

Bases agroecológicas para la salud de las plantas El manejo del suelo

20 abril, Castellón

D. Javier Tello Marquina
Profesor. Dpto. Agronomía
Universidad de Almería



LA DESINFECCIÓN DEL SUELO

EL SUELO EN LA PATOLOGÍA VEGETAL

NOCIONES FITOPATOLÓGICAS
SOBRE EL SUELO AGRÍCOLA Y SU
SIGNIFICACIÓN EN LAS
ENFERMEDADES DE ORIGEN
EDÁFICO O TELÚRICO

El suelo como “ente vivo”
Su relación con el control de las micosis
de origen edáfico: **supresividad** de
enfermedades
El papel de las rotaciones culturales
La memoria del suelo

EL SUELO COMO ENTE VIVO

INTRODUCCIÓN

La fungistasis como freno evolutivo al desgaste microbiológico del suelo

- ☀️ Todo suelo sin vida es completamente improductivo
- ☀️ Todos los suelos están poblados por microorganismos (nematodos, hongos, bacterias, actinomicetos, etc.) Dichos microorganismos no aparecen en las capas profundas del suelo (a más de 1 metro de profundidad las poblaciones microbianas tienden a disminuir drásticamente. Se han encontrado microorganismos de los que son
- ☀️ La fungistasis es el fenómeno mediante el cual las poblaciones microbianas de los suelos no se multiplican en ausencia de alimento. Si lo hiciesen se habrían extinguido

COMPORTAMIENTO DE UN HONGO FITOPATÓGENO EN EL SUELO

GRAVEDAD DE UNA ENFERMEDAD INDUCIDA POR UN FITOPATÓGENO DEL SUELO



La fungistasis

Los suelos estériles son improductivos. El suelo necesita una fracción viva para poder producir

La fungistasis es un proceso evolutivo para preservar la vida en el suelo y con ello su fertilidad

El suelo como “ente vivo” Una interpretación antropomórfica

- Todos los suelos tienen una capacidad propia para impedir que los microbios que enferman a las plantas puedan manifestarse. A este fenómeno se le conoce en la actualidad como **supresividad**. La supresividad puede ser general o específica
- La supresividad suele ser, en general de naturaleza microbiológica
- La supresividad específica puede transmitirse de un suelo supresivo a otro que no lo es
- La especificidad del fenómeno puede llegar a ser tan estricta que sólo se manifieste sobre un patógeno.
- Los microorganismos del suelo pueden “recordar” su origen nutritivo para establecer su comportamiento.
- Los suelos, especialmente los dedicados al monocultivo, pueden “fatigarse”. Este fenómeno de “fatiga del suelo” se conoce entre los agricultores españoles como tierras cansadas.

Fenómenos de **competición** en las poblaciones microbianas del suelo

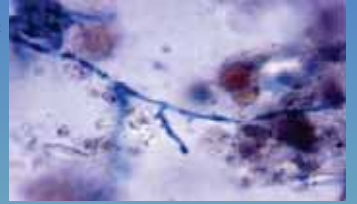
El motor energético del suelo lo constituye los exudados radiculares



Comportamiento teórico de una población microbiana en el suelo (Baker y Cook, 1982)

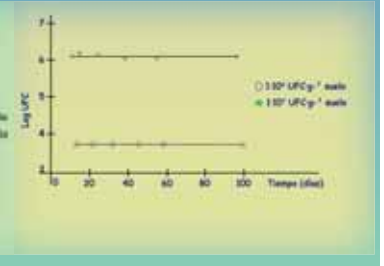
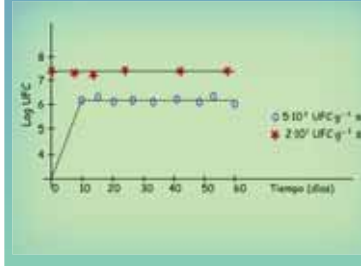


Expresión experimental de la fungistasis



Comportamiento de *F. o. lini* en un suelo estéril

Comportamiento de *F. o. lini* en un suelo natural



SUELOS RESISTENTES A LAS MICOSIS VASCULARES

La supresividad o resistencia de los suelos a las fusariosis vasculares

EJEMPLOS DE SUELOS RESISTENTES A DIVERSAS MICOSIS Y BACTERIOSIS

TIPO GENERAL DE ENFERMEDAD	PATOGENO
<p>Podredumbre y TEL. "M" DE LAS PLANTAS (RAÍZ, TUBEROS Y BARRIL DEL TUBO)</p>	<p><i>Aspergillus fumigatus</i> <i>Fusarium solani</i> f. sp. phaseolae <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. vasinellae <i>Botrytis dothidea</i> <i>Botrytis cinerea</i> <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> <i>Phoma solanacearum</i> <i>Phytophthora blight</i> <i>Phytophthora</i> sp. <i>Phytophthora</i> sp. <i>Phytophthora</i> sp.</p>
<p>Podredumbre vascular</p>	<p><i>Fusarium solani</i> <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. vasinellae <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. vasinellae <i>Fusarium</i> sp.</p>

FUENTE: TELLO J.G. 1986. Un aspecto de la lucha biológica: los suelos resistentes a las micosis vasculares de las plantas. ITEA, 34, 11-21.

