

Método de control de nematodos

Antecedentes

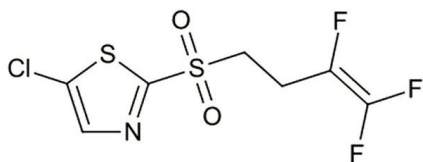
Los nematodos (orden *Tylenchida*) incluyen muchos nematodos parásitos de plantas que son organismos activos, flexibles y alargados que viven en superficies húmedas o en ambientes líquidos, incluidas películas de agua dentro del suelo y tejidos húmedos dentro de otros organismos. Existen numerosas especies de nematodos parásitos de plantas, incluidos varios nematodos quísticos (p. ej., *Heterodera* sp.), nematodos del nudo de la raíz (p. ej., *Meloidogyne* sp.), nematodos de lesiones (p. ej., *Pratylenchus* sp.), nematodos daga (p. ej., *Xiphinema* sp.) y nematodos de tallo y bulbo (p. ej., *Ditylenchus* sp.), entre otros.

Las especies de nematodos crecen a través de una serie de etapas del ciclo de vida y mudas. Por lo general, hay cinco etapas y cuatro mudas: etapa de huevo; primera etapa juvenil - J1; primera muda - M1; segunda etapa juvenil, a veces eclosionan del huevo- J2; M2; J 3; M3; J4; M4; y adulto-A. Los estadios juveniles ("J") también se denominan a veces estadios larvarios ("L").

Los parásitos nematodos de las plantas pueden habitar todas las partes de las plantas, incluidas las raíces, los botones florales en desarrollo, las hojas y los tallos. Los parásitos de las plantas se clasifican sobre la base de sus hábitos de alimentación en las amplias categorías de ectoparásitos migratorios, endoparásitos migratorios y endoparásitos sedentarios. Los endoparásitos sedentarios, que incluyen los nematodos del nudo de la raíz (*Meloidogyne*) y los nematodos del quiste (*Globodera* y *Heterodera*) inducen sitios de alimentación ("sincitios") y establecen infecciones a largo plazo dentro de las raíces que a menudo son muy dañinas para los cultivos.

Así, los nematodos del nudo de la raíz son una denominación colectiva de una variedad de plagas que afectan las raíces de diversas plantas agrícolas y hortícolas. La infestación del suelo con estos nematodos conduce a la irritación de las raíces, una situación en la que los juveniles de nematodos penetran en la raíz y la colonizan, lo que afecta la función fisiológica de las raíces y, en casos extremos, puede provocar la degradación completa de la raíz y la muerte de la planta. Desde la década de 1980 se ha utilizado un sistema estándar para clasificar el agallamiento de raíces y se conoce como índice de severidad de agallamiento, un número entre cero y 10, donde cero representa una raíz limpia sin nudos y diez raíces severamente anudadas sin raíces funcionales, como se muestra en detalle a continuación.

El control químico de patógenos transmitidos por el suelo, p. ej. nematodos, se logra mediante la aplicación de fumigantes al suelo (gases o compuestos que liberan gases cuando se exponen a la humedad del suelo) o compuestos no fumigantes. En cuanto a la aplicación de nematicidas no fumigantes, un nematicida destacado es la fluensulfona:



[nombre químico 5-cloro-2-(3,4,4-trifluoro-but-3-eno-1-sulfonyl)-1,3-tiazol.]. La fluensulfona exhibe una actividad nematocida irreversible y rápida. Tras la aplicación en la superficie del suelo, la fluensulfona desciende y alcanza la rizosfera. El material es muy potente e incluso cuando se diluye en la solución del suelo en concentraciones muy bajas, puede intoxicar a los juveniles y huevos de nematodos. Los juveniles quedan permanentemente paralizados, mientras que los huevos pierden la

capacidad de eclosionar. Además, la fluensulfona no solo actúa como nematocida directo en el suelo, sino que también es una molécula sistémica activa después de la absorción de la planta y permanece activa en las raíces, protegiéndolas contra el ataque de nematodos. Se demostró que la fluensulfona tiene una verdadera actividad nematocida, en lugar de una actividad nematiestática (inmovilizadora) temporal [Oka et al., Pest Manag Sci 2012 68:268-275].

