

Efecto de la solarización y del uso de los microorganismos efectivos en el control del nemátodo del tallo en los almácigos de cebolla.

Jorge Arboleya¹⁵, Eduardo Campelo¹⁶, Diego Maeso¹⁷, Marcelo Falero¹⁸, Gonzalo Guerino¹⁹, Wilma Walasek²⁰

¿Qué son los nemátodos?

Son gusanos, transparentes, muy pequeños, invisibles a simple vista, que tienen un estilete bucal hueco que les permite perforar las células para absorber su contenido. Sus cuerpos son lisos y no tienen patas u otros apéndices. Se desplazan en el suelo, en los tallos, en las hojas, en las semillas, mediante movimientos ondulatorios. Para ello es necesaria una película de agua. Un suelo con una buena estructura les permite pasar de un agregado a otro. Es un problema sanitario grave para la cebolla y el ajo, pues produce pérdidas de plantas en etapas tempranas y descartes por deformaciones. Si bien su daño al comienzo se encuentra restringido a pequeños focos en sectores dentro del predio, debe prestarse suma atención en ese momento pues es un problema muy contagioso, los nematodos pueden permanecer en el suelo varios años y transmitirse por las semillas y prácticas de cultivo.

Organismo causal del nemátodo del tallo y bulbo

El organismo causal es *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filip., un pequeño gusano (nemátodo) de 1-1,3 mm de largo. La especie posee un rango de huéspedes muy amplio, sin embargo se la separa en diferentes cepas, entre las cuales la que afecta cebolla prefiere fundamentalmente Alliáceas.

Ciclo de vida

Los huevos de los nemátodos dan origen a pequeños gusanos, llamados **larvas**, de aspecto parecido a los adultos. Estas larvas aumentan de tamaño y cada etapa larvaria, (en total 4), termina con una muda. Luego de la última muda, los adultos se diferencian en **hembras y machos**. El ciclo de vida comprendido entre la etapa de huevo a la producción de una nueva generación, se desarrolla **en 3 ó 4 semanas** bajo condiciones ambientales óptimas.

¹⁵ Ing. Agr. Ph.D. Programa Horticultura, INIA Las Brujas

¹⁶ Ing. Agr. DIGEGRA-Horticultura

¹⁷ Ing. Agr. MSC. Sección Protección Vegetal INIA Las Brujas

¹⁸ Tec. Granj. Programa Horticultura INIA Las Brujas

¹⁹ Ing. Agr. Contratado para este proyecto

²⁰ Laboratorista Asistente, Sección Protección Vegetal, INIA Las Brujas

Las larvas, solo infectan las plantas en algunas de sus etapas; en general las primera y segunda larva no pueden alimentarse de plantas y viven de sus reservas del huevo. Pero cuando están prontas para infectar, se alimentan de un huésped susceptible, en este caso plantas de la familia de la cebolla. De lo contrario sufren inanición y mueren.

La entrada a la planta se realiza a través de la raíz y hasta el disco basal cuando se dan ciertos fenómenos de “atracción y activación”, debidos a los exudados de las raíces. Se menciona a esta plaga como un parásito interno de las plantas que penetra el tejido parenquimatoso de la corona o del bulbo, debajo de la superficie del suelo, generalmente en los primeros estados de desarrollo de la planta. También se reporta que durante el estado de hoja de bandera el nemátodo es atraído por el cotiledón, que luego de ser atacado se engrosa y cae provocando la muerte prematura de la planta.

Síntomas

Son ocasionados por una secreción de saliva que el nemátodo inyecta en la planta mientras se alimenta de ella. Entonces las células vegetales afectadas reaccionan y mueren o se empiezan a reproducir sin cesar (hiperplasia) y son más grandes (hipertrofia). Además, estos organismos proporcionan entrada a otros patógenos como hongos y bacterias.

Las plantas manifiestan un aspecto anormal, amarillento, con crecimiento reducido y su base está deformada, rajada y con producción anormal de raíces. Cuando invade la parte aérea de las plantas produce retorcimiento y deformación de las hojas y tallos, tejidos fofos, esponjosos, desarrollo anormal de las flores, los almácigos son desparejos, con plantines retorcidos, ensanchados y deformados. Los bulbos se desecan, se arrugan y son livianos. Desarrollan una podredumbre blanda que los destruye completamente y les da un olor desagradable, a causa de bacterias, hongos, o gusanos secundarios. Aparecen tanto en el almácigo como el cultivo transplantado. Los plantines afectados son denominados “machos” por los productores. Si el suelo está muy infectado, el ataque aparece más temprano.

Condiciones favorables

A diferencia de otros nemátodos, *D. dipsaci* se desarrolla y conserva mejor en suelos arcillosos, en sus primeros centímetros. Prefiere suelos fríos y húmedos pero no saturados. Las lluvias o riegos facilitan su movimiento entre plantas, pudiendo penetrar a la hoja llegando a éstas por salpicaduras.

Posibilidades estratégicas de manejo

Rotación de cultivos: la falta de huéspedes de los cuales alimentarse durante 3 - 4 años disminuye la población de estos organismos en el suelo pues al carecer de alimento, no se pueden reproducir. Durante esas rotaciones se deberían eliminar las cebollas y ajos guachos y malezas para asegurar que no tengan de qué alimentarse.

Limpieza y desinfección: incluye la limpieza total de la maquinaria antes de llevarla al área no contaminada, el cuidado de no introducir nemátodos al campo a través de semillas infectadas, plantines enfermos, recipientes contaminados, etc. y el manteniendo del suelo libre de huéspedes alternativos como malezas. Se deberían destruir las pilas de hojas secas y restos de los bulbos y cabezas de ajo luego de las clasificaciones para la venta y/o almacenamiento.

Solarización: La solarización se refiere a la cobertura del suelo (**humedecido a capacidad de campo es decir hasta que el suelo ya no retiene más agua**), con **plástico transparente** durante un tiempo apropiado (30 días durante el verano).

Mediante esta técnica, con el uso del plástico se captura la energía solar y a través de ello se aumenta la temperatura del suelo, lográndose diferentes efectos, que debilitan las semillas de malezas anuales existentes en los primeros 15 cm. de profundidad del suelo. Además de ello tiene efecto sobre los nemátodos como se pudo comprobar en la temporada 2007-2008

Biofumigación: se le llama a una técnica que permite utilizar la materia orgánica y los residuos orgánicos, así como los productos de su descomposición en el control de hongos, bacterias y nemátodos.

