

5B. EFECTO DE LA SOLARIZACIÓN EN EL CONTROL DE LA PODREDUMBRE BLANCA (*Sclerotium cepivorum* Berk.) EN LOS ALMÁCIGOS DE CEBOLLA

Jorge Arboleya¹, Eduardo Campelo², Diego Maeso³, Marcelo Falero⁴ y Wilma Walasek⁵

INTRODUCCIÓN

La podredumbre blanca, si bien no es un problema generalizado, en aquellos predios donde se registra, es muy seria. Afecta a los cultivos de ajo y cebolla. En cebolla generalmente se lo observa en el almácigo o en las primeras etapas después del transplante, 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.

Síntomas y agente causal

Esta enfermedad es causada por *Sclerotium cepivorum* Berk., hongo que única-



Figura 1. Síntomas de la podredumbre blanca en almácigo.

mente 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 órgano sulfuradas que estimulan la germinación de los esclerotos y el crecimiento de micelio por varios centímetros en dirección horizontal y vertical hacia las raíces (Schwartz y Mohan, 1995).

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 sus bondades en el control de malezas podrían ampliarse al manejo de enfermedades, como han sido sugeridos en investigaciones previas.

¹ Ing. Agr. Ph.D. Programa Horticultura, INIA Las Brujas

² Ing. Agr. DIGEGRA-Horticultura

³ Ing. Agr. MSc. Sección Protección Vegetal INIA Las Brujas

⁴ Tec. Granj. Programa Horticultura INIA Las Brujas

⁵ Laboratorista Asistente, Sección Protección Vegetal, INIA Las Brujas



Figura 2. Síntomas de la enfermedad con la mufa blanca en la zona del bulbo (izquierda) y con mufa blanca y esclerotos (derecha).



Parcelas de observación en el período 2008-2010

En un predio de la zona de Canelón Grande, donde la Dirección General de la Granja (DIGEGRA) tiene una prolongada experiencia de trabajo en los cultivos de ajo y cebolla, se habían observado en el transcurso de temporadas anteriores síntomas que hacían pensar en la presencia de esta enfermedad. En uno de los cuadros con antecedentes, en la temporada 2008/09, se seleccionó un área para establecer parcelas de observación sobre el efecto de la solarización en el manejo de este grave problema sanitario.

En diciembre de 2008 se solarizó un área de 50 m lineales con polietileno transparente ultravioleta de 35 micrones y en su proximidad se dejó un área sin solarizar.

En la evaluación realizada el 24 de junio, 34 días después de la siembra (dds) se constató que había más espacios sin plantas en el tratamiento no solarizado en relación al solarizado, tanto en número como en porcentaje del área total evaluada. En el área solarizada no se observaron espacios con plantas muriendo debido a esta enfermedad (Figura 3 y Cuadro 1).



Figura 3. Espacios con plantas afectadas por la podredumbre blanca.

Cuadro 1. Número de espacios y porcentaje del área evaluada sin plantas o con plantas muriendo, 24 junio de 2009.

Tratamientos	N° espacios sin plantas	Área sin % plantas	N° espacios plantas muriendo	% área plantas muriendo
Solarizado (A)	2,5	1,63	0	0
No solarizado (A)	9	11,2	16	22,1
No solarizado (B)	8	10,6	9,5	18,9

El número de esclerotos por 100 gramos (g) de suelo encontrados en el muestreo realizado a los 64 dds fue significativamente menor en el cantero que se había solarizado

(1,3 esclerotos/100 g de suelo) en comparación con los no solarizados que tuvieron entre 7 y 10 veces más (Cuadro 2)

Cuadro 2. Número de esclerotos por 100 g de suelo, 24 julio de 2009, 64 dds.

Parcela	N°
No solarizada A	10
No solarizada B	7,5
Solarizada	1,3

En la temporada 2009-2010 en parcelas de observación en otro predio con antecedentes de la enfermedad en el cultivo de ajo, el número de esclerotos al momento de la siembra, a los 59 dds y a los 109 dds fue muy superior en el tratamiento testigo en relación a los tratamientos solarizados (Cuadro 3).

El área afectada por la enfermedad en las dos parcelas testigos 101 y 201 fue aumen-

Cuadro 3. Número de esclerotos al momento de la siembra, a los 59 y 109 dds, Canelón Grande, 2009/10.

Tratamientos	N° esclerotos/100 g suelo a la siembra	N° esclerotos/100 g suelo 59 dds	N° esclerotos/100 g suelo 109 dds
No solarizado	6,5	7,5	11
Solarizado	4,0	4,0	4

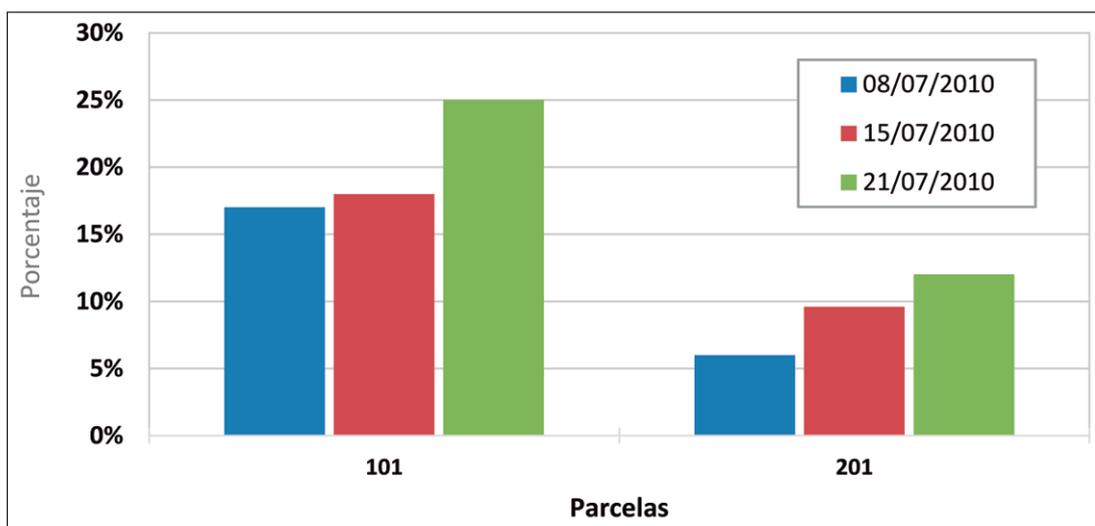


Figura 4. Evolución del área de almácigo de cebolla afectadas con síntomas de *Sclerotium cepivorum*, Canelón Grande 2010.

tando a medida que avanzó el período de evaluación (Figura 4). En las parcelas solarizadas no se detectó la presencia de plantas con la enfermedad.

La altura de las plantas de las parcelas no solarizadas fue menor que en las sola-

rizadas. Tanto el peso fresco de 10 plántines como el número de plántines en un metro lineal fue menor en el tratamiento sin solarizar que en los solarizados (Cuadro 4).

Cuadro 4. Altura de plantín, diámetro del falso tallo, peso fresco de plántines y número de plántines en 0,5 m lineal (97 dds).

Tratamientos	Altura de plantín(cm)	Diámetro del falso tallo (mm)	Peso fresco de 10 plántines (g)	N° de plantas en 50 cm lineales de una fila
No solarizado	33	7,3	42	84
Solarizado	42	7,6	74	144

Como se observa en las Figuras 5 y 6, las temperaturas de la parcela solarizada fueron de 50 °C y aún superiores mientras que en la parcela no solarizada fueron sensiblemente inferiores y por debajo de 35 °C.

En esas dos temporadas se observó un efecto positivo de la solarización al reducir la incidencia de la podredumbre blanca en las parcelas de observación instaladas en predios con antecedentes de esta enferme-

dad. El número de esclorotos por 100 g de suelo fue inferior en las parcelas solarizadas. El número de espacios con la enfermedad fue mucho menor o inexistente en las parcelas en las que se aplicó la solarización.

El número de plántines y el largo de los plántines fue superior en las parcelas solarizadas en relación a las no solarizadas en 2010.

