



# EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ESTIÉRCOL SIN COMPOSTAR Y FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DEL HONGO (*Pyrenochaeta terrestris*) EN CEBOLLA

EFFECT OF NON-COMPOUNDED MANURE AND FUNGICIDES APPLICATION FOR FUNGUS (*Pyrenochaeta terrestris*) CONTROL IN ONION

Macías Duarte Rubén <sup>1\*</sup>, Grijalva Contreras Raúl Leonel <sup>1</sup>, Robles Contreras Fabián <sup>1</sup>, López Cravajal Arturo <sup>1</sup> y Núñez Ramírez Fidel <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental de Caborca. INIFAP. Ave. S. No. 8 Norte Col. Centro. CP 83600, Caborca, Sonora.

<sup>2</sup>Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California. Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California.

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de fungicidas químicos y biológicos en combinación con estiércol de bovino sin compostar sobre el control del hongo *Pyrenochaeta terrestris* causante de la pudrición rosada en la raíz del cultivo de la cebolla. El experimento se desarrolló en Magdalena de Kino, Sonora durante el año 2012. El diseño utilizado fue un factorial de 2x7, donde el primer factor fueron dos dosis de estiércol y el segundo siete fungicidas. Los resultados obtenidos indicaron diferencias estadísticas en el porcentaje de incidencia y severidad del ataque del hongo, así como en altura de planta, peso de bulbo y rendimiento entre niveles de estiércol, fungicidas y en la combinación de ambos. La incidencia y la severidad del ataque del hongo se incrementaron 14% y 3% respectivamente con la aplicación de estiércol en relación al testigo. El tratamiento con *Trichoderma harzianum* presentó el menor grado de severidad, mayor altura de planta, peso de bulbo y rendimiento con 18%, 79 cm, 233 g y 84.3 t ha<sup>-1</sup> respectivamente. En la combinación de estiércol-fungicida, los tratamientos que obtuvieron los mayores rendimientos fueron los aplicados con *Trichoderma harzianum* con y sin estiércol con 84.7 y 82.0 t ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** Pudrición rosada, *Trichoderma harsianum*, micorrizas, *Allium cepa*.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of the application of chemical and biological fungicides in combination with non-compounded bovine manure on the control of the fungus *Pyrenochaeta terrestris* responsible of pink root in onion crop. The experiment was carried out in Magdalena de Kino, Sonora during 2012. A factorial 2x7 design was used, where the first factor were two manure treatments and the second seven fungicide treatments. The results indicated statistical differences in the percentage of incidence and severity of fungal attack, plant height, weight bulb and yield between levels manure, fungicides and the combination of both. The incidence and severity of fungus

attack increased 14% and 3% respectively with manure application in relation to control. The *Trichoderma harzianum* treatment obtained the lowest degree of severity, plant height, bulb weight and yield with 18%, 79 cm, 233 g and 84.3 t ha<sup>-1</sup> respectively. In the manure-fungicide combination treatments the highest yields were obtained with *Trichoderma harzianum* with and without manure application with 84.7 and 82.0 t ha<sup>-1</sup>.

**Keys word:** Pink root, *Trichoderma harsianum*, micorrizas, *Allium cepa*.

## INTRODUCCIÓN

La superficie sembrada de cebolla (*Allium cepa* L) en México durante el 2014 fue de 48,170 ha con una producción 1,368,183 toneladas, con una media de rendimiento de 28.9 t ha<sup>-1</sup> y un valor en la producción de 5,665 millones de pesos. Los principales estados productores son Baja California, Guanajuato, Tamaulipas, Chihuahua y Puebla (SIAP, 2014).

Uno de los problemas que afecta la producción de cebolla en México, es la presencia de la enfermedad denominada "pudrición rosada" que es causada por el hongo del suelo *Pyrenochaeta terrestris*. El hongo se encuentra presente en la mayoría de los suelos en los que se cultiva cebolla, siendo una de las pocas enfermedades fungosas que solo infecta la raíz sin ocasionar daño al bulbo. Los síntomas incluyen pudrición de raíces acompañada de una coloración rosa, la planta muestra síntomas de déficit de humedad, así como un aspecto de quemaduras en las puntas de las hojas, además de un lento crecimiento de bulbos y en consecuencia pérdidas en el rendimiento y calidad de bulbo. El hongo permanece latente sin ocasionar infecciones durante los meses de baja temperatura como diciembre y enero, pero a medida que se incrementa la temperatura se empieza a hacer evidente la infestación de las raíces de los cultivos susceptibles a causa de este patógeno (Aragonés, 1988; Netzer *et al.*, 1985).