PORCENTAJES DE PLANTAS SANAS DE MELÓN, DESPUÉS DE DOS MESES DE CULTIVO EN TIERRAS SENSIBLE Y RESISTENTE INFECTADAS ARTIFICIALMENTE (ALABOUVETTE, 1983)

Nº DE PROPAGULOS DE <i>F. OXYSPORIUM</i> F.SP. MELÓNIS APORTADOS POR G DE TIERRA	PORCENTAJES DE PLANTAS SANAS	
	TIERRA SENSIBLE	TIERRA RESISTENTE
0	100	100
100	100	15
300	95	0
800	90	0

PORCENTAJE DE MORTALIDAD EN PLANTAS CULTIVADAS EN DIFERENTES SUELOS INFECTADOS CON *FUSARIUM OXYSPORIUM* F.1 A LOS DOS MESES DE CULTIVO (ALABOUVETTE, 1983)

Nº DE PROPAGULOS DE <i>F. OXYSPORIUM</i> F.SP. MELÓNIS APORTADOS POR G DE SUELO	PORCENTAJE DE PLANTAS VIVAS			
	SUELO SENSIBLE	SUELO INTERMEDIO	SUELO TOLERANTE	SUELO RESISTENTE
0	100	100	100	100
100	48	8	8	8
300	24	4	4	4
800	14	2	2	2
1000	14	2	2	2
2000	8	2	2	2
4000	4	2	2	2
8000	2	2	2	2

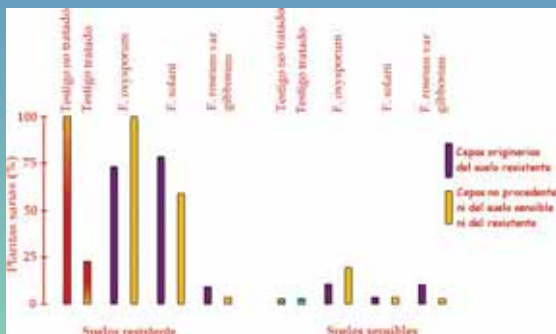
DELIMITACIÓN DEL FENÓMENO DE LA RESISTENCIA A LAS MICOSIS VASCULARES

- NATURALEZA MICROBIOLÓGICA
- TRANSMISIBILIDAD
- ESPECIFICIDAD

NATURALEZA MICROBIOLÓGICA

Los suelos supresivos no permitían la muerte de las plantas de melón por *F. o. melonis*

El responsable de la supresividad era un *F. oxysporum* no patógeno



TRANSMISIBILIDAD

La mezcla de una parte en volumen del suelo supresivo con 50 partes de uno no supresivo permitía reproducir el fenómeno en toda su magnitud en el suelo resultante.

ESPECIFICIDAD

El suelo supresivo a la fusariosis vascular del melón lo era también para otras fusariosis vasculares (clavel, tomate, etc.). El fenómeno no actuaba para otras fusariosis (*F. o. f.sp. radialis-lycopersici*) ni para otras micosis del suelo

¿CÓMO OCURRE LA COMPETICIÓN POR LOS “SITIOS” DE INFECCIÓN EN LA RAIZ? ¿CÓMO EN LA RIZOSFERA?

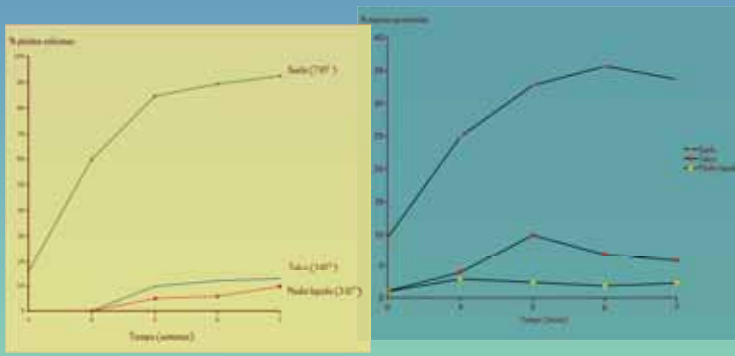
- El responsable de la resistencia era un *Fusarium oxysporum* no patógeno.
- La competición en la rizosfera y en la rizoplana ocurre por las fuentes carbonadas (azúcares) fácilmente asimilables. Cuando dichas fuentes se agotan se produce una competición por el hierro (Fe^{++}) e intervienen las bacterias fluorescentes del género *Pseudomonas*, que quelatan el hierro con sus sideroforos.

¿QUÉ RELACIÓN EXISTE ENTRE UNA SUELO RESISTENTE A UNA “TRAQUEOFUSARIOSIS” Y LA CONSIDERACIÓN DEL MEDIO EDÁFICO COMO “ENTE VIVO”?