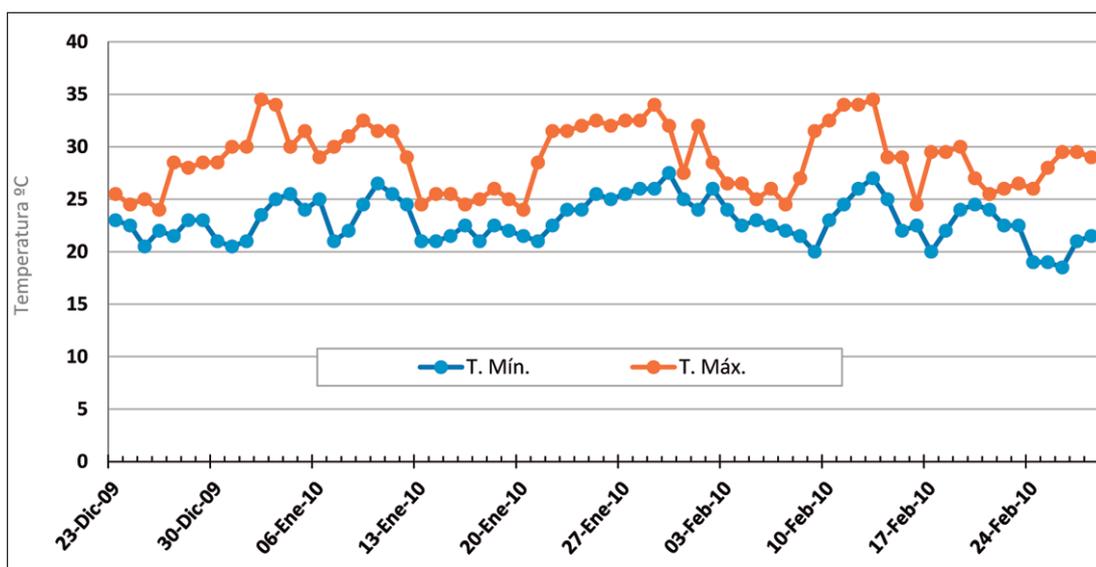


Figura 5. Temperatura a 10 cm de profundidad en el cantero no solarizado, entre el 23 de diciembre de 2009 y el 28 de febrero de 2010.

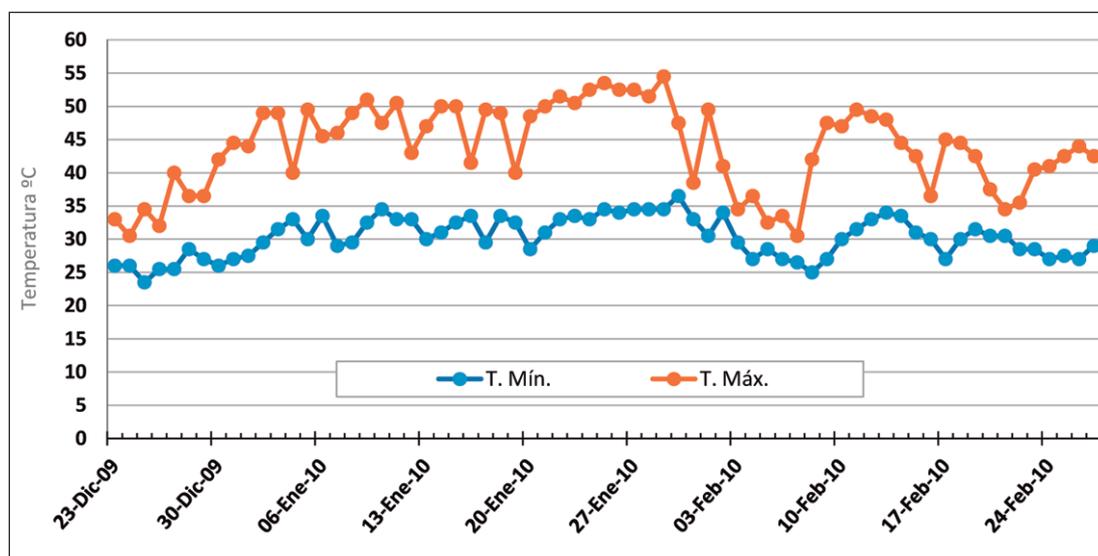


Figura 6. Temperatura a 10 cm de profundidad en el suelo solarizado, entre el 23 de diciembre de 2009 y el 28 de febrero de 2010.

Trabajos de investigación con solarización y tratamientos complementarios entre 2011 y 2013

En 2011, 2012 y 2013 se llevó adelante una línea de investigación cuya finalidad fue confirmar los resultados obtenidos en las parcelas de observación realizadas en el período 2008/10. Además de la solarización se utilizaron productos alternativos a los químicos con el objetivo de evaluarlos combinados con la solarización en el manejo de la podredumbre blanca.

Tecnología de los Microorganismos Efectivos (EM) como parte de un manejo integrado

La tecnología EM fue iniciada por el Dr. Teruo Higa a comienzos de los 60 con el objetivo de reemplazar agroquímicos.

Los *microorganismos efectivos* (EM) (EM1, 2014) son una mezcla de microorganismos benéficos que aumentan la diversidad microbiana del suelo y de las plantas. Las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los EM para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, antioxidantes, hormonas y otras sustancias bioactivas. El efecto se traduce en una me-

jora de la calidad biológica del suelo así como del crecimiento, el rendimiento y la calidad de los cultivos.

La mezcla está compuesta por **bacterias fotosintéticas o fototróficas** (*Rhodospseudomonas cerevisiae*), **bacterias ácido lácticas** (*Lactobacillus casei* y *L. plantarum*) y **levaduras** (*Saccharomyces palustris*).

Las bacterias autótrofas sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones naturales de las plantas, materia orgánica y gases nocivos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuente de energía.

Las sustancias generadas son aminoácidos, ácidos nucleicos, productos bioactivos y azúcares, promoviendo el desarrollo y crecimiento de las plantas. Los metabolitos son absorbidos por ellas y actúan como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos eficaces.

Las bacterias ácido lácticas producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos desarrollados por bacterias fotosintéticas y levaduras. Dichas bacterias tienen la habilidad de suprimir microorganismos causantes de enfermedades como *Fusarium* spp., además podrían reducir las poblaciones de nematodos.

Las levaduras sintetizan sustancias antimicrobianas y otras útiles para el crecimiento de las plantas. Las sustancias bioactivas como hormonas y enzimas producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para microorganismos como bacterias ácido lácticas y actinomicetos (EM1, 2014; EM1, 2016).

Los EM generan un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.

A nivel nacional, el uso de EM durante la temporada 2006 tuvo buen resultado en el manejo sanitario en almácigos de cebolla aplicado semanalmente al 2% en la zona de Bella Unión (Macías D., com. personal). Observaciones sobre la utilización de EM al suelo en cultivos intensivos bajo cubierta en la zona de Bella Unión (Macías D., com. personal) ha mostrado una disminución en problemas sanitarios de suelo y una mejora en la productividad de los cultivos.

Quitosano

El quitosano es un producto orgánico, biodegradable, no tóxico y no contaminante, cuyo ingrediente activo es un polímero natural derivado de la quitina (Biorend, 2016). El quitosano se comercializa en nuestro país con el nombre de Biorend y es fabricado en Tierra del Fuego (XII Región de Chile).

La quitina que se utiliza para su fabricación se obtiene de los caparzones de la centolla y del centollón. Por las características de las aguas en que se extrae tiene propiedades físico-químicas y de pureza valiosas en términos de promoción del crecimiento radicular y protección frente a patógenos de las plantas.

Es un producto bioestimulante que se cita como promotor del sistema radicular, como fungistático, como promotor de las defensas de la planta contra el ataque de enfermedades y como nematostático.

La forma de actuar es a través de la estimulación de los mecanismos de defensa de las plantas, es decir, la resistencia sistémica adquirida (SAR).

Según lo mencionado por el fabricante, las propiedades nematostáticas surgen al aumentar la microflora benéfica del suelo, antagónica, capaz de degradar y destruir la capa quitinolítica de los huevos de nematodos fitoparásitos de los géneros *Meloidogyne*, *Globodera* y *Heterodera*.

Uso de *Trichoderma* en el manejo integrado de enfermedades

Trichoderma es un género de hongos habitante natural de los suelos. Varias de las especies que lo componen presentan actividad antagónica frente a otros hongos.

Está citado a nivel internacional que la aplicación de *Trichoderma* luego de la solarización mejora el efecto de ésta (Papavizas, 1991). Por un lado, al ser un hábil colonizador ocupa rápidamente los nichos libres por efecto de la solarización evitando la recolonización por patógenos. Por otra parte, tiene efecto antagónico sobre hongos que puedan sobrevivir a la solarización.

En nuestro país, la empresa Lage y Cía. desarrolló un compuesto biológico formulado con una cepa nativa de *Trichoderma harzianum* (Guía SATA, 2014) que a través del micoparasitismo y la competencia por espacios y nutrientes controla varios patógenos de suelo entre los que se encuentra *Sclerotium cepivorum*. Al ser un compuesto a base de un microorganismo, requiere luego de su aplicación, un tiempo prudencial para su establecimiento y multiplicación, para colonizar el sustrato o vegetal, logrando de esa manera el desplazamiento del nicho de los patógenos.

Los tratamientos utilizados en las tres temporadas se describen en el Cuadro 5.

La colocación del polietileno transparente UV de 35 μ para la solarización se realizó durante el mes de diciembre para cada temporada.

El área de almácigo perdida por la enfermedad fue muy significativa en el tratamiento que no se solarizó (Figuras 8, 9 y 10).

Es de destacar que en 2013 se observó una pequeña área afectada en el tratamiento 6 (solarizado), cosa que no había ocurrido en años anteriores. La misma se dio fundamentalmente en la repetición dos y casi

Cuadro 5. Descripción de los tratamientos.

