

Gases fumigantes

Tratamiento con DD como alternativa al Bromuro de Metilo

El amplio espectro nematicida y su acción frenante de hongos hacen del DD un buen desinfectante del suelo que cumple con las cualidades exigidas en este tipo de productos



A la izquierda, incorporación del DD a la red de riego mediante un inyector Venturi. En la imagen superior, detalle del Venturi.



D. González Pedreño

Cyanamid Ibérica, S.A.

En este trabajo se analiza el uso de DD como posible solución al vacío que se podría crear en las prácticas de desinfección de suelos en el caso de que el Bromuro de Metilo fuera retirado del mercado por razones de seguridad medioambiental.

La alta volatilidad de DD le permite participar de las ventajas de los gases fumigantes siendo, sin embargo, de manejo mucho más sencillo al presentarse en forma líquida y poder ser incorporado incluso mediante el agua de riego.

El amplio espectro nematicida de este producto y su acción destructiva sobre la parte vegetativa de las plantas, cumplen dos importantes cualidades exigidas a los desinfectantes del suelo. Igualmente DD ofrece acción frenante de hongos que le permite mejorar la eficacia de los tratamientos

fungicidas de suelo.

Por otra parte, su acción selectiva sobre la microflora del suelo favorece la fijación y asimilación de nitrógeno atmosférico por los cultivos.

Todo ello, junto con la versatilidad de su manejo, lo hacen una alternativa idónea para el caso de supresión de uso del Bromuro de Metilo.

Introducción

DD es un producto autorizado para realizar tratamientos de desinfección de suelos, antes de realizar la siembra o plantación de los cultivos a proteger.

La aplicación para la que está autorizado DD es la eliminación de nematodos infestantes de los cultivos hortícolas, industriales, tabaco, ornamentales, frutales, cítricos y vid. No obstante, este producto tiene otra serie de efectos laterales, que se analizan en esta comunicación y que es útil conocerlos para un mejor aprovechamiento de estos tratamientos.

Si por razones de orden medioambiental se adopta a nivel internacional la decisión de eliminar o reducir el uso de Bromuro de Metilo, DD constituye, sin duda, una alternativa para conseguir un efecto fitoterapéutico equivalente en la mayoría de los casos, bien utilizado solo o en combinación con otros tratamientos o técnicas adecuados a cada situación concreta.

En los siguientes apartados se hace un análisis general de todas estas posibilidades, al objeto de facilitar a los técnicos y a los agricultores una guía que les permita obtener la mayor utilidad de la aplicación de DD.

Composición y características

La composición y características del DD es la siguiente:

- Materia activa: 1,3 Dicloropropeno (mínimo 95% p/p).
- Isómeros: Cis y trans (aproximadamente en la proporción 53-47%, a ambos isómeros se les considera de una eficacia similar).
- Apariencia (20°C): Líquido de coloración entre amarilla y ámbar, olor acre.
- Solubilidad: Ligeramente soluble en agua (2,0 g/l) y soluble en disolventes halogenados, ésteres y cetonas.
- Coeficiente de partición: 65,8 (Octanol/agua).
- Presión de vapor: 3,76 x 103 Pascales a 20°C.
- Densidad (20°C): 1,21 g/l.
- Punto de ebullición: 106-116°C.
- Punto de destello: 31°C.

El valor relativamente bajo del coeficiente de partición (Octanol/agua) es indicativo también de un re-

Cuadro 1:
Actividad del DD contra distintos géneros de nematodos fitoparásitos

Género	Principales Especies	Principales Cultivos	Transmisor Virosis	Forma Quistes
<i>Xiphinema</i>	<i>X. index</i>	viña	si	no
<i>Pratylenchus</i>	<i>P. penetrans</i>	arbóreos	no	no
<i>Tylenchus</i>	<i>T. sempipenetrans</i>	cítricos	no	no
<i>Meloidogyne</i>	<i>M. incognita</i>	solanáceas	no	no
<i>Heterodera</i>	<i>H. schachtii</i>	crucíferas	no	si
<i>Globodera</i>	<i>G. rostochiensis</i>	patata	no	si

DD 92 se aplica como líquido pero, una vez en el suelo, se volatiliza y difunde como vapor, dependiendo su eficacia de la posibilidad de difusión en el suelo sobre el que se aplica. La difusión es mejor en suelos ligeros que en los pesados, o con alto contenido en materia orgánica.

