



Grup
S a b a t e r

ENSAYO DE FILM
PARA SOLARIZACION

PETICIONARIO : REPSOL - QUIMICA, S.A.

ENSAYO DE EFICACIA TEMPORIZADA PARA FILM DE SOLARIZACION

ANTECEDENTES:

A petición de REPSOL Química, S.A. con domicilio social en C/ Embajadores, nº 183 de MADRID, y N.I.F. nº , se realiza el presente trabajo con el objetivo de evaluar la eficacia de un film plástico de reciente obtención, que a partir de ahora llamaremos L.N. (LAMINA NUEVA), frente al film tradicionalmente utilizado, que a partir de ahora llamaremos L.C. (LAMINA CONVENCIONAL), y que se utiliza para la desinfección de suelos agrícolas por el procedimiento denominado **SOLARIZACION**.

Para la realización del presente estudio se han utilizado las fechas, suelos e instalaciones y procedimientos comunes en la práctica anteriormente mencionada, a fin de conseguir los datos más próximos a la realidad agronómica en la que se desarrolla este tipo de técnica.

INTERES DEL ENSAYO:

El presente ensayo tiene por finalidad comprobar con exactitud la posible reducción en el tiempo necesario para conseguir la desinfección del suelo, habida cuenta de que la actual duración estimada con L.C. para conseguirlo, se sitúa entorno a 45 días, ocasionando una pérdida de uso productivo de los invernaderos con este método desinfectados, de la misma duración (45 días).

Esta dilación en el plazo de la desinfección es un factor limitante, en el uso de la solarización debido a que no permite el transplante de determinadas especies vegetales cuyas fechas idóneas de siembra o transplante no afectan el plazo de espera de los 45 días mencionados.

Por otra parte, la desinfección por solarización presenta ventajas incuestionables con respecto a las desinfecciones mediante productos químicos:

- Evita el manejo de sustancias químicas muy tóxicas.
 - Fabricación
 - Transporte
 - Almacenaje
 - Aplicación

- Evita posibles intoxicaciones en las especies vegetales a continuación cultivadas.

- Evita modificaciones medioambientales no controladas.

- Mejora la facilidad de manejo de la práctica de desinfección.

- Ahorro económico frente a otros métodos.

A) METODOLOGIA DEL ENSAYO

A.1.- Fincas de ensayo.

Se han elegido tres fincas de invernaderos con las siguientes características:

	FINCA 1	FINCA 2	FINCA 3
CUBIERTA	PLANA	A DOS AGUAS	ASIMETRICA
PLASTICO DE CUBIERTA	CUMPLIDO	1 CAMPAÑA	NUEVO
EDAFOLOGIA	ENARENADO	ENARENADO	ENARENADO

FINCA 1: Propietario : D. José Miguel López Maldonado

Localidad : Roquetas de Mar

FINCA 2: Propietario : D. Manuel Garzón

Localidad : San Agustín - El Ejido

FINCA 3: Propietario : D. Fermín Gonzalez Rodriguez

Localidad : Puebla de Vúcar - Vúcar



A.2.- Tesis, material y método.

A.2.1. TESIS:

Número de parcelas elementales.....	9
Número de parcelas / invernadero.....	3 parcelas
Tamaño de la parcela.....	2.000 m ²

A.2.2. MATERIALES:

- Lámina nueva (L.N.)
- Lámina convencional (L.C.)
- 4 Termómetros fijos de suelos por invernadero
- 1 Barra toma muestras de 20 cm de profundidad de toma.

A.2.3. METODO:

- 1º) Aportación de un riego hasta conseguir la denominada capacidad de campo (C.C.) del horizonte impermeable.
- 2º) Toma de muestras (15 submuestras para 1 muestra), para análisis microbiológico incluido el nematológico.
- 3º) Extendido de las láminas de solarización.
- 4º) Colocación de los termómetros.
- 5º) Mantenimiento de la humedad del suelo mediante riegos de corta duración (25 minutos cada 6 días), con el objeto de no enfriar excesivamente el suelo y restituir las pérdidas de agua por percolación.
- 6º) Lectura diaria de los termómetros a primera hora de la mañana (8:00 H.), a las 17:00 H. y a las 20:00 H.
- 7º) Toma de muestras de suelo a los 10 y 20 días del inicio del ensayo, para el análisis microbiológico del suelo.
- 8º) A los 20 días finalización del ensayo.



Grup
S a b a t e r

ENSAYO DE FILMES PLÁSTICOS APLICADOS AL SUELO

- Análisis de resultados -

ANÁLISIS RESULTADOS ENSAYO FILMES PLÁSTICOS

1.- TEMPERATURAS DEL SUELO.

