

SOLARIZACIÓN 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, si bien no es un problema generalizado en Uruguay, es un problema serio en aquellos predios donde se registra. En cebolla generalmente se lo 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 sus bondades en el control de malezas podrían ampliarse al manejo de enfermedades, como ha sido sugerido en investigaciones previas. El objetivo del presente trabajo fue el evaluar el efecto de esta técnica sobre la

¹ Ing. Agr. PhD. Programa Horticultura INIA Las Brujas.

² Ing. Agr. DIGEGRA Horticultura

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

⁴ Tec. Granjero. Programa Horticultura INIA Las Brujas.

⁵ Ing. Agr. Laboratorio Lage y Cia.

⁶ Laboratorista Asistenete, Sección Protección Vegetal INIA Las Brujas

podredumbre blanca en almácigos de cebolla. Para ello los estudios se realizaron en un predio de Canelón Grande (zona en la que DIGEGRA se encuentra trabajando con productores de ajo y cebolla) donde en temporadas anteriores se han observado ataques de la enfermedad. En uno de los cuadros con antecedentes se seleccionó un área para establecer el trabajo experimental del efecto de la solarización en el manejo de este grave problema sanitario.

Metodología Utilizada

Localización: predio ubicado a 300 m del 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. Realizados exactamente en los mismos lugares que en los experimentos de temporadas anteriores.

Diseño experimental: Bloques al azar con 3 repeticiones.

Instalación de la solarización: 26 de diciembre de 2011.

Siembra: 2 de mayo de 2012.

Tratamientos: se detallan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos.

N°	Tratamientos
1	No solarizado
2	Solarizado, polietileno transparente UV de 40 μ
3	Solarizado, polietileno transparente UV de 40 μ e incorporación de repollo picado 6 kg/ha al solarizar
4	Solarizado, polietileno transparente UV de 40 μ y agregado de Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra
5	Solarizado, polietileno transparente UV de 40 μ +EM a la siembra y luego de la siembra cada 20 días*
6	Solarizado, polietileno transparente UV de 40 μ + EM a la siembra + Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra y EM luego de la siembra cada 20 días*
7	Solarizado, polietileno transparente UV de 40 μ + Biorend a la semilla (1,5 lt cada 100 kg de semilla) y al 1% luego de la siembra dirigido al cuello de las plantas cada 20 días*
8	Solarizado, polietileno transparente UV de 40 μ + Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra+ Biorend a la semilla (1,5 lt 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 28 de mayo, 27 de junio y el 17 de julio.

Análisis de esclerotos en el suelo

El 29 de diciembre de 2011 se realizó una estimación del número de esclerotos previo a la solarización en las parcelas del tratamiento sin solarizar y en una de las solarizadas. Para ello se tomaron muestras de suelo en los primeros 15 cm de profundidad desechando la parte superficial. Los esclerotos fueron extraídos 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).

Al momento de la siembra se tomaron muestras para otro análisis de esclerotos lo mismo que el 10 de agosto (100 dds) y en ese momento además se realizó un

muestreo de suelo para analizar las unidades formadoras de colonias (ufc) de *Trichoderma*.

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 cm en 4 m lineales de almácigo en cada una de las 4 filas de plantitas, en el período comprendido entre el 27 de junio y el 6 de agosto de 2012.

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

A los 97 dds se realizó un muestreo de plantines y se evaluaron 10 plantines representativos de cada parcela.

Resultados

Evaluación de espacios sin plantas

En base a los datos colectados en las evaluaciones realizadas entre el 27 de junio y el 6 de agosto, se calculó el porcentaje del área de almácigo afectada con la enfermedad. Como se aprecia en la Figura 1. Se observó una diferencia importante entre el tratamiento testigo sin solarizar y los tratamientos solarizados.