La temperatura óptima del suelo para que se presente el ataque de este patógeno es de 28°C, situación que coincide con la etapa del crecimiento del bulbo en la cebolla; a medida que se incrementa la temperatura del suelo, se incrementa el grado de infección. El ataque del hongo se presenta

\*Autor para correspondencia: Rubén Macías Duarte  
Correo electrónico: [macias.ruben@inifap.gob.mx](mailto:macias.ruben@inifap.gob.mx)

Recibido: 29 de junio de 2016

Aceptado: 26 de diciembre de 2016

más severo en cebollas de color blanco. Las variedades de fotoperíodo corto maduran más temprano y son menos afectadas por este hongo en comparación con las variedades de fotoperíodo intermedio o largo (Wall y Corgan, 1993).

Entre las principales medidas de control para reducir el problema de pudrición rosada se encuentran el uso de variedades resistentes (Thornton y Mohan, 1996; González *et al.*, 1985; Lacy y Roberts, 1982), la rotación de cultivos (Davis y Aegerter, 2008; Nishwitz y Dhiman 2012), la solarización del suelo (Katan, 1980; Pulido-Herrera *et al.*, 2012), mantener las plantas vigorosas mediante diferentes prácticas de manejo (Thornton y Mohan, 1996; Nishwitz y Dhiman, 2012), aplicación de abonos orgánicos (Pedrosa y Samaniego, 2003), inoculación de semillas y raíces con hongos micorrizógenos, (Torres *et al.*, 1996) y aplicación de fungicidas (Biesiada *et al.*, 2004; Pages y Nottegehem, 1996; Porter *et al.*, 1989).

Los beneficios del uso de abonos orgánicos son muy amplios, ya que además de aportar materia orgánica y nutrientes al suelo, se ha demostrado que pueden prevenir, controlar e influir en la severidad del ataque de patógenos del suelo a los cultivos (Pedrosa y Samaniego, 2003). Así mismo, la materia orgánica enriquece la capacidad de intercambio catiónico del suelo y permite el desarrollo de la micro-fauna benéfica del mismo (Aslantas *et al.*, 2007). El uso del estiércol como abono orgánico, presenta diferencias en su composición química en cuanto al aporte de nutrientes y su efecto en el suelo dependiendo de su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad. Desafortunadamente, se menciona que, en algunos casos, el estiércol aplicado al suelo sin una previa desinfección ha sido señalado como transmisor de organismos patógenos en hortalizas frescas (Wells y Butterfield, 1997), siendo el compostaje y la solarización los principales tratamientos para reducir y eliminar una gran cantidad de organismos patógenos del estiércol (Ruiz *et al.*, 2007).

El manejo de las enfermedades que tienen su origen en el suelo, comúnmente se realiza con productos químicos (Oezer y Oemeroglu, 1995; Zavaleta y Mejía, 1999). Los principales fungicidas químicos que han mostrado reducir la incidencia y severidad de la pudrición rosada en cebolla son el Dazomet y el Tiofanato de Metilo provocando un incremento en el rendimiento, calidad y vida postcosecha (Biesiada *et al.*, 2004; Pages y Nottegehem, 1996; Porter *et al.*, 1989; Pulido *et al.*, 2012). Otros productos que han mostrado control de la enfermedad son Benomilo, Thiram, Zineb, Captan, Cyprodinil e Iprodione, entre otros (Adams, 2003; Biesiada *et al.*, 2004; Sanders *et al.*, 2006).

Otras alternativas de control de la enfermedad con menor impacto en el ambiente es la biofumigación, a través del efecto tóxico de los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica incorporada al suelo (Bello *et al.*, 2002). La implementación de prácticas ecológicas como la solarización, es otra alternativa de control de enfermedades del suelo con reducidos efectos al ambiente (Katan, 1980).

Los microorganismos antagonistas también son utilizados como agentes de control biológicos, tal es el caso del hongo *Trichoderma* spp. que es reconocido como agente de control biológico contra enfermedades causadas por hongos fitopatógenos del suelo (Harman, 2006). La aplicación de *Trichoderma harzianum* Cepa A (Macías *et al.*, 2004; Pulido-Herrera *et al.*, 2012) y *Trichoderma viride* (Biesiada *et al.*, 2004) han mostrado una reducción entre 10 y 13% de incidencia del hongo en comparación a los tratamientos no aplicados. La solarización con plástico transparente y el control biológico, son alternativas viables para el control de la pudrición rosada en el cultivo de la cebolla, ya que incrementa el rendimiento del 24 al 34% y reducen la incidencia y severidad de la enfermedad (Pulido *et al.*, 2012).

Por otro lado, las asociaciones con micorrizas han demostrado reducir el daño por patógenos del suelo (hongos, bacterias y nematodos) y la respuesta varía al tipo de patógeno y a las condiciones ambientales (Azcón-Aguilar y Barea, 1997), ya que se establece una relación de simbiosis entre estos y las raíces con un beneficio mutuo entre ambas especies. Al respecto Torres *et al.*, 1996, menciona que la inoculación de la raíz de cebolla (*Allium cepa*) con micorrizas, incrementa la resistencia al ataque de hongos de la especie *Sclerotium cepivorum*. De igual manera, sumergir las raíces antes del trasplante en extracto de ajo al 2% proporciona un control significativo del hongo (Biesiada *et al.*, 2004); así como la aplicación al follaje de extractos vegetales de Neem (Pulido *et al.*, 2012).

