Rev. Agricultura Tropical Vol. 5 No. 1:56-60, enero-junio, 2019
eISSN: 2517-9292, RNPS: 2397

SUSCEPTIBILIDAD DE *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* CAUSANTE DEL MAL DE PANAMÁ EN PLÁTANO MANZANO (*Musa* sp., ABB) A ACEITES ESENCIALES

Marisol OltehuaVazquez[1], Luciano Martínez-Bolaños[2*], Gonzalo Ortiz-Gil[2], Misael Martínez-Bolaños[3], Mario Orozco-Santos[3] y Gilberto Manzo-Sánchez[4].

[1]Universidad Autónoma Chapingo. URUSSE. CIAEZT. Academia: Recursos Fitogenéticos. Fitosanidad Tropical. O.T. Ornamentales Tropicales. Teapa, Tabasco, México. C.P. 86800.

[2]Universidad Autónoma Chapingo. URUSSE. Academia de Recursos Fitogenéticos. Fitosanidad Tropical. Puyacatengo, Teapa, Tabasco, México. C.P. 86800.

[3]Investigador. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP- México).
[4]Profesor Investigador. Universidad de Colima. FCBA.

**Autor para la correspondencia: lucianomtzb@yahoo.com.mx.*

INTRODUCCIÓN

El marchitamiento por *Fusarium* del banano (también llamado enfermedad de Panamá o mal de Panamá), es causado por el hifomiceto transmitido en el suelo, *Fusarium oxysporum* f. sp*. cubense* (FOC). A nivel mundial, el marchitamiento por *Fusarium* es una de las principales enfermedades que afectan a las *Musaceas* (Ploetz 2000; Stove 1962) en especial a los plátanos y bananos.

El principal efecto que causa FOC en las plantas, es derivado del bloqueo del sistema vascular, lo cual afecta la absorción y translocación de agua y nutrimentos, e induce la muerte a las plantas. La diseminación de este patógeno representa una amenaza muy seria, puesto que más del 80 % de los bananos y plátanos que se producen en el mundo son susceptibles (FAO, 2009).

El mal de Panamá se ha distribuido por gran parte del mundo, principalmente en los países tropicales y subtropicales; como América central y el caribe, muchos lugares de Mauritania, Malí, Niger, Egipto, Etiopia, Australia, China, India, Indonesia, entre otros.

En México se han informado dos razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* las cuales se encuentras identificadas en varios estados del país, como: Nayarit, Veracruz, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, entre otros, sin embargo, no están presentes razas de FOC que afecten a bananos de grupo Cavendish.

En la actualidad se han creado planes de contingencia que proporcionan las bases técnicas y reglamentarias para implementar las acciones encaminadas a identificar, contener y /o manejar adecuadamente cualquier introducción de FOC que llegue a presentarse en las parcelas, sin embargo, en México, no existen estudios sobre alternativas para el manejo de FOC RT4 en caso de presentarse. Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar el uso potencial de recursos fitogenéticos tropicales, en especial, bioaceites esenciales para el manejo de FOC raza 1 aislado de plátano manzano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio. El área en donde fue realizado el experimento se encuentra en el laboratorio de recursos fitogenéticos perteneciente a la Universidad Autónoma Chapingo ubicada en San José Puyacatengo, Teapa, Tabasco al sursureste de México.

Colecta y extracción de Bioaceites esenciales. Las plantas utilizadas para la extracción de aceites esenciales fueron recolectadas en la región sur-sureste de México, en especial, en el estado de Tabasco.

Aislamiento de FOC. El aislamiento de FOC se realizó a partir de plantas de plátano manzano enfermas con Mal de Panamá o Marchites por *Fusarium*, para ello se colectarán muestras de plantas enfermas del estado de Tabasco. Estas se identificaron por presentar síntomas de amarillamiento en las hojas más viejas, e internamente, presentan decoloraciones longitudinales en el pseudotallo. El aislamiento se realizó en medio de cultivo PDA, posteriormente se procedió a la purificación del patógeno.