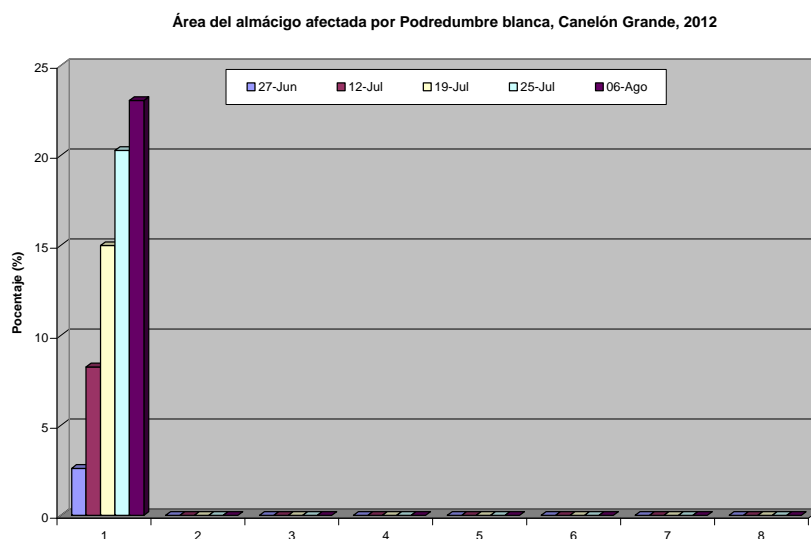


Figura 1. Área del almácigo, en porcentaje, afectada por la enfermedad entre el 27 de junio y el 6 de agosto de 2012. Se observaron valores diferentes en el área afectada por la enfermedad y su evolución en cada una de las repeticiones en el tratamiento testigo (Figura 2). La enfermedad se presentó de manera más agresiva en la repetición 1 (con más del 50% del área afectada) en relación a la repetición 2 y 3, evidenciando la tendencia de esta enfermedad a presentarse en focos.

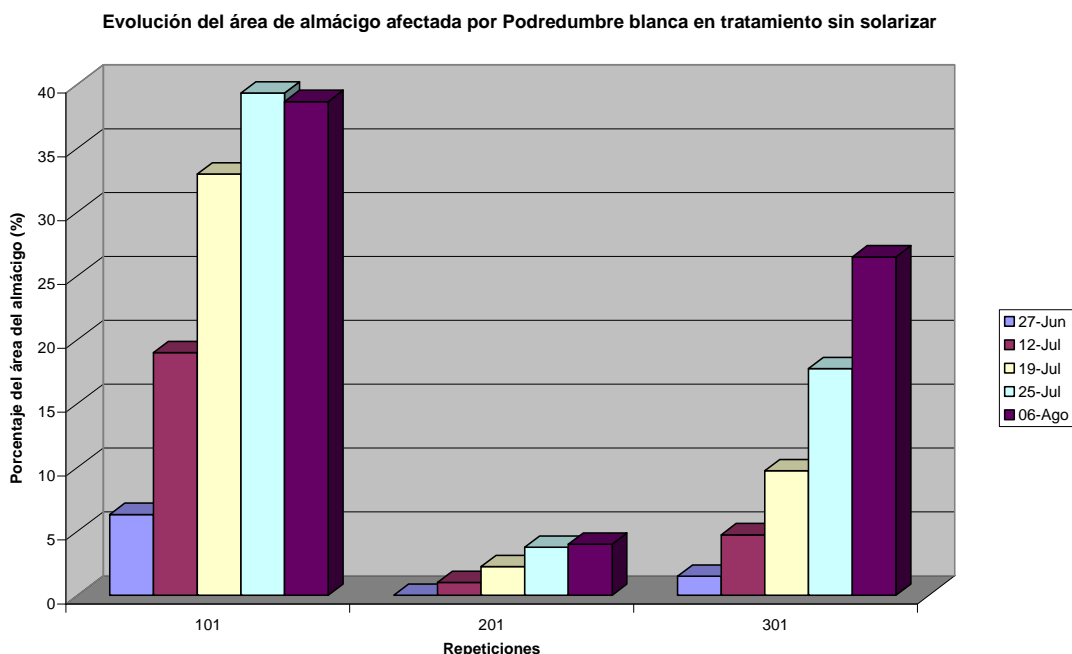


Figura 2. Evolución del área afectada por la enfermedad en el tratamiento testigo en cada repetición en 2012.

En la temporada anterior ocurrió algo similar pero en esa temporada la repetición más afectada fue la tres y en 2012 la uno a pesar de estar instaladas las parcelas en los mismos sitios (Figura 3).