Se han tomado temperaturas en las 3 parcelas de ensayos a diferentes horas del día para ambos tratamientos. A efectos del análisis estadístico y representación gráfica de los valores, se han agrupado para cada parcela en:

- Temperaturas tomadas por la mañana (T1)
- Temperaturas tomadas por la tarde (T2)

Además, en la Parcela 2 en la que se han tomado temperaturas superficiales, las anotaciones son:

- Temperaturas superficiales por la mañana en la Parcela 2 (T3)
- Temperaturas superficiales por la tarde en la Parcela 2 (T4)

Puesto que la toma de muestras no coincide en los mismos días, se representa la evolución de las temperaturas independientemente en cada parcela, en las **Figuras 1, 2, 3 y 4**. En las **Figuras 2 y 3** se muestran los valores de temperatura superficial tomados en la Parcela 2.

En la **Figura 5** se muestran los valores en el grupo de las tres parcelas, siendo la media de las temperaturas según las observaciones realizadas, es decir, la temperatura media para cada repetición y tratamiento, puesto que para cada parcela las temperaturas están tomadas a la misma hora.

La tabla de los valores medios obtenidos en las distintas parcelas y tratamientos es la que se muestra a continuación:

Tratamiento	Repetición/ parcela	Temperatura suelo °C		Temp. Suelo superficial °C	
		T1 (mañana)	T2 (tarde)	T3 (mañana)	T4 (tarde)
Experimental	1	35.75	42.58	-	-
	2	34.96	40.04	31.83	44.00
	3	37.00	41.00	-	-
Normal	1	34.25	40.08	-	-
	2	33.21	37.91	30.67	41.40
	3	34.00	38.00		

El análisis de los datos, realizado independiente para las temperaturas de la mañana (T1) y de la tarde (T2), muestra solamente diferencias significativas entre los dos filmes ensayados en las temperaturas de la mañana, sin aparecer diferencias en las temperaturas tomadas por la tarde.

En la siguiente tabla se muestran los valores medios de las 3 repeticiones para ambas temperaturas, en el suelo, en grados centígrados en los plásticos experimental y normal. Las diferencias se han obtenido mediante Análisis de Varianza (ANOVA) con un nivel de significación de $P=0.05$, y la comparación de medias con el test de Mínima Diferencia Significativa (M.D.S.).

Tratamiento	Temperaturas mañana (T1)	Temperaturas tarde (T2)
	°C	°C
EXPERIMENTAL	35.903 a	41.210 a
NORMAL	33.821 b	38.664 b

Valores en las columnas seguidas por la misma letra no muestran diferencias significativas (M.D.S.; $P=0.05$).

Estos valores medios, al considerarlos diariamente, arrojarían al cabo de los 16 días de la toma de datos, los valores hipotéticos de la temperatura media acumulada de **574.45** y **541.14** °C en los registros tomados por la mañana, y de **659.35** y **618.63** °C al tomarlos por la tarde en los tratamientos con plástico experimental y plástico normal respectivamente. Estos valores acumulados ofrecen las mismas diferencias estadísticas que en los análisis realizados con los valores medios de la tabla anterior.

Como puede apreciarse, solamente aparecen diferencias significativas al comparar los valores medios de las temperaturas del suelo tomadas por la mañana, sin que las diferencias en las temperaturas de la tarde sean estadísticamente diferentes. Por otra parte, las temperaturas del suelo tomadas superficialmente no pueden analizarse estadísticamente al no existir repeticiones. No obstante, y como puede apreciarse en las **Figuras 1 a 5**, en todos los casos las temperaturas alcanzadas en las parcelas con el plástico EXPERIMENTAL son superiores a las que se obtienen con el plástico NORMAL.

2.- ANÁLISIS DE PYTIÁCEAS.

Los análisis de *Pythium* spp. y *Phytophthora* spp. se realizan de forma cualitativa; esto es, anotando la presencia o ausencia de los patógenos en las muestras como resultados POSITIVOS o NEGATIVOS. Los resultados obtenidos han mostrado solamente la presencia de *Pythium* spp. en una de las parcelas (Repetición 1, M. López), es decir, en una sola repetición, tanto para las muestras tomadas antes como después de la aplicación del plástico normal.

En el caso del plástico experimental, no han aparecido ninguno de estos patógenos. En la tabla siguiente se muestran los resultados clasificados según el tiempo de evaluación de las muestras en las parcelas testigo, plástico experimental y plástico normal.