Se refiere al uso de diferentes estiércoles y residuos de industrias, papelera, forestal, pesquera, frigoríficos, congelados, etc. Se pueden agregar al suelo directamente pero muchas veces se necesita hacer un compost y que fermente adecuadamente a temperaturas de 60 - 65°C para eliminar efectos indeseables.

Combinación de solarización con biofumigación: cuando se usan juntas, se potencian ambas, es decir se obtienen resultados mejores que usando cada una de ellas por separado. Donde no se pueden lograr temperaturas mayores de 41°C para la solarización, la incorporación al suelo de estiércol vacuno, por ejemplo, fresco, ayuda a elevar el calor del suelo y por otro lado produce gases mortales para los nemátodos, como el amoníaco.

Barbecho: al dejar el suelo sin plantar ajo y cebolla y sin malezas hospederas por un período, contribuimos a disminuir la población de estos organismos. Se puede ir haciendo en forma alternada en diferentes cuadros dentro de la chacra según las posibilidades de área de cada uno.

Lucha biológica y resistencia sistémica adquirida (SAR).

Arthrobotrys irregularis es un hongo que parasita y se alimenta de este nemátodo del ajo y la cebolla. Aplicado experimentalmente al suelo, ha reducido las poblaciones en lugares muy contaminados e impidió el ataque en casos de infestación leve. No se distribuye en forma comercial en nuestro país. También existen bacterias benéficas, habitantes naturales del suelo, (por Ej.: *Pasteuria penetrans*) que reduce las poblaciones del nemátodo de las agallas y otros. La quitina es un producto bioestimulante (promotor de SAR) que se lo cita como promotor del sistema radicular, como fungistático es decir que favorece las defensas de las plantas contra el ataque de enfermedades y como nematostático.

Cultivos antagonistas y cultivos trampa: los cultivos antagonistas son plantas susceptibles pero sus raíces exudan sustancias químicas tóxicas y cuando los nemátodos llegan a la raíz no se puede alimentar de ella y mueren. Algunos ejemplos son el espárrago, las crotalarias tropicales, los claveles japoneses (*Tagetes* spp.) y las crucíferas que se pueden usar como abonos verdes. Por el contrario las plantas trampa son aquellas que sí son afectadas por estos organismos pero que se deben destruir antes que los nemátodos se reproduzcan. El productor tiene que sembrar estas plantas y destruirlas sin obtener ningún ingreso de las mismas, aparentemente. Pero el beneficio se ve en los cultivos siguientes.

Variedades resistentes: es uno de los mejores métodos de lucha contra estos organismos. Con frecuencia es el único método práctico y económico. Pero deben probarse en el lugar pues cuando vienen de otros países, a veces la resistencia desaparece porque están mejoradas para otras razas del organismo. Las variedades locales que se han plantado durante muchos años, pueden presentar cierta tolerancia y es importante no perder esos materiales.

Cultivo de meristemas: producir dientes de **ajo semilla libres de nemátodos** es una alternativa actual, eficiente y el productor así podría "limpiar" su cultivo no solo de virus sino también de estos organismos **cada 4 a 5 años**. Esto se logra mediante el cultivo de meristemas, luego en invernáculo con malla fina y la producción aislada en suelos no infestados con dientes tratados con agua caliente. **Pero de nada vale tener este material si luego lo colocamos en suelo infestado.**

¿La solarización controla los nemátodos?

La solarización de suelos destinados a almácigos es una técnica citada como recomendable para el control de nemátodos.

Se menciona que la acción letal de la solarización es provocada por el calentamiento directo del sol a través del polietileno. El efecto de la solarización a través del calor es más efectivo si el suelo está húmedo que en suelo seco, debido a una mayor conductividad térmica y más actividad metabólica del organismo al que se desea atacar.

Las poblaciones de enfermedades y plagas pueden ser reducidas con la solarización como consecuencia del estímulo de microorganismos antagónicos. Los microorganismos que se adaptan a los efectos de la solarización tienden a ser antagonistas competitivos.

Debe tenerse presente que el efecto de la solarización ha sido reportado que es menos efectivo en los bordes del cantero que en centro del mismo.

Dado que las malezas pueden ser hospederos de los nemátodos, se debe mantener limpio el lugar durante el ciclo del cultivo.

¿Qué más conviene saber de la bio-fumigación?

En los últimos años investigadores de distintos países han concentrado esfuerzos en desarrollar técnicas no contaminantes de desinfección del suelo y la biofumigación sola o en combinación con solarización ha demostrado un alto potencial para controlar nematodos y patógenos del suelo

La biofumigación es el control de plagas y patógenos del suelo por medio de la liberación en el suelo de compuestos originados naturalmente de la descomposición de residuos orgánicos.

Existe una amplia gama de residuos orgánicos que pueden ser utilizados para biofumigar, desde distintos tipos de estiércoles a residuos de cultivos como batata, papa, sorgo, *Brassicas*, maíz, etc.

Algunos materiales orgánicos tienen efecto, por ejemplo, contra nematodos a través de la actividad microbiana relacionada con la liberación de amonio. Estos materiales tienen una baja relación C/N con altos contenidos de proteínas y aminos.

Las enmiendas con efecto nematicida tienen una relación C/N menor a 20. Cuando las relaciones C/N son menores a 10 puede haber efectos fitotóxicos.

Cuando los materiales incorporados al suelo para biofumigar son tejidos de *Brassicas* (nabo, repollo, nabo forrajero, etc.) entre los productos de la degradación de los mismos, se liberan unos compuestos denominados glucosinolatos.

Los isotiocianatos y otros compuestos volátiles derivados de los glucosinolatos juegan un papel muy importante en la supresión rápida (en menos de 10 días) de patógenos. Algunas enmiendas con residuos de batata, papa, espinaca, tomate y sorgo fueron en algunos ensayos tan efectivas como los residuos de *Brassicas*, por lo que numerosos autores suponen que el aporte de materia orgánica sobre la comunidad microbiana puede favorecer la aparición de antagonistas y contribuir a reducir la población de patógenos.

Otras ventajas de la bio-fumigación.

Las cubiertas vegetales aportan materia orgánica al suelo. La materia orgánica aporta beneficios al suelo y a los cultivos siguientes por varias vías:

- * Mejora la condición física del suelo, mejorando su estado, la estabilidad de los agregados, la infiltración de agua, la aireación y reduce la formación de costras.
- * Incrementa la cantidad de microorganismos beneficiosos, así como de lombrices, que mejoran el ciclo de nutrientes y la estructura del suelo.
- * La materia orgánica mejora la retención de nutrientes en la zona radicular.
- * La materia orgánica mejora la infiltración y la dinámica del agua en el suelo.