Los nematocidas a menudo se aplican antes de sembrar o trasplantar los cultivos, p. ej., siendo rotocultivado en el suelo durante la preparación de la cama de crecimiento o las parcelas de campo, o entregados a través de líneas de riego por goteo en las camas preparadas varios días antes de trasplantar los árboles jóvenes o sembrar las semillas. Es decir, se acostumbra aplicar nematocidas al menos una vez antes de la siembra.

En una publicación reciente, Giannakou et al. [(2019) Cogent Food & Agriculture, 5:1, Article 1643819, DOI: 10.1080/23311932.2019.1643819.] reportó los resultados de la aplicación de fluensulfona siete días antes de trasplantar en tomate cultivado en un invernadero. Se estudió también la aplicación de fluensulfona en plantas de pepino también (siete días antes de la plantación, seguido por una segunda aplicación quince días después del plantado).

La invención

Evalúamos el desempeño de la fluensulfona en un ensayo de campo, a tasas de aplicación variables iniciadas en diferentes momentos, a saber, estudiando los efectos de varios programas de aplicación antes y después de la plantación. Los nematocidas de referencia (p. ej., carbofuran y fluopiram) también se incluyeron en el estudio. Los resultados del ensayo de campo reportados debajo muestran la eficacia de la aplicación de fluensulfona como parte de un programa

de gestión de nematodos, iniciado el día de la plantación/trasplante.

En adelante, la frase "aplicación de fluensulfona iniciada al momento de la plantación/siembra/trasplante o posteriormente" y lo similar se refiere a una aplicación de fluensulfona, por ejemplo, por los siguientes métodos:

- 1) Aplicación única de fluensulfona el día de la plantación/trasplante (designado aquí $DAT=0$); o
- 2) Aplicación de fluensulfona el día de la plantación/trasplante ($DAT=0$) seguida por una posterior aplicación de fluensulfona n días después (designado aquí $DAT=n$, p. ej., $1 \leq n \leq 50$, $1 \leq n \leq 30$, p. ej., $7 \leq n \leq 30$).
- 3) Aplicación de fluensulfona iniciada en $DAT=n$, p. ej., $1 \leq n \leq 7$, opcionalmente seguida por una o más aplicaciones de fluensulfona.

En adelante usamos las anotaciones AR^1 y AR^2 para indicar las tasas de aplicación de acuerdo con el primer y segundo programas de control, con un marcado de subíndice el día de aplicación medido por DAT , es decir, $AR^1_{DAT=0}$; $AR^2_{DAT=0}$ y $AR^2_{DAT=n}$. Por ejemplo, la aplicación de fluensulfona formulada como concentrado emulsionable (480 g/L EC) iniciada el día de la plantación/trasplante/siembra, especialmente con $AR^1_{DAT=0}$ o $(AR^2_{DAT=0} + AR^2_{DAT=n})$ de no menos de 50 ml/ha, p. ej., hasta 2000 ml/ha, por ejemplo, de 250 ml/ha a 1500 ml/ha, p. ej., de 500 a 1000 ml/ha, donde ambos demostraron ser muy eficaces, superando a la aplicación de fluensulfona previa a la plantación en dosis comparables. No solo que retrasar la aplicación de fluensulfona no causó ningún efecto fitotóxico, sino que el rendimiento general de la fluensulfona aplicada de acuerdo con el enfoque descrito anteriormente fue significativamente mejor que el

esquema de aplicación previa a la planta en términos de reducción del daño por nematodos en las raíces. La extensión del agallamiento en la raíz se evaluó en base a la tasa de gráficos del nudo de raíz descrita por Bridge and Page [Tropical Pest Management 26(3) 296-298 (1980), adjunta al presente como Figura 1. El método de clasificación se basa en la asignación de un número entero en el intervalo de 0 (sin nudos en las raíces) a 10 (todas las raíces severamente anudadas, indicativo de muerte de la planta). Los índices de agallamiento de raíces (RGI) promedio determinados periódicamente en los ensayos de campo durante el período de prueba, para los tratamientos basados en iniciar la aplicación de fluensulfona el día de la siembra/trasplante, fueron sorprendentemente bajos en relación con otros tratamientos, ya que estuvieron por debajo de 3 incluso setenta días después de la siembra/trasplante. Es decir, el método de la invención restringe el índice de agallamiento de raíces por debajo de 3, e incluso por debajo de 2, al menos durante 50 días e incluso 75 días después de la plantación.

