

CAPÍTULO 4 - MOMENTO DE SOLARIZACIÓN DE CANTEROS PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN LOS ALMÁCIGOS DE CEBOLLA

Jorge Arboleya¹, Marco Falero²

INTRODUCCIÓN

En la temporada 2008-2009 se inició un trabajo sobre fechas de instalación del polietileno y duración de la solarización, complementaria a la investigación que se llevó adelante sobre el efecto de la radiación solar sobre el control de malezas en almácigos de cebolla en la Unidad de Malezas de FAGRO/CRS-UDELAR.

Trabajos de investigación en el período 2009-2011

El suelo se solarizó por períodos de aproximadamente 30 días entre diciembre y enero, entre enero-febrero y entre febrero-

marzo en cada año (Cuadro 1). Se utilizó polietileno UV transparente de 35 micrones. Además, se incluyó un tratamiento no solarizado y otro que permaneció cubierto con el polietileno desde diciembre y hasta el momento en que se sembraron los almácigos.

Se instalaron registradores automáticos de temperatura, tipo Kooltrak, programados para toma de datos cada 2 horas, a 10 cm. de profundidad en cada tratamiento en los tres años.

Número, tipo y peso de malezas

El 30 de marzo de 2009, el 30 de marzo de 2010 y el 11 de abril de 2011, antes de la siembra de los almácigos, se realizó una

Cuadro 1. Períodos de solarización para cada tratamiento en 2009, 2010 y 2011.

Tratamientos	2009	2010	2011
1. NO SOLARIZADO	No solarizado	No solarizado	No solarizado
2. SOLARIZADO desde diciembre hasta la siembra	17/12/08 hasta 24/04/2009	15/12/09 hasta 28/04/10	16/12/10 hasta 19/04/11
3. SOLARIZADO de mediados de diciembre a mediados de enero	17/12/08 al 16/01/09	15/12/09 al 15/01/10	16/12/10 al 17/01/11
4. SOLARIZADO desde mediados de enero a mediados de febrero	16/01/09 al 17/02/09	15/01/10 al 17/02/10	17/01/11 al 17/02/11
5. SOLARIZADO desde mediados de febrero a mediados de marzo	17/02/09 al 18/03/09	17/02/10 al 17/03/10	21/02/11 al 24/03/11

¹ Ing. Agr. PhD. Ex técnico Programa Nacional de Investigación en Producción Hortícola, INIA Las Brujas.

² Tec. Granj. Programa Nacional de Investigación en Producción Hortícola, INIA Las Brujas.

evaluación del número de malezas con la misma metodología ya descrita en capítulos anteriores.

A ese momento no hubo diferencias estadísticamente diferentes entre los tratamientos solarizados por un lapso de 30 días y a excepción del T4, presentaban menos malezas que el tratamiento no solarizado en 2009.

En el año 2010 tampoco hubo diferencias estadísticamente diferentes entre los tratamientos solarizados por un lapso de 30 días a excepción del T5 (de mediados de febrero a mediados de marzo) que presentó mayor número de malezas que los otros tratamientos solarizados (35) pero un 50% menos que el no solarizado (64) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Número de malezas por metro cuadrado de almácigo a los 12, a los 13 y a los 18 días de levantado el polietileno del tratamiento 5, en 2009, 2010 y 2011.

Tratamientos	N° malezas/m ²		
	A los 12 días de levantado el polietileno 2009	A los 13 días de levantado el polietileno 2010	A los 18 días de levantado el polietileno 2011
1. NO SOLARIZADO	360 a **	64 a **	78 a **
2. SOLARIZADO desde diciembre hasta la siembra	0 b ¹	0 c ¹	0 b ¹
3. SOLARIZADO de mediados de diciembre a mediados de enero	71 b	10 c	6 b
4. SOLARIZADO desde mediados de enero a mediados de febrero	194 ab	6 c	17 b
5. SOLARIZADO desde mediados de febrero a mediados de marzo	79 b	35 b	0 b
CV ² (%)	80	48	93
LSD (0,01)	241	23,8	41

** Los tratamientos seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba de separación de medias LSD ($P < 0,01$).

¹ Este tratamiento seguía cubierto con el polietileno al momento de esta evaluación.

