuos Verdes a Compost, manual para el compostaje de residuos vegetales. http://www.foro-z.com/cms/download/Resid_Verd2.pdf. Consultada Enero, 2005.
- Siamazonia. 2003. ROSA SISA, Cultivo de las Plantas Medicinales. http://www.siamazonia.org.pe/Publicaciones/2003/Enero/plantas_medicinales/rosasisa.htm. Consultada Enero, 2005.
- Serrato, M. 2004. Cempoalxóchilt, diversidad biológica y usos <http://www.conacyt.mx/comunicacion/cyd/179/articulos/pdf/Cempoalxochit.pdf>. Consultada Mayo, 2004.
- Vargas, J. E. 2003. Introducción general sobre la enfermedad el Moko en plátano. En: Memorias curso sobre el manejo integrado de la enfermedad del Moko en plátano. CIAT, Cali, 9-13 de Junio de 2003. P 3-5.
- Villa, C. 2004. Glosario hortofrutícola. http://www.almercadocentral.com.ar/fh_diccionario_frutihort.html. Consultada Mayo, 2004.