

FITOPATOLOGÍA COLOMBIANA

ISSN 0120-0143

VOLUMEN 36

NÚMERO 2

DICIEMBRE DE 2012



JUNTA DIRECTIVA ASCOLFI 2011-2013

Principales	Suplentes
Presidencia Mónica Betancourt V.	Bertha Lucia Castro
Vicepresidencia Cristian Olaya	Benjamín Pineda L.
Secretaría Nancy Arciniegas	Gustavo Adolfo Prado
Tesorería Diego Fernando Chávez	Rodrigo O. Campo A.
Vocales Omar Guerrero G.	Cristian Noreña
Revisoría Fiscal José Albeiro Arias	

Representantes Internacionales

Francisco J. Morales Fernando Correa V.
Gabriel Cadena

Revista

“FITOPATOLOGÍA COLOMBIANA”

ÓRGANO DE DIFUSIÓN DE LA ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FITOPATOLOGÍA Y CIENCIAS AFINES- ASCOLFI

ISSN 01120-0143

Licencia de Min. Gobierno No 001808, Cali, Apartado Aéreo 5004, Nit. : 891 -301.725-6

Sociedad sin ánimo de lucro, Personería Jurídica 1097 de abril 1° de 1977

Editor

Benjamín Pineda L, Ing. Agr. M Sc.
b.pinedalopez@gmail.com

COMITÉ EDITORIAL

Benjamín Pineda López Ing. Agr. – M Sc Fitopatología
Elizabeth Álvarez C. Ing. Agr. – Ph D Fitopatología
Francisco J. Morales G. Ing. Agr. – Ph D Virología
Jorge I. Victoria K. Ing. Agr. – Ph D Bacteriología
Rodrigo O. Campo A. Ing. Agr. – Ph D Fitopatología

Representante de publicidad

Gabriel Robayo V., Ing Agr, M.Art

Contacto Revista: Oficina Ascolfi, Km 1 Vía al Penal Granja Corpoica C.I. Palmira, cel. +57- 3164303079

Palmira - Valle del Cauca - Colombia

Apartado Aéreo 5004- Cali- Valle del Cauca -Colombia

Correos electrónicos: ascolfi.colombia@gmail.com

contacto@ascolficolombia.org

Página web: <http://www.ascolfi.org/>

Suscripciones y Canje: publicaciones@ascolficolombia.org
ascolfi.colombia@gmail.com

Diseño y Diagramación: Benjamín Pineda L

Impresión: COMPUIMAGEN, Tel 2716528

Fecha de impresión: Mayo 2013

Tiraje 300 ejemplares

Publicación Indexada por COLCIENCIAS en la Categoría “B” del Índice Nacional de Publicaciones Seriadadas Científicas y Tecnológicas de Colombia (Publindex). Referenciada internacionalmente por el Índice Latinoamericano de Publicaciones Científicas y Tecnológicas (Latindex).

CONTENIDO

Editorial i

Validación y comparación de dos escalas diagramáticas para la medición del tizón tardío del apio (*Apium graveolens* L. var. dulce).
Fredy Ortiz, Dilcia Ulacio, Dorian Rodríguez y Lilia Urdaneta. 37

Evaluación de la reacción de *Solanum quitoense* Lam. Al complejo *Meloidogyne* sp. y *Fusarium oxysporum* f. sp. *quitoense* .
Luis Gerardo Bolaños, Jesús Hernando López, Claudia Salazar G., Carlos Betancourth G. y Tulio Cesar Lagos B. 41

Evaluación de cepas nativas de *Trichoderma* spp., en el control de la Sigatoka negra en plátano hartón.
Elkin Yabid Agamez R., Rodrigo Campo A. y José Luis Barrera V. 47

Uso del fosfito de potasio para el manejo de *Peronospora sparsa* en *Rosa* spp.
Edgar Andrés Chavarro C., Rómulo García V., Justino Gerardo González D., Luis Eduardo González C. y Longinos de Jesús Jiménez Á. 53

Efecto de la solarización para el control de (*Ralstonia solanacearum*) causante de la marchitez del tomate.
Juan Felipe Rivera H. y Marlyn S. Arango P. 57

Pudrición blanca de raíz en *Rosa* sp. causada por *Rosellinia necatrix* Prill. y su sensibilidad a fungicidas. Rómulo García V., Grisel Domínguez A, Justino Gerardo González D. y Tirzo Castañeda M..... 61

Fitopatología Colombiana, normas para la elaboración de artículos..... 68

USO DEL FOSFITO DE POTASIO PARA EL MANEJO DE *Peronospora sparsa* Berkeley EN *Rosa* spp.

