

SEMINARIO DE CIERRE

ALTERNATIVAS

AL USO

DEL BROMURO

DE METILO

EN FRUTILLA,

TOMATE

Y FLORES DE CORTE.

**Buenos Aires,
4 y 5 de mayo de 2000**



OPROZ



*Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Alimentación
de la Provincia de Buenos Aires*

PROYECTO MP/ARG/97/186

SEMINARIO DE CIERRE

PROYECTO MP/ARG/97/186

**ALTERNATIVAS AL USO DEL BROMURO DE METILO
EN FRUTILLA, TOMATE Y FLORES DE CORTE**

BUENOS AIRES, 4 Y 5 DE MAYO DE 2000.

Contenido

ALTERNATIVAS AL BROMURO DE METILO EN LA FLORICULTURA COLOMBIANA, M. Pizano	4
EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS QUÍMICAS AL BROMURO DE METILO EN EL CULTIVO DE FRUTILLA (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch.). M. Sangiacomo, S. Gamboa, A. Aprea, M. López, A. Mitidieri, J. Zembo	13
ALTERNATIVAS QUÍMICAS AL USO DE BROMURO DE METILO. CULTIVO DE TOMATE. N. Mezquiriz	18
ALTERNATIVAS AL USO DEL BROMURO DE METILO PARA EL CONTROL DE LA PODREDUMBRE BASAL EN EL CULTIVO DE LISIANTHUS (<i>Eustoma grandiflorum</i> (Raf) Shinn) EN INVERNÁCULO. R. Fernández, S. Wolcan, G. Lori, L. Ronco, J. Roller, A. Kitagawa, A. Mitidieri	23
EVALUACIÓN DE <i>Fusarium spp</i> EN LOS SUELOS DE LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS AL USO DEL BROMURO DE METILO. S. Wolcan, G. Lori, J. Roller	31
EVALUACIÓN DE EFICACIA DE TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS AL USO DEL BROMURO DE METILO SOBRE <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> . M. Rollán, L. Ronco, C. Mónaco, M. López	42
ALTERNATIVAS QUÍMICAS AL USO DE BROMURO DE METILO. I. INFLUENCIA SOBRE LA SALINIDAD EN EL CULTIVO DE FRUTILLA. M. Alconada, V. Wisner, N. Mortola, J. Zembo, A. Mitidieri, S. Gamboa, M. Sangiacomo	48
ALTERNATIVAS QUÍMICAS AL USO DE BROMURO DE METILO. INFLUENCIA SOBRE LA SALINIDAD EDÁFICA EN EL CULTIVO DE TOMATE. M. Alconada, V. Wisner, N. Mortola, J. Zembo, S. Gamboa, C. Quinteros	53
ALTERNATIVAS AL USO DE BROMURO DE METILO: A) ALTERNATIVAS QUÍMICAS. II. INFLUENCIA SOBRE LA NUTRICIÓN NITROGENADA Y DE MICRONUTRIENTES EN EL CULTIVO DE FRUTILLA A CAMPO. M. Alconada, J. Zembo, V. Wisner, L. Giuffré, A. Mitidieri, S. Gamboa, M. Sangiacomo	61
ALTERNATIVAS AL USO DE BROMURO DE METILO: A) ALTERNATIVAS QUÍMICAS. III. INFLUENCIA SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE FRUTILLA: FÓSFORO EDÁFICO. L. Giuffré, M. Alconada, V. Wisner, N. Mortola, J. Zembo, E. Ciarlo	68
ALTERNATIVAS AL USO DE BROMURO DE METILO: B) FÍSICAS Y QUÍMICAS. I. INFLUENCIA SOBRE LA SALINIDAD EN EL CULTIVO DE FRUTILLA. M. Alconada, V. Wisner, N. Mortola, J. Zembo, L. Biondini, S. Gamboa	74
BROMURO RESIDUAL EN SUELOS ARGIDUOLES VÉRTICOS DESINFECTADOS CON BROMURO DE METILO. M. Alconada, J. Zembo	81
EFECTOS DE ALTERNATIVAS QUÍMICAS AL USO DE BROMURO DE METILO SOBRE LA EVOLUCIÓN DEL CO ₂ EN MUESTRAS DE SUELO. M. Marzocca, M. Rímolo, C. González, N. Mezquiriz, M. Alasia	88
SUSTITUCIÓN DEL BROMURO DE METILO CON VAPOR EN LA DESINFECCIÓN DE SUELOS EN EL GRAN LA PLATA (R.A.). J. Zembo, M. Ramírez, N. Mezquiriz, R. Fernández, M. Sangiacomo, J. Giaccio	99
CONTROL RACIONAL DE PLAGAS EN CULTIVO DE TOMATE EN INVERNÁCULO: Avances para su aplicación. R. Fernández, N. Mezquiriz	111
EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP), EN UN CULTIVO DE TOMATE EN INVERNÁCULO, CON APLICACIÓN AL SUELO DE ALTERNATIVAS FÍSICAS AL BROMURO DE METILO. R. Fernández, N. Mezquiriz	119
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS. Avances y reflexiones en torno a su adopción en los cultivos protegidos del Gran La Plata. R. Fernández	129
PRODUCCIÓN DE TOMATE EN SISTEMA DE CULTIVO SIN SUELO ABIERTO Y CERRADO. A. Amma	133
LOS CULTIVOS SIN SUELO COMO ALTERNATIVA AL USO DEL BROMURO DE METILO. L. Balcaza	138
PROYECTO ALTERNATIVAS SUSTITUTIVAS AL USO DE BROMURO DE METILO EN SUELO. O. Martínez Quintana	141

ALTERNATIVAS AL USO DEL BROMURO DE METILO EN FRUTILLAS, TOMATES Y FLORES DE CORTE

Coordinador del Proyecto: Juan Carlos Zembo

Personal participante: Margarita Alconada
Adolfo Amma
Alberto Aprea
Luis Balcaza
Roberto Fernández
Susana Gamboa
Juan José Giaccio
Carolina López
Gladys Lori
Oscar Martínez Quintana
María Cristina Marzocca
Néstor Mezquiriz
Adrián Mittidieri
Sergio Quiroga
Mariano Ramírez
Mirta Rímolo
Cristina Rollán
Jorgelina Rolleri
Lía Ronco
Miguel Angel Sangiacomo
Rosario Scalise
Gustavo Tito
Adriana Vanina
Silvia Wollcan
Juan Carlos Zembo

Instituciones participantes:

- INTA – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata. Programa de Horticultura y Floricultura.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de la Provincia de Buenos Aires. Estación Experimental de Gorina.

ALTERNATIVAS AL BROMURO DE METILO EN LA FLORICULTURA COLOMBIANA

Marta Pizano
Hortitecnia Ltda
Carrera 19 No. 85 - 65 Piso 2
Bogotá, COLOMBIA
Tel (571) 621 8108
Fax (571) 617 0730
E-Mail: hortitec@unete.com

1. Introducción

La floricultura se inició como actividad comercial en Colombia durante la década de los sesenta, cuando empresarios visionarios Colombianos y Estadounidenses encontraron grandes ventajas - geográficas, climatológicas y de mano de obra - para la producción de flores cortadas de exportación.

Desde el punto de vista social, la floricultura es un importante proveedor de empleo en Colombia, ofreciendo unos 75,000 puestos de trabajo directos y más de 50,000 indirectos. En la actualidad es un importante sector para la economía, que trajo al país más de \$600 millones de dólares en 1999.

En la actualidad existen unas 4700 hectáreas sembradas con flores para exportación, todas ellas bajo plástico. El 95% de la producción se exporta principalmente a los Estados Unidos (79%) y Europa (16%) aunque las flores Colombianas llegan en la actualidad a cerca de 50 países. Se cultivan más de 40 tipos de flores, pero los claveles, rosas y crisantemos comprenden aproximadamente el 75% de la producción. Otras flores cultivadas incluyen asters, limonium, gerbera, gypsophyla y flores tropicales.

Aunque las tecnologías requeridas para la producción comercial de flores fueron en su mayor parte importadas de los países desarrollados, también fue necesario adaptar muchos procedimientos y desarrollar otros, para adecuar la producción a condiciones tropicales. En la actualidad, la floricultura Colombiana es un ejemplo que otros países Latinoamericanos han tomado como modelo para realizar desarrollos similares.

2. Plagas y patógenos que afectan la producción

Al igual que en cualquier otra parte del mundo, la producción de flores se ve afectada en Colombia por graves plagas y enfermedades que pueden prevalecer e incrementarse en los suelos conduciendo a enormes pérdidas e incluso dejando zonas enteras inservibles para la producción de variedades susceptibles, y que exigen obligatoriamente la desinfección del suelo o la búsqueda de otras alternativas de producción. Sin embargo, como consecuencia de factores particulares, la floricultura en Colombia se desarrolló en ausencia del bromuro de metilo.

Algunos floricultores pioneros recuerdan haber considerado el uso del bromuro de metilo como alternativa para la desinfección de suelos, pero abandonaron la idea

dado que se percibió como un producto peligroso y difícil de aplicar, además de ser muy costoso dada su baja disponibilidad en ese momento. Adicionalmente - y esta parece ser la razón más válida de todas - algunos técnicos expresan que debido al alto contenido de materia orgánica típico de los suelos de la Sabana de Bogotá donde se inició el cultivo de flores y aún se desarrolla en su mayoría (con frecuencia llega al 18%), el bromo se fija en ellos trayendo problemas de fitotoxicidad como consecuencia. Aun cuando en épocas más recientes algunos floricultores principalmente de pompón ensayaron este producto para el control de nemátodos en bloques madres - aparentemente con buenos resultados - este fue abandonado debido a consideraciones medioambientales y en la actualidad se puede afirmar que la floricultura Colombiana no utiliza bromuro de metilo.

3. Descripción de los métodos de control de plagas:

Los procesos de producción son enmarcados dentro del concepto del Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades - MIPE; los pesticidas necesarios deben ser aplicados de manera correcta y segura; y deben preferirse siempre las alternativas menos tóxicas - muchas veces disponibles.

En esencia, el MIPE implica acudir a todos los recursos posibles - no solamente al control químico - para reducir y prevenir la incidencia y efectos de una plaga o enfermedad dados. El saneamiento de las áreas de cultivo, el uso de material vegetal sano, los controles físicos y mecánicos las variedades resistentes el monitoreo y el registro de datos entre otros, son importantes ingredientes del MIPE, cada uno de los cuales contribuye en alguna medida a la reducción del problema y a una utilización de pesticidas significativamente menor. Para muchos expertos, el MIPE es en la actualidad la única solución sostenible a las graves plagas y enfermedades que afectan a muchos cultivos.

En su aplicación práctica, el MIPE trae excelentes resultados, no solamente al mejorar la eficiencia misma del negocio, sino que en el tiempo, representa una significativa economía en dinero y una adecuada conservación de los recursos naturales.

El MIPE es ampliamente utilizado por los floricultores colombianos: posiblemente un 90% de ellos lo utiliza en alguna medida. Con la tendencia actual hacia una producción más ecológica y sostenible, lo más probable es que adquiera cada vez más importancia. Cabe anotar sin embargo que el uso de fumigantes de suelo distintos al bromuro de metilo (metham sodium, dazomet, dichloropropene) para el control de enfermedades y plagas del suelo particularmente en el caso de los claveles y crisantemos.

La siguiente Tabla describe los principales componentes de este sistema, que deben ser adaptados a cada plaga o enfermedad particular según su ciclo de vida, epidemiología y otros.

Tabla 1. PRINCIPALES COMPONENTES DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

1. Monitoreo

- * Recurso humano - Personal entrenado que pueda detectar los problemas en estadios iniciales
- * Mapeo - Identificación de las áreas afectadas (focos) dentro del cultivo
- * Registro de información - para establecer un umbral de daño
- * Resultados y decisiones - cuando y dónde se justifica aplicar un pesticida

2. Control Cultural

- * Erradicación de malezas que actúan como hospederos alternos.
- * Tratamiento inmediato de focos de enfermedad.
- * Buena ventilación (reduce por ejemplo enfermedades causadas por hongos).
- * Mantenimiento de invernaderos (cubiertas, cortinas, etc.).
- * Erradicación o procesamiento de desechos vegetales que puedan actuar como reservorios.

3. Control físico

- * Trampas para insectos para reducir y monitorear poblaciones.
- * Mallas y otras barreras que restringen la entrada de insectos a los invernaderos.
- * Aspiradoras para atrapar insectos voladores.
- * Esterilización del suelo o sustrato con vapor (pasteurización).
- * Tráfico restringido entre invernaderos (especialmente entre zonas enfermas y sanas).
- * Desinfestación de zapatos, herramientas y otros.

4. Control biológico

- * Material vegetal sano.
- * Biopesticidas.
- * Agentes de control biológico.
- * Variedades resistentes.
- * Incorporación de compost y/o microorganismos benéficos al suelo.
- * Películas plásticas sobre el suelo (mulch) para control de malezas y algunas plagas de suelo.

5. Control químico

- * Fumigantes de suelo y otros pesticidas.

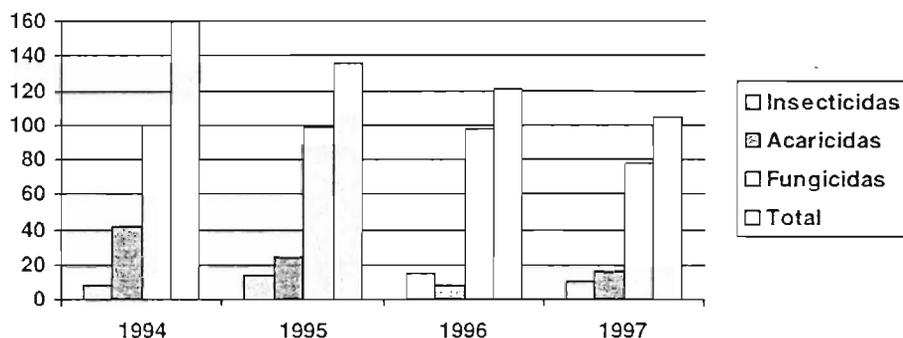
4. Ejemplos prácticos

Se han documentado varios estudios de caso con el fin de estimar los beneficios del MIPE y sus componentes sobre el uso de controles químicos únicamente. A continuación algunos ejemplos para ilustrar este punto.

En primer lugar, se ha registrado el uso general de pesticidas en una empresa que ya venía implementando el MIPE pero comenzó a trabajar activamente en su perfeccionamiento. Al cabo de tres años la cantidad de ingrediente activo por hectárea se

había reducido ya en un 35%; y al comparar su uso de químicos con aquél necesario en un sistema de control tradicional - en el que se aplican pesticidas en forma preventiva cada semana - se encontró que el MIPE podía desarrollarse a un costo 40% menor y requería 75% menos pesticidas!

Caso 1. KG DE INGREDIENTE ACTIVO POR HECTÁREA EN UN CULTIVO DE CLAVEL QUE UTILIZA MIPE



Fuente: Carulla y Trujillo, 1997, Flexport de Colombia, Bogotá, Colombia

Otro buen ejemplo es el registrado en una finca en la que se comparó el control del minador del crisantemo (*Liriomyza trifolii*) con MIPE y de forma tradicional (basado en insecticidas aplicados de forma preventiva)

Caso 2. Comparación de costos por Ha entre prácticas tradicionales y MIPE para el control del minador (*Lyriomyza trifolii*) en crisantemo

ACCIÓN	MIPE		TRADICIONAL	
1. Mano de obra	1771 horas		1212 horas	
SUB -TOTAL	94.2 %	\$1065	40.34 %	\$736
2. Químicos	4 appl.		124 appl.	
SUB -TOTAL	1.5 %	\$19.50	58.6 %	\$1081
3. Energía	256.1 kwh		116.3 kwh	
4. Depreciación	781 h/equip		121 h/equip	
SUB - TOTAL	4.3 %	\$49.50	1.1 %	\$20
TOTAL		\$ 1134		\$1840

Compostaje

Una de las alternativas comprendidas dentro del MIPE que está trayendo magníficos resultados es la adición de cómpost como enmienda orgánica y fuente de microorganismos benéficos que contribuyen a controlar las plagas asociadas al suelo.

Los desechos vegetales - provenientes de las podas, cosechas o clasificación de ramos, pero ante todo de la renovación de las áreas de cultivo - constituyeron un gran problema para los floricultores durante tiempos ya que no se disponía de una forma adecuada de manejarlos y sus volúmenes llegan a ser importantes. Los expertos han calculado que, en promedio, se puede esperar que cada día se generen 2.25m³ de desechos vegetales por hectárea de cultivo, o toneladas al año como se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 2. Volumen de desechos generados al renovar una hectárea de flores

Tipo de flor	Toneladas/ Ha	Frecuencia
Claveles	25/Ha	Cada 2 años
Cristantemos	9/Ha	Cada 12 - 14 semanas
Rosas	30/Ha	Cada 8 - 10 años
Gypsophyla	5/Ha	Cada 22 semanas

Fuente: Dimensión Ambiental de los cultivos de flores (Asocolflores, 1991)

A medida que se fue haciendo claro que las viejas alternativas para disponer de estos residuos tales como quemar, enterrar o llevar a los basureros municipales generaban problemas ambientales y con las poblaciones locales que no disponen de la infraestructura suficiente, requerían espacio y mano de obra y por lo tanto eran costosas, los floricultores Colombianos comenzaron a recurrir al compostaje y la lombricultura, encontrando en ellos una excelente solución al problema. Pronto se hizo evidente que el rico humus obtenido mediante estos procesos es un magnífico fertilizante que además contribuye a restablecer la flora natural del suelo, mejora su estructura, aumenta la capacidad de retención de agua y, por si fuera poco, ayuda a controlar las enfermedades del suelo.

En términos generales, el compostaje requiere amontonar el desecho vegetal en pilas de una altura adecuada, que se dejan descomponer durante un período de tiempo a lo largo del cual tiene lugar un proceso de descomposición. Para acelerar dicho proceso conviene picar el material y añadir una fuente de nitrógeno. Las condiciones ambientales (temperatura, pH, oxígeno, humedad) deben controlarse adecuadamente. Dependiendo del tipo de planta, el proceso tarda en promedio de tres a cinco meses.

Algunos floricultores prefieren terminar el proceso de compostaje mediante lombrices, utilizando para este fin la lombriz roja californiana *Eisenia foetida* que al alimentarse del material semi-compostado produce un rico "humus", más fino y procesado. Existen ventajas y desventajas que se tienen en cuenta para elegir una de estas alternativas, entre ellas: el humus tiene consistencia más uniforme y proporciona los nutrientes a las plantas de forma más directa; sus capacidades de intercambio catiónico y de retención de agua son mejores. Por su parte, el compost mejora la estructura del suelo, y es menos costoso de producir pues requiere generalmente menos tiempo de procesamiento. El tipo de planta a procesar también influye sobre esta decisión: por ejemplo, a las lombrices no parecen gustarles los crisantemos, mientras que se desempeñan perfectamente en las rosas.

Tan pronto como se inicia el proceso de compostaje, la temperatura interior de las pilas subirá hasta más o menos 70 °C; esto constituye en si un proceso natural de

pasteurización que elimina la mayoría de hongos y bacterias patógenos que puedan encontrarse presentes.

Los procesos que acabamos de describir tienen implicaciones dentro de la infraestructura de la empresa: deben existir lugares adecuados para picar el material, áreas amplias y bien aireadas donde ubicar las pilas de compostaje y sobre todo, un excelente programa de clasificación de residuos. Los materiales de diferente origen - plásticos, alambres, bandas de caucho - obviamente no se descomponen y causan problemas más tarde.

Los firmes creyentes en el compostaje reportan una sustitución del 50% de la fertilización química tradicional, muy poca - o incluso ninguna - necesidad de esterilizar el suelo, mayor productividad y muchos otros beneficios. A continuación algunas experiencias con el uso de compost en cultivos de flores documentadas en Colombia:

Caso 3. Sustitución de la fertilización química con humus de lombriz en un cultivo de rosa

	<u>Tradicional</u>	<u>Humus</u>
% Substitución	0%	50%
Costo ha/mes*	\$350	\$320

* Incluye procesamiento, mano de obra, transporte, aplicación a las plantas, fertilizantes y otros materiales. No incluye el costo de la picadora ni el terreno.

Fuente: Valderrama, H., 1996 Las Flores S. A., Bogotá, Colombia

Esta empresa reporta además los siguientes beneficios:

- Los problemas por sales altas, frecuentes en los cultivos de rosas, fueron mucho menos comunes al balancearse mejor los niveles de nutrientes en el suelo.
- Se requirió entre 15 y 20% menos de agua para el cultivo
- Se mejoraron el drenaje y la estructura del suelo
- Se obtuvieron plantas sanas y vigorosas, más productivas, debido a todo lo anterior y sin duda a los microorganismos presentes en el humus.

Otro caso relacionado con el uso de cómpost ha sido documentado por un exportador de pompón:

Caso 4. El cómpost como fertilizante y enmienda de suelo en un cultivo de *Dendranthema*

Cantidad de compost aplicada:	30 Tons/Ha
% Substitución de fertilizante químico:	50%
Capacidad de retención de agua:	30 - 40% mayor
Reducción de costos:	15 - 20%
Esterilización de suelos:	Ninguna

Fuente: Jaramillo, F. y Valcárcel, F. 1998. Jardines de los Andes, Bogotá, Colombia

El mayor beneficio que reporta este productor es la recuperación del suelo mediante la adición de compost. Luego de muchos años de cultivar pompón, siempre en el mismo lugar, dicha empresa comenzó a tener problemas con hongos del suelo como *Phoma* y *Pythium* que se asocian al monocultivo, una mala estructura del suelo y aireación deficiente principalmente. La adición de compost ha eliminado virtualmente este problema y en la actualidad no se requieren ni fumigación ni esterilización con vapor alguna del suelo, lo que representa no solamente una gran economía sino un enfoque en la producción mucho más amigable al medio ambiente. La razón de este resultado reside por supuesto en un mejor drenaje y aireación del suelo que merman el desarrollo de estos hongos, y un mejor balance en la flora microbiana; los microorganismos benéficos presentes en el cómpost ofrecen una eficiente competencia frente a los patógenos, que no logran reproducirse con tanta rapidez.

Los beneficios mencionados en el ejemplo anterior relacionados con el vigor y productividad de las plantas, menores problemas con sales altas y otros también se encuentran en éste. En el cultivo de crisantemo resulta muy fácil incorporar el compost en la presiembra dado el corto ciclo de producción de esta flor (12 a 14 semanas) luego del cual se renueva completamente el arrea. Sin embargo, en el caso de la rosa y otras flores de ciclo más largo, el cómpost puede aplicarse superficialmente con éxito, mezclándolo con el suelo teniendo cuidado de no dañar las raíces.

Cultivos hidropónicos

Recientemente, un buen número de productores de clavel han optado por un nuevo sistema de producción, que incorpora las ventajas del cultivo en sustrato artificial, pero sin los costos asociados a la construcción y mantenimiento de camas levantadas. Dentro de este sistema se construyen camas directamente en el suelo, que son recubiertas con polietileno grueso de color negro. Luego, estas camas se llenan con cascarilla de arroz parcialmente quemada para mejorar su estructura como sustrato, a una profundidad de 15 a 20 cm. Las plantas de clavel se cultivan luego allí siguiendo básicamente las mismas prácticas culturales tradicionales.

Hasta el momento, los productores reportan una significativa reducción de las pérdidas causadas por *F. oxysporum* f.sp. *dianthi* particularmente en aquellas variedades que son muy susceptibles a este hongo, en las que se ha pasado de pérdidas de hasta el 45% a apenas 3% en un ciclo de producción.

Al igual que sucede con cualquier sistema hidropónico, este sistema conlleva problemas principalmente en lo que se refiere al riego y la fertilización, parámetros a los que debe hacerse un seguimiento especialmente cuidadoso.

Esterilización con vapor

A continuación se presenta un análisis general de los costos de esterilizar el suelo con vapor en comparación con algunos fumigantes de suelo, para el control de problemas del suelo. Debe anotarse sin embargo que para que el vapor sea una opción factible debe utilizarse dentro de un programa de manejo integrado como se ha descrito anteriormente. De lo contrario, lo más probable es que la incidencia de enfermedad sea demasiado alta y los costos se tripliquen - ya que será necesario inyectar el vapor a profundidades de 80 cm y más durante largos períodos de tiempo. El manejo de esta enfermedad así como de cualquier otra asociada al suelo debe ser ante todo

preventivo ya que eliminar el patógeno una vez se ha establecido en el suelo puede resultar virtualmente imposible.

Tabla 4. Comparación general de costos de esterilización del suelo con fumigantes y vapor

Costos en dólares US. Datos suministrados por Jardines de los Andes y Flexport de Colombia, Bogotá, y Cultivos Miramonte, Medellín, Colombia (Rodríguez-Kabana y Martínez, 1997)

FUMIGANTE	COSTO POR HECTAREA*
Dazomet (Basamid)	\$5,680
Metham Sodium (Vapam, Buma)	\$5,120
Dichloropropene (Telone)	\$8,000
Bromuro de Metilo (MeBr)	\$5,030
Vapor**	\$6,970

* incluye gastos generales de mano de obra

** baja incidencia de enfermedad

Además de los costos, que como se observa pueden ser comparables a los de un fumigante, la esterilización con vapor trae otros beneficios principalmente relacionados con los prolongados períodos de espera (por lo general 30 días) antes de la resiembra asociados a los fumigantes. Este simple hecho añade un mes completo de producción de flores a las áreas tratadas con vapor, aproximadamente 200,000 flores exportables y cerca a \$15,000 dólares por hectárea (he ahí el dinero para la caldera!). Los floricultores que utilizan este sistema encuentran además que las plantas crecen más parejas y vigorosas; aún mejor, han logrado cultivar clavel en el mismo terreno durante más de veinte años con pérdidas que apenas llegan al 2 o 3%.