La “memoria” del suelo

La “memoria” del suelo

Los propágulos del patógeno (*F. o. f.sp lin*) “recordaban” su origen nutritivo tanto para competir en la rizosfera como para enfermar a las plantas



¿QUÉ PASA CUANDO LA RAIZ DE UNA PLANTA ESTÁ MICORRIZADA?

EL SISTEMA SE COMPLICA MUCHO MÁS

La fatiga de los suelos agrícolas o fenómeno de las “tierras cansadas”. Su corrección agronómica y su corrección fitopatológica.

Fatiga por laboreo del suelo

Fatiga química: alelopática

Fatiga microbiológica



Pyrenochaeta lycopersici

MOTIVOS DE LA DESINFECCIÓN DEL SUELO EN PIMIENTO

☀️ PROBLEMAS FITOPATOLÓGICOS DEL SUELO

☀️ *Phytophthora capsici*

☀️ *Meloidogyne incognita*

☀️ FATIGA POR REITERACIÓN DEL CULTIVO

☀️ Reducción del desarrollo de las plantas

☀️ Mermas en la producción



Los patógenos

Síntomas de
Phytophthora capsici



Los patógenos



Daños de *Meloidogyne incognita*

Efectos depresivos de la reiteración sobre el desarrollo y la producción

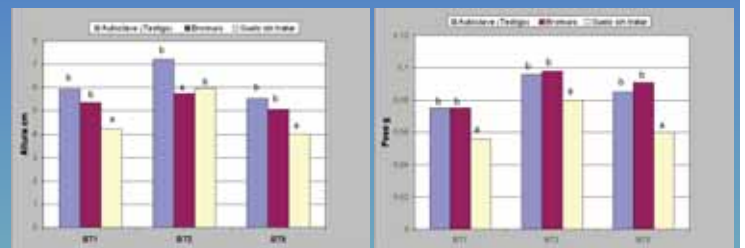
Invernadero de 12 años de cultivo reiterado de pimiento.
Sin patógenos del suelo

	Altura (cm)		Producción (kg/m ²)	
	97/98	98/99	97/98	98/99
BM 98:2 60 g/m ² PE	138,0 a	104,0 a	11,0 a	9,0 a
BM 98:2 30 g/m ² VIF	139,0 a	105,0 a	10,8 a	9,1 a
Testigo	107,0 b	77,0 b	6,3 b	3,6 b
Reducción en relación a BM	(22,5%)	(25,5%)	(42,8%)	(60,0%)

Efectos depresivos de la reiteración sobre el desarrollo y la producción

Invernadero de 2 años de cultivo reiterado de pimiento.
Contaminado de *M. incognita* (bajas poblaciones)

	Altura (cm)			Producción (kg/m ²)		
	98/99	00/01	01/02	98/99	00/01	01/02
BM 98:2 30 g/m ²	182,0 a	164,0 a	160,0 a	12,2 a	11,3 a	8,3 b
B+S PE 200 GG	179,0 a	157,0 b	161,0 a	12,0 a	11,4 a	9,3 a
Testigo	177,0 b	143,0 c	140,0 b	10,7 b	9,4 b	7,0 c
Reducción	(2,8%)	(22,5%)	(12,7%)	(12,8%)	(17,0%)	(24,8%)

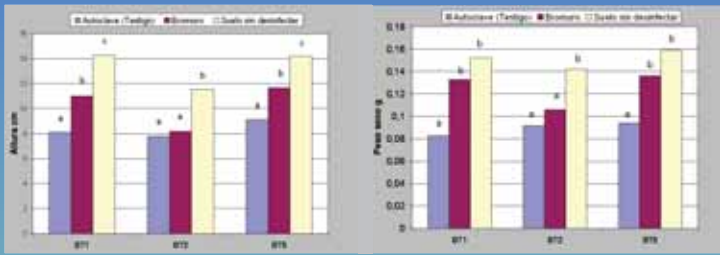


Especificidad de la fatiga



Respuesta de plantas de pimiento (altura y peso seco) en fracciones de suelos de invernaderos comerciales desinfectadas en laboratorio en autoclave, bromuro y no desinfectadas.

BT1 = suelo desinfectado con bromuro
BT2 = suelo desinfectado con Telone C-35
BT5 = suelo no desinfectado

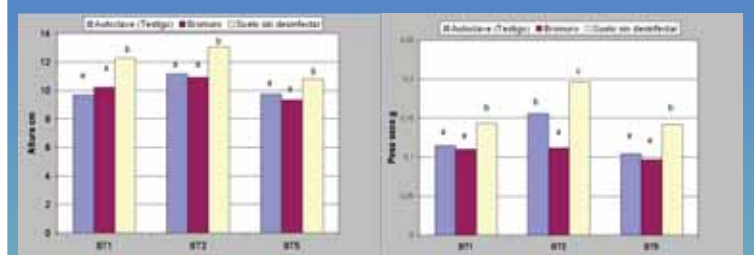


Especificidad de la fatiga



Respuesta de plantas de apio (altura y peso seco) en fracciones de suelos de invernaderos comerciales desinfectadas en laboratorio en autoclave, bromuro y no desinfectadas.