Las temperaturas muy bajas y la presencia de agua en exceso son circunstancias que dificultan la difusión del fumigante. Igualmente la presencia de terrones puede disminuir la eficacia, debido a que algunos nematodos pueden refugiarse en éstos.

Los mejores resultados se consiguen cuando el suelo está mullido, con jugo y su temperatura se encuentra entre 10 °C y 27 °C.

Actividad nematicida

DD es muy activo contra un amplio espectro de nematodos fitoparásitos, entre los que cabe destacar, por su relevancia en nuestros cultivos, los que se reflejan en el cuadro 1.

Algunos datos expuestos en el cuadro 1 confirman este modo de actuación concretamente contra la especie fitopatógena más común en cultivos hortícolas (*Meloidogyne incognita*), son los siguientes:

A) Evolución del ataque radicular de *Meloidogyne spp* en tres ensayos realizados en el cultivo de tomate en Almería en el año 1988. Se aplicaron tres dosis del isomero Cis en comparación con la dosis standard de DD (ver cuadro 2). Los datos del cuadro 2 nos muestran la prolongada eficacia del

Cuadro 2:
Resultado de los ensayos a tres dosis del isómero Cis en comparación con la dosis estandar de DD

Tratamientos	Dosis (kg ia/ha)	DDT			
		61	75	84	99
Cis, 1-3 Dicloropropeno	80	0	0	0	0
Cis, 1-3 Dicloropropeno	110	0	0	0	0
Cis, 1-3 Dicloropropeno	150	0	0	0	0
1-3 Dicloropropeno	220	0	0	0	0
Testigo		3.0	3.0	4.0	5.0

Se evaluaron los daños de acuerdo con una escala 0 - 5, en la que el significado de cada valor era el siguiente: 0 Sin agallas, 1 1-5 agallas, 2 6-25 agallas, 3 26-100 agallas, 4 Ataque moderado, numerosas agallas, 5 Ataque fuerte, agallas en racimos.

lativamente reducido potencial de bioacumulación.

Su elevada volatilidad (Presión de vapor) posibilita su penetración completa en el interior del suelo, y consecuentemente su elevada eficacia, a la vez que hace recomendable el sellado de la superficie para evitar pérdidas de producto durante su período de actuación.

Las formulaciones más usuales son la inyectable (95% p/p) y la emulsionable (90% p/p), esta última para su aplicación a través del agua de riego.

Toxicología aguda

Refiriéndonos a la formulación de más frecuente uso en cultivos hortícolas (emulsionable), los datos de toxicología aguda son los siguientes:

- En mamíferos:
 - DL50 Oral (Rata): 127 mg/kg.
 - DL50 Dermal (Rata): 423 mg/kg.
 - CL50 Inhalación (Rata): 729 ppm.
- En organismos acuáticos:
 - CL50 Daphnia: 6,2 mg/l.
 - CL50 96h Lepomis: 6,1 mg/l.
 - CL50 96h Cyprinodon: 1,8 mg/l.

La clasificación oficial de peligrosidad de este formulado es la siguiente:

- Para el hombre, según RD 3349/1983: Tóxico.
- Peligrosidad para la fauna terrestre: Categoría B (Media).
- Peligrosidad para la fauna acuícola: Categoría B (Media).

Modo de actuación en el suelo



Raíces atacadas por *Meloidogyne spp*.

tratamiento cuando se realiza en óptimas condiciones, aún a pesar de la elevada infestación de *Meloidogyne* en el campo objeto del ensayo.

B) Evolución de la población de nematodos en un cultivo de berenjena en Almería tratado con DD en la temporada 1995-96, comparando en la última evaluación la parte correctamente tratada, con otra que había recibido entre el 50% y el 70% de la dosis (cuadro 3). Estos datos nos confirman la prolongada eficacia biológica (6 meses) de un tratamiento correcto con DD, frente a una reinvasión más rápi-

Cuadro 3:
Evolución de la población de nematodos en un cultivo de berenjena tratado con DD en la temporada 95/96

Momento Aplicación	NEM./100 ml del suelo	Nota
19-06-95	14.760	99,9% <i>Meloidogyne</i>
21-09-95	410	no hay presencia de fitoparásitos
08-01-96 (aplicación correcta)	3.330	75% <i>Meloidogyne</i>
08-01-96 (aplicación deficiente)	18.810	97% <i>Meloidogyne</i> 3% Saprofitos



da cuando el tratamiento realizado no es el correcto.