Edgar Andrés Chavarro-Carrero¹, Rómulo García-Velasco¹, Justino Gerardo González-Díaz¹, Luis Eduardo González-Cepeda² y Longinos de Jesús Jiménez-Ávila².

¹Centro Universitario Tenancingo, Universidad Autónoma del Estado de México, Tenancingo, Estado de México. ²BRAVOAG, Makhteshim Agan Company.

Correspondencia: rgarciave@uamex.mx

*Artículo científico, recibido para publicación el 10/10/2012; aceptado el 12/06/2012

RESUMEN

Peronospora sparsa Berkeley es uno de los principales problemas fitosanitarios en el cultivo de rosa en invernadero en México; los daños se manifiestan principalmente en tejido joven. Para su manejo se usan fungicidas de origen sintético que afectan al medio ambiente. Sin embargo, estudios recientes demuestran que los fosfitos tienen una acción directa e indirecta en patógenos del grupo de los *Oomycetes* a través de la inhibición del crecimiento micelial del patógeno y la activación de los mecanismos de defensa naturales de las plantas. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación del fosfito de potasio, para el control del Oomicete *Peronospora sparsa*. Se estableció un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones en rosas var. Bingo White; se evaluaron dos dosis del fosfito de potasio a 1 mL L⁻¹ (T1) y a 2,5 mL L⁻¹ (T2), un fungicida de contacto (mancozeb + hidróxido de cobre + cymoxanil) a dosis de 0,8 gr L⁻¹ (T3) y un testigo absoluto (T4), se realizó una preevaluación y después de la primera aplicación se realizaron evaluaciones cada tercer día hasta producción, evaluando incidencia y severidad. Los resultados indicaron que el tratamiento con menor incidencia y severidad fue T2 con 35% y 6,25% respectivamente lo que representó una efectividad biológica promedio del 94,75% demostrando así que el fosfito de potasio tiene un alto control sobre *P. sparsa* arrojando una mayor efectividad biológica que el tratamiento con fungicida.

Palabras clave: Fosfitos, Mildiu vellosa, ornamentales, enfermedades, manejo integrado

SUMMARY

Peronospora sparsa Berkeley is one of the main pathogens causing problems in greenhouse rose crop in México, the damaged is manifested mainly in young tissue. For management the farmers have been used synthetic fungicides which damaged the environment. However, recent studies show that the phosphites have a direct and indirect action on the group of *Oomycetes* pathogens through inhibition of its mycelial growth and natural defense mechanisms plants stimulation. The purpose of this research was to assess the potassium phosphite application effect in controlling the *Peronospora sparsa* Oomycete. A complete random block with four replicates in Bingo White variety roses were established; two doses of potassium phosphite 1 ml L⁻¹ (T1) and 2.5 ml L⁻¹ (T2), a contact fungicide (mancozeb + cymoxanil + copper hydroxide) at doses of 0.8 g L⁻¹ (T3) and an absolute control (T4) were evaluated, a pre-assessment were conducted and after the first application evaluations every other day were performed until production, evaluating incidence and severity. The results indicated that the treatment with the lowest values of incidence and severity was T2 with 35% and 6.25% respectively which represented a 94.75% average of biological effectiveness showing that the potassium phosphite has a high control of *P. sparsa* even more effective than treatment with fungicide.

Keywords: Phosphites, Downy mildew, ornamental plants, diseases, pest integrated management

INTRODUCCIÓN

Los mildius vellosos han causado daños económicos significativos en una gran diversidad de cultivos a través del tiempo y en todo el mundo (Thakur y Mathur, 2002), en la actualidad el Mildiu Velloso de la rosa (*Peronospora sparsa* Berkeley) causa pérdidas significativas en países como Colombia (50-70%), Estados Unidos (80%), Nueva Zelanda (80-100%) y México (50-100%) (Arbeláez, 1999; Waltera *et al.*, 2004; García *et al.*, 2011).