BT1 = suelo desinfectado con bromuro
 BT2 = suelo desinfectado con Telone C-35
 BT5 = suelo no desinfectado



Especificidad de la fatiga



Respuesta de plantas de lechuga (altura y peso seco) en fracciones de suelos de invernaderos comerciales desinfectadas en laboratorio en autoclave, bromuro y no desinfectadas.

BT1 = suelo desinfectado con bromuro
 BT2 = suelo desinfectado con Telone C-35
 BT5 = suelo no desinfectado

CONTROL DE LAS ENFERMEDADES DE ORIGEN EDÁFICO O TELÚRICAS

¿Cuándo es necesario desinfectar el suelo para el control de las enfermedades de plantas?

Eficacia de las desinfecciones del suelo:

Desinfección química.

Desinfección no química.

BROMURO DE METILO

9th Meeting Montreal Protocol (1997)

Países del artículo 2º del protocolo:

70% reducción 2003

Eliminación 2005

Países del artículo 5º del protocolo:

20% reducción 2005

Eliminación 2015



Usos en 2007
E.E.U.U. 6218,395 t
Japón 629,672 t

ALTERNATIVAS AL BROMURO DE METILO PARA LA DESINFECCIÓN DE SUELOS

(RECOMENDACIONES DE LA F.A.O)

Vapor de agua
Irradiación
Control biológico
Quema de rastrojos
Medios mecánicos

Solarización
Biofumigación
Bandejas flotantes
~~Moléculas químicas~~
~~Hidroponía~~

(FAO, 2001)

ALGUNOS MÉTODOS INTERESANTES

- A. DESINFECCIÓN CON VAPOR DE AGUA
- B. DESINFECCIÓN MECANICA
- C. SOLARIZACIÓN
- D. OTROS MÉTODOS
- E. COMPOSTAS
- F. BIOFUMIGACIÓN

DESINFECCIÓN CON VAPOR DE AGUA

FUNDAMENTO

- Cambio de fase del vapor húmedo (condensación)
- Alta volatilidad del agua

EQUIPO NECESARIO

- Caldera con resistencias eléctricas o mediante la combustión de gasoil
- 400 kg-h-1 de vapor a 3 bar de presión.
- Tuberías que se colocan en el suelo, que posteriormente es tapado con una lámina de plástico o de lona
- Precio: 50.000 €.

APLICACIÓN

- Temperatura
- Uniformidad de la distribución del gas
- Profundidad del suelo alcanzada por el vapor
- Preparación previa del terreno (entre 10 y 16 cm)

CONDICIONES NECESARIAS

- Humedad cercana a la capacidad de campo en el momento de la aplicación
- Suelo no compactado, de textura media, bien provisto de materia orgánica, pero sin aplicaciones recientes de abonos orgánicos, con contenidos medios de manganeso, y contenidos medios de amoníaco, anhídrido sulfuroso y baja salinidad.

EFICACIA

		Temperatura (°C)	Tiempo de exposición (min)
Bacterias nitrificadoras	La mayor parte de las bacterias	60-70	10
	Bacterias termotolerantes	90	30
	La mayor parte de los hongos patógenos	60	30
Bacterias amonificadoras	La mayor parte de los actinomicetos	90	30
	Nematodos foliares	49	15
	<i>Anguillulina dipsaci</i>	56	11
	<i>Heterodera marioni</i>	48	15
	<i>Meloidogyne incognita</i>	48	10
	<i>Pratylenchus penetrans</i>	49	10
AMONIACO	La mayor parte de los virus	100	15
MANGANESO Anhídrido sulfuroso	Insectos y ácaros	60-70	30
	Gusanos, babosas y ciempiés	60	30
	La mayor parte de las malas hierbas	70-80	15

Inactivación térmica de las más importantes enfermedades y plagas. Jarvis (1998).

VENTAJAS

- Amplio espectro de actuación
- Plantación inmediata

DESVENTAJAS

- Rápida colonización posterior ("efecto bumerang")
- Alto consumo energético
- Fitotoxicidades
- Inversión elevada

DESINFECCIÓN

MECÁNICA

FUNDAMENTO

- *Exponer órganos y organismos subterráneos*
- *Efecto térmico*

EQUIPO NECESARIO

- *Aperos para volteo y tractor*



APLICACIÓN

- *Sensibilidad del patógeno*
- *Antes de floración*
- *Antes de los meses más calurosos*
- *Profundidad*

EFICACIA

- *Estructuras de conservación de los patógenos*
- *Previo a solarización*

VENTAJAS

- *Abono verde*
- *Preparación del terreno*

DESVENTAJAS

- *Permanencia estructuras resistentes*
- *Alto consumo energético*

EL CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LAS ENFERMEDADES EN CULTIVOS PROTEGIDOS Y HORTÍCOLAS NO PROTEGIDOS

Micorrizas y su utilidad en el control de enfermedades

Hongos antagonistas micoparásitos. Utilidad de *Trichoderma*, *Verticillium*, *Gliocladium* y otros.