Experimento 2. Los Cerrillos, Canelones; temporadas 2007/2008 y 2008/2009.

Período 2007-2008.

Metodología

Localización: Predio del Sr. Sanabia, Ruta 36 Km. 36,500.

Cuadro 12. Resultados del análisis de suelo previo a la instalación del experimento.

pH	Mat. Org.(%)	Fósforo Bray 1 (ppm)	K meq/100g
7.3	2.36	102	0.72

Colocación del polietileno: El 11 de diciembre se colocaron los polietilenos transparentes ultravioleta (UV) de 35 μ en las parcelas solarizadas previo riego de las mismas hasta capacidad de campo. Se colocaron registradores de temperatura (tipo Kooltrak) a una profundidad de 10 cm. en las parcelas de la primera repetición para tener datos de temperatura del suelo.

Cultivar: Pantanoso del Sauce- CRS certificado por INASE.

Parcela: canteros a 1,5 mt y de 5 mt de largo. Siembra en líneas a lo largo del cantero, 4 filas por cantero

Fecha de siembra: 28 de abril de 2008.

Cuadro 13. Descripción de los tratamientos.

N°	Descripción de los tratamientos
1	Testigo sin solarizar
2	Solarizado con polietileno UV transparente de 35 micrones
3	Solarizado con polietileno UV transparente de 35 micrones y agregado de EM (200 lt/ha) al momento de la solarización
4	Solarizado con polietileno UV transparente de 35 micrones y agregado de EM (200 l/ha) a la siembra y posteriormente *

- *Se aplicó EM nuevamente el 26/05/08, 18/06/08 y 09/07/08

Se realizó una evaluación visual del estado de las parcelas el 4 de junio de 2008 (37 dds). Se utilizó una escala de 1 a 5, donde 1:malo, 2: regular, 3: medio, 4:bueno y 5: muy bueno.

El 6 de junio (39 dds) se realizó otra evaluación de las parcelas. Se midieron dos metros lineales en las dos filas centrales del cantero y se contabilizó el número de espacios sin plantas y se calculó el espacio lineal sin plantas y en base a ello se calculó el porcentaje del área sin plantas en cada tratamiento.

El 12 de junio (52 dds) se realizó una evaluación del número y de las especies de malezas presentes. Se utilizó un cuadrante de 0,40 por 0,40 m y en base a ello se calculó el número de malezas por metro cuadrado de cantero.

El 21 de julio (84 dds) se realizó una determinación de las plantas afectadas con síntomas de nemátodos. Para ello se extrajeron plantas de 0,5 m lineales de una fila central del cantero y de 0,5 m lineales de una fila de afuera del cantero. Se contabilizó el número de plantas para esa superficie y se realizó una observación visual de la sintomatología de las plantas y se contó cuantas tenían síntomas visibles y cuántas no.

Dado que en el 0,5 m lineal de la fila del tratamiento testigo habían pocas plantas, se colectaron todas las plantas en 1,5 m lineales en una de las filas centrales en las parcelas del tratamiento testigo sin solarizar para tener una observación más precisa del total de plantas afectadas. Se contaron el total de plantas en esa superficie y el número de plantas con síntomas.

Posteriormente se evaluó la cantidad de nemátodos extraídos en planta con y sin síntomas en los diferentes tratamientos. Para ello se colectaron plantas con y sin síntomas de cada parcela en todas las repeticiones, se reservaron 2 g de la parte basal de las plantas, los cuales se colocaron en una bolsa de gasa toda la noche en 50 ml de agua para que difundieran. Al otro día se colectaron 30 ml del fondo del agua y se centrifugó a 3000 g (5000 rpm), se reservaron 5 ml del fondo del tubo y en los cuales se contó el número de nemátodos.

El 21 de julio (84 dds) se realizó una evaluación de la altura de los plantines, del diámetro del falso tallo y peso fresco de 10 plantines. Para esta determinación se tomaron plantas sin síntomas visuales de nemátodos.

Resultados.

Evaluación del estado de las parcelas.

A principios de junio se observaron diferencias importantes entre las parcelas testigo sin solarizar (T1) y las solarizadas (T2, T3 y T4). Los resultados de la evaluación visual realizada a los 37 dds mostró que en el tratamiento sin solarizar las parcelas estaban en la categoría entre mala y regular, mientras que las solarizadas entre bueno a muy bueno (Cuadro 14).

Cuadro 14. Observación del estado general de las parcelas el 4 de junio (37 días después de la siembra dds).

Tratamientos	Estado general de las parcelas
1. No solarizado	1.5 b*
2. Solarizado 35 μ UV	4.5 a
3. EM 200 l/ha y solarizado 35 μ UV	4.0 a
4. Solarizado 35 μ UV y EM (200 l/ha) a la siembra y cada 20 días	4.5 a
CV (%)	22
LSD (0.01)	1.84

* Las medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba de la mínima diferencia significativa (LSD) al 1%.

En la observación realizada el 6 de junio (39 dds) se observó una diferencia importante entre los tratamientos solarizados y el testigo sin solarizar (Cuadro 15).

Cuadro 15. Observación del estado general de las parcelas el 6 de junio (39 dds).

Tratamientos	N° de espacios sin plantas	Área sin plantas (%)
1. No solarizado	10 a*	33 a**
2. Solarizado 35μ UV	0.75 b	1.1 b
3. EM 200 l/ha y solarizado 35μ UV	1.5 b	1.5 b
4. Solarizado 35μ UV y EM (200 l/ha) a la siembra y cada 20 días	1 b	1.1 b
Cv (%)	65	148
LSD	5.53	21

*Las medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba de la mínima diferencia significativa (LSD) al 1%.

** Las medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba de la mínima diferencia significativa (LSD) al 5%.

Número y tipo de malezas

El efecto de la solarización fue muy efectivo en reducir el banco de semillas de malezas en las parcelas solarizadas en comparación con las no solarizadas (Cuadro 16).

Cuadro 16. Malezas presentes en las parcelas del experimento el 18 junio (51 dds)

Tratamientos	N° malezas m ²
1. No solarizado	1433 a
2. Solarizado 35μ UV	20 b
3. EM 200 l/ha y solarizado 35μ UV	6 b
4. Solarizado 35μ UV y EM (200 l/ha) a la siembra y cada 20 días	12 b
CV (%)	94
LSD (0.01)	795

- Las medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba de la mínima diferencia significativa (LSD) al 1%.