P. sparsa es un patógeno obligado que forma parte del grupo de los *Oomycetes*, los cuales son organismos miceliares semejantes a los hongos (Kamoun, 2003), con alrededor de 1500 especies (Dick, 2001), entre los cuales incluyen saprófitos y patógenos de plantas (Kamoun, 2003). En los últimos tiempos ha habido controversia acerca de la taxonomía de los *Oomycetes* (Voglmayr, 2008). Sin embargo, a través de estudios

filogenéticos ultraestructurales, bioquímicos y moleculares se confirma que pertenecen al reino Stramenopila (Dick, 2001).

La infección se relaciona con la presencia de una lámina de agua libre sobre la superficie del tejido por un período mínimo de dos horas. Temperaturas entre los 15-20 °C durante el proceso de infección y de 20- 25 °C para la colonización son propicias. El período de latencia del patógeno se ha estimado entre cuatro y siete días (Aegerter *et al.*, 2003). Los síntomas se manifiestan en hojas, tallos, pedúnculos, cáliz y pétalos de las plantas de rosa, aunque generalmente la infección es restringida a los tejidos apicales de las plantas (Horst & Cloyd, 2007); sobre el haz de las hojas se desarrollan manchas irregulares de color rojizo púrpura a pardo-oscuro, mientras que por el envés se observan los signos del patógeno, un micelio de color marrón con abundante producción de esporangióforos y esporangios, lo cual genera la apariencia vellosa característica de la enfermedad (Ho-

llier *et al.*, 2001; Horst & Cloyd, 2007).

Su manejo, se ha basado principalmente en el uso de fungicidas de manera preventiva como son mancozeb, furalaxil, cobre entre otros curativos como el metalaxil y etil fosfato (Bañon *et al.*, 1993), o a base de dimetomorf, azoxystrobin y fosetil-Al (Aegerter *et al.*, 2002); aunque, el fungicida sistémico más usado es el metalaxil ya que puede ser absorbido por hojas, tallos y raíces inhibiendo la síntesis de proteínas del patógeno (Thakur y Mathur, 2002). Sin embargo, la tendencia de producir de manera sostenible, hace necesaria la búsqueda de alternativas de menor impacto a la salud humana, al medio ambiente y daños colaterales.

El fósforo (P) se combina rápidamente con otros elementos como oxígeno (O) e hidrógeno (H). Cuando se oxida completamente, el P se une con cuatro átomos de O para formar la conocida molécula de fosfato. Sin embargo, cuando no se oxida completamente un átomo de H ocupa el lugar del O y

la molécula resultante se denomina fosfito (Lovatt & Mikkelsen, 2006).

El interés por los fosfitos se basa en su acción fungicida, se ha demostrado que, el fosfito en las raíces inhibe el hongo *Phytophthora* spp. y estimula los sistemas de defensa de las plantas contra patógenos; logrando controlar especies específicas de Oomicetos. Aunque, estudios recientes demuestran que los fosfitos tienen la capacidad de inhibir el crecimiento de *Penicillium expansum* (Amiri y Bompeix, 2011), *Rhizoctonia solani* y *Fusarium solani* (Lobato *et al.*, 2010).

Además de ser inductores de resistencia en plantas, existe controversia acerca de las propiedades fúngicas de los fosfitos, aunque su comportamiento se asemeja más a los productos fungistáticos, también puede causar diversos desordenes en procesos metabólicos tales como el crecimiento micelial y la inhibición de la esporulación (Lobato *et al.*, 2010; Lobato *et al.*, 2008). Otros autores sugieren que los fosfitos actúan inhibiendo la fosforilación oxidativa en el metabolismo de los Oomicetes (McGrath, 2004).

Estudios recientes demuestran que la aplicación de fosfitos de potasio incrementa la actividad de proteínas inhibitoras de las poligalacturonasas (PGIP) en tejidos afectados (Olivieri *et al.*, 2012), estas proteínas inhibitoras de las PGIP, son proteínas asociadas con la pared celular y actúan como proteínas de defensa al inhibir las poligalacturonasas de los patógenos (Di Mateo *et al.*, 2003). El fosfito de potasio no es considerado como fungicida por lo que no se encuentra clasificado en alguna categoría toxicológica, además no es tóxico al medio ambiente tampoco bio-acumulable en organismos acuáticos y es biodegradable (Bravo, 2012)