Si no se realiza adecuadamente, sin embargo, la esterilización con vapor puede llegar a ser una experiencia frustrante y extremadamente costosa. La principal consideración es la profundidad a la cual se debe inyectar el vapor, que es directamente proporcional a los costos de energía y combustible; ello ilustra aún más la importancia de establecer buenos programas MIPE. Adicionalmente, la esterilización con vapor debe realizarse de manera completa: los suelos parcialmente pasteurizados donde queda algún inóculo de organismos nocivos es el ambiente ideal para que estos se reproduzcan sin la competencia natural de otros organismos. Finalmente, dado que el vapor (al igual que la mayoría de fumigantes que son de amplio espectro) elimina indiscriminadamente organismos nocivos y benéficos es aconsejable añadir materia orgánica y enmiendas con organismos benéficos inmediatamente después del tratamiento indiscriminately, growers have started adding organic matter and beneficial organism am para restablecer el equilibrio biótico de los suelos.

Referencias

- ASOCOLFLORES, 1991. Investigación sobre la dimensión ambiental del cultivo de flores en Colombia. ESSERE Ltda. (Environmental dimension of flower production in Colombia)
- ASOCOLFLORES, 1996, 1998, 2000 Comunicación personal

- Calderón, F. 1996, 1998, 1999. Comunicación personal
- Carulla, R. y A. Trujillo, 1996, 1997, 1998, 2000. Comunicación personal. Flexport de Colombia, Bogotá, Colombia.
- García, A. 1992. Problemas de salinidad, su prevención y manejo en los cultivos de flores colombianos. In: Riego, Nutrición, Manejo de Poscosecha y Control de Calidad en Flores Cortadas. Proceedings, October 22 and 23 1992, Bogotá, Colombia. (Salinity problems and their prevention in Colombian flower production)
- Patiño, M. 2000. El cultivo de clavel en cascarilla de arroz. En: Clavel. Ediciones Hortitecna Ltda (en impresión)
- Pizano, M. 1994 - 1998. ECOFLOR: Código de Conducta.
- Pizano, M. 1995. Manejo amigable del ambiente en la floricultura. pp 91 - 98 in: Memorias, II Simposio Nacional del Crisantemo, ASOCOLFLORES, Antioquia. Oct 12 - 13 1995.
- Pizano, M. (Ed.) 1997. Floricultura y Medio Ambiente: La Experiencia Colombiana. Ediciones Hortitecna Ltda, Bogotá, Colombia 352 pp.
- Pizano, M. 1999. Case study on Colombian Floriculture - Alternatives to Methyl Bromide. UNEP/TIE.
- Pizano, M. 1999. Alternatives to Methyl Bromide in Colombian Floriculture. Workshop on alternatives to MB for Eastern and Southern Africa UNEP/TIE, Malawi, Sept 6-10, 1999.
- Valderrama H., y R. Larrota, 1996, 1997, 1998, 2000. Comunicación personal. Flores Sagaró, Bogotá, Colombia.

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS QUÍMICAS AL BROMURO DE METILO EN EL CULTIVO DE FRUTILLA (*Fragaria x ananassa* DUCH.)

Miguel Angel Sangiacomo¹, Susana Gamboa², Alberto Aprea², María Carolina López², Adrián Mitidieri², Juan Carlos Zembo²⁻³.

¹ Proyecto MP/ARG/97/186

²Curso de Horticultura y Floricultura. Facultad de Ciencias Agraria y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. Calle 60 y 119. (1900) La Plata. Bs As. Tel 0221-482-4500 x 417 Fax 0221-425-2346 e-mail hortiflor@inta.gov.ar

³ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Proy. MP/ARG/97/186. sinbromuro@inta.gov.ar

RESUMEN

La zona del Gran La Plata es importante en la producción de frutilla para consumo fresco. La esterilización del suelo mediante el uso del bromuro de metilo es una práctica en aumento, que permite mejorar los rendimientos. Se evaluaron productos químicos capaces de sustituir al bromuro de metilo. Fueron utilizados dazomet y metam sodio. No hubo diferencias significativas entre tratamientos. Se concluye que ambos productos son alternativas al bromuro de metilo.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la frutilla es muy importante en la Argentina a nivel comercial. Si bien la tecnología utilizada varía de acuerdo a las regiones, en general es consumidor de bromuro de metilo, producto en el que basan los sistemas altamente productivos. En el marco del Protocolo de Montreal, nuestro país se ha comprometido a su eliminación como fumigante de suelo en un plazo no muy extenso.

Se han realizado numerosas experiencias con el fin de sustituir al Bromuro de Metilo en frutilla. La aparición de hongos sub-letales representa el principal problema en el cultivo a nivel comercial.

Los patógenos de suelo son señalados como responsables de pérdidas muy importantes en la producción agrícola.

Diversas investigaciones llevadas a cabo durante los últimos 50 años han demostrado los beneficios de la fumigación del suelo en la producción de frutillas y otros cultivos intensivos (Shaw y Larson, 1996). Recientemente han sido comprobados los beneficios de la desinfección del suelo en todos los componentes de la producción, incluyendo los viveros fundacionales que proveen de plantas para los productores (Larson y Shaw, 1995 a,b).

Los esfuerzos realizados para mejorar el desempeño de las frutillas en suelos no fumigados han encontrado un serio escollo con la presencia de organismos letales y sub-letales (Galletta et al, 1989; Mass et al, 1989; Shaw y Larson, 1996).

Sin duda, uno de los problemas en la búsqueda de alternativas genéticas al uso de fumigantes para la desinfección del suelo ha sido que los genes de resistencia muestran tolerancia parcial y herencia compleja (Shaw et al, 1996), así como el tiempo necesario para poder incorporar estas características en los cultivares comerciales. Hasta ahora los experimentos llevados a cabo con diverso germoplasma no han identificado variaciones genéticas útiles para mitigar las consecuencias de los organismos subletales del suelo. Dado que estas causas no-específicas pueden reducir la

producción en 50% o más, la presencia de organismos subletales del suelo son un obstáculo considerable para la producción de frutillas en suelos no fumigados, aún si se desarrollan cultivares con resistencia suficiente a patógenos letales (Galleta et al, 1989; Shaw y Larson, 1996).

Experiencias realizadas sobre la performance de cultivares de frutilla en suelos con y sin fumigar demostraron que el rendimiento a cosecha, el peso del fruto y el tamaño de la planta fueron inferiores sensiblemente cuando se compararon con plantas que se desarrollaron en suelos fumigados (Shaw y Larson, 1996)

Experiencias llevadas a cabo en California (Larson y Shaw, 1995; Fort et al, 1996) concluyen que la búsqueda de resistencia a los patógenos subletales es de muy difícil realización, indicando que es muy poco prometedor el desarrollo de cultivares con adaptación genética específica para los efectos subletales.

Consecuentemente se realizan tareas de investigación en diferentes centros mundiales tendientes a la búsqueda de alternativas al uso del bromuro de metilo.

En nuestro caso, dado el ámbito del proyecto, y sus características, esta primera etapa tiene como finalidad verificar alternativas ya probadas, y adaptarlas a las necesidades del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron ensayos comparando diferentes fumigantes químicos en la localidad de Melchor Romero, en la zona del Gran La Plata, 35 Latitud Sur, 58 Longitud Oeste.

Los ensayos se realizaron en el campo de un productor, sobre suelo franco arcilloso. El cultivo antecesor fue tomate, que se terminó de cosechar a fines de marzo de 1998. A principios de abril de 1998 se realizó la preparación del suelo, que consistió en dos aradas y dos rastreadas, dejando el suelo bien preparado, mullido y bien desterronado.

El 26 de junio de 1998 se realizó la plantación. Se utilizaron plantas a raíz desnuda del cultivar Milzei Tudla, de reconocido buen comportamiento en la zona, y que el Programa Horticultura y Floricultura de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata había evaluado exhaustivamente en temporadas anteriores. Las plantas fueron provistas por un vivero de la provincia de Mendoza. En el momento de la plantación las plantas fueron lavadas en forma individual en corriente de agua para eliminar restos de tierra provenientes del vivero. Luego se les aplicó un tratamiento con metalaxyl y con carbendazim a razón de 20 g/10 L y 6 g/10 L, respectivamente, sumergiendo los plantines durante 15 minutos en cada solución, previo aireado entre tratamiento y tratamiento.

Previa a la plantación fue colocado sobre cada lomo un mulching con polietileno negro de 40 nm de espesor, y un tubo de riego con goteros a 0,20 cm de distancia entre si, del tipo autocompensado, con una erogación de 2 L.h⁻¹.

Las plantas se colocaron en un camellón de 0,80 m de ancho, con dos filas en cada uno, separando las plantas 0,25 m entre plantas, y 0,30 m entre filas. La distancia de centro a centro de camellones adyacentes es de 1,40 m.

Los tratamientos realizados fueron los siguientes:

1. Bromuro de metilo a razón de 80 g.m⁻² con polietileno común 50 nm.
2. Bromuro de metilo a razón de 40 g.m⁻² con polietileno común 50 nm
3. Bromuro de metilo a razón de 80 g.m⁻² con polietileno común 100 nm
4. Bromuro de metilo a razón de 40 g.m⁻² con polietileno común 100 nm
5. Bromuro de metilo a razón de 80 g.m⁻² con polietileno barrera.

6. Bromuro de metilo a razón de 40 g.m⁻² con polietileno barrera.
7. Dazomet (Basamid, Basf SA) a razón de 70 g.m⁻²
8. Metam sodio (Vapam, Síntesis Química SA) a razón de 125 cm³.m⁻²
9. Metam sodio (Vapam, Síntesis Química SA) a razón de 125 cm³.m⁻², combinado con la coformulación metalaxyl-mancozeb (Ridomil, Ciba SA), a razón de 4 g.m⁻²

El tratamiento indicado como número 1, es decir, Bromuro de metilo a razón de 80 g.m⁻² con polietileno común 50 nm, fue tomado como testigo, dado que es la práctica corriente en la zona.

Los tratamientos con bromuro de metilo fueron realizados 7 días antes de la plantación, mediante aplicación en caliente, utilizando el sistema de riego por goteo instalado, dejando cubierto por 3 días, y luego aireando. El dazomet fue aplicado 30 días previos a la plantación, diseminando uniformemente los gránulos mediante una máquina marca Grandi sobre la superficie, y luego incorporando el producto a 0,30 m de profundidad, regando y cubriendo con polietileno. El metam sodio fue aplicado 30 días previos a la plantación, en forma líquida, regando inmediatamente hasta el 100% de capacidad de campo.

Cada tratamiento consistió en 24 plantas de frutilla, evaluándose las 20 centrales. El diseño experimental fue de bloques completos totalmente aleatorizados, con 4 repeticiones. Las evaluaciones que se realizaron incluyeron mortandad de plantas, causas de mortandad, rendimiento, y calidad de la fruta cosechada.

El manejo consistió en la evaluación de la fertilidad mediante extractor de solución de suelo, y aplicar mediante el riego por goteo instalado las correcciones necesarias (Ellis *et al*, 1995). Las necesidades de fertilización se determinaron mediante el extractor de solución de suelo. El control de plagas se hizo siguiendo pautas de manejo integrado (Cooley *et al*, 1993). Todos los tratamientos estuvieron, durante la época invernal, cubiertos por un túnel de polietileno cristal de 50 nm, con arcos de 0,90 m de diámetro, práctica habitual entre los productores de frutilla. Este túnel se cubría al atardecer, cuando bajaban las temperaturas, y se descubría en cuanto las temperaturas superaban un umbral crítico de 10 °C.

El análisis estadístico del presente experimento se realizó utilizando el programa SAS, procedimiento GLM.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los evaluaciones realizadas son los siguientes:

Tratamiento	Rendimiento (kg.ha ⁻¹)
1. Bromuro de metilo 80 g.m ⁻² polietileno 50 nm	24.390
2. Bromuro de metilo 40 g.m ⁻² polietileno 50 nm	22.050
3. Bromuro de metilo 80 g.m ⁻² polietileno 100 nm	25.215
4. Bromuro de metilo 40 g.m ⁻² polietileno 100 nm	27.705
5. Bromuro de metilo 80 g.m ⁻² polietileno barrera	27.510
6. Bromuro de metilo 40 g.m ⁻² polietileno barrera	26.580
7. Dazomet	22.665
8. Metam sodio	20.625
9. Metam sodio + coformulación fungicida	25.155

El análisis estadístico de estos datos no muestran diferencias significativas entre los tratamientos.

Tampoco se observaron diferencias significativas en los otros parámetros evalua-

dos. La mortandad de plantas fue prácticamente nula, y las causas de mortandad fueron de origen mecánico. En cuanto a la calidad de la fruta cosechada no se observaron diferencias entre tratamientos.

Una primera conclusión es que todos los tratamientos, para las condiciones encontradas en el presente ensayo, han resultado semejantes entre si. En otros trabajos se han encontrado resultados semejantes (Bell *et al*, 1998)

Esto pudo deberse a que el suelo no presentaba una carga de organismos patógenos importante, fundamentalmente del tipo subletal. Por otro lado, los tratamientos realizados en los plantines, en forma previa a la plantación, es muy probable que hayan ejercido un control muy eficiente sobre los micro-organismos que podían provenir del vivero. Conclusiones similares han sido señaladas por otros autores (Fort *et al*, 1996; Larson y Shaw, 1995ayb; Stapleton y DeVay, 1984; Stapleton, 1996)

Es de destacar que, ante las situaciones descritas, tanto el dazomet como el metam sodio han resultado igualmente efectivos, y en forma similar al bromuro de metilo, lo que permitiría su reemplazo en forma no traumática. Estos resultados son coincidentes con investigaciones realizadas en otros lugares (Shaw y Larson, 1996; Bell *et al*, 1998).

Asimismo, el uso del bromuro de metilo a mitad de dosis, utilizando el polietileno barrera, o el polietileno baja densidad pero de doble espesor (100 nm), puede ser una práctica aconsejable durante el período de transición, ya que no afecta los rendimientos del cultivo de frutilla, y disminuirían los riesgos ambientales del bromuro de metilo. Esto concuerda con lo comunicado por Mitidieri *et al* en 1998.

CONCLUSIONES

Concluimos que, para las condiciones en que se ha efectuado el presente ensayo, tanto el dazomet como el metam sodio constituyen alternativas tecnológicas al bromuro de metilo, permitiendo su reemplazo.

REFERENCIAS

- Bell, A, J Boye y O Mück. 1998. Methyl Bromide substitution in agriculture. GTZ.
- Cooley, D, S Schloemann y A Tuttle. 1993. Development and implementation of integrated pest management for strawberries in Massachusetts. *Avances in Strawberry Research*. 12:1-11
- Ellis, J, D Watson, G Varvel y M jawson. 1995. Methyl Bromide soil fumigation alters plant element concentration. *Soil Sci Am J* 59:848-852
- Fort, S, D Shaw y K Larson. 1996. Performance response of strawberry seedling to the sublethal effects of nonfumigated soils. *J Amer Soc Hort Sci*. 121:367-370
- Hartz, T, J DeVay y C Elmore. 1993. Solarization is an effective soil disintestation technique for strawberry production. *HortScience*. 28:104-106
- Larson, K y D Shaw. 1995a. Relative performance of strawberry genotypes in fumigated and nonfumigated soils. *J Amer Soc Hort Sci*. 120:274-277.
- Larson, K y D Shaw. 1995b. Strawberry nursery soil fumigation and runner plant production. *HortScience*. 30:237-238
- Larson, K y D Shaw. 1996. Soil fumigation, fruit production, and dry matter partitioning of field-grown strawberry plants. *J Amer Soc Hort Sci*. 121:1137-1140
- Mitidieri, A, J Zembo, S. Gamboa y A. Aprea. 1998. Evaluación del uso de subdosis

de bromuro de metilo aplicado bajo mulching especial y comparación de distintos tipos de mulching sobre la productividad de la frutilla. Comunicación. ASAHO.

- Shaw, D y K Larson. 1996. Relative performance of strawberry cultivars from California and other North American sources in fumigated and non-fumigated soils. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(5):764-767

- Stapleton, J y J DeVay. 1984. Thermal components of soil solarization as related to changes in soil and root microflora and increased plant growth response. Plant Disease. 74:255-260

- Stapleton, J. 1996. Fumigation and solarization practice in plasticulture systems. HortTechnology. 6:189-192

ALTERNATIVAS QUÍMICAS AL USO DE BROMURO DE METILO. CULTIVO DE TOMATE.

Ing. Agr. Néstor B. Mezquiriz.

Estación Experimental Gorina 501 e/147 y 149 (1897) J. Gorina.

Resumen

Los cultivos bajo invernáculo, requieren una actividad intensiva, con un permanente ajuste y adaptación de tecnologías: Las limitaciones futuras para la utilización de bromuro de metilo en los tratamientos del suelo exigen la búsqueda de alternativas que sean respetuosas del medio ambiente y posibles desde el punto de vista económico.

Los tratamientos fueron: 1) testigo sin tratar; 2) metan sodio (Vapam) $125 \text{ cm}^3/\text{m}^2$; 3) dazomet (Basamid) $70 \text{ g}/\text{m}^2$; 4) formaldehído al 40% (Formalina) $250 \text{ cm}^3/\text{m}^2$; 5) bromuro de metilo $70\text{g}/\text{m}^2$.

Se realizaron cinco tratamientos con tres repeticiones, el parámetro analizado en este trabajo fue el rendimiento por hectárea (kg/ha).

No hubo diferencias significativas de rendimientos entre los tratamientos.

Introducción

El producto más difundido en la desinfección de suelos para el cultivo de tomate es el Bromuro de Metilo, cuya efectividad en el control de patógenos del suelo ha sido ampliamente probada.

La desinfección del suelo con bromuro de metilo se remonta a la década del cuarenta, su amplio espectro de control y su marcada eficacia, hicieron que se mantuviera vigente, su versatilidad le permitió adaptarse al riego localizado, a través del cual puede aplicarse en forma muy sencilla, esto frenó el desarrollo de otras opciones.

Al ser clasificado el bromuro de metilo como destructor de la carpa de ozono, se hizo necesario planificar su reemplazo; pero antes de este hecho ya mostraba algunos aspectos negativos como su alta toxicidad y volatilidad. Su acción además reduce la biodiversidad en el suelo.

Sin embargo, su uso está cuestionado por las consecuencias ambientales. La República Argentina ha tomado el compromiso de eliminar su uso en un plazo relativamente breve.

La acción negativa de los patógenos del suelo ha afectado el rendimiento de la actividad tomatera. La experiencia mundial marca los beneficios de la fumigación de suelo en este cultivo. Para que la acción general sobre los parásitos del suelo sea eficaz, es condición que el desinfectante alcance todos los sitios del suelo y para cumplir esa acción lo más conveniente es que sea un gas, de ahí que la mayoría de los productos sean un gas o formulaciones con elevada presión de vapor que gasifican con rapidez.

El cultivo de tomate es muy importante en la Argentina. Si bien las técnicas de manejo varían con las zonas, es un gran consumidor de bromuro de metilo.

Los principales productos que pueden reemplazar al bromuro de metilo son el metam sodio y el dazomet. Si bien se trata de compuestos ya conocidos, es necesario ajustar dosis y forma de aplicación. La formalina que es una solución que contiene 40% de formaldehído, se empleó antiguamente para desinfectar batata de siembra, semillas en general, también en floricultura, su acción no es de amplio espectro como los productos antes mencionados, pero su inclusión dentro de los tratamientos

se decidió para evaluar su acción frente a enfermedades bacterianas, de mucha importancia en el cultivo del tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del ensayo: Estación Experimental Gorina, dependiente de la Dirección de Tecnología y Experimentación del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación de la Provincia de Buenos Aires.

Coordenadas: 58° 02' Longitud Oeste.
34° 54' Latitud Sur.

Altura sobre el nivel del mar: 20 m.

Diseño experimental: Bloques al azar con tres repeticiones.

Material Utilizado: Tomate Fa 144 (Hazera).

Desarrollo del ensayo: Se llevó adelante bajo cobertura plástica de 7 m x 40 m, un total de 280 m². Estructura de madera con techo parabólico, altura lateral 2,5 m en el centro 3,5 m.

En los primeros días de junio y primeros de julio de 1998 se pasó el subsolador, luego se embostó con una mezcla de estiércol de vaca, ave, cáscaras de arroz en cantidad de 3,5 m³. Luego se incorporó.

En los primeros días de agosto se pasó la rotativa, el arado de cincel y se prepara el terreno para marcar las parcelas, que se dispusieron en forma transversal a 1 m de separación entre líneas en lomos grandes 0,6 m de ancho por 5 m de largo (3 m²), superficie a la cual se ajustó la dosis (Ver figura 1).

Tratamientos: a partir del 14 de agosto se comenzó con las aplicaciones.

Tratamientos	Dosis
T1= testigo sin tratar	
T2= Metan sodio (Vapam)	125 cm ³ /m ²
T3= Dazomet (Basamid)	70g/m ²
T4= Formaldehído al 40% (Formalina)	250 cm ³ /m ²
T5= Bromuro de metilo	70g/m ²

En todos los tratamientos se siguieron las recomendaciones generales.

Las mejores condiciones para la aplicación de fumigantes químicos, coinciden con un suelo con humedad entre 40 y 70% de la capacidad de campo y una temperatura entre 18 y 24° C.

Preparar muy bien el suelo, a una profundidad aproximada a los 20 cm.

Mantener la superficie a tratar húmeda desde 7 a 10 días antes de la aplicación, para activar la germinación de las semillas de malezas y las esporas de hongos.

Delimitar la superficie del suelo donde se va a aplicar, para dosificar adecuadamente. Luego del tratamiento regar con 5 a 10 l de agua por m², para evitar el escape prematuro de gases.

Completar el sellado colocando una lámina de polietileno, en nuestro caso transparente de 100µ, mientras dure la exposición.

Cumplido el período de exposición, se debe levantar el polietileno, picar, airear el suelo para que los gases desaparezcan.

En definitiva el tiempo que debe transcurrir entre el tratamiento y la siembra o el trasplante depende de la temperatura, la humedad y la estructura del suelo.

Croquis del ensayo.

(Ver figura 1.).

T1= Testigo sin tratar.

T2= Metan sodio (Vapam).

Aplicación: 14 de agosto de 1998.

Se retiró el polietileno el día 14 de septiembre de 1998.-

El un ditiocarbamato, tiene una acción preventiva de contacto e inhalación y se usa como nematocida, funguicida, herbicida, soluble en agua, muy efectivo para hongos y malezas. Para aplicar se disolvió en una regadera la cantidad necesaria para 3m².

Se usó una bomba con la que se extraía de un recipiente la dosificación que correspondía a la superficie a tratar, el equipo se completaba con seis líneas de riego que es la capacidad de aplicación por tratamiento, después de la aplicación, se conecta el sistema de riego por goteo del cultivo, se riega abundantemente y se mantiene el lomo cubierto con polietileno durante el tiempo de exposición que correspondiera.

Producto moderadamente tóxico: Categoría II. (Amarillo).

T3= Dazomet (Basamid)

Aplicación: 14 de agosto de 1998.

Se retiró el polietileno el 14 de septiembre de 1998.

Es una tiodiazina, formulada como polvo mojable. Acción de contacto e inhalación, se usa como nematocida, funguicida, herbicida.

El dazomet (Basamid) se aplicó manualmente distribuyendo el polvo lo más uniformemente posible en la superficie de la parcela y se incorporó.

Producto ligeramente tóxico. Categoría III (Azul).

T4= Formaldehído al 40% (Formalina).

Aplicación: 04 de septiembre de 1998.

Se retiró el polietileno el 08 de septiembre de 1998.

Formulación líquida, para aplicar se disolvió en una regadera la cantidad necesaria para 3 m².

T5= Bromuro de metilo.

Aplicación 10 de septiembre de 1998.

Se retiró el polietileno el 14 de septiembre de 1998.

Derivado halogenado, de acción por inhalación y fumigante, se usa como insecticida, funguicida, nematocida. Formulado líquido que cuando se libera a temperatura ambiente es un producto gaseoso, incoloro, inodoro, que aplicado en la superficie del suelo, penetra por sí mismo bajo forma gaseosa.

Producto extremadamente tóxico. (Categoría I a).

Transplante: 23 de septiembre de 1998.

Una vez que cada tratamiento cumplió con los plazos estipulados de exposición y aireación, se extrajeron los plásticos, se colocaron las mangueras de riego, luego el mulching negro de 40µ, se perforó donde se colocaría cada planta y se transplantó. Manejo del cultivo: Todas las actividades relacionadas con la conducción, fertirriego y el control sanitario del cultivo se ajustaron en términos generales a criterios convencionales para la zona.

Es estado sanitario en general fue bueno, se controlaron ataques de "polilla del tomate" (*Tuta absoluta*), "mosca blanca" (*Trialeurodes spp*). A fines de diciembre signos de una enfermedad cruzaban el cultivo, afectando por igual, borduras, testigos y parcelas, resultó ser una bacteriosis no determinada.

Cosecha: Se comenzó a cosechar el 16 de diciembre de 1998, los datos parciales y

totales se encuentran descriptos en la tabla 1.

Otras determinaciones sobre el cultivo.

Monitoreo de plagas: Semanalmente se llevó a cabo un monitoreo de plagas, con el objetivo de analizar la evolución de las poblaciones y daño producido por estados juveniles y adultos de trips, mosca blanca, polilla del tomate, ácaros, minadores y pulgones.

Extracción de muestras: Antes de las aplicaciones se extrajeron muestras de suelo, para la determinación de fusarium spp y nematodos. también se colocaron esclerosios de (*Sclerotinia sclerotiorum*) antes de las aplicaciones para evaluar posteriormente cada una de las alternativas.

Antes de las aplicaciones y durante todo el ciclo del cultivo se extrajeron muestras para la determinación del estado nutricional y la actividad biológica del suelo, a través del estudio de la respiración (evolución del CO₂ en el suelo).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos no mostraron diferencias significativas estadísticamente, y fueron los siguientes:

	Total Cosechado (kg)	Rendimiento kg/ha
T1= Testigo	244	149.110
T2= Vapam	300	183.300
T3= Basamid	307	187.610
T4= Formalina	304	185.700
T5= Bromuro de metilo	304	185.750

En la primera columna encontramos el total cosechado en las 3 repeticiones, 12 plantas por parcela, 36 en total.