N°	Tratamientos
1	No solarizado
2	Solarizado
3	Solarizado e incorporación de repollo picado 6 kg/m ² 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*
6	Solarizado + EM a la siembra +Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra y EM luego de la siembra*
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*
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*

* Las aplicaciones se realizaron el 20 de mayo, 22 de junio y el 13 de julio de 2011; el 28 de mayo, 27 de junio y el 17 de julio de 2012; el 24 de mayo, 12 de junio y el 3 de julio de 2013.



Figura 7. Tratamiento 3 con incorporación de repollo picado.

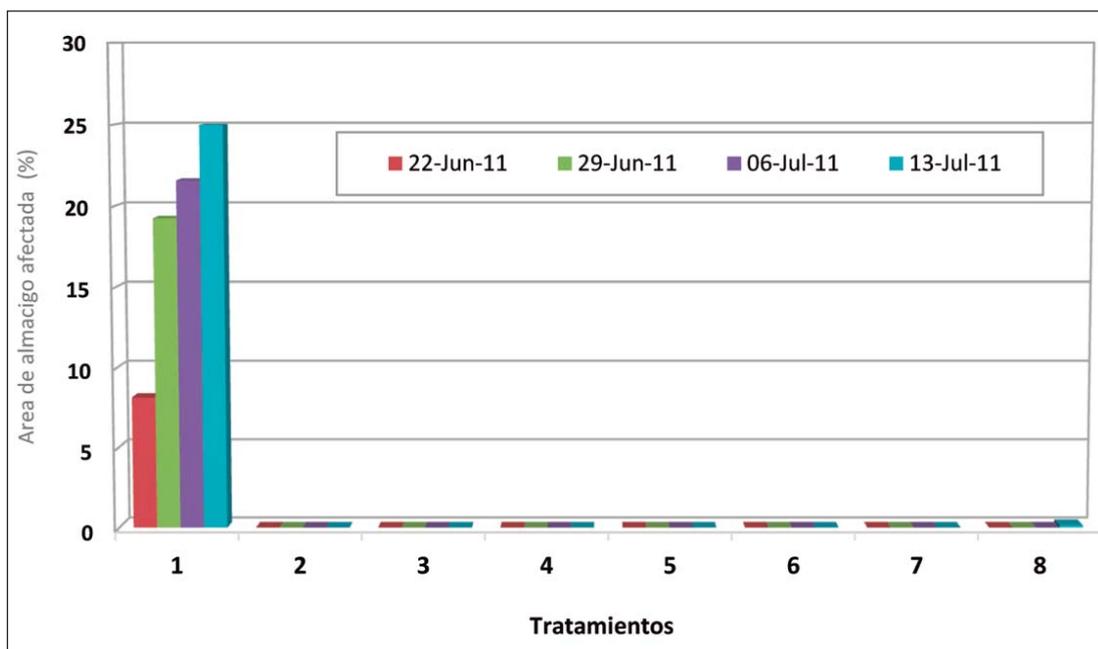


Figura 8. Evolución del área de almácigo de cebolla afectado con síntomas de la podredumbre blanca (*Sclerotium cepivorum*), Canelón Grande 2011.

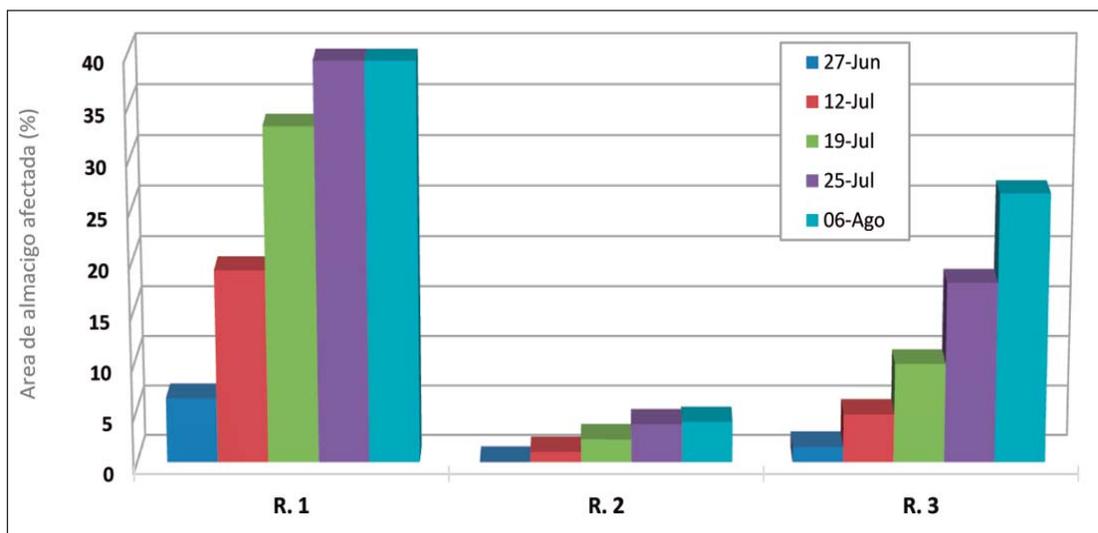


Figura 9. Evolución del área de almácigo de cebolla afectado con síntomas de la podredumbre blanca (*Sclerotium cepivorum*), Canelón Grande 2012.

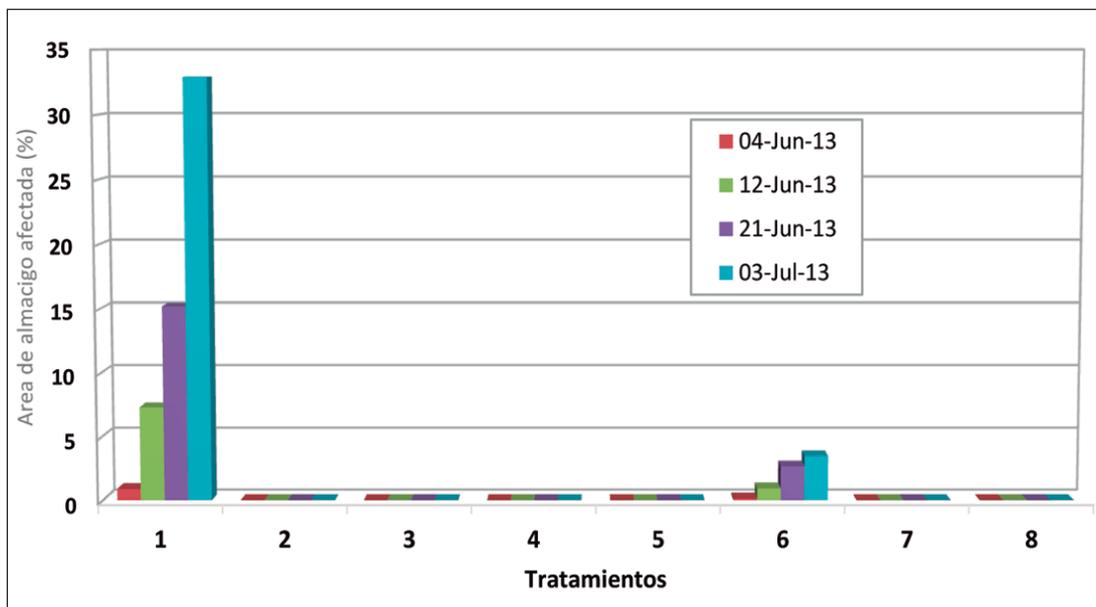


Figura 10. Evolución del área de almácigo de cebolla afectado con síntomas de la podredumbre blanca (*Sclerotium cepivorum*), Canelón Grande 2013.

seguramente haya sido debido a contaminación de la parcela testigo por arrastre de lluvias intensas.

Se observaron valores diferentes en el área afectada por la enfermedad y su evolución en

cada una de las repeticiones en el tratamiento testigo en 2011 (Figura 11). La enfermedad se presentó de manera más agresiva en la repetición tres (con más del 50% del área afectada) en relación a la repetición uno y a la dos,

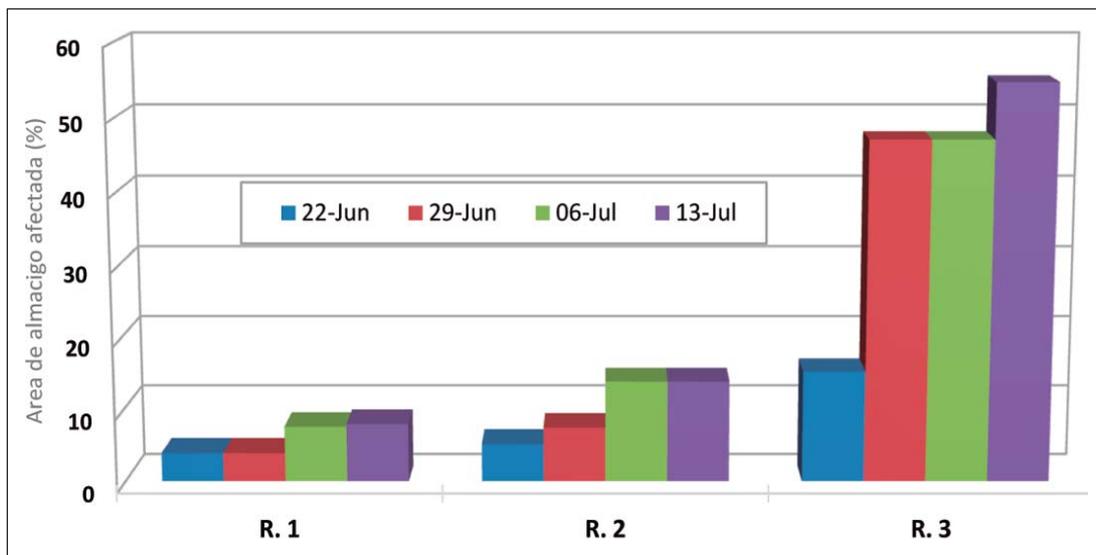


Figura 11. Evolución del área afectada por la enfermedad en el tratamiento testigo en cada repetición, en 2011.

confirmando la tendencia de esta enfermedad a presentarse en focos.