Las malezas predominantes fueron:

Flor de pajarito (*Fumaria officinalis*)

Mastuerzo (*Coronopus didymus*)

Pasto de invierno (*Poa annua*)

Pega lana (*Picris echoides*)

Yerba carnífera (*Coniza bonariensis*)

Falsa ortiga (*Stachis arvensis*)

Capiquí (*Stellaria media*)

Lengua de vaca (*Rumex crispus*)

Correhuela (*Convolvulus arvensis*)

Bowlesia (*Bowlesia incana*)

Diente de león (*Taraxacum officinale*)

Cerraja (*Sonchus oleraceus*)

Trébol de campo (*Trébol spp.*)

Plantas afectadas por nemátodos.

En la evaluación realizada el 21 de julio (84 dds) se observó que el número de plantas totales en los 50 cm en que se realizó el muestreo había significativamente menor número de plantas en el tratamiento no solarizado en relación a los solarizados. A su vez era mayor en número de plantas con síntomas visuales de nemátodo (Cuadro 17).

Cuadro 17. Plantas afectadas por síntomas visuales de nemátodos 21/07/08 (84 dds).

Tratamientos	N° de plantas totales en 0.5 m en la fila de afuera del cantero	Planta con síntomas visuales en la fila de afuera del cantero (%)*	N° de plantas totales en 0.5 m en la fila de adentro del cantero	Planta con síntomas visuales en la fila de adentro del cantero (%)*
1. No solarizado	25 b	74 a	40 b	74 a
2. Solarizado 35 μ UV	94 a	19 b	103 a	4b
3. EM 200 l/ha y solarizado 35 μ UV	95 a	12 b	92 a	5 b
4. Solarizado 35 μ UV y EM (200 l/ha) a la siembra y posteriormente	107 a	15 b	110 a	4 b
CV (%)	28	39	23	20
LSD (0.01)	52	31	45	11

* Las medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba de la mínima diferencia significativa (LSD) al 1%.

- Estos porcentajes son el resultado del muestreo realizado en 0,5 m. lineales.

El porcentaje de plantas con síntomas visuales de nemátodos en el muestreo realizado en 1,5 mt lineales en todas las parcelas del tratamiento testigo fue similar al que se obtuvo con el muestro en 0,5m (Cuadro 18).

Cuadro 18. Plantas afectadas por síntomas visuales de nemátodos en las parcelas testigo 21 de julio (84 dds).

Tratamientos	Total de planta en el 1,5 mt lineales fila de adentro del cantero	Planta con síntomas visuales en la fila de central de 1,5 mt del cantero (%)
Repetición 1 101	97	64
Repetición 2 204	63	64
Repetición 3 303	128	84
Repetición 4 401	173	106
Promedio		79.5

La cantidad de nemátodos en plantas con síntomas visuales de esta enfermedad detectada en el tratamiento testigo fue muy superior al de la registrada en las plantas con síntomas en los otros tratamientos, a pesar de no haber diferencias significativas, debido seguramente al elevado coeficiente de variación registrado (Cuadro 19).

Debe destacarse que en las plantas que visualmente no tenían síntomas y estaban dentro del área en donde se extrajeron plantas con síntomas (0.5 m lineales) también se detectaron nemátodos siendo sensiblemente mayor y estadísticamente significativas esas diferencias en el caso del tratamiento testigo.

Cuadro 19. Número de nemátodos en plantas con síntomas visibles de nemátodos y en plantas sin síntomas visibles de nemátodos el 21/07/08 (84 dds).

Tratamientos	Nº nemátodos en plantas con síntomas visuales de nemátodos	Nº nemátodos en plantas sin síntomas visuales de nemátodos
1. No solarizado	159	31 a*
2. Solarizado 35µ UV	49	2 b
3. EM 200 l/ha y solarizado 35µ UV	34	1 b
4. Solarizado 35µ UV y EM (200 l/ha) a la siembra y posteriormente	35	0 b
CV (%)	106	129
LSD (%)	NS	25.5

* Las medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba de la mínima diferencia significativa (LSD) al 1%. NS: Diferencias estadísticamente no significativas

Se enviaron muestras al laboratorio del MGAP y fue confirmado que los nemátodos extraídos eran *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filip.

Evaluación la altura de plantín diámetro del falso tallo y peso fresco de 10 plantines.

La altura de los plantines fue significativamente menor en el tratamiento no solarizado en relación a los tratamientos solarizados (Cuadro 20).

Cuadro 20. Altura del plantín y diámetro del falso tallo de los plantines el 21/07/08 (84 dds).

Tratamientos	Altura de plantín (cm)	Diámetro del falso tallo (mm)
1. No solarizado	22 b*	4.97
2. Solarizado 35 μ UV	37 a	5.05
3. EM 200 l/ha y solarizado 35 μ UV	30 ab	4.49
4. Solarizado 35 μ UV y EM (200 l/ha) a la siembra y posteriormente	33 a	4.7
CV (%)	11	9
LSD (%)	NS	NS

* Las medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba de la mínima diferencia significativa (LSD) al 1%.

El peso fresco de los mejores plantines del tratamiento sin solarizar fue significativamente inferior al de los tratamientos solarizados.

Cuadro 21. Peso fresco de los plantines el 2/07/08 (84 dds).

Tratamientos	Peso fresco de 10 plantines (g)
1. No solarizado	18 c
2. Solarizado 35 μ UV	37 a
3. EM 200 l/ha y solarizado 35 μ UV	26 bc
4. Solarizado 35 μ UV y EM (200 l/ha) a la siembra y cada 20 días	31 ab
CV (%)	19
LSD (0.05)	9.8

- Las medias seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí de acuerdo a la prueba de la mínima diferencia significativa (LSD) al 5%.

Datos de temperatura de suelo

Se presentan los gráficos de las temperaturas registradas entre el 15 de diciembre de 2007 y el 28 de febrero de 2008 para el tratamiento sin solarizar (Figura 1) y para los solarizados (Figura 2 y 3).