Cultivo de berenjenas con raíces atacadas por nematodos

Efectos laterales: Microflora del suelo

DD reduce considerablemente las bacterias nitrificantes (*Nitrosomonas*) durante un período de 40-50 días después del tratamiento, pero tiene un efecto muy ligero sobre las bacterias fijadoras de nitrógeno.

Como consecuencia de estos efectos, se produce una fijación de nitrógeno en formas amoniacales que no se transforma inicialmente en formas nítricas, con los consiguientes efectos sobre el cultivo:

- Se impiden las pérdidas de nitrógeno en forma nítrica, mucho más susceptible de lixiviación que las formas

amoniacales.

- Sigue existiendo disponibilidad de nitrógeno para aquellas plantas capaces de utilizar las formas amoniacales, como son las solanáceas y las compuestas.

- En aquellos otros cultivos que utilizan con mayor dificultad las formas amoniacales, puede ser necesario un aporte inicial de nitrógeno.

No obstante, transcurridos unos 2-3 meses, la recuperación de la población de *Nitrosomonas* es total, produciéndose el consiguiente incremento de formas nítricas directamente disponibles por la mayoría de los cultivos.

Como consecuencia de este efecto, se aprecia en los cultivos cuyos suelos de asiento han sido previamente tratados con DD, un aumento de vigor que no se aprecia cuando el tratamiento se realiza con otro tipo de nematicidas.

Algunos autores atribuyen este aumento patente de vigor también a otros efectos relacionados con el comportamiento de DD con la microflora del suelo, así Boyd (1961), lo atribuía a las siguientes razones:

Cuadro 4:
Ensayo donde se aplicó la dosis estandar de PCNB en mezcla con distintas dosis de DD

Tratamiento/Dosis	Hongos de suelo (1)			Desarrollo vegetativo (2)		
	DDT:15	30	45	15	30	45
DD+PCNB 200 (kg/ha)	0	7	3	+	+	+
DD+PCNB 300 (kg/ha)	0	2	1	+	+	++
DD+PCNB 400 (kg/ha)	0	4	0	+	++	+++
DD+PCNB 600 (kg/ha)	0	1	1	+	+++	+++
Standar 1200 (kg/ha)	0	5	16	+	+	+
Testigo	0	8	22	-	-	-

(1) Nº de plantas afectadas de cada 100 observadas

(2) Respuesta del cultivo con respecto al testigo

- Incremento de amonio, nitratos y algunos aminoácidos.

- Estimulación del crecimiento como consecuencia del aumento de la población de *Pseudomonas fluorescens*.

- Ventaja de las bacterias fijadoras de nitrógeno más eficientes sobre las menos eficientes, citándose entre las primeras: *Anthrobacter globiformis*, *Pseudomonas spp*, *Corynebacteriaceae* y *Pseudomonaceae*.

En resumen, el efecto lateral de DD sobre la microflora del suelo, tiene como consecuencia un mayor vigor del cultivo, que no se obtiene mediante el uso de otros nematocidas.

Efectos laterales: Frente de hongos parásitos

A DD se le reconoce efecto fungicida sobre un amplio espectro de

Si por razones de orden medioambiental se adopta a nivel internacional la decisión de eliminar el uso del Bromuro de Metilo, el DD constituye una alternativa para conseguir el efecto fitoterapéutico equivalente en la mayoría de los casos, bien utilizado solo o en combinación con otros tratamientos o técnicas adecuadas a cada situación

hongos parásitos, aunque éste no es suficiente por sí mismo para procurar la protección normalmente exigida, sobre todo en el caso de fuertes infecciones.

Entre los hongos parásitos sobre los que existen citas en la que se comprueba un efecto fungicida limitado, se encuentran los siguientes:

- Crucíferas: *Plasmodiophora brassicae*.
- Claveles: *Fusarium oxysporum*.
- Patata: *Verticillium albo-atrum*
- Espinaca: *Pythium spp*, *Fusarium solani* y *F oxysporum*.
- Tabaco: *Phytophthora parasiticae*.
- Tomate: *Verticillium albo-atrum*.
- Sandía: *Fusarium oxysporum*.

Aunque el citado efecto fungicida no es suficiente por sí solo para dar un



Síntomas externos de un ataque de nematodos.

control satisfactorio de los patógenos mencionados, sí supone en muchas ocasiones un suplemento nada despreciable a otros tratamientos fungicidas.