Como muestran los resultados experimentales reportados debajo, la aplicación de fluensulfona iniciada al momento de la siembra/trasplante brindó una reducción significativa del daño de las raíces en comparación a los nematicidas de referencia. No solo se observa la mejor eficacia de la fluensulfona, sino que además este efecto se logra con tasas de aplicación razonablemente moderadas. Las plantas anuales podrían beneficiarse de una aplicación de fluensulfona en temporada iniciada el día de la plantación/siembra/trasplante.

De acuerdo con ello, la invención está dirigida principalmente a un método de protección de una planta (por ejemplo, una planta anual, p. ej., vegetales) contra un ataque de nematodos, que comprende iniciar la aplicación de fluensulfona al suelo o medio

de crecimiento al momento de la plantación / trasplante, o posteriormente.

Por ejemplo, la fluensulfona puede aplicarse formulada en un líquido. Un tipo útil de formulación líquida de fluensulfona es un concentrado emulsionable (p. ej., de 100 a 600 g/L, p. ej., 350 a 500 g/litros fluensulfona, p. ej., de 400 a 480 g/litros, disuelto en un disolvente orgánico, p. ej., un hidrocarburo, incluyendo destilados de petróleo, tal como los productos comercialmente disponibles Nimitz® 400 y Nimitz® 480 EC). Otros ejemplos que pueden considerarse incluyen la emulsión y suspensión de aceite en agua. Las formulaciones sólidas de fluensulfona, tales como fluensulfona granular, también son adecuadas para su uso en la invención.

El método de la invención puede usarse para control y supresión de nematodos en cultivos que pertenecen a varias familias y géneros, tal como solanáceas (p. ej., tomate, pimiento, papa y berenjena), cucurbitáceas (p. ej., pepino, calabaza y melón), brasicáceas (p. ej., brócoli y repollo), rosáceas (p. ej., fresa), asteráceas (p. ej., lechuga), y otras, incluidas las gramíneas de césped. Los vegetales del grupo de vegetales de fruto (Grupo de Cultivos 8-10), pág. ej., tomate, podrían beneficiarse especialmente de los programas de control de nematodos iniciados el día de la plantación/trasplante como se describe en este documento.

Este método es aplicable para todos los nematodos parasíticos de plantas relevantes que atacan raíces de plantas tales como, p. ej., *Belonolaimus*, *Globodera*, *Hoplolaimus*, *Meloidogyne*, y *Pratylenchus*. Una lista de especies relevantes de nematodos parasíticos incluye: *Belonolaimus gracilis*, *Belonolaimus longicaudatus*, *Belonolaimus* spp., *Cactodera amaranthi*, *Cactodera betulae*, *Cactodera cacti*, *Cactodera estonica*, *Cactodera thornei*, *Cactodera weissi*, *Criconema civellae*, *Criconema decalineatum*, *Criconema spinalineatum*,