En la segunda columna los valores están referidos a kg/ha, calculándose sobre la base de una densidad de 22.000 plantas/ha . Gráficos de cosechas mensuales y totales, ver figura 1 y figura 2.

CONCLUSIONES

Todos los tratamientos alternativos se comportaron en forma efectiva, esto es coincidente con los antecedentes de experimentación en distintos lugares del mundo, por lo que podemos concluir que se podría lograr un reemplazo adecuado.

De las experiencias llevadas adelante en el marco del proyecto, surgió con buenas posibilidades por lo simple que resulta el tratamiento; el uso de metan sodio (Vapam) a través de las líneas de riego por goteo.

REFERENCIAS

- Altieri, M. A. 1992. Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas. Consorcio Latinoamericano Sobre agroecología y desarrollo (CLADES). Editorial Cetal.
- Barberá, C. 1976. Pesticidas Agrícolas. Ediciones Omega.
- Bello, A. 1997. La retirada del bromuro de metilo como fumigante. Cosecuencias para la agricultura española. Vida Rural 45.
- Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. Guía de Productos Fitosanitarios. Buenos Aires.1997.
- Corbett, J. R. ; Wright, K and Baillie A. C. 1984. The Biochemical mode of actino of

pesticidas. Academic Press.

- INTA. 1991. Seminario Juicio a nuestra agricultura. Editorial hemisferio Sur.

- Marisco, O. J. V. 1980. Herbicidas y fundamentos del control de malezas. Editorial Hemisferio Sur.

- MBTOC. 1997. Report of the technology and economic Assessment Pael. United nations Environment Programme. Nairobi, Kenya.

- Matthews, G. A. 1979. Pesticide application methods. Editorial Longman.

- Miguens, M. 1985. Aplicación de plaguicidas. Cuaderno de actualización técnica N° 29.

- Nuez, F. 1995. el cultivo de tomate. Editorial Mundi – Prensa.

ALTERNATIVAS AL USO DEL BROMURO DE METILO PARA EL CONTROL DE LA PODREDUMBRE BASAL EN EL CULTIVO DE LISIANTHUS.

(*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn) EN INVERNACULO.

Roberto Fernández¹; Silvia Wolcan²; Gladys Lori²; Lía Ronco³; Jorgelina Roller³; Antonio Kitagawa⁴; Adrián Mittidieri⁵

² Ing. Agr., INTA – (1893) C.A. El Pato – Bs. As. - E-mail: agranbuc@inta.gov.ar

² Ings. Agrs., Investigadores CIC, Fitopatología (CIDEFI), UNLP. 60 y 119 - (1900) La Plata.

³ Ings. Agrs. Docentes de Fitopatología (CIDEFI), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales,

UNLP y Técnicos del MAA

⁴ Ing. Agr. Asesor Privado

⁵ Ing. Agr. Docente de Horticultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP). 60 y 119 - (1900) La Plata.

Palabras claves

Lisianthus, desinfección de suelos, Bromuro de metilo, Fusarium solani

Resumen

Entre los factores que inciden negativamente en la producción del Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn) se destaca la podredumbre basal, ocasionada por *Fusarium solani* (Mart) Sacc.

Esta adversidad junto a otras plagas y enfermedades que atacan los cultivos florícolas, determinan el uso creciente del Bromuro de metilo para la desinfección de suelos en el área.

El trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de distintas alternativas al uso del Bromuro de metilo, sobre la podredumbre basal y su incidencia en la productividad.

Se probaron siete tratamientos en bloques al azar: Bromuro de metilo, Dazomet, Metam sodio, Carbendazim, Procloraz, Vapor de agua y Testigo.

Se tomaron datos sobre densidad en suelo de *Fusarium solani*, plantas afectadas por la enfermedad y productividad del cultivo.

Se determinó que el control del patógeno, fue significativamente superior para los tratamientos con Bromuro de metilo, Vapor, Dazomet y Metam sodio.

Los porcentajes de plantas afectadas, indican que no hubo diferencias entre el Bromuro de metilo, Metam sodio y Dazomet.

En relación a la productividad, el Dazomet mostró la misma respuesta que el Bromuro de metilo, y entre el primero y el Metam sodio tampoco hubo diferencia entre sí.

A partir de estos resultados el Dazomet y el Metam sodio, pueden ser considerados como posibles alternativas sustitutivas al empleo del Bromuro de metilo en el cultivo de Lisianthus.

Introducción

El lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn) es un cultivo florícola "no tradicional", considerado dentro de las "especies menores" destinadas para flor de corte y que se produce en condiciones de invernáculo (Fernández *et al*, 1992).

Su cultivo en el cinturón verde del Gran Buenos Aires es relativamente reciente, sufriendo fluctuaciones según su demanda en el mercado. En los últimos años se ha ido incrementando la superficie cultivada debido a la mayor difusión de esta flor y a las promisorias posibilidades de su comercialización en el país y en el exterior. (Fernández, 2000)

Sin embargo, entre los factores que influyen negativamente en su producción, se destaca una de las enfermedades que lo afectan: la "podredumbre basal" ocasionada por *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. (Wolcan y Lori, 1996). El patógeno es un hongo que vive normalmente en el suelo y que posee estructuras de resistencia que le permiten perdurar en el terreno y sobrevivir a condiciones de stress tales como exceso de agua, sequía e incluso el uso de agroquímicos. Bajo una combinación de factores no determinados con precisión, puede infectar al cultivo en distintas etapas de su desarrollo y producir una importante merma de la producción y la muerte de las plantas. En relevamientos realizados recientemente en invernaderos dedicados a este cultivo y localizados en los alrededores de La Plata, llevados a cabo por el INTA Gran Buenos Aires y el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de La Plata, se detectó esta enfermedad en el 100 % de los invernáculos. Esto determina en muchos casos el levantamiento anticipado del cultivo.

Este problema, junto a otras adversidades que afectan a los cultivos florícolas del principal núcleo productivo del país, determina un uso importante del Bromuro de metilo como desinfectante del suelo.

Numerosas investigaciones llevadas a cabo en los últimos años, demuestran la posibilidad de utilizar con éxito otros métodos de desinfección de suelos, con Dazomet, Metam sodio y el vapor de agua. (Runia, 1983; Sinha et al, 1988; Chen et al, 1991; García, et al, 1994;)

Asimismo existen antecedentes en el uso de funguicidas aplicados al suelo, para el control de *Fusarium* sp. en cultivos florícolas. (Thomson, 1991; Gullino et al, 1992) Por lo expuesto, dado el creciente uso del Bromuro de metilo y la gravedad de la enfermedad, el presente trabajo tiene como objetivo probar la acción de distintas alternativas al uso de Bromuro de metilo, sobre la podredumbre basal (*Fusarium solani*) y determinar su efecto sobre la productividad del lisianthus.

Materiales y métodos

El trabajo se condujo en una explotación comercial ubicada en Colonia Santa Mónica, Abasto (Pdo. de La Plata), 34° 57' Latitud Sur, 58° 07' Longitud Oeste. Se utilizó un invernáculo "frío", tipo capilla de 6 m de ancho, cubierto con polietileno térmico de 100 µm de espesor. El antecedente inmediato del lote utilizado fue un cultivo de lisianthus, atacado severamente por *Fusarium solani*.

Se probaron 4 desinfectantes (químicos y físicos) de suelo de amplio espectro y 2 funguicidas indicados para el control de *Fusarium spp.* Los tratamientos consistieron en: **Testigo**: sin tratar; **Bromuro de Metilo** (Líquido fumigante 98 %): se aplicó quince días antes del trasplante a una dosis de 60 g/m² y se lo cubrió con un polietileno cristal de 50 µm. A los seis días del tratamiento se levantó la cobertura plástica y se removió el suelo fumigado; **Dazomet** (Granulado 98%): se incorporó al suelo a razón de 70 g/m², treinta y seis días antes del trasplante. Se lo cubrió también con un polietileno cristal de 50 µm durante veintidós días, pasados los cuales se removió el suelo para eliminar los gases retenidos en el mismo; **Metam Sodio** (Líquido floable

32%): se empleó una dosis de 125 cc/m² con cinco litros de agua por m², treinta y seis días antes del trasplante. Luego se siguieron los mismos pasos que el tratamiento anterior; **Carbendazim** (Suspensión concentrada 50%): se aplicó en forma de riego ocho días antes de la plantación, a razón de 4 cc/m² y se repitió a los cincuenta días del primero; **Prochloraz** (Emulsión concentrada 45%): se realizó también en forma de riego, ocho días antes del trasplante, a una dosis de 1,5 cc/m² y **Vapor de agua**: la aplicación se efectuó quince días antes de la plantación con una máquina "Steriliter 50", dotada de un tanque de agua de 50 litros de capacidad, quemador, tanque de combustible y una "campana" dosificadora de vapor, conectada al cuerpo principal con una manguera de 3 pulgadas de diámetro. La temperatura del suelo en los primeros quince cm, e inmediatamente luego del tratamiento, osciló entre 50 y 90 °C, según la profundidad de registro.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 7 (siete) tratamientos con 3 (tres) repeticiones. Las parcelas experimentales se distribuyeron en cuatro canteros de 0,90 m de ancho por 18 m de largo y elevados a 10 cm de los pasillos. Los tratamientos se aplicaron en sectores de 2,5 m (2,25 m² netos). Con el objeto de no superponer el efecto de tratamientos contiguos, como parcela experimental se consideró el centro de esos sectores, abarcando 6 hileras, con 6 plantas cada una.

La plantación se dispuso tomando como guía una malla de tutorar, con cuadrículas de 12,5 cm de lado. El marco de plantación fue de 12,5 cm entre hileras por 25 cm entre plantas. El trasplante se realizó el día 15 de octubre de 1998, con el cultivar Echo F1. Previamente se realizó un muestreo al azar de plantines, a los que se les practicaron aislamientos en agar de papa glucosado (APG), a efectos de comprobar su sanidad. El cultivo se condujo siguiendo las prácticas normales desarrolladas para el *lisianthus* en el área del Gran La Plata.

Para la evaluación se tuvieron en cuenta variables fitopatológicas y de productividad.

En el primer caso se consideraron la *densidad* de *Fusarium solani* en el suelo y el porcentaje de *plantas afectadas por la enfermedad*.

Para la primera determinación se efectuaron dos extracciones de suelo, una inmediatamente después de la aplicación de los productos, previo al trasplante y la otra, días antes de la cosecha. En cada parcela se tomaron muestras compuestas por 10 submuestras que se procesaron en el laboratorio aplicando el método de las diluciones y el medio selectivo de Nash y Snyder (1962) modificado (Lori y Wolcan, 1996, Wolcan et al., 1999), expresando los resultados en unidades formadoras de colonias por gramo de suelo seco (ufc/g). Previamente se seleccionó la dilución más apropiada, la cual resultó ser de 10⁻².

Previo a la cosecha también se calculó el porcentaje de plantas afectadas, en cada parcela, según la fórmula:

$$\text{Plantas afectadas (\%)} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de plantas enfermas}}{\text{N}^{\circ} \text{ total de plantas}} \times 100$$

Como enfermas se consideraron aquellas plantas muertas, afectadas con síntomas típicos de marchitamiento causado por la podredumbre basal y otras con desarrollo intermedio o con síntomas iniciales de marchitamiento. También se incluyeron plantas con detención de crecimiento producido inmediatamente después del trasplante. Estas últimas plantas identificadas con una altura inferior a los 5 cm, hojas flácidas de color verde pálido y escaso desarrollo radicular, que incluso mayoritariamente llegaron en ese estado al momento de la cosecha, resultando improductivas. Si bien

no se pudo determinar la causa precisa, ni se encontraron antecedentes que expliquen este fenómeno, los resultados de los aislamientos practicados a las plantas con síntomas, mostraron que en el 98,5% de los casos siempre estuvo presente el patógeno.

La *productividad* se determinó mediante el análisis de dos variables: a) el N° *total de tallos cosechados* y b) la evaluación de la *calidad de los tallos florales* (categoría A o primera, los tallos con altura superior a 50 cm y un diámetro mayor a 4 mm en su punto de corte y categoría B o segunda, los tallos con altura y diámetro inferiores a los índices señalados).

La cosecha, se realizó entre el 13 de enero y el 13 de febrero de 1999. Los cortes se hicieron en forma periódica, según estado de madurez de la flor, con tijera cosechera, dejando en todos los casos un remanente de tallo en la planta inferior a 4 cm de largo.

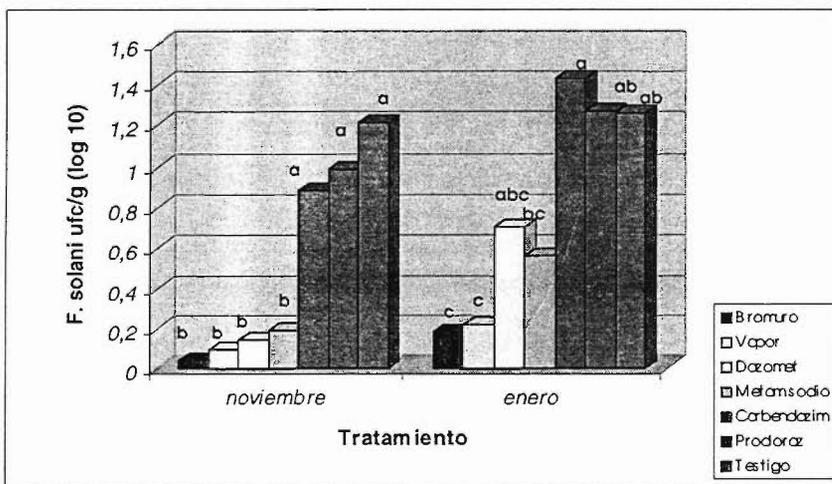
Los datos de todas las variables se analizaron estadísticamente aplicando el método de varianza y la comparación de medias ($P \leq 0,05$) por test de Duncan. Para el análisis de la densidad de *Fusarium solani* en el suelo, los valores se transformaron previamente a log 10.

Resultados

En la Figura 1, que representa las *densidades de Fusarium solani en el suelo*, se observa que el control del patógeno para el muestreo de noviembre, luego de la aplicación de los productos, fue significativamente superior para los tratamientos con Bromuro de metilo, Vapor, Dazomet y Metam sodio, sin que se evidenciaron diferencias entre los mismos.

Para el muestreo de enero, previo al corte de la flor, también la densidad del hongo fue menor con los tratamientos de Bromuro de metilo, Vapor, Metam sodio y Dazomet, que no mostraron diferencias entre sí.

Figura 1: Densidad de *F. solani* (ufc/g) en el suelo de los distintos tratamientos.



Los valores de plantas afectadas (Tabla 1), indican que existe un comportamiento de cierta similitud entre tratamientos, con el control de la densidad del patógeno en el

suelo (Fig. 1).

Se observa que con Bromuro de metilo, Metam sodio y Dazomet, la incidencia de la enfermedad fue menor, no mostrando estos tratamientos diferencia entre sí.

Tabla 1: Plantas afectadas por *Fusarium solani* (%) para el mes de enero

Tratamientos	Plantas afectadas (%)	
Carbendazim	100.00	a
Procloraz	94.43	a
Testigo	89.76	a
Vapor	36.97	b
Metam sodio	12.00	b c
Dazomet	3.66	c
Bromuro de Metilo	0.00	c

Las mismas letras indican que no hubo diferencia significativa ($P \leq 0,05$) según el test de Duncan.

En relación con la productividad, en la Tabla 2 se detalla el número total de tallos cosechados por tratamiento.

El Dazomet mostró la misma respuesta que el Bromuro de metilo sobre esta variable. Por otra parte entre el Dazomet y el Metam sodio tampoco hubo diferencia significativa.

Tabla 2: Número total de tallos cosechados en cada tratamiento.

Tratamientos	Nº total tallos florales	
Bromuro de Metilo	79.00	a
Dazomet	69.33	a b
Metam sodio	55.33	b c
Vapor	40.67	c
Testigo	13.67	d
Procloraz	7.66	d
Carbendazim	4.66	d

Dentro de cada columna los valores seguidos por la misma letra indican que no hubo diferencia significativa ($P \leq 0,05$) de acuerdo con el test de Duncan.

La Tabla 3 muestra el N° de tallos florales seleccionados en la categoría A y en la categoría B. Para la categoría A, el Dazomet se comportó igual que el Bromuro de metilo. Entre el Dazomet y el Metan sodio tampoco hubo diferencia significativa. Para la categoría B no hubo diferencia entre los cuatro (4) fumigantes evaluados.

Tabla 3: Número de tallos para las categorías A y B en los distintos tratamientos.

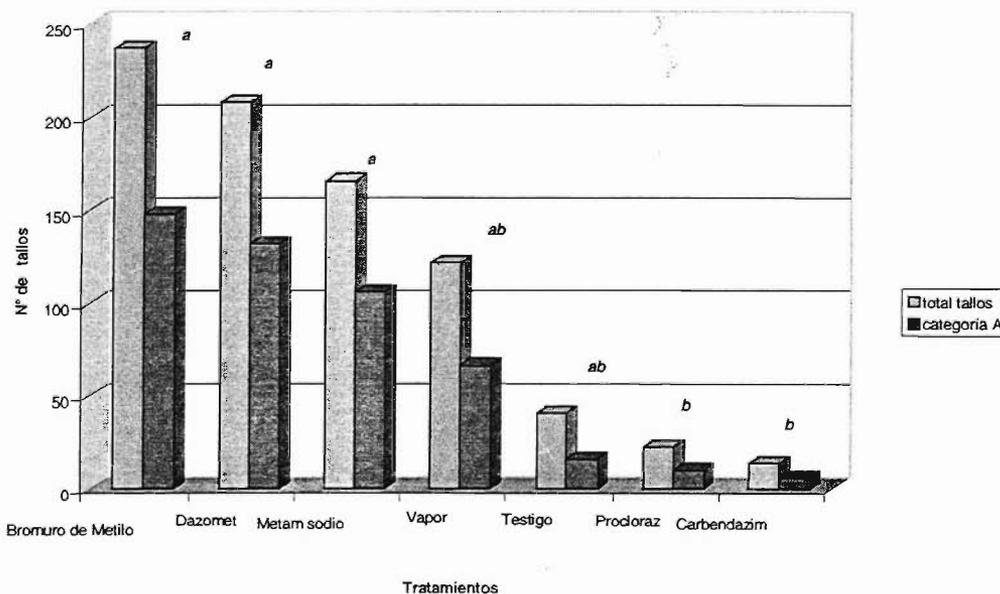
Tratamientos	N° de tallos	
	Categoría A	Categoría B
Bromuro de Metilo	49.33 a	29.67 a
Dazomet	44.00 a b	25.33 a
Metan sodio	35.33 b	20.00 a b
Vapor	22.00 c	18.67 a b c
Testigo	5.33 d	8.33 b c d
Procloraz	3.33 d	4.33 c d
Carbendazim	2.00 d	2.66 d

En cada columna los valores seguidos por la misma letra indican que no hubo diferencia significativa ($P \leq 0,05$) de acuerdo con Duncan.

También se relacionó porcentualmente el número total de varas florales con los tallos de la categoría A. (Figura 2)

Este parámetro reveló que los tratamientos con Bromuro de metilo, Dazomet, Metan sodio, Vapor y el Testigo no mostraron diferencias entre sí, manteniendo su relación de calidad en referencia al número total de varas florales.

Figura 2: Relación porcentual entre tallos totales y varas florales de categoría A.



Las mismas letras sobre las barras indican que no hubo diferencia significativa ($P = 0,05$) según Duncan.

Discusión

El trabajo demuestra que en suelos con muchos años de cultivos intensivos o con antecedentes inmediatos del hongo *F. solani*, es recomendable el uso de desinfectantes específicos de suelo para lograr una producción de calidad. (Melgares de Aguilar, 1996)

En esta experiencia, la aplicación de fungicidas previo al trasplante, no fue efectiva para el control de la enfermedad. Las plantas de las parcelas tratadas con Prochloraz, fungicida de gran penetración y sistemía localizada, mostraron a su vez un ligero amarillamiento en sus hojas, producto de un leve efecto fitotóxico. (Gullino et al, 1992). El tratamiento con vapor de agua, con muy buena eficacia sobre la densidad del hongo, no mostró una producción en consecuencia. Posiblemente en este caso la aplicación del vapor al suelo haya producido efectos colaterales transitorios, que pudieron afectar la productividad del cultivo. Estos efectos tóxicos pueden deberse a altos niveles de amonio, manganeso, sales solubles y/o a la muerte de microorganismos benéficos. (Braun y Supkoff, 1994).

Se destacan, el Metam sodio, Dazomet y Vapor de agua como productos con igual efecto positivo que el Bromuro de metilo, sobre el control de la enfermedad.

Las aplicaciones de Bromuro de metilo y Dazomet, han mostrado, en esta experiencia, buena respuesta sobre todos los indicadores estudiados, y no han evidenciado diferencias entre sí.

A su vez, entre el Dazomet y el Metan sodio no se han apreciado diferencias significativas, en los mismos parámetros considerados, de manera especial en la cantidad y calidad de varas florales, variable esta que incide marcadamente en la adopción de nuevas tecnologías.

A partir de estos resultados, el Dazomet y el Metan sodio, pueden ser considerados como posibles alternativas sustitutivas al empleo del Bromuro de metilo en el cultivo de *lisianthus*.

Cualquier alternativa seleccionada atendiendo a la mejor acción sobre el patógeno y a la mayor productividad, se debe hacer además, en un marco que permita causar el menor impacto biológico en el suelo y el ambiente, mediante un uso lo más racional posible y en un contexto integrado con otras prácticas agrícolas complementarias.

Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento al Sr. Seiji Kiwata, por su apoyo y colaboración para la realización de este trabajo.

Referencias

- BRAUN, A. L.; SUPKOFF, D. M. 1994. Options to Methyl Bromide for the control of soil-borne diseases and pest in California. Pest Management Analysis and Planning Program.; 2-33.
- CORR, B.; KATZ, P. 1997. A grower's guide to *lisianthus* production. Floraculture International, May: 16-20.
- CHEN, Y.; GAMLIEL, A.; STAPLETON, J.J; AVIAD, T. 1991. Chemical, physical and

- microbial changes related to plant growth in desinfested soils. 87-101. Katan J. and De Vay (Eds.). Soil solarization. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- DALLA GUDA, C.; SCORDO, E. 1989. Le avversità del lisianthus *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. P. 65-77. Giornata di studio sul lisianthus, Istituto sperimentale per la floricoltura – Società orticola italiana, San Remo (Italia).
- FERNANDEZ, R.; FERNANDEZ, H Y DI BENEDETTO, A. 1992. La actividad florícola en los alrededores de Buenos Aires. Boletín de divulgación técnica N° 8. INTA.
- FERNANDEZ, R.; 2000. El lisianthus una experiencia productiva. INTA Informa N 60: 6-7.
- GARCIA, L. D., ARBELAEZ, M. G., ARBELAEZ-TORRES, G. 1994. Tratamiento físico y químico del suelo para el control del marchitamiento vascular del clavel, causado por el hongo *Fusarium oxysporum* fsp. *dianthi*. Agronomía colombiana, Vol XI N 2: 131-146.
- GULLINO, M. L.; GARIBALDI, A. 1992. Malattie fungine e batteriche del garofano. Revista Colture Protette, N 7/8: 33-44.
- LORI, G Y WOLCAN, S. 1996. *Fusarium spp.* del suelo. Identificación mediante la observación en placa del medio de Nash & Snyder modificado. Revista Iberoamericana de Micología 13: 18 – 23.
- MELGARES DE AGUILAR, J.. 1996. El cultivo del lisianthus. Revista Horticultura N° 113: 13 - 16.
- NASH, S. M.; SNYDER, W. C. 1962. Quantitative estimations by plate counts of propagules of the bean root rot *Fusarium* in field soil. Phytopathology 52: 567 – 572.
- ROH, M. S.. 1989. La fisiología dello sviluppo e della fioritura del Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*). P. 9-14. Giornata di studio sul lisianthus, Istituto sperimentale per la floricoltura – Società orticola italiana, San Remo (Italia).
- RUNIA, W.T. 1983. A recent development in steam sterilisation. Acta Horti 152:195-199.
- SCHON, M. 1997. El cultivo de lisianthus en la Argentina. Revista Horticultura Argentina, N 2: 13 –14.
- SINHA, A.P.; KISHAN, S.; MUKHOPDHYAY, A.N. 1988. Soil fungicides. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. Vol. I
- THOMSON, W.T. 1991. Agricultural Chemical Book IV – Fungicides (Revision)
- WOLCAN, S. Y LORI, G. 1996. Podredumbre basal de *Eustoma grandiflora* en la Argentina. Etiología. Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetales 11: 465 – 472.
- WOLCAN, S., LORI, G., ROLLERI, J. y MITTIDIERI, A. 1999. Evaluación de *Fusarium spp* en los suelos de los distintos tratamientos alternativos al uso del Bromuro de metilo. Seminario taller: P. 52-57. Uso del Bromuro de metilo en la República Argentina. Problemática y alternativas para su sustitución. UNLP. La Plata.

