

EFFECTO DE OIKOBAC, MICROORGANISMOS EFICACES (EM) Y *TRICHODERMA* SOBRE LA INCIDENCIA DE PATÓGENOS Y EL RENDIMIENTO DEL PIMENTÓN EN INVERNADEROS

(Effect of oikobac, effective microorganisms (EM) and *Trichoderma* sp on the impact of pathogens and performance of paprika in greenhouses)

Yadira Flores¹, Luís Sosa¹ y Carlos Coronel¹

Fundación La Salle de Ciencias Naturales Campus Cojedes. San Carlos, estado, Cojedes, Venezuela.

e-mail: yaflo62@gmail.com

Recibido: 09-03-2015 / 24-04-2015

RESUMEN

El trabajo se realizó en Agropecuaria Florinda Lugo, El Topo, municipio Tinaco. El objetivo fue evaluar el efecto de oikobac, microorganismos eficaces (EM) y *Trichoderma* sp sobre la incidencia de hongos patógenos y el rendimiento de pimentón en casa de cultivos. Para tratar el sustrato se utilizaron 6 tratamientos: T1: EM 1lt; T 2: *Trichoderma* 15 g; T3: Oikobac 10 g; T4: EM 1 Lt +*Trichoderma* 15 g; T5: EM 1 Lt + Oikobac 10 g; T6: EM 1 Lt + Oikobac 10 g + *Trichoderma*15 g, todos disueltos en 10 litros de agua. Posteriormente se colocó el sustrato en la casa de cultivo formando caballones sobre los cuales se trasplantó el pimentón. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con una población de 60 plantas y una muestra de 15 plantas/tratamiento. La incidencia de enfermedades se determinó por observaciones diarias. Los frutos de 15 plantas/tratamiento, fueron pesados para determinar el rendimiento. Los datos se analizaron con una prueba de ANOVA y una comparación de medias de DUNCAN. No hubo incidencia de hongos patógenos en el cultivo de pimentón, cuando se sembró en sustrato tratado con los 6 tratamientos. Referente al rendimiento las plantas sembradas con el sustrato tratado con EM, fue de 900 gramos, siendo el más bajo de los 6 tratamientos, ya que las que se sembraron en sustratos sometidos a los tratamientos con oikobac y *Trichoderma*, produjeron rendimientos similares entre sí (1,8 kg/planta), al igual que la combinación entre ellos. El rendimiento por planta estuvo por debajo del promedio para casa de cultivo, debido quizás a la incidencia de mosca blanca, afidos y falla en el riego. Se debe usar para desinfección de sustratos productos como *Trichoderma*, el cual es eficaz y no es costoso ya que actualmente hay distribución gratuita en los laboratorios de producción de biológicos.

Palabras clave: patógenos, desinfección, rendimiento, casa de cultivos.

SUMMARY

The study was conducted at Florinda Lugo Farm, El Topo, Tinaco municipality. The objective was to evaluate the effect of oikobac, effective microorganisms (EM) and *Trichoderma* sp on the incidence of pathogenic fungi and performance of home paprika crop. To treat the substrate 6 treatments were used T1: EM 1lt; T 2: *Trichoderma* 15 g; T3: Oikobac 10 g; T4: EM 1 Lt + *Trichoderma* 15 g; T5: EM 1 Lt + Oikobac 10 g; T6: EM 1 Lt + Oikobac 10 g +*Trichoderma* 15 g, all dissolved in 10 liters of water. Subsequently, the substrate was placed in greenhouse forming ridges on which paprika was transplanted. A completely randomized design with a population of 60 plants and a sample of 15 plants / treatment was used. The incidence of disease was determined by daily observations. The fruits of 15 plants / treatment were weighed to determine the yield. Data were analyzed with ANOVA and DUNCAN comparison means. There was no incidence of pathogenic fungi in the cultivation of paprika, when seeded in 6 treatments treated substrate. Regarding performance sown plants in substrate treated with EM, yielding 900 grams, being the lowest of the 6 treatments because they were sown in substrates subjected to treatment with *Trichoderma* Oikobac and produced similar yields each other (1.8 kg / plant), as well as their combination. The yield per plant was below the average for growing crop house, perhaps due to the incidence of whitefly, aphids and fails irrigation. It should be used for disinfection of substrates products such as *Trichoderma*, which is effective and inexpensive and of free distribution in biological production laboratories.