Criconemella spp., Criconemoides citri, Criconemoides simile, Criconemoides spp., Cryphodera eucalypti, Dolichodorus heterocephalous, Dolichodorus spp., Dorylaimus spp., Globodera achilleae, Globodera mali, Globodera millefolii, Globodera pallida, Globodera rostochiensis, Globodera spp., Globodera tabacum, Globodera tabacum solanacearum, Globodera tabacum virginiae, Helicotylenchus africanus, Helicotylenchus dihystra, Helicotylenchus erythrinae, Helicotylenchus multicinctus, Helicotylenchus pseudorobustus, Helicotylenchus seinhorsti, Helicotylenchus spp., Hemicriconemoides biformis, Hemicriconemoides floridensis, Hemicriconemoides spp., Hemicriconemoides wessoni, Hemicyclophora parvana, Hemicyclophora similis, Hemicyclophora spp., Heterodera schachtii, Heterodera amygdali, Heterodera avenae, Heterodera cajani, Heterodera cardiolata, Heterodera carotae, Heterodera cruciferae, Heterodera cyperi, Heterodera elachista, Heterodera fici, Heterodera galeopsidis, Heterodera glycines, Heterodera goettingiana, Heterodera gradunim, Heterodera hordecalis, Heterodera humuli, Heterodera latipons, Heterodera lespedezae, Heterodera longicolla, Heterodera major, Heterodera medicaginis, Heterodera moths, Heterodera oryzae, Heterodera oxiana, Heterodera rosii, Heterodera rumicis, Heterodera sacchari, Heterodera salixophila, Heterodera schachtii, Heterodera scleranthii, Heterodera sonchophila, Heterodera spp., Heterodera tadshikistanica, Heterodera trifolii, Heterodera turcomanica, Heterodera urticae, Heterodera ustinovi, Heterodera vigni, Heterodera zae, Hirschmanniella oryzae, Hirschmanniella spp., Hoplolaimus galeatus, Hoplolaimus columbus, Hoplolaimus galeatus, Hoplolaimus spp., Hoplolaimus tylenchiformis, Hypsoperine graminis, Ibipora lolii, Longidorus spp., Longidorus sylphus, Meloidodera floridensis, Meloidodera spp., Meloidodera tadshikistanica, Meloidoderita spp., Meloidogyne acronea, Meloidogyne arenaria, Meloidogyne artiellia, Meloidogyne brevicauda, Meloidogyne

camelliae, *Meloidogyne carolinensis*, *Meloidogyne chitwoodi*,
Meloidogyne enterolobii, *Meloidogyne ethiopica*, *Meloidogyne exigua*,
Meloidogyne graminicola, *Meloidogyne graminus*, *Meloidogyne hapla*,
Meloidogyne hispanica, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne incognita*
acrita, *Meloidogyne indica*, *Meloidogyne inornata*, *Meloidogyne*
javanica, *Meloidogyne kikuyuensis*, *Meloidogyne konaensis*,
Meloidogyne mali, *Meloidogyne microtyla*, *Meloidogyne nassi*,
Meloidogyne ovalis, *Meloidogyne paranaensis*, *Meloidogyne platani*,
Meloidogyne querciana, *Meloidogyne sasseri*, *Meloidogyne* spp.,
Meloidogyne tadshikistanica, *Meloidogyne thamesi*, *Mesoanguina*
picridis, *Mesocriconema* spp., *Nacobbodera chitwoodi*, *Nacobbus*
batatiformis, *Nacobbus* spp., *Panagrellus redivivus*, *Panagrellus*
silusiae, *Paralongidorus* spp., *Paratrachodorus minor*,
Paratrachodorus spp., *Pratylenchus curvatus*, *Pratylenchus*
dianthus, *Pratylenchus elachistus*, *Pratylenchus hamatus*,
Pratylenchus spp., *Pratylenchus brachyurus*, *Pratylenchus coffeae*,
Pratylenchus goodeyi, *Pratylenchus jaehni*, *Pratylenchus*
leiocephalus, *Pratylenchus loosi*, *Pratylenchus musicola*,
Pratylenchus neglectus
Pratylenchus penetrans, *Pratylenchus pratensis*, *Pratylenchus*
scribneri, *Pratylenchus* spp., *Pratylenchus thornei*, *Pratylenchus*
vulnus, *Pratylenchus zeae*, *Pterotylenchus cecidogenus*, *Punctodera*
punctata, *Radopholus citrophilus*, *Radopholus oryzae*, *Radopholus*
similis, *Radopholus* spp., *Rhadinaphelenchus cocophilus*,
Rotylenchulus reniformis, *Rotylenchulus* spp., *Rotylenchus*
buxophilus, *Rotylenchus christiei*, *Rotylenchus* spp., *Rotylenchus*
uniformis, *Scutellonema blaberum*, *Scutellonema brachyurum*,
Scutellonema bradys, *Scutellonema christiei*, *Scutellonema* spp.,
Subanguina radicicola, *Thecavermiculatus andinus*, *Trichodorus*
christiei, *Trichodorus kurumeensis*, *Trichodorus pachydermis*,
Trichodorus primitivus, *Trichodorus* spp., *Turbatrix aceti*,
Tylenchorhynchus claytoni, *Tylenchorhynchus martini*,
Tylenchorhynchus spp., *Tylenchulus semipenetrans*, *Tylenchulus* spp.