EVALUACIÓN DE *Fusarium* spp EN LOS SUELOS DE LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS AL USO DEL BROMURO DE METILO

WOLCAN, Silvia¹; LORI, Gladys¹ y ROLLERI, Jorgelina²

Centro de Investigación en Fitopatología (CIDEFI), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, 60 y 119, (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina E-mail: galori@infovia.com.ar

¹ Investigadores de la CIC;

² Profesional Técnico de la Estación Experimental Gorina (MAGyP)

Resumen

El objetivo del trabajo fue utilizar la determinación de las densidades de las poblaciones de *Fusarium* spp. del suelo, registradas en distintos ensayos, como parámetro para evaluar el efecto de los tratamientos alternativos al bromuro de metilo, sobre la micoflora del suelo. Se aplicó la técnica de las diluciones y el medio de cultivo de Nash y Snyder modificados. Los ensayos se realizaron en distintos predios con suelos de características físico - químicas y biológicas diferentes. En los suelos destinados a los cultivos de *Fragaria x ananasa* Duch. y *Lycopersicum esculentum* Mill., se compararon las densidades de *Fusarium* spp. de las parcelas sometidas a los tratamientos físicos y químicos, con las densidades de los suelos sin tratar. En el segundo cultivo se incluyó el análisis de *F. solani* por ser patógeno de tomate. En los ensayos realizados con *Dianthus caryophyllus* L. se compararon los porcentajes de supervivencia de *F. oxysporum* y de *F. solani* determinados antes y después de la aplicación de los tratamientos químicos y con solarización. De acuerdo con las condiciones en que se realizaron los ensayos, en general se observó que entre los tratamientos químicos fue altamente efectivo el metam sodio, a veces superando el efecto del bromuro de metilo. Este último demostró eficiencia igualmente efectiva al disminuir la dosis y aumentar la densidad del polietileno. El tiempo de aplicación del vapor influyó significativamente en los resultados, siendo igualmente superior el efecto con 6 o con 3 min, en relación con 1,5 min. La solarización no afectó la población de *F. oxysporum* pero sí disminuyó la de *F. solani*, siendo más efectiva la cobertura con polietileno especial en comparación con el polietileno cristal.

Palabras clave:

Fusarium spp., tomate, frutilla, clavel, marchitamiento, fumigantes, solarización, vapor.

Introducción

Las especies del género *Fusarium* se encuentran siempre presentes en los suelos y en diferentes sustratos, cumpliendo un comportamiento saprofitario o patogénico. Ocasionalmente ocasionan importantes enfermedades tales como "podredumbres" y "marchitamientos" sobre distintos cultivos de interés económico. El control y el manejo de estas patologías se dificulta debido a que estas especies tienen la capacidad de perpetuarse en el suelo mediante diferentes estructuras de resistencia (Booth, 1971).

El objetivo de este trabajo consistió en evaluar el efecto de los distintos tratamientos alternativos al Bromuro de metilo sobre la micoflora del suelo, utilizando como

parámetro la determinación de la densidad de *Fusarium* spp. en el mismo.

Materiales y métodos

Los ensayos evaluados incluyeron a los cultivos de frutilla (*Fragaria x ananasa*), tomate (*Lycopersicon esculentum*) y clavel (*Dianthus caryophyllus*). Se condujeron en distintos predios experimentales o productivos con distintos antecedentes de cultivo y manejo.

En los ensayos llevados a cabo en el campo, la elección de los tratamientos, su forma de aplicación y los diseños experimentales estuvieron a cargo del Programa de Horticultura y Floricultura, UNLP.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE FUSARIUM SPP. EN SUELO

Procesado de las muestras de suelo:

Se siguió la metodología de Nash y Snyder (1962) modificada (Lori y Wolcan, 1996). Cada muestra "compuesta" (500 a 1000 g) consistió en la suma de 8 a 10 submuestras recolectadas entre los 5 y 15 cm de profundidad en cada una de las parcelas. Inmediatamente después de su recolección se secaron al aire y a temperatura ambiente, se molieron en forma manual, se embolsaron, rotularon y conservaron a 5 °C hasta su análisis. Se tamizaron con un tamiz de malla 0,5 mm y de cada muestra se tomó una alícuota de 5 g para preparar una dilución de 10^{-1} en agua destilada estéril. Se agitó durante 15 min en agitador magnético y se realizaron diluciones sucesivas. Posteriormente se sembró 1 ml de la dilución seleccionada en cada caja de Petri conteniendo 1 ml de solución fungibacteriostática (preparada por separado, para inhibir parcialmente el crecimiento de hongos y bacterias del suelo que podrían enmascarar el desarrollo de *Fusarium* spp.). A cada caja se incorporaron 9 ml de medio de cultivo selectivo para *Fusarium* (Nash y Snyder, 1962), a temperatura de 50 – 55 °C. De cada muestra se sembraron 4 cajas que se incubaron durante 5 a 6 días en estufa de cultivo a 25 ± 2 °C.

Evaluación de las muestras de suelo:

Luego del período de incubación se realizaron las observaciones de cada una de las cajas bajo el microscopio estereoscópico (lupa) efectuando el recuento de las especies de *Fusarium*. Las mismas se identificaron entre sí y en relación con las otras especies fúngicas desarrolladas, sobre la base de las características morfológicas de las colonias y de las estructuras vegetativas y reproductivas. Las determinaciones se complementaron con observaciones microscópicas y/o con el cultivo de las colonias en el medio agar de papa glucosado (APG) (Lori y Wolcan, 1996). Los resultados se expresaron, para cada muestra, como unidades formadoras de colonias de *Fusarium* spp. por gramo de suelo seco (ufc/g). La determinación taxonómica de las especies se basó en las descripciones de Booth, 1971 y Nelson *et al.*, 1983.

La realización de los ensayos en distintos predios experimentales o productivos condicionó diferencias poblacionales de la micoflora del suelo. Esto está determinado por las características físico – químico – biológicas y por los antecedentes culturales. Por tal motivo en cada uno de los ensayos se realizaron análisis preliminares a los efectos de seleccionar la dilución a emplear.

Cabe destacar que las diferentes características de los suelos hace que los valores

de las densidades determinadas en cada ensayo sólo sean comparables dentro del mismo ensayo.

Los datos se sometieron al análisis de varianza (ANOVA) y los promedios de los tratamientos fueron comparados por el test de Duncan ($P \leq 0,05$).

1. Frutilla

El ensayo se llevó a cabo en un establecimiento productivo localizado en Melchor Romero, con suelo con características de los Argiudoles vérticos de la Serie Estancia Chica (Alconada y Minghinelli, 1998).

Se probó el efecto de cinco productos químicos. En el caso de la aplicación de Bromuro de Metilo se realizaron combinaciones de dosis y de cobertura de polietileno con distintas características.

Los tratamientos realizados fueron los siguientes (Sangiaco *et al.*, 1999):

1. BrMe dosis 80 g.m⁻² y polietileno común 50 µm.
2. BrMe dosis 40 g.m⁻² y polietileno común 50 µm.
3. BrMe dosis 80 g.m⁻² y polietileno común 100 µm.
4. BrMe dosis 40 g.m⁻² y polietileno común 100 µm.
5. BrMe dosis 80 g.m⁻² y polietileno barrera.
6. BrMe dosis 40 g.m⁻² y polietileno barrera.
7. Dazomet (Basamid, Basf S.A.) dosis 70 g.m⁻²
8. Metam sodio (Vapam, Síntesis Química S.A.) dosis 125 ml.m⁻²
9. Metam sodio dosis 125 ml.m⁻² y Metalaxyl (Ridomil) (dosis 4 g.m⁻²
10. Testigo

El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro repeticiones. Por no existir una especie de *Fusarium* particularmente patógena de este cultivo se tomó el N° total de *Fusarium* spp.

2. Tomate

Los ensayos se condujeron en invernáculos ubicados en la Estación Experimental de Gorina, cuyo suelo tiene las características de los Hapludert acuico Serie Gorina (Alconada, 1996). Se trabajó durante dos campañas de producción en ensayos que aplicaron métodos químicos y físicos:

Campaña 1998

a) *Tratamientos químicos* (Mezquiriz, 1999)

Los tratamientos realizados fueron los siguientes:

1. Testigo
2. Metam sodio (Vapam, Síntesis Química S.A.) dosis 125 ml.m⁻²
3. Dazomet (Basamid, Basf S.A.) dosis 70 g.m⁻²
4. Formalina dosis 250 ml.m⁻²
5. BrMe dosis 80 g.m⁻²

Para la evaluación de *Fusarium* spp. se aplicó un diseño enteramente aleatorizado con tres repeticiones de cada tratamiento. Se analizó la población total de *Fusarium* (*Fusarium* total) y la de *F. solani* por tratarse de un patógeno registrado sobre el cultivo en esta zona de producción (Wolcan y Lori, 1991).

b) *Tratamientos físicos* (Fernández, 1999)

Los tratamientos realizados fueron los siguientes:

1. Testigo
2. BrMe dosis 80 g.m⁻²
3. Vapor

Para la evaluación de *Fusarium* spp. se aplicó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones de cada tratamiento. Se determinó *Fusarium* total.

Campaña 1999

c) *Tratamientos químicos y físicos* (Ensayo conducido por el Ing. Mezquiriz, EEG, MAGyP)

1. Testigo
2. Metam sodio (Vapam, Síntesis Química S.A.) dosis 125 ml.m⁻²
3. Vapor con aplicación de 1,5 min
4. Vapor con aplicación de 3 min
5. Vapor con aplicación de 6 min
6. Bromuro de metilo dosis de 80 g.m⁻²

Para la evaluación de *Fusarium* total y de *F. solani* se aplicó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones de cada tratamiento.

3. Clavel

Las enfermedades que afectan y que limitan la producción del cultivo de clavel en la Argentina son el "marchitamiento" causado por *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* y la "podredumbre del tallo" ocasionada por distintas especies de *Fusarium* incluyendo *F. solani* (Lori *et al.*, 1996; Wolcan *et al.*, 1999).

Debido a las propiedades físico – químicas que caracterizan los suelos en el área productiva de la Provincia de Buenos Aires, que incluye al Partido de La Plata como zona núcleo, el bromuro de metilo no es utilizado en el cultivo de clavel por sus efectos fitotóxicos sobre esta especie. Sin embargo se lo emplea para tratar suelos infectados por los patógenos mencionados a los efectos de disminuir la densidad de los mismos y dedicarlos posteriormente a otros cultivos previa repetición con clavel. Se llevaron a cabo dos ensayos en distintos predios productivos.

a) *Tratamientos químicos y cobertura de polietileno.*

Los tratamientos realizados fueron los siguientes:

1. Dazomet (Basamid, Basf S.A.) dosis 75 g.m⁻²
2. Metam sodio (Vapam, Síntesis Química S.A.) dosis 125 ml.m⁻²

Luego de la aplicación de los productos el suelo tratado se cubrió con polietileno durante 20 días.

Las muestras se extrajeron en dos oportunidades: antes y después de la aplicación de los fumigantes. Se recogieron a partir de 4 parcelas de 1 x 0,8 m, ubicadas en las líneas donde irían los futuros canteros de cultivo.

b) Solarización

Los tratamientos realizados fueron los siguientes:

1. Polietileno cristal
2. Polietileno especial aplicado durante 20 días
3. Polietileno especial aplicado durante 25 días
4. Testigo

Se siguieron las mismas pautas de muestreo que en el ensayo a).

Con la evaluación de la densidad poblacional determinada antes y después de aplicados los tratamientos, en ambos ensayos se calculó el Porcentaje de Supervivencia de *Fusarium* total, de *F. oxysporum* y de *F. solani* según la siguiente fórmula:

$$\text{Supervivencia de } Fusarium \text{ spp } (\%) = \frac{\text{densidad poblacional (ufc/g) pre-tratamiento}}{\text{densidad poblacional (ufc/g) post-tratamiento}} \times 100$$

El análisis de varianza se emplearon los valores de Porcentaje de Supervivencia de cada especie, comparando las medias para cada tratamiento con el test de Duncan ($P \leq 0,05$).

Resultados y discusión

1. Frutilla

De acuerdo con las características del suelo del ensayo, la dilución apropiada para la cuantificación de las ufc/g fue la de 10^{-3} .

Los resultados de la evaluación de la densidad poblacional de *Fusarium* total se observan en la Figura 1.

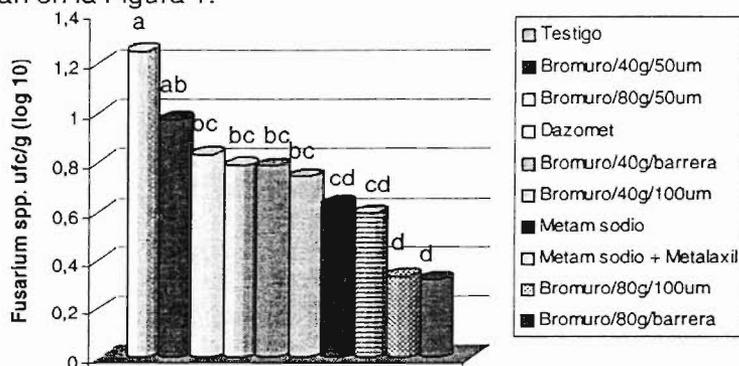


Figura 1: Densidad poblacional de *Fusarium* spp. en suelos con distintos tratamientos. Las mismas letras sobre las barras indican que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos según el test de Duncan ($P \leq 0,05$).

Los tratamientos que provocaron el mayor control de la densidad de *Fusarium* spp. fueron aquellos que emplearon Bromuro de metilo en la dosis más elevada y con las coberturas de polietileno de más alta densidad (100 μm y barrera). Sin embargo, como alternativa a este producto el Metam sodio con o sin el aditivo del fungicida metalaxil, dieron lugar a un control igualmente efectivo. En estos casos los resultados fueron parcialmente iguales a los de los tratamientos que combinaron menor dosis de Bromuro y densidad alta de polietileno o viceversa y el que empleó Dazomet. Se obtuvo un mínimo control, semejante al tratamiento testigo, cuando se empleó una dosis baja de Bromuro combinada con un polietileno de baja densidad.

Por lo expuesto la mejor alternativa para controlar *Fusarium* spp. fue el uso de Metam sodio. También podrían emplearse bajas dosis de Bromuro de metilo combinadas con polietileno más grueso, obteniendo el mismo control que el Dazomet.

2. Tomate.

Según las características de la micoflora del suelo las diluciones seleccionadas en los ensayos a) y b), fueron de 10^{-3} y en el ensayo c) fue de 10^{-2} .

Campaña 1998

a) Tratamientos químicos

Los resultados de la evaluación se observan en la Figura 2.

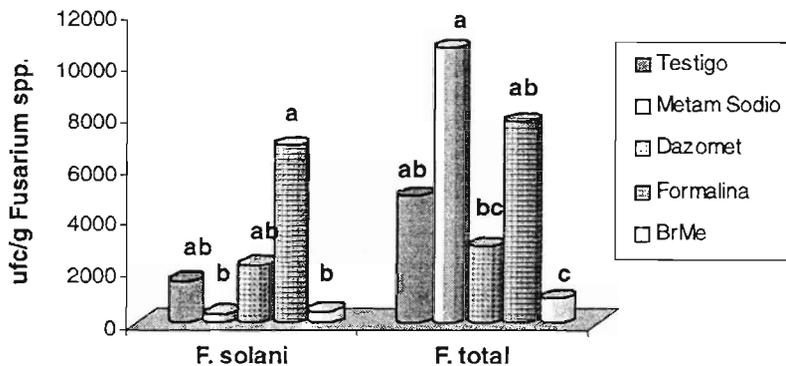


Figura 2: Densidades poblacionales de *F. solani* y *Fusarium* total en los suelos tratados con bromuro de metilo y los productos alternativos (expresadas en ufc/g). Las mismas letras sobre las barras indican que no hubo diferencia significativa ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos.

Para la población de *F. solani*, los tratamientos más efectivos fueron el Metam sodio y el Bromuro de metilo. Sin embargo no se estableció una diferencia significativa con relación al testigo y al Dazomet, entre los cuales no hubo diferencia. Por otra parte la densidad de *F. solani* en el suelo tratado con Formalina fue superior a todos los tratamientos incluyendo al testigo y difirió significativamente con las poblaciones tratadas con Metam sodio y Bromuro de metilo.

La densidad de *Fusarium* total estuvo afectada especialmente por la densidad de *F. oxysporum*, que fue la otra especie predominante en el suelo. En este caso el control significativamente superior lo produjo el Bromuro de metilo seguido por el Dazomet.

Las densidades de *Fusarium* total en los tratamientos con Formalina y Metam sodio fueron más elevadas que en el testigo aunque no difirieron estadísticamente. Se destaca un comportamiento diferente en el efecto del Metam sodio sobre las distintas especies de *Fusarium*. Para *F. solani* ejerció un control de la población y para el resto de las especies (sobre todo *F. oxysporum*) un aumento. Los casos en los que las poblaciones de *Fusarium* aumentaron con la aplicación de los agroquímicos en relación con el suelo testigo, podrían explicarse por un efecto de control selectivo de dichos productos sobre la población fúngica del suelo. Posiblemente se produciría la disminución de la densidad poblacional de determinadas especies que actuarían como biocontroladores de otras. Si además el producto empleado no es efectivo sobre estas últimas, se produciría su crecimiento sobre los valores iniciales (testigo).

a) Tratamientos físicos

En la Figura 3 se observan los resultados de las evaluaciones realizadas en cada tratamiento.

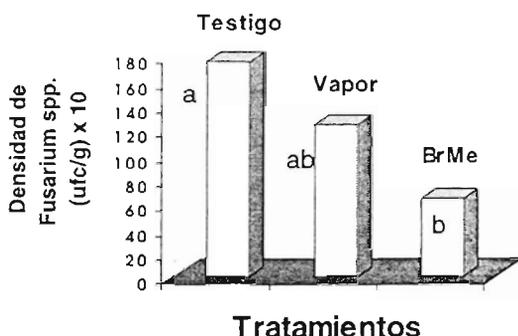


Figura 3: Densidad de *Fusarium* total en suelo tratado con vapor comparado con el bromuro de metilo y el suelo sin tratar. Las mismas letras sobre las barras indican que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos según el test de Duncan ($P \leq 0,05$).

Se observa que el uso del vapor determinó un resultado intermedio entre la efectividad del Bromuro de metilo y el tratamiento testigo.

Campaña 1999

c) Tratamientos químicos y físicos

Los resultados pueden observarse en la Figura 4.

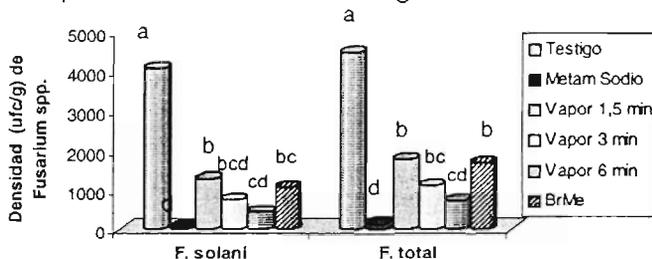


Figura 4: Densidades poblacionales de *F. solani* y *Fusarium* total en los suelos tratados con bromuro de metilo y los productos alternativos (expresadas en ufc/g). Las mismas letras sobre las barras indican que no hubo diferencia significativa ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos.

El efecto de los distintos métodos fue similar sobre las poblaciones de *F. solani* y de *F. total*. Asimismo en este último caso las ufc/g fueron apenas superiores a las de *F. solani*, lo que indica que dentro de la población de *Fusarium* de ese suelo predominó esta especie sobre las otras. Todos los tratamientos redujeron significativamente las poblaciones de *Fusarium* en relación con el suelo sin tratar. Se destacó el efecto del Metam sodio, que junto con el vapor aplicado durante 6 min en el caso de *Fusarium* total y durante 6 y 3 min para *F. solani*, fue significativamente superior al de los otros métodos, incluyendo al Bromuro de metilo.

El efecto del uso del vapor difirió significativamente cuando se lo aplicó durante 1,5 y 6 min.

Aunque el suelo de Gorina tiene características muy arcillosas, con facilidad para formar grietas que pueden determinar una distribución irregular de los fumigantes químicos o del vapor, lo cual podía interferir con el efecto de los productos, se observó que para el control de *F. solani*, durante ambas campañas el Metam sodio fue la alternativa que igualó o superó al Bromuro de metilo. Durante la segunda campaña el uso del vapor igualó estadísticamente el efecto del Bromuro de metilo, con una tendencia a superarlo.

1. Clavel

a) Tratamientos químicos y cobertura de polietileno

En la evaluación preliminar realizada para ajustar la dilución a utilizar se detectó una baja densidad de *Fusarium* spp. Por tal motivo las diluciones empleadas en los análisis previo y posterior a la aplicación de los productos fue de 10^{-2} y de 10^{-1} respectivamente.

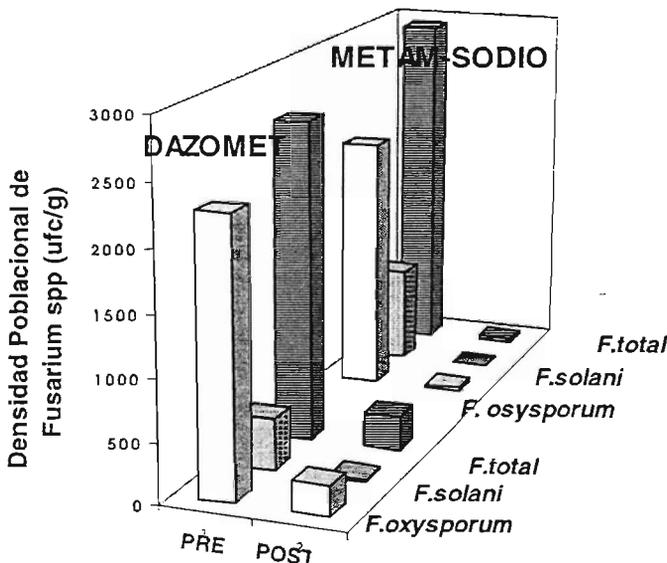


Figura 5: Comparación entre el efecto del Dazomet y el Metam sodio sobre la densidad de *Fusarium* spp. del suelo, antes y después de la aplicación de los tratamientos.

En la Figura 5 se observa que ambos tratamientos redujeron notablemente la población de *Fusarium* en el suelo, por lo que fue innecesario un análisis estadístico. En la Figura 6 se compara el efecto del Dazomet y del Metam sodio sobre el Porcentaje de Supervivencia de *F. oxysporum*, *F. solani* y *F. total* luego de la aplicación de los dos productos. En ese caso puede observarse que el Metam sodio redujo significativamente la población de *F. oxysporum* y si bien no tuvo incidencia estadística, también redujo la de *F. solani*.

El uso del Dazomet para el control de *F. oxysporum* en suelos cultivados con clavel, probó ser efectivo en ensayos conducidos por Semer, 1987. García *et al.*, 1995, sin embargo, obtuvieron resultados que acusaron un crecimiento de la población de *F. oxysporum* luego de la aplicación de este producto. El distinto comportamiento sería atribuido al diferente tipo de suelo empleado en ambos ensayos (García *et al.*, 1995).

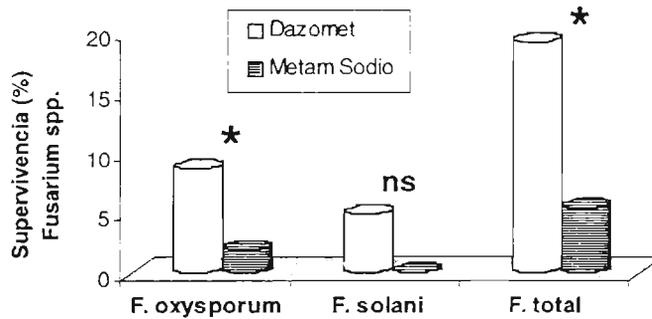


Figura 6: Porcentaje de Supervivencia de *Fusarium* spp. luego de la aplicación de cada tratamiento, en relación con la densidad antes de la aplicación. El asterisco (*) indica que hubo diferencia significativa según el test de Duncan ($P \leq 0,05$) entre los dos productos; ns indica que no hubo diferencia significativa.

b) Solarización

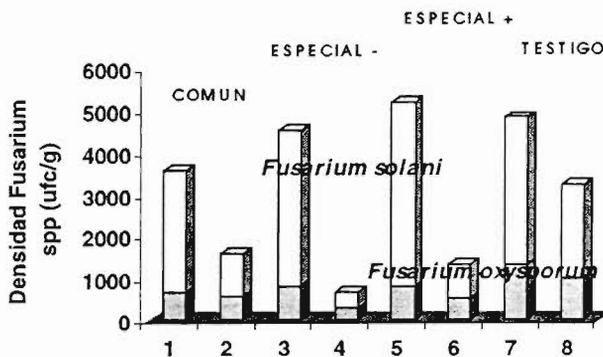


Figura 7: Densidades de *F. oxysporum* y de *F. solani* en suelos solarizados con cobertura de polietileno común (cristal), especial 20 días, especial 25 días y testigo. Los valores de las barras 1, 3, 5 y 7 corresponden a las muestras recogidas antes de los tratamientos; los 2, 4, 6 y 8 a las muestras recogidas en el momento del transplante.

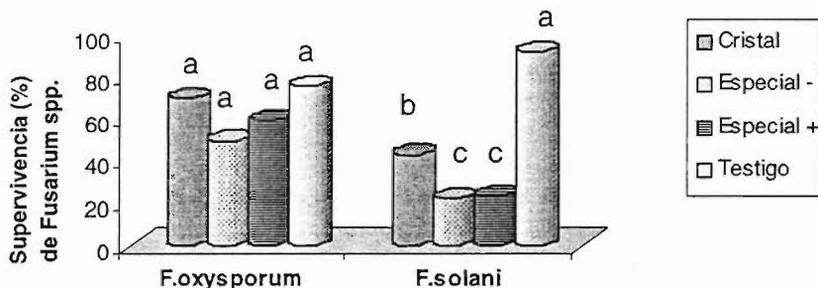


Figura 8: Porcentaje de supervivencia de *F. oxysporum* y de *F. solani* en el momento previo al trasplante, en relación con la densidad evaluada antes de la aplicación de cada tratamiento de solarización. Las mismas letras sobre las barras indican que no hubo diferencia significativa ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos.

En la Figura 7 se observa que en el suelo de los invernáculos donde se realizaron los ensayos predominó la población de *F. solani*.