Con fundamentos de lo antes expuesto y con el fin de proponer una alternativa nueva para el manejo de *Peronospora sparsa* en *Rosa* spp. este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación del fosfito de potasio utilizando como fuente a FosfiMAX® 40-20.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se desarrolló en la variedad Bingo White® (Meiland International) de un año de plantación, a una densidad de 80,000 plantas ha⁻¹. Se realizó una poda estipular para inducir brotes nuevos homogéneos, 30 días después los brotes alcanzaron una altura aproximada de 15 cm, se realizó la primera aplicación de los tratamientos, 24 horas después se indujo la manifestación de *Peronospora sparsa*, mediante el manejo de los factores ambientales del invernadero, con nebulizaciones, alcanzando temperaturas durante el día y noche de 22 °C y HR superior al 85%; ya que de acuerdo a Aegerter *et al.* (2003), las condiciones óptimas para el proceso de infección y colonización de *P. sparsa* van de 15-20 °C y de 20-25 °C respec-

tivamente con una humedad relativa del 85%, además de una lámina de agua sobre las hojas.

Se evaluaron cuatro tratamientos, para los tratamientos uno y dos se utilizó el producto comercial FosfiMAX® 40-20, compuesto por anhídrido fosfórico (P₂O₅) al 40,05% y óxido de potasio (K₂O) al 19,27%; para el tratamiento tres se utilizó un fungicida compuesto por cimoxanil al 8%, hidróxido de cobre al 13,82% y mancozeb al 50%.

Los tratamientos aplicados para la investigación se identificaron así:

- T1: FosfiMAX® 40-20 a 1 mL L⁻¹ de agua
- T2: FosfiMAX® 40-20 a 2,5 mL L⁻¹
- T3: Fungicida a 0,8 gr L⁻¹
- T4: Testigo absoluto

A cada tratamiento, excepto al T4, se le adicionó un coadyuvante (Trionex®) a una dosis de 1 mL L⁻¹ de agua. Se realizaron seis aplicaciones cada cinco días hasta formación de botón floral; las aplicaciones se realizaron con un aspersora de 1 H.P. El equipo de fumigación se calibró a un gasto de 2000 L ha⁻¹ cubriendo totalmente la planta. El pH de la solución fue de 5,0; 3,2 y 6,8 para los tratamientos T1, T2, y T3, respectivamente.

El diseño experimental utilizado consistió en bloques completos al azar con cuatro repeticiones y 16 unidades experimentales, distribuidas en cuatro bloques. Las variables evaluadas fueron incidencia y severidad, la unidad experimental consistió de parcelas de cuatro metros de largo x 0,70 m de ancho con 50 plantas; la parcela útil fue de 20 plantas ubicadas en el centro de la unidad experimental dejando 15 plantas en cada extremo para evitar error de mediciones; las 20 plantas de la parcela útil se etiquetaron para la medición de incidencia, de estas se seleccionaron, al azar, cinco brotes para medir severidad, muestreando los folíolos como unidad experimental.

Se realizó una pre-evaluación antes de la primera aplicación y posteriormente se realizaron evaluaciones cada tercer día.

Para medición de la severidad se tomaron cinco folíolos, de cinco hojas verdaderas representativas del estado general de la enfermedad en cada parcela útil, las cuales se desprendieron con pinzas de disección y colectaron individualmente en cajas Petri; en el laboratorio se digitalizaron por el envés y a las imágenes obtenidas se analizaron mediante el programa APS Assess 2.0 (Lamari, 2008).

La incidencia se estimó visualmente contabilizando los tallos del estrato alto de la planta con los síntomas típicos de *Peronospora sparsa* (Horst y Cloyd, 2007). Los datos se procesaron para determinar el análisis de varianza (ANOVA) y su contraste mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$), con el paquete estadístico "infostat", y se calculó la efectivi-

dad biológica mediante la prueba de eficacia de Abbott (1923).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los primeros síntomas de *P. sparsa* se presentaron en hojas jóvenes, mostrando manchas de color púrpura en el haz de la hoja, además fue visible en el envés el signo de la enfermedad que consistió de micelio color grisáceo conformado por esporangios y esporangióforos (Horst y Cloyd, 2007), generando la apariencia característica del mildiu veloso.