Tratamiento	Repetición	Testigo	<i>Pythium</i> spp.		<i>Phytophthora</i> spp.	
		T-0	T + 10	T + 20	T + 10	T + 20
TESTIGO	1	+				
	2	-				
	3	-				
EXPERIMENTAL	1		-	-	-	-
	2		-	-	-	-
	3		-	-	-	-
NORMAL	1		+	+	-	-
	2		-	-	-	-
	3		-	-	-	-

En la **Figura 7** se representa gráficamente la presencia de Pytiáceas en las parcelas de ensayo, en la testigo y parcela con plástico normal.

3.- ANÁLISIS DE BACTERIAS

El análisis de bacterias ha arrojado en todos los casos, es decir en todas las muestras tomadas, tanto de las parcelas testigo como tratadas con la aplicación del plástico experimental y plástico normal, valores superiores a **300 x 10¹⁰ colonias por gramo de suelo** analizado.

Con estos resultados en los que no se muestra variación en los tratamientos, no se pueden realizar análisis ni sacar conclusiones sobre diferencias entre tratamientos.

4.- ANÁLISIS *FUSARIUM* SPP.

Los análisis de suelo realizados para flora fusánica detectaron la presencia de 4 especies del género *Fusarium*:

- ✓ *Fusarium oxysporum*
- ✓ *Fusarium solani*
- ✓ *Fusarium roseum*
- ✓ *Fusarium moniliforme*

En los análisis de las muestras de suelo, se realiza una partición de la muestra en 4 repeticiones, con inoculación en 4 placas por submuestra, por lo que el número de casos para cada tratamiento y fecha se eleva a 12.

La distribución de las especies y el número de propágulos por gramo de suelo en valores medios para cada muestra con el error standard, figuran en los boletines de análisis del Laboratorio de Patología que se adjuntan.

Los valores medios en las 3 repeticiones para los testigos y tratamientos con distintos filmes plásticos se representan en la **Figura 8** para el número de colonias totales, y en la **Figura 9** para el número de propágulos por gramo de suelo para el conjunto de las especies de *Fusarium* detectadas, es decir contabilizando la flora fusárica total.

Los datos y análisis estadísticos de los valores medios para cada tratamiento y fechas, se muestran en la tabla siguiente para el número de propágulos por gramo de suelo:

Tratamiento		Flora Fusárica (Nº medio propágulos/gr. Suelo)				
		TOTAL	F.oxysporum	F.solani	F.roseum	F.moniliforme
TESTIGO	T-0	936.1 bc	27.7	738.6	162.0	7.8 a
EXPERIM.	T+10	413.1 a	9.2	272.2	114.6	17.1 a
	T+20	607.9 ab	36.5	359.7	117.9	93.7 ab
NORMAL	T+10	1127.2 c	18.0	803.1	167.1	139.1 b
	T+20	671.9 ab	1.7	567.2	80.6	22.4 a

Columnas sin letras no muestran diferencias significativas en el análisis de varianza (P=0.05). Valores seguidos por distinta letra en las columnas muestran diferencias significativas en la comparación de medias con Test de Mínima Diferencia Significativa (M.D.S., P=0.05).

Como puede apreciarse, solo aparecen diferencias significativas en el análisis estadístico, para los valores del total de especies de *Fusarium* y para *F. Moniliforme*, sin que puedan detectarse para las otras especies.

En lo que respecta al número de colonias por gramo de suelo en las mismas muestras, las diferencias son aún menores entre los tratamientos. En la tabla siguiente se muestran los valores medios y la comparación de los mismos con el análisis de varianza.

Tratamiento		Flora Fusárica (nº medio Colonias)				
		TOTAL	<i>F.oxysporum</i>	<i>F.solani</i>	F.roseum	F.moniliforme
TESTIGO	T-0	136.4	4.0	106.9	24.3	1.2 a
EXPERIM.	T+10	67.0	1.7	47.6	15.7	2.6 a
	T+20	92.8	4.8	60.0	15.5	12.5 ab
NORMAL	T+10	173.9	2.5	115.5	36.7	19.2 b
	T+20	121.8	0.2	106.7	11.8	3.1 a

Columnas sin letras no muestran diferencias significativas en el análisis de varianza ($P=0.05$). Valores seguidos por distinta letra en las columnas muestran diferencias significativas en la comparación de medias con Test de Mínima Diferencia (M.D.S., $P=0.05$).

Como se aprecia, sólo aparecen diferencias significativas en *F. Moniliforme*, sin que las variaciones en las medias para el total y para las otras especies pueda detectarse estadísticamente.