Tal como se observa en la Figura 8, la solarización no afectó al Porcentaje de supervivencia de *F. oxysporum*. Sin embargo redujo significativamente la supervivencia de *F. solani* con cualquier tipo de cobertura de polietileno, ejerciendo un control más notorio cuando se empleó el polietileno especial. González Torres *et al.*, 1995, tratando el suelo con Metam sodio y con solarización aplicada durante un mes o dos meses, encontraron en cambio, que no hubo diferencia entre los Porcentajes de supervivencia de las poblaciones de *F. oxysporum* en los tres tratamientos. En ese caso el tipo de suelo era más arenoso que el de los presentes ensayos.

Agradecimientos

Agradecemos al Ing. A. Mittidieri por su participación en el análisis estadístico de los resultados y al Ing. M. Ramírez por haber efectuado la recolección de las muestras de suelo.

Referencias

- Alconada, M. 1996. Deterioro físico-químico de un Vertisol con cultivos protegidos en el partido de La Plata, Buenos Aires, Argentina. XIII Congreso Latinoamericano de Ciencia do Solo, Augas de Lindóla, SP- Brasil.
- Alconada, M. y Minghinelli, F., 1998. Calidad de Agua de riego según diferentes criterios: su influencia sobre la salinización alcalinización de suelos con cultivos protegidos en el Gran La Plata. Actas XVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Córdoba.
- Booth, C. 1971. The genus *Fusarium*. Comm. Mycol Inst., Kew, Surrey, England. 237 pp.
- García, D. L., Arberlález, M. G. y Arbelález, G. T. 1995. Tratamiento físico y químico del suelo para el control del marchitamiento vascular del clavel causado por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*. Agronomía colombiana, XII: 8 – 20.
- González Torres, R., Meléro Vara, J. M. Gómez Vázquez, J. and Jiménez Díaz, R. M. 1993. The effects of soil solarization and soil fumigation on fusarium wilt of watermelon grown in plastic houses in south eastern Spain. Plant Pathology 42: 858

Fernández, R. 1999. Tecnologías alternativas al uso del bromuro de metilo en suelo. Métodos físicos: vapor de agua. Seminario – Taller Uso del bromuro de metilo en la República Argentina. Problemática y alternativas para su sustitución. La Plata, 27 y 28 de mayo de 1999. Proyecto MP/ARG/97/186.

Lori, G. y Wolcan, S. 1996. *Fusarium* spp. del suelo. Identificación mediante la observación en placa del medio de Nash & Snyder modificado. Revista Iberoamericana de Micología 13: 18 – 23.

Lori, G., Wolcan, S. and Alippi, H. 1996. Genetic diversity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* population in Argentina. Plant disease 80: 821.

Mezquiriz, N. 1999. Alternativas químicas sustitutivas del bromuro de metilo en cultivo de tomate. Seminario – Taller Uso del bromuro de metilo en la República Argentina. Problemática y alternativas para su sustitución. La Plata, 27 y 28 de mayo de 1999. Proyecto MP/ARG/97/186.

Nash, S. M. and Snyder, W. C. 1962. Quantitative estimations by plate counts of propagules of the bean root rot *Fusarium* in field soil. Phytopathology 52: 567 – 572.

Nelson, P. E., Toussoun, T. A. and Marassas, W. S. O. 1983. *Fusarium* species. An illustrated manual for identification. Pennsylvania State University Press. Univ. Park Penn., USA. 193 pp.

Sangiacomo, M. A., Gamboa, S., Aprea, A., López, M., Mittidieri, A. y Zembo, J. 1999. Evaluación de alternativas químicas al bromuro de metilo en el cultivo de frutilla (*Fragaria x ananasa* Duch). Congreso Nacional de Horticultura. Tucumán, Argentina.

Semer, C. R. 1987. Basamid and methyl bromide compounds as fumigants in carnation and chrysanthemum production: in selected propagation media. Proc. Fla. State. Hort. Soc. 100: 330 – 334.

Wolcan, S. y Lori, G. 1991. Podredumbre del pie del tomate causada por *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. Revista de la Facultad de Agronomía. UBA 12: 47 –51.

Wolcan, S., Lori, G., Ronco, L y Mónaco, C. 1999. Etiología del marchitamiento y la podredumbre del tallo del clavei en la Argentina. Fitopatología brasileira 24 (4): 564 – 566.

EVALUACION DE EFICACIA DE TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS AL USO DEL BROMURO DE METILO SOBRE *Sclerotinia sclerotiorum*

María Cristina Rollán¹, Blanca Lía Ronco¹, Cecilia Mónaco^{1,2} y María Carolina López³

Centro de Investigaciones de Fitopatología (CIDEFI), Dpto. de Sanidad Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Calle 60 y 119 - C.C. 31 - (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina - E.mail: bronco@cpsarg.com

Resumen

Se evaluó la eficacia de tratamientos químicos (Metam sodio, Dazomet, Formalina y Bromuro de metilo) y físicos (solarización y vapor de agua) sobre la viabilidad de los esclerocios de *Sclerotinia sclerotiorum*.

Previo a los tratamientos se colocaron en el suelo muestras de esclerocios acondicionados en bolsitas de tela de malla de nylon las cuales fueron retiradas inmediatamente después de concluidos los mismos. La viabilidad de los esclerocios se comprobó a través de la capacidad germinativa de los mismos en placa de APG 2% + Chloromycetin 250mg/l.

Dazomet y Metam sodio demostraron una inhibición total de la germinación de los esclerocios, lo mismo que el tratamiento físico vapor de agua. En los tratamientos de solarización se observó un elevado porcentaje de esclerocios desintegrados (no viables). Todas las alternativas evaluadas pueden reemplazar satisfactoriamente el uso del bromuro de metilo.

Palabras clave:

Control, métodos alternativos, Bromuro de metilo, *Sclerotinia sclerotiorum*.

Introducción

Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary es un hongo patógeno que afecta a un gran número de hospedantes (Boland and Hall, 1994), entre ellos a la mayoría de las especies florihortícolas que se cultivan en el cinturón verde platense como lechuga, alcaucil, apio, poroto chaucha, pimiento, tomate (Martinez Quintana, 1997), clavel y crisantemo (Fernandez et al, 1994).

Los síntomas que ocasiona son podredumbres húmedas de tallos y hojas, también afecta frutos, vainas y raíces pudiendo presentarse en el cultivo y/o durante el transporte y el almacenamiento.

La principal fuente de inóculo de este patógeno son los esclerocios que permanecen viables en el suelo por largos períodos (Ben-Yephet et al., 1993). En condiciones apropiadas éstos germinan produciendo micelio o formando apotecios que originarán ascosporas. Ambas formas pueden iniciar infecciones cuando toman contacto con tejido susceptible. En las plantas afectadas se forman nuevos esclerocios que normalmente vuelven al suelo, sobreviven períodos adversos y esperan hasta el próximo cultivo.

Los métodos de control tradicionalmente utilizados para este patógeno incluyen: los tratamientos químicos, ya sean como protectores foliares o aquellos productos que inhiben la germinación o destruyen al esclerocio en el suelo y prácticas culturales como rotación de cultivos y reducción del riego. Otros métodos, tales como control

biológico, cultivares resistentes o tolerantes y modificaciones en el microclima están todavía en investigación (Steadman, 1979). Entre los métodos físicos, la solarización ha sido objeto, en los últimos años, de numerosos estudios (Katan et al., 1976; Cartia, 1989; Phillips, 1990; Mitidieri, et al. 1999)).

En los cultivos en invernadero está muy difundido el uso de desinfectantes químicos del suelo antes de la plantación, por el efecto integral de control de hongos, malezas, insectos y nematodos. Uno de los productos de mayor utilización es el Bromuro de Metilo (Ristaino and Thomas, 1997).

El Bromuro de Metilo pertenece al grupo de sustancias químicas agotadoras de la capa de ozono (SAO) siendo el objetivo primordial de este proyecto la búsqueda de alternativas para su sustitución. Estas pueden basarse en medios químicos y físicos. Dentro de las alternativas propuestas, las químicas incluyen el Dazomet (Jones, 1974), Metam sodio (Ben-Yephet et al., 1986; Ben—Yephet, 1988) y Formalina (Singh and Bhagat, 1989) que son conocidos desde hace años por su probada eficacia como desinfectantes del suelo. En el caso de las físicas, la aplicación de vapor de agua se ha utilizado con buenos resultados para *Phytophthora* y *Fusarium* en la desinfección de almácigos de coníferas y ornamentales (Bigre, 1980) no encontrándose citas acerca del efecto de este método sobre *S. sclerotiorum*. La solarización fue elegida por tratarse de un método económico, no contaminante y efectivo frente a un número importante de microorganismos del suelo.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de las distintas alternativas seleccionadas, sobre la viabilidad de los esclerocios de *S. sclerotiorum*.

Materiales y métodos

El hongo se aisló de plantas enfermas utilizando las técnicas fitopatológicas de rutina. Los esclerocios se obtuvieron de cultivos en granos de trigo estériles incubados en estufa a 25°C y oscuridad durante 1 mes. Luego de ese período se separaron manualmente los esclerocios de los granos y se acondicionaron en grupos de 10 en bolsitas de tela de malla de nylon (Ben-Yephet and Frank, 1985).

Se realizaron tres ensayos: el primero se llevó a cabo en un invernadero de la Estación Experimental de Gorina dependiente del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Pcia. de Bs. As., con suelo con características de Hapludert acuico Serie Gorina (Alconada, 1996) previo a la implantación de un cultivo de tomate.

El mismo se realizó en un diseño de block al azar de 5 tratamientos con 3 repeticiones. Los tratamientos fueron: Testigo (sin tratar), Metam sodio (Vapam, Síntesis Química S.A.) dosis: 125 ml.m⁻²; Dazomet (Basamid, Basf S.A.) dosis: 70 g. m⁻²; Formalina, dosis: 250 ml .m⁻² y Bromuro de metilo, dosis: 80 g .m⁻² (Mezquiriz, 1999).

El segundo ensayo, de tipo demostrativo, se realizó en un invernadero de un establecimiento comercial destinado a la producción de clavel. Los tratamientos fueron: Testigo, Solarización con polietileno cristal y Solarización con polietileno especial con 2 repeticiones.

El tercer ensayo, también de tipo demostrativo, se realizó en un establecimiento destinado a la producción hortícola. Los tratamientos fueron: Testigo y Vapor de agua con 4 repeticiones.

En los tres ensayos y previo a los tratamientos se colocaron en el suelo 5 bolsitas por cada uno y por cada repetición, distribuidas en forma equidistante y entre 5 y 10 cm de profundidad. Las muestras de esclerocios se extrajeron inmediatamente después de concluido cada tratamiento y se conservaron en heladera hasta su procesado.

Se examinó macroscópicamente la estructura (normal- desintegrado) de los esclerocios. Se consideró esclerocio normal aquel que presentaba la forma, color y consistencia típica de los esclerocios de *S. sclerotiorum* y desintegrado el que no mantuvo su estructura por desorganización del tejido y muerte de las células...Luego se desinfectaron con alcohol etílico 70% (3') y lavandina comercial (55 g Cl /l) al 100% (10'), se lavaron con agua destilada estéril (5') y se sembraron en placas de agar papa glucosado 2% (APG 2%) + cloranfenicol (250 mg/l). Se incubaron en estufa a 25 C y oscuridad durante 7 días. Al cabo de este período se realizaron las siguientes evaluaciones:

- Esclerocios viables(%): aquellos capaces de germinar en el medio de cultivo desarrollando la colonia típica de *S. sclerotiorum*.
- Esclerocios no viables (%): los que no germinaron, quedando el medio de cultivo limpio o de los cuales desarrollaron colonias de hongos que se encontraban colonizándolos.

Para la interpretación de los datos (% de esclerocios viables) se realizó el análisis de la varianza con el paquete estadístico M STAT. Para la comparación de medias se utilizó el test de rango múltiple de Duncan.

Resultados

Los esclerocios sometidos a los distintos tratamientos mostraron alguno de estos comportamientos:

- mantuvieron su estructura normal (fig 1a) y germinaron: esclerocios viables (fig. 2a)
- mantuvieron su estructura normal y no germinaron: esclerocios no germinados (fig. 2b).
- mantuvieron su estructura normal , no germinaron y fueron colonizados por otros hongos, tales como *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Gliocladium* y *Fusarium* : esclerocios colonizados (fig.3).
- resultaron desintegrados (fig.1b)

Los resultados obtenidos se expresan en las Tablas 1, 2 y 3.

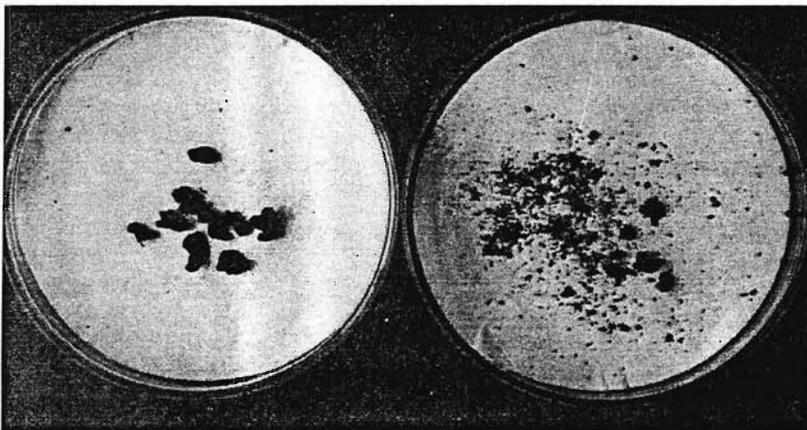


Fig. 1: a) esclerocios normales, b) esclerocios desintegrados.

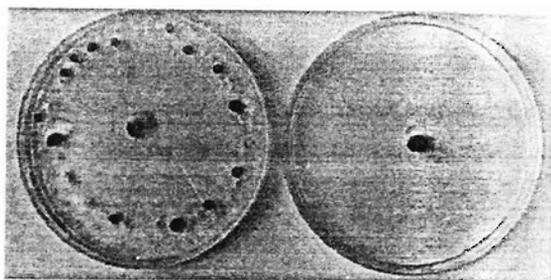


Fig. 2: a) esclerocio viable, b) esclerocio no germinado.

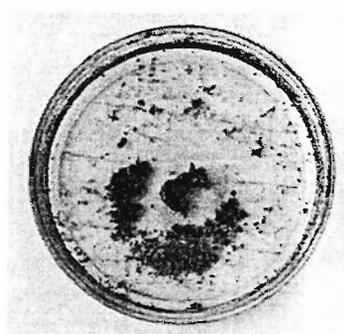


Fig. 3: esclerocio colonizado por *Trichoderma* sp.

Tabla 1: Tratamientos Químicos

Tratamientos	Escl.Viables(%)*	Escl. No Viables (%)		
		No Germinados	Colonizados	Desintegrados
Testigo	97a	0	3	0
Metam sodio	0c	23.5	76.5	0
Dazomet	0c	26.6	73.4	0
Formalina	46b	36.6	17.4	0
Bromuro de metilo	33bc	19.2	47.8	0

*Tratamientos con letras iguales no difieren significativamente ($P \leq 0,05$) para el test de rango múltiple de Duncan.

Tabla 2: Solarización

Tratamientos	Escl.Viables(%)*	Escl. No Viables (%)		
		No Germinados	Colonizados	Desintegrados
Testigo	100a	0	0	0
Polietileno cristal	2,5b	0	80	17.5
Polietileno especial	8b	1	22	69

*Tratamientos con letras iguales no difieren significativamente ($P \leq 0,01$) para el test de rango múltiple de Duncan.

Tabla 3: Vapor de agua

Tratamientos	Escl.Viables(%)*	Escl. No Viables (%)		
		No Germinados	Colonizados	Desintegrados
Testigo	100	0	0	0
Vapor de agua	0	100	0	0

En el caso de las alternativas químicas se observó que todas difirieron significativamente del testigo., Formalina y Bromuro de Metilo tuvieron similar eficacia en cambio Dazomet y Metam Sodio demostraron una inhibición total de la germinación de los esclerocios, coincidiendo con Ben Yephet, 1986, quién comprobó la muerte del 85% de los esclerocios en los 10cm superiores del suelo tratado con Metam sodio. En estos dos últimos tratamientos aproximadamente el 75% los esclerocios que no germinaron fueron colonizados por distintas especies de hongos, principalmente *Trichoderma* sp. y *Fusarium* sp. que podrían haber utilizado a los esclerocios muertos como fuente de nutrientes. Posiblemente estos desinfectantes posean algún tipo de selectividad, o el suelo fue rápidamente re-colonizado por estos hongos a partir de un pequeño porcentaje de inóculo que sobrevivió al tratamiento.

En el caso de Formalina y Br. Me. los valores de esclerocios germinados provinieron de muestras (bolsitas) en las cuales germinó el 100% de los esclerocios. Esto podría indicar una distribución desuniforme de los productos en el suelo.

Con respecto a la Solarización, ambos tratamientos no mostraron diferencias significativas entre ellos, pero si con el testigo. Además, solo con este método físico se detectaron esclerocios desintegrados. Resultados similares obtuvieron Phillips, 1990 ; Cartia, 1989 y Katan, 1976, quienes observaron una reducción en la población de *S. sclerotiorum* en el suelo debido principalmente a microorganismos que colonizaron y degradaron a los esclerocios debilitados por las temperaturas alcanzadas durante la solarización.

El tratamiento con vapor de agua produjo la inhibición de la germinación del total de los esclerocios ensayados. No se pudo detectar colonización ya que los esclerocios permanecieron en el suelo sólo un día después del tratamiento, por lo tanto si algunas especies saprófitas fueron resistentes no hubo tiempo para que colonizaran a los mismos.

Conclusión

De acuerdo a los resultados obtenidos en estos ensayos, todas las alternativas evaluadas: Metam Sodio, Dazomet, Formalina, Solarización y Vapor de Agua pueden reemplazar satisfactoriamente el uso de Bromuro de Metilo.

Agradecimientos

Agradecemos al Ing. Agr. Adrián Mittidieri por la realización del análisis estadístico.

Bibliografía

Alconada, M. 1996. Deterioro fisico-químico de un Vertisol con cultivos protegidos en el partido de La Plata, Buenos Aires, Argentina. XIII Congreso Latinoamericano de Ciencia do Solo, Aguas de Lindóia, S.P. Brasil.

- Ben-Yephet, Y. and Frank, Z. R. 1985. Effect of soil structure on penetration by Metham- sodium and of temperature on concentrations required to kill soilborne pathogens. *Phytopathology* 75 (4) :403-407.
- Ben-Yephet, Y. ; Bitton, S. and Greenberger, A. 1986. Control of lettuce drop disease, caused by *Sclerotinia sclerotiorum*, with Metham-sodium soil treatment and foliar application of Benomyl. *Plant Pathology* 35 (2): 146-151.
- Ben-Yephet, Y. 1988. Control of sclerotia and apothecia of *Sclerotinia sclerotiorum* by Metham-sodium, Methyl-bromide and soil solarization. *Crop Protection* 7 (1): 25-27.
- Ben yephet, Y.; Genizi, A. and Siti, E.. 1993. Sclerotial survival and apothecial production by *Sclerotinia sclerotiorum* following outbreaks of lettuce drop. *Phytopathology* 83: 509-513.
- Bigre, J.P., 1980. *Phytophthora* du *Gerbera* et *Fusarium* de l'oillet. *Revue Horticole* 205:13-15.
- Boland, G.J. and Hall, R.. 1994. Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Canadian Journal of Plant Pathology* 16: 93-108.
- Cartia, G.. 1989. La solarizzazione del terreno: esperienze maturate in Sicilia. *Informatore Fitopatológico* 39 (5): 49-52.
- Jones, D., 1974. Fungicidal effects of the fumigant dazomet on sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* in soil. *Trans.Brit.Mycol.Soc.*63:249-254.
- Fernandez, R. ; Fernandez, H. y Di Benedetto, A. 1994. La actividad florícola en los alrededores de Buenos Aires. *Boletín de Divulgación Técnica N 8 E.E.A. San Pedro*, 29 pp.
- Katan, J. ; Greenberger, A. ; Alon, H. and Grinstein, A.. 1976. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. *Phytopathology* 66: 683-688.
- Martinez Quintana, O., 1997. Cinturón Hortícola de Buenos Aires y La Plata. *Boletín Hortícola Año 5 N° 1428-30*.
- Mezquiriz, N. 1999. Alternativas químicas sustitutivas del Bromuro de metilo en cultivo de tomate. Seminario-Taller. Uso del Bromuro de metilo en la República Argentina. Problemática y Alternativas para su Sustitución. La Plata, Argentina.
- Mitidieri, I. M.de; Francescangelli, N.; Constantino, A.y Mitidieri, M. 1999. Mejoras en la práctica de solarización del suelo con polietileno especial y control biológico. Resúmenes de las X Jornadas Fitosanitarias Argentinas. 7-9 de abril de 1999. San Salvador de Jujuy. (R.A).
- Phillips, A. J. L..1990. The effects of soil solarization on sclerotial population of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant Pathology* 39 (1): 38-43.
- Ristaino, J. B. And Thomas, W.. 1997. Agriculture, Methyl Bromide, and the ozone Hole. Can we fill the gaps?. *Plant Diseases* 81 (9): 964-977.
- Singh, O. and Bhagat, S., 1989. Effect of soil fumigation on the incidence of damping off in silver fir nurseries. *Van Vygian* 27(4):207-209.
- Steadman J.R. 1979. Control of plant diseases caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. en Symposium on *Sclerotinia* (= *Whetzelinia*): Taxonomy, Biology and Pathology. *Phytopathology* 69 (8): 904-907.

ALTERNATIVAS QUÍMICAS AL USO DE BROMURO DE METILO⁵

I. INFLUENCIA SOBRE LA SALINIDAD EN EL CULTIVO DE FRUTILLA.

*Margarita Alconada¹, Vanina Wisner², Natalia Mortola², Juan C. Zembo³
Adrian Mitidieri³, Susana Gamboa³ y Miguel Sangiacomo⁴*

1-Edafología, Facultad Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. CISAUA, MAA-UNLP. calle 3 N 584 -1900 La Plata. email: mmam@impsat1.com.ar

2- Edafología, Facultad Ciencias Agrarias y Forestales. Calle 60 y 119 s/N*. 1900 La Plata.

3- Horticultura, Facultad Cs. Agr. y Fs. UNLP. email: hortiflor@inta.gov.com.ar

4- Horticultura, Fac.Agronomía, Universidad de Luján.

5- Proyecto MP Arg 97/186.

Introducción

Luego de cortos periodos de tiempo con producciones intensivas, se produce lo que se denomina "fatiga del suelo" (Hennion B y Veschambre D. 1997). Si bien no se conocen bien las causas, en general, se consideran que son de índole parasitaria, siendo además atribuido a la presencia de sustancias tóxicas producidas por microorganismos, y por una alteración en la nutrición de las plantas que conducen a planteles heterogéneos. Largas rotaciones y fertilizaciones, no revierten la disminución de rendimientos. Por el contrario, con esterilizaciones parciales del suelo los incrementos de producción son del orden de 100 al 500 % (Alpi y Tognoni, 1991).

El producto más difundido en la desinfección de suelos es el bromuro de metilo (BrMe), cuya efectividad en el control de patógenos del suelo ha sido ampliamente probada. Sin embargo, la Argentina integra uno de los 165 países que ha suscripto a los convenios internacionales que se han acordado desde 1985 para la Protección de la Capa de Ozono (Convenio Viena 1985, Protocolo de Montreal 1987; enmiendas Londres 1990, Copenhagen 1992 y Viena 1995) (Tello et al, 1999). La Argentina se ha comprometido a sustituir el uso del BrMe antes del 2005.

En la actualidad se trabaja en muchos sitios del mundo en la búsqueda de alternativas al BrMe para la desinfección de suelos. La esterilización parcial puede realizarse por medios físicos, tal como el vapor de agua, como por métodos químicos, biológicos, y combinaciones de estos, siendo sus resultados variables según condiciones de suelo, clima, entre otros factores (Katan, 1984; Tello et al. 1999). Consecuentemente, en cada sitio deben ser estudiadas las posibles alteraciones en las propiedades físicas, químicas y biológicas, y sus consecuencias en el crecimiento de las plantas.

La desinfección de suelos es drástica y no selectiva, consecuentemente resulta en un "vacío biológico", se eliminan micorrizas, bacterias útiles (nitrificantes y saprófitas antagonistas de patógenos) y se incrementan microorganismos perjudiciales (efecto "boomerang") (Katan, 1984).

No obstante, las modificaciones químicas que se producen contribuirían a aumentar la fertilidad edáfica. El vapor y los fumigantes pueden mejorar el crecimiento de las plantas aún en ausencia de patógenos conocidos. Esto es explicado por muchos autores, debido a un incremento en la disponibilidad de nutrientes, tales como, NO_3^- , NH_3^+ , Ca^{+2} , K^+ , y materia orgánica soluble, relacionado con la estimulación de microorganismos benéficos, destrucción de patógenos y neutralización de toxinas

(Katan, 1984, Stapleton et al. 1985; Gamliel et al. 1993).

Wade et al (1998) indican en frutilla, que la supresión de enfermedades de la raíz "black root rot" se asocia a los niveles de nitratos, amonio y manganeso disponibles, y estos, con la disminución de pH, destacando que la severidad de las enfermedades del suelo puede ser manejada a través de la nutrición. Sin embargo, el cultivo de frutilla es muy exigente en aspectos de la física y físico-química de suelos (Hennion B y Veschambre D. 1997).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar propiedades relacionadas con la salinidad-alcalinidad de suelos ante el uso de diferentes métodos químicos de desinfección, y su vinculación con los rendimientos de la frutilla, como posibles variables a considerar en la elección de alternativas al uso de bromuro de metilo.

Materiales y métodos

Suelo estudiado: Argiudol vértico Serie Estancia Chica (SeEch), partido de La Plata.

Variables analizadas : pH en pasta , conductividad eléctrica (CEs) y cationes solubles en el extracto a saturación, y Relación de Adsorción Sodio (RAS) (Page, et al.1982).

