

**Informe Final
TF/RLA/08/004**

Sub - Contract no. 16001842

Prólogo

Esta publicación tiene como propósito informar sobre los resultados finales obtenidos en el año 2010 en los predios piloto del proyecto “Eliminación del uso del Bromuro de Metilo como fumigante de suelos en Horticultura en la zona de Salto “. Este proyecto fue financiado por el Fondo Multilateral para la aplicación del Protocolo de Montreal, a través de la agencia de implementación ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial). El MVOTMA (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente) es la agencia de ejecución nacional del proyecto y el INIA Salto Grande es la institución encargada de la investigación y búsqueda de alternativas al bromuro de metilo además de la ejecución de las actividades de campo del proyecto.

Ing.Agr. MSc Roberto Bernal

Agradecimientos

A los señores productores de Salto que colaboraron con el proyecto y que brindaron todo su apoyo para la ejecución del mismo.

Alternativas Rápidas al Bromuro de metilo.

Este proyecto se desarrolló en la zona de Salto debido a que en los sistemas de horticultura protegida que son utilizados por los productores en esta zona mencionada se usa el Bromuro para la desinfección de suelo al inicio de los ciclos de los cultivos y en los cultivos que se plantan desde mitad del año hasta fines del mismo. La desinfección de suelo se realiza por los productores fundamentalmente previo a los cultivos de tomate y morrón al inicio del año. También a mitad del año cuando se planta melón se desinfecta el suelo aunque haya sido tratado anteriormente.

La ciudad de Salto se ubica en el litoral noroeste del Uruguay y constituye la zona de producción hortícola intensiva más importante del país. El área techada de la zona es aproximadamente de 300 hectáreas notándose una clara tendencia a la concentración de la producción. Los principales rubros bajo invernadero son tomate, morrón, melón, berenjena y pepino. Desde 1960 en adelante los productores plantaban en el sistema de “quincho” y al igual que en la zona de Bella Unión a mediados de la década del 70 comenzaron las primeras experiencias con invernaderos. En el momento, el cultivo más importante es el tomate con un 65 % del área plantada seguido por el morrón con un 30 %. El 5% restante es ocupado por melón, berenjena y pepino.

En esta zona los suelos en los lugares donde están instalados los invernaderos son de textura liviana y con bajos niveles de materia orgánica.

Hay dos modalidades de secuencia de cultivos:

- a. Cultivos anuales que se trasplantan generalmente en febrero - marzo como es el caso del tomate y morrón que se continúan a veces hasta enero del año siguiente o más tarde aún, dependiendo de los precios del producto en el mercado.
- b. En el mismo invernadero se realizan dos cultivos al año. El primer cultivo se trasplanta a principios de febrero finalizando a fines de julio del mismo año. Como segundo cultivo se planta melón, pepino o berenjena.

Las dos modalidades de plantación varían año a año dependiendo mayormente de las condiciones sanitarias y de mercado de los cultivos.

A nivel de suelo el cultivo de tomate es atacado principalmente por nematodos del género *Meloidogyne*, siendo además muy importante el cancro bacteriano producido por *Clavibacter michiganensis*. También la *Sclerotinia* y la *Erwinia* tienen alta incidencia en los años con muchos días nublados y húmedos en la época de temperaturas más bajas. En el caso del morrón la *Phytophthora* es una enfermedad importante y los nematodos en suelos muy infectados debido a la realización de muchos cultivos previos.

Situación actual

En estos últimos 12 años los problemas de suelo se han incrementado debido al uso cada vez más intensivo de los mismos y a ciclos cada vez más largos de cosecha con el consiguiente aumento de los problemas sanitarios a nivel general.

Razones por las cuales se usa Bromuro de metilo.

La razón principal por la que los productores han incrementado en los últimos 12 años el uso del Bromuro de metilo es debido principalmente al control de nematodos (*Meloidogyne*) y al control del “pasto bolita” (*Cyperus*) en zonas muy infectadas ya que esta maleza además del problema en sí misma, agujerea el nylon negro utilizado como mulch produciendo problemas tanto para la solarización como para el escape de los gases en el caso que se apliquen fumigantes. El control de nematodos se vuelve cada vez más dificultoso debido al uso intensivo de los invernáculos, ya que no se puede realizar cambio de lugar al quedar instalados en el mismo lugar hasta 10 años.

Los productores necesitan tener siempre sus invernaderos produciendo por lo que los intervalos sin cultivo son muy cortos y consecuentemente los niveles de inóculo de las distintas plagas se mantienen altos. Debido a estas razones, el Bromuro de metilo se convirtió en un tratamiento de suelo ideal para el manejo de esta situación ya que proporciona una alternativa rápida y eficiente para el control de nematodos, malezas y algunos hongos de suelo. En algunas situaciones el manejo principal de los productores en las chacras es al finalizar el cultivo anterior, desinfectar de inmediato el suelo y en una semana trasplantar nuevamente. En este sentido, los productores se acostumbraron a este manejo por su facilidad y eficiencia.

Los productores de mayor área de plantación en Salto que utilizan bromuro de metilo representan un 70 % de la producción hortícola de este departamento. Su número ronda los 50 productores que utilizan bromuro de metilo en diferentes cantidades aunque la solarización, sola o combinada con agroquímicos, se incrementa año a año.