En 2012 la repetición más afectada fue la uno y la que presentó menos la dos (Figura 12).

La cantidad de plantines por parcela fue significativamente menor en el tratamiento testigo en relación al de los tratamientos solarizados, los que no difirieron entre sí (Cuadro 6).

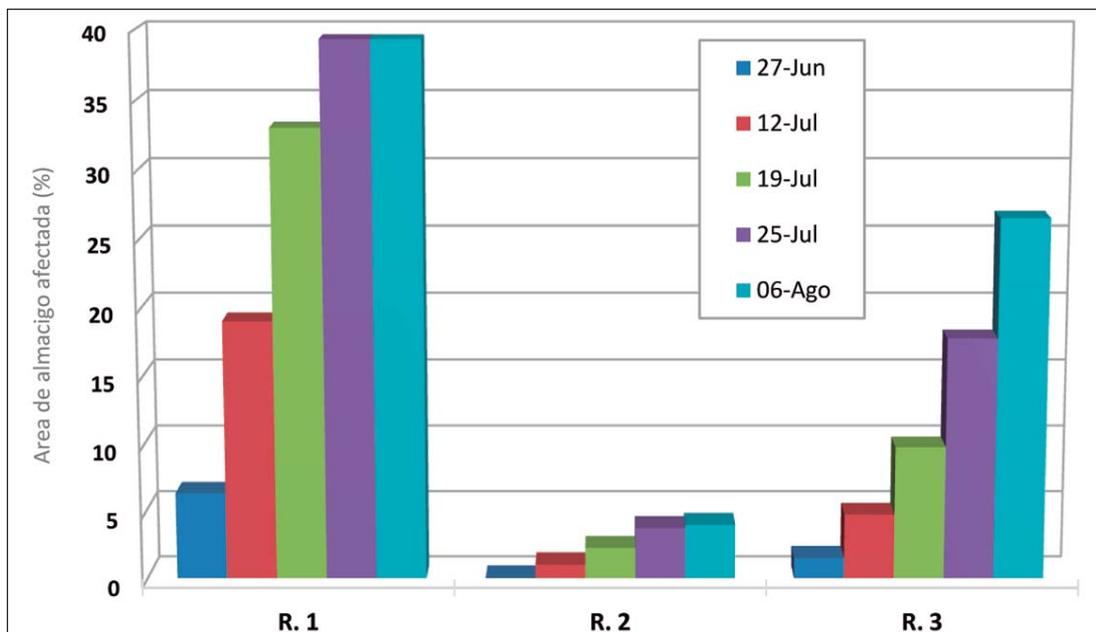


Figura 12. Evolución del área afectada por la enfermedad en el tratamiento testigo en cada repetición en 2012.

Cuadro 6. Número de plantines por parcela a los 109 dds en 2011.

	Número de plantas ¹
1.No solarizado	118 b***
2.Solarizado	173 a
3.Solarizado e incorporación de repollo picado 6 kg/m ² al solarizar	159 a
4. Solarizado y agregado de Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra.	166 a
5. Solarizado + EM a la siembra y luego de la siembra.	161 a
6. Solarizado + EM a la siembra +Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra y EM luego de la siembra.	159 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.	152 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	159 a
CV ²	12
LSD (P< 0,10)	27,8

* ** Los tratamientos seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba LSD al 10 %.

¹ Número de plantas en dos filas centrales de 50 cm de largo cada una.

² Coeficiente de variación.

Al momento de la siembra el número de esclerotos fue significativamente diferente entre el testigo y los tratamientos solarizados en 2011, pero no hubo diferencias significativas entre los solarizados (Cuadro 7). En 2012 fue significativamente diferente entre el testigo y los tratamientos solarizados, a excepción de los tratamientos 5 y 7 que no difirieron del tratamiento sin solarizar. Si bien en 2013 no hubo diferencias significativas en el número de esclerotos entre el tratamiento testigo y los solarizados, el coeficiente de variación fue alto (39%), pero el no solarizado fue el que presentó el valor más alto.

A los 100 días de la siembra en 2012, si bien no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos hubo una tendencia en la que el tratamiento sin solarizar presentó mayor número de esclerotos/100 g suelo (8) que el prome-

dio de los tratamientos solarizados (4,6). Cabe mencionar que el coeficiente de variación fue muy elevado (50%) y posiblemente por ello no se detectaron diferencias. A los 98 días de la siembra en 2013 se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, siendo mayor el número de esclerotos en el tratamiento sin solarizar (Cuadro 8).

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

En el Cuadro 9 se presentan los resultados de las evaluaciones realizadas en la recuperación de *Trichoderma* en los experimentos en 2011, 2012 y 2013.

Cuadro 7. Número de esclerotos al momento de sembrar, luego de levantado el polietileno de la solarización previo a la siembra en 2011, 2012 y 2013.

Tratamientos	Año 2011	Año 2012	Año 2013
	N° de esclerotos/100 g de suelo		
1. No solarizado	11 a ^{***}	14 a*	11
2. Solarizado	4 b	5 b	8
3. Solarizado e incorporación de repollo picado 6 kg/ m ² al solarizar	2 b	4,7 b	7
4. Solarizado y agregado de Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra	2 b	3,7 b	5
5. Solarizado + EM a la siembra y luego de la siembra	2 b	14 a	6
6. Solarizado + EM a la siembra + Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra y EM luego de la siembra	4 b	5,7 b	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	5 b	7,7 ab	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.	4 b	6,7 b	8
CV ² (%)	59	47	39
LSD	4,38	6,2	NS ¹

* Los tratamientos seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba LSD al 5%.

*** Los tratamientos seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba LSD al 10%.

¹ NS: diferencias no significativas.

² Coeficiente de variación.

Cuadro 8. Número de esclerotos a los 100 días de la siembra del almácigo en 2012 y a los 98 dds en 2013.

Tratamientos	N° de esclerotos /100 g de suelo	
	Año 2012 (100 dds)	Año 2013 (98 dds)
1. No solarizado	8	10 a **
2. Solarizado	3	3 bc
3. Solarizado e incorporación de repollo picado 6 kg/ m ² al solarizar	5	1,3 c
4. Solarizado y agregado de Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra	4	4 bc
5. Solarizado + EM a la siembra y luego de la siembra cada 20 días*	4	5,7 b
6. Solarizado + EM a la siembra +Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra y EM luego de la siembra	4	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	6	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	4	3,3 bc
CV ¹ (%)	50	30
LSD (P< 0,01)	NS	3,3

** Los tratamientos seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba LSD al 1 %.

¹ Coeficiente de variación.

68

Cuadro 9. Niveles de Trichoderma (ufc/g) en los muestreos a los 106 dds en 2011 a los 100 dds en 2012 y a los 98 dds en 2013.

Tratamiento	Año 2011	Año 2012	Año 2013
1. No solarizado	1,67 x 10 ³	0,4 x 10 ³	3 x 10 ³
2. Solarizado	0,5 x 10 ³	0,27 x 10 ³	1 x 10 ³
3. Solarizado + Repollo picado	1,33 x 10 ³	3 x 10 ³	14 x 10 ³
4. Solarizado + Trichosoil	15,8 x 10 ³	5,1 x 10 ³	14 x 10 ³
5. Solarizado + EM	1 x 10 ³	1,3 x 10 ³	12 x 10 ³
6. Solarizado + EM + Trichosoil	8,17 x 10 ³	6,1 x 10 ³	2,7 x 10 ³
7. Solarizado + Biorend	0,5 x 10 ³	0,33 x 10 ³	3 x 10 ³
8. Solarizado + Biorend + Trichosoil	10 x 10 ³	4,1 x 10 ³	1 x 10 ³

Se observó que en todas las parcelas que no llevaron Trichosoil el nivel de *Trichoderma* nativo fue pobre.

La solarización bajó los niveles de *Trichoderma* nativo del suelo.

Siempre se detectó más *Trichoderma* en las parcelas tratadas con Trichosoil, lo que indica que *Trichoderma* se instaló y se mantuvo aún después de tres meses de realizada la aplicación.