² CV: coeficiente de variación.



Figura 1. Tratamiento no solarizado.

Figura 2. Tratamiento con cantero solarizado del 16 de diciembre de 2010 hasta la siembra en 2011.



Figura 3. Tratamiento con cantero solarizado entre el 16 de diciembre de 2010 hasta el 17 de enero de 2011.

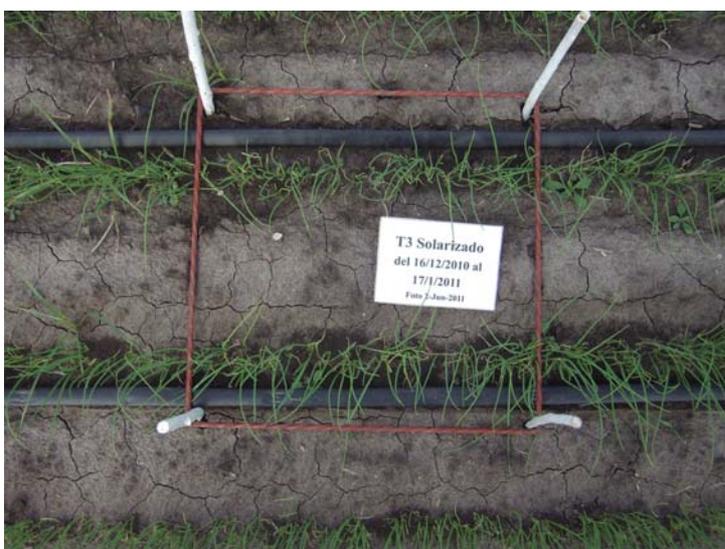


Figura 4. Tratamiento con cantero solarizado entre el 17 de enero de 2011 y el 17 de febrero de 2011.





Figura 5. Tratamiento con cantero solarizado entre el 21 de febrero de 2011 y el 24 de marzo de 2011.

Las malezas predominantes en las parcelas de los experimentos fueron:

- Mastuerzo (*Coronopus didymus*)
- Pega lana (*Picris echioides*)
- Falsa ortiga (*Stachys arvensis*)
- Cerraja (*Sonchus oleraceus*)
- Verdolaga (*Portulaca oleracea*)
- Flor de pajarito (*Fumaria officinalis*)
- Pasto de invierno (*Poa annua*)
- Yerba carnífera (*Conyza bonariensis*)
- Capiquí (*Stellaria media*)
- Bowlesia (*Bowlesia incana*)
- Cerraja (*Sonchus oleraceus*)
- Lamiun (*Lamium amplexicaule*)
- Senecio (*Senecio vulgaris*)
- «Capiquí peludo» (*Cerastium vulgatum*)
- Amor del hortelano (*Galinsoga parviflora*)
- Spergula (*Spargula arvensis*)

A los 45 días después de la siembra (dds) de la cebolla en 2009, a los 99 dds en 2010 y a los 79 dds en 2011 se realizó otra evaluación del número de malezas utilizando la misma metodología que para la evaluación realizada previa a la siembra.

No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos

solarizados y sí entre estos y el testigo no solarizado en 2009 (Cuadro 3). A los 62 dds en 2010 se evaluó nuevamente el grado de infestación de las parcelas y se observó la misma tendencia que en 2009. Debe tenerse en cuenta que el año 2009 fue muy seco y con mucha insolación incluso hasta en marzo y abril, por lo que en años con regímenes pluviométricos distintos puede ser diferente el grado de infestación al tener el suelo menor temperatura.

En el año 2010 si bien no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos solarizados, el que se solarizó entre el 17 de febrero y el 17 de marzo presentó mayor número de malezas que el solarizado todo el periodo y que los otros dos tratamientos solarizados por un periodo aproximado de 30 días, pero muy inferior al no solarizado.