Criterios utilizados para la elección de los predios.

En general el criterio utilizado para la selección de los productores se basó en utilizar invernaderos donde se trasplantó el cultivo tardíamente, o sea desde febrero hasta abril. En esas fechas no se puede realizar solarización por lo que los productores necesitan en estos casos el uso de alternativas rápidas que se traducen en la realidad al uso de desinfectantes de suelo. Se utilizaron algunos predios con infección superior a otros y en algunos casos se usaron dosis diferentes.

Aplicación de MIDAS (cloropicrina 62 %, ioduro de metilo 33%)

Actividades desarrolladas.

En enero de 2010 se comenzaron las actividades en un invernáculo de INIA Salto Grande con alta infestación de nematodos. Debido a que no se pudo aplicar el producto **MIDAS (Cloropicrina 62 %, Ioduro de metilo 33 %)** a mediados de 2009, por inconvenientes en su llegada.

1. INIA Salto Grande

Se utilizó un invernadero de la Estación Experimental INIA Salto Grande para aplicar MIDAS. Se aplicó a razón de 25 gramos por metro cuadrado de cantero en el invernadero. Se incluyó Nutrapic al 5% del volumen de MIDAS aplicado en la solución que se inyectó por el fertirriego. El galpón tiene 8 canteros de 18 metros de largo. El ancho de los canteros es de un metro. El 100% de las plantas presentaba nodulación en las raíces con alto grado de severidad de ataque (Promedio = 7,5). Para aplicar correctamente la dosificación correspondiente de MIDAS se pesó 1 litro de producto que fue igual a 1,75 Kilos. Posteriormente se hizo el cálculo de dosis correspondiente.

Tratamiento aplicado en tomate y morrón.

MIDAS. 25 gramos por metro cuadrado de cantero.

Después de calculada la cantidad de producto, se aplicó como fertirriego. Se utilizó un tanque con 200 litros de agua donde se depositó MIDAS Y Nutrapic. El tanque no era presurizado. Previa y después de la aplicación del producto se regaron los canteros unos 30 minutos. Para detectar si la presión estaba uniforme, se corroboró la presión en las líneas de goteros en diferentes lugares del invernáculo. La temperatura del suelo en el momento de la aplicación a 10 cm de profundidad fue de 42 grados centígrados.

Los canteros se cubrieron con nylon transparente de 50 micrones y tenía doble línea de goteros por cantero. Los goteros estaban situados a 30 cm entre sí. El invernáculo después de la aplicación quedó totalmente cerrado.

La escala de Bridge & Page fue utilizada a nivel general para evaluar la severidad de ataque de nematodos en las raíces.

Fecha de instalación de la solarización: 16/12/2009

Fecha de aplicación de MIDAS: 23/12/2009.

Morrón cv. Granate.

Realización de agujeros a 25 cm entre planta en el nylon donde se iba a plantar morrón: 26/2/2010.

Fecha de trasplante de morrón: 2/3/2010

Tomate cv. Elpida.

Fecha trasplante del tomate: 24/2/2010.

Realización de agujeros a 20 cm en el nylon donde se plantó tomate: 19/2/2010.

Resultados

Evaluación Final: 8/12/2010

Morrón cv Granate.

Incidencia. Plantas con ataque de nematodos en las raíces: 4,5 %.

Tomate cv Elpida.

Incidencia. 5%.

Severidad. 7,7.

Fig.1. Efecto de la aplicación de Midas sobre el control de nematodos en los cultivos de morrón y tomate. Incidencia.