No se observó estimulación del desarrollo de *Trichoderma* por la aplicación de Biorend en 2010. Por su parte, en 2011 no se detectó ni efecto estimulador ni depresor con el agregado de EM o de Biorend. En el experimento en 2012, tanto el EM como el

Biorend promovieron la multiplicación de *Trichoderma*, principalmente el EM pero ese efecto fue solo al inicio.

La altura de los plantines fue significativamente menor en el tratamiento testigo en relación a los tratamientos solarizados en 2011, en 2012 y en 2013 (Cuadro 10 y Figura 13) y no se encontraron diferencias significativas en el diámetro del falso tallo en ninguno de los tres años (Cuadro 11).

El peso fresco y el peso seco de los plantines fue significativamente menor en el tratamiento testigo en relación a los tratamientos solarizados y los solarizados no difirieron entre si en 2011, en 2012 y en 2013 (Cuadros 12 y 13).

Cuadro 10. Altura del plantín a los 127 dds en 2011, a los 97 dds en 2012 y a los 93 dds en 2013.

Tratamientos	Año 2011	Año 2012	Año 2013
1. No solarizado	17 b**	20,2 b**	21,8 b**
2. Solarizado	36 a	26,4 ab	33,2 a
3. Solarizado e incorporación de repollo picado 6 kg/m ² al solarizar	37 a	25,4 ab	36,7 a
4. Solarizado y agregado de Trichosoil (2 g/m ²) a lasiembra	40 a	28,3 a	34,4 a
5. Solarizado + EM a la siembra y luego de la siembra	40 a	27,8 ab	36,6 a
6. Solarizado + EM a la siembra +Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra y EM luego de la siembra	39 a	28 a	35,0 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	36 a	26,9 ab	34,4 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	41	26,8 ab	37,2 a
CV ¹ (%)	13,9	10,2	13,8
LSD (P< 0,01)	10,5	8,03	9,8

** Los tratamientos seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba LSD al 1 %.

¹ Coeficiente de variación.

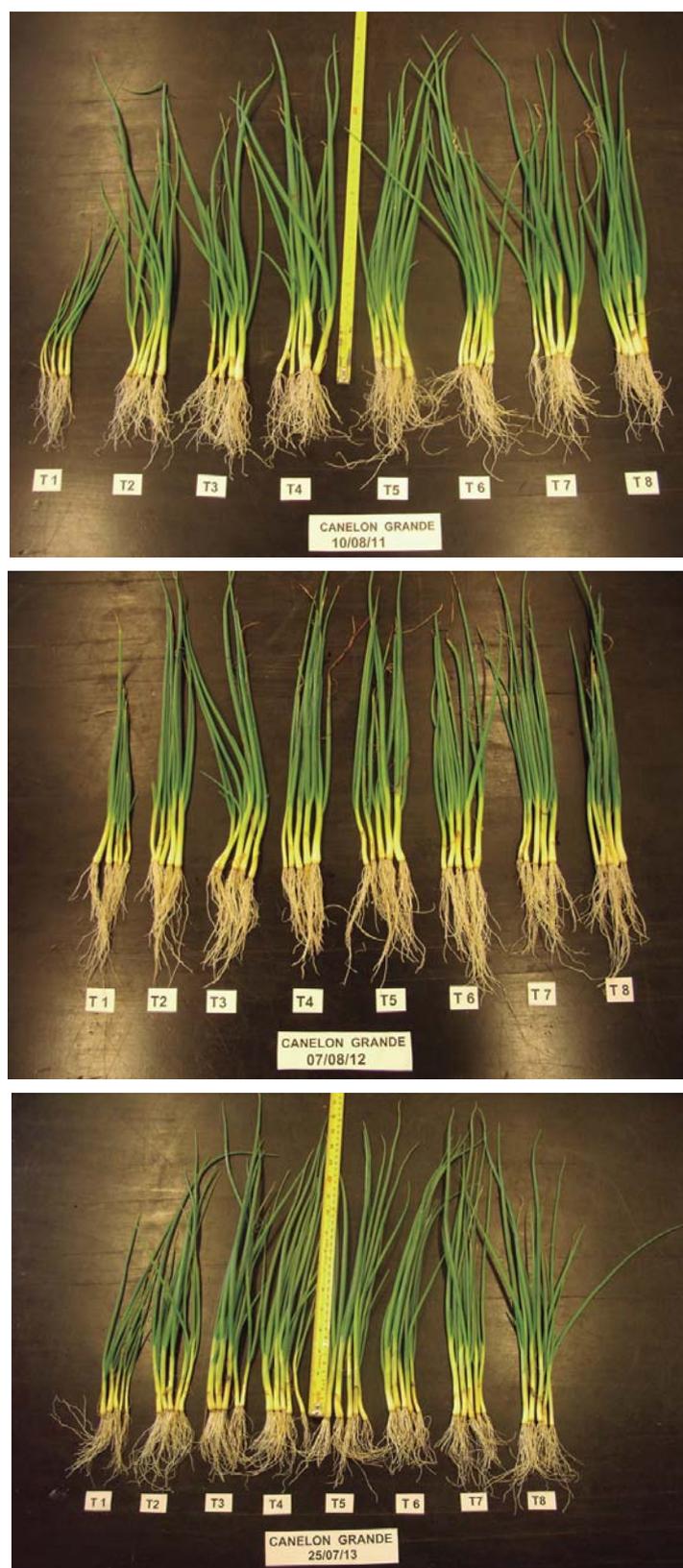


Figura 13. Altura de los plantines en 2011, 2012 y 2013.

Cuadro 11. Diámetro del falso tallo a los 127 dds en 2011, a los 97 dds en 2012 y a los 93 dds en 2013.

Tratamientos	Año 2011	Año 2012	Año 2013
1. No solarizado	5,2	4,5	5,2
2. Solarizado	6,7	5,0	5,7
3. Solarizado e incorporación de repollo picado 6 kg/m ² al solarizar	7,0	4,8	5,7
4. Solarizado y agregado de Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra	7,0	5,0	5,6
5. Solarizado + EM a la siembra y luego de la siembra	7,1	5,1	5,9
6. Solarizado + EM a la siembra + Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra y EM luego de la siembra	6,5	5,3	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	6,0	5,0	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	7,0	4,8	5,8
CV ¹ (%)	16,5	21	18
LSD	NS	NS	NS

NS: Diferencias no significativas.

¹ Coeficiente de variación.**Cuadro 12.** Peso fresco de 10 plantines, a los 127 dds en 2011, a los 97 dds en 2012 y a los 93 dds en 2013.

Tratamientos	Año 2011	Año 2012	Año 2013
1. No solarizado	14 b**	14 b**	17 b**
2. Solarizado	52 a	25 a	36 a
3. Solarizado e incorporación de repollo picado 6 kg/m ² al solarizar	59 a	23 a	41 a
4. Solarizado y agregado de Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra	64 a	27 a	38 a
5. Solarizado + EM a la siembra y luego de la siembra	70 a	26 a	45 a
6. Solarizado + EM a la siembra + Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra y EM luego de la siembra	66 a	27 a	41 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	48 a	25 a	39 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	65 a	23 a	44 a
CV ¹ (%)	22	10,2	12,6
LSD (P < 0.01)	29,4	5,87	11,5

** Los tratamientos seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba LSD al 1 %.

¹ Coeficiente de variación.

En las figuras 14, 15 y 16 se detalla la evolución de las temperaturas máximas y mínimas a 10 cm de profundidad en el trata-

miento no solarizado, en el solarizado y en el solarizado más agregado de repollo picado en 2010/ 2011.

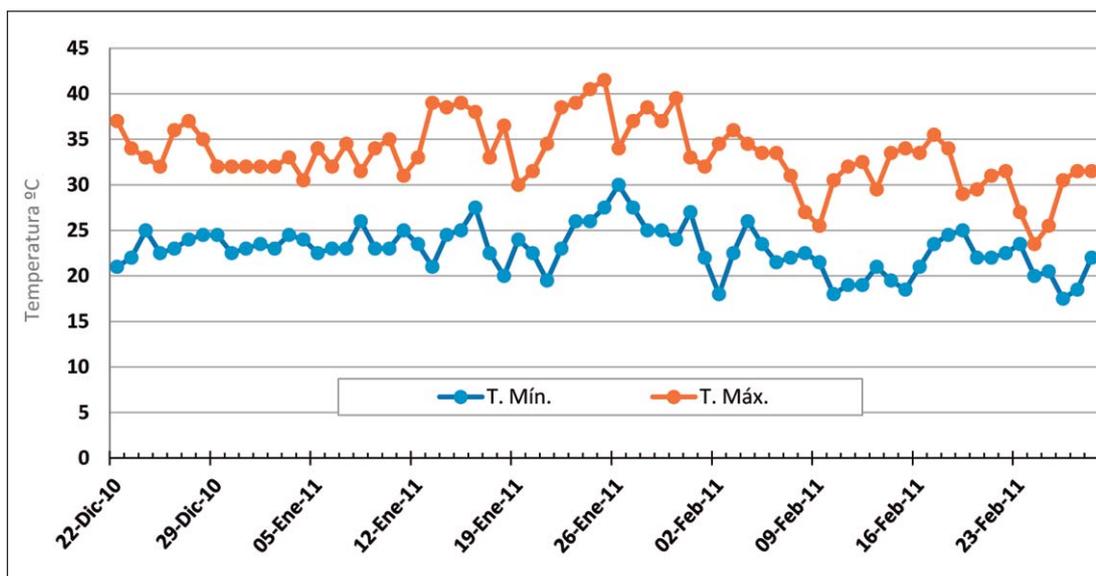
Cuadro 13. Peso seco de 10 plantines, a los 127 dds en 2011, a los 97 dds en 2012 y a los 93 dds en 2013.