Temperatura máxima y mínima a 10 cm. de profundidad, suelo no solarizado Los Cerrillos, Canelones, 2007-2008

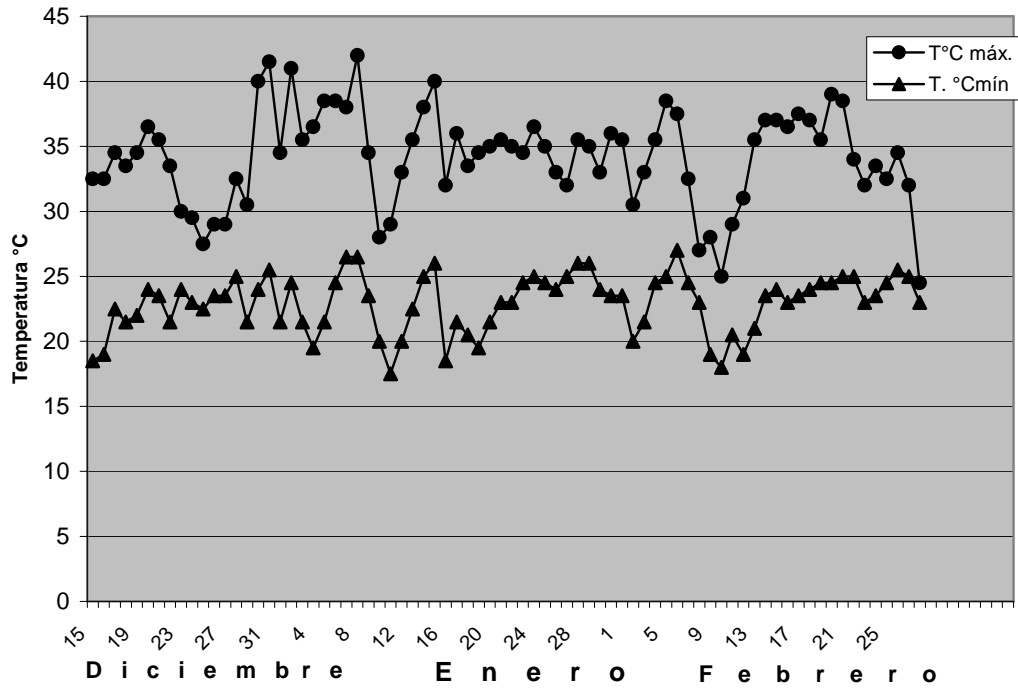


Figura 1. Datos de temperatura máxima y mínima a 10 cm. de profundidad **en cantero no solarizado** entre el 15 de diciembre de 2007 y el 28 de febrero de 2008 del experimento de Los Carrillos, Canelones

Temperatura máxima y mínima a 10 cm. de profundidad, suelo solarizado Los Cerrillos, Canelones, 2007-2008

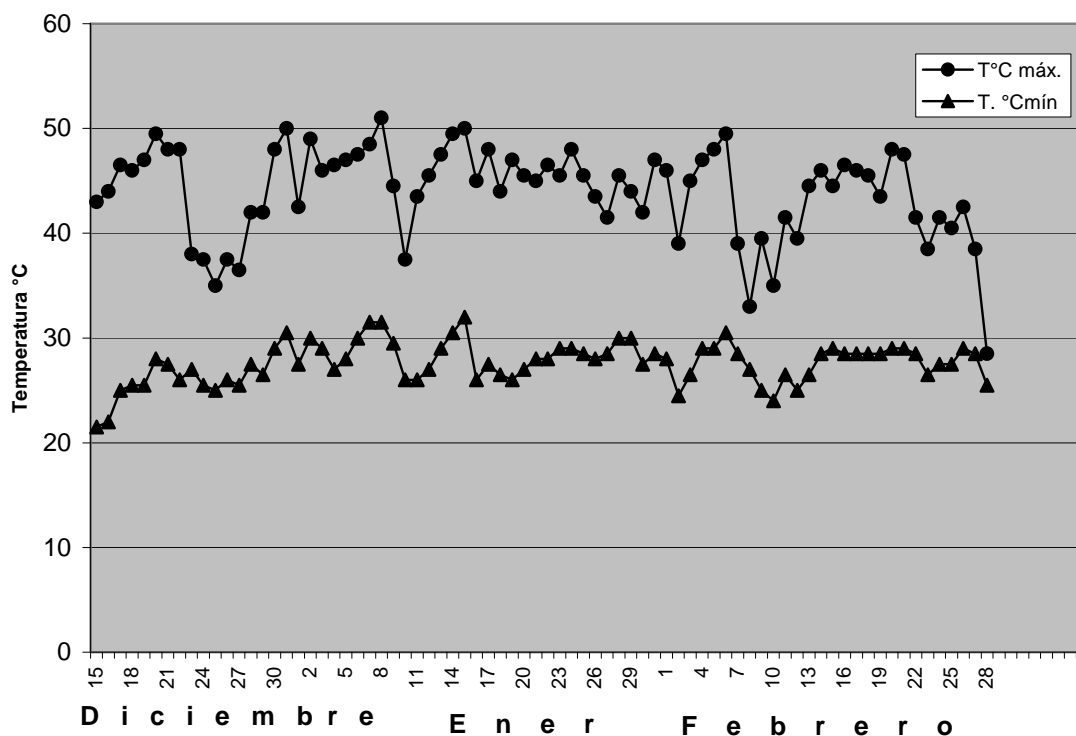


Figura 2. Datos de temperatura máxima y mínima a 10 cm. de profundidad en cantero solarizado con polietileno transparente UV de 35 micrones, entre el 15 de diciembre de 2007 y el 28 de febrero de 2008.

Temperatura máxima y mínima a 10 cm. de profundidad, suelo solarizado y aplicación EM al colocar el polietileno Los Cerrillos, Canelones, 2007-2008

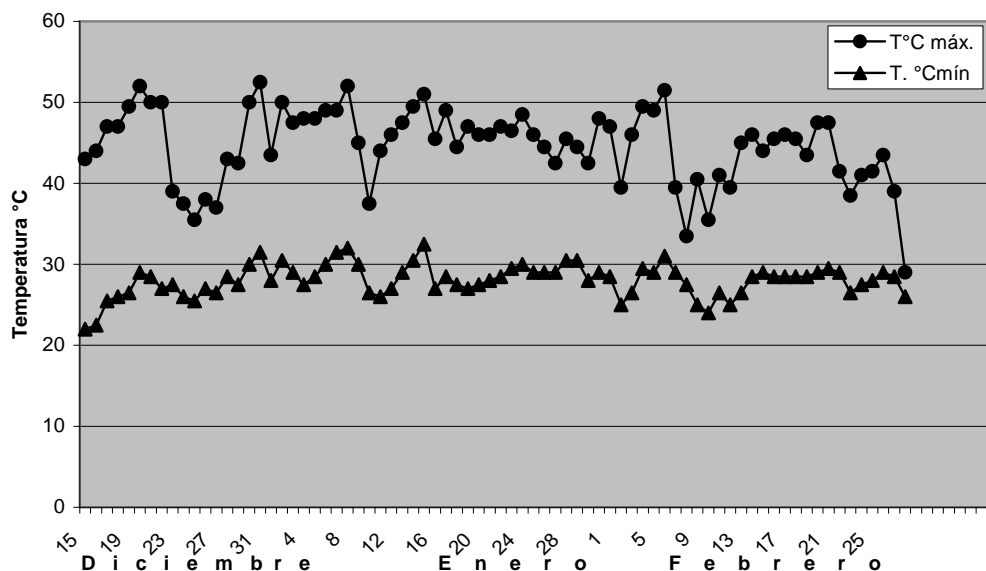


Figura 3. Datos de temperatura máxima y mínima a 10 cm. de profundidad en **cantero solarizado con polietileno transparente UV de 35 micrones y aplicación de EM al colocar el polietileno**, entre el 15 de diciembre de 2007 y el 28 de febrero de 2008, Los Cerrillos, Canelones 2007-2008.