La purificación del patógeno consistió en cortar una pequeña porción del micelio desarrollado en el medio PDA y fue posteriormente colocado en nuevas cajas Petri con el mismo medio de cultivo. Al obtener el hongo fitopatógeno libre de cualquier bacteria se procedió a realizar la prueba de patogenicidad.

Prueba de patogenicidad. La prueba de patogenicidad consistió en inocular en una vitroplanta pequeña y sana de plátano manzano, para ello, se introdujeron las raíces en una suspensión de FOC en agua destilada. Se trataron por inmersión con una suspensión de FOC durante 10 minutos, posteriormente se trasplantaron en macetas y se mantuvieron en observación para comprobar que tenía los síntomas correspondientes al patógeno estudiado.

Extracción de aceites esenciales. La obtención de aceites esenciales se realizó con el instrumento de Clevenger, cuyo método de extracción se basa en el arrastre de vapores para separar sustancias orgánicas insolubles en agua y ligeramente volátiles, de otras no volátiles que se encuentren en la mezcla utilizada de 40 y 50 g del material vegetal con 500 y 600 mL agua destilada respectivamente, los cuales se vertieron en el mismo durante una hora. La colecta de aceite esencial se guardó en frascos color ámbar con la finalidad de que los rayos UV no degradaran la calidad del aceite, el mismo se refrigeró hasta su uso.

Desarrollo de Bioensayos *in vitro* contra FOC. El estudio de efectividad de aceites esenciales para el control de FOC se realizó bajo condiciones de laboratorio, en medio de cultivo PDA (papa dextrosa agar) utilizando 3,2 gramos con 80 mL de agua destilada, teniendo estas mezclas en un matraz de Erlenmeyer de 200 mL, posteriormente estos matraces se introdujeron en una autoclave a una temperatura de 120 °C y a una presión de 16 kPa. A continuación, y bajo condiciones de asepsia, se agregaron aceites esenciales al medio de cultivo en diferentes dosis. Los medios se inocularon con porciones pequeñas (1 cm^2) de crecimientos de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*.

Análisis estadístico. Los resultados del estudio se procesaron a través del programa Excel, y el análisis de varianza se realizó con el programa estadístico SAS (*Statistical Analysis System*) Versión 8.0. La comparación de medias para determinar la efectividad de tratamientos se realizó con la prueba Duncan (alfa = 0,05).

Finalmente, la determinación de la concentración efectiva de cada especie vegetal, en aceite vegetal, se realizó con un análisis Probit.

RESULTADOS

Prueba de patogenicidad en plantas *in vitro.* Después de 30 días de la inoculación de las plantas de plátano manzano (*Musa* sp. ABB), estas presentaron los primeros síntomas de la enfermedad.

Estudios *in vitro.* En medios PDA, el crecimiento de FOC se estuvo monitoreando por ocho días, que fue cuando el testigo obtuvo su máximo crecimiento, mientras que el crecimiento de FOC en medio PDA en conjunto con los diferentes tratamientos obtuvieron su crecimiento máximo días después, e incluso algunos tratamientos no tuvieron ningún crecimiento. Los aceites esenciales de *O. vulgare* y *P. dioca,* inhibieron el 100 % del crecimiento miceliar de *FOC* en las concentraciones de 5000, 3000,1000, 750 y 500 $\mu L.L^{-1}$ y 1000, 3000 y 5000 $\mu L.L^{-1}$ respectivamente (Figura 2); en donde la tasa de crecimiento acumulado para estas fue de 0,00 mm por día, comparado con el testigo de ambos que fueron de 2,15 y 2,42 cm por día. Sin embargo, los aceites esenciales de *E. urograndis, P. auritum* y *F. vulgare* solo inhibieron el crecimiento del hongo de manera parcial (Tabla 1).

Tabla 1. Efecto de aceites esenciales en el crecimiento miceliar de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* después de ocho días (194 horas).