En ataques más severos de la enfermedad, ocurrió la defoliación total, tal como lo menciona Baker (1953), al registrar que en ese tipo de ataques ocurre abscisión rápida y con la consecuente defoliación severa, reduciendo el vigor de la planta.

En tallos, pedúnculos, cáliz y botones florales, se manifestaron manchas de color púrpura. Posteriormente, se observó sobre los tallos el desarrollo de chancros característicos que condujeron a la muerte de los tejidos del órgano produciendo como consecuencia la pérdida total de la producción.

Los síntomas observados y el nivel de daños concuerdan con los reportados por García y colaboradores (2011), quienes señalan que *P. sparsa* llega a causar el 100% de pérdidas si no se aplican tácticas oportunas de manejo.

Incidencia de la enfermedad

La enfermedad se presentó cinco días después de inducir las condiciones ambientales para el desarrollo de *P. sparsa*, coincidiendo con lo descrito por Aegerter (2003), quien señala que los síntomas se manifiestan cinco días después de que se han presentado las condiciones óptimas de desarrollo del patógeno, ya que el tiempo de infección es de cuatro horas cuando está presente una lámina de agua sobre la hoja, a temperaturas entre 20 y 25 °C.

El tratamiento con el fosfito de potasio a dosis de 2,5 mL L⁻¹(T2) fue el de menor incidencia promedio (24,75%) y se logró mantener niveles de incidencia de 35% aun ocho días después de la última aplicación; registro que concuerda con lo planteado por respecto al efecto prolongado de protección por parte de los fosfitos (Smillie y colaboradores, 1989), debido a que se acumulan en la planta generando protección tiempo después de las aplicaciones.

En el tratamiento con FosfiMAX® 40-20 a 1 mL L⁻¹ de agua (T1) la incidencia de la enfermedad fue mayor que en el T2, probablemente por el efecto de la dosis, situación que se debe tener en cuenta al momento de la utilización de fosfitos para el manejo de enfermedades (Tabla 1).

El tratamiento (T3) con la mezcla de los fungicidas cimoxanil 8% + hidróxido de cobre 13,82% + mancozeb 50% (K3®) presentó un incremento severo en la población

evaluado durante el desarrollo del experimento (Tabla 1) alcanzando hasta el 77,5 % de incidencia, mientras que el testigo absoluto (T4) alcanzó el 100% a los 18 días de iniciados los tratamientos, este comportamiento se asemeja al de las enfermedades policíclicas, ya que *P. sparsa* presentó ciclos de infección completos y repetitivos durante el experimento, logrando infectar variedades contiguas dentro del invernadero. Además, la enfermedad fue poliética presentándose nuevamente en el siguiente ciclo del cultivo (Arneson, 2001).

en 36,7% y 13% respecto al testigo absoluto y en 11,7% y 5% respecto a las aplicaciones del fungicida metalaxyl + mancozeb para el control de *Peronospora destructor* Berk en el cultivo de cebolla; resultados similares han sido descritos por Kromann *et al.* (2012) al encontrar que el fosfito de potasio impide la infección de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. en cultivares de papa con niveles moderados de resistencia, mientras que en el cultivar LBR-47 considerado susceptible a la enfermedad, el tratamiento con fosfito de potasio alcanzó una incidencia del 13% mientras que con el fungicida mancozeb alcanzó

baja eficiencia de cymoxanil en el control de *Plasmopara viticola* Berk & Curt en el cultivo de vid debido a la existencia de cepas resistentes a este fungicida; respecto a mancozeb, autores como De Liñan (2013); Gisi y Sierotzki (2008) señalan que es un fungicida de contacto con una acción multisitios que evita el desarrollo de resistencia por parte del patógeno. Sin embargo, estudios recientes han demostrado que la aplicación de mancozeb tiene un menor control que la del fosfito de potasio en el manejo del tizón tardío causado por *P. infestans* en el cultivo de papa (Kromann *et al.*, 2012); en cuanto al hidróxido de cobre tiene una buena protección cuando es usado en combinación con fungicidas sistémicos al inicio de la enfermedad para el control de *Mycena citricolor* (Berk & M. A. Curtis) Sacc y *Cercospora coffeicola* (Cooke) J.A. Stev. & Wellman en el cultivo de café (Leandro y Soto, 1980).