Tratamientos	Año 2011	Año 2012	Año 2013
1. No solarizado	1,6 b **	1,5 c *	2,0 b**
2. Solarizado	4,9 a	2,07 ab	3,2 a
3. Solarizado e incorporación de repollo picado 6 kg/m ² al solarizar	5,2 a	1,93 ab	3,6 a
4. Solarizado y agregado de Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra	5,7 a	2,3 a	3,4 a
5. Solarizado + EM a la siembra y luego de la siembra	6,1 a	2,1 ab	4,0 a
6. Solarizado + EM a la siembra + Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra y EM luego de la siembra.	5,6 a	2,2 ab	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	4,4 a	2,1 ab	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	5,9 a	1,8 bc	3,9 a
CV1 (%)	16,5	12,2	11
LSD	1,99	0,43	0,92

* Los tratamientos seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba LSD al 5 %.

** Los tratamientos seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba LSD al 1 %.

¹ Coeficiente de variación.

**Figura 14.** Temperatura a 10 cm de profundidad en el suelo no solarizado, entre el 22 de diciembre de 2010 y el 28 de febrero de 2011.

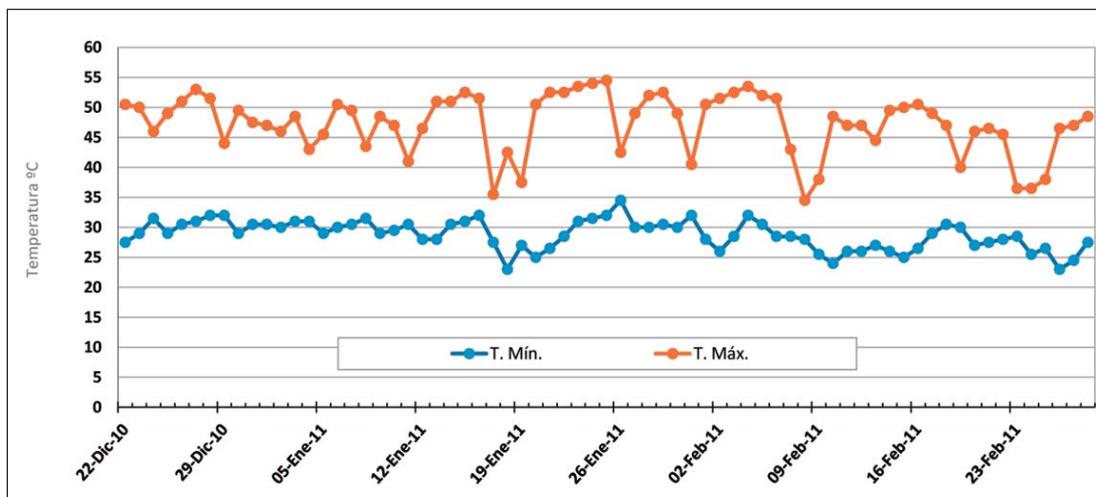


Figura 15. Temperatura a 10 cm de profundidad en el suelo solarizado, entre el 22 de diciembre de 2010 y el 28 de febrero de 2011.

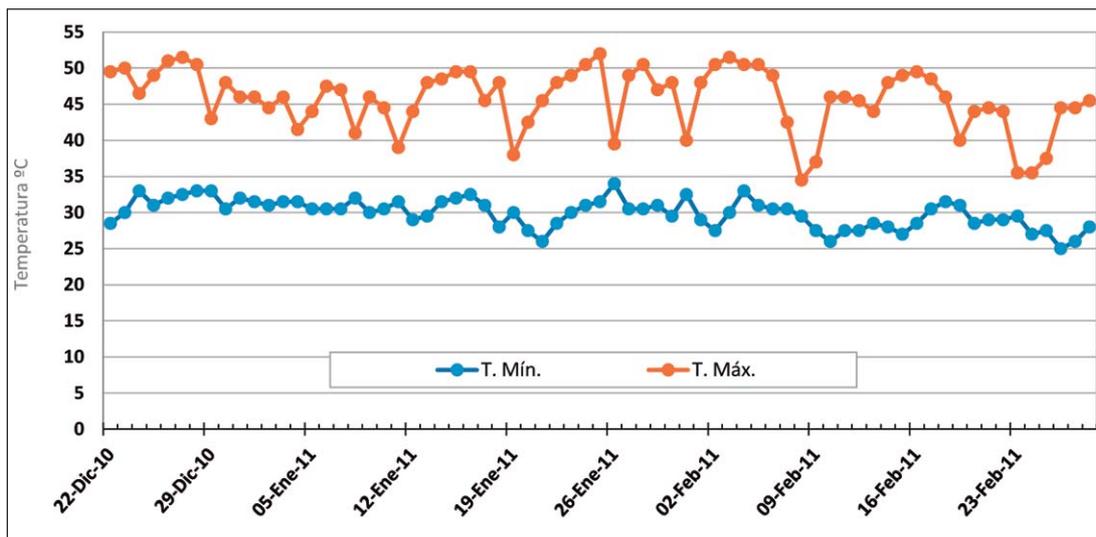


Figura 16. Temperatura a 10 cm de profundidad en el suelo solarizado con la incorporación de 6 kg/m² de repollo, entre el 22 de diciembre de 2010 y el 28 de febrero de 2011.

Como resultado de estos trabajos en estas tres temporadas se puede concluir que:

- Se observó un efecto favorable de la solarización al reducir la incidencia de la podredumbre blanca en las parcelas solarizadas del experimento en este predio con antecedentes de esta enfermedad en el período estudiado.
- El número de esclerotos por 100 g de suelo fue menor en las parcelas solarizadas en las tres temporadas.

- 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 cultivos. Salvo en 2013, y en el caso de la repetición tres del tratamiento 6, no se detectaron síntomas de la enfermedad en las solarizadas.

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 tres (con más del 50% del área afectada) en relación a la repetición uno y a la dos, 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 fue 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

Trabajos sobre el efecto acumulativo de la solarización

La podredumbre blanca es estudiada en los países productores de cebolla y se ha tratado de asociar la cantidad de esclerotos presentes en el suelo con el nivel de ataque futuro. Como se muestra en el Cuadro 14 la información varía según la fuente debido seguramente por la metodología empleada y otras condiciones de estudio.

La solarización de almácigos de cebolla se ha ido difundiendo muy rápidamente basada en su eficacia en el control de malezas y la reducción de enfermedades en los canteros solarizados.

Por esa razón los productores cebolleros con limitantes para establecer rotaciones, en particular los más pequeños especialmente limitados para encontrar suelos sin antecedentes de enfermedades, podrían ser los más beneficiados de una solarización reiterada anualmente de los mismos lugares de realización de los canteros.

Basados en esa necesidad y los indicios observados en los trabajos antes mencionados, se diseñó un trabajo de investigación tendiente a conocer cuán duradero en el tiempo es el efecto de la solarización sobre podredumbre blanca y cómo evoluciona un eventual efecto acumulativo de la solarización reiterada. Con estos objetivos, desde 2011 se evaluó el efecto de esta técnica en la sumatoria de varios años consecutivos en el mismo lugar del almácigo. Para ello se compararon cuatro alternativas: 1) no solarizar, 2) solarización una sola temporada (2011, Figura 17), 3) solarización en dos temporadas (2011 y 2012, Figura 18) y 4) solarización en tres temporadas (2011, 2012 y 2014, debido a las inclemencias climáticas de diciembre de 2013 se solarizó en enero de 2014, Figura 19).

La metodología de trabajo empleada fue la misma que en los experimentos anteriores, se evaluó la incidencia de la enfermedad

Cuadro 14. Asociación entre cantidad de esclerotos determinada en suelo y presencia de podredumbre blanca en ajo y cebolla.

Cantidad de esclerotos en suelo	Perjuicio	Fuente
0,1/L	Importantes pérdidas económicas	Villalta <i>et al.</i> (2007)
10/L	Pérdida total del cultivo	Villalta <i>et al.</i> (2007)
0,01-0,1/g	85-100% de plantas enfermas	Crowe <i>et al.</i> (1980)
1/g	Muerte de plántulas inmediatamente luego de la emergencia	Crowe <i>et al.</i> (1980)
	Porcentaje de plantas enfermas:	
0,021,	52,	
0,052 y	68 y	
0,44/g	83 %	Poce-Herrera <i>et al.</i> (2008)
5 esclerotos/g	Importante ataque	Adams y Papavizas (1971)



Figura 17. A: cantero sin solarizar, B: canteros solarizados en el primer año (temporada 2012).

