



SHORT COMMUNICATION

Efecto biofungicida del gel de *Aloe vera* sobre *Mycosphaerella fijiensis*, agente causal de la Sigatoka negra en *Musa* (AAA)

In vitro evaluation of the *Aloe vera* gel on *Mycosphaerella fijiensis*, causative agent of black Sigatoka disease in *Musa* (AAA)

Edwin Jaramillo Aguilar*; **Salomon Barrezueta-Unda**; **Eduardo Luna Romero**; **Sara Castillo Herrera**

Universidad Técnica de Machala, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Campus Universitario, Av. Panamericana km 5.5. Machala, El Oro, Ecuador.

Received September 23, 2016. Accepted April 19, 2017.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar a nivel *in vitro* la actividad antifúngica del gel de *Aloe vera* sobre el crecimiento micelial de *Mycosphaerella fijiensis*. Se utilizó la técnica de envenenamiento en el medio de cultivo PDA para determinar la actividad antifúngica del gel. El diseño utilizado fue completamente al azar, con siete tratamientos y tres repeticiones. En los tratamientos se utilizó un fungicida químico comercial (propiconazol), a 250 ppm y 500 ppm; un biofungicida comercial (*Trichoderma sp.*) a 500 ppm y 1000 ppm; ambos productos se usaron como testigo químico y biológico, respectivamente; el gel de *Aloe vera* a 500 ppm y 1000 ppm; y un testigo absoluto. Se determinó diferencias significativas entre los tratamientos (ANOVA), El test de Tukey demostró que todos los tratamientos registraron diferencia significativa ($p \leq 0,05$) con respecto al testigo absoluto. El propiconazol presentó el mayor porcentaje de inhibición del micelio (73,10%); el test de Tukey y el porcentaje de inhibición del micelio presentaron valores similares en el control del crecimiento del hongo a los 30 días de inoculación, en los tratamientos gel de *Aloe vera* y el T6 de *Trichoderma sp.* Los resultados sugieren que el *Aloe vera* podría ser un adecuado biofungicida para el control de *Mycosphaerella fijiensis*, agente causal de la Sigatoka negra.

Palabras clave: gel *Aloe vera*; *Mycosphaerella fijiensis*; *Musa* (AAA); propiconazol; *Trichoderma sp.*

Abstract

The aim of this study was to evaluate *in vitro* antifungal activity of *Aloe vera* gel on mycelial growth of *Mycosphaerella fijiensis*. Poisoning technique was used in PDA growth medium to for determine antifungal activity of gel. The design used was completely random, with seven treatments and three repetitions. In treatments, it was used a commercial fungicide (propiconazole), 250 ppm and 500 ppm; a commercial biofungicide (*Trichoderma sp.*) at 500 ppm and 1000 ppm; both products were used as chemical and biological control, respectively; *Aloe vera* gel 500 ppm and 1000 ppm; and an absolute control. significant differences were detected in treatments (ANOVA), Tukey test showed that all treatments registered significant difference ($p \leq 0.05$) with respect to absolute control. Propiconazole had the highest inhibition Percentage of mycelium (73.10%), The Tukey test and inhibition percentage of mycelium demonstrated similar values in the control of the fungus growth in the 30 days of the inoculation, in the *Aloe vera* gel treatments and the T6 *Trichoderma sp.* The results suggest that *Aloe vera* could be a suitable biofungicide to control *Mycosphaerella fijiensis*, causative agent of black Sigatoka.

Keywords: *Aloe vera* gel; *Mycosphaerella fijiensis*; *Musa* (AAA); propiconazole; *Trichoderma sp.*

* Corresponding author

E-mail: ejaramillo@utmachala.edu.ec (E. Jaramillo).

© 2017 All rights reserved.