Tratamientos : Se compararon 10 tratamientos con 4 repeticiones en un diseño experimental de bloques completos al azar. **Tr1:** BrMe 80 g. m⁻² y polietileno común (Pc) de 50 m; **Tr2:** BrMe 40 g. m⁻² y Pc 50 m) ; **Tr3 :** BrMe 80 g. m⁻² y Pc 100 m ; **Tr4:** BrMe 40 g. m⁻² y Pc 100m ; **Tr5:** Br Me 80 g. m⁻² y polietileno barrera (pb); **Tr6:** BrMe 40 g. m⁻² y pb ; **Tr 7 :** Dazomet 50 g. m⁻² (Basamid); **Tr8:** metam sodio, 125 cc.m⁻² (Vapam); **Tr9:** Testigo; y **Tr10:** Vapam más fungicida (mezcla de Metalaxyl-Mancozeb)(dosis expresadas en concentración de principio activo).

Muestreos compuestos, en 3 fechas: **F1:** transplante; **F2:** inicio de cosecha (8/10/98); y final de cosecha (18/12/98) del cultivo de frutilla (*Fragaria *anannasa* Duck.) variedad Milsei Tudla a campo, en lomos a doble hilera, mulching negro, riego por goteo, fertirriego en relación aproximada 1: 0.6: 1.2 al inicio, y luego 1: 0.4: 1.7 para N: P2O5: K2O, sobre la base del rendimiento esperado: 40 tn. ha⁻¹ Profundidades de muestreo 0-15 cm en las tres fechas. A 15-30 cm en F1. **Análisis estadístico:** ANVA para diseño en bloques completos al azar, Prueba de F, test unilateral (P:0.05 y P:0.01).Comparación de medias por Tukey, y correlaciones simples .

Resultados y discusión

Los suelos estudiados, Argiudoles vérticos (SeEch) poseen una alta fertilidad natural, muy ricos en materia orgánica > 5 %, libres de sales y sodio (CEs < 1 dS.m⁻¹ , pH =5,5 y RAS < 1).

Las variables químicas analizadas relacionadas con la salinidad-alcalinidad de los suelos de este estudio se presentan en la Tabla 1. Hubo diferencias altamente significativas en la CEs para la primer y tercer fecha de muestreo. En ambas fechas los valores promedio resultan significativamente mayores en los Tr7 y 8. El Tr 10, si bien también resulta elevada su CEs en la F1, sólo en F3 se diferencia estadísticamente de los tratamientos diferentes a Tr 7 y Tr 8. Este incremento en la salinidad correspondió en la mayoría de los casos a alternativas químicas diferentes al BrMe. Este hecho se explica por la naturaleza química de los desinfectantes utilizados, Vapam y Basamid, cuyos principios activos son en ambos a base de metam sodio (ditiocarbamato).

Tabla 1: Valores promedio : Conductividad eléctrica (CEs); sodio (Na) y calcio solubles (Ca), en tres fechas de muestreo : F1, trasplante; F2, inicio cosecha y F3, fin cosecha; RAS al inicio de cosecha (F2) y rendimientos de frutilla (tn/ha).

Tratamiento		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ANVA
CEs (dS/m)	F1	1.04	1.3	1.02	1.46	1.08	1.15	1.88	1.77	1.03	1.56	**
	F2	2.05	1.9	2.26	1.88	1.79	2.37	2.73	2.7	1.9	2.19	ns
	F3	1.05	0.87	0.93	0.98	0.9	1.45	1.56	1.54	0.98	1.49	**
Sodio (meq.l ⁻¹)	F1	2.14	2.29	2.08	2.60	1.91	1.82	2.51	3.44	2.07	2.52	ns
	F2	5.43	5.48	5.8	4.82	5.61	5.68	7.09	8.72	5.48	7.04	**
	F3	3.91	3.29	3.96	3.08	3.24	4.88	4.26	5.31	4.14	5.47	*
Calcio (meq . l ⁻¹)	F1	4.4	5.68	4.43	8.36	4.78	4.56	9.25	8.71	5.56	6.83	**
	F2	11.05	9.49	10.97	10.24	8.75	7.91	17.5	15.9	9.58	11.21	*
	F3	4.22	3.42	3.49	3.69	3.88	6.88	7.84	6.42	4.59	7.43	**
RAS	F2	2.03	2.47	2.2	1.86	2.3	2.69	2.05	2.74	2.04	2.57	ns/*
Rendimientos		24.4	22.0	25.2	27.7	27.5	26.6	22.7	20.6	25.0	25.7	ns

(** P:0.01- * P: 0.05 – ns: no significativo)

En todos los tratamientos se producen diferencias significativas entre fechas de muestreo. Hacia la segunda fecha, se produce en todos los casos un incremento de la salinidad que se relaciona con el momento del cultivo (Alconada et al. 1998) y disminuye en todos los casos hacia la F3 (Tabla 1). Los Tr 7, Tr8 y Tr10 como se indicó, fueron mayores en todos los casos, alcanzando valores que podrían afectar los rendimientos. El óptimo de CEs en frutilla es de 0.5 a 1 dS.m⁻¹, con CEs de 2,5 dS. m⁻¹ se señalan reducciones de hasta 50% (Hennion y Veschambre, 1997).

En el presente estudio en los **rendimientos** (Tabla 1) no hubo diferencias significativas entre tratamientos (P:0,05), pero resultaron muy inferiores a los esperables para la variedad utilizada en la zona, próximo al 50%. Esto se corresponde con CEs mayores a 1dS.m⁻¹ en todos los tratamientos.

En relación al **pH**, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para ninguna de las fechas analizadas, ni entre fechas de muestreo. Los valores promedio están comprendidos entre 7,2 y 7,5. En todos los casos son muy superiores al óptimo de frutilla 5,5-6,5 (Hennion y Veschambre, 1997). Consecuentemente, contrario a lo indicado Wade et al (1998), no se produjeron disminuciones en el pH atribuible a incrementos en los niveles de amonio asociado a la desinfección de suelos. En el presente estudio, hubo diferencias significativas entre tratamientos en los niveles de amonio, el Tr7 presentó los valores más altos, sin embargo, no condujo a disminuciones del pH (Alconada y otros, inédito). Se destaca al respecto, el poder buffer de estos suelos con elevada proporción de arcillas expandibles. En la región, para los mismos suelos aquí estudiados se indican incrementos en el pH con producciones intensivas relacionados con la calidad del agua y el drenaje (Alconada et al 1998).

En relación a la **RAS**, no hubo diferencias significativas entre tratamientos en ninguna las fechas. En la Tabla 1 se presentan los promedios de la F2, la cual presentó una leve diferenciación entre tratamientos aunque no significativa. En ningún caso adquiere valores importantes, ni diferencias que puedan ser atribuidas a los tratamientos, sin embargo, se observa un proceso de alcalinización respecto a la condición del suelo natural, y desde el momento del trasplante hacia el final del cultivo. Así, la RAS hacia F3 en todos los tratamientos se incrementan en forma altamente significativa (P:0,01), duplicándose en la mayoría de los casos respecto al inicio del cultivo(F1).

Los contenidos de **calcio soluble (Ca)**, difirieron en forma altamente significativas entre tratamientos en la F1 y F3 (P:0.05), y significativa en la F2 (P:0.05), como así

también, entre fechas de muestreo. Esto se relaciona con la CEs (r entre 0.8 y 0.97 según fecha). En general los mayores valores de Ca correspondieron a los Tr7 y Tr8. Sin embargo por el test de Tukey, sólo el Tr7 se diferencia de los tratamientos 5 y 6 según la fecha considerada, pero no respecto al Tr9 (Tabla 1).

En relación a los contenidos de **sodio soluble (Na)**, se diferencian significativamente en la F2 y F3 ($P:0.01$). Los mayores promedios en las tres fechas se dan en los Tr7, Tr8 y Tr10; diferenciándose estadísticamente por test de Tukey el Tr8 ($P:0,05$).

El **magnesio soluble (Mg)**, no presenta diferencias significativas entre tratamientos, y sólo en algunos tratamientos presenta diferencias significativas entre fechas de muestreo.

El **potasio soluble (K)** fue diferente en la F1 ($P:0,01$), presentando un comportamiento comparable a los otros cationes, siendo el Tr7 el que se diferencia estadísticamente de los restantes. Los valores promedio de K estuvieron comprendidos entre 0.89 y 2.99 meq.l⁻¹

En general se aprecia que los contenidos de Ca, Na, Mg, y K, se incrementan hacia la F2 y disminuyen hacia F3. Sin embargo se destaca que mientras el Ca y el Mg toma valores próximos a los obtenidos en F1, el Na se mantiene hasta el final del cultivo (F3) en valores más elevados que F1, principalmente en los tratamientos a base de metam sodio. Los contenidos de Mg y el Na se correlacionan con la CEs (r : próximas a 0.9). Por el contrario, los valores de RAS no se correlacionaron con la CEs. Se destaca que en todos los casos los valores de humedad al momento del muestreo era cercana a la capacidad de campo (entre 25–30%) sin diferir estadísticamente entre tratamientos ni fechas.

A la profundidad de 15-30 cm, no se obtienen diferencias entre tratamientos en ninguna de las propiedades aquí medidas, y no justificó su estudio en fechas siguientes. Las modificaciones en las cantidades de cationes solubles que se obtuvieron superficialmente (0-15 cm) se vinculan a la naturaleza química del desinfectante utilizado, y a las características de la región en relación en su calidad de agua y drenaje de los suelos, no observándose que dichas variaciones se asocien a cambios en la disponibilidad de nutrientes resultante de alteraciones en la biología del suelo ante la desinfección edáfica tal como indicaran Katan (1984), Stapleton et al.(1985) y Gamliel et al.(1993).

En relación a los **rendimientos** se destaca la correlación que existe entre estos y las concentraciones de Na presentes en la F2 (r : -0.7; $P:0.05$), y en el límite de la significancia en F1 (r : -0.6). Con respecto al calcio, hubo correlación significativa en F2 (r : -0.67; $P:0.05$). Los elevados valores de pH aquí obtenidos se vinculan con lo anterior y condicionan los rendimientos.

Por su parte, la CEs, se relaciona con los rendimientos aunque no en forma significativa (r : -0.5).

Así, se observa que las mayores CEs promedio se vincula con menores rendimientos. Los Tr7 y Tr8 presentaron rendimientos más bajos que el Testigo (Tabla 1). Esto pone de manifiesto la importancia de los niveles iniciales de salinidad de los suelos en los rendimientos de frutilla. Dicha salinidad, debe ser mantenida en niveles suficientemente bajos a fin de asegurar máximos rendimientos. En el manejo del suelo, del agua, y en la elección de productos agroquímicos todos estos aspectos deben ser considerados.

Conclusiones

La salinidad (CEs) y pH que se alcanza en los Argiudoles vérticos del presente estudio son determinantes de los bajos rendimientos obtenidos.

Los tratamientos a base de metam sodio elevan la conductividad eléctrica que normalmente adquieren estos suelos bajo estos esquemas productivos intensivos. El sodio es el catión que mayor vinculación tiene con los rendimientos obtenidos. La sustitución del bromuro de metilo con Vapam o Basamid, conduce a elevaciones en el contenido de sales que aunque no llegan a invalidar su uso, en cultivos muy sensibles a las sales exige una consideración especial en relación al manejo del mismo.

Bibliografía

- Alconada M ;Minghinelli F y Balcaza L. 1998.Degradación de suelos de invernáculo , Gran La Plata. La calidad del agua de riego. Avances en el Manejo del Suelo y Agua en la Ingeniería Rural Latinoamericana: 88-95. Editores. Balbuena, y otros. UNLP.
- Alpi A y Tognoni F. 1991.Lucha antiparasitaria en: Cultivo de invernadero.Ed.Mundi Pr. 335 p.
- Gamliel A, Hadar E and Katan J. 1993. Improvement of growth and yield of *Gypsophila paniculata* by solarization or fumigation of soil or container medium in continuous cropping systems. *Plant Disease*: 77 (9): 933-937.
- Katan J. 1984.The role of soil disinfestation in achieving high production in horticultural crops. *British Crop Protection Conference-Pests and Diseases*. 11B-3 : 1189-1196.
- Hennion B y Veschambre D. La fraise : maîtrise de la production. 1997. Éditions Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes.Paris. 299 p.
- Page A, Miller A H, Keeney D R. 1982. *Methods of Soils Analys*. Amer.Soc.Agron.Soil Sci.Soc.Amer, Madison, Wisconsin.
- Stapleton J J , Quick J and DeVay J.E.1985. Soil solarization :Effects on soil properties, crop fertilization and plant growth. *Soil Biol.Biochem* 17(3):369-373
- Tello J. 1999. Búsqueda de alternativas al bromuro de metilo, Guatemala. C.A. ICTA-UNIDO-CONCYT-IPM CRSP-CONAMA. Programa ONUDI. International Workshop.

ALTERNATIVAS QUÍMICAS AL USO DE BROMURO DE METILO. INFLUENCIA SOBRE LA SALINIDAD EDAFICA EN EL CULTIVO DE TOMATE.

*Margarita Alconada¹, Vanina Wisner², Natalia Mortola², Juan C. Zembo³,
Susana Gamboa³ y Carolina Quinteros².*

1 Edafología, Facultad Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. CISAUA, MAA-UNLP. calle 3 N 584 -1900 La Plata. email: mmam@impsat1.com.ar

2 Edafología, Facultad Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. Calle 60 s/N* y 119. 1900 La Plata.

3 INTA-UEEA Gran Buenos Aires. Horticultura, Facultad Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. E- mail: Zembo@inta.gov.ar

Resumen

La participación negativa en el ambiente del BrMe debido a que se integra en la cadena alimentaria, y por ser junto con lo CFC los principales destructores de la capa de ozono, exige que su reemplazo sea realizado en el menor tiempo posible, según las circunstancias sociales, políticas y económicas de cada país. Para la Argentina aproximadamente se da como fecha límite de reemplazo el 2015. Son también importantes los desórdenes fisiológicos que se producen como consecuencia de los estrés salinos y asociados a este los estrés hídricos y nutricionales. La bibliografía indica efectos favorables y perjudiciales, atribuidos principalmente a la modificación de la biología edáfica luego de su desinfección. En suelos Argiudoles vérticos de la región del presente estudio se encuentran modificaciones en la concentración de sales, y en la nutrición nitrogenada y de manganeso asociado al método de desinfección usado. El objetivo del presente trabajo fue evaluar propiedades relacionadas con la salinidad-alcalinidad de los suelos ante el uso de diferentes métodos químicos de desinfección, y su vinculación con los rendimientos de tomate en invernáculo, como posibles variables a considerar en la elección de alternativas al uso de bromuro de metilo. Se trabajó en un suelo Hapludert ácuico en un diseño en bloques al azar con tres repeticiones comparando 5 alternativas químicas de desinfección de suelos. Se estudiaron variables que se relacionan con la salinidad-alcalinidad de los suelos. No se producen en estos suelos variaciones estadísticamente significativas en la salinidad-alcalinidad atribuible al método de desinfección química utilizado. Se encuentra una tendencia a ligeras elevaciones en la RAS en el tratamiento con BrMe, asociado a incrementos de diferente magnitud de los cationes sodio, calcio o magnesio. La elevación de RAS en estos suelos conduce a una agudización de los problemas de drenaje. Los tratamientos a base de metam sodio y dazomet presentaron un comportamiento diferente, y su uso no sería perjudicial para el cultivo de tomate en los aspectos edáficos aquí analizados. Elevaciones en la CE se vinculan principalmente a incrementos en cationes solubles diferentes al sodio.

Introducción

Alpi y Tognoni (1991) indican que con producciones intensivas que se produce la denominada "fatiga del suelo", indicando que sus causas serían de índole parasitaria. Sin embargo, los suelos se degradan física, química y biológicamente; llegando en casos extremos hasta abandonarse el sitio de cultivo. Así, las características

naturales de suelos imperfectamente drenados tales como los Hapludert ácuico de la región del presente estudio, se ven seriamente agravadas como consecuencia de la salinización, y alcalinización que se producen con cultivos protegidos (Alconada 1996; Alconada y Minghinelli, 1998). Asociado a estas degradaciones físico-químicas aparecen degradaciones biológicas, enfermedades, malezas, y consecuentemente, el uso creciente de agroquímicos llegando hasta quintuplicarse respecto a la situación inicial (Gamboa inédito).

A fin de revertir las disminuciones en rendimientos cuyo origen es atribuido a la aparición de enfermedades y malezas, se realizan esterilizaciones parciales del suelo por métodos físicos, químicos y biológicos. La desinfección química es la más frecuente, siendo el desinfectante más difundido el bromuro de metilo (BrMe).

Sin embargo, la participación negativa en el ambiente del BrMe debido a que persiste en el producto durante en la cadena alimentaria, y por ser uno de los principales destructores de la capa de ozono, exige que su reemplazo sea realizado en el menor tiempo posible, según las circunstancias sociales, políticas y económicas de cada país. Para la Argentina se da como fecha límite de reemplazo el 2015.

Son también importantes los desórdenes fisiológicos que se producen como consecuencia de los estrés salinos y asociados a este los estrés hídricos y nutricionales (Blancard, 1996). Así, en la región de este estudio es frecuente la hiperfertilización a fin de paliar disminuciones de rendimiento que tienen su más probable origen en los problemas de salinidad-alcalinidad-desequilibrios-enfermedades (Alconada et al., 1999).

Consecuentemente, al realizar desinfecciones de suelo no sólo deben considerarse aquellos aspectos que hacen a la eficiencia del método de desinfección en el control de plagas y maleza sino también a otras cuestiones relacionadas con la productividad de los suelos, ya que no sólo se destruyen microorganismos patógenos, sino también benéficos. Al respecto se destaca lo indicado por Katan (1984) en relación a los posibles efectos “boomerang” como consecuencia de un “vacío biológico” ante la desinfección del suelo.

Así, la bibliografía indica efectos favorables y perjudiciales, atribuidos principalmente a la modificación de la biología edáfica luego de la desinfección (Katan, 1984; Stapleton et al. 1985; Alpi y Tognoni, 1991; Anderson, 1992; Domínguez, 1993; Gamliel et al. 1993; Jawson et al. 1993; Ellis et al., 1995; Hu Feng et al., 1998). Específicamente, en otros suelos de la región del presente estudio se encuentran modificaciones en la concentración de sales, y en la nutrición nitrogenada y de manganeso asociado al método de desinfección utilizado (Alconada et al. 2000^a; b y d.).

Consecuentemente, en cada sitio deben ser estudiadas las posibles alteraciones en las propiedades edáficas, y sus consecuencias en el crecimiento de las plantas. Tal como se mencionó, dados los antecedentes del sitio del presente estudio, se puede afirmar que en estos suelos adquiere importancia considerar todas aquellas variables que se relacionen con la reacción del suelo y el contenido de sales.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar propiedades relacionadas con la salinidad-alcalinidad de suelos ante el uso de diferentes métodos químicos de desinfección, y su vinculación con los rendimientos de tomate en invernáculo, como posibles variables a considerar en la elección de alternativas al uso de bromuro de metilo.

Materiales y Métodos

Suelo estudiado: Hapludert ácuico serie Gorina, partido de La Plata, Buenos Aires,

Argentina.

Variables analizadas :

pH en pasta , conductividad eléctrica (CEs) y cationes solubles en el extracto a saturación, y Relación de Adsorción Sodio (RAS) fósforo asimilable (Bray Kurtz1) (Page, et al.1982).

Tratamientos y fechas de muestreos:

Se compararon 5 tratamientos con 3 repeticiones en un diseño experimental de bloques completos al azar en la primer fecha de muestreo, **F1** transplante (25/9/98); **Tr1**: Testigo; **Tr2**: : metam sodio, 125 cc.m⁻² (Vapam); **Tr3** : Dazomet 70 g. m⁻² (Basamid); **Tr4**: Formaldehído al 40%(Formalina) ; **Tr5** Bromuro de Metilo 70 g. m⁻² (dosis expresadas en concentración de principio activo).En la segunda fecha **F2**, en producción (30/12/98) se comparan los Tr3, Tr4 y Tr5.

Las muestreas fueron compuestas, extraídas a 0-15 cm de profundidad en las 2 fechas indicadas, y a 15-30 cm sólo en F1.

Características del cultivo:

Tomate Fa 144 (Hazera) cultivado en un invernadero de 280m (7mx40m), estructura de madera y techo parabólico de polietileno.

Análisis estadístico:

ANVA para diseño en bloques completos al azar, Prueba de F, test unilateral (P:0.05 y P:0.01).

Resultados y Discusión:

Los Hapludert ácuicos aquí estudiados presentan naturalmente una elevada fertilidad química siendo libres de sales. Se destaca sin embargo su naturaleza vértica, que se aprecia en las serias dificultades en el drenaje que poseen estos suelos debido a la presencia de una elevada proporción de arcillas expandibles. En el horizonte superficial la textura es franco arcillo limosa, y a partir de los 20 cm se define como arcillosa. Previo a su uso intensivo, estos suelos se caracterizan por poseer un pH 5.3; CE < 1 dS/m; materia orgánica > 5 %; y con excepción del fósforo se encuentran bien provisto en nutrientes (Giménez, et al, 1992 en Alconada, 1996).

Tal como se indicó en antecedentes, se caracterizan por elevar su salinidad-alcalinidad y consecuentemente disminuir el drenaje drásticamente luego de pocos años de instalados los invernáculos (Alconada, 1996; Alconada y Huergo, 1998). Sin embargo, la magnitud y tiempos en que estos procesos degradativos ocurren dependen de la calidad del agua, suelo y el sistema productivo utilizado (Alconada y Minghinelli, 1998).

En la tabla 1 se presentan los valores promedios de los Tr1 a Tr5 para las dos fechas estudiadas a 0-15 cm de profundidad. En ninguna de las fechas hubo diferencias significativas entre tratamientos para las variables aquí analizadas. Se destaca, que muy posiblemente la alta variabilidad de los datos obtenidos contribuyó a una ausencia de diferencias significativas. La naturaleza vértica de estos suelos, con desarrollo de grietas, estructuras fuertes, consistencia en seco dura a muy dura, plásticos y

adhesivos en mojado, explican la alta variabilidad en los datos medidos.

Así, si se elimina el bloque 2 cuya variabilidad fue superior que la obtenida en los bloques 1 y bloque 3, se aprecia que la CE en el Tr3 resulta superior a los tratamientos restantes y se ubica en el límite de la significancia (tabla 1). Esto es coincidente con lo obtenido en el Argiudol vértico con cultivo de frutilla a campo (Alconada et al., 2000^a), en relación al Tr 3, sin embargo, en el presente estudio el Tr2 a base de Metam sodio no presentó un incremento en sales respecto al testigo.

En relación a este punto, se destaca que si bien la resistencia a la salinidad del cultivo de tomate es alta, los máximos rendimientos se obtienen con CE inferiores a 2,5 dS.m⁻¹ (Sys, et al., 1993). Consecuentemente, la CE que se alcance ante una determinada práctica, debe ser considerada en el manejo del cultivo y del agua, ya que aunque dicho incremento no resulte estadísticamente significativo podría afectar los rendimientos.

En relación a la RAS esta resultó elevada en todos los tratamientos. Los valores que se obtienen podrían afectar el drenaje de los suelos. Esto es coincidente con lo obtenido en este sitio en estudios previos donde los niveles de RAS se ubican en igual orden de magnitud (Alconada, 1996). Se destaca aquí para la RAS, al igual que lo señalado para CE, que no obstante la ausencia de diferencias significativas entre tratamientos resulta oportuno reparar en los mayores valores de RAS obtenidos en BrMe en la F1, no diferenciándose los Tr3 y Tr4 del testigo. Al respecto se destaca que desde el punto de vista de la dispersión de suelos los valores de RAS son suficientemente altos como para indicar problemas de drenaje, siendo desde este punto de vista importante la diferencia obtenida entre el Tr5 con un valor promedio de 8 de RAS respecto al testigo que presentó 5,6.

Esto último adquiere particular importancia en el manejo de los suelos. Así se destaca lo señalado en el estudio previo citado precedentemente (Alconada, 1996), en relación a que si bien se encuentra una correlación significativa entre la RAS y CE, esta correlación disminuye ante prácticas que favorecen el lavado de sales y consecuentemente bajan la CE. Esto es debido a que la RAS no disminuye ante lavados de sales tal como ocurre con la CE. Consecuentemente la degradación producida a partir de la RAS elevada no puede revertirse por simples manejos del agua.

En relación a los cationes que definen la RAS, se destaca que el sodio, calcio y magnesio, tampoco presentaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, sin embargo, se destaca que el calcio, tal como se indicó para la CE, al analizar sólo los bloques 1 y 3; la diferencia entre tratamientos resulta altamente significativa (P: 0.01), siendo el Tr3 el que presenta mayor concentración en calcio. Tal como se discutió en Alconada et al. (2000b); la mayor CE se asoció en forma más marcada con el mayor contenido de calcio, siendo esto una característica favorable para las condiciones de la región. La mineralización diferencial de la materia orgánica puede haber contribuido en la disponibilidad de nutrientes tal como se indicara para los Argiudoles vérticos (Alconada, et al. 2000 b).

En relación al magnesio se aprecia al igual que el calcio que resultó mayor en los tratamientos diferentes al Tr4(formalina) y Tr5 (BrMe). El sodio, por el contrario, aunque incrementa en promedio en el Tr3, no resulta significativamente mayor al eliminar el bloque 2 tal como se indicó precedentemente. En este caso, contrario a lo que se indicó para los cationes Ca y Mg, el sodio es del mismo orden de magnitud en el tratamiento con BrMe, y esto se aprecia en los mayores valores de RAS indicados para este tratamiento.

Es importante destacar que si bien no puede indicarse un valor de sodio que pueda ser aplicado para todos los sitios como suficiente como para generar problemas de drenaje, es en general aceptado que 5-7meq/l de sodio resulta elevado para las con-

diciones de la pradera pampeana (autores en Alconada, 1999). En el presente estudio estos valores son superados sin existir diferencias atribuidas a los tratamientos de desinfección.