Debido al daño que ocasiona el ataque del hongo *Pyrenochaeta terrestris*, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la aplicación de estiércol sin compostear (crudo) en combinación con diferentes fungicidas químicos y biológicos para el control de la pudrición rosada y su efecto sobre el rendimiento y calidad del bulbo en la variedad de cebolla "Morada Regional".

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área de estudio

La investigación se realizó durante el 2012 en la región de Magdalena de Kino, Sonora, cuyas coordenadas son: 110°55'42" Longitud Oeste y 30°39'41" Latitud Norte y una altitud de 780 m sobre el nivel del mar. La evaporación promedio anual de 1.493 mm. Temperatura media anual de 19.4°C, el mes más frío es enero con media mensual de 1.8°C y el mes más caliente es junio con 37.8°C (INIFAP, 1985; Ruiz *et al.*, 2005).

### Características del suelo

El trabajo se estableció en un suelo infestado por el hongo *Pyrenochaeta terrestris*, causante de la enfermedad de la pudrición de raíz rosada en el cultivo de la cebolla. El suelo usado presentó una textura franco arenoso, una conductividad eléctrica de 1.2 dS m<sup>-1</sup>, pH de 7.8 y contenido de materia orgánica de 0.70%. En fertilidad, el suelo presentó 60 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno, 50 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo y 150 kg ha<sup>-1</sup> de potasio, el cual se considera apropiado para la producción de cebolla (Castellanos *et al.*, 2000).

## Manejo agronómico

El almacigo se sembró el 10 de octubre del 2012 con la variedad criolla Morada Regional la cual es susceptible al ataque de pudrición rosada de la raíz, y el trasplante se realizó el 19 de diciembre. Se utilizó sistema de riego por goteo con camas de 1.0 m de ancho y cuatro hileras de plantación (356,600 plantas ha<sup>-1</sup>). La fertilización se realizó a través del riego con la fórmula 230N-140P-80K. Para el control de malezas se realizó una aplicación de Trifluralina (1.0 kg ha<sup>-1</sup>) en presiembrado y dos aplicaciones de Oxifluorfen, la primera en el momento del trasplante en dosis de (250 g ha<sup>-1</sup>) y la segunda a los 40 días usando (150 g ha<sup>-1</sup>). La principal plaga que se presentó fue thrips (*Thrips tabaci*) y para su control se aplicó Lambda-cyhalotrina (42 g ha<sup>-1</sup>). El resto de las prácticas culturales se realizaron de acuerdo a lo recomendado por Macías y Grijalva (2005).

## Tratamientos evaluados

Se evaluó el efecto de la aplicación de estiércol de bovino (5.5 ton ha<sup>-1</sup>) contra el testigo (sin estiércol). En ambos tratamientos se establecieron siete tratamientos de fungicidas: tres biológicos, tres químicos y un testigo y fueron: 1) *Trichoderma harzianum* Cepa A, proveniente de la zona de estudio (1.4 x 10<sup>7</sup> g<sup>-1</sup> Unidades Formadoras de Colonias UFC), 2) Micorrizas (PHC Horti Plus<sup>®</sup> inoculante de hongos endomicorrizicos) aplicado a la semilla al momento de la siembra (S), 3) Micorrizas aplicado a la semilla a la siembra y al momento del trasplante a la raíz (S+R), 4) Metil Tiofanato (Cercobin), 5) Tiabendazol (Tecto 60), 6) Thifluzamide (Pulsor), 7) Testigo sin aplicación. Los productos fueron aplicados a la semilla y al suelo al momento de la siembra, a la raíz y al suelo al momento del trasplante y durante el ciclo del cultivo los cuales se incorporaron e incorporados con el agua de riego. El número de aplicaciones y la dosis por cada producto son descritas en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Tratamientos con fungicidas, número de aplicaciones y dosis aplicadas para el control del hongo *Pyrenochaeta terrestris* en cebolla.

**Table 1.** Fungicide treatments used, number of applications and dosage applied for *Pyrenochaeta terrestris* control on onion.