DOI: 10.17268/sci.agropecu.2017.03.10

1. Introducción

La importancia del cultivo de banano (*Musa AAA*) en la mayoría de países latinoamericanos radica en la generación de divisas, empleo y seguridad alimentaria (Alvarez *et al.*, 2013). Particularmente en el Ecuador, este cultivo se desarrolla en aproximadamente 220 mil ha, que representa el 10% de la superficie agrícola del país (PROECUADOR, 2013). Las condiciones climáticas, la variedad del cultivo, variabilidad del patógeno y manejo agronómico se relacionan directamente con la epidemiología de la enfermedad (Torrado *et al.*, 2008). El hongo se puede propagar en estado sexual llamado *Mycosphaerella fijiensis*, caracterizado por la producción de esporas llamados ascosporas; y el estado asexual llamado *Pseudocercospora fijiensis*, que produce esporas denominados conidios (Merchan, 2000).

La Sigatoka negra (SN) es una enfermedad foliar que afecta el área fotosintética de las musáceas y por lo tanto los frutos tienen un menor peso en comparación de las plantas sanas, y en infecciones severas de SN ocasionan la madurez prematura del fruto. La SN tiene un gran impacto en la producción del cultivo del banano, que es causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* (Churchill, 2011; Fon *et al.*, 2013). La aplicación aérea de fungicidas es la principal y más eficaz estrategia para controlar la SN, pero causa daños al medio ambiente (Castro *et al.*, 2015) y la salud humana (Durán *et al.*, 2013). La resistencia a fungicidas va en aumento y el control químico ya no es eficiente (Manzo *et al.*, 2012; Martínez *et al.*, 2012; Aguilar *et al.*, 2014; Castro *et al.*, 2015; Hanada *et al.*, 2015), surgiendo así el control biológico como alternativa al uso de productos de síntesis química (Carr, 2012; Alvarez *et al.*, 2013). El biocontrol comprende el uso de hongos o bacterias antagonistas, productos orgánicos o extractos vegetales con efecto biocida (Romero *et al.*, 2011; Alvindia, 2012).

En este contexto, Poveda (2010) propone el uso de plantas con actividad antifúngica, que han tenido efecto limitado *in vitro*,

siendo necesario mejorar técnicas y dosis a nivel de laboratorio. Por lo tanto, de especies vegetales con propiedades de biocontrol, se busca extraer compuestos bioquímicos de bajo peso molecular, denominados metabolitos secundarios (Salinas, 2016). El *Aloe vera* (AV) es una de las plantas medicinales más importantes en el mundo (Raksha *et al.*, 2014). Zapata *et al.* (2013) reportan que el AV contiene compuestos bioquímicos capaces de atenuar la proliferación de bacterias, hongos y virus. Según Flores *et al.* (2016) reportan el efecto inhibitorio de la fracción líquida y gel del AV sobre el crecimiento micelial de *Penicillium expansum* y *Botrytis cinerea*. Asimismo, Oliveira *et al.* (2014) mencionan la actividad antifúngica de la fracción gel de AV a nivel *in vitro* en medio de cultivo PDA (papa dextrosa agar) y Zapata *et al.* (2013) reporta que la eficiencia de la actividad antifúngica del gel se relaciona con el incremento de la concentración de Aloina. Además de los extractos vegetales para inhibir el crecimiento fúngico, existen hongos con ésta misma propiedad tal es el caso del *Trichoderma sp.* (TS) (Kushwaha y Verma, 2014), que en varias investigaciones han demostrado ser un agente antagonico eficiente debido a la producción de enzimas, producto de actividad antibiótica y mico-parasitismo (Acosta *et al.*, 2013; Castro *et al.*, 2015; Cavero *et al.*, 2015).

En la búsqueda de información científica, se evidencia el efecto anti fúngico de AV sobre *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Alternaria alternata*, *Penicillium digitatum*, *Dreschlera hawaiiensis*, *Penicillium citrinum*, *Alternaria citri*, *Cladosporium sp.*, *Fusarium sp.* (Bajwa *et al.* 2007; Sitara *et al.*, 2011; Chauhan *et al.*, 2014; Sajadi *et al.*, 2015). Debido a la limitada información del efecto de AV en el control de la SN se planteó esta investigación.