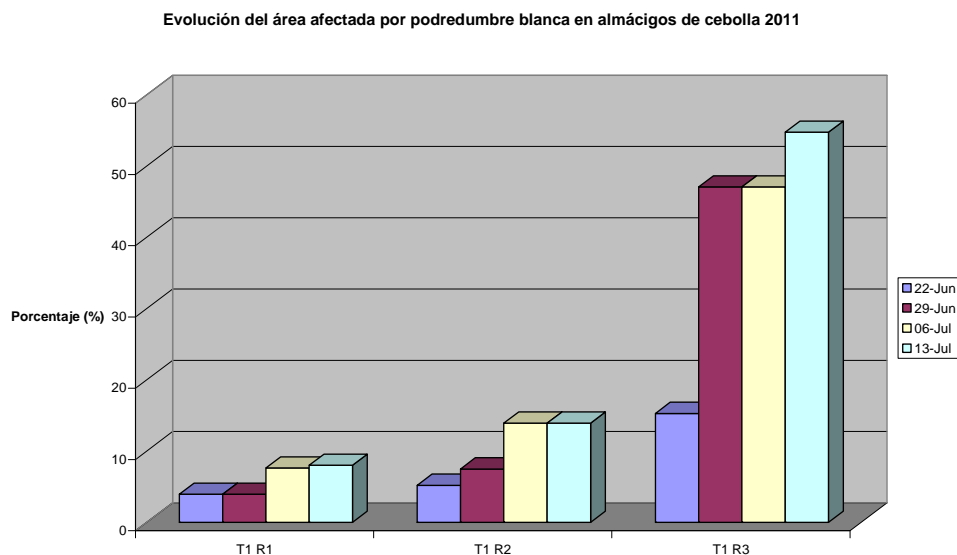


Figura 3. Evolución del área afectada por la enfermedad en el tratamiento testigo en cada repetición en 2011

Análisis de esclerotos en el suelo.

Al momento de instalar la solarización el 26 de diciembre de 2011 se extrajeron 7 esclerotos/ 100 g. suelo en el tratamiento sin solarizar y 3 en que se iban a realizar los tratamientos solarizados.

Al momento de la siembra el número de esclerotos 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. (Cuadro 2).

Cuadro 2. 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.	14 a
2.Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ.	5 b
3.Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ e incorporación de repollo picado 6 kg/ha al solarizar.	4.7 b
4. Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ y agregado de Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra.	3.7 b
5.Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ +EM a la siembra y luego de la siembra cada 20 días*.	14 a
6,Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ + EM a la siembra +Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra y EM luego de la siembra cada 20 días*..	5.7 b
7.Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ + 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*.	7.7 ab
8.Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ + 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*	6.7 b
CV (%)	47
LSD P< 0.10	6.2

A los 100 días de la siembra 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 promedio de los tratamientos solarizados (4.6). Cabe mencionar que el coeficiente de variación fue muy elevado (47%) y posiblemente por ello no se detectaron diferencias (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número de esclerotos a los 100 días de la siembra del almácigo.

	N° de esclerotos/100g de suelo
1.No solarizado.	8
2.Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ.	3
3.Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ e incorporación de repollo picado 6 kg/ha al solarizar.	5
4. Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ y agregado de Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra.	4
5.Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ +EM a la siembra y luego de la siembra cada 20 días*.	4
6,Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ + EM a la siembra +Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra y EM luego de la siembra cada 20 días*.	4
7.Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ + Biorend a la semilla (1,5 lt cada 100 kg de semilla) y al 1% luego de la siembra dirigido al cuello de las plantas cada 20 días*.	6
8.Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ + Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra+ Biorend a la semilla (1,5 lt cada 100 kg de semilla) y al 1% luego de la siembra dirigido al cuello de las plantas cada 20 días*	4
CV (%)	50
LSD P< 0.10	4.4

Análisis de *Trichoderma*.

En el cuadro 4 se presentan los resultados de las evaluaciones realizadas en la recuperación de *Trichoderma* en el experimento.

Cuadro 4. Resultados del nivel de *Trichoderma* al 10/8/12.

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Promedio
1- No solarizado	$0,2 \times 10^3$	$0,8 \times 10^3$	$0,2 \times 10^3$	$0,4 \times 10^3$
2- Solarizado	No se detecta	$0,8 \times 10^3$	No se detecta	$0,27 \times 10^3$
3- Repollo picado	$8,3 \times 10^3$	$0,6 \times 10^3$	$0,2 \times 10^3$	3×10^3
4- Solarizado + Trichosoil	4×10^3	6×10^3	$5,4 \times 10^3$	$5,1 \times 10^3$
5- Solarizado + EM	$0,2 \times 10^3$	$3,3 \times 10^3$	$0,4 \times 10^2$	$1,3 \times 10^3$
6- Solarizado + EM + Trichosoil	8×10^3	$3,3 \times 10^3$	7×10^3	$6,1 \times 10^3$
7- Solarizado + Biorend	No se detecta	$0,2 \times 10^3$	$0,4 \times 10^3$	$0,33 \times 10^3$
8- Solarizado + Biorend + Trichosoil	$4,5 \times 10^3$	6×10^3	$1,8 \times 10^3$	$4,1 \times 10^3$

- 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 5 se presentan los resultados del análisis realizado en 2011

Cuadro 5. Resultados del nivel de Trichoderma al 10/8/11.