Número	Tratamientos	Aplicaciones	Dosis total
1	<i>Trichoderma harzianum</i>	6	40 l ha <sup>-1</sup>
2	Micorrizas (S)	1	30 g kg <sup>-1</sup> (S)
3	Micorrizas (S+R)	3 + 3	30 g kg <sup>-1</sup> (S) y 30 g L <sup>-1</sup> (R)
4	Metil Tiofanato (MT)	2	1.8 kg ha <sup>-1</sup>
5	Tiabendazol	3	1.5 kg ha <sup>-1</sup>
6	Thifluzamide	3	1.0 L ha <sup>-1</sup>
7	Testigo		

## Características evaluadas y análisis estadístico

Las variables evaluadas fueron: el porcentaje de incidencia y severidad de la enfermedad, las cuales fueron determinadas solamente al momento de la cosecha para lo cual

se tomó una muestra aleatoria de 100 bulbos. El porcentaje de incidencia se calculó con la fórmula siguiente: Incidencia (%) = número de plantas enfermas \* 100 / total de plantas observadas. La severidad de la enfermedad se evaluó de manera visual mediante una escala arbitraria, donde: 0 = sin daño aparente; 1 = 1-15% de daño de raíces; 2 = 16-40%; 3 = 41-65%; y 4 = 66-100%. Para calcular el porcentaje de severidad se utilizó la fórmula de Townsend y Heuberger, (1943):  $P = \frac{\sum(n*v)}{CM*N} * 100$ . Donde: P = media ponderada de la severidad, n = número de plantas por cada clase de la escala, v = valor numérico de cada clase, CM = categoría mayor y N = número total de plantas evaluadas. El resto de las variables fueron rendimiento (ton ha<sup>-1</sup>), peso del bulbo (g) y altura de planta (cm). El diseño experimental utilizado fue un factorial AxB, donde el factor A se formó por dos tratamientos de aplicación de estiércol y el factor B de siete tratamientos de fungicidas. Los tratamientos formados por la combinación de los dos factores se establecieron en cuatro repeticiones. El tamaño de la parcela experimental fue de 10 m<sup>2</sup> y la parcela útil de 4.0 m<sup>2</sup>. Para la separación de medias se utilizó la prueba de DMS al 0.05 de probabilidad. Los análisis de varianza y las pruebas de medias se realizaron con el paquete estadístico UANL (Olivares, 1994).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Incidencia y severidad

La incidencia del ataque del hongo *Pyrenochaeta terrestris* causante de la enfermedad de la pudrición rosada en la raíz de la cebolla presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos con respecto al uso del estiércol de bovino, incrementando la incidencia en un 14% con respecto al testigo sin estiércol, presentándose un grado de incidencia de 31% y 17% respectivamente para ambos tratamientos (Tabla 2). Los resultados anteriores difieren con Pedroza y Samaniego, 2003 y Aslantas *et al.*, 2007, los cuales mencionan que el uso de la materia orgánica puede prevenir, controlar e influir en la incidencia y severidad del ataque de

**Tabla 2.** Efecto de la aplicación de estiércol sobre la incidencia y severidad del ataque del hongo *Pyrenochaeta terrestris* en cebolla.

**Table 2.** Manure application effect on the incidence and severity of the *Pyrenochaeta terrestris* fungus attack in onions.

Tratamientos	Incidencia del hongo (%)	Severidad (%)
Con Estiércol (C.E)	31.0 a <sup>z</sup>	28.0 a
Sin Estiércol (S.E.)	17.0 b	25.0 b
C.V.	39.7	11.2

<sup>z</sup> Medias con la misma letra dentro de la misma columna son estadísticamente iguales (DMS 0.05).

patógenos a los cultivos, desarrollando la microflora del suelo. Sin embargo, Well y Butterfield, 1997 mencionan que el uso del estiércol sin un previo proceso de desinfección puede transmitir patógenos en hortalizas frescas. Cabe hacer la observación de que el estiércol usado en la presente evaluación no se le realizó ningún proceso de desinfección por medio de un adecuado tratamiento de composteo y

fue aplicado directamente al suelo después de haber sido recolectado en campo, lo cual fue contraproducente ya que incrementó la incidencia y severidad del ataque del hongo en vez de reducirla como lo indican los investigadores antes mencionados, siendo este el sistema de producción que realiza regularmente el productor regional.

Con respecto al efecto de la aplicación de fungicidas sobre la incidencia de la pudrición rosada, se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos, variando de un 14% para el tratamiento a base de Trifluzamide a un 31% para el tratamiento de *Trichoderma harzianum*, mientras que el testigo presentó un 23% (Tabla 3).

**Tabla 3.** Incidencia y severidad del ataque del hongo *Pyrenochaeta terrestris* en cebolla con la aplicación de diferentes fungicidas químicos y biológicos.

**Table 3.** Incidence and severity of *Pyrenochaeta terrestris* fungus attack on onion with the application of different chemical and biological fungicides.

Tratamientos	Incidencia del hongo (%)	Severidad (%)
<i>Trichoderma harzianum</i>	31 a <sup>z</sup>	18 e
Micorrizas (S)	30 ab	21 e
Tecto (Tiabendazol)	24 ab	23 d
Testigo	23 ab	30 b
Micorrizas (S y R)	23 ab	26 c
Tiofanato Metil	22 ab	30 b
Thifluzamide	14 b	36 a

<sup>z</sup> Medias con la misma letra dentro de la misma columna son estadísticamente iguales (DMS 0.05).