Como se observa en las figuras anteriores existió una diferencia importante en la temperatura entre los canteros solarizados y el no solarizado, habiéndose llegado a temperaturas cercanas y superiores a 50 °C en los solarizados, similares a las que se citan como necesarias para afectar la germinación de las malezas.

Metodología utilizada en la temporada 2008-2009.

Localización: El experimento en esta temporada se ubicó exactamente en el mismo lugar en donde se había realizado en la temporada 2007-2008, correspondiendo el mismo lugar a cada parcela.

Cuadro 22. Resultados del análisis de suelo previo a la instalación del experimento.

pH	Mat. Org. (%)	Fósforo Bray 1 (ppm)	K meq/100g
7.4	2.53	85	0.75

Como no se habían observado grandes diferencias entre los dos tratamientos con la aplicación de los EM en la temporada anterior, se substituyó por otro tratamiento al que se había aplicado sólo EM al momento de la solarización. Este consistió en la plantación de nabo, cultivar Tokio market (Takii) el que fue sembrado el 15 de octubre de 2008, (4kg/ha). Fue necesario realizar abundantes riegos para asegurarse la emergencia y crecimiento de las plantas dadas las condiciones de sequía en ese momento. Se notó la pérdida de plantas por problemas de insectos y las mismas fueron resembradas el 28 de octubre.

Colocación del polietileno: El 11 de diciembre se colocaron los polietilenos de 35 μ ultravioleta (UV) en las parcelas solarizadas previo riego de las mismas hasta capacidad de campo. Se colocaron registradores tipo Kooltrak a una profundidad de 10 cm. en las parcelas de la primera repetición para tener datos de temperatura del suelo.

En el caso de las parcelas que tenían nabo, se realizó un muestreo del peso fresco total de las plantas de nabo que correspondió en promedio de las cuatro repeticiones a 5.4 kg/m². Las plantas fueron cortadas con azada e incorporadas al suelo luego de lo cual se regó hasta capacidad de campo para posteriormente colocar el polietileno.

Cultivar: Pantanoso del Sauce- CRS certificado por INASE.

Parcela: canteros a 1,5 mt y de 5 mt de largo. Siembra en líneas a lo largo del cantero, 4 filas por cantero

Fecha de siembra: 28 de abril de 2009.

Tratamientos:

Cuadro 23. Descripción de los tratamientos.

N°	Descripción de los tratamientos
1	Testigo sin solarizar
2	Solarizado con polietileno UV transparente de 35 micrones
3	Solarizado con polietileno UV transparente de 35 micrones e incorporación del nabo plantado en octubre
4	Solarizado con polietileno UV transparente de 35 micrones y agregado de EM (200 l/ha) a la siembra y posteriormente *

* Se aplicó EM el 28/04/09, 19/05/09, 11/06/09 y 02/07/09

El 11 de junio (44 dds) se realizó una evaluación del número y de las especies de malezas presentes. Se utilizó un cuadrante de 0,40 por 0,40 m y en base a ello se calculó el número de malezas por metro cuadrado de cantero.

El 23 de junio (56 dds) se realizó una evaluación del estado de las parcelas. Se midieron dos metros lineales en las dos filas centrales del cantero y se contabilizó el número de espacios sin plantas y se midieron los espacios sin plantas. En base a ello se calculó el porcentaje del área sin plantas en cada tratamiento. Estas evaluaciones con igual metodología también se realizaron en las parcelas de observación.

El 27 de julio (90 dds) se realizó una determinación de las plantas afectadas con síntomas de nemátodos. Para ello se extrajeron plantas de 0,5 m de una fila central del cantero y de 0,5 m de una fila de afuera del cantero. Se contabilizó el número total de plantas para esa superficie y se realizó una observación visual de la sintomatología de las plantas y se contó cuántas tenían síntomas visibles y cuántas no.

Al igual que en la temporada 2008 se evaluó el número de nemátodos existentes en 2 g de parte basal de plantas en plantas con y sin síntomas visuales de nemátodos.

Resultados de la temporada 2008-2009.

A partir del 19 de mayo de 2009 (21 días después de la siembra dds) se observaron plantitas deformadas en las parcelas testigo sin solarizar.

El 28 de mayo se tomaron muestras de tierra de las parcelas testigo sin solarizar y de las solarizadas en cada repetición y fueron enviadas al laboratorio de nematología de la Dirección General de Servicios Agrícolas (DGSA-MGAP) para su análisis.

Los resultados mostraron que se encontró *Ditylenchus dipsaci* en el tratamiento testigo pero no en los solarizados.

En la evaluación realizada el 11 de junio (44 dds) se constató que el efecto de la solarización fue muy efectivo en reducir el banco de semillas de malezas en las parcelas solarizadas en comparación con las no solarizadas al igual que lo observado en años anteriores con esta técnica (Cuadro 24).

Cuadro 24. Malezas presentes en las parcelas del experimento (44 dds).

Tratamientos	N° malezas m ²
1. No solarizado	2.933 a
2. Solarizado 35μ UV	8 b
3. Solarizado 35μ UV con incorporación de plantas de nabo plantado en octubre	5 b
4. Solarizado 35μ UV y EM (200 l/ha) a la siembra y cada 20 días	10 b
Cv (%)	25
LSD (0.01)	443

Las malezas predominantes fueron:

Flor de pajarito (*Fumaria officinalis*)
 Mastuerzo (*Coronopus didymus*)
 Pasto de invierno (*Poa annua*)
 Pega lana (*Picris echoides*)
 Falsa ortiga (*Stachis arvensis*)
 Ortiga (*Urtica urens*)
 Capiquí (*Stellaria media*)
 Lengua de vaca (*Rumex crispus*)
 Correhuela (*Convolvulus arvensis*)
 Bowlesia (*Bowlesia incana*)
 Cerraja (*Sonchus oleraceus*)
 Bolsa de pastor (*Capsella bursa-pastoris*)

En las parcelas no solarizadas tanto el número de espacios sin plantas como el porcentaje del área sin plantas fue mayor en los tratamientos no solarizados en comparación a los solarizados (Cuadro 25). La misma tendencia se observó en 2008.

