

Evaluación de la solarización junto a otras medidas para el manejo de la podredumbre blanca en almácigos de cebolla

Jorge Arboleya¹, Eduardo Campelo², Diego Maeso³, Marcelo Falero⁴ Claudine Folch⁵ y Wilma Walasek⁶.

Introducción

La podredumbre blanca de plantines en almácigos de cebolla, si bien no es un problema generalizado en Uruguay, provoca severas pérdidas en aquellos predios donde se registra. En cebolla generalmente se la observa en el almácigo o en las primeras etapas después del trasplante, pero también puede aparecer en otras etapas, incluso durante el almacenamiento. Casi siempre se registra en focos pero, en algunos casos puede extenderse y ocasionar pérdidas totales.

Esta enfermedad es causada por *Sclerotium cepivorum Berk.*, hongo que únicamente produce micelio y estructuras de resistencia llamadas esclerotos. Los esclerotos son cuerpos esféricos pequeños (0.3-0.5 mm) de color negro brillante y pueden sobrevivir en el suelo y en restos de cultivo por 5-6 años. Sus huéspedes son fundamentalmente Liliáceas (principalmente ajo y cebolla), las cuales al crecer y emitir raíces liberan sustancias organosulfuradas que estimulan la germinación de los esclerotos y el crecimiento de micelio por varios centímetros en dirección horizontal y vertical hacia las raíces.

Los síntomas típicos son la aparición de plantas aisladas de menor tamaño agrupadas, cuyas hojas viejas amarillean, caen y mueren. Al observar la base de esas plantas se observa una podredumbre blanda que destruye el bulbo y las raíces y que muchas veces está cubierta con el micelio y los esclerotos del hongo.

Esta enfermedad prefiere temperaturas frescas, 14 a 18 °C y suelos fríos con baja humedad.

Aún no se cuenta con medidas efectivas para lograr un manejo aceptable de este problema sanitario habiéndose realizado experiencias de control químico sin buenos resultados.

Desde hace algunas temporadas el uso de la solarización se ha ido extendiendo en almácigos de cebolla y su beneficio en el control de malezas podría ampliarse al manejo de enfermedades, como han sido sugerido en investigaciones previas.

El objetivo del presente trabajo fue el evaluar el efecto de esta técnica complementada con otras opciones sobre la podredumbre blanca en almácigos de cebolla. Los

¹ Ing. Agr. PhD. Programa Horticultura INIA Las Brujas.
² Ing. Agr. DIGEGRA Horticultura
³ Ing. Agr. MSc. Programa Horticultura Vegetal INIA Las Brujas
⁴ Tec. Granjero. Programa Horticultura INIA Las Brujas.
⁵ Ing. Agr. Laboratorio Lage y Cia.
⁶ Laboratorista Asistente, Sección Protección Vegetal INIA Las Brujas.

estudios se realizaron en un cuadro de un predio de la zona de Canelón Grande donde DIGEGRA trabaja con productores de ajo y cebolla en el cual se han observado desde hace algunas temporadas síntomas atribuibles a esta enfermedad.

Metodología Utilizada

Localización: predio del Sr. Notte (km 4,5 de la ruta 64, Canelón Grande, Canelones).

Cultivar: Pantanoso del Sauce- CRS certificado por INASE.

Parcela: Canteros a 1,6 m de ancho y de 5 m de largo. Se sembraron 4 filas por cantero.

Diseño experimental: Bloques al azar con 3 repeticiones.

Instalación de la solarización: 14 de diciembre de 2012. Realizada con polietileno transparente UV de 35 μ .

Siembra: 22 de abril de 2013.

Tratamientos: se detallan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos.

N°	Tratamientos
1	No solarizado
2	Solarizado
3	Solarizado e incorporación de repollo picado 6 kg/ha al solarizar
4	Solarizado y agregado de Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra
5	Solarizado+EM a la siembra y luego de la siembra cada 20 días*
6	Solarizado + EM a la siembra +Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra y EM luego de la siembra cada 20 días*
7	Solarizado + Biorend a la semilla (1,5 l cada 100 kg de semilla) y al 1% luego de la siembra dirigido al cuello de las plantas cada 20 días*
8	Solarizado + Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra+ Biorend a la semilla (1,5 l cada 100 kg de semilla) y al 1% luego de la siembra dirigido al cuello de las plantas cada 20 días*

* Las aplicaciones se realizaron el 24 de mayo, 12 de junio y el 3 de julio.