COMPOSTA

ANTAGONISMOS

ANTIBIOSIS



Control *V. fungicola*

AMV15- *V. fungicola*

Bacterias antagonistas:

Caso especial de las rizobacterias y la resistencias inducida y adquirida

Caso de las bacterias, actinomicetos y levaduras en el control de parásitos del suelo y de la parte aérea de las plantas

COMPOSTA

ANTAGONISMOS

FUNGISTASIS



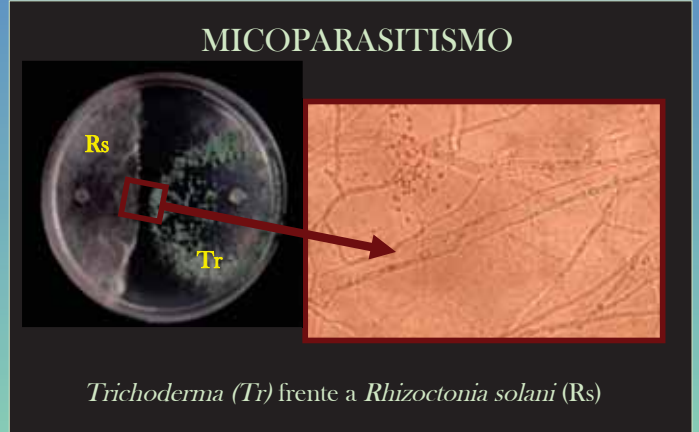
Rizobacterias

El uso de *Bacillus subtilis* y *Bacillus pumilus* en el estado de plántula, no proporcionó en el campo ninguna protección a las plantas de pimiento frente a *Phytophthora capsici* y *Meloidogyne incognita*

COMPOSTA

ANTAGONISMOS

MICOPARASITISMO

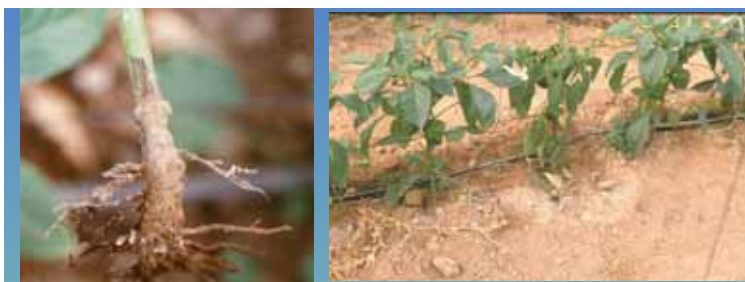


Trichoderma (Tr) frente a *Rhizoctonia solani (Rs)*

Eficacia sobre la “Fusariosis vascular” de dos desinfecciones diferentes. San Pedro del Pinatar (Murcia). Valoración a los 7 y 14 meses de cultivo.

DESINFECCIÓN CON METAM-SODIO (4.000 l/ha)					DESINFECCIÓN CON BROMURO DE METILO (70 g/m ²)				
Variedad	Núm. Total plantas cultivadas	Núm. de plantas valoradas	Porcentaje de plantas enfermas y muertas		Variedad	Núm. Total plantas cultivadas	Núm. de plantas valoradas	Porcentaje de plantas enfermas y muertas	
			7 meses	14 meses				7 meses	14 meses
Sarinah	5184	1296	0.77	2.39	Le Réve	7700	1650	3.33	4.67
Doris	9072	2592	11.81	30.63	Jerry	825	825	-	67.88
Emir	10368	2592	20.72	47.41	Can-Can	13750	3300	8.79	37.30

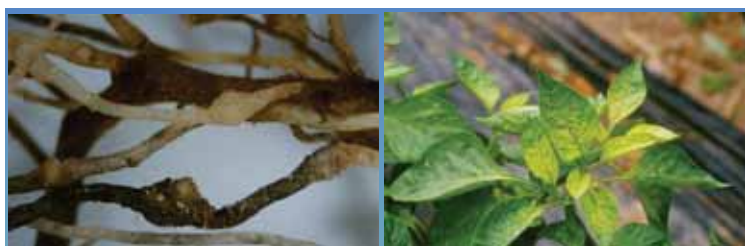
UN MODELO EL CULTIVO DE PIMIENTO EN EL CAMPO DE CARTAGENA



Los patógenos



Síntomas de *Phytophthora capsici*



Los patógenos



Daños de *Meloidogyne incognita*

QUÍMICAS

a) Reducción de dosis de BM:

- BM 98:2 a 30 g/m² plástico VIF
- BM 98:2 a 15 g/m² plástico VIF
- BM 67:33 a 30 g/m² plástico VIF
- BM 50:50 a 30 g/m² plástico VIF

b) Cloropicrina EC a 50 g/m² plástico PE, agua de riego.

c) Metam sodio (50 LS) a 150 g/m² PE, agua de riego.

d) Dazomet (98 GR) a 60 g/m² PE, enterrado.

e) Óxido de propileno (300-600l/ha), agua de riego

f) Dimetil disulfido (60-80g/m²), agua de riego

g) 1,3 dicloropropeno (60,5%) + cloropicrina (33,3%) a 50 g/m² PE, agua de riego

NO QUÍMICAS

Biofumigación + solarización

Fechas de aplicación

7 kg/m² estiércol fresco oveja (EFO) + 3 kg/m² gallinaza
Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre.