Así, en este trabajo se presenta una evaluación a nivel *in vitro* de la actividad antifúngica del gel de *Aloe vera* sobre el crecimiento micelial de *M. fijiensis* (MF).

Los resultados de la investigación se contrastaron utilizando un fungicida químico comercial (Propiconazol, PC) y un biofungicida comercial (*Trichoderma sp.*).

2. Materiales y métodos

Ubicación del experimento

El estudio se realizó en el Laboratorio de Sanidad Vegetal (Área de Fitopatología) de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, perteneciente a la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), ubicada en el cantón Machala, provincia de El Oro, Ecuador. Localizada en las coordenadas geográficas 3°17' Latitud Sur y 79°54' Longitud Oeste, a una altitud de 10 msnm.

Obtención del material vegetal y aislamiento del fitopatógeno

Para la investigación se utilizaron dos tipos de material vegetal. El primero, hojas de AV que se lavaron con agua potable y secaron al ambiente; en la cámara de flujo laminar se desinfectaron por 10 minutos con hipoclorito de sodio al 2% y se enjuagó en agua destilada estéril; secado el material vegetal se extrajo la fase gelatinosa, y posteriormente se filtró con una gasa triple (estéril) y almacenó en un frasco de vidrio color ámbar.

El segundo material vegetal, hojas de banano enfermas con síntomas del tercer, cuarto y quinto estadio de SN (Stover modificada por Gauhl), las cuales fueron recolectadas en las parcelas de la Granja Experimental “Santa Inés” de la UTMACH, y transportadas al laboratorio en fundas de papel. Posteriormente, se cortaron fragmentos de hoja (3x3 mm) con tejido enfermo y en la cámara de flujo laminar se desinfectaron con: etanol al 70% e hipoclorito de sodio al 1%; consecutivamente se enjuagaron con agua destilada estéril y secadas en papel filtro estéril. Los fragmentos se colocaron en placas Petri, con el envés frente al medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA), medio recomendado por Acosta *et al.* (2004), y

fueron incubadas a 25 °C por 15 días para el crecimiento del hongo MF.

Diseño experimental

Los tratamientos aplicados fueron: gel de AV en concentraciones de 500 y 1000 ppm, un fungicida químico comercial del grupo de los Triazoles (PC) a 250 y 500 ppm (utilizado como testigo químico), un biofungicida comercial (TS) a 500 y 1000 ppm (utilizado como testigo de biocontrol), y, adicionalmente se usó un testigo absoluto. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con siete tratamientos y tres repeticiones, la combinación de los tratamientos y repeticiones produjeron 21 unidades experimentales. La unidad experimental estuvo constituida por una placa Petri, la misma que contiene el PDA y un disco del fitopatógeno.

Desarrollo del ensayo

La evaluación de la inhibición de crecimiento radial del micelio (CRM) del hongo fitopatógeno MF para las dosificaciones de los tratamientos, se realizó mediante la técnica de medio envenenado (Landeró, 2013; Peñuelas *et al.*, 2015), que consistió en adicionar en el PDA (esterilizado por 20 minutos a 15 lb pulg⁻²) los diferentes productos (PC, AV, TS) según los tratamientos, y se vertió en las placas Petri. Un disco de micelio de 5 mm de diámetro tomado del aislamiento de MF de 15 días de crecimiento, se colocó en el centro de la placa Petri de cada una de las unidades experimentales.