Análisis de esclerotos en el suelo

La estimación del número de esclerotos en el suelo se realizó según el método de Vimard, Leggett & Rahe, 1986 (Rapid isolation of sclerotia of *Sclerotium cepivorum* from muck soil by sucrose centrifugation, *Phytopathology* 76(4)465-467 1986) de muestras tomadas de los primeros 15 cm desechando la parte superficial. Los análisis se efectuaron en todas las parcelas el 6 de diciembre de 2012 (previo a la solarización), al momento de la siembra (22 de abril) y 98 días después de la siembra (98 dds, 29 de julio). A la siembra, 60 (21 de junio) y 98 dds también se determinó el número de unidades formadoras de colonias (ufc) de *Trichoderma* en los diferentes tratamientos.

Evaluación de espacios sin plantas.

Como forma indirecta de evaluar el efecto de los tratamientos sobre problemas sanitarios del almácigo se contabilizó el número de espacios sin plantas y su longitud en cuatro metros lineales de almácigo de cada una de las cuatro filas de plantitas, durante el período comprendido entre el 4 de junio y el 3 de julio de 2013. Con estos valores se calculó el porcentaje de área afectada con la enfermedad.

Evaluación de la altura, del diámetro del falso tallo y del peso fresco y seco de plantines.

A los 94 dds se evaluó altura, diámetro de falso tallo, peso fresco y seco de diez plantines representativos de cada parcela.

Resultados

Evaluación de espacios sin plantas.

Como se aprecia en la Figura 1 se observó una diferencia importante entre los valores correspondientes al tratamiento sin solarizar y los tratamientos solarizados.

En una de las repeticiones del tratamiento testigo se observaron plantas germinando con deformaciones que no se desarrollaron y finalmente murieron habiéndose comprobado la presencia del nematodo del tallo.

La presencia focalizada en una pequeña área de la repetición dos del tratamiento 6 cercana a esa parcela hace sospechar de la diseminación desde ésta debido al arrastre provocado por lluvias intensas.