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Promedio
1- No solarizado	$1,5 \times 10^3$	3×10^3	$0,5 \times 10^3$	$1,67 \times 10^3$
2- Solarizado	1×10^3	$0,5 \times 10^3$	No se detecta	$0,5 \times 10^3$
3- Repollo picado	No se detecta	4×10^3	No se detecta	$1,33 \times 10^3$
4- Solarizado + Trichosoil	39×10^3	$3,5 \times 10^3$	5×10^3	$15,8 \times 10^3$
5- Solarizado + EM	1×10^3	2×10^3	No se detecta	1×10^3
6- Solarizado + EM + Trichosoil	6×10^3	10×10^3	$8,5 \times 10^3$	$8,17 \times 10^3$
7- Solarizado + Biorend	No se detecta	1×10^3	$0,5 \times 10^3$	$0,5 \times 10^3$
8- Solarizado + Biorend + Trichosoil	27×10^3	2×10^3	1×10^3	10×10^3

Los niveles de Trichoderma, en promedio, fueron levemente inferiores a los encontrados en el año 2011. En los tratamientos con Trichosoil los niveles fueron más parejos entre bloques que en 2011.

Los tratamientos con Trichosoil tuvieron en el entorno de 10 veces (una unidad logarítmica) más Trichoderma que en los que no se aplicó Trichosoil.

El nivel de Trichoderma encontrado en todos los tratamientos con Trichosoil fue adecuado .

No hubo grandes diferencias entre tratamientos con Trichosoil y no se detectó ni efecto estimulador ni depresor con el agregado de EM o de Biorend.

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 x 10 ³	3 x 10 ³	0,5 x 10 ³	1,67 x 10³	NSD	NSD	NSD	NSD
2- Solarizado	1 x 10 ³	0,5 x 10 ³	NSD	0,5 x 10³	2,1 x 10 ³	0,2 x 10 ³	NSD	0,77 x 10³
4- Solarizado + Trichosoil	39 x 10 ³	3,5 x 10 ³	5 x 10 ³	15,8 x 10³	5,3 x 10 ³	4,4 x 10 ³	1,6 x 10 ³	3,8 x 10³

NSD= No se detecta, menor a 0,1 x 10³ ufc/g

- No es posible explicar por qué en 2012 no se detectó Trichoderma en ninguna repetición del testigo sin solarizar.
- En el tratamiento solo solarizado se mantuvo el orden de los bloques en relación a la concentración de Trichoderma y el nivel promedio es muy similar al del muestreo anterior. Aparentemente no hubo gran mortandad de Trichoderma o colonizó nuevamente el suelo en forma rápida después de la solarización.
- En el tratamiento 4 solamente en el bloque I hubo una reducción importante del nivel de Trichoderma. El promedio continúa siendo superior al del tratamiento 2, lo cual indicaría que después de la solarización aún se mantiene algo del Trichoderma aplicado en el cultivo de 2011.

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 97 dds.

Tratamientos	Altura de plantín (cm)	Diámetro del falso tallo (mm)
1. No solarizado	20.2 b	4.5
2. Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ	26.4 ab	5.0
3. Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ e incorporación de repollo picado 6 kg/ha al solarizar	25.4 ab	4.8
4. Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ y agregado de Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra	28.3 a	5.0
5. Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ +EM a la siembra y luego de la siembra cada 20 días*	27.8 ab	5.1
6. Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ + EM a la siembra +Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra y EM luego de la siembra cada 20 días*	28 a	5.3
7. Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ + 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*	26.9 ab	5.0
8. Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ + 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*	26.8 ab	4.8
CV (%)	10.2	21
LSD (P< 0.10)	8.03	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 97 dds.

Tratamientos	Peso fresco (g)	Peso seco (g)
1. No solarizado	14 b	1.5 c
2. Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ	25 a	2.07 ab
3. Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ e incorporación de repollo picado 6 kg/ha al solarizar	23 a	1.93 ab
4. Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ y agregado de Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra	27 a	2.3 a
5. Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ +EM a la siembra y luego de la siembra cada 20 días*	26 a	2.1 ab
6. Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ + EM a la siembra +Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra y EM luego de la siembra cada 20 días*	27 a	2.2 ab
7. Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ + Biorend a la semilla (1,5 lt cada 100 kg de semilla) y al 1% luego de la siembra dirigido al cuello de las plantas cada 20 días*	25 a	2.1 ab
8. Solarizado, polietileno transparente UV de 40μ + Trichosoil (2 g/m ²) a la siembra+ Biorend a la semilla (1,5 lt cada 100 kg de semilla) y al 1% luego de la siembra dirigido al cuello de las plantas cada 20 días*	23	1.8 bc
CV (%)	10.2	12.2
LSD (P< 0.10)	5.87	0.43

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.

El número de esclerotos por 100 g de suelo tendió a ser menor en las parcelas solarizadas.

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 y no se detectaron síntomas de la enfermedad en las solarizadas al igual que en la temporada anterior.

El largo de los plantines fue superior en las parcelas solarizadas en relación a las no solarizadas.