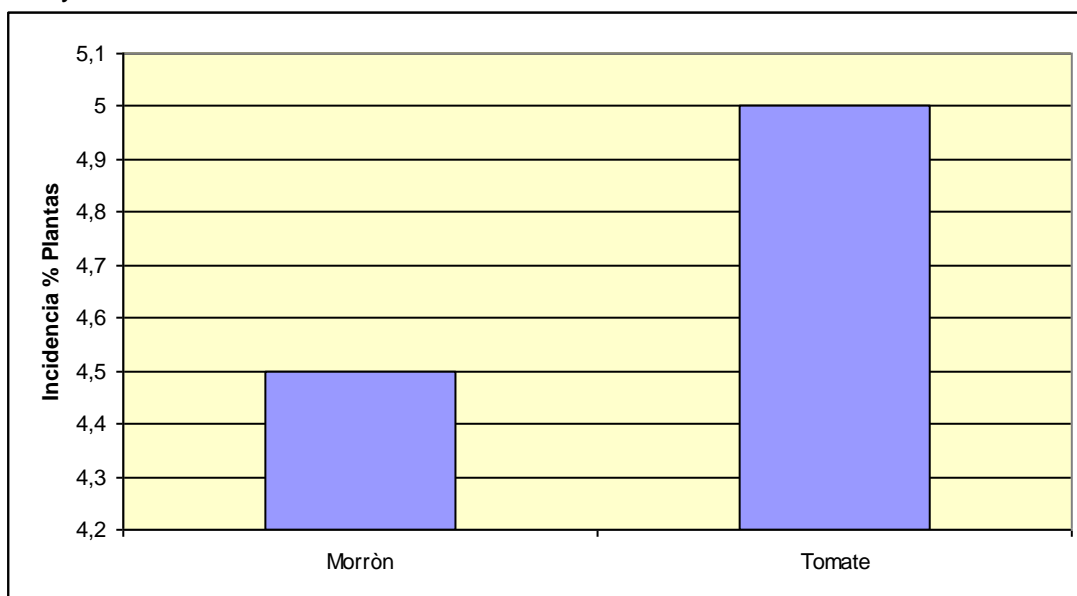
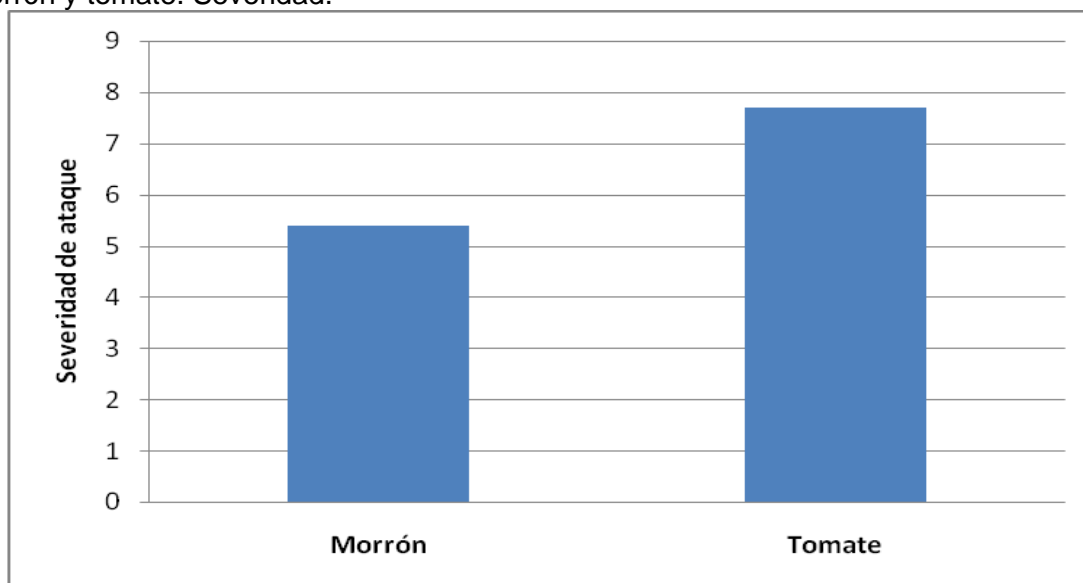


Fig.2. Efecto de la aplicación de Midas sobre el control de nematodos en los cultivos de morrón y tomate. Severidad.



El cultivo de morrón presentó menos severidad de ataque de nematodos que el cultivo de tomate (Ver Fig.2). En todas las situaciones estudiadas previamente, el morrón siempre es más tolerante que el tomate. El rendimiento fue bueno ya que el ataque intenso de nematodos sucedió en la etapa final de los dos cultivos. **Esta es la primera vez que se aplicó la solarización en conjunto con Midas siendo los resultados positivos.**

2. Sr. Luis Ferreira.

Se aplicaron dos dosis de MIDAS. Cada una en 6 canteros de 30 metros de largo por 1 metro de ancho. Dosis alta: 25 gramos / metro cuadrado y dosis baja: 20 gramos / metro cuadrado. Se agregó Nutrapic al 5% en mezcla con MIDAS. Para aplicarlo, se regó 20 minutos antes y después de la aplicación. Se aplicó con una máquina de mochila de mano. Los primeros 6 canteros al sur del invernáculo corresponden a la dosis baja y los 6 siguientes con dosis alta. El resto de los canteros del invernáculo o sea 34, se desinfectaron con Bromuro de metilo a razón de 70 gramos de producto por metro cuadrado de cantero. La temperatura del suelo a 10 cm de profundidad en el momento que se aplicó fue de 32 grados centígrados.

Fecha de aplicación de Midas.19/2/2010.

24/2/2010 se hicieron los agujeros en el mulch.

26/2/2010 se hizo trasplante

Se detectaron daños de fitotoxicidad en los plantines de tomate después que fueron trasplantados en algunas zonas del invernadero aunque las plantas afectadas fue un porcentaje muy bajo. Se produjo una amarillez desde las hojas de abajo hacia arriba, produciéndose al final la muerte de la planta. Este problema ya había sucedido en cultivos

que se realizaron otros años. Los **replantes que se hicieron posteriormente a los 5 días de hacer los agujeros en el nylon no presentaron problemas. Se debe dejar ventilando después que se hacen los agujeros en el nylon como mínimo 4- 5 días. Se utilizó por el productor mulch de nylon negro de 50 micrones de espesor.**

Evaluación a mitad de año: 27/8/2010

Tomate cv Elpida.

El 27/8/2010 se arrancó el cultivo de tomate y se hizo la evaluación de ataque de nematodos.

Midas. Dosis alta 25 gramos / metro cuadrado de cantero.

Incidencia. 7%

Severidad. 2

Midas. Dosis baja 20 gramos / metro cuadrado de cantero.

Incidencia. 15%.