Keywords: pathogens, disinfection, yield, greenhouse.

INTRODUCCIÓN

En Venezuela, el cultivo protegido constituye una tecnología promisoría para extender los calendarios de cosecha de hortalizas y asegurar el suministro fresco a la población en general, inclusive en los periodos en que la oferta de la producción proveniente de campo abierto resulta en extrema limitada.

El uso de compost como sustrato para el control biológico de algunas de las principales enfermedades (*Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae*) de las plantas cultivadas es una alternativa viable al uso de fungicidas químicos. Esta idea fue introducida por Hoitink *et al.*, (1975) citado por Mendoza, (2010) y desde entonces se ha demostrado la reducción de muchas enfermedades de las plantas mediante el uso de compost producidos a partir de una gran diversidad de materiales (Noble y Coventry, 2005; Avilés *et al.*, 2011). El enriquecimiento de compost con microorganismos específicos es generalmente necesario dado que la supresividad natural de los compost es un fenómeno variable (espectro de acción y niveles

de supresividad) y además por el efecto de dilución (formulación necesaria) a la que muchos compost se ven obligados para mejorar sus propiedades físicas y fisicoquímicas (Dukare *et al.*, 2011).

Salavarría y Motato (2008), realizaron un trabajo para determinar la dosis adecuada del Oikobac para la aceleración del compostaje de los subproductos de una finca cafetalera. Se utilizó pulpa y cáscara de café, como base de las mezclas a compostar, y 40, 50 y 60 g/ton, como dosis de Oikobac. Adicionalmente se probaron dos testigos, de cada una de las mezclas sin aplicación del acelerador de compostaje. Como resultado se obtuvo que al aumentarlas dosis de Oikobac, se redujo el peso final del compost, pero el producto final presentó mejores características de calidad que los testigos.

Hurtado (2007), expresa que el EM viene únicamente en forma líquida y contiene microorganismos útiles y seguros. No es un fertilizante, ni un químico, no es sintético y no ha sido modificado genéticamente.

IDIAF (2009), realizó trabajos donde determinó que el EM, a través de los efectos antioxidantes, promueve la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus. Los efectos antioxidantes de estos microorganismos pasan directamente al suelo e indirectamente a las plantas, manteniendo así la proporción de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) y CN. Este proceso aumenta el humus contenido en el suelo, siendo capaz de mantener una elevada calidad de la producción.

En estudios realizados por Silva (2009), se determinó que EM genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades, consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades, incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos, y promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.

Diversos autores han informado para *Trichoderma* diferentes tipos de interacción hifal como parasitismo, considerándolos una potencialidad para su uso como biorreguladores de hongos del suelo (Infante, 2009).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de oikobac, microorganismos eficaces (EM) y *Trichoderma* sp sobre la incidencia de hongos patógenos y el rendimiento de pimentón en casa de cultivos.

METODOLOGÍA

El trabajo se realizó en la Agropecuaria Florinda Lugo, ubicada en la Troncal 5, sector El Topo, municipio Tinaco estado Cojedes. Se hicieron análisis fitopatológicos del suelo, antes y después del compostaje, con la finalidad de determinar los posibles patógenos existentes en la casa de cultivo número 2, en la cual se efectuó la siembra de pimentón.

El compostero se preparó mezclando los restos de la cosecha anterior de pimentón, excrementos de bovino y malezas, con 4 meses de antelación a la siembra. Este compostero se utilizó como sustrato para sembrar las plantas de pimentón en la casa de cultivo.

Para tratar el sustrato, proveniente del compostaje, se utilizaron 6 tratamientos consistentes en:

Tratamiento 1: Microorganismos Eficaces EM 1lt + 10Lt de agua

Tratamiento 2: *Trichoderma* 15 g + 10Lt de agua

Tratamiento 3: Oikobac 10 g + 10Lt de agua

Tratamiento 4: EM 1 Lt + *Trichoderma* 15 g + 10Lt de agua

Tratamiento 5: EM 1 Lt + Oikobac 10 g + 10Lt de agua

Tratamiento 6: EM 1 Lt + Oikobac 10 g + *Trichoderma* 15 g + 10Lt de agua.