Cuadro 25. Observación del estado general de las parcelas el 23 de junio (56 dds).

Tratamientos	N° de espacios sin plantas	Área sin plantas (%)
1. No solarizado	32 a	40 a
2. Solarizado 35μ UV	6 b	2 b
3. Solarizado 35μ UV con incorporación de plantas de nabo plantado en octubre	8 b	8 b
4. Solarizado 35μ UV y EM (200 l/ha) a la siembra y cada 20 días	5 b	4 b
Cv (%)	44	59
LSD (0.01)	13	18

En las parcelas en donde no se realizó la solarización hubo una significativa reducción del número de plantas afectadas por esta enfermedad. Esa reducción fue mayor en las filas del centro del cantero en relación a las de las filas del borde del cantero (Cuadro 26). Esta misma tendencia se observó en la temporada anterior.

Cuadro 26. Plantas afectadas por síntomas visuales de nemátodos el 27/07/09 (90 dds).

Tratamientos	N° de plantas totales en 0.5 m en la fila de afuera del cantero	Planta con síntomas visuales en la fila de afuera del cantero (%)*	N° de plantas totales en 0.5 m en la fila de adentro del cantero	Planta con síntomas visuales en la fila de adentro del cantero (%)*
1. No solarizado	46 b	98 a	25 b	93 a
2. Solarizado 35 μ UV	98 a	18 b	118 a	2 b
3. Solarizado 35 μ UV con incorporación de plantas de nabo plantado en octubre	103 a	18 b	116 a	6 b
4. Solarizado 35 μ UV y EM (200 l/ha) a la siembra y posteriormente	106 a	20 b	129 a	4 b
CV (%)	21	17	20	28
LSD (0.01)	43	44	44	17

- Estos porcentajes son el resultado del muestreo realizado en 0,5 m. lineales.

El número de nemátodos fue significativamente mayor en el testigo en relación a los tratamientos solarizados (Cuadro 27).

Cuadro 27. Número de nemátodos en plantas con síntomas y sin síntomas visuales de nemátodos.

Tratamientos	Nº nemátodos en 2g de plantas con síntomas de nemátodos	Nº nemátodos en 2 g de plantas sin síntomas de nemátodos
1. No solarizado	308	-
2. Solarizado	10	2
3. Solarizado con incorporación a la siembra de plantas de nabo plantado en octubre	45	2
4. Solarizado 35µ UV y EM (200 l/ha) cada 20 días desde la siembra	5	2
CV (%)	190	---
LSD (0.01)	NS	---

Temperatura de suelo

En las figuras 4 y 5 se grafican las temperaturas máximas y mínimas a 10 cm. de profundidad en el cantero sin solarizar y en el solarizado.

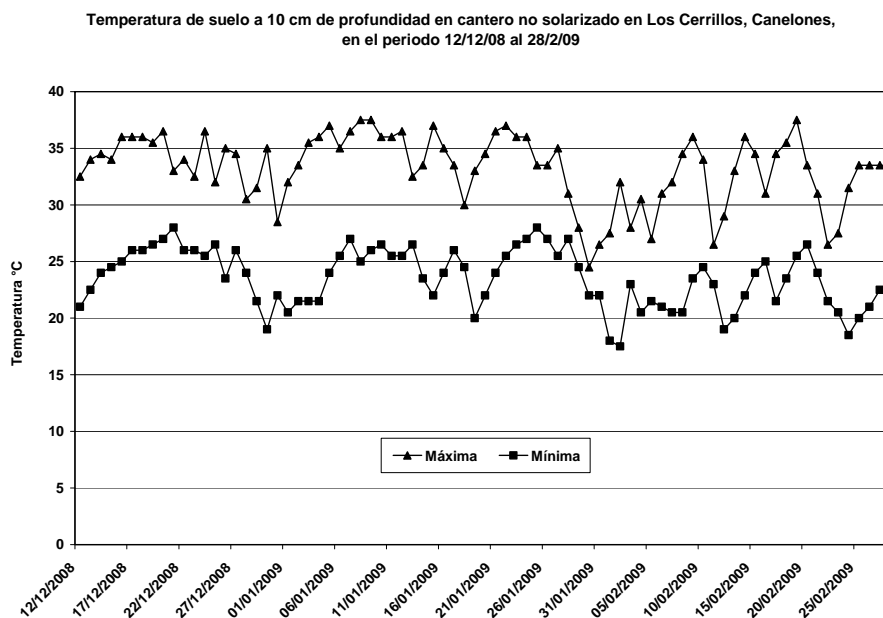


Figura 4. Datos de temperatura máxima y mínima a 10 cm. de profundidad **en cantero no solarizado** entre el 12 de diciembre de 2008 y el 28 de febrero de 2009 del experimento de Los Cerrillos, Canelones.

Temperatura de suelo a 10 cm de profundidad en cantero solarizado en Los Cerrillos, Canelones, en el periodo 12/12/08 al 28/2/09

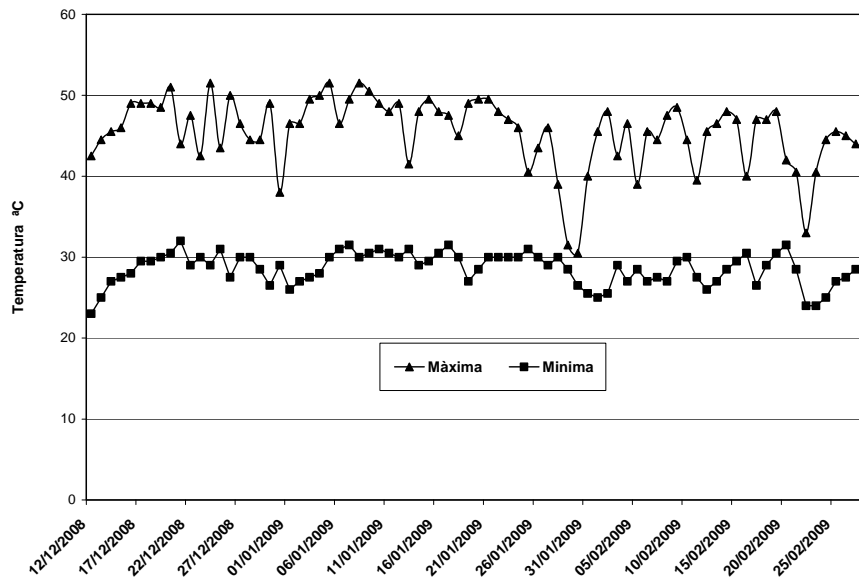


Figura 5. Datos de temperatura máxima y mínima a 10 cm. de profundidad en cantero solarizado con polietileno transparente UV de 35 micrones, entre el 12 de diciembre de 2008 y el 28 de febrero de 2009.