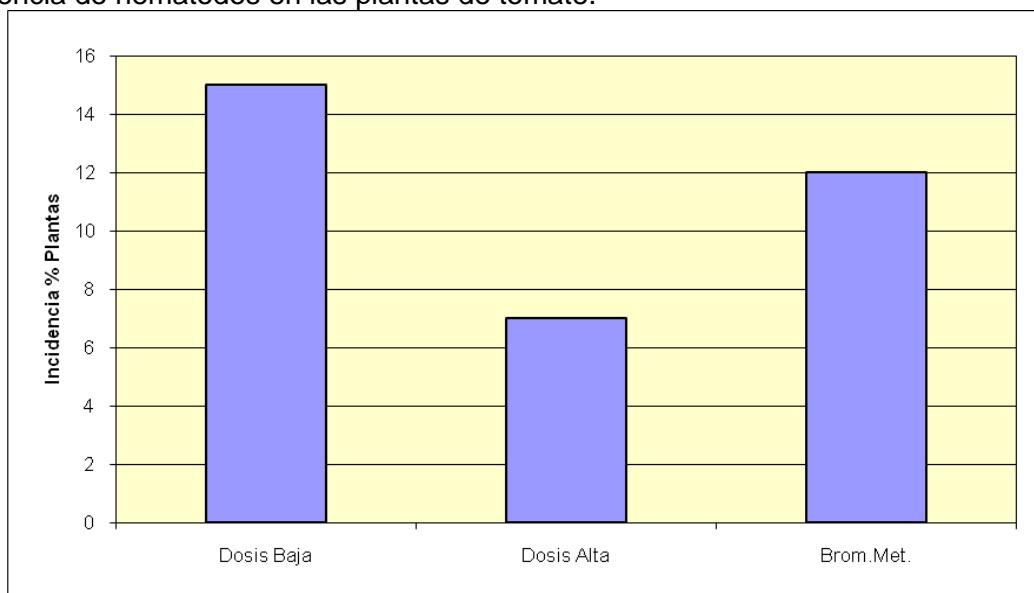
Severidad. 1,8

Bromuro de metilo. 70 gramos de producto por metro cuadrado de cantero.

Incidencia. 12%.

Severidad. 2.

Fig. 3. Efecto de Midas a dosis baja y alta comparado con Bromuro de metilo sobre la incidencia de nematodos en las plantas de tomate.



Evaluación realizada a mitad de año cuando se arrancó el cultivo.

Evaluación Final: 5/1/2011

Tomate cv Elpida. Segundo cultivo que se plantó en el mismo agujero que estaba el tomate del primer ciclo.

Trasplante: 31/8/2010.

Midas. Dosis alta 25 gramos / metro cuadrado de cantero.

Incidencia. 25%.

Severidad. 5

Midas. Dosis baja 20 gramos / metro cuadrado de cantero.

Incidencia. 30%.

Severidad. 4

Bromuro de metilo. 70 gramos de producto por metro cuadrado de cantero.

Incidencia. 35%.

Severidad. 4.

Fig.4. Efecto de Midas a dosis baja y alta comparado con Bromuro de metilo sobre la incidencia de nematodos en plantas de tomate. Evaluación final.