	Concentración ($\mu L.L^{-1}$) / Mortalidad (%)					
Aceite esencial	**100**	**500**	**750**	**1000**	**3000**	**5000**
P. dioca	28.61hi	74.01bc	60.85de	100a	100a	100 a
E. urograndis	21.71ji	31.57ghi	28.94hi	31.57ghi	53.61def	85.52b
O. vulgare L.	34.86ghi	100a	100a	100a	100a	100a
P. auritum	2.63l	43.42gf	15.78jk	15.78jk	34.21ghi	52.63ef
F. vulgare	5.26kl	36.84gh	44.07fg	42.76fg	65.46cd	78.27b

*****Valores con la misma letra en las filas no son estadísticamente diferentes (Duncan p≤0,05).

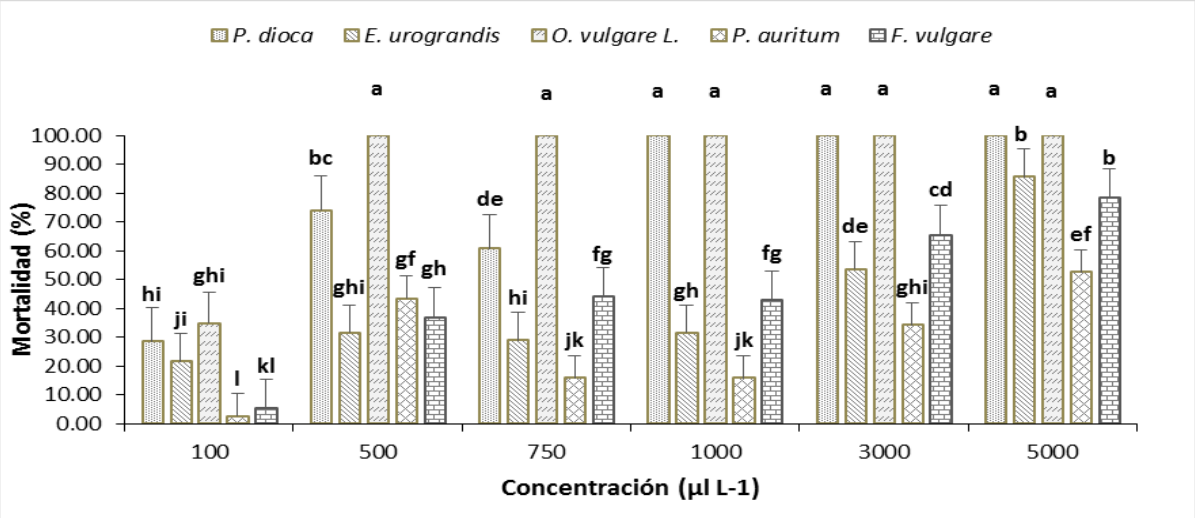


Figura 1. Efecto de aceites esenciales en el crecimiento miceliar de FOC raza 1 después de seis días de incubación.

Concentración efectiva de aceite esencial en la inhibición del crecimiento micelial de *FOC*

Tabla 2. Sensibilidad *in vitro* de *FOC raza 1* a Bioaceites esenciales.

Aceite esencial	*CE_{50} (µL.L^{-1})	**CE_{95} (µL.L^{-1})	***P>X2
P. dioica	237,1 (213,7 -260,7)	1776 (1563-2054)	0,001
E. urograndis	2860 (2629-3046)	6810 (6081-8035)	0,001
O. vulgare L.	111,1	174,1	
P. auritum	4020 (3578-4592)	24376 (13861-100917)	0,001
F. vulgare	1707 (674,9-2298)	13115 (8389- 55145)	0,001

*Concentración efectiva de CE_{50}

**Concentración efectiva de CE_{95}

***Significancia (p=0,05).

La concentración efectiva que provocó mayor sensibilidad en FOC fue de (CE_{50}) 111,1 µL.L^{-1} y la (CE_{95}) de 174,10 µL.L^{-1} con el aceite esencial de *O. vulgare* (Tabla 2). No obstante, el aceite esencial de *P. dioca* provocó un efecto significativo sensibilizando al hongo con la concentración efectiva de (CE_{50}) 237.10 µL.L^{-1} y la (CE_{95}) de 1776 µL.L^{-1}. Además, se mostró sensible en un término intermedio a los aceites de *E. urograndis* y *P. auritum* con los valores de (CE_{50}) 2860 y 4020 µL.L^{-1} y de (CE_{95}), 6810 y 13115 µL.L^{-1} respectivamente. Por otra parte, la menor sensibilidad de *FOC* a aceites esenciales se mostró con el tratamiento del aceite de *P. auritum* con una concentración efectiva (CE_{50}) de 4020 µL.L^{-1} y (CE_{95}) 24376 µL.L^{-1}.