Xiphinema Americanum, Xiphinema chambersi, Xiphinema diversicaudatum, Xiphinema index, Xiphinema nigeriense, Xiphinema radicumicola y Xiphinema spp.

El suelo donde las plantas se plantan puede ser de tipo y composición variada. El suelo puede estar preparado para el cultivo, p. ej., mediante arado, labranza, rastra y otras técnicas conocidas por la persona versada en la técnica. El suelo puede disponerse en lechos de cultivo y puede contener una variedad de componentes del sistema de microirrigación, p. ej., para efectuar riego por goteo.

La plantación de las plantas puede realizarse como se conoce generalmente en la técnica, p. ej., mediante siembra de semillas tratadas o no tratadas, o por trasplante de plántulas de una edad predeterminada. El inicio de la aplicación de Fluensulfona al tiempo de la plantación/trasplante ($DAT=0$), es normalmente entre 1 a 24 horas luego de la plantación/trasplante. Además, la fluensulfona también puede aplicarse durante el ciclo del cultivo. Por ejemplo, cuando el cultivo es tomate, la fluensulfona puede aplicarse el día de la plantación/trasplante, y durante los primeros meses del establecimiento del cultivo, cuando las plantas suelen estar más susceptibles a los patógenos del suelo que limitan el desarrollo del sistema radicular o su función. Dependiendo del potencial daño de una especie de nematodo o su nivel de población, puede requerir una protección adicional a los cultivos a fin de mantener la salud del sistema radicular por un periodo de tiempo más largo resultante en mejores condiciones para la planta a producir.

La fluensulfona se ofrece comercialmente en concentrado emulsionable y formulaciones granulares a 480 gramos de ingrediente activo/litros y 20 gramos de ingrediente activo/kilogramo, respectivamente. $AR^1_{DAT=0}$, o el total de las dosis aplicadas por separado ($AR^2_{DAT=0} + AR^2_{DAT=n}$) es preferentemente alrededor de 25 a 1500

g (por ejemplo, de 50 a 1000 g; de 50 a 700 g, p. ej., de 100 a 500 g, por ejemplo 100 a 300 g, p. ej., 100 a 250 g) de fluensulfona por hectárea. Por ejemplo, en caso de una formulación EC disponible en el mercado, pueden usarse tasas de aplicación $AR^1_{DAT=0}$ o $(AR^2_{DAT=0} + AR^2_{DAT=n})$ adecuadas de no menos de 50 ml/ha de una formulación EC de 350 a 500 g/litros, y hasta 2000 ml/ha, tal como de 100 a 1200 ml/ha, por ejemplo 100 a 1000 ml/ha, p. ej., 100 a 600 o 100 a 500 ml/ha. La tasa de aplicación normalmente se determina en base al cultivo, la especie de nematodos y su población en el suelo. Para el tomate, por ejemplo, los resultados experimentales indican que las bajas tasas de aplicación $AR^1_{DAT=0}$ o $(AR^2_{DAT=0} + AR^2_{DAT=n})$ fueron eficaces, p. ej., hasta 1000 g ia/ha, p. ej., en el rango de 50 a 500 g ia/ha, tal como 50 a 300 g ia/ha, 50 a 250 g ia/ha, o 100 a 500 g ia/ha, p. ej., 200 a 500 g ia/ha.

Con respecto al segundo programa de control, se logran buenos resultados cuando $AR^2_{DAT=0}$ y $AR^2_{DAT=n}$ son aproximadamente lo mismo, a saber, la cantidad total de fluensulfona suministrada al suelo es apenas dividida igualmente entre la aplicación el día de la plantación/trasplante ($AR^2_{DAT=0}$) y la aplicación post-plantación ($AR^2_{DAT=n}$), de modo que la relación $AR^2_{DAT=0} : AR^2_{DAT=n}$ es de 7:5 a 5:7, p. ej., 6:5 a 5:6, p. ej., alrededor de 1:1. Sin embargo, otras proporciones también son efectivas, aunque generalmente se prefiere que al menos el 30% de la cantidad total del compuesto activo se entregue al suelo el día de la plantación/trasplante.