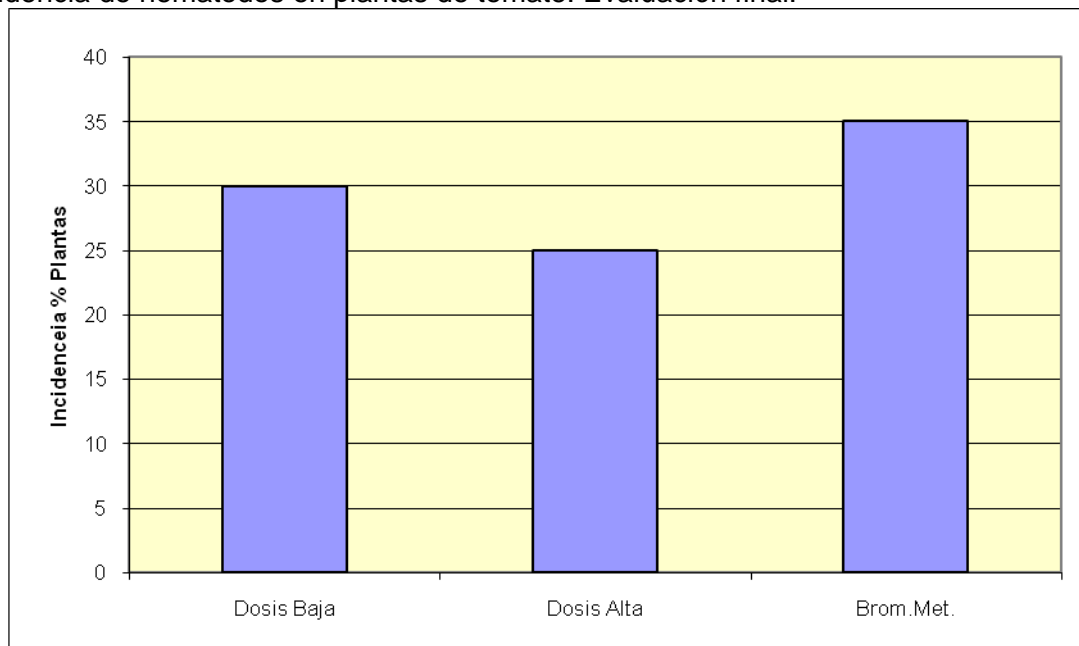
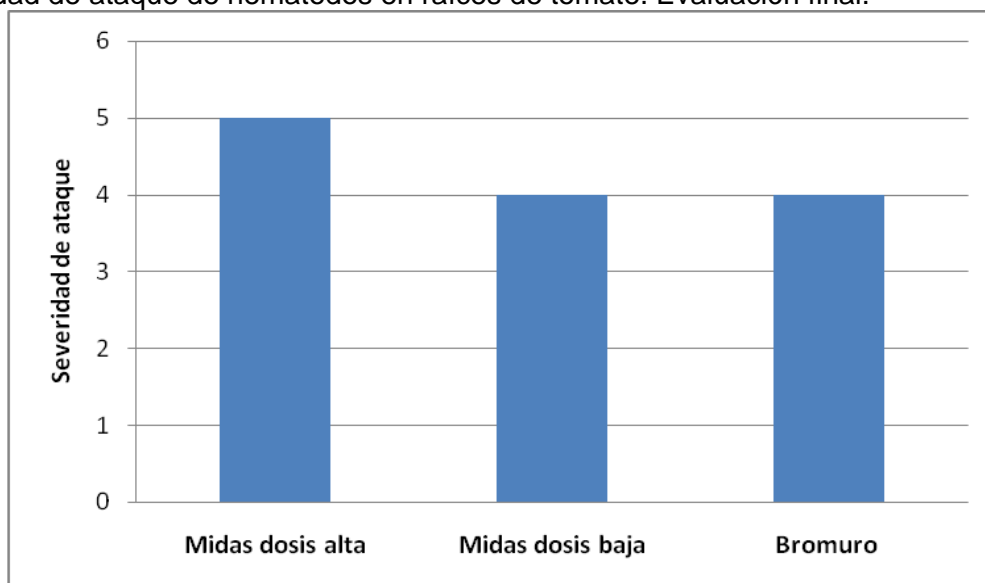


Fig.5. Efecto de Midas a dosis baja y alta comparado con Bromuro de metilo sobre la severidad de ataque de nematodos en raíces de tomate. Evaluación final.



Después de casi un año que se hicieron los tratamientos iniciales y de haberse plantado tomate dos veces, no hubo grandes diferencias ni en la incidencia ni la severidad de ataque entre los distintos tratamientos.

3. Sr. Ferreira Burgos.

Se aplicó MIDAS en 6 canteros de 24 metros de largo y 1 metro de ancho. Primero se regó durante 20 minutos. El producto se disolvió en 200 litros de agua en el tanque de una atomizadora unida al enganche de tres puntos del tractor. La presión de aplicación fue de 200 libras. La dosis aplicada fue de 20 gramos por metro cuadrado de cantero. Se tardó 20 minutos para aplicar todo el producto. Posterior a la aplicación se regó durante 20 minutos. Se instalaron termómetros a 10 cm de profundidad para medir la temperatura del suelo en el momento de la aplicación. Se registró 42 ° C. Los canteros estaban cubiertos con mulch de nylon negro de 35 micrones de espesor.

11/3/2010 se aplicó Midas.

23/3/2010, se hicieron los agujeros en el mulch de nylon negro.

29/3/2010 se trasplantó el tomate cv Santa Paula que fue cultivado a 40 cm entre planta y 25 cm entre filas.

Después que se aplicó MIDAS, el invernáculo estuvo 11 días totalmente cerrado. En los 34 canteros restantes se aplicó Bromuro de metilo a razón de 50 gramos por metro cuadrado de cantero el día 22/3/2010. **También en esta chacra se vió excelente resultado en el control de *Cyperus* “pasto bolita” con MIDAS.** No se observó fitotoxicidad en el cultivo después del trasplante.

Evaluación final: 6/10/2010

MIDAS.

Incidencia. 10%.

Severidad. 2,5

Bromuro de Metilo.

Incidencia. 2%.

Severidad. 2.

Fig. 6. Efecto de Midas comparado con Bromuro de metilo sobre la incidencia de nematodos en plantas de tomate cv Santa Paula.