En la figura 6 se grafican las temperaturas máximas y mínimas a 10 cm. de profundidad en el cantero solarizado y con incorporación de nabo picado y enterrado al momento de la solarización.

Temperatura de suelo a 10 cm de profundidad en cantero solarizado en Los Cerrillos, Canelones, en el periodo 12/12/08 al 28/2/09

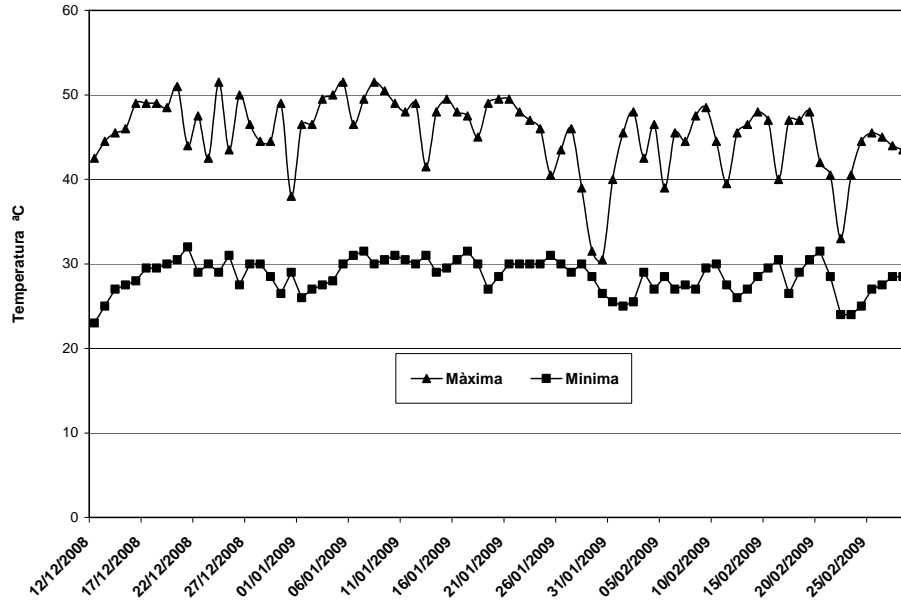
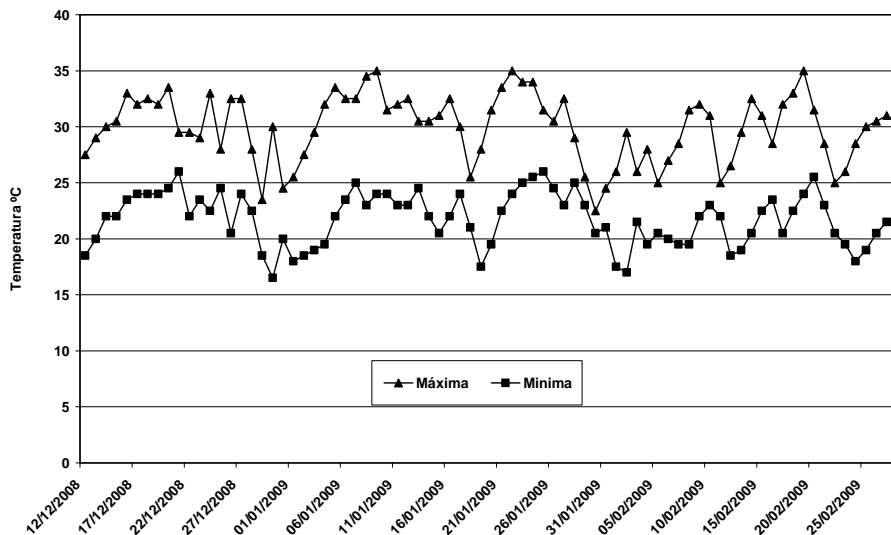


Figura 6. Datos de temperatura máxima y mínima a 10 cm. de profundidad en cantero solarizado con polietileno transparente UV de 35 micrones e incorporación de nabo, entre el 12 de diciembre de 2008 y el 28 de febrero de 2009.

Temperatura de suelo a 10 cm de profundidad en cantero no solarizado en Los Cerrillos, Canelones, en el periodo 12/12/08 al 28/2/09



Agradecimientos: al Sr. Walter Sanabia y a su familia por su apoyo y coordinación para la realización de este trabajo.

Algunos comentarios sobre fenómenos ocurridos en la temporada 2008-2009 con la solarización.

Durante el período 2008-2009 se registro una disminución muy importante en el régimen de precipitaciones. Si nos basamos en los registros pluviométricos de la estación meteorológica de INIA Las Brujas las mismas entre septiembre de 2008 y enero de 2009 fueron de 147.9 mm en comparación con 463.3 mm. de la media (Cuadro 32) es decir un 68% inferior a la media histórica. A partir de fines de enero de 2009 se comenzaron a producir precipitaciones pero recién en junio fue cuando se comenzó a regularizar esa situación.

Cuadro 28. Precipitación entre septiembre de 2008 y mayo de 2009

MES	2008-2009	Media Histórica
SET	17.3	83.8
OCT	34.9	98.8
NOV	0.0	105.5
DIC	39.6	82.0
ENE	56.1	93.2
FEB	146.4	107.7
MAR	131.5	100.1
ABR	6.6	104.3
MAY	60.1	90.0
TOTAL	492.5	865.4

Fuente: GRAS-INIA, estación meteorológica INIA Las Brujas.

Como consecuencia de esta situación, se observó que al momento de destapar los canteros que habían sido solarizados presentaban el suelo muy seco. En algunos predios se realizó un riego y luego algunos días se procedió a sembrar los almácigos. En otros casos no se procedió de esta manera pero se regó muy bien luego de la siembra y posteriormente a realizar la misma y la emergencia de las plantas fue muy buena.

Donde no se contaba con suficiente agua para el riego o donde las lluvias más los riegos no fueron adecuados se observó una emergencia despereja que se tradujo posteriormente en el desarrollo de los plantines.