Cada 8 días se asperjaron los tratamientos y se mezclaron con el sustrato, se le aplicó agua para mantener la humedad para que los microorganismos actuaran. Después de realizar las aplicaciones de los tratamientos, el sustrato quedó de aproximadamente un metro de altura con la finalidad de conservar el calor y garantizar la efectividad de los mismos.

Los sustratos tratados fueron colocados en la casa de cultivo formando camellones con cada tratamiento y posteriormente se niveló y se trasplantaron las plántulas de pimentón a una distancia de 0.4 m entre plantas y 0.5 metros entre camellón, para un total 250 plantas, distribuidas de la siguiente forma: 50 plantas para cada camellón y cada camellón representa un tratamiento.

En la presente investigación, cuando se evaluó la incidencia de enfermedades, se tomó la población completa. Para el caso del rendimiento, la muestra estuvo conformada por 15 plantas por cada tratamiento. La incidencia de enfermedades se determinó a través de observaciones diarias para comprobar si las plantas bajo tratamiento presentaban alguna anomalía.

Para la variable rendimiento, una vez que el cultivo pasó a la etapa de producción se esperó hasta que los frutos estuvieran maduros, se cuantificó, para cada planta y por tratamiento el peso promedio de los frutos en las 15 plantas.

Los datos fueron analizados estadísticamente a través de una prueba de ANOVA y una comparación de medias de DUNCAN.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Incidencia de patógenos en sustrato desinfectados con 6 tratamientos

Los análisis fitopatológicos realizados al sustrato, tratado con los 5 tratamientos, antes de la siembra, indican la presencia de hongos benéficos y libres de patógenos como *Aspergillus*, *Trichoderma* y *Penicillium*, esto se evidencia en la Cuadro 1.

Cuadro 1. Hongos identificados en sustratos tratados con 6 tratamientos.

Tratamiento	<i>Aspergillus</i>	<i>Trichoderma</i>	<i>Penicillium</i>
T1=EM	+	+	+
T2= <i>Trichoderma</i>	+	+	+
T3= Oikobac	+	+	+
T4=EM+ <i>Trichoderma</i>		+	+
T5=EM+Oikobac	+	+	+
T6 =EM+Tricho+Oikobac	+	+	+

Incidencia de enfermedades

La incidencia de enfermedades sobre las plantas de pimentón, sembradas en casa de cultivo con sustrato tratado con 6 tratamientos, fue baja, salvo el sustrato tratado con Microorganismos Eficaces (EM), donde hubo un 50% de plántulas que se sustituyeron a los 7 días después del trasplante. A dichas plantas se le realizó un análisis fitopatológico y se determinó la presencia de bacterias. No coincidiendo estos resultados con APNAN (2003), quien afirma que el EM contiene actinomicetes los cuales son organismos que funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biácidas) y benefician el crecimiento y actividad del *Azotobacter* de las micorrizas.

El EM, según APNAN (2003), también contiene hongos de fermentación como el *Aspergillus* y el *Penicillium*, los cuales actúan descomponiendo rápidamente la materia orgánica para producir alcohol, esteroides y sustancias antimicrobianas. Esto es lo que produce la desodorización y previene la aparición de insectos perjudiciales, lo que no ocurrió en la presente investigación ya que hubo incidencia de mosca blanca y áfidos en todos los tratamientos.

Estos resultados coinciden con los encontrados por Flores *et al.*, (2013), quienes evaluaron el efecto del EM y *Trichoderma* sp sobre la incidencia de *Fusarium* y *Sclerotium rolfii* en una siembra experimental de pimentón, donde el porcentaje de incidencia de enfermedades por hongos fue bajo, 5 y 6%, cuando se aplicó Compos R7+EM+ *Trichoderma* sp. Hay que tener en cuenta que estos biocontroladores ejercen una acción antagonista contra hongos patogénicos. Es de destacar que no se detectó la incidencia de patógenos del suelo.