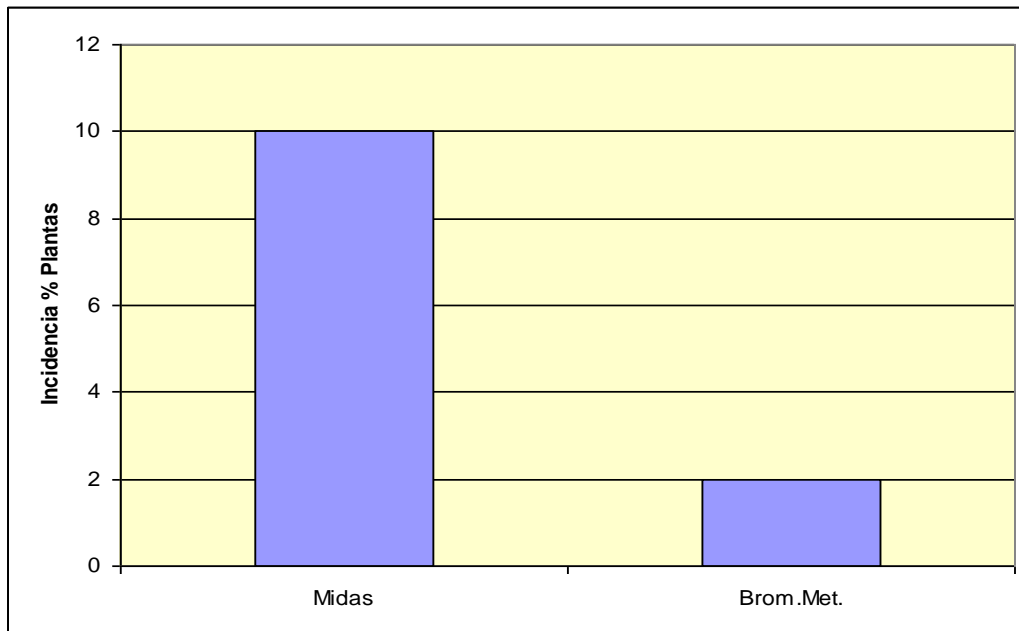
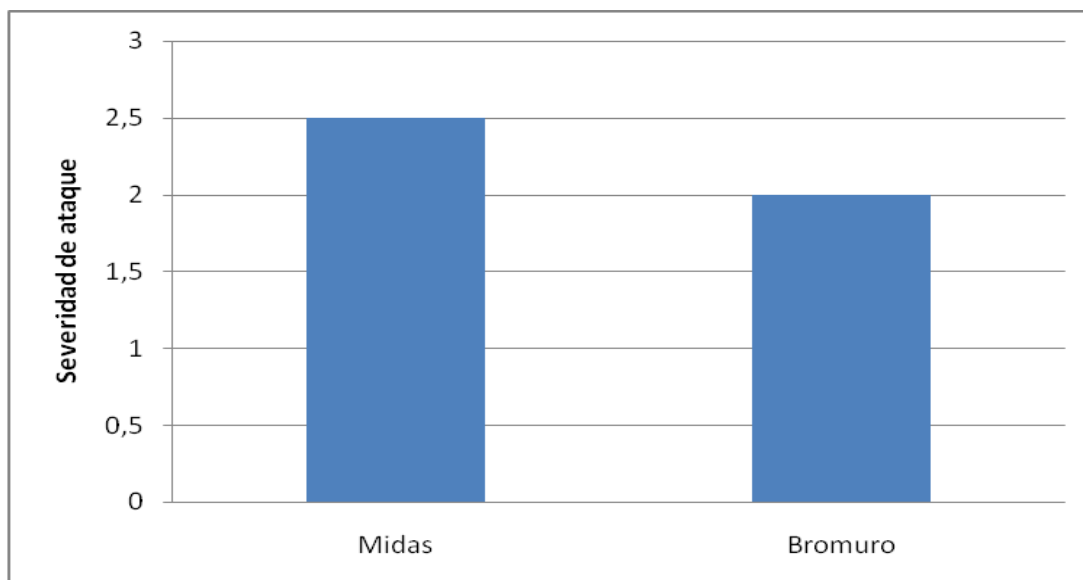


Fig. 7. Efecto de Midas comparado con Bromuro de metilo sobre la severidad de ataque de nematodos en plantas de tomate cv Santa Paula.



Aunque se observaron diferencias en la incidencia entre los dos tratamientos debido al ataque de nematodos en las raíces, visualmente no se vieron síntomas de marchitamiento en las plantas. Esto se explica por la baja severidad de ataque que presentaron los dos tratamientos. El productor no detectó tampoco una disminución del tamaño de fruto de acuerdo a la comercialización que realizó. El tomate cv Santa Paula es muy susceptible a nematodos de acuerdo a nuestra experiencia.

4. Sr. Miguel Gabrielli.

Se aplicó MIDAS en 24 canteros de 21 metros. La dosis aplicada fue de 20 gramos de MIDAS por metro de cantero. Se tardó 30 minutos en su aplicación. Se aplicó con atomizadora enganchada en 3 puntos en el tractor. En el momento de la aplicación, había "pasto bolita", *Cyperus* spp atravesando el mulch. El día se presentó nublado pero sin lluvia.

La temperatura del suelo en el momento de la aplicación fue de 29 ° C medida a 10 cm de profundidad. En los 26 canteros restantes se aplicó Bromuro de metilo 70 gramos por metro cuadrado de cantero. Los canteros estaban cubiertos con nylon negro común de 50 micrones. Los canteros tienen una sola línea de riego con los goteros a 30 cm entre sí.

El tomate cv Elpida fue plantado a 35 cm entre planta y 35 cm entre fila. Los agujeros en el nylon, se hicieron 5 días antes del trasplante. No se observó fitotoxicidad en el cultivo. **Donde se aplicó MIDAS el *Cyperus* "pasto bolita" murió entre los 7 y 10 días. A los 5 días ya había comenzado a ponerse amarillo.**

22/4/2010 se aplicó Midas.