El registro de la información de la actividad antifúngica de los productos se determinó midiendo el CRM en dos diámetros cruzados (Peñuelas *et al.*, 2015) a los 10, 20 y 30 días después de la incubación (ddi).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis estadístico con el programa SAS (Sistema de Análisis Estadístico, por sus siglas en inglés), versión 9.1, realizando un análisis de varianza (ANOVA) para determinar diferencia significativa entre los tratamientos; y el test de Tukey para

comparar las medias entre los tratamientos y determinar la diferencia estadística, con un nivel de significancia del 5%. Para complementar el análisis de los test estadísticos anteriormente mencionados, se utilizó el porcentaje de inhibición micelial (PIM), que determina la efectividad de los tratamientos, y se estimó con la siguiente ecuación (Pandey *et al.*, 1982):

$$PIM = \left(\frac{dc-dt}{dc} \right) \times 100 \quad (1)$$

Donde *dc* es el diámetro promedio de la colonia del testigo, y *dt* es el diámetro promedio de los tratamientos.

3. Resultados y discusión

El análisis de varianza determinó que existen diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos, para el CRM (mm) a los 10, 20 y 30 ddi. Según el test de Tukey, todos los tratamientos registraron diferencia significativa ($p \leq 0,05$) con respecto al testigo absoluto (T7). El tratamiento con PC (T1 = 250 ppm y T2 = 500 ppm) presentó mejores resultados entre los demás tratamientos en los tres tiempos de evaluación, pero el T2 mostró menor CRM (6,50 mm) a los 30 ddi (Tabla 1). Estos resultados se contrastaron con el PIM, que también reflejaron al PC con mejor efecto de control (T2 = 73,10%) (Tabla 2). El T4 (1000 ppm) con gel de AV comparado con el testigo biocontrol (TS)

en sus dosificaciones (T5 = 500 ppm y T6 = 1000 ppm), registra mayor inhibición de CRM a los 10 ddi (6,83 mm); pero en las dos siguientes etapas de evaluación la diferencia se reduce y llegando alcanzar valores homogéneos de significancia estadística, según el test de Tukey (Tabla 1). La Tabla 2 presenta la diferencia del AV sobre el TS a los 10 ddi que se validó mediante el PIM y es aproximadamente dos veces mayor el T4 (30,51%) frente el T5 y T6 (13,56%). En el presente estudio el AV evidenció su actividad antifúngica sobre el crecimiento micelial de MF, agente causal de la SN en banano (*Musa AAA*), sobre el cual la información existente es limitada.

Tabla 2

Porcentaje de inhibición micelial (PIM) *in vitro* de *Mycosphaerella fijiensis*, obtenido de los valores promedios del crecimiento radial del micelio (CRM)

Tratamientos	Concentración (ppm)	Porcentaje de inhibición de micelio (%)		
		10 ddi	20 ddi	30 ddi
T7 Testigo absoluto	-	0,00	0,00	0,00
T6 <i>Trichoderma sp.</i>	1000	13,56	28,80	38,62
T5 <i>Trichoderma sp.</i>	500	13,56	14,40	16,55
T4 <i>Aloe Vera</i>	1000	30,51	40,80	44,84
T3 <i>Aloe Vera</i>	500	27,12	42,40	44,14
T2 Propiconazol	500	80,51	78,80	73,10
T1 Propiconazol	250	80,51	81,20	62,76

Tabla 1

Evaluación del crecimiento radial del micelio (mm) a nivel *in vitro* de *Mycosphaerella fijiensis*

Tratamientos	Concentración (ppm)	Días después de la inoculación (ddi)								
		10	(±SD)	20	(±SD)	30	(±SD)			
T7 Testigo absoluto	-	9,83	0,29	a	20,83	0,63	a	24,17	0,76	a
T6 <i>Trichoderma sp.</i>	1000	8,50	1,00	ba	14,83	2,36	c	14,83	1,26	c
T5 <i>Trichoderma sp.</i>	500	8,50	0,50	ba	17,83	0,29	b	20,17	1,04	b
T4 <i>Aloe Vera</i>	1000	6,83	0,29	c	12,33	0,29	c	13,33	0,58	c
T3 <i>Aloe Vera</i>	500	7,17	0,76	bc	12,00	0,87	c	13,50	1,00	c
T2 Propiconazol	500	1,92	0,52	d	4,42	0,80	d	6,50	0,87	e
T1 Propiconazol	250	1,92	0,38	d	3,92	0,63	d	9,00	0,50	d
CV(%)		9,2			8,65			6,15		

Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren por la prueba de Tukey ($p= 0,05$)

Esta propiedad antifúngica del AV se ha demostrado en trabajos de investigación tales como Navarro *et al.* (2011), Sitara *et al.* (2011); Sajadi y Bahramian, (2015); Flores *et al.* (2016) y Sales *et al.* (2016), quienes evaluaron ésta propiedad a nivel *in vitro* sobre distintas especies de hongos (*Aspergillus niger*, *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum*, entre otros) que afectan a ciertos cultivos, en estos ensayos mostraron que a dosis creciente el AV presentó mayor inhibición sobre los fitopatógenos.

El T2 con PC registró mayor inhibición en el CRM en las tres etapas de evaluación, este fungicida químico es muy utilizado para el control de MF en las plantaciones establecidas, y su efectividad en esta investigación se verifica con lo reportado por Manzo *et al.* (2012); Martínez *et al.* (2012); Aguilar *et al.* (2014) y Hanada *et al.* (2015), quienes evaluaron la eficacia de fungicidas químicos, destacando el PC con mejores resultados.

El T4 con AV registró valores similares al T6 con TS en los dos tiempos de evaluación (20 y 30 ddi), estos tratamientos reflejan su capacidad de biocontrol, por su moderado porcentaje de inhibición sobre MF. En el caso particular del TS (*in vitro*), los resultados obtenidos (entre el 13,56% y 38,62% de PIM) se relacionan a los reportados por Castro *et al.* (2015) quienes demostraron la propiedad antifúngica de un bioproducto a base de TS (entre el 18% y 24,6% de eficacia de control en campo) en un cultivo de banano (cv. Williams), y, que lo compararon con fungicidas químicos con diferente mecanismo de acción (entre ellos el PC).

4. Conclusiones

El gel de AV presentó una moderada actividad antifúngica sobre el crecimiento micelial de MF a nivel *in vitro* en PDA, demostrada por el PIM (44,84%) que es aproximadamente la mitad del PIM del testigo químico (73,10%). Por lo tanto, los resultados sugieren que el AV podría ser un extracto vegetal adecuado para el

control de la SN, pero se necesitará experimentar concentraciones superiores a este trabajo experimental y con mayor número de repeticiones en futuras investigaciones.