Consecuentemente, aunque con las reservas expuestas precedentemente, existe una tendencia a incrementar la CE en los tratamientos diferentes al bromuro de metilo pero esta se asocia más claramente a incrementos en cationes diferentes al sodio, hecho que para las condiciones del presente estudio resulta importante considerar desde el punto de vista del manejo de estos esquemas productivos.

Los valores de pH resultaron adecuados en todos los tratamientos. En este sitio la alcalinización medida a través del pH es mucho menos marcada que la obtenida en el Argiudol vértico (Alconada et al., 2000 a y b). En este último caso los valores de pH resultaron siempre muy por encima de 7. Por el contrario, en los suelos del presente estudio, en F1 no se superan los valores de 7 y levemente superan dicho valor hacia F2. Esto es coincidente con lo obtenido en estudios previos en la región, los suelos Haplacuert ácuicos muy rara vez presentan valores de pH que puedan ser excesivos, por el contrario en los Argiudoles vérticos sí se producen estas elevaciones en el pH (Alconada, 1996; Alconada y Minghinelli, 1998; Alconada y Huergo, 1998).

Tabla 1 : Valores promedio : Conductividad eléctrica (CEs); pH, cationes en extracto a saturación, y RAS en dos fechas de muestreo para la profundidad de 0-15 cm; F1: transplante; F2: cosecha. Rendimientos en tomate t/ha.

Tratamiento		Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	T5
PH	F1	6.6	6.7	6.7	6.5	6.7
	F2	7.3	7.2	7.0	nd	7.0
CEs (dS/m)	F1	3.1	3.1	3.4	2.1	2.3
	F1*	2.0	2.2	3.6	1.6	2.4
	F2	1.5	2.3	2.8	Nd	1.0
Sodio (meq.l⁻¹)	F1	11.6	13.3	16.3	9.1	12.8
	F2	13.2	13.2	16.5	Nd	9.3
Calcio (meq . l⁻¹)	F1	9.0	10.6	12.7	6.0	3.6
	F1*	4.4	5.6	14.1	4.6	2.6
	F2		6.3	8.8		2.7
Magnesio (meq . l⁻¹)	F1	4.2	3.7	3.7	1.9	1.4
	F2		1.8	2.2		0.7
Potasio (meq . l⁻¹)	F1	1.0	1.3	1.4	0.8	1.0
	F2	0.4	1.3	1.4		0.9
RAS	F1	5.7	5.6	5.7	4.5	8.8
	F2		6.8	7.3		7.2
Fósforo (ppm)	F2	172	126	171	176	74.6
Rendimientos t.ha-1	**	149.1	183.3	187.6	185.7	185.7

F1* promedios bloques 1 y bloques 3.

** Datos aportados por la Chacra Exp.Gorina, M.A.A.pcia de Bs.As.; N. Mezquiriz

Entre fechas de muestreo en los Tr2, Tr3 y Tr5, en ninguna de las variables analizadas se producen diferencias significativas.

En la tabla 2 se presentan los valores aquí estudiados a 15-30 cm de profundidad. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, la CE resulta moderada y la RAS se mantiene en valores suficientemente altos como para condicionar problemas de drenaje. Esto es coincidente con lo obtenido en estudios previos (Alconada, 1996).

Tabla 2: Valores promedio : Conductividad eléctrica (CEs); pH, cationes en extracto a saturación, y RAS en F1 para la profundidad de 15-30 cm; transplante;

Tratamiento	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4*	T5
PH	6.2	6.2	6.5		6.7
CE	1.7	1.7	1.6		1.2
Sodio (meq.l ⁻¹)	8.2	8.0	6.4		6.7
Calcio (meq . l ⁻¹)	5.0	5.6	2.8		3.1
Magnesio (meq . l ⁻¹)	1.7	2.3	3.2		1.2
RAS	4.2	4.0	5.4		4.6

*no determinado

En relación a los rendimientos (datos aportados por la Chacra Experimental de Gorina, N. Mezquiriz), no presentaron diferencias estadísticamente significativas. Las leves modificaciones que se indicaron precedentemente no se aprecian en variaciones en el rendimiento.

En la tabla 3 se presenta algunos valores del agua de riego extraídos de Alconada (1996). Se definen como bicarbonatadas sódicas por Diagrama de Piper, siendo un agua con serias limitaciones para su uso, principalmente en lo que hace a su alcalinidad para riego, severidad que es puesta de manifiesta según el criterio de evaluación de agua utilizada. Se destaca principalmente la alta RAS, sodio y bicarbonatos, no siendo suficientemente alta la CE como para asegurar que esta RAS en las aguas no conduzca a elevaciones de RAS en el suelo tal como los aquí obtenidos así.

Tabla 3 : Caracterización química del agua de riego y algunos índices de calidad:

Cationes meq/l				Aniones meq/l				Otras propiedades			
Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁼	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	CO ₃ ⁻²	H CO ₃ ⁻	pH	C.E	RAS	CSR
									uS/m	práct	(1)
0.4	1	8	0.2	0.8	1.4	Aus.	7	7.6	570	9.7	5.7

(1) Carbonato de sodio residual.

Puede afirmarse que las características de las aguas del presente estudio justifican las características edáficas aquí obtenidas (Tabla 1 y 2), y se corresponde con lo medido por Alconada (1996) en el mismo sitio del presente estudio.

En este caso, la salinización –alcalinización no presentó diferencias atribuidas al tratamiento de desinfección. Los incrementos significativos que se dieron en la salinidad en el tratamiento con Metam sodio y Dazomet en los Argiudoles vérticos de la región (Alconada et al, 2000 a), no se manifestaron en los Hapludert ácuicos del presente estudio. En aquel sitio hacia la segunda campaña de frutilla (Alconada et al 2000 d) el Dazomet presentó una situación general mejor en relación a la salinidad, esto aquí no ocurrió.

No obstante, tal como se indicó, debido a las implicancias prácticas en el manejo de los suelos y del cultivo que tienen las elevaciones de la CE-RAS, y principalmente la RAS en el orden de magnitud que aquí se presentan, diferencias atribuidas a tratamientos aunque no resulten significativas deben ser consideradas.

Conclusiones

No se producen en los Hapludert ácuicos variaciones estadísticamente significativas en la salinidad-alcalinidad atribuible al método de desinfección. Desde un punto de vista práctico resulta importante destacar que pequeñas elevaciones en la RAS tal como las que ocurren en el tratamiento con BrMe debido a una elevación diferencial de los cationes sodio, respecto a los cationes calcio o magnesio pueden conducir a un agravamiento del suelo en relación a su drenaje. Los tratamientos a base de metam sodio y dazomet presentaron en esto un comportamiento diferente. Elevaciones en la CE se vinculan principalmente a incrementos en cationes solubles diferentes al sodio.

Bibliografía

- Alconada, M. 1996. Deterioro físico-químico de un Vertisol con cultivos protegidos en el partido de La Plata, Buenos Aires, Argentina. XIII Congreso Latinoamericano de Ciencia do Solo, Águas de Lindóia, SP-Brasil.
- Alconada, M. y Minghinelli, F. 1998. - Calidad de Agua de riego según diferentes criterios: su influencia sobre la salinización alcalinización de suelos con cultivos protegidos en el Gran La Plata. Actas, XVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Córdoba.
- Alconada, M. y Huergo, L. 1998. Degradación de suelos con cultivos protegidos: Tomate. Influencia de la calidad de agua de riego. I Reunión de Producción Vegetal, N.O.A., Universidad Nacional de Tucumán.
- Alconada, M. ; L.Giuffre, L.Huergo; y C. Pascale.1999. Suelos Hiperfertilizados con Fósforo: Cultivo de Tomate en Invernáculos. Actas XIV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Pucon, Chile
- .Alconada, M., Wisner, V., Mortola, N., Zembo, J.C., Mitidieri, A, Gamboa, S. y Sangiacomo, M. 2000a. Alternativas al uso de bromuro de metilo. A) Alternativas químicas: I-Influencia sobre la salinidad en el cultivo de frutilla.
- Alconada, M., Zembo, J.C., Wisner, V., Giuffré, L., Mitidieri, Adrián, Gamboa, S. y Sangiacomo, M. 2000b. Alternativas al uso de bromuro de metilo; A) Alternativas Químicas. II-Influencia sobre la disponibilidad de nutrientes en el cultivo de frutilla a campo: nitratos-amonio-micronutrientes.
- Alpi A y Tognoni F. 1991. Cultivo de invernadero. Ed. Mundi P. 335 p.
- Anderson R.C.; AE Liberta. 1992. Influence of supplemental inorganic nutrients on growth, survivorship, and mycorrhizal relationships of *Schizachyrium scoparium* (Poaceae) grown in fumigated and unfumigated soil. American Journal of botany (USA) 79:406-414.
- Blancard, D. 1996. Enfermedades del Tomate. Ed. Mundi Prensa. 212 p.
- Domínguez Vivancos, 1993. Fertirrigación. Ed. Mundi Prensa. 217 pág.
- Gamliel A, Hadar E and Katan J. 1993. Improvement of growth and yield of *Gypsophila paniculata* by solarization or fumigation of soil or container medium in continuous cropping systems. Plant Disease: 77 (9): 933-937.
- Ellis, J.R.; Watson, D.M.H.; Varel, G.E.; Jawson, M.D. 1995. Methyl bromide soil

fumigation alters plant element concentrations. Soil-Science-Society-of-America (USA). (May-Jun 1995). v. 59(3) p. 848-852.

-Hu-Feng; Li-HuiXin; Wu-XinQi; Wu-ShanMei; Li-HX; Wu-XQ; Wu-SM .1998. Effect of soil nematode exclusion on wheat growth and its N and P uptake. Chinese Journal of Applied Ecology. 9: 4, 419-424.

-Jawson,-M.D.; Franzleubbers,-A.J.; Galusha,-D.K.; Aiken,-R.M. 1993.Soil fumigation within monoculture and rotations: response of corn and mycorrhizae. Agronomy Journal (USA). V: 85(6) p. 1174-1180.

-Katan J. 1984.The role of soil disinfestation in achieving high production in horticultural crops. British Crop Protection Conference-Pests and Diseases. 11B-3 : 1189-1196.

-Letard, M.; P.Erard; and B.Jeannequin. 1995. Maitrise de l' irrigation fertilisante.Tomate sous serre et abris en sol et hors sol. CTIFL. 220 p.

-Page A, Miller A H, Keeney D R. 1982. Methods of Soils Analys. Amer.Soc.Agron.Soil Sci.Soc.Amer, Madison, Wisconsin.

-Stapleton J J , Quick J and DeVay J.E.1985. Soil solarization :Effects on soil properties, crop fertilization and plant growth. Soil Biol.Biochem 17(3):369-373

-Sys,Ir.C; E.Van Ranst; J.Debaveye y F. Beernaert. 1993. Land evaluation.Part III.Crop requeriments. Agricultural Publications:7. Bélgica. 199 p.

ALTERNATIVAS AL USO DE BROMURO DE METILO: A) ALTERNATIVAS QUÍMICAS. II) INFLUENCIA SOBRE LA NUTRICIÓN NITROGENADA Y DE MICRONUTRIENTES EN EL CULTIVO DE FRUTILLA A CAMPO.

Margarita Alconada¹, Juan C. Zembo², Vanina Wisner³, Lidia Giuffré⁴, Adrian Mitidieri², Susana Gamboa² y Miguel Sangiacomo⁵.

1-Edafología, Edafología, Fac. Cs Ags y Fs. UNLP y CISAUA, MAA-UNLP. calle 3 N 584 -1900 La Plata. email: mmam@impsat1.com.ar

2- Horticultura, Fac. Cs Ags y Fs. UNLP. Calle 60 s/N* y 119. 1900 La Plata.

3- Edafología, Fac. Cs Ags y Fs. UNLP. Calle 60 s/N* y 119. 1900 La Plata.

4-Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Buenos Aires. Av .San Martín 4453.1417 Buenos Aires.giuffre@mail.agro.uba.ar

5- Horticultura, Fac.Agronomía, Universidad de Luján.

Palabras claves:

Bromuro de metilo–metam sodio-dazomet- nitratos-amonio-micronutrientes- frutilla.

Resumen

En la actualidad se trabaja en muchos sitios del mundo en la búsqueda de alternativas al BrMe para la desinfección de suelos. La esterilización parcial puede realizarse por medios físicos, químicos, biológicos. Estos, en forma variable pueden influir en la concentración de elementos en planta por modificaciones en la absorción de nutrientes. La bibliografía indica efectos benéficos y perjudiciales en relación a aquello. Se encuentran disminuciones de rendimiento debido a una alteración de organismos benéficos además de los perjudiciales. Se indican también incrementos de NH_3 y Mn fitotóxico. Por el contrario, en otros sitios se han encontrado incrementos en la fertilidad edáfica aún en ausencia de patógenos conocidos por incrementos en NO_3^- , NH_4^+ , Ca^{+2} , K^+ , y materia orgánica soluble. Específicamente en frutilla, la supresión de enfermedades de la raíz se asocia en algunos sitios a los niveles de NO_3^- , NH_4^+ , y Mn disponibles, y éstos, con la disminución de pH, así una correcta nutrición puede coadyugar en el control de patógenos. El objetivo de este estudio es establecer el efecto del bromuro de metilo y otras alternativas químicas sobre formas disponibles de nitrógeno, y de micronutrientes en el suelo, como posibles variables edáficas a considerar en la elección de alternativas químicas al bromuro. Se trabajó en un diseño en bloques al azar con repeticiones, y se evaluaron los niveles de N, y micronutrientes disponibles. En los Argiudoles vérticos del presente estudio se producen modificaciones en la mineralización de la materia orgánica como consecuencias de la desinfección de suelos. Esto se aprecia en una disminución de los niveles de nitratos e incrementos de amonio en el tratamiento con metam sodio, produciéndose además incrementos en Mn, que aunque no llega a la significancia estadística debe ser tenido en cuenta dada su vinculación con el control de enfermedades de la raíz., y con los resultados de la primera parte de este estudio en relación a la salinidad y el pH. Los valores de Mn se correlacionaron con los de pH en forma negativa. En todos los casos los niveles de nitratos, amonio y micronutrientes no son limitantes en la frutilla. Por el contrario, la nutrición nitrogenada es hasta excesiva, siendo indicador de la hiperfertilización que se realiza en la zona. Para las condiciones productivas de la región, la disminución de nitratos registrada en el tratamiento con metam sodio, no conduce a disminuciones de rendimiento, pudiendo ser por el contrario un efecto favorable dada su posible incidencia en el pH.

Introducción

La desinfección del suelo a fin de eliminar patógenos y malezas del suelo en cultivos intensivos es una práctica habitual e imprescindible en determinados ecosistemas a fin de asegurar la productividad de las tierras y calidad de la producción. La efectividad del bromuro de metilo para estos fines ha sido ampliamente probada. Sin embargo, su participación en la destrucción de la capa de ozono, exige su reemplazo en el menor tiempo posible según características económicas, sociales, y productivas de cada país (Tello et al. 1999).

La fumigación con bromuro de metilo u otras desinfecciones del suelo alteran la concentración de elementos en planta por modificaciones en la absorción de nutrientes (Ellis et al., 1995). La bibliografía indica efectos benéficos y perjudiciales en relación a la nutrición de los cultivos.

Así, Jawson et al. (1993) encuentran disminuciones de rendimiento debido a una alteración de organismos benéficos además de los perjudiciales. Coincidentemente, Katan (1994) señala que se eliminan micorrizas, bacterias útiles tales como las nitrificantes y saprófitos antagonistas de patógenos, favoreciendo la aparición de otros microorganismos perjudiciales. Al respecto, Hu Feng et al. (1998) indican reducciones en la mineralización de nitrógeno asociadas a la muerte de nemátodos.

Otros efectos negativos son indicados por Alpi y Tognoni (1991) y Domínguez (1993) quienes citan autores que encuentran incrementos edáficos en los niveles de NH_3 y Mn fitotóxico asociados a la temperatura y humedad edáfica.

En relación a los efectos benéficos se destacan los relativos a la disponibilidad de nutrientes debido al uso de vapor y fumigantes. Así, se favorece la fertilidad edáfica aún en ausencia de patógenos conocidos debido al aumento en NO_3^- , NH_4^+ , Ca^{+2} , K^+ y materia orgánica soluble, relacionado con la estimulación de microorganismos benéficos, destrucción de patógenos y neutralización de toxinas (Katan, 1984, Stapleton et al. 1985; Gamliel et al. 1993).

Wade et al (1998) indican en frutilla, que la supresión de enfermedades de la raíz "black root rot" se asocia a los niveles de NO_3^- , NH_4^+ , y Mn disponibles, y éstos, con la disminución de pH, destacando que la severidad de las enfermedades del suelo puede ser manejada a través de su nutrición.

En la actualidad se trabaja en muchos sitios del mundo en la búsqueda de alternativas al BrMe para la desinfección de suelos. La esterilización parcial puede realizarse por medios físicos, químicos, biológicos, y sus combinaciones, siendo sus resultados variables según condiciones de suelo y clima, entre otros factores (Katan, 1984; Tello et al. 1999). Consecuentemente, en cada sitio deben ser estudiadas las posibles alteraciones en las propiedades físicas, químicas y biológicas, y sus consecuencias en el crecimiento de las plantas.

Específicamente en frutilla se destaca su elevada exigencia en aspectos de la física y físico-química de suelos (Hennion B y Veschambre D. 1997), estos aspectos se detallan en la primer parte de este estudio (Alconada et al, 2000).

Son también importantes las relaciones entre nitratos y amonio a fin de asegurar una adecuada calidad de frutos, así como una adecuada nutrición en micronutrientes, especialmente Mn y Fe (Dominguez V., 1993; Hennion B y Veschambre D. 1997).

El objetivo de este estudio es establecer el efecto del bromuro de metilo y otras alternativas químicas sobre formas disponibles de nitrógeno, y de micronutrientes en el suelo, como posibles variables edáficas a considerar en la elección de alternativas químicas al bromuro.

Materiales y Métodos

Suelo estudiado: Argiudol vértico Serie Estancia Chica (SeEch), partido de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Variabes analizadas: nitratos (NO_3), vía húmeda (fenoldisulfónico); amonio intercambiabie (NH_4), Micronutrientes: hierro(Fe), manganeso(Mn), cobre(Cu) y zinc(Zn), con EDTA 0.02M pH6, y materia orgánica por Walkley y Black (MO)(Page, et al.1982).

Tratamientos : Se compararon 10 tratamientos con 4 repeticiones en un diseño experimental de bloques completos al azar. Tr1: BrMe 80 g. m^{-2} y polietileno común (Pc) de 50 m; Tr2: BrMe 40 g. m^{-2} y Pc 50 m) ; Tr3 : BrMe 80 g. m^{-2} y Pc 100 m ; Tr4: BrMe 40 g. m^{-2} y Pc 100m ; Tr5: Br Me 80 g. m^{-2} y polietileno barrera (pb); Tr6: BrMe 40 g. m^{-2} y pb ; Tr 7 : Dazomet 50 g. m^{-2} (Basamid); Tr8: metam sodio, 125 cc. m^{-2} (Vapam); Tr9: Testigo; y Tr10: Vapam más fungicida (mezcla de Metalaxyl-Mancozeb)(dosis expresadas en concentración de principio activo).

Muestras compuestas al trasplante del cultivo de frutilla (*Fragaria *anannasa Duck.*) variedad Milsei Tudla a campo, en lomos a doble hilera, mulching negro, riego por goteo, fertirriego en relación aproximada 1: 0.6: 1.2 al inicio, y luego 1: 0.4: 1.7 para N: P_2O_5 : K_2O , sobre la base del rendimiento esperado: 40 tn. ha^{-1} Profundidades de muestreo 0-15 cm y 15-30 cm .

Análisis estadístico: ANVA para diseño en bloques completos al azar, Prueba de F, test unilateral (P:0.05 y P:0.01).Comparación de medias por Tukey, y correlaciones simples.

Resultados y Discusión

Los suelos estudiados, Argiudoles vérticos (SeEch) , poseen en su condición natural una alta fertilidad, siendo muy ricos en materia orgánica > 5 %, libres de sales y sodio (CEs < 1 dS. m^{-1} , pH =5,5 y RAS < 1), con excepción del fósforo que posee bajos niveles, en general se encuentran bien provistos en macro y micronutrientes (Alconada, inédito).

En el gráfico 1 se presentan los valores promedio de nitrato y amonio. La disponibilidad de formas del N para la fecha analizada fue muy elevada en todos los tratamientos, y se produjeron diferencias significativas entre tratamientos en los niveles de NO_3^- presentes al momento del trasplante a la profundidad de 0-15 cm.

En el Tr7 a base de metam sodio, los contenidos de NO_3^- resultaron significativamente inferiores, y se diferenciaron por el test de Tukey del Tr2. Este último presentó los más altos niveles, siendo muy próximos a los obtenidos en el testigo.

El Tr8, aunque por Tukey no resulta significativamente inferior, se encuentran en valores muy cercanos a los obtenidos en el Tr7. En valores absolutos la diferencia entre estos últimos tratamientos y el testigo es próxima a 40-50 ppm ; diferencia que no se aprecia en los rendimientos debido muy probablemente a la ya indicada situación de muy elevada fertilidad nitrogenada. En otras condiciones productivas estas diferencias podrían conducir a otros resultados. Las condiciones de hiperfertilización son frecuentes en la región (Alconada et.al, 1999), así como la resultante contaminación de las aguas freáticas (Minghinelli, 1995).

En relación a los niveles de NH_4^+ , obtenidos a 0-15 cm de profundidad se producen diferencias altamente significativas (P:0.01), como era de esperar en base a los

resultados de NO_3^- el Tr 7 fue el que se diferenci6, as6 result6 estad6sticamente superior respecto al Testigo, y a los Tr2, 3, 5, 6 con bromuro.

La disminuci6n de NO_3^- , e incrementos de NH_4^+ , significativos estad6sticamente en el Tr7 a base de metam sodio permiten afirmar que se produjo una modificaci6n en la mineralizaci6n de la materia org6nica atribuible al m6todo de desinfecci6n utilizado. En relaci6n al Tr8 se destaca que aunque no lleg6 a la significancia estad6stica por Tukey, los niveles de NO_3^- obtenidos se diferencian claramente del testigo y fueron pr6ximos al Tr7 (Fig 1), no ocurriendo igual con el NH_4^+ .

Como se mencion6 en antecedentes, algunos autores se6alan incrementos en la fertilidad ed6fica al aumentar la disponibilidad de nutrientes, entre ellos NO_3^- ; y NH_4^+ , (Katan, 1984, Stapleton et al. 1985; Gamliel et al. 1993). Los resultados del presente estudio, indican que s6lo el Tr7 tuvo un comportamiento diferente en relaci6n a la mineralizaci6n y consecuente disponibilidad de nitratos, y result6 coincidente con lo indicado por Hu Feng et al.(1998) en relaci6n a la reducci6n en la mineralizaci6n de nitr6geno. Este 6ltimo autor lo asocia a una disminuci6n en el contenido de nem6todos como consecuencia del m6todo de desinfecci6n utilizado. Para los niveles de N aqu6 presentes, la disminuci6n en NO_3^- debido al tratamiento de desinfecci6n utilizado no conduce a disminuciones en los rendimientos (tabla1), la correlaci6n obtenida entre rendimiento niveles de NO_3^- no llegar a ser significativa ($r= 0.29$). Igualmente la correlaci6n entre rendimientos y NH_4^+ es baja aunque con signo negativo ($r: -0.11$). Estos aspectos deben ser considerar en futuros estudios en relaci6n a la asociaci6n existente entre las disminuciones de N y de nem6todos mencionada por Hu Feng et al.(1998).

Tabla 1: Valores promedio de los rendimientos de frutilla a campo campaa 1998:

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ANVA
Rendimientos (t.ha ¹)	24.4	22.0	25.2	27.7	27.5	26.6	22.7	20.6	25.0	25.7	Ns

(ns: no significativo)

Al respecto, debe tambi6n considerarse la relaci6n $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$, la cual resulta importante considerar a fin de conseguir calidad de fruto en frutilla (Dom6nguez, 1993). En el presente estudio, esta relaci6n es adecuada en todos los tratamientos, a6n en el Tr 7, donde dicha relaci6n se incrementa en forma significativa.

Tal como se observa en la figura 1, en todos los casos los niveles de nitratos son elevados, y los de amonio adecuadamente bajos y no alcanzan valores que puedan considerarse fitot6xicos ni en el Tr7 (Alpi y Tognoni, 1990). Por otra parte, las condiciones de temperatura de estos suelos al momento del transplante, no favorecer6n la producci6n excesiva de amonio tal como alertara Dom6nguez (1993.). Sin embargo, tal como se mencion6 para NO_3^- , este incremento en la producci6n de NH_4^+ debe considerarse para otras condiciones productivas.

Se destaca que lo aqu6 obtenido en relaci6n a la nutrici6n nitrogenada, es coincidente con lo indicado en la primer parte de este estudio en relaci6n al claro comportamiento diferencial que tienen los tratamientos a base de metam sodio (Alconada et al., 2000). A 15- 30 cm de profundidad los valores de NO_3^- contin6an siendo elevados no mostrando diferencias entre tratamientos. Sin embargo, el Tr7 contin6a siendo el que presenta una mayor diferencia respecto al testigo. En este 6ltimo, el valor promedio de NO_3^- fue de 133 ppm y en el Tr7 de 103 ppm. En los tratamientos restantes los valores de NO_3^- estuvieron por encima de 120 ppm hasta valores promedio m6ximos de 141 ppm.

Igualmente para esta profundidad no hubo diferencias significativas entre tratamien-

tos en los valores de NH_4 , obteniéndose también en este caso los mayores valores de NH_4 en el Tr7 (11.65 ppm), siendo el del Testigo de 6.95 ppm. El resto de los tratamientos presenta valores próximos al testigo o levemente superiores. En relación a los contenidos de materia orgánica fueron adecuados en todos los casos y sin diferencias entre tratamientos, los valores promedio estuvieron comprendidos entre un mínimo de 3,3 % y un máximo de 4%. En el testigo el contenido de MO fue de 3.6 %.