En el año 2011, a los 79 dds todos los tratamientos solarizados fueron mejores que el tratamiento no solarizado. Si bien no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos solarizados, el coeficiente de variación fue muy alto y en los tratamientos que se solarizaron en el período comprendido entre el 17 de enero y el 21 de febrero presentaron mayor número de malezas que el solarizado todo el periodo y

que el solarizado entre el 16/12/2010 y el 17/01/2011. A pesar de ello la cantidad de malezas fue significativamente inferior al del tratamiento no solarizado, similar a lo ocurrido en las dos temporadas anteriores.

El peso fresco de malezas fue significativamente mayor en el tratamiento no solarizado en relación a los tratamientos que se solarizaron por un período de 30 días (Cuadro 4). Sin embargo, en 2010 los tratamientos

Cuadro 3. Número de malezas por metro cuadrado de almácigo a los 45, a los 99 y a los 79 (dds), en 2009, 2010 y 2011.

Tratamientos	N° malezas/m ²		
	A los 45 (dds) 2009	A los 99 dds 2010	A los 79 dds 2011
1. NO SOLARIZADO	1059 a**	1757 a**	625 a**
2. SOLARIZADO desde diciembre hasta la siembra	10 b	4 b	9 b
3. SOLARIZADO de mediados de diciembre a mediados de enero	16 b	14 b	9 b
4. SOLARIZADO desde mediados de enero a mediados de febrero	8 b	18 b	122 b
5. SOLARIZADO desde mediados de febrero a mediados de marzo	52 b	108 b	52 b
CV ² (%)	52	108	97
LSD (0,01)	201	627	343

** Los tratamientos seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba de separación de medias LSD (P<0,01).

² CV: coeficiente de variación.

Cuadro 4. Peso fresco de malezas/m² de cantero a los 62 dds en 2009, a los 99 dds en 2010 y a los 79 dds en 2011.

Tratamientos	Peso fresco de malezas/m ²		
	A los 62 (dds) 2009	A los 99 dds 2010	A los 79 dds 2011
1. NO SOLARIZADO	905 a**	1082 a*	144.5 a*
2. SOLARIZADO desde diciembre hasta la siembra	0,8 b	82 b	0,3 b
3. SOLARIZADO de mediados de diciembre a mediados de enero	1,6 b	169 b	1 b
4. SOLARIZADO desde mediados de enero a mediados de febrero	6,3 b	339 ab	1,3 b
5. SOLARIZADO desde mediados de febrero a mediados de marzo	29 b	636 ab	3,7b
CV ¹ (%)	79	70	96
LSD (0,01)	266	695	62

*Los tratamientos seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba de separación de medias LSD (P<0,05).

** Los tratamientos seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba de separación de medias LSD (P<0,01).

¹ CV: coeficiente de variación.

solarizados entre el 15 de enero y 17 de febrero y el solarizado entre el 17 de febrero y el 17 de marzo no se diferenciaron estadísticamente del testigo a pesar de tener casi la mitad o la tercera parte en peso de malezas.

Niveles de nitratos y amonio

El contenido de nitratos y de amonio en el suelo de las parcelas solarizadas por un

período de un mes fue significativamente menor en relación a la que se mantuvo solarizada hasta el momento de la siembra en 2009, en 2010 y en 2011 (Cuadro 5 y 6). Si bien no hubo diferencias significativas en el contenido de nitratos entre los tratamientos con un mes de solarización, aquellas parcelas a las que se les retiró la cobertura en enero (T3) o en febrero (T4) mostraron una tendencia a tener menos nitratos en comparación con la que se retiró en marzo (T5).

Cuadro 5. Niveles de nitratos en el suelo al momento de la siembra de los almácigos en 2009, 2010 y 2011.

Tratamientos	Nitratos (ppm)		
	2009	2010	2011
1. NO SOLARIZADO	29 b*	10 c**	20 b**
2. SOLARIZADO desde diciembre hasta la siembra	193 a	104 a	90 a
3. SOLARIZADO de mediados de diciembre a mediados de enero	31 b	14 bc	57 ab
4. SOLARIZADO desde mediados de enero a mediados de febrero	59 b	23 bc	70 a
5. SOLARIZADO desde mediados de febrero a mediados de marzo	92 b	31 b	84 a
CV ¹ (%)	98	23	32
LSD	56	18	44

*Los tratamientos seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba de separación de medias LSD ($P < 0,05$).