15/5/2010 se trasplantó tomate.

Evaluación final. 14/1/2011.

MIDAS.

Incidencia. 0.

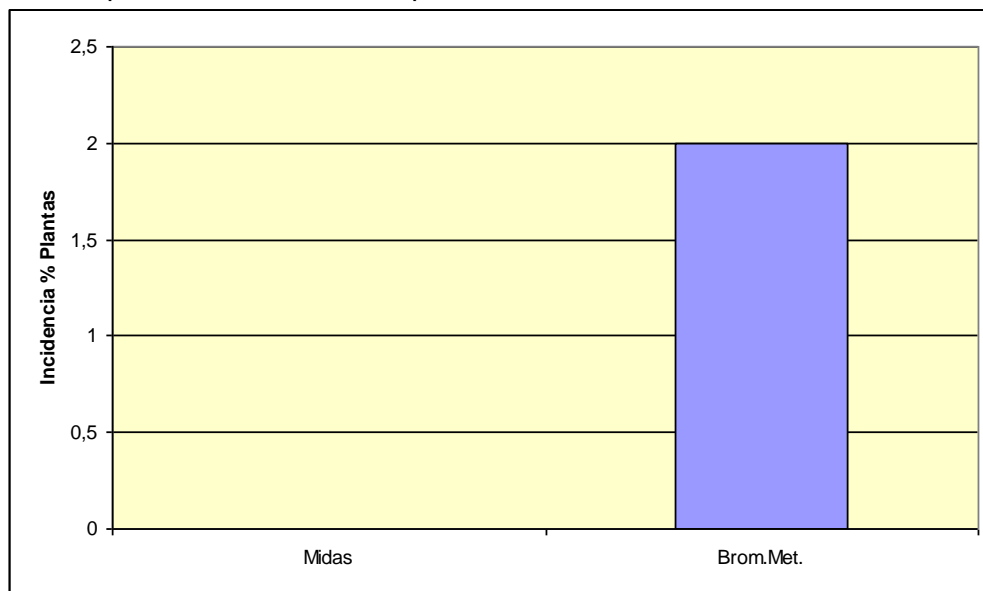
Severidad. 0.

Bromuro de metilo.

Incidencia. 2%

Severidad. 0,25

Fig. 8. Efecto de Midas comparado con Bromuro de metilo sobre la incidencia de nematodos en plantas de tomate cv Elpida. 14/1/2011.



Los resultados obtenidos con la aplicación de MIDAS fueron muy buenos en comparación con el Bromuro de metilo aunque también se debe puntualizar que este invernáculo no tenía muchos años de cultivo de hortalizas.

5. Sr. Hugo Gabrielli.

Se aplicó MIDAS en 16 canteros de 21 m. a la dosis de 20 gramos por metro cuadrado y Nutrapic al 5%. El producto se aplicó con atomizadora unida a la toma tres puntos del tractor. Los canteros estaban cubiertos con nylon negro de 35 micrones. El día estaba totalmente soleado. La temperatura fue de 35 ° C a 10 cm de profundidad del suelo en los canteros. En los 16 canteros restantes se aplicó Bromuro de metilo a razón de 70 gramos por metro cuadrado de cantero.

23/4/2010 se aplicó Midas.

El 8/5/10 se plantó tomate cv Elpida a 35 cm entre planta y a 30 cm entre fila. Hay sólo una línea de goteros a 30 cm entre ellos.

Evaluación final. 5/1/2011.

No se detectó ataque de nematodos en ninguno de los tratamientos. Se debe aclarar que no era un invernadero muy atacado con nematodos.

6. Quinta “Los Tocones” Zona de Agua Salto.

El cultivo anterior, tomate cv Santa Paula, recién arrancado tenía el 100 % de las plantas atacadas con nematodos y presentaron una escala de severidad igual a 7.

MIDAS.

2/8/2010 se aplicó Midas a la dosis de 25 gramos por metro cuadrado.

Se aplicó en 16 canteros de 24 metros de largo de un invernadero. La temperatura del suelo a 10 cm de profundidad en el momento de la aplicación fue de 23 ° C.

AGROCELONE (1,3- Dicloropropeno 60,8 %, Cloropicrina 33,3 %)

Fecha de aplicación de Agrocelone: 4/8/2010.

Se aplicaron 60 gramos de producto por metro cuadrado de cantero en otro invernadero contiguo donde se había aplicado MIDAS. Este invernadero, tiene 14 canteros de 24 metros de largo que también tenía una alta población de nematodos en el cultivo previo de tomate cv Rally (Escala de ataque en raíces = 7,5 y la incidencia fue de 100 %). La temperatura del suelo en el momento de la aplicación fue de 14 C.

1 litro de Agrocelone pesa 1,3 kilos. Este dato se debe tener presente para calcular la dosis correcta del producto.

Se plantó Zuchini en los dos invernaderos el 26/8/2010. El zuchini es un cultivo altamente susceptible a nematodos.

El fin de estos cultivos fue el 25/10/2010.

Evaluación Final. 25/10/2010.