La temperatura promedio diaria osciló en un rango de 14 a 22 °C y Humedad Relativa del 68 al 80%, aunque la Humedad Relativa promedio diaria fue menor a la reportada en la literatura por Aegerter y colaboradores (2003), quienes señalan que para el establecimiento, colonización y desarrollo requiere una H.R. del 85 al 100%; sin embargo, al parecer esto no fue un factor limitante para el establecimiento, colonización y desarrollo del patógeno.

CONCLUSIONES

La aplicación del fosfito de potasio FosfiMAX® 40-20 tuvo una alta efectividad biológica en el control de *Peronospora sparsa* en el cultivo de rosa en invernadero, por lo que se considera una alternativa viable en el control de este patógeno, además puede ser incorporado en el manejo integrado de esta enfermedad, siendo una opción con un bajo riesgo para la salud humana y para el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbott, W. S. 1923. A method of computing the effectiveness of and insecticide. Journal of Economic Entomology 18: 265-267.
- Aegerter, B. J., Núñez, J. J. y Davis, R. M. 2002. Detection and management of downy mildew in rose rootstock. Plant Diseases 86(12): 1363-1368.
- Aegerter, B. J., Núñez, J. J. y Davis, R. M. 2003. Environmental factors affecting rose downy mildew and development of a forecasting model for a nursery production system. Plant Diseases 87(6): 732-738.
- Amiri, A. y Bompeix, G. 2011. Control of *Penicillium expansum* with potassium phosphite and heat treatment. Crop Protection 30(2): 222-227.

Tabla 1. Incidencia de *P. sparsa* en tallos de rosa var. Bingo White tratados con fosfito de potasio y mancozeb + hidróxido de cobre + cymoxanil.

Trat.	Incidencia según periodo de evaluación en días											
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33
T1	0 ^a	0 ^a	16,25 ^{ab}	22,50 ^{ab}	30,00 ^{ab}	40,00 ^{ab}	52,50 ^{ab}	55,00 ^{ab}	57,50 ^{ab}	62,50 ^{ab}	62,50 ^{ab}	62,50 ^{ab}
T2	0 ^a	0 ^a	12,50 ^a	15,00 ^a	17,50 ^a	25,00 ^a	27,50 ^a	27,50 ^a	27,50 ^a	27,50 ^a	32,50 ^a	35,00 ^a
T3	0 ^a	0 ^a	20,00 ^{ab}	25,00 ^{ab}	32,50 ^{ab}	40,00 ^{ab}	52,50 ^{ab}	52,50 ^{ab}	52,50 ^{ab}	62,50 ^{ab}	67,50 ^{ab}	77,05 ^{ab}
T4	0 ^a	0 ^a	26,25 ^b	32,50 ^b	50,00 ^b	70,00 ^b	100,00 ^b	100,00 ^b	100,00 ^b	100,00 ^b	100,00 ^b	100,00 ^b

*Literales diferentes dentro de columnas implican diferencia significativa $p > 0,05$ mediante prueba de Tukey, a partir de datos transformados arco seno. **T1:** FosfiMAX® 40-20 a 1,0 mL L⁻¹; **T2:** FosfiMAX® 40-20 a 2,5 mL L⁻¹; **T3:** K3® (mancozeb + hidróxido de cobre + cymoxanil) a 0,8 gr L⁻¹; **T4:** Testigo absoluto

Severidad de la enfermedad y efectividad biológica

Los datos indicaron que la severidad menor se presentó en el tratamiento con el fosfito de potasio a dosis de 2,5 mL L⁻¹ el cual alcanzó un valor de 6,25% en la última evaluación y una efectividad biológica promedio del 94,75%; en tanto que a dosis de 1 mL L⁻¹ la severidad máxima fue del 68,26% y una efectividad del 92,18% a una severidad del 6,34% 18 días después de la primera aplicación; sin embargo, a partir del día 21 después de la quinta aplicación la efectividad fue disminuyendo hasta terminar en un 28,29% (Tabla 2). Estos datos concuerdan con lo descrito por Velandia y colaboradores (2012), donde registran que con seis aplicaciones del fosfito de potasio a una dosis de cinco mL L⁻¹, se logra disminuir la incidencia y severidad

una incidencia de 53%; de igual forma, Lobato y colaboradores (2008), señalan que las aplicaciones de fosfito de potasio en el momento de la siembra disminuyen la incidencia de *Phytophthora infestans* en dos cultivares de papa, Shepody, considerada altamente sensible a esta enfermedad y Kennebec moderadamente sensible a esta; el fosfito de potasio logra disminuir en un 75% la incidencia de esta enfermedad respecto al testigo absoluto en el cultivar Kennebec, mientras que en Shepody logra una disminución del 30% respecto al testigo absoluto.