**Los tratamientos seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba de separación de medias LSD ($P < 0,01$).

¹ CV: coeficiente de variación.

Cuadro 6. Niveles de amonio en el suelo al momento de la siembra de los almácigos en 2009, 2010 y 2011.

Tratamientos	Amonio (ppm)		
	2009	2010	2011
1. NO SOLARIZADO	20 c**	9 d**	9 d**
2. SOLARIZADO desde diciembre hasta la siembra	94 a	85 a	80 ab
3. SOLARIZADO de mediados de diciembre a mediados de enero	78 ab	39 bc	95 a
4. SOLARIZADO desde mediados de enero a mediados de febrero	76 ab	48 b	59 b
5. SOLARIZADO desde mediados de febrero a mediados de marzo	46 bc	24 cd	21 c
CV ¹ (%)	34	22	21
LSD	25	20	23

**Los tratamientos seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba de separación de medias LSD ($P < 0,01$).

¹ CV: coeficiente de variación.

Esto demuestra que hay una pérdida de nitratos al retirar antes el polietileno, lo que debe tenerse en cuenta para la fertilización nitrogenada a realizar al almácigo, en caso de ser necesaria.

solarizado y en general similar entre los tratamientos solarizados, y no se observaron diferencias en el diámetro del falso tallo (Cuadro 7 y 8).

Altura de plantín, diámetro del falso tallo y peso de plantines

La altura de los plantines de los tratamientos solarizados fue mayor en relación al no

Registro de la temperatura del suelo

En las figuras 6 a 8 se grafican los datos de temperaturas registradas para cada tratamiento para la temporada 2008 - 2009.

Cuadro 7. Altura de plantín a los 99 dds en 2009, a los 99 dds en 2010 y a los 97 dds en 2011.

Tratamientos	Altura de plantín		
	2009	2010	2011
1. NO SOLARIZADO	30 b*	21 c**	26 c**
2. SOLARIZADO desde diciembre hasta la siembra	34 ab	34 a	31 bc
3. SOLARIZADO de mediados de diciembre a mediados de enero	37 a	28 ab	38 a
4. SOLARIZADO desde mediados de enero a mediados de febrero	35 ab	28 ab	36 a
5. SOLARIZADO desde mediados de febrero a mediados de marzo	34 ab	26 bc	34 ab
CV ¹ (%)	11	13	15
LSD	5,2	7	9

* Los tratamientos seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba de separación de medias LSD (P<0,05).

** Los tratamientos seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba de separación de medias LSD (P<0,01).

¹ CV: coeficiente de variación.

Cuadro 8. Diámetro del falso tallo a los 99 dds en 2009, a los 99 dds en 2010 y a los 97 dds en 2011.

Tratamientos	Altura de plantín		
	2009	2010	2011
1. NO SOLARIZADO	5,9	6,4	5,5
2. SOLARIZADO desde diciembre hasta la siembra	5,4	7,4	5,9
3. SOLARIZADO de mediados de diciembre a mediados de enero	5,7	7,4	6,1
4. SOLARIZADO desde mediados de enero a mediados de febrero	5,4	7,6	5,9
5. SOLARIZADO desde mediados de febrero a mediados de marzo	5,9	7,5	5,9
CV (%)	13	17	17
LSD	NS	NS	NS

NS: Diferencias estadísticamente no significativas.

¹ CV: coeficiente de variación.