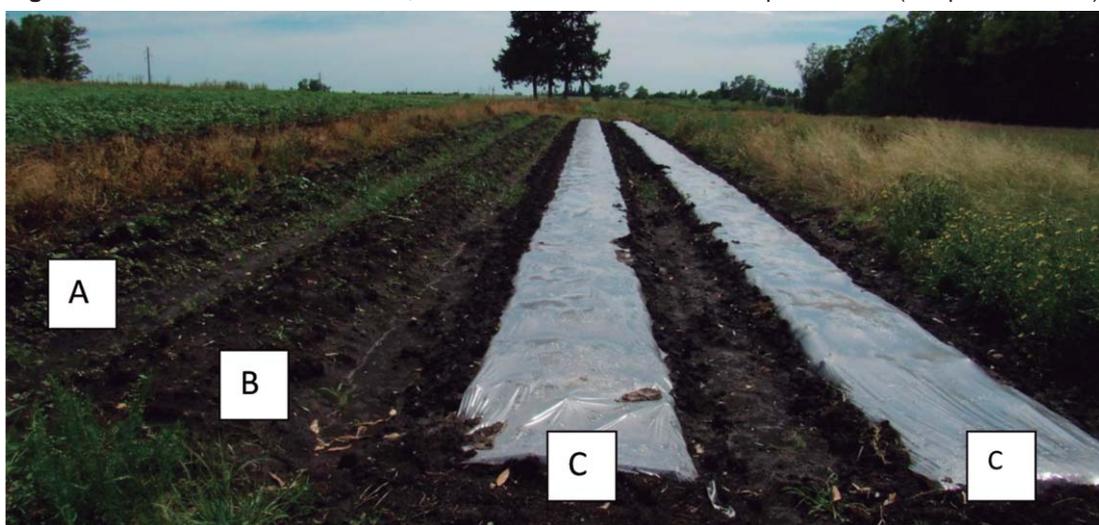


Figura 18. A: cantero sin solarizar, B: cantero solarizado solo el primer año C: canteros solarizados dos años (temporada 2013).

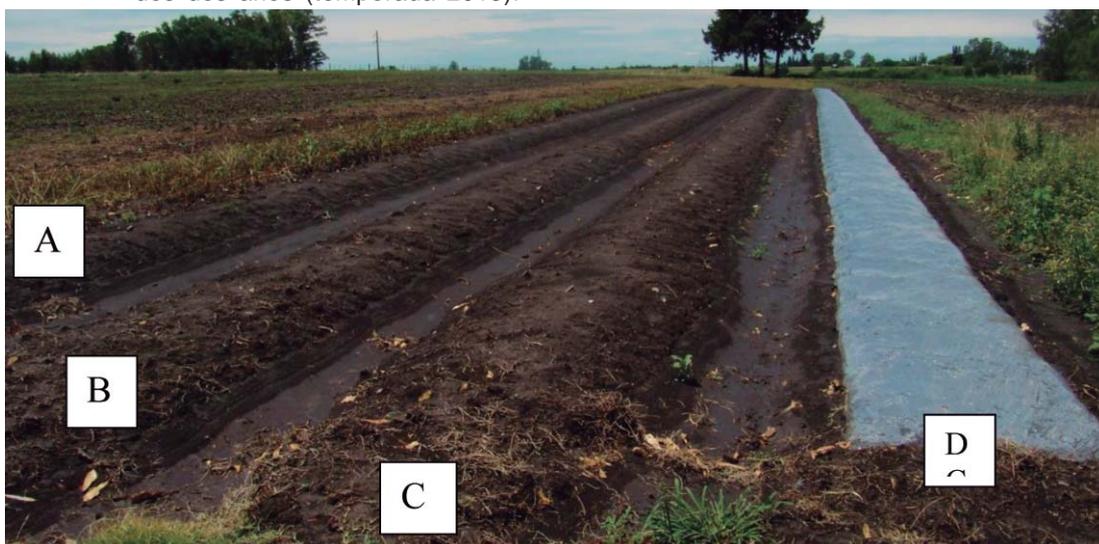


Figura 19. A: cantero sin solarizar, B: cantero solarizado solo el primer año C: cantero solarizados dos años, D: cantero solarizado los tres años (temporada 2014).

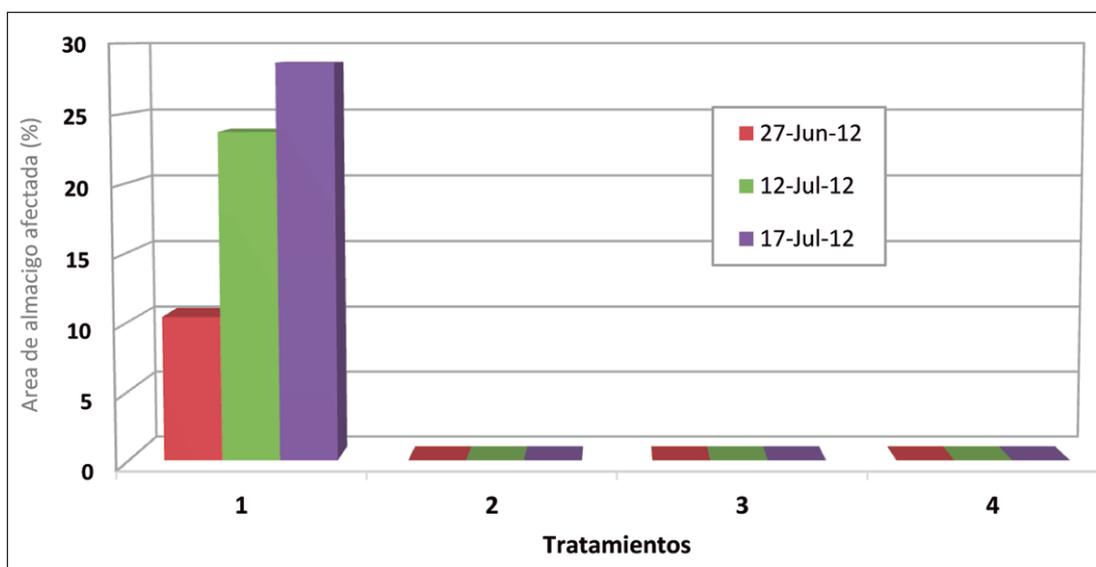


Figura 20. Evolución del área del almácigo afectada con la podredumbre blanca, 2012.

a través del área de almácigo afectada y el número y la calidad de plantines producidos, y la cantidad de esclerotos en el suelo.

En la temporada 2012 el área de almácigo afectada por podredumbre blanca reiteró lo observado en los trabajos anteriores. Las parcelas solarizadas no presentaban la en-

fermedad mientras que en las no solarizadas el área afectada alcanzó un 30% aproximadamente (Figura 20).

A la temporada siguiente (2013) las parcelas solarizadas dos años seguidos (2011 y 2012) no presentaban la enfermedad mientras que las solarizadas en 2011 presentaban un

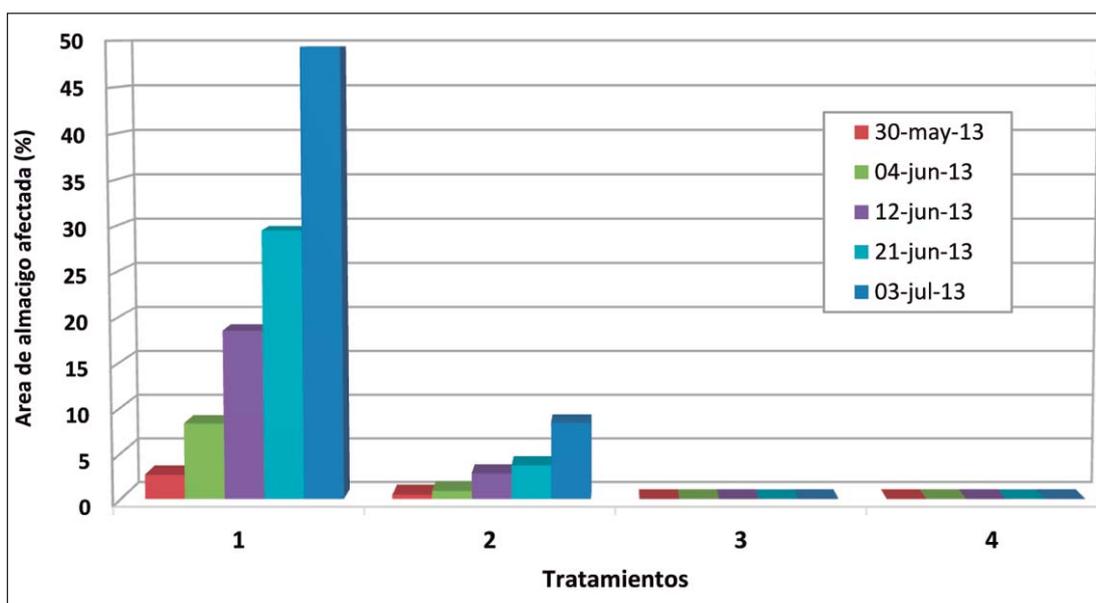


Figura 21. Evolución del área del almácigo afectada con la podredumbre blanca, 2013.