Referencias bibliográficas

- Acosta, M.; Alvarado, Y.; Cruz, M.; Leiva, M.; Roque, B. 2004. Evaluación en casa de cultivo de la respuesta a la Sigatoka negra de dos cultivares de Musa mediante la inoculación artificial de suspensiones conidiales de *Pseudocercospora fijiensis*. Revista Instituto Biotecnología de las Plantas (2): 77-84.
- Acosta, M.; Pichardo, T.; Roque, B. 2013. Antagonismo *in vitro* de *Trichoderma harzianum* Rifai contra *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. Biotecnología Vegetal 13(4): 231-235.
- Aguilar, A.; García, A.; Odrizola, O.; Macedo, G.; Ogura, T.; Manzo, G.; Beltrán, M. 2014. Chemical management in fungicide sensitivity of *Mycosphaerella fijiensis* collected from banana fields in México. Brazilian Journal of Microbiology 45(1): 359-364.
- Alvarez, E.; Pantoja, A.; Gañan, L.; Ceballos, G. 2013. Estado del arte y opciones de manejo del Moko y la Sigatoka negra en América Latina y el Caribe. Editorial CIAT; FAO, Cali, Colombia.
- Alvindia, D. 2012. Inhibitory influence of biocontrol agents, plant oils and an inorganic salt on *Mycosphaerella fijiensis* and *Cordana musae*, the causal pathogen of black sigatoka and leaf spot of banana. African Journal of Microbiology Research 6 (19): 4179-4184.
- Bajwa, R., Shafique, S., Shafique, S. 2007. Appraisal of antifungal activity of Aloe vera. Mycopath 5(1): 5-9.
- Carr, C. 2012. Aislamiento y selección de hongos antagonistas en plantaciones de banano (*Musa AAA*) para el combate biológico de la Sigatoka Negra. Disponible en: <http://repositorio.tec.ac.cr/handle/2238/2779>
- Castro, R.; Pesántez, M.; Flores, V.; Díaz, C. 2015. Efecto de cepa ecuatoriana de *Trichoderma harzianum* Rifai como antagonista de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet en condiciones de casa de cultivo. Revista de Protección Vegetal 30 (2): 133-138.
- Castro, R.; Pesántez, M.; Lema, P.; Quevedo, J.; Arichabala, P.; Alvarado, Y. 2015. Potential use of *Trichoderma*-based bioproduct for black leaf streak disease (*Mycosphaerella fijiensis*) management in the field. Biocontrol Science and Technology 25(4): 481-486.
- Cavero, P.; Hanada, R.; Gasparotto, L.; Coelho, R.; Souza, J. 2015. Biological control of banana black Sigatoka disease with *Trichoderma*. Ciencia Rural 45: 951-957.
- Chauhan, S., Gupta, K; Agrawal, M. 2014. Application of Biodegradable *Aloe vera* gel to control post-harvest decay and longer the shelf life of Grapes. International Journal Current Microbiology and Applied Sciences. 3(3): 632-642.
- Churchill, A. 2011. *Mycosphaerella fijiensis*, the black leaf streak pathogen of banana: progress towards understanding pathogen biology and detection, disease development, and the challenges of control. Molecular Plant Pathology 12(4): 307-328.
- Durán, V.; de la Cruz, E.; Ledezma, G.; Muñoz, F. 2013. Uso de plaguicidas en cultivos agrícolas como herramienta para el monitoreo de peligros en salud. UNICIENCIA 27(1): 351-376.