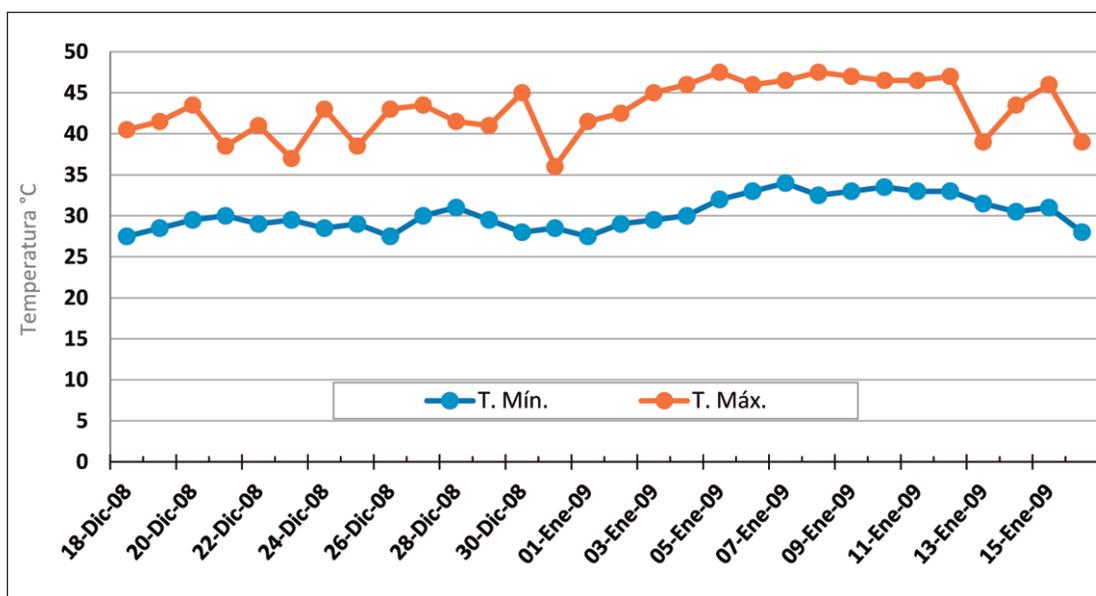


Figura 6. Temperatura máxima y mínima a 10 cm profundidad en suelo no solarizado entre el 18 de diciembre de 2008 y el 16 de enero de 2009.

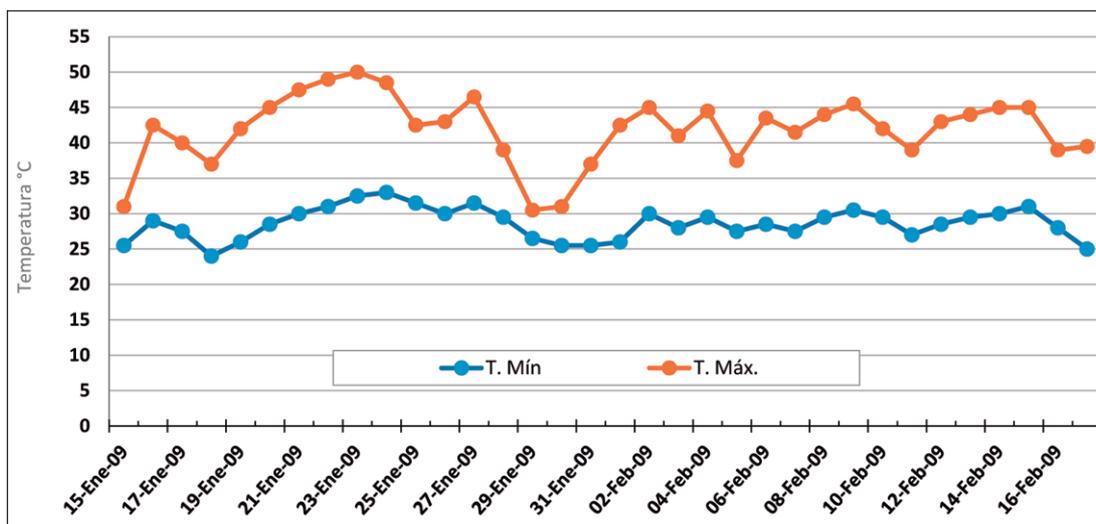


Figura 7. Temperatura máxima y mínima a 10 cm de profundidad, suelo solarizado entre el 15 de enero y el 17 de febrero de 2009.