La severidad del testigo absoluto fue del 95,19% y del 81,1% del tratamiento con el fungicida como consecuencia una baja efectividad biológica del 19,44% de este último, aunque no se encuentran registros de la baja efectividad de este fungicida en el cultivo de rosa, Gisi y Sierotzki (2008), encontraron

Tabla 2. Medias del porcentaje de severidad causada por *Peronospora sparsa* en el cultivo de rosa var. Bingo White y Efectividad biológica del fosfito de potasio y mancozeb + hidróxido de cobre + cymoxanil sobre *Peronospora sparsa* en el cultivo de rosa var. Bingo White.

Trat.	Severidad (%), según periodo de evaluación en días											
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33
T1	0 ^a	0 ^a	3,73 ^b	4,20 ^b	4,87 ^b	5,47 ^b	6,34 ^b	11,66 ^b	19,29 ^b	30,27 ^b	50,69 ^b	68,26 ^b
T2	0 ^a	0 ^a	0,83 ^a	0,96 ^a	1,07 ^a	1,20 ^a	1,43 ^a	2,82 ^a	4,42 ^a	4,43 ^a	5,32 ^a	6,25 ^a
T3	0 ^a	0 ^a	4,62 ^{bc}	18,43 ^c	33,70 ^c	43,74 ^c	56,96 ^c	64,01 ^c	68,01 ^c	71,88 ^c	77,92 ^c	81,10 ^c
T4	0 ^a	0 ^a	5,22 ^c	23,80 ^d	39,82 ^d	58,34 ^d	81,07 ^d	82,49 ^d	85,41 ^d	88,61 ^d	90,36 ^d	95,19 ^d
Efectividad Biológica (%)												
T1	--	--	28,54	82,35	87,77	90,62	92,18	85,86	77,41	65,84	43,90	28,29
T2	--	--	84,10	95,97	97,31	97,94	98,24	96,58	94,82	95,00	94,11	93,43
T3	--	--	11,49	22,56	15,37	25,03	29,74	22,40	20,37	18,88	13,77	14,80
T4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

*Literales diferentes dentro de columnas implican diferencia significativa $P > 0,05$ mediante prueba de tukey. **T1:** FosfiMAX® 40-20 a 20 1,0 mL L⁻¹; **T2:** FosfiMAX® 40-20 a 2,5 mL L⁻¹; **T3:** K3® (mancozeb + hidróxido de cobre + cymoxanil) a 0,8 gr L⁻¹; **T4:** Testigo absoluto