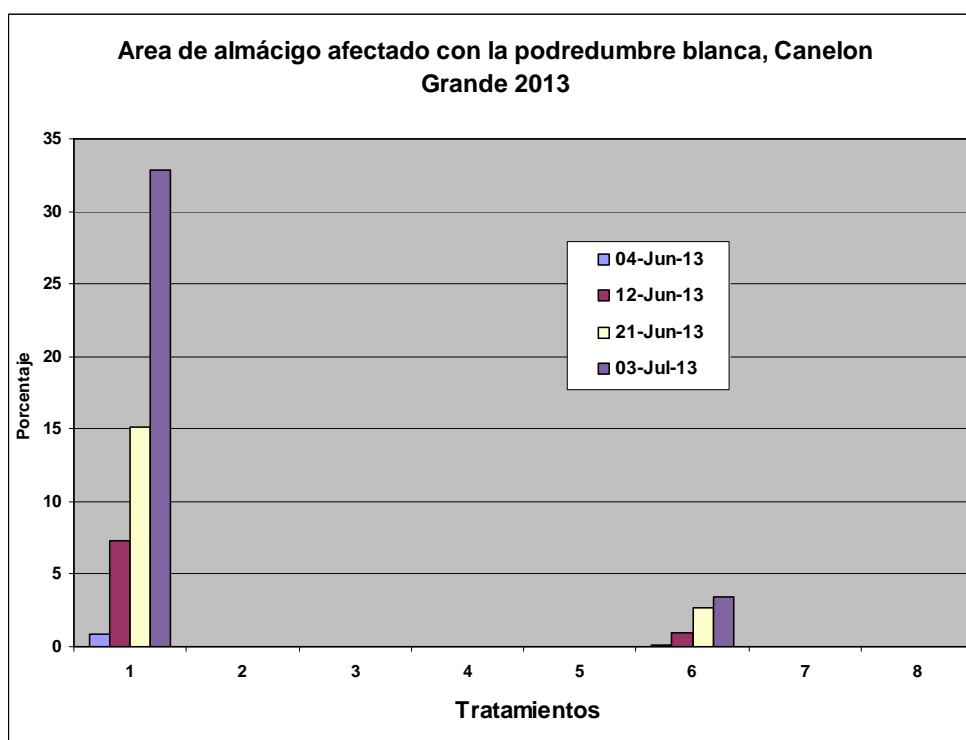


Figura 1. Área del almácigo, en porcentaje, afectada por la enfermedad entre el 4 de junio y el 3 de julio de 2013.

Análisis de esclerotos en el suelo.

El número de esclerotos antes de realizar la solarización fue significativamente diferente entre el testigo y los tratamientos solarizados (Cuadro 2).

Cuadro 2. Número de esclerotos antes de colocar el polietileno para la solarización.

	N° de esclerotos/100g de suelo
1. No solarizado	15 a
2. Solarizado	3 c
3. Solarizado e incorporación de repollo picado 6 kg/ha al solarizar	4 bc
4. Solarizado y agregado de Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra	3.7 c
5. Solarizado+EM a la siembra y luego de la siembra cada 20 días*	3.3 c
6. Solarizado + EM a la siembra +Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra y EM luego de la siembra cada 20 días*	4.0 bc
7. Solarizado + Biorend a la semilla (1,5 l cada 100 kg de semilla) y al 1% luego de la siembra dirigido al cuello de las plantas cada 20 días*	8.0 b
8. Solarizado + Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra+ Biorend a la semilla (1,5 l cada 100 kg de semilla) y al 1% luego de la siembra dirigido al cuello de las plantas cada 20 días*	5.0 bc
CV (%)	30
LSD P< 0.01	4.2

Al momento de la siembra no se encontraron diferencias significativas en cuanto al número de esclerotos por cada 100 g de suelo, probablemente debido a que el coeficiente de variación fue elevado (39%). Sin embargo el tratamiento sin solarizar presentó el mayor número de esclerotos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número de esclerotos al momento de sembrar, luego de levantado el polietileno de la solarización previo a la siembra.

	N° de esclerotos/100g de suelo
1. No solarizado	11
2. Solarizado	8
3. Solarizado e incorporación de repollo picado 6 kg/ha al solarizar	7
4. Solarizado y agregado de Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra	5
5. Solarizado+EM a la siembra y luego de la siembra cada 20 días*	6
6. Solarizado + EM a la siembra +Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra y EM luego de la siembra cada 20 días*	5
7. Solarizado + Biorend a la semilla (1,5 l cada 100 kg de semilla) y al 1% luego de la siembra dirigido al cuello de las plantas cada 20 días*	8
8. Solarizado + Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra+ Biorend a la semilla (1,5 l cada 100 kg de semilla) y al 1% luego de la siembra dirigido al cuello de las plantas cada 20 días*	8
CV (%)	39
LSD	NS

A los 98 días de la siembra se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, siendo significativamente mayor el número de esclerotos en el tratamiento sin solarizar (Cuadro 4).

Cuadro 4. Número de esclerotos a los 98 días de la siembra del almácigo.

	N° de esclerotos/100g de suelo
1.No solarizado	10 a
2. Solarizado	3 bc
3. Solarizado e incorporación de repollo picado 6 kg/ha al solarizar	1.3 c
4. Solarizado y agregado de Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra	4 bc
5. Solarizado+EM a la siembra y luego de la siembra cada 20 días*	5.7 b
6. Solarizado + EM a la siembra +Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra y EM luego de la siembra cada 20 días*	4.3 bc
7. Solarizado + Biorend a la semilla (1,5 l cada 100 kg de semilla) y al 1% luego de la siembra dirigido al cuello de las plantas cada 20 días*	3.7 bc
8. Solarizado + Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra+ Biorend a la semilla (1,5 l cada 100 kg de semilla) y al 1% luego de la siembra dirigido al cuello de las plantas cada 20 días*	3.3 bc
CV (%)	30
LSD P< 0.10	3.3

Análisis de *Trichoderma*.