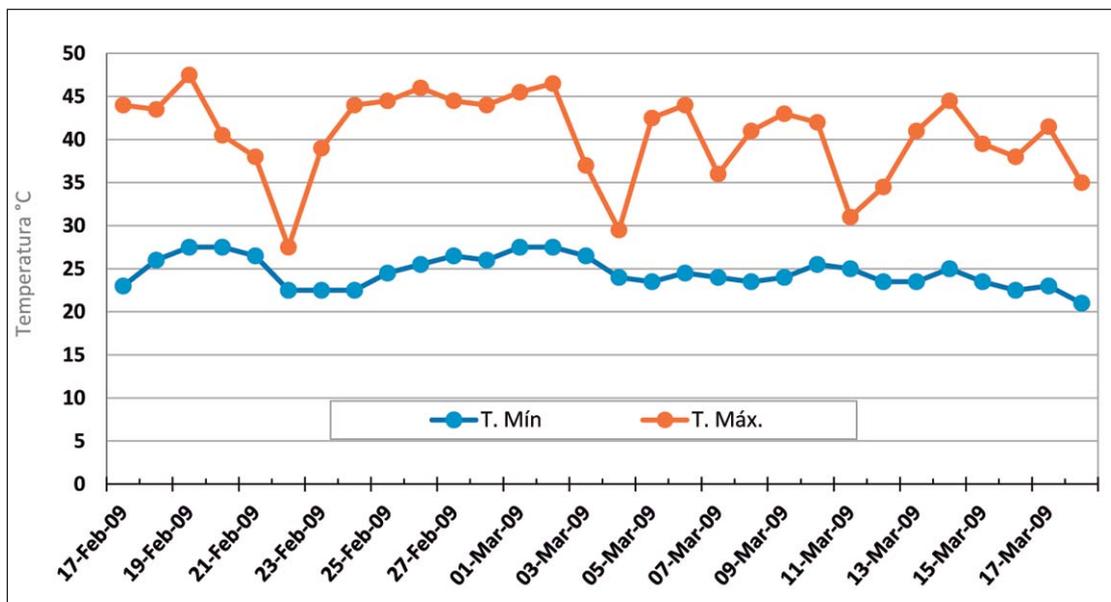


Figura 8. Temperatura máxima y mínima a 10 cm. de profundidad, suelo solarizado entre el 17 de febrero y el 18 de marzo de 2009.

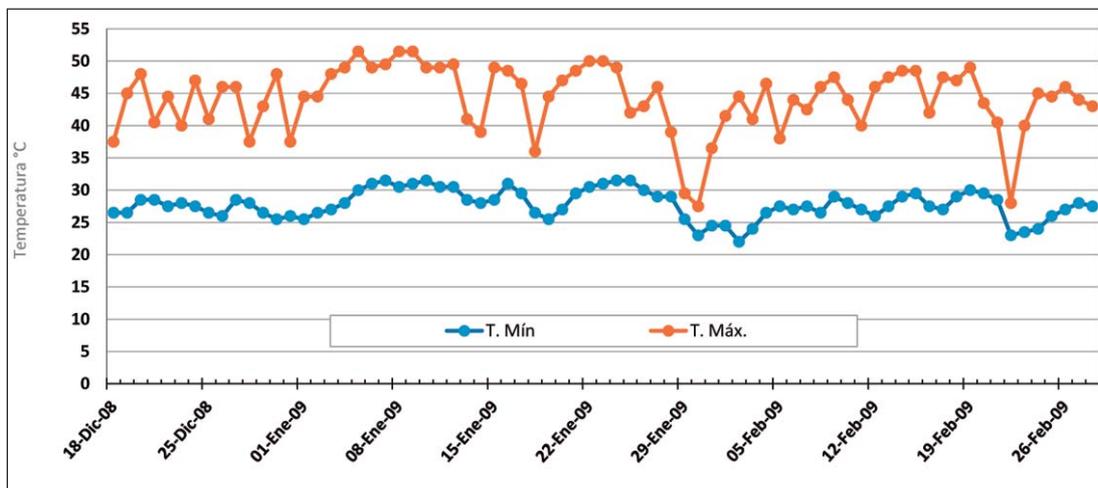


Figura 9. Temperatura máxima y mínima a 10 cm. de profundidad, suelo solarizado entre el 18 de diciembre de 2008 y el 28 de febrero de 2009.