El efecto de la aplicación de los tratamientos de estiércol más la aplicación de fungicidas presentó diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos evaluados. Los menores porcentajes de incidencia correspondieron a los tratamientos S.E + Tiofanato metil, C.E + Thifluzamide y S.E.+ Micorrizas (S y R) con 13% de incidencia contra los máximos valores de 42% y 44% obtenidos respectivamente por los tratamientos C.E.+ *Trichoderma harzianum* y C.E.+ Micorrizas (S). En forma general los resultados obtenidos, indican que las mayores incidencias del ataque del hongo *Pyrenochaeta terrestris* se presentaron cuando se aplicó estiércol (Tabla 4).

La severidad de la pudrición rosada presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos con y sin estiércol. Se incrementó en 3% la incidencia del ataque del hongo cuando se aplicó estiércol en relación al testigo sin estiércol (Tabla 2). Del mismo modo, también se presentaron diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos de fungicidas. El tratamiento de *Trichoderma harzianum*, aún y cuando presentó el mayor grado de incidencia del hongo en la raíz, fue el que presentó el menor grado de severidad con un 18% (Tabla 3), lo anterior es debido a que probablemente este fungicida tiene un efecto retardante sobre la aparición del hongo (Alvarado, 1983 y Porter *et al.*, 1989). El segundo mejor tratamiento en la reducción de la severidad fué el tratamiento a base de Micorrizas (S) con 21%. Se sabe que el uso de las micorrizas tiene un efecto benéfico en la producción de cultivos y al respecto, Torres *et al.*, 1996 mencionan que la

**Tabla 4.** Incidencia y severidad del ataque del hongo *Pyrenochaeta terrestris* en cebolla con la aplicación combinada de estiércol y diferentes fungicidas químicos y biológicos.

**Table 4.** Incidence and severity of *Pyrenochaeta terrestris* fungus attack in onions with the combined application of manure and various chemical and biological fungicides.

Tratamientos	Incidencia del hongo (%)	Severidad (%)
C. E. + Micorrizas (S)	44 a <sup>z</sup>	22 gh
C. E. + <i>Trichoderma harzianum</i>	42 ab	20 hi
C. E. + Micorrizas (S y R)	34 abc	27 ef
C. E. + Tiofanato Metil	30 bcd	31 bcd
C. E. + Testigo	29 bcd	32 bc
C. E. + Tiabendazol	26 cd	23 fgh
S. E. + Tiabendazol	23 cde	22 gh
S. E. + <i>Trichoderma harzianum</i>	20 de	17 i
S. E. + Testigo	18 de	28 de
S. E. + Micorrizas (S)	15 e	20 hi
S. E. + Thifluzamide	14 e	34 ab
S. E. + Tiofanato Metil	13 e	29 cde
C. E. + Thifluzamide	13 e	39 a
S. E. + Micorrizas (S y R)	13 e	25 efg

<sup>z</sup> Medias con la misma letra dentro de la misma columna son estadísticamente iguales (DMS 0.05)

inoculación con micorrizas a plantas de cebolla (*Allium cepa*) incrementan la resistencia al ataque de hongos de la clase *Sclerotium cepivorum*.

Los tratamientos que presentaron el mayor grado de severidad del ataque del hongo fueron el Testigo, Tiofanato metil y Thifluzamide con valores de 30%, 30% y 36% respectivamente. (Tabla 3).

Con respecto al efecto de la aplicación combinada de estiércol más fungicidas, el menor grado de severidad correspondió al tratamiento S.E. + *Trichoderma harzianum* con un 17%, mientras que el mayor correspondió a C.E.+ Thifluzamide con 39%. En cuanto al testigo, el ataque del hongo incrementó la severidad en un 4% con la aplicación de estiércol pasando de 28% al 32% (Tabla 4)

#### Altura de Planta

En este parámetro no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos a base de estiércol (Tabla 5), pero si entre los diferentes fungicidas evaluados, correspondiendo al tratamiento *Trichoderma harzianum* la máxima altura de planta con 79 cm siendo estadísticamente diferente al resto de los tratamientos. En la combinación de ambos factores (estiércol + fungicida) también se presentaron diferencias significativas y los tratamientos a base de *Trichoderma harzianum* con y sin aplicación de estiércol presentaron las máximas alturas de planta con 79 cm y 78 cm respectivamente (Tabla 6). Los tratamientos a base de micorrizas presentaron alturas menores a las anteriores aún y cuando Gardezi *et al.*, 1999 mencionan que el efecto de las micorrizas y la adición de materia orgánica presenta un efecto positivo en cuanto a



el incremento de altura de planta, área foliar y peso seco de la parte aérea en diferentes hortalizas.