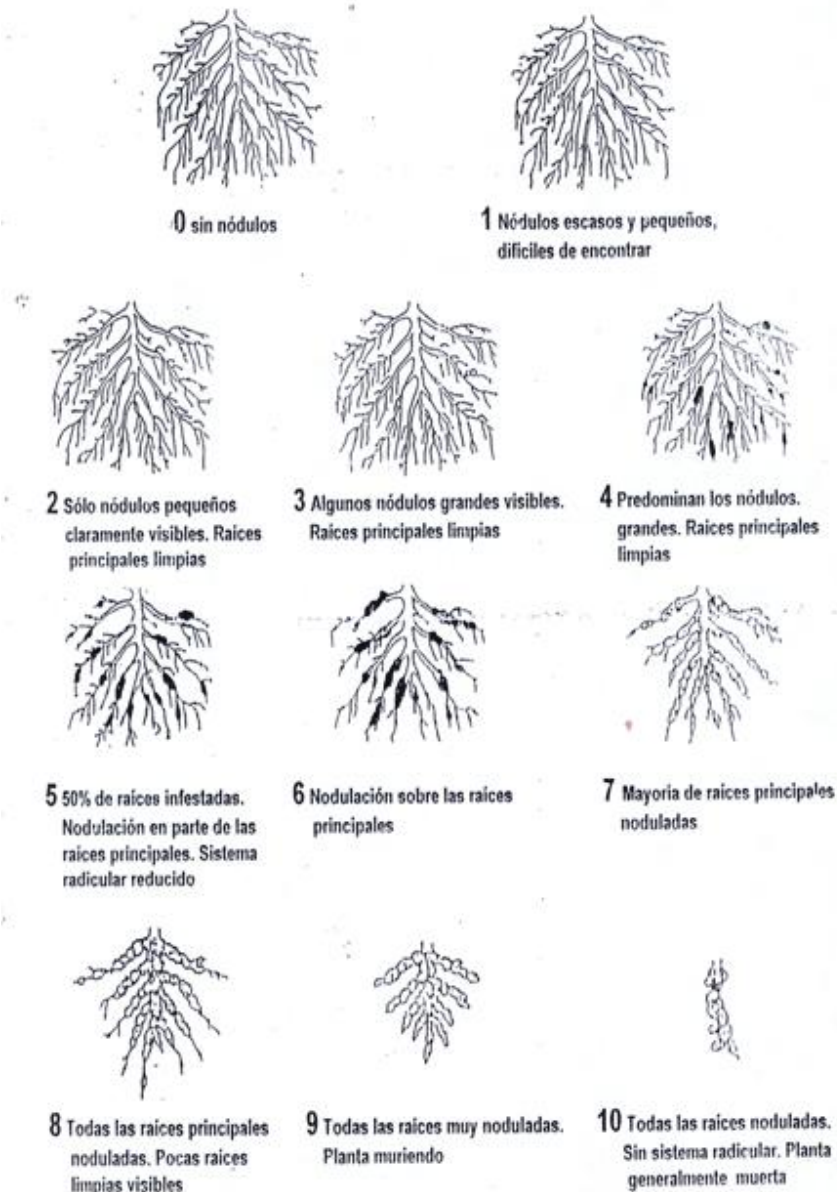
El comportamiento del MIDAS y Agrocelone a los 60 días de ser aplicados fue muy bueno. No se observó ataque de nematodos en las raíces del cultivo de zucchini en ninguno de los dos tratamientos. El zucchini es un cultivo que es muy susceptible a nematodos. Esto confirma que estos tratamientos son una buena alternativa a mitad de año cuando la solarización del suelo no se puede aplicar debido a las bajas temperaturas. El suelo en los dos invernaderos es arenoso por lo que es muy propicio para el desarrollo de nematodos.

Estas aplicaciones son muy importantes debido a que es una típica situación de alternativas rápidas de desinfección de suelos.

Consideraciones Finales.

Después de estos estudios realizados y otros previos, mostraron que MIDAS es una buena alternativa química al Bromuro de Metilo no sólo para cultivos de ciclo corto sino también para los de ciclo largo. MIDAS dio un buen control de nematodos y *Cyperus* (Pasto bolita). En este momento MIDAS está registrado y se está aplicando a nivel comercial. El Agrocelone, aunque fue probado sólo en una chacra, presentó un buen comportamiento en cultivos de ciclo corto aunque se necesitarían más tests para confirmar estos resultados en cultivos de ciclo largo. Otro nombre comercial de este producto llamado Inline, se había probado en otros años con solarización dando buenos resultados.

Se agradece el apoyo prestado en la realización de los trabajos a los señores Justo Suárez y Juan Amaral.

Anexo
Índice de nodulación en raíz de Tomate producidos por *Meloidogyne* (Bridge y Page, 1980)


OBSERVACIONES: 1 - 4 = nodulación sólo en raíces secundarias; 5 - 10 = nodulación en raíces primarias laterales y en las principales. La valoración de nodulación en los índices más bajos de la escala (0-1) es siempre difícil y lenta, pero es importante determinar con vistas al desarrollo futuro de las poblaciones. Para obtener resultados correctos en los valores de los índices, se deben utilizar únicamente plantas que estén en fase de crecimiento. Los nódulos sobre plantas viejas por causa de infestación secundaria tienden a desintegrarse, dejando rastros que pueden confundirse con raíces sanas.