Enmiendas

7 kg/m² EFO + 3 kg/m² gallinaza

7 kg/m² EFO + 0,5 kg/m² harina soja

7 kg/m² EFO + 0,25 kg/m² urea

Reiteración de la aplicación consecutiva

1 año 7 kg/m² EFO + 3 kg/m² gallinaza

2 años 5 kg/m² EFO + 2,5 kg/m² gallinaza

3 años 4 kg/m² EFO + 2 kg/m² gallinaza

4 años 3 kg/m² EFO + 1,5 kg/m² gallinaza

5 años 2 kg/m² EFO + 0,5 kg/m² gallinaza

6 años 2 kg/m² EFO + 0,5 kg/m² gallinaza

La biofumigación + solarización y la mejora del suelo agrícola

ALTERNATIVAS QUÍMICAS

A). Reducción de dosis de BM

Suelos con *P. capsici* y *M. incognita*

	% plantas <i>P. capsici</i>	% plantas <i>M. incognita</i>	Índice nodul. <i>M. incognita</i>	Producción com. (kg/m ²)
BM 60 g/m ² PE	7,7 a	12,5 a	0,23 a	9,4 a
BM 30 g/m ² VIF	12,6 ab	6,3 a	0,10 a	8,9 a
BM 15 g/m ² VIF	19,5 b	2,7 a	0,65 a	7,2 b
CONTROL	53,4 c	62,5 b	3,70 b	3,3 c

B). Cloropicrina. Dosis de aplicación

Suelos con *P. capsici* y *M. incognita*

Tratamiento	% <i>P. capsici</i>	% plantas <i>M. incognita</i>	Índice nodulación	Producción comercial (kg/m ²)
BM 98:2, 60 g/m ²	0,0 a	10,0 a	0,3 a	10,2 a
Cloropic, 30 g/m ²	4,9 b	30,0 b	1,5 b	8,4 b
Cloropic, 40 g/m ²	2,5 ab	26,7 b	1,4 b	8,7 b
Cloropic, 50 g/m ²	0,5 a	13,3 a	0,4 a	9,2 ab
Testigo	33,8 c	76,7 c	4,0 c	5,8 c

C). Metam sodio. Eficacia

Suelos con *P. capsici* y *M. incognita*

	% plantas <i>P. capsici</i>	% plantas <i>M. incognita</i>	Índice nodul. <i>M. incognita</i>	Produc. com. (kg/m ²)
BM 60 PE	6,9 a	8,3 a	0,1 a	7,6 a
Metam 150 PE	30,1 b	63,0 b	2,6 a	6,6 b
Control	25,3 b	80,1 c	3,8 b	6,7 b

D). Dazomet. Eficacia

Suelos con *P. capsici* y *M. incognita*

	% plantas <i>P. capsici</i>	% plantas <i>M. incognita</i>	Índice nodul. <i>M. incognita</i>	Produc. com. (kg/m ²)
BM 60 PE	8,9 a	15,3 a	0,7 a	6,8 a
DAZOMET	18,5 b	54,2 b	2,3 b	5,0 b
CONTROL	25,1 c	55,5 b	2,1 b	5,2 b

E). Oxido de propileno. Eficacia

Suelos con *P. capsici* y *M. incognita*

Tratamiento	% <i>P. capsici</i>	% plantas <i>M. incognita</i>	Índice nodulación	Producción com. (kg/m ²)
BM 98:2, 60 g/m ²	0,0 a	10,0 a	0,3 a	10,2 a
O. propileno 600L/ha	4,1 b	50,0 b	2,5 b	9,2 a
O. Propileno 800L/ha	2,0 ab	0,0 a	0,0 a	9,8 a
Testigo	33,8 c	76,7 c	4,0 c	5,8 c

F). Dimetil disulfito. Eficacia

Suelos con *P. capsici* y *M. incognita*

Tratamiento	% <i>P. capsici</i>	% plantas <i>M. incognita</i>	Índice nodulación	Producción com.1 (kg/m ²)
BM 98:2, 60 g/m ²	6,3 a	16,7 a	0,5 a	7,2 a
DMDS 60 g/m ²	46,1 b	83,3 b	3,1 b	3,2 b
DMDS 80 g/m ²	33,9 b	70,0 b	2,3 a	3,4 b
Testigo	40,1 b	86,7 b	4,0 c	3,6 b