NITRATOS/AMONIO al transplante de frutilla

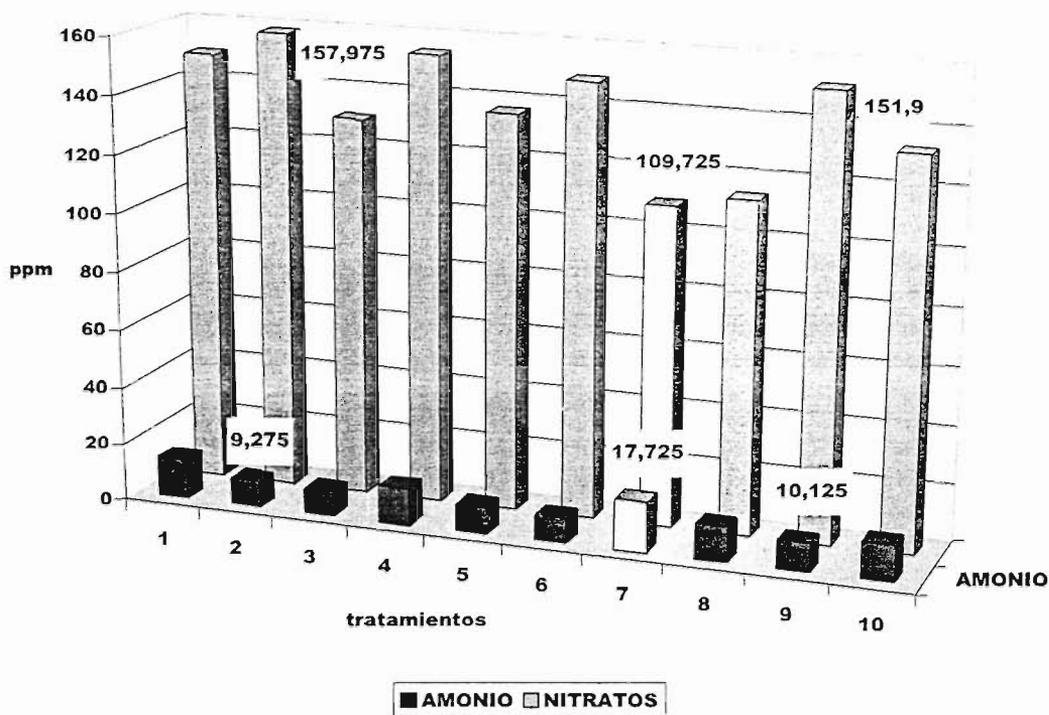


Figura1: Valores promedio de Nitratos y Amonio al transplante a 0-15 cm de profundidad.

En la figura 2 se presentan los valores promedio de micronutrientes para todos los tratamientos. En ninguno de los micronutrientes analizados hubo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, y en todos los casos se encuentran en cantidad adecuada para asegurar el normal desarrollo del cultivo de frutilla (INTA, 1996).

Sin embargo, debe considerarse la disponibilidad de los mismos vinculada al pH, la nutrición nitrogenada y fosforada. Al respecto, se destacan los elevados pH, muy por encima de los valores adecuados para obtener máximos rendimientos, hecho que se analiza en la primer parte de este trabajo, y que sería responsable junto con la CE de los bajos rendimientos generales obtenidos en este estudio, independientemente del tratamiento de desinfección utilizado (Alconada et. al., 2000).

No obstante la ausencia de diferencias estadísticas entre tratamientos, es oportuno indicar por lo discutido precedentemente en relación al comportamiento diferencial de los tratamientos a base de metam sodio, que las concentraciones de Mn en el Tr 7,8 y 10 fueron superiores, próximos a 165 ppm; presentando el testigo y los tratamien-

tos restantes valores inferiores próximos a 143 ppm.

Al respecto, se destaca lo señalado por Wade et al (1998) en relación a la vinculación entre disminución de pH atribuida a la presencia de un mayor nivel de amonio que aumenta la disponibilidad de Mn. En sus estudios, estos autores, encuentran específicamente para frutilla que incrementos en Mn foliar se asocia a disminuciones de afecciones de raíz negra, recomendando utilizar el manejo de la nutrición nitrogenada como una alternativa complementaria en el control de enfermedades de la raíz.

Se desconoce si el Mn tiene un rol directo en la resistencia de las enfermedades en frutilla o está presente meramente como resultado de estos factores. En otras plantas se ha mostrado que el Mn se asocia a mecanismos de defensa a través de su rol como activador de enzimas en fenómenos metabólicos (Wade et al., 1998)

En relación a los micronutrientes se destaca que no obstante los adecuados niveles aquí presentes, muy superiores a los recomendados para el cultivo de frutilla (INTA, 1996), podría verse afectada su disponibilidad como consecuencia de fenómenos de antagonismos entre micronutrientes, y entre estos con los macronutrientes. Como se indicó esto se vincula principalmente con el pH del suelo.

En el presente estudio hubo correlación significativa ($P:0.05$) entre los rendimientos y los niveles de Fe y de Zn, aunque con signos contrarios, hecho que es esperable dada la relación antagónica entre ambos ($r = -0.39$ y $r:0.36$ Fe y Zn resp.). La correlación entre el pH y el Fe, y del pH con el Zn indica iguales tendencias aunque sin ser significativas ($r: -0.29$ y $r:0.2$ respectivamente).

En relación al Mn, la correlación con el rendimiento es baja y no significativa, aunque se destaca su signo negativo ($r:-0.2$), y consecuentemente las tendencias que aquí se han señalado en relación a las modificaciones ocasionadas como consecuencia de la desinfección de suelos y que se corresponden con lo encontrado por otros autores en otros sitios. Se destaca en este punto que el coeficiente de correlación resultó significativo entre pH (datos en Alconada et al. 2000), y el Mn ($P:0.05$; $r: -0.35$).

Consecuentemente, los resultados obtenidos en este estudio indicarían que para las condiciones productivas de la región el uso del Metam sodio como alternativa al bromuro para la desinfección de suelos podría resultar en un efecto positivo, ya que los incrementos registrados de NH_4 no alcanzan valores preocupantes desde el punto de vista de su fitotoxicidad y por el contrario podría favorecer disminuciones de pH, hecho que no se apreció en el presente estudio (Alconada et al, 2000), sin embargo, se incrementa la disponibilidad de Mn.

Conclusiones

En los Argiudoles vérticos del presente estudio se producen modificaciones en la mineralización de la materia orgánica como consecuencias de la desinfección de suelos.

Esto se aprecia en disminución de los niveles de nitratos e incrementos de amonio en forma significativa en el Tr7, a base de metam sodio. En este mismo tratamiento se producen niveles de Mn que aunque no estadísticamente significativos deben ser tenidos en cuenta dado su posible efecto positivo en el control de enfermedades del suelo, y su vinculación con los resultados de la primera parte de este estudio en relación a la salinidad y especialmente con el pH. Los valores de Mn se correlacionaron con los de pH en forma negativa.

En todos los casos los niveles de nitratos, amonio y micronutrientes no resultan

limitantes para el normal desarrollo de la frutilla. Para las condiciones productivas de la región, con niveles elevados en materia orgánica y fertilizaciones que exceden los requerimientos de los cultivos, la disminución de nitratos registrada en el tratamiento con metam sodio, no conduce a disminuciones de rendimiento, por el contrario, podría tener un efecto favorable en el pH. Muy posiblemente en otras condiciones productivas estas diferencias serán mejor expresadas.

Bibliografía

- Alconada, M. ; L.Giuffre, L.Huergo; y C. Pascale.1999. Suelos Hiperfertilizados con Fósforo: Cultivo de Tomate en Invernáculos.Actas XIV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Pucon, Chile .
- Alconada, M., Wisner,V., Mortola, N., Zembo , J.C., Mitidieri, A, Gamboa, S. y Sangiacomo,M. Alternativas al uso de bromuro de metilo. A) Alternativas químicas: I-Influencia sobre la salinidad en el cultivo de frutilla.
- Anderson R.C.; AE Liberta.1992. Influence of supplemental inorganic nutrients on growth, survivorship, and mycorrhizal relationships of *Schizachyrium scoparium* (Poaceae) grown in fumigated and unfumigated soil. *American Journal of botany* (USA)79:406-414.
- Alpi A y Tognoni F. 1991.Lucha antiparasitaria en: Cultivo de invernadero.Ed.Mundi Pr. 335 p.
- Domínguez Vivancos, 1993. Fertirrigación. Ed.Mundi Prensa. 217 pág.
- Gamliel A, Hadar E and Katan J. 1993. Improvement of growth and yield of *Gypsophila paniculata* by solarization or fumigation of soil or container medium in continuous cropping systems. *Plant Disease*: 77 (9): 933-937.
- Ellis,J.R.; Watson, D.M.H.; Varel, G.E.; Jawson, M.D. 1995. Methyl bromide soil fumigation alters plant element concentrations. *Soil-Science-Society-of-America* (USA). (May-Jun 1995). v. 59(3) p. 848-852.
- Jawson,-M.D.; Franzleubbers,-A.J.; Galusha,-D.K.; Aiken,-R.M. 1993.Soil fumigation within monoculture and rotations: response of corn and mycorrhizae. *Agronomy Journal* (USA). V: 85(6) p. 1174-1180.
- Katan J. 1984.The role of soil disinfestation in achieving high production in horticultural crops. *British Crop Protection Conference-Pests and Diseases*. 11B-3 : 1189-1196.
- Hennion B y Veschambre D. La fraise : maîtrise de la production. 1997. Éditions Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes.Paris. 299 p.
- Hu Feng (1998) Hu-Feng; Li-HuiXin; Wu-XinQi; Wu-ShanMei; Li-HX; Wu-XQ; Wu-SM .1998. Effect of soil nematode exclusion on wheat growth and its N and P uptake. *Chinese Journal of Applied Ecology*. 9: 4, 419-424.
- Minghinelli, F.1995.Geohidrología del acuífero freático en las Ceuncas de los Arroyos Martín y Carnaval, La Plata. Evaluación de impacto ambiental.CIC., 193 p.
- Page A, Miller A H, Keeney D R. 1982. *Methods of Soils Analysis*. Amer.Soc.Agron.Soil Sci.Soc.Amer, Madison, Wisconsin.
- Scaglia,E.; Kirschbaum, D., Martínez,J.; Rodríguez,J. y Mintzer,R. 1995. Cultivo de frutilla.Curso producción de hortalizas en invernáculo 2. PROCADIS, INTA.109 p.
- Stapleton J J , Quick J and DeVay J.E.1985. Soil solarization :Effects on soil properties, crop fertilization and plant growth. *Soil Biol.Biochem* 17(3):369-373
- Tello J. 1999. Búsqueda de alternativas al bromuro de metilo, Guatemala. C.A. ICTA-UNIDO-CONCYT-IPM CRSP-CONAMA. Programa ONUDI. International Workshop.

ALTERNATIVAS AL USO DE BROMURO DE METILO:

A) ALTERNATIVAS QUÍMICAS.

III. INFLUENCIA SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE FRUTILLA.: FÓSFORO EDÁFICO .

Lidia Giuffré¹; Margarita Alconada², Vanina Wisner³, Natalia Mortola³, Juan C. Zembo⁴ y Esteban Ciarlo¹.

1 Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Buenos Aires. Av .San Martín 4453. 1417 Buenos Aires.giuffre@mail.agro.uba.ar

2 Edafología, Edafología, Fac. Cs Ags y Fs. UNLP y CISAUA, MAA-UNLP. calle 3 N 584 -1900 La Plata. email: mmam@impsat1.com.ar

3 Edafología, Fac. Cs Ags y Fs. UNLP. Calle 60 s/N* y 119. 1900 La Plata.

4 Horticultura, Fac. Cs Ags y Fs. UNLP. Calle 60 s/N* y 119. 1900 La Plata.-INTA, UEEA.Gran Bs.As.E-mail: zembo@inta.gov.ar

Palabras claves:

Fósforo - bromuro – dazomet – metam sodio – frutilla

Resumen

La necesidad de sustituir el bromuro de metilo debido a su acción negativa sobre el ambiente en general y la atmósfera en particular, exige que otras alternativas de desinfección sean estudiadas a fin de asegurar la sanidad de los cultivos. Otros aspectos que hacen a la nutrición de la planta deben también considerarse. Con respecto al ciclo del fósforo edáfico, son clásicos los ensayos realizados con fumigación con bromuro de metilo, autoclavado, irradiación gamma, y otros métodos, a fin de estudiar las micorrizas en la nutrición de fósforo. Los tratamientos de esterilización han probado reducir tanto las micorrizas, como la biomasa microbiana, afectando dentro de ella a microorganismos deletéreos y beneficiosos. Así, se encuentran mayores deficiencias en fosfatos al reducir la población de micorrizas en suelos con bajo P, y en otros casos por el contrario, las deficiencias disminuyen al aumentar su disponibilidad. Pueden darse también interacciones entre tratamientos de fumigación y agregado de nutrientes, con su efecto consecuente en la nutrición de la planta. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto producido por desinfectantes químicos del suelo sobre la provisión de P extractable en un cultivo de frutilla a campo. Se compararon en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones 10 tratamientos que incluyen diferentes dosis de bromuro de metilo y coberturas plásticas de diferente grosor; metam sodio con y sin fungicida, y dazomet. Se evaluó P disponible (BK) al transplante, y al comienzo de cosecha. Los suelos Argiudoles vérticos incrementaron los niveles de P en todas las alternativas de desinfección, pero no se pudo diferenciar una acción diferente asociado a los tratamientos. El mayor contenido de P en todos los tratamientos no condujo a diferencias en rendimiento respecto al testigo. Los muy elevados niveles de P asimilable que poseen estos suelos por sucesivas fertilizaciones, superiores a las necesidades del cultivo, muy posiblemente sean las que condicionan una ausencia de diferencias en los ren-

dimientos respecto al testigo. Todos los tratamientos presentan efectos semejantes en la nutrición fosforada, no siendo entonces esta una variable a considerar en la elección de alternativas químicas al BrMe.

Introducción

La fumigación de suelos es una importante práctica agrícola para controlar enfermedades originadas en el suelo, insectos y malezas. Puede ser un medio para mantener la salud de las raíces, aunque se han citado casos en que las rotaciones son tan efectivas como la fumigación en mantenerla (Jawson et al. , 1993).

El bromuro de metilo es muy utilizado como desinfectante en cultivos hortícolas, y se descompone en suelos liberando bromo. Con respecto a la nutrición vegetal, debe destacarse la posibilidad de acumulación de bromo en planta por lo que la EPA ha recomendado dejar de usarlo o seguir procedimientos para limitar su absorción. Ellis et al (1995) alertaron sobre el efecto del bromuro de metilo sobre la acumulación de iones como el bromo y el aluminio en plantas, lo que permitiría su entrada en la cadena alimentaria, con posibles consecuencias para la salud humana., por ejemplo debe tenerse en consideración la acumulación de aluminio en los pacientes con Alzheimer.

Además el bromuro de metilo tiene la particularidad de ser 50 veces más efectivo en destruir la capa de ozono que los cloros de los CFC. El Protocolo de Montreal , firmado por más de 150 países, gobierna la producción de sustancias destructoras del ozono, y este producto será prohibido a partir del año 2002 en USA, y en la Argentina en el 2015.

Desde el punto de vista agrícola una contribución sería el estudio de alternativas para la desinfección de suelos, entre ellas puede citarse la solarización, el uso de vapor, y distintos productos químicos.

Con respecto a la influencia de los proceso de desinfección en la dinámica de nutrientes es también una práctica utilizada en suelos para investigar la actividad de los microorganismos y su influencia en el desarrollo vegetal. En lo que se refiere al ciclo del fósforo del suelo, son clásicos los ensayos realizados con fumigación con bromuro de metilo, autoclavado, irradiación gamma, y otros métodos, para estudiar el efecto de las micorrizas en la nutrición de fósforo de variadas especies vegetales (Khalik y Sanders, 1998).

Los tratamientos de esterilización han probado reducir tanto las micorrizas, como la biomasa microbiana, afectando dentro de ella a microorganismos deletéreos como beneficiosos (Jawson et al ,1993), pudiendo exacerbar la deficiencia de fosfatos al reducir la población de micorrizas en suelos con bajo P.

También pueden presentarse interacciones entre tratamientos de fumigación y agregado de nutrientes, que pueden hacer variar la respuesta de las plantas (Anderson, 1992) y en algunos casos se ha citado una reducción en la mineralización de N, y también menor presencia de sustancias promotoras del crecimiento derivadas de la actividad microbiana (Hu et al., 1998).

La acción biocida de las distintas alternativas de esterilización podría afectar los ciclos de los nutrimentos como el fósforo. En nuestro país, López y Bárbaro (1988) estudiaron el efecto de dos métodos de esterilización: autoclave e irradiación , que aumentaron el P extractable en suelo.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto producido por desinfectantes químicos del suelo en cuanto a su influencia sobre la provisión de P extractable en un cultivo de frutilla a campo .

Materiales y Métodos

Se analizaron muestras superficiales (0-10 cm) de un Argiudol vértico serie Estancia Chica, partido de La Plata, provincia de Buenos Aires, correspondientes a un ensayo en cultivo de frutilla con un diseño en bloques al azar con diez tratamientos y cuatro repeticiones .

Tratamientos :

Tr1: BrMe 80 g. m⁻² y polietileno común (Pc) de 50 m; **Tr2:** BrMe 40 g. m⁻² y Pc 50 m ; **Tr3 :** BrMe 80 g. m⁻² y Pc 100 m ; **Tr4:** BrMe 40 g. m⁻² y Pc 100m ; **Tr5:** Br Me 80 g. m⁻² y polietileno barrera (pb); **Tr6:** BrMe 40 g. m⁻² y pb ; **Tr 7 :** Dazomet 50 g. m⁻² (Basamid); **Tr8:** metam sodio, 125 cc.m⁻² (Vapam); **Tr9:** Testigo; y **Tr10:** Vapam más fungicida (mezcla de Metalaxyl-Mancozeb)(dosis expresas en concentración de principio activo).

Muestras compuestas

8 submuestras por parcela, en 2 fechas: **F1:** 30-6-98, luego de la aplicación del producto, ventilado, día anterior al transplante; **F2:** inicio de cosecha (8/10/98) del cultivo de frutilla (*Fragaria *anannasa Duck.*) variedad Milsei Tudla a campo, en lomos a doble hilera, mulching negro, riego por goteo, fertirriego en relación aproximada 1: 0.6: 1.2 al inicio, y luego 1: 0.4: 1.7 para N: P2O5: K2O, sobre la base del rendimiento esperado: 40 tn. ha⁻¹ Profundidades de muestreo 0-15 cm en las tres fechas.

Las muestras de suelo fueron sometidas a los pretratamientos convencionales de secado, molido y tamizado, y se analizaron mediante la técnica de Bray 1, ampliamente utilizada en el país (Kuo, 1996).

Análisis estadístico:

ANVA para diseño en bloques completos al azar, Prueba de F, test unilateral (P:0.05 y P:0.01).

Resultados y Discusión

En la Figura 1 se observan los datos de P extractable según la metodología de Bray No. 1. Realizado el análisis de variancia, no se observaron diferencias significativas al transplante entre tratamientos (P < 0.05).

Entre el transplante y la cosecha, se observaron diferencias significativas para todos los tratamientos de desinfección , los valores de P extractable se incrementan hacia la segunda fecha, con P < 0.01 para todos los tratamientos de desinfección, excepto T3 en la que P < 0.05.

Por el contrario, el testigo, sin desinfección, no varió significativamente (P<0.01) su contenido de P-Bray entre fechas de muestreo. Consecuentemente, la diferencia entre el primer y segundo muestreo en los tratamientos de desinfección se debería a la influencia de los productos aplicados sobre la dinámica de fósforo del suelo. Todas las alternativas de desinfección tuvieron una acción semejante sobre la provisión de fosfatos, ya que no existieron diferencias estadísticamente significativas(P<0.01) entre los distintos tratamientos en el segundo muestreo.

Esto coincide con los resultados obtenidos por distintos investigadores, que han

utilizado diversos métodos de esterilización del suelo, encontrando un aumento en el P extractable (López y Bárbaro, 1988; Yang, 1990; Ellis, 1995; Otabong y Barblina, 1998).

En este suelo el fósforo no es un factor limitante pues los contenidos son muy altos, superiores a lo indicado como necesario para el cultivo de frutilla a campo (Scaglia et al. 1995; y Hennion y Veschambre, 1997); lo que indica una historia de fertilización previa y poca probabilidad de existencia de micorrizas que se vean afectadas por el tipo de desinfección utilizadas. Igualmente, tal como se indicó en Alconada et al.(2000b) la nutrición nitrogenada fue muy elevada, sin embargo en esto último hubo diferencias entre tratamientos.

Los rendimientos no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, y se ubicaron en valores inferiores a los esperados de 40 t/ha (tabla 1). Se aprecia claramente, que no es la nutrición fosforada ni la nitrogenada (Alconada et al.2000b) las que deben ser ajustadas a fin de asegurar altos rendimientos. Los resultados en relación a la salinidad-alcalinidad confirman esto (Alconada et al., 2000a).

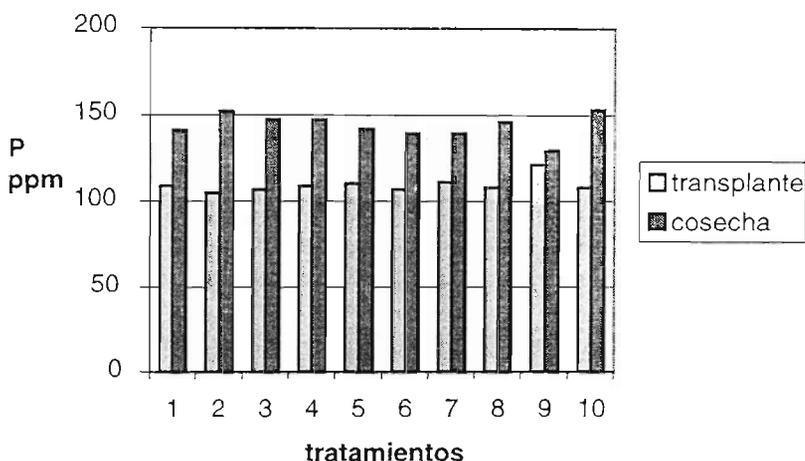


Figura 1 : Valores promedio de Fósforo asimilable (ppm) en dos fechas de muestreo.

Tabla 1 : Valores promedio de los rendimientos de frutilla a campo campaña 1998.

Tratamiento		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ANVA
P BK(ppm)	F1	109	105	107	109	110	107	111	108	107	108	Ns
	F2	141	152	147	147	142	139	139	146	153	153	Ns
Rendimientos (t.ha ¹)		24.4	22.0	25.2	27.7	27.5	26.6	22.7	20.6	25.0	25.7	Ns

(ns: no significativo)

Es oportuno aquí destacar que en la región el uso indiscriminado de fertilizantes a fin de solucionar aspectos relacionados con la reacción del suelo conducen a casos típicos de hiperfertilización (Alconada et al., 1999), y consecuentemente a desequilibrios nutricionales y contaminaciones graves de las aguas freáticas

(Minghinelli, 1995), siendo la consecuencia última, la baja en rendimientos tal como los aquí obtenidos.

En relación al aumento de los niveles de fosfatos en el suelo en todos los tratamientos con desinfección, es probable que la muerte y lisis de distintos microorganismos probablemente haya contribuido, y se vincula a modificaciones en la mineralización (Alconada et al., 2000b).

Conclusiones

Los suelos control no aumentaron significativamente sus niveles de fósforo extractable durante el período del experimento, pero los suelos tratados con distintas alternativas de desinfección mostraron un aumento en el fósforo extractable del suelo, pero sin que pudiera diferenciarse la acción entre los distintos tratamientos, lo que probablemente se vincule a la hiperfertilización del sitio.

Las diferentes alternativas al bromuro de metilo no conducirían a modificaciones en la nutrición fosforada para las condiciones del presente estudio, por tanto no sería ésta una variable determinante en la elección de alternativas.

Bibliografía:

- Alconada, M., Wisner, V., Mortola, N., Zembo, J.C., Mitidieri, A., Gamboa, S. y Sangiacomo, M. 2000a. Alternativas al uso de bromuro de metilo. A) Alternativas químicas: I-Influencia sobre la salinidad en el cultivo de frutilla.
- Alconada, M., Zembo, J.C., Wisner, V., Giuffré, L., Mitidieri, Adrián, Gamboa, S. y Sangiacomo, M. 2000b. Alternativas al uso de bromuro de metilo; A) Alternativas Químicas. II-Influencia sobre la disponibilidad de nutrientes en el cultivo de frutilla a campo: nitratos-amonio-micronutrientes.
- Anderson R.C.; AE Liberta. 1992. Influence of supplemental inorganic nutrients on growth, survivorship, and mycorrhizal relationships of *Schizachyrium scoparium* (Poaceae) grown in fumigated and unfumigated soil. *American Journal of botany* (USA) 79:406-414.
- Ellis J.R.; DMH Watson, GE Varel, MD Jawson. 1995. *Journal of Plant Nutrition* 21: 10, 2163-2177 *Soil Science Society of America* 59:848-852.
- Hennion B y Veschambre D. La fraise : maîtrise de la production. 1997. Éditions Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes. Paris. 299 p.
- Hu-Feng; Li-HuiXin; Wu-XinQi; Wu-ShanMei; Li-HX; Wu-XQ; Wu-SM .1998. Effect of soil nematode exclusion on wheat growth and its N and P uptake. *Chinese Journal of Applied Ecology*: 419-424.
- Jawson M.D.; A J Franzleubbers, D K Galusha, R M Aiken. 1993. Soil fumigation within monoculture and rotations: response of corn and mycorrhizae. *Agronomy Journal* 85:1174-1180.
- Khaliq A; FE Sanders. 1998. Effects of vesicular arbuscular mycorrhizal inoculation on growth and phosphorus nutrition of barley in natural or methyl bromide-treated soil. *Journal of Plant Nutrition* 21:2163-2