8% de área afectada. La afectación fue del 49% en las no solarizadas nunca (Figura 21).

En el ciclo 2014 el tratamiento que se solarizó siempre no presentaba la enfermedad. El no solarizado nunca y el que se solarizó un año (2011) alcanzaron un 86 a 94% de área afectada, mientras que la que se solarizó dos años (2011 y 2012) segui-

dos, presentaba un 14% del área afectada. Por lo tanto, podemos decir que la incidencia de la enfermedad aumentó anualmente en las parcelas sin solarizar mientras que en aquellas que se solarizó por lo menos una vez existió un efecto residual parcial que se diluyó con el tiempo desde la aplicación de la medida (Figura 22).

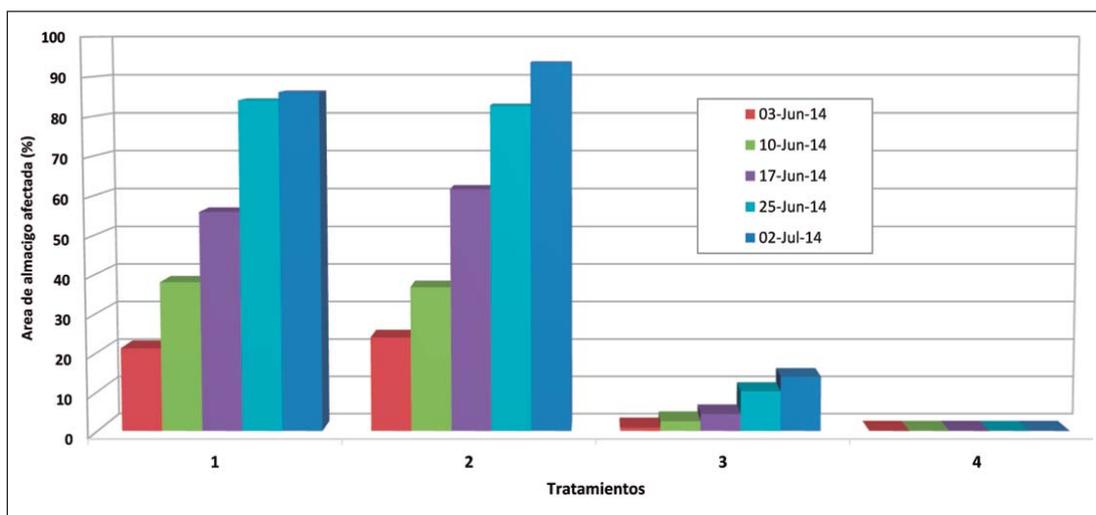


Figura 22. Evolución del área del almácigo afectada con la podredumbre blanca, 2014.



Figura 23. Micelio y esclerotos provenientes de aislamientos de trozos de tejido infectado de plantitas en el almácigo.

Con el objetivo de verificar que la sintomatología que se apreciaba era la correspondiente a *Sclerotium cepivorum*, se realizaron muestreos de trozos de tejido infectado en plantas que presentaban esa sintomatología. Se incubaron en placas de Petri y se observaron micelio y esclerotos (Figura 23).

El número de plantines obtenidos en 0,5 m de las dos filas centrales del cantero fue significativamente menor en el tratamiento nunca solarizado en las tres temporadas eva-

luadas. En 2013 y 2014 también se observó una disminución de ese número en los tratamientos que se dejaron de solarizar frente al que siempre se solarizó (Cuadro 15).

Se encontraron diferencias importantes en el número de esclerotos promedio entre las parcelas sin solarizar frente al resto, siendo menor el número en aquellas en las que la solarización se efectuó en forma repetida explicando en parte las diferencias en ataques encontradas (Cuadro 16).

Cuadro 15. Número de plantines en 0,5 m de las dos filas centrales del cantero 110 dds¹, años 2012, 2013 y 2014.

Tratamientos	N° plantines en 0,5 m de las dos filas centrales		
	2012	2013	2014
1. No solarizado ningún año	37 b**	6 c**	13 c*
2. Solarizado un solo año	170 a	89 b	16 c
3. Solarizado dos años	179 a	123 a	120 b
4. Solarizado tres años	169 a	125 a	153 a
CV ² (%)	11	14	8,8
LSD	45,9	24	13,3

* Los tratamientos seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba LSD al 5%.

** Los tratamientos seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba LSD al 1%.

¹ dds: días después de la siembra.

² Coeficiente de variación.

Cuadro 16. Número de esclerotos/100 g de suelo al momento de sembrar en las tres temporadas.

Tratamientos	2012 ¹	2013	2014
1. No solarizado ningún año	13	36 a*	29 a*
2. Solarizado un solo año (2011)	4	14 ab	19 b
3. Solarizado dos años (2011 y 2012)	3	12 b	15 b
4. Solarizado tres años (2011, 2012, 2014)	4	8 b	3 c
CV (%)	–	31	28
LSD (0,05)	–	18,7	9,2

¹ En 2012 se tomó una muestra compuesta para cada tratamiento sin discriminar por repetición.

* Los tratamientos seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba LSD al 5%.

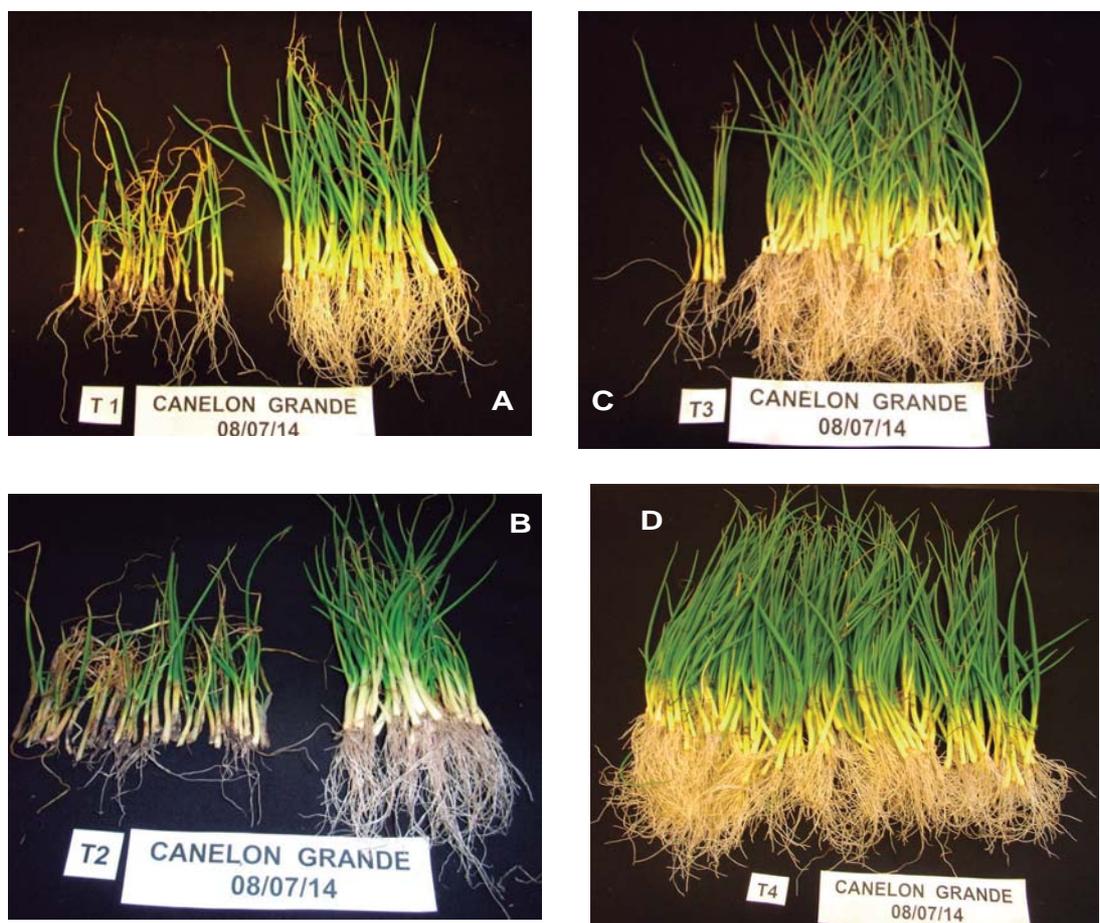


Figura 24. A) plantines del cantero sin solarizar, B) solarizado un solo año, C) solarizado dos años y D) solarizado tres años.

Con este trabajo, realizado durante tres años, se pudo establecer que el efecto se perdía si se dejaba de solarizar una temporada presentándose la enfermedad nuevamente y registrándose pérdida de plantines. El número de esclerotos a la siem-

bra y luego de ella aumentó al dejar de solarizar en la temporada anterior y también disminuyó el número de plantines producidos, debido seguramente a la multiplicación de los esclerotos no controlados por la solarización.