Referente al efecto ejercido por *Trichoderma*, se observó que en los tratamientos donde se aplicó el biocontrolador no hubo incidencia de enfermedades, lo cual coincide con trabajos realizados por Segarra *et al.*, (2012), quienes evaluaron la aplicación del biológico en compostaje para determinar la incidencia de *Rhizoctonia solani*, *S rolfii* y *Fusarium*, todos los compost maduros mostraron supresividad de los patógenos antes mencionados. Esto se debe según Postma *et al.*, (2003) a que el uso de microorganismos como agentes de control biológico puede restaurar la supresividad natural de compost debido a que mejora sus propiedades físicas y fisicoquímicas. Estudios recientes han demostrado que *Trichoderma* spp. eleva la resistencia sistémica contra diferentes tipos de patógenos en diversas especies vegetales (Harman *et al.*, 2004; Shores *et al.*, 2005; Djonovic *et al.*, 2006;), siendo el enriquecimiento con microorganismos una opción interesante para mejorar la supresividad natural de los compost.

Rendimiento del pimentón sembrado con sustrato sometido a 6 tratamientos en casa de cultivo

El análisis estadístico mostró diferencia significativa entre los tratamientos aplicados y el rendimiento de las plantas ($p < 0,05$), (Cuadro 2).

Cuadro 2. Resumen de ANOVA del rendimiento en peso (Kg) de plantas de pimentón sembradas con sustratos desinfectados con 6 tratamientos en casa de cultivo.

	Suma de cuadrados	gl	Media Cuadrática	F
--	------------------------------	-----------	-----------------------------	----------

Inter-grupos	11,784	5	2,357	157,15
Intra-grupos	1,260	84	0,15	
Total	13,044	89		

En la Cuadro 3, comparación de medias de DUNCAN se observa que el tratamiento 1 (sustrato tratado con EM), tuvo un peso promedio por planta de 900 gramos, comportándose diferente al resto de los tratamientos, los cuales obtuvieron rendimientos mayores a 1,800 kg.

Cuadro 3. Prueba de comparación de medias de DUNCAN para rendimiento en peso (Kg) de plantas de pimentón sembradas con sustratos desinfectados con 6 tratamientos.

Tratamientos	Número de muestras	Sub conjunto para $\alpha= 0.01$	
		1	2
1	15	0,9173	
5	15		1,8240
3	15		1,8887
4	15		1,8900
6	15		1,8907
2	15		1,9300

Esta diferencia de peso puede deberse a que el sustrato tratado con EM, una vez que se llevó a la casa de cultivo no se le aplicó más el producto y en las recomendaciones del mismo dice que se debe aplicar cada 8 días una vez que se esté en campo, o para este caso en la casa de cultivo.

Los rendimientos obtenidos en el presente trabajo fueron bajos, esto pudo deberse a la incidencia de insectos plagas como la mosca blanca y afidos, los cuales son chupadores y tienden a disminuir la producción. Aunado a esto, en las casas de cultivo estos insectos se

multiplican muy rápido y si no se controlan a tiempo y eficientemente el daño es irreversible.

Otra de las causas de los bajos rendimientos pudo haber sido la falta de riego, ya que hubo falla en el pozo y no se regó durante una semana y para este cultivo, bajo estas condiciones, es fundamental el riego. Lo anterior es corroborado por Fonseca (2010) quien señala que el pimentón con altas temperaturas y estrés hídrico baja los rendimientos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- No se determinó la incidencia de hongos patógenos en el cultivo de pimentón, cuando se sembró en sustrato tratado con los 6 tratamientos utilizados en casa de cultivos.
- Referente al rendimiento, las plantas sembradas con el sustrato tratado con EM, fue de 900 gramos, siendo el más bajo de los 6 tratamientos.
- Las plantas de pimentón sembradas en los sustratos sometidos a los tratamientos con oikobac y *Trichoderma*, produjeron rendimientos similares.
- Las plantas de pimentón sembradas en los sustratos sometidos a los tratamientos combinados con EM, oikobac y *Trichoderma*, produjeron rendimientos similares entre sí, oscilando estos entre 1,8 y 1,9 kilos por planta.
- El rendimiento por planta estuvo por debajo del promedio para casa de cultivo, debido quizás a la incidencia de mosca blanca y afidos y a la falla en el riego.