La fluensulfona se puede aplicar al suelo al voleo, en banda, en surco, por empapado ya través de diferentes sistemas de riego mezclando el producto formulado en agua de 50 a 100,000 L por hectárea, dependiendo del método de aplicación. El riego por goteo y el empapado del suelo son los métodos preferidos.

Como se mencionó anteriormente, puede usarse una formulación sólida de fluensulfona agrícola, p. ej., una formulación granular como la fluensulfona comercial 2% GR. Una forma preferida de aplicar la fluensulfona granular al suelo es esparcir uniformemente los gránulos alrededor de cada planta, p. ej., equidistante de la planta, es decir, en forma de anillo a lo largo de una circunferencia de un círculo que rodea la planta, separados unos pocos centímetros de la planta. Tras la aplicación del material granular, se reanuda el riego normal.

En los dibujos

La Figura 1 es un cuadro de clasificación reproducido de Bridge and Page (*supra*) para la evaluación de niveles de nematodos de nudo de raíz.

Ejemplos

Ejemplo 1 - ensayo de campo

Protocolo experimental

Se realizó un ensayo de campo abierto. Se utilizaron tomates de la variedad Aryman. El tipo de suelo fue franco arenoso.

Los fertilizantes se aplicaron antes de la formación de la cama. Se formaron parcelas, con una superficie total de 25 m² por parcela. Se colocaron líneas de goteo en los lechos de las parcelas (los lechos de las parcelas ocupan la mitad del campo). Los tratamientos se dispusieron en un diseño de bloques completos al azar con dos réplicas.

El concentrado emulsionable de fluensulfona (Nimitz® 480 EC) se usó para los tratamientos de fluensulfona. Además, se ensayaron los nematicidas comparativos fluopiram (como Fluopiram® 500 SC) y

carbofuran (como Carbofuran® 3% CG). Se formaron parcelas de control sin tratar para comparación.

El diseño de los ensayos se tabula en el Cuadro 1. En el Cuadro 1, el tiempo de aplicación se expresa por DDT, que indica el número de días con respecto a la fecha de siembra.

Tabla 1

N°	Tratamiento	Tiempo	Dosis / m ² (área de cama tratada)	Dosis / ha*
1	Control	NA	NA	-
2	Nimitz® 480 EC	0 DDT 25 DDT	1°: 0.05 ml 2°: 0.05 ml	250 ml 250 ml
3	Nimitz® 480 EC	0 DDT 25 DDT	1°: 0.1 ml 2°: 0.1 ml	500 ml 500 ml
4	Nimitz® 480 EC	0 DDT	0.1 ml	500 ml
5	Nimitz® 480 EC	0 DDT	0.2 ml	1000 ml
6	Nimitz® 480 EC	- 5 DDT	0.1 ml	500 ml
7	Nimitz® 480 EC	- 5 DDT	0.2 ml	1000 ml
8	Fluopiram® 500 SC	0 DDT	0,0625 ml/planta	1250 ml
9	Carbofuran® 3% CG	-1 a 0 DDT	10 g	50 kg

* las camas ocupan la mitad del campo

Tratamientos 2 y 3 (de la invención): se aplicó fluensulfona en forma de concentrado emulsionable (Nimitz® 480 EC) el día de la siembra (DDT=0), seguido de una aplicación post-siembra veinticinco días después (DDT =25). El método de aplicación consistió en los siguientes pasos. Primero, el suelo se humedeció con agua de riego. Luego, el día de la siembra, se diluyeron en agua las cantidades adecuadas de Nimitz® 480 EC y se aplicaron para lograr las tasas de aplicación tabuladas en la Tabla 1. Se repitió en DDT=25.

Tratamientos 4 y 5 (de la invención): se aplicó fluensulfona en forma de concentrado emulsionable (Nimitz® 480 EC) el día de la siembra (DDT=0). El método de aplicación consistió en los siguientes pasos. Primero, se humedeció el suelo mediante riego con agua. Luego, el día del trasplante, se diluyeron en agua las cantidades

apropiadas de Nimitz® 480 EC y se aplicaron para lograr las tasas de aplicación tabuladas en la Tabla 1.