### Peso de bulbo

En peso de bulbo no fue afectado estadísticamente con o sin a la aplicación de estiércol presentando valores de 194 y 197 g respectivamente (Tabla 5). En relación a los efectos de los fungicidas con el peso de bulbo si se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos, siendo la aplica-

**Tabla 5.** Altura de planta, peso de bulbo y rendimiento en cebolla con la aplicación de estiércol sobre la pudrición rosada *Pyrenochaeta terrestris*.

**Table 5.** Plant height, bulb weight and onion yield with manure application on pink rot *Pyrenochaeta terrestris*.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Peso de Bulbo (g)	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )
Sin Estiércol (S. E.)	75 a <sup>z</sup>	197 a	70.3 a
Con Estiércol (C.E.)	76 a	194 a	69.2 a
C.V. (%)	3.1	5.6	5.6

<sup>z</sup> Medias con la misma letra dentro de la misma columna son estadísticamente iguales (DMS 0.05).

ción de *Trichoderma harzianum* la que produjo el mayor peso de bulbos con un peso de 233 g, superando ampliamente al resto de los tratamientos. En segundo lugar se ubicaron los tratamientos de Micorrizas (S) y Micorrizas (S y R) con pesos de 199 y 197 g, respectivamente (Tabla 6). Con respecto a la colonización de plantas de cebolla con hongos micorrizogénicos Charron *et al.*, 2001 mencionan que la aplicación de

**Tabla 6.** Altura de planta, peso de bulbo y rendimiento con la aplicación de diferentes fungicidas químicos y biológicos sobre la pudrición rosada *Pyrenochaeta terrestris*.

**Table 6.** Plant height, bulb weight and onion yield with the application of different chemical and biological fungicides on *Pyrenochaeta terrestris* associated pink rot.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Peso de Bulbo (g)	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )
Trichoderma harzianum	79 a <sup>z</sup>	233 a	84.3 a
Micorrizas (S)	76 b	199 b	71.1 b
Tiabendazol	76 b	191 bc	70.0 b
Testigo	75 b	181 c	68.2 bc
Micorrizas (S y R)	75 b	197 b	66.1 c
Tiofanato Metil	75 b	185 c	64.7 c
Thifluzamide	75 b	181 c	64.2 c

<sup>z</sup> Medias con la misma letra dentro de la misma columna son estadísticamente iguales (DMS 0.05).

estos organismos inducen un incremento en la producción de biomasa, diámetro y firmeza en los bulbos de la cebolla. En la combinación de estiércol y fungicidas, el mayor peso de bulbo también correspondió a los tratamientos a base de *Trichoderma harzianum* con estiércol y sin estiércol con pesos de 237 g y 230 g respectivamente. Así mismo, los tratamientos con micorrizas se ubicaron en el segundo grupo estadístico con pesos de bulbo que variaron de 195 g a 210 g (Tabla 7).

**Tabla 7.** Altura de planta, peso de bulbo y rendimiento en cebolla con la aplicación combinada de estiércol y diferentes fungicidas químicos y biológicos sobre la pudrición rosada *Pyrenochaeta terrestris*.

**Table 7.** Plant height, bulb weight and onion yield with the combined application of manure and various chemical and biological fungicides on *Pyrenochaeta terrestris* pink rot.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Peso de bulbo (g)	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )
C. E. + <i>Trichoderma harzianum</i>	79 a <sup>z</sup>	237 a	84.7 a
S. E. + <i>Trichoderma harzianum</i>	78 ab	230 a	82.0 a
S. E. + Micorrizas (S)	75 bc	210 b	74.9 b
S. E. + Micorrizas (S y R)	76 abc	198 bc	70.6 bc
C. E. + Micorrizas (S y R)	76 abc	195 bcd	69.7 bcd
S. E. + Tiabendazol	75 bc	192 cde	68.5 cde
C. E. + Tiabendazol	75 bc	190 cde	67.9 cde
S. E. + Tiofanato Metil	75 bc	190 cde	67.8 cde
C. E. + Micorrizas (S)	77 abc	189 cde	67.4 cde
C. E. + Thifluzamide	75 bc	184 cde	65.5 cde
S. E. + Testigo	75 bc	181 de	64.9 de
C. E. + Testigo	75 bc	182 de	64.8 de
C. E. + Tiofanato Metil	75 bc	180 de	64.3 de
S. E. + Thifluzamide	74 c	178 e	63.7 e

<sup>z</sup> Medias con la misma letra dentro de la misma columna son estadísticamente iguales (DMS 0.05).

El peso de bulbo descrito anteriormente corresponde al peso de bulbo promedio de los bulbos con y sin problemas de pudrición de raíz rosada (cabe aclarar que el hongo que causa el problema de raíz rosada no causa problemas de pudrición en el bulbo por lo cual también este se consideran comerciales), pero también se evaluó el peso de bulbo de cebollas con y sin problemas de pudrición de raíz rosada y los análisis indicaron que no se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos de estiércol pero si en el efecto de los diferentes fungicidas y en la combinación de estiércol con fungicidas. En forma general, los bulbos sin problemas de raíz rosada presentaron un peso promedio de 206 g, mientras que los que tuvieron problema de pudrición de raíz presentaron una reducción promedio en peso de bulbo del 22.8 % logrando un peso de 159 g.