En el Cuadro 5 se presentan los resultados de las evaluaciones realizadas en la recuperación de *Trichoderma* en el experimento.

Cuadro 5. Niveles de *Trichoderma* en los diferentes muestreos.

Tratamiento	Nivel de <i>Trichoderma</i> en los muestreos (ufc/g)		
	Muestreo 22/4/13	Muestreo 21/6/13	Muestreo 29/7/13
1-Sin solarización	3×10^3	5×10^3	3×10^3
2-Solarizado	$1,3 \times 10^3$	5×10^3	1×10^3
4-Solarizado + Trichosoil	1×10^3	$7,3 \times 10^3$	14×10^3 (18 x 10^3)
5- Solarizado + EM	1×10^3	$7,3 \times 10^3$	14×10^3 (18 x 10^3)
6-Solarizado + Trichosoil + EM	s/d	13×10^3	12×10^3 (15,5 x 10^3)
7- Solarizado + Biorend			$2,7 \times 10^3$
8-Solarizado + Trichosoil + Biorend		$8,2 \times 10^3$	$3,7 \times 10^3$

s/d: no se muestreó en esa fecha

Del mismo se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La solarización redujo la población nativa de *Trichoderma* en el suelo.
- Los niveles de *Trichoderma* aumentaron en junio en todos los tratamientos durante el experimento principalmente aquellos en los que se aplicó Trichosoil.
- EM y Biorend promovieron la multiplicación de *Trichoderma*, principalmente el EM, en el muestreo de junio.
- En el muestreo final los tratamientos con Trichosoil permanecieron con un nivel de *Trichoderma* en el suelo superior a los que no fueron tratados.
- El tratamiento con Trichosoil + Biorend fue el único que descendió en el nivel de *Trichoderma*, llegando al final del ensayo con un nivel pobre.
- Los tratamientos 4 y 6 llegaron al final del ensayo con un nivel de *Trichoderma* muy bueno.
- En el muestreo final los niveles de *Trichoderma* de los tratamientos 4 y 6 se emparejaron, el efecto promotor del EM sobre *Trichoderma* fue solo al inicio.
- La parcela 304 se controló dos veces y en ambos dio bajo, por eso en el promedio se calculó un valor teniéndola en cuenta y otro sin ella.
- La parcela 105 se controló dos veces y en ambos dio alto, por eso en el promedio se calculó un valor teniéndola en cuenta y otro sin ella.
- No se controló el tratamiento 3.
- La parcela 206 dio bajo en la repetición pero al menos fue detectable, se modificó el resultado en el cuadro

- Las categorías de niveles de *Trichoderma* en el suelo son:
- menor a 4×10^3 Pobre
- 4×10^3 a 1×10^4 Bueno
- $1,1 \times 10^4$ a 5×10^4 Muy bueno
- mayor a 5×10^4 Excelente

Como guía en el cuadro 6 se muestran los niveles de *Trichoderma* determinados durante los experimentos 2011 y 2012.

Cuadro 6. Comparación del efecto de la solarización en el nivel de *Trichoderma* en 2011 y 2012.

Tratamiento	Muestras del 10/8/11 (ufc/g)				Muestras 5/2012 (después de solarizar) (ufc/g)			
	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Promedio	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Promedio
1- No solarizado	$1,5 \times 10^3$	3×10^3	$0,5 \times 10^3$	$1,67 \times 10^3$	NSD	NSD	NSD	NSD
2- Solarizado	1×10^3	$0,5 \times 10^3$	NSD	$0,5 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$	$0,2 \times 10^3$	NSD	$0,77 \times 10^3$
4- Solarizado + Trichosoil	39×10^3	$3,5 \times 10^3$	5×10^3	$15,8 \times 10^3$	$5,3 \times 10^3$	$4,4 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$	$3,8 \times 10^3$

NSD= No se detecta, menor a $0,1 \times 10^3$ ufc/g

Altura, del diámetro del falso tallo y del peso fresco y seco de plantines.