DISCUSIÓN

Los bioaceites esenciales que mostraron mayor efecto fungicida en la inhibición del crecimiento de *FOC* fueron los extraídos de las plantas de *O. vulgare* y *P. dioica*. Los aceites lograron una inhibición del 100% en dosis de 500, 750, 1000, 3000, 5000 µL.L^{-1} y 1000, 3000 y 5000 µL.L^{-1}; sin embargo, todos los aceites mostraron un efecto fungicida a la dosis más alta pero no de manera significativa.

Los aceites esenciales son capaces de inhibir el crecimiento miceliar de *FOC*, pero no en las mismas concentraciones, por lo que los componentes de cada aceite varían de una especie a otra y dentro de los mismos géneros, y es de esa forma cómo actúan sobre el patógeno. Los aceites esenciales de *O. vulgare* y la *P. dioca* son utilizados como condimentos en diferentes platillos mexicanos, por lo anterior se tiene bien entendido que dichas plantas no causan daños al ser humano o el ambiente, al menos no de forma significativa. Por lo anterior, estos recursos fitogenéticos pueden ser parte de un programa integral para el manejo sostenible del mal de Panamá en musáceas. El uso de aceites esenciales en campo puede ser utilizado en tratamientos profilácticos en sistemas de desinfección de material propagativo, herramientas de trabajo, entre otros. O a través del establecimiento de plantaciones que permita la reincorporación de tejido vegetal a suelos dedicados al cultivo de musáceas fomentando la formación de suelos sorpresivos a FOC.

CONCLUSIÓN

Los aceites esenciales de *O. vulgare y P. dioica*, son un recurso fitogenético tropical que representan una alternativa de bajo impacto ambiental para el control de FOC raza 1 aislado de un cultivo de plátano manzano.

BIBLIOGRAFIA

CARR, C.; M. SÁNCHEZ; F. ALFARO; R. VILLALTA; J. SANDOVAL y M. GUZMÁN. 2017. Marchitez por *Fusarium* o mal de Panamá del banano y otras musáceas. Hoja Divulgativa n.°11 (enero 2017) Dirección de Investigaciones Corporación Bananera Nacional CORBANA-Sección de Fitopatología. doi: 10.13140/RG.2.2.19931.46887.

DITA, M.; M. BARQUERO; D. HECK; E.S.G. MIZUBUTI and C.P. STAVER. 2018. Fusarium wilt of banana: current knowledge on epidemiology and research needs toward sustainable disease management. Front. *PlantSci*. 9:1468. doi: 10.3389/fpls.2018.01468.

DITA, M; P. ECHEGOYÉN y M. PÉREZ. 2013. Plan de contingencia ante un brote de la raza 4 tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). San Salvador, El Salvador. 169 p.

SENASICA. 2015. Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) raza 4 Tropical (Foc R4T). Dirección General de Sanidad Vegetal-Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Cd. de México. Última fecha de actualización: Febrero, 2016. Ficha Técnica No. 2. 30 p.

VILJOEN, A. 2013. El estado actual en la investigación del mal de Panamá en África y la importancia de los Híbridos FHIA en la Seguridad Alimentaria. Congreso Internacional de Banano, Universidad EARTH, 47p.

ZHANG, H.; A. MALLIK; and R.S. ZENG. 2013. Control of Panama disease of banana by rotating and intercropping with Chinese chive (*Allium tuberosum* Rottler): role of plant volatiles. *J Chem Ecol.,* 39(2):243-52. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s10886-013-0243-x.