- Arbeláez, G. 1999. El mildew veloso del rosal ocasionado por *Peronospora sparsa* Berkeley. *Acopafior* (6): 37-39.
- Arneson, P. A. 2001. Epidemiología de las enfermedades de las plantas. Disponible en línea: <http://www.apsnet.org/edcenter/advanced/topics/Epidemiologia/Pages/default.aspx> [consultado Septiembre de 2013].
- Baker, K. F. 1953. Recent epidemics of downy mildew of rose. *Plant Dis. Rep.* 37: 331-339.
- Bañón, A. S., González, B. G. A., Fernández, H. J. A. y Cifuentes, R. D. 1993. Gerbera, liliun, tulipán y rosa. Mundi-Prensa. Madrid, España. 250 p.
- Bravo A. G. 2012. Hoja de datos de seguridad fosfimáx. Disponible en línea: http://www.bravoag.com.mx/soluciones/hojas_seguridad/MS_FOSFIMAX.pdf [consultado Agosto de 2013].
- De Liñán, C. 2013. Vademécum de Agroquímicos de México. Tecnológica de México. Madrid, España. 766 p.
- Di Mateo, A., Federici, L., Mattei, B., Salvi, G., Johnson, K. A., Savino, C., De Lorenzo, D., Tsernogiou, D. y Cervone, F., 2003. The crystal structure of polygalacturonase-inhibiting protein (PGIP), a leucine-rich repeat protein involved in plant defense. *PNAS*. 100(17): 10124-10128.
- Dick, M. W. 2001. The Peronosporomycetes. pp. 87-92. *In: The Mycota*. Vol. VIII. McLaughlin D. J., McLaughlin E. G., and Lemke P. A. (eds.). Springer. Berlin, Alemania. 650 p.
- García, V. R., González, D. J. G., Mora, H. M. E. y Castañeda, D. T. 2011. Incidencia y severidad de *Peronospora sparsa* en cinco variedades de rosa. En resúmenes del XIII Congreso Internacional/ XXVIII Congreso Nacional de Fitopatología. Tlaxcala, México.
- Gisi, U. y Sierotzki, H. 2008. Fungicide modes of action and resistance in downy mildews. *European Journal of Plant Pathology* 122: 154-167.
- Hollier, C. A. Overstreet, C. y Holcomb, G. E. 2001. Rose diseases., Louisiana State University, Agricultural Center. Louisiana, USA. 2613 p.
- Horst, R. K. y Cloyd, R. A. 2007. Compendium of Rose Diseases and Pest. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, USA. 16-18 pp.
- Kamoun, S. 2003. Molecular genetics of pathogenic Oomycetes. *Eukaryotic Cell*. 2(2): 191-199.
- Kromann, P., Pérez, W. G., Taipe, A., Schulte-Geldermann, E., Prakash, S. B., Andrade-Piedra, J. L. y Forbes, G. A. 2012. Use of phosphonate to manage foliar potato late blight in developing countries. *Plant Disease* 96(7): 1008-1015.
- Lamari, L. 2008. Asses 2.0 Image analysis software for plant disease quantification, The American Phytopathological Society. Saint Paul, Minnesota, USA. 132 p.
- Leandro, G. y Soto, C. A. 1980. Evaluación de fungicidas para el combate de *Mycena citricolor* y *Cercospora coffeicola* en café. *Agronomía Costarricense* 4(1): 41-45.
- Lobato, M. C., Olivieri, F. P., Daleo, G. R. y Andreu, A. B. 2010. Antimicrobial activity of phosphites against different potato pathogens. *Journal of Plant Diseases and Protection* 117(3): 102-109.
- Lobato, M. C., Olivieri, F. P., González, E. A., Wolski, G. R., Daleo, D. O. y Andreu A. B. 2008. Phosphite compounds reduce disease severity in potato seed tubers and foliage. *European Journal of Plant Pathology* 122: 349-358.
- Lovatt, C. J. y Mikkelsen, R. L. 2006. Phosphite Fertilizers: What Are They? Can You Use Them? What Can They Do? *Better Crops* 90(4): 11-13.
- McGrath, M. T. 2004. What are fungicides? The plant health instructor. The American Phytopathological Society. Disponible en línea: <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/topics/Pages/Fungicides.aspx>
- Olivieri, F. P., Feldman, M. L., Machinandirena, M. F., Lobato, M. C., Caldiz, D. O., Daleo, G. R. y Andreu, A. B. 2012. Phosphite applications induce molecular modifications in potato tuber periderm and cortex that enhance resistance to pathogens. *Crop Protection* 32: 1-6.
- Smillie, R., Grand, B. R. y Guest, D. 1989. The mode of action of phosphite: evidence for both direct and indirect modes of action on three *Phytophthora* spp. in plants. *Phytopathology* 79(9): 921-926.
- Thakur, R. P. y Mathur, K. 2002. Downy mildews of India. *Crop Protection* 21: 333-345.
- Velandia, M. J., Viteri, R. S. E., Rubio, C. N. J. y Tovar, D. F. O. 2012. Efecto del fosfito de potasio en combinación con el fungicida metalaxyl + mancozeb en el control de mildew veloso (*Peronospora destructor* Berk) en cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.). *Rev. Fac. Nal. Agr.* 65(1): 6317-6325.
- Voglmayr, H. 2008. Progress and challenges in systematics of downy mildews and white blister rusts: new insights from genes and morphology. *European Journal of Plant Pathology* 122: 3-18.
- Waltera, M. P., Harris-Virginb, W., Thomasc, G., Tated, N. W. Waiparaa G. y Langforda. 2004. Agrochemicals suitable for downy mildew control in New Zealand boysenberry production. *Crop Protection* 23: 327-333.