La altura de los plantines fue significativamente menor en el tratamiento testigo en relación a los tratamientos solarizados (Cuadro 7).

Cuadro 7. Altura del plantín y diámetro del falso tallo 93 dds.

Tratamientos	Altura de plantín (cm)	Diámetro del falso tallo (mm)
1.No solarizado	21.8 b	5.2
2. Solarizado	33.2 a	5.7
3. Solarizado e incorporación de repollo picado 6 kg/ha al solarizar	36.7 a	5.7
4. Solarizado y agregado de Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra	34.4 a	5.6
5. Solarizado+EM a la siembra y luego de la siembra cada 20 días*	36.6 a	5.9
6. Solarizado + EM a la siembra +Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra y EM luego de la siembra cada 20 días*	35.0 a	5.9
7. Solarizado + Biorend a la semilla (1,5 l cada 100 kg de semilla) y al 1% luego de la siembra dirigido al cuello de las plantas cada 20 días*	34.4 a	5.8
8. Solarizado + Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra+ Biorend a la semilla (1,5 l cada 100 kg de semilla) y al 1% luego de la siembra dirigido al cuello de las plantas cada 20 días*	37.2 a	5.8
CV (%)	13.8	18
LSD (P< 0.01)	9.8	NS

El peso fresco y el peso seco de los plantines fue significativamente menor en el tratamiento testigo en relación a los tratamientos solarizados (Cuadro 6) y los solarizados no difirieron entre si (Cuadro 8).

Cuadro 8. Peso fresco y peso seco de 10 plantines, a los 93 dds.

Tratamientos	Peso fresco (g)	Peso seco (g)
1.No solarizado	17 b	2.0 b
2. Solarizado	36 a	3.2 a
3. Solarizado e incorporación de repollo picado 6 kg/ha al solarizar	41 a	3.6 a
4. Solarizado y agregado de Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra	38 a	3.4 a
5. Solarizado+EM a la siembra y luego de la siembra cada 20 días*	45 a	4.0 a
6. Solarizado + EM a la siembra +Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra y EM luego de la siembra cada 20 días*	41 a	3.6 a
7. Solarizado + Biorend a la semilla (1,5 l cada 100 kg de semilla) y al 1% luego de la siembra dirigido al cuello de las plantas cada 20 días*	39 a	3.6 a
8. Solarizado + Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra+ Biorend a la semilla (1,5 l cada 100 kg de semilla) y al 1% luego de la siembra dirigido al cuello de las plantas cada 20 días*	44	3.9 a
CV (%)	12.6	11
LSD (P< 0.01)	11.5	0.92

Conclusiones

Se observó un efecto favorable de la solarización al reducir la incidencia de la podredumbre blanca en las parcelas solarizadas del experimento en este lugar con antecedentes de esta enfermedad en este período como así también en las temporadas anteriores.

El número de esclerotos por 100 g de suelo fue menor en las parcelas solarizadas en 2013, tendencia similar a la observada también en los años anteriores.

El número de espacios sin plantines (medida indirecta de la presencia de la enfermedad) fue mucho mayor en las parcelas en las que no se solarizaron los canteros. Salvo en esta temporada y en el caso de la repetición tres del tratamiento 6, no se detectaron síntomas de la enfermedad en las solarizadas al igual que en temporadas anteriores.

Se observaron valores diferentes en el área afectada por la enfermedad y su evolución en cada una de las repeticiones en el tratamiento testigo. La enfermedad se presentó de manera más agresiva en la repetición 3 (con más del 50% del área afectada) en relación a la repetición

1 y a la 2, en 2011, confirmando la tendencia de esta enfermedad a presentarse en focos. En la temporada 2012 ocurrió algo similar pero en esa temporada la repetición más afectada la uno.

El largo de los plantines fue superior en las parcelas solarizadas en relación a las no solarizadas y lo mismo ocurrió en las temporadas anteriores.