Radiación registrada en el período de la solarización

año y en el Cuadro 10 el número de días de la solarización del cantero para cada período.

En el Cuadro 9 se detalla la radiación acumulada para cada tratamiento en cada

Cuadro 9. Radiación acumulada para cada período en el experimento en INIA Las Brujas en 2008-2009, en 2009-2010 y 2010-2011.

Tratamientos	Radiación acumulada (MJ/m ² /día)		
	2009	2010	2011
2. SOLARIZADO desde diciembre hasta la siembra	828	713	832
3. SOLARIZADO de mediados de diciembre a mediados de enero	780	737	754
4. SOLARIZADO desde mediados de enero a mediados de febrero	575	572.	595
5. SOLARIZADO desde mediados de febrero a mediados de marzo	2731	2566	2738

Cuadro 10. Número de días de la solarización del cantero para cada período en el experimento en INIA Las Brujas en 2008-2009, en 2009-2010 y 2010-2011.

Tratamientos	Número de días de la solarización del cantero		
	2009	2010	2011
2. SOLARIZADO desde diciembre hasta la siembra	31	31	31
3. SOLARIZADO de mediados de diciembre a mediados de enero	33	34	30
4. SOLARIZADO desde mediados de enero a mediados de febrero	30	31	30
5. SOLARIZADO desde mediados de febrero a mediados de marzo	129	134	123

De la investigación de estos tres años podemos afirmar que:

- La solarización por períodos de 30 días, aproximadamente, en diferentes momentos fue suficiente en 2008/09, 2009/2010 y 2010/2011 para reducir significativamente el banco de semillas de malezas.
- Si bien no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes momentos de la solarización (mediados de diciembre a mediados de enero (T3), mediados de enero a mediados de febrero (T4) y mediados de febrero a mediados de marzo (T5), en cuanto al número de malezas por metro cuadrado de cantero, se observó una tendencia a ser mayor ese número cuando la solarización se realizó más tarde en las tres temporadas.
- En las temporadas 2008/09 y 2009/10 el mayor contenido de nitratos del suelo se observó en el tratamiento solarizado durante todo el tiempo (T2). Entre los tratamientos solarizados por un período de 30 días (T3, T4 y T5) no se registraron diferencias significativas entre sí. Sin embargo, el nivel de los mismos tendió a ser menor cuanto más tiempo estuvo el suelo descubierto luego de retirarse el polietileno de la solarización (T3, cubierto de mediados de diciembre a mediados de enero).

El largo del plantín fue mayor en el tratamiento solarizado durante todo el tiempo en 2008/09 y 2009/10, pero muy similares a los solarizados por un lapso de 30 días.

De acuerdo a lo observado en las tres temporadas, la solarización ha tenido los efectos observados en otros trabajos de este tipo realizados previamente y en base a los resultados obtenidos en este período de tres años, si bien la realización de la solarización durante todo el período tiene ventajas frente a realizarla durante 30 días, este período es adecuado y reduce significativamente el banco de semillas de malezas. En nuestra opinión deberían hacerse esfuerzos para solarizar en lo posible antes de fines de enero o principios de febrero previendo que pudieran registrarse años con menor radiación. Esto del punto de vista de las malezas.

Si la solarización tuviera el objetivo de reducir enfermedades de suelo habría que probar el período más adecuado, pero en general para este objetivo cuanto más tiempo esté la solarización mejor es el efecto sobre las mismas.

Sería aconsejable destapar los canteros unos 10 o 15 días antes de realizar la siembra de los almácigos, salvo que hubiera pronósticos de exceso de lluvia, para que los mismos se encuentren en mejor estado para la siembra y evitar tener que regarlos antes de sembrar.