Tratamientos 6 y 7 (comparativo): se aplicó fluensulfona en forma de concentrado emulsionable (Nimitz® 480 EC) antes del trasplante (DAT=-5). El método de aplicación consistió en los siguientes pasos. Primero se humedeció el suelo mediante riego con 100 m³/ha de agua. 48 horas más tarde, en DDT=-5, se suministraron al suelo mediante riego por goteo cantidades apropiadas de Nimitz® 480 EC diluido en 80 m³/ha de agua para dar cuenta de las tasas de aplicación tabuladas en la Tabla 1. A continuación, 72 horas más tarde, las líneas de riego se enjuagaron con 100 m³/ha de. Las plántulas se trasplantaron 24 horas después de un segundo lavado.

Tratamiento 8 (comparativo): el día del trasplante se aplicó fluopiram como concentrado en suspensión (500 SC). Se diluyó en agua una cantidad apropiada de la formulación SC de modo que cada planta recibiera 100 ml de la solución diluida con la dosis indicada en la Tabla 1. Los 100 ml de solución/por planta se agregaron al suelo empapándolo manualmente, a una distancia de 8 a 10 cm de la planta, a lo largo de una circunferencia que rodea la planta.

Tratamiento 9 (comparativo): se aplicó Carbofuran® 3% CG directamente sobre la cama a una tasa de aplicación de 50 kg/ha (aplicación al voleo). En DDT=-1 a 0, se trasplantaron las plántulas y se inició el riego por goteo.

Resultados

La fitotoxicidad se evaluó en el DDT= 7, 21, 32, y 46. La fitotoxicidad se observó solo con fluopiram, dando un puntaje de 65.

El agallamiento de las raíces se evaluó en el ensayo en campo abierto, el DDT=25, 50, y 75, usando el índice de agallamiento de

las raíces. Los datos se resumen en la Tabla 2. Se presenta el índice de agallamiento promedio, así como también el percentil de sobre la tasa de cambio (ROC) frente al grupo del control.

Tabla 2

N°	Tratamiento	Tiempo	25 DDT		50 DDT		75 DDT	
			RGI	%ROC	RGI	%ROC	RGI	%ROC
1	Control	NA	1,80 ^a	0,00	4,60 ^a	0,00	5,50 ^a	0,00
2	N480 EC	0 DDT & 25 DDT @ 250 ml /ha	0,20 ^{de}	88,89	1,10 ^{ef}	76,09	1,30 ^{def}	76,36
3	N480 EC	0 DDT & 25 DDT @ 500 ml /ha	0,10 ^e	94,44	0,80 ^f	82,61	0,90 ^f	83,64
4	N480 EC	0 DDT @ 500 ml/ha	0,20 ^{de}	88,89	1,20 ^{ef}	73,91	1,30 ^{def}	76,36
5	N480 EC	0 DDT @ 1000 ml/ha	0,10 ^e	94,44	1,10 ^{ef}	76,09	1,10 ^{ef}	80,00
6	N480 EC	- 5 DDT @ 500 ml/ha	0,30 ^{cde}	83,33	1,80 ^{bcd}	60,87	1,90 ^{bc}	65,45
7	N480 EC	- 5 DDT @ 1000 ml/ha	0,20 ^{de}	88,89	1,50 ^{bcd}	67,39	1,80 ^{cd}	67,27
8	Fluopiram 500 SC	0 DDT @ 1250 ml / ha	0,40 ^{bcd}	77,78	1,60 ^{de}	65,22	1,50 ^{cde}	72,73
9	Carbofuran. 3% CG	-1 to 0 DDT @ 50 kg / ha	0,60 ^b	66,67	1,90 ^b	58,70	2,40 ^b	56,36

Conclusión

La aplicación de fluensulfona iniciada el día del trasplante logró muy buenos resultados. No se observó fitotoxicidad en todo el rango de tasas de aplicación ensayadas. La aplicación de fluensulfona 480 EC a una dosis de 500 ml por hectárea al trasplante seguida de la aplicación de una segunda dosis igual durante el ciclo de cultivo produjo muy buenos resultados en términos de agallamiento de raíces, comparable al rendimiento de fluensulfona aplicada una vez al trasplante a 1000 ml/ha. Estos dos programas de tratamiento resultaron victoriosos. Además, otros programas de tratamiento iniciados el día del trasplante, con menores tasas de aplicación de fluensulfona 480 EC, como 250 ml/ha aplicado dos veces, también dieron buenos resultados.