- Flores; M.; Aloia, R.; Cerqueira, M.; Rodríguez, R.; Jasso de Rodríguez, D.; Vicente, A. 2016. Compositional Features and Bioactive Properties of Whole Fraction from Aloe Vera Processing. *Industrial Crops and Products* 91: 179–85.
- Fon, D.; Nfor, T.; Kong, A. 2013. On-Farm Evaluation of Deleafing Frequency on the Severity of Black Sigatoka Disease (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) and Yield of Banana (*Musa spp.*). *American Journal of Experimental Agriculture* 3(3): 595-605.
- Hanada, R.; Gasparotto, L.; Moreira, A. 2015. Sensitivity of *Mycosphaerella fijiensis* from plantains to fungicides propiconazol and azoxystrobin. *Revista de Ciencias Agrarias* 58 (1): 21-26.
- Kushwaha, M.; Verma, A. 2014. Antagonistic activity of *Trichoderma spp.*, (a bio-control agent) against isolated and identified plant pathogens. *International Journal of Chemical and Biological Sciences Research* 1(1): 1-6.
- Landero, N. 2013. Extractos vegetales y Trichoderma spp. en el control de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. y Sacc. en frutos de papaya maradol (*Carica papaya L.*) Disponible en: <http://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/2779>
- Manzo, G.; Carrillo, H.; Guzmán, S.; Orozco, M. 2012. Análisis de la Sensibilidad *in vitro* de *Mycosphaerella fijiensis*, Agente Causal de la Sigatoka Negra del Banano a los Fungicidas Benomyl, Propiconazol y Azoxystrobin. *Revista Mexicana de Fitopatología* 30 (1): 81-85.
- Martínez, L.; Téliz, D.; Rodríguez, J.; Mora, A.; Nieto, D.; Cortés, J., Mejía, D.; Nava, C.; Silva, G. 2012. Resistencia a fungicidas en poblaciones de *Mycosphaerella fijiensis* del sureste mexicano. *Agrociencia* 46(7): 707-717.
- Merchán V. 2000. Prevención y manejo de la Sigatoka negra. Boletín divulgativo, ICA, 2da. Ed. Seccional Caldad, Manizales, Colombia.
- Navarro, D.; Díaz, H.; Guillén, F.; Zapata, P.; Castillo, S.; Serrano, M.; Martínez, D. 2011. Reduction of nectarine decay caused by *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea* and *Penicillium digitatum* with *Aloe vera* gel alone or with the addition of thymol. *International Journal of Food Microbiology* 151(2): 241–246.
- Oliveira, J.; Biondo, V.; Schwan, K. 2014. Extratos e tinturas vegetais sobre o crescimento micelial de *Corynespora cassiicola* e indução de fitoalexinas em soja. *Uninga* 17(3): 5-10.
- Pandey, D.; Tripathi, N.; Tripathi, R.; Dixit, S. 1982. Fungitoxic and phytotoxic properties of the essential oil of *Hyptis suaveolens* / Fungitoxische und phytotoxische Eigenschaften des ätherischen Öis von *Hyptis suaveolens*. *Journal of Plant Diseases and Protection* 89(6): 344–349.
- Peñuelas, O.; Arellano, M.; Vargas, I. 2015. Bioactividad *in vitro* de extractos de gobernadora (*Larrea tridentata*) sobre la inhibición de hongos poscosecha: *Alternaria tenuissima*, *Aspergillus niger*. *Polibotánica* 40: 183-198.
- Poveda, I. 2010. Efecto de filtrados bacterianos con actividad antifúngica *in vitro* en la interacción *Musa-M. fijiensis* en casa de cultivo. Disponible en: <http://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/3440>
- PROECUADOR (Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones). 2013. Análisis del sector bananero. Quito, Ecuador
- Raksha, B.; Pooja, S.; Babu, S. 2014. Bioactive compounds and medicinal properties of *Aloe vera L.*: An update. *Journal of Plant Sciences* 2(3): 102-107.
- Romero, L.; Espinoza, M.; Moya, X. 2011. Evaluación del efecto de extractos vegetales como alternativa de manejo a la sigatoka negra en el cultivar Gran Enano (AAA). *Centro Agrícola* 38(2): 77-84.
- Sajadi, K.; Bahramian, S. 2015. Antifungal Effect of Aloe Vera Gel on *Penicillium Citrinum* in Culture Media and UF Cheese. *International Journal of Food Engineering* 1(1): 61-64.
- Sales, M.; Costa, H.; Fernandes, P.; Ventura, J.; Meira, D. 2016. Antifungal activity of plant extracts with potential to control plant pathogens in pineapple. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 6(1): 26–31.
- Salinas, M. 2016. Actividad antifúngica de extractos vegetales en hongos patógenos de cultivos comerciales. Disponible en: <http://itzamna.bnct.ipn.mx/handle/123456789/16801>
- Sitara, U., Hassan, N.; Naseem, J. 2011. Antifungal activity of Aloe vera gel against plant pathogenic fungi. *Pakistan Journal of Botany* 43(4): 2231-2233.
- Torrado, M.; Castaño, J. 2008. Incidence and severity of black (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) and yellow (*Mycosphaerella musicola* Leach et Mulder) sigatokas of plantain according to the phenological stages. *Agronomía Colombiana* 26(3): 435-442.
- Zapata, P.; Navarro, D.; Guillén, F.; Castillo, S.; Martínez, D.; Valero, D.; Serrano, M. 2013. Characterization of gels from different *Aloe spp.* as antifungal treatment: Potential crops for industrial applications. *Industrial Crops and Products* 42: 223–230.