La ausencia de diferencias más claras entre tratamientos es quizá debida a la gran variación que ha existido entre unas y otras muestras; es decir, presencia de algunas especies de *Fusarium* en algunas repeticiones o parcelas y ausencia en otras, así como la gran variabilidad que de estas especies existe en las muestras y de las repeticiones realizadas de las mismas.

5.- MICROFLORA TOTAL.

En la tabla siguiente se relacionan las especies detectadas en las muestras analizadas, y los valores medios de cada una de ellas en las 3 repeticiones para el testigo y para los tratamientos de plástico experimental y normal expresados en número de propágulo por gramo de suelo:



Especies	Nº medio Propágulos / gr. de suelo				
	<u>TESTIGO</u>	<u>EXPERIMENTAL</u>		<u>NORMAL</u>	
	T-0	T+10	T+20	T+10	T+20
<i>Alternaria</i> sp.	333	0	0	0	667
<i>Aspergillus</i> sp.	158.300	125.700	64.670	222.000	116.700
<i>Cephalosporium</i> sp.	0	0	0	0	667
<i>Cladosporium</i> sp.	1.333	2.667	667	3.667	14.670
<i>Cunninghamella</i> sp.	0	667	0	3.667	2.667
<i>Cylindrocarpo</i> sp.	0	0	0	0	1.333
<i>Didymostible</i> sp.	0	0	2.000	667	2.333
<i>Fusarium</i> sp.	16.333	5.000	5.667	24.670	9.333
<i>Gliomastix</i> sp.	4.000	0	0	0	0
<i>Penicillium</i> sp.	1.000	5.000	96.670	6.000	2.667
<i>Stachybotrys</i> sp.	6.667	0	0	0	0
<i>Staphylotrichum</i> sp.	3.333	3.000	0	0	0
<i>Trichoderma</i> sp.	3.333	0	0	667	0
<i>Ulocladium</i> sp.	0	0	0	0	333
Otros	333	0	333	0	0
MICROFLORA					
TOTAL	195.000	142.000	170.000	261.300	151.300
Nº de especies	10	6	6	7	10

Los análisis estadísticos realizados no han mostrado diferencias significativas para ninguna de las especies detectadas en ninguno de los tratamientos, ni para el total de especies; es decir, para microflora total. No obstante, con los valores medios expresados en la tabla, se aprecia una ligera disminución de la microflora total en las parcelas con plástico experimental a los 10 días de la aplicación (T+10), aunque no a los 20 días. En las parcelas con plástico normal, a los 10 días hay valores mayores del número de propágulos, aunque a los 20 días estos valores son muy similares a los del plástico experimental.

Una mejor evaluación de los resultados puede apreciarse en las **Figuras 10 y 10** en las que se representan los valores medios del número de propágulos 10 días y 20 días después de la aplicación respectivamente, tanto para cada repetición como para la media de las tres repeticiones. Se puede apreciar también la gran diferencia en microflora existente entre repeticiones (Parcelas).

En la **Figura 12** se aprecian conjuntamente los resultados medios de microflora total para los tratamientos en las 2 evaluaciones, a los 10 y 20 días.

Otro aspecto a comentar, es respecto al número de especies presentes en los diferentes tratamientos (última fila de la tabla), que aunque no es concluyente, indica un menor número de especies en conjunto en las parcelas (media de las repeticiones) tratadas con el plástico experimental (6 - 6) respecto a las testigo (10) o tratadas con plástico normal (7 - 10).

Como ya hemos comentado, de los análisis realizados, no pueden concluirse diferencias estadísticas significativas debidas a los efectos de los tratamientos.

6.- DISCUSIÓN GENERAL.

Si bien en algunos aspectos analizados, los resultados son más favorables en las muestras tomadas en los suelos en los que se aplicó el plástico experimental, estadísticamente las diferencias respecto al plástico normal son muy ligeras, y en algunos casos no significativas.

En el caso de la temperatura, si parece tener un efecto positivo, aumentando una media de 1 o 2 grados centígrados respecto al plástico normal, sobre todo en las tomas de datos a primera hora de la mañana que sí es estadísticamente superior. Al observar las gráficas, se aprecian asimismo unos valores de temperatura siempre mayores en las parcelas con plástico experimental.

Sin embargo, esta mayor temperatura alcanzada en el suelo, no tiene unos efectos de gran significación para los otros parámetros estudiados, aunque en

algunos de los análisis realizados, los resultados obtenidos con el plástico experimental son más favorables, en su caso, por menor presencia o reducción de patógenos o microflora.

A pesar de lo anterior, y como consecuencia de la gran variabilidad observada en las muestras tomadas, las diferencias detectadas no son muy concluyentes, aunque visualmente se aprecien mejores resultados con el plástico experimental.