En el cuadro 4 se exponen los datos de un ensayo realizado en Águilas (Murcia) en una parcela sobre la que se aplicó la dosis «standard» de PCNB en mezcla con distintas dosis de DD y en comparación con otro nematocida al que se le supone efecto fungicida.

El tratamiento se realizó el 2 de junio y el trasplante se llevó a cabo el 10 de julio siguiente.

Estos datos son indicación del buen efecto fungicida de la combinación DD/PCNB, con respuesta positiva al incremento de la dosis de DD. Igualmente se observa el efecto positivo sobre el vigor del cultivo, que pue-

de estar influenciado por el efecto a que nos hemos referido en el apartado anterior.

Otros efectos laterales

DD tiene reconocido efecto insecticida sobre larvas de *Melolontha melolontha* y otros insectos de suelo.

Igualmente DD controla numerosas malas hierbas, entre las que se encuentran *Sorghum halepense* y *Convolvulus arvensis*, siempre que los vapores alcancen toda la parte vegetativa.

En general, cualquier planta que se encuentre en desarrollo vegetativo es eliminada por los efectos de los vapores de DD, efecto que puede ser utilizado cuando el riego de aplicación o sellado del tratamiento provoca la ger-

minación de las semillas de las infestantes.

Forma de uso

La forma de uso de las dos formulaciones más utilizadas de DD es la siguiente:

● DD inyectable

Utilizar siempre en terreno libre de cultivos, antes de realizar la siembra o trasplante.

tes de realizar la siembra o trasplante.

Realizar la incorporación del producto mediante el agua de riego.

Al objeto de asegurar la máxima uniformidad, si se utiliza riego por inundación, las parcelas han de estar bien niveladas, y si se emplea en riego por goteo, el grado de recubrimiento de la superficie mojada debe ser el máximo posible.

Para el caso de incorporación del

dependiendo de la dosis aplicada y de acuerdo con las instrucciones del fabricante para cada caso.

Una vez transcurrido el período de actuación de los vapores, se debe eliminar el mulching de sellado. Realizada esta labor, el suelo queda en disposición de recibir la siembra o el trasplante.

Conclusión

El tratamiento con DD como al-



Cultivo de berenjena atacado por enfermedades del suelo. A la izquierda, síntomas producidos por un ataque de nematodos. En la imagen superior, un detalle de las raíces con ataque por *Meloidogyne spp.*

Realizar la aplicación mediante inyectores apropiados, dando a continuación una labor de sellado, preferiblemente con un rulo u otro apero que compacte la superficie del suelo. Un «mulching» con lámina de plástico tiene el mismo efecto, o incluso puede lograr un sellado más perfecto.

El suelo debe permanecer sellado durante un período de 6 a 8 semanas, dependiendo de la dosis aplicada y de acuerdo con las instrucciones del fabricante para cada caso.

Una vez transcurrido el período de actuación de los vapores, se debe eliminar el sellado mediante una labor mecánica o eliminación del mulching.

Realizada esta labor, el suelo queda en disposición de recibir la siembra o el trasplante.

● DD emulsionable

Como en el caso anterior, utilizar siempre en terreno libre de cultivos, an-

DD mediante el sistema de riego por goteo, se ha desarrollado una técnica consistente en la aspiración del producto directamente desde el envase por medio de un dispositivo Venturi, que lo inyecta directamente en la red de riego.

Esta técnica de inyección mediante Venturi, tiene la ventaja de evitar todo contacto del operador con el producto y la consiguiente reducción de riesgos de manipulación. No obstante, este sistema no se debe utilizar nunca cuando la red de riego está conectada con una red de suministro más general.

El sellado se puede realizar mediante el propio riego de inundación, aunque es preferible complementarlo con un mulching de plástico, que es siempre necesario en caso de riego por goteo.

El suelo debe permanecer sellado durante un período de 6 a 8 semanas,

alternativa al Bromuro de metilo, ofrece las siguientes posibilidades:

- Muy buena eficacia contra nematodos.
- Incremento inicial del vigor del cultivo.
- Ligero efecto fungicida, que debe complementarse con productos específicos.
- Efecto lateral insecticida y herbicida.
- Aplicación sin contacto con el producto, cuando sea factible su aplicación mediante riego por goteo utilizando la técnica «Venturi».

Bibliografía

- Boyd, D.A. 1961
Current Fertiliser Practice in Relation to Manurial Requirements. Proc. Fertil. Soc. 65.