### Rendimiento

En este parámetro, no hubo respuesta a la aplicación de estiércol resultando estadísticamente iguales los tratamientos con estiércol y sin estiércol, logrando un rendimiento de 69.2 y 70.3 ton ha<sup>-1</sup> respectivamente (Tabla 5). Al respecto, Pedroza y Samaniego, 2003 mencionan que los beneficios de la aplicación de estiércol y abonos orgánicos son muy amplios ya que aportan materia orgánica y nutrientes al suelo, sin embargo, estos beneficios de aporte de nutrientes a los cultivos y su efecto en el suelo pueden verse afectados y va-

riar dependiendo su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad, por lo cual posiblemente bajo las condiciones del estiércol que se aplicó en la presente evaluación, no fue posible mostrar su bondad en el incremento de rendimiento. Por otro lado, la aplicación de fungicidas si presentó diferencias estadísticas entre tratamientos correspondiendo el mayor rendimiento al tratamiento *Trichoderma harzianum* con un rendimiento de 84.3 ton ha<sup>-1</sup> el cual superó ampliamente al resto de los tratamientos. El menor rendimiento correspondió al tratamiento Thifluzamide con 64.2 ton ha<sup>-1</sup> debido posiblemente a un efecto fitotóxico del mismo, lo cual ocasiono menor peso de bulbo y en consecuencia menor rendimiento (Tabla 6). De igual manera el efecto de la combinación de los dos factores evaluados (estiércol y fungicidas), los tratamientos a base C.E + *Trichoderma harsianum* y S.E + *Trichoderma harsianum* fueron los que obtuvieron los máximos rendimientos con 84.7 y 82.0 ton ha<sup>-1</sup> respectivamente, situándose en el primer grupo estadístico, seguidos por los tratamientos a base de micorrizas con rendimientos que variaron de 74.9 a 69.7 ton ha<sup>-1</sup> (Tabla 7).

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente experimento, la aplicación de estiércol sin compostear presentó un efecto negativo en el control de la incidencia y severidad del hongo *Pyrenochaeta terrestris*. *Trichoderma harzianum* fue el tratamiento que presentó el mayor rendimiento y la menor severidad del ataque del hongo *Pyrenochaeta terrestris*. Se concluye que no es recomendable la aplicación de estiércol sin compostar (crudo).

## REFERENCIAS

- Adam, A.I. 2003. Use of different methods for the control of pink root rot disease (*Pyrenochaeta terrestris*) 'Hansen' of onion (*Allium cepa* L.) in Nyola Province. Thesis (Ph.D.) Faculty of Agriculture. University of Khartoum, Shambat (Sudan). <http://www.agris.fao.org> (Consultada el 27 de mayo 2015).
- Alvarado, H.G. 1983. Distribución, incidencia y características de la enfermedad raíz roja de la cebolla causada por *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen) en la región Centro Occidental de Venezuela. *Agronomía Tropical* 33:123-141.
- Aragónés, A.M. 1988. Desarrollo y control de las enfermedades de las plantas. National Academy of Science. Vol. 1. Ed. Limusa. México, D.F. 212 p.
- Aslantas, R.; Cakmak, C.R.; Sahin, F. 2007. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. *Scientia Horticulturae* 111: 371-377.
- Azcón-Aguilar, C. and Barea, J.M. 1997. Arbuscular mycorrhizas and biological control of soil-borne pathogens an overview of the mechanisms involved. *Mycorrhiza* 6:457-464.
- Bello, A.; López-López, A.J. and Díaz, V. 2002. Biofumigación y solarización como alternativas al bromuro de metilo. Dpto. Agroecología. Madrid, España. 50 p.
- Biesiada, A.; Kolota, E.; Pietr, S.; Stankiewicz, M. and Matkowski K. 2004. Evaluation of some biological methods of pink root rot control on leek. *Acta Horticulturae*. 635:187-194.