G). 1,3-dicloropropeno + cloropicrina

Características químicas

Estado físico: líquido claro moderadamente volátil

Color: ámbar a pardo

Olor: penetrante e irritante

Densidad a 20° : 1,3

pH : 6,9

Solubilidad en agua a 20° : 0, 2g/100g

Punto de ebullición: 93°C

Punto de inflamación: 25°C

Tensión de vapor a 20° : 30mm Hg

Corrosivo: aluminio, cobre, polivinilo, polietileno de baja densidad

G). 1,3-dicloropropeno + cloropicrina

Forma de aplicación

- Preparación del terreno
- Extensión de los ramales de emisores
- Comprobación del riego
- Postura del plástico y enterrado en los bordes
- Riego en dos o tres días antes de la aplicación
- Aplicación mediante un venturi: concentración y duración de la aplicación
- Riego posterior a la aplicación
- Permanencia del plástico de sellado: 21 días



Preparación del terreno

Extensión de mangueras y comprobación del riego



Postura del plástico transversal



Postura del plástico longitudinal

En el sentido de las mangueras

Humedecimiento del suelo

Mangueras dobles



Mangueras sencillas





Aplicación con venturi



Inyección



Inyección presurizando



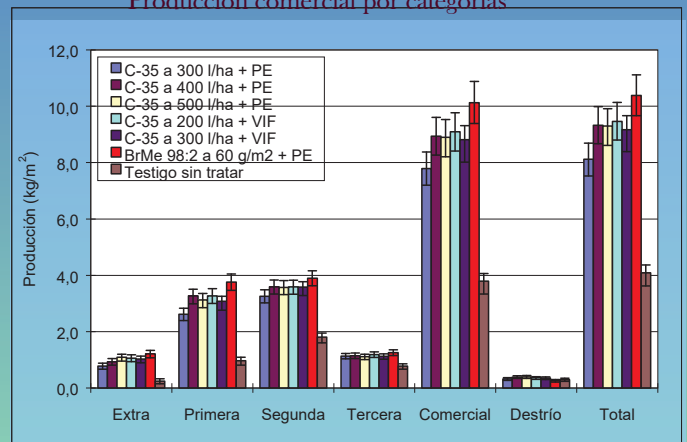
G). 1,3-dicloropropeno + cloropicrina
Eficacia Dosis de aplicación y plástico de sellado

Eficacia frente a patógenos y malas hierbas

Tratamientos	% plantas <i>P. capsici</i>	% plantas con <i>M. incognita</i>	Índice nodulación <i>M. Incognita</i> (0-10)	Índice de malas hierbas(0-3)
1,3-D+Pic 300 L ha ⁻¹ PE	21,7 c	16,6 ab	0,66 abc	0,44 ab
1,3-D+Pic 400 L ha ⁻¹ PE	8,6 b	0,0 a	0,00 a	0,50 ab
1,3-D+Pic 500 L ha ⁻¹ PE	5,0 ab	4,16 ab	0,12 a	0,34 a
1,3-D+Pic 200 L ha ⁻¹ VIF	10,7 b	8,3 ab	0,33 ab	0,69 bc
1,3-D+Pic 300 L ha ⁻¹ VIF	7,0 ab	20,8 b	1,16 bc	0,56 ab
BrMe 98:2 60 g m ⁻² PE	4,2 a	0,0 a	0,00 a	0,53 ab
Control	50,0 d	25,0 b	2,10 c	0,96 c

G). 1,3-dicloropropeno + cloropicrina.
Eficacia Dosis de aplicación y plástico de sellado

Producción comercial por categorías



ALTERNATIVAS NO QUÍMICAS

Biofumigación y solarización

Biofumigación

Aprovecha los gases de la biodescomposición de la materia orgánica

Solarización

Aprovecha la energía solar que incide en el suelo

• BIOFUMIGACIÓN

Especies de Brassica enterradas en verde



Glucosinolatos

Isotiocianatos

Metil isotiocianato

Alil isotiocianato

Otros compuestos

Amonio

Furfural

Etc.

Hasta 8 compuestos por especie
Más de 100 compuestos en total

Biofumigación + solarización



Acción desinfectante de suelo



Control de enfermedades fúngicas

Control de nematodos fitopatógenos

Control de malas hierbas

Efecto sobre el desarrollo de las plantas

Efecto sobre la producción

Biofumigación + Solarización



Acción sobre las características del suelo



- Sobre las características químicas
 - Elementos disponible y asimilables
- Sobre las características físicas
- Sobre la composición de la microbiota
 - Sobre la capacidad enzimática
- Sobre la sostenibilidad del sistema
- Sobre las estrategias del manejo

Fechas de iniciación de la aplicación En relación al ciclo de cultivo

Enmienda utilizada

7 kg/m² estiércol fresco oveja + 3 kg/m² gallinaza

Fechas

Última semana de julio

Última semana de agosto

Primera semana de septiembre

Primera semana de octubre

Primera semana de noviembre

Tipos de enmienda

- 7 kg/m² estiércol fresco de oveja + 3 kg/m² de gallinaza
- 7 kg/m² estiércol fresco de oveja + 0,5 kg/m² de harina de soja