Recomendaciones

- Utilizar para desinfección de sustratos productos como *Trichoderma*, el cual es bastante eficaz y no es costoso ya que actualmente hay distribución gratuita en los laboratorios de producción de biológicos.
- Repetir el ensayo en la misma casa de cultivo pero aplicando EM siguiendo las indicaciones recomendadas.

- Se recomienda seguir esta línea de investigación, ya que es de suma importancia encontrar nuevas fuentes de control de hongos que atacan a las plantas, las cuales sean inofensivas tanto para el hombre como para el ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asia Pacific Natural Agriculture Network (APNAN). 2003. EM Application Manual for APNAN countries. [Documento en línea]: En: <http://www.agriton.nl/apnanman.html>. (Consulta: 10/12/2015)
- Avilés, M., Borrero C., Trillas, M.I. 2011. Review on compost as an inducer of disease suppression in plants grown in soilless culture. En: Dynamic Soil, Dynamic Plant, Compost III. A. Sánchez Ferrer (Ed.). Global Science Books, vol. 5, special issue 2, pp. 1-11.
- Djonovic S., Pozo M.J., Dangott L.J., Howell C.R., Kenerley C.M. 2006. Sm1, a proteinaceous elicitor secreted by the biocontrol fungus *Trichoderma virens* induces plant defense responses and systemic resistance. *Molecular Plant–Microbe Interactions*. 19: 838–853.
- Dukare A.S., Prasanna R., Dubey S.C., Nain L., Chaudhary V., Singh R., Saxena A.K. 2011. Evaluating novel microbe amended composts as biocontrol agents in tomato. *Crop Protection* 30:436-442.
- Harman G.E., Howell C.R., Viterbo A., Chet I., Lorito M. 2004. *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*. 2: 43–56.
- Fonseca, D. 2010. Producción de pimentón en invernadero. [Documento en línea]: En: <http://www.hortalizas.com/cultivos/chiles-pimientos/produccion-de-pimiento-en-invernadero/>
- Flores, Y., López, F. y Villanueva, J. 2013, Efecto de los Microorganismos Eficaces (EM) Y *Trichoderma sp* sobre la incidencia de *Fusarium* y *Sclerotium rolfsii* en una siembra experimental de pimentón. *Agrollania*. 10: 38-43
- IDIAF. 2009. Uso de microorganismos eficaces. [Documento en línea]: En: <http://www.idiaf.gov.do/noticias/detallemain.php?ID=971>. (Consulta: 26/02/2015)
- Infante, D., Martínez, B., González, N., y Reyes, Y. 2009. Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. *Rev. Protección Veg.* vol.24, 1. pp. 14-21. [Documento en

línea]:En:<http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522009000100002&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2224-4697. (Consulta: 12/12/2014)

Mendoza, D. 2010. Vermicompost de residuos hortícolas como componente de sustratos para la producción de plantas en invernaderos. [Documento en línea]: En: riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/8685/tesis_UPV3395.pdf. (Consulta: 23/10/2014).

Noble, R. y Coventry, E. 2005. Suppression of soil-borne plant diseases with composts a review. *Biocontrol Science and Technology*. 15: 3-20.

Postma J., Montanari M., Vanden Boogert P.H.J.F. 2003. Microbial enrichment to enhance the disease suppressive activity of composts. *European Journal of Soil Biology*. 39:157-163.

Segarra G., Sant, D. Trillas, M., Casanova, E., Borrero C. y Noguera, R. 2012. Sustratos enriquecidos con el microorganismo agente de control biológico *Trichoderma asperellum*, cepa T34. [Documento en línea]: En: <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/81143-Sustratos-enriquecidos-microorganismo-agente-control-biologico-Trichoderma-asperellum.html>

Salavarría, J. y Motato, N. 2007. Compostaje de los subproductos de las fincas cafetaleras, en la zona de Jipijapa, provincia de Manabí III Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo.

Silva, M. 2009. Microbiología General. [Documento en línea]: En: <http://microbiologia-general.blogspot.com/2009/05/microorganismos-eficientes.html>. (Consulta: 22/10/2014)

Shoresh M., Yedidia I., Chet I. 2005. Involvement of jasmonic acid / ethylene signaling pathway in the systemic resistance induced in cucumber by *Trichoderma asperellum* T203. *Phytopathology*. 95:76-84.