- Castellanos, J.Z. y Uvalle, B.J.X., Aguilar, S.A. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Colección INCAPA. p150.
- Charron, G. 2001. Response of onion plants to arbuscular mycorrhizae. Part. 1. Effects of inoculation method and phosphorus fertilization on biomass and bulb firmness. *En: Mycorrhiza*. Vol. 11, No. 3 (2001a): 145-150.
- Davis, R.M. and Aegerter, B.J. 2008. Management guideline of onion and garlic pink root. Publication 3452. Agriculture and Natural Resources. University of California. 25p.
- Gardezi, A.K. *et al.*, 1995. Endomycorrhiza, rock phosphate and organic matter effects on growth of *Erythrina americana*. *En: Nitrogen Fixing Tree Reserch*. Vol. 13(1995):48-50.
- González, A.H.; García, G.A. and Abreu, S. 1985. Comportamiento de cultivos de cebolla en suelos infestados con el hongo de la raíz roja *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen). *Agronomía Tropical* 35:105-114.
- Harman, G.E. 1996. Overview of mechanism and uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathology* 96:190-194.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 1985. Guía para la asistencia técnica agrícola. Área de influencia del Campo Experimental Región de Caborca. Caborca, Sonora, México. p.10.
- Katan, J. 1980. Solar pasteurization of soils for disease control: status and prospect. *Plant Disease*. 64:450-454.
- Lacy, M.L. and Roberts, D.L. 1982. Yields of onion cultivars in midwestern organic soils infested with *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* and *Pyrenochaeta terrestris*. *Plant Disease*. 66:1003-1006.
- Macías-Duarte, R.; Grijalva-Contreras, R.L.; Valenzuela-Ruiz, M. and Robles-Contreras, F. 2004. Chemical control in the soil fungus (*Pyrenochaeta terrestris*) in onion production. *HortScience* 39:804 (Abstract).
- Macías, D. R.; Grijalva, C. R. L. 2005. Tecnología de producción de hortalizas, frutales y forrajes en la región de Magdalena de Kino, Sonora. 2005. Publicación Técnica No.8. SAGARPA-INIFAP-CIRNO-CECAB. 110 p.
- Netzer, D.; Rabinowitch, H.D. and Weintal, C. 1985. Greenhouse technique to evaluate onion resistance to pink root. *Euphytica* 34:385-391.
- Nischwitz, C. and Dhiman, C. 2012. Pink root of onion. UTAH State University Cooperative Extension. Fact Sheet 017. pp 1-5.
- Oezer, N. and Oemeroglu, M. 1995. Chemical control and determination of fungal causal agents of wilt disease of onion in Tekirdag Province. *Turkish. Phytopathology* 24:47-55.
- Olivares, S.E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N.L., México.
- Pages, J. and Notteghem, L. 1996. Effects of soil treatment practices on pink root disease of onion in the Senegalese cultivation system. *International Journal of Pest Management*. 42:29-34.
- Pedroza, S.A.; Samaniego, G.J.A. 2003. Efecto del subsuelo, materia orgánica y diferentes variedades en el patosistema del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) *Revista Mexicana de Fitopatología* 21: 272-277.
- Porter, I.J.; Merriman, P.R. and Keane, P.J. 1989. Integrated control of pink root (*Pyrenochaeta terrestris*) of onions by dazomet and soil solarization. *Australian Journal of Agricultural Research* 40:861-869.

- Pulido-Herrera, A.; Zavaleta-Mejía, E.; Cervantes-Díaz, L. y Grimaldo-Juárez, O. 2012. Alternativas de control en la pudrición radical de cebolla para el Valle de la Trinidad, Baja California. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3:97-112.
- Ruiz, C.J.A.; Medina, G.G.; Grageda, G.J.; Silva, S.M.M. y Díaz, P.G. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del Estado de Sonora. (Periodo 1961-2003). Libro Técnico No.1. INIFAP-CIRNO-SAGARPA. pp.92-93.
- Ruiz, C.; Russian, T.; Domingo, T. 2007. Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de la cebolla. *Agronomía Tropical*: 57: 7-14.
- Sanders, F.; Langston, D. and Foster, M. 2006. Effect of fungicide dip treatment on fungal disease and yield of transplanted sweet onion. <http://www.caes.uga.edu>. (Consultada el 25 de junio de 2015).
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (SIAP). 2014. Cierre de la producción agrícola por estado. <http://www.siap.gob.mx> (Consultada el 07 de agosto de 2015).
- Thornton, M.K. and Mohan, S.K. 1996. Response of sweet Spanish onion cultivars and numbered hybrids to basal and pink root. *Plant Disease*. 80:660-663.
- Torres, B.A.; Zavaleta, M.E.; Gonzales, C.C.; Ferrera, C. R. 1996. The use of arbuscular mycorrhizae to control onion white rot (*Sclerotium cepivorum* Berk.) under field conditions. *En: Mycorrhiza*. Vol. 6, No. 4. Pp. 253-257.
- Townsend, G.R. and Heuberger, J.V. 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Disease Report* 24:340-343.
- Wall, E.S. and Corgan, J. 1993. Onion disease in New Mexico. Cooperative Service. Circular 538. College of Agriculture and Home Economics. University New Mexico State. Las Cruces New Mexico. USA p. 5.
- Wells, J.M.; Butterfield, J.E. 1997. Salmonella contamination associated with bacterial soft rot of fresh fruits and vegetables in the marketplace. *Plant Disease* 81:867-872.
- Zavaleta-Mejía, E. 1999. Alternativas de manejo de las enfermedades de las plantas. *Terra* 17:201-207.