Reiteración de la aplicación al mismo suelo

- 1^{er} año: 7 kg/m² estiércol fresco oveja + 3,0 kg/m² gallinaza
- 2^o año: 5 kg/m² estiércol fresco oveja + 2,5 kg/m² gallinaza
- 3^{er} año: 4 kg/m² estiércol fresco oveja + 2,0 kg/m² gallinaza
- 4^o año: 3 kg/m² estiércol fresco oveja + 1,5 kg/m² gallinaza
- 5^o año: 2 kg/m² estiércol fresco oveja + 0,5 kg/m² gallinaza
- 6^o año: 2 kg/m² estiércol fresco oveja + 0,5 kg/m² gallinaza
- 7^o año: 2 kg/m² estiércol fresco oveja + 0,5 kg/m² gallinaza

Proceso de biofumigación + solarización

- Triturado de los restos del cultivo anterior
- Incorporación enmiendas mediante labores
- Extensión de ramales de riego por goteo
- Colocación del plástico de sellado (PE, 200 GG)
- Riego durante 3 ó 4 horas dos días consecutivos
- Retirada de los plásticos a las 6 semanas

Triturado de restos, adición de enmienda y preparación del terreno



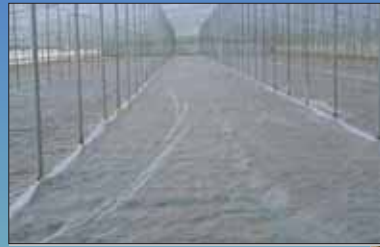
Enterrado de las enmiendas



Extensión de ramales de riego

Comprobación del funcionamiento





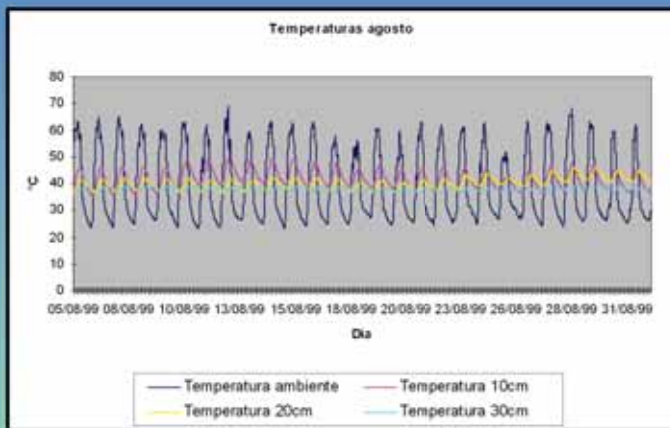
Sellado con plástico en invernaderos comerciales



Suelo después de levantar el plástico

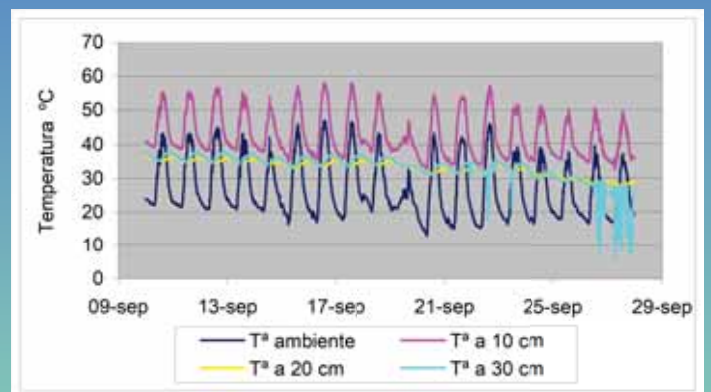


Temperaturas a diferentes profundidades



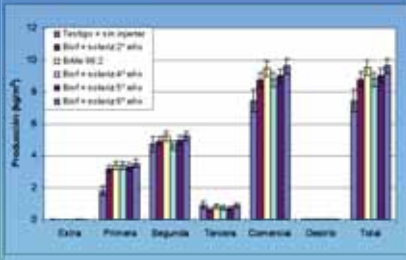
Agosto

Temperaturas a diferentes profundidades



Septiembre

Reiteración de la aplicación Hasta 6º año



Producción comercial por categorías

	Índice malas hierbas	% plantas <i>M. incognita</i>	Índice nodulación	Altura plantas	Prod. com. (kg/m ²)
BM 98:2 30 g/m ²	0,04 a	0,00 a	0,0 a	142,0 a	9,4 a
B+S 2º año	0,71 b	53,33 b	2,7 c	144,0 a	8,8 a
B+S 4º año	0,33 b	20,0 ab	0,7 ab	145,0 a	8,9 a
B+S 5º año	0,17 a	33,33 ab	1,0 b	141,0 a	9,1 a
B+S 6º año	0,37 ab	13,3 ab	0,3 a	144,0 a	9,6 a
Testigo	1,68 c	100,0 c	3,8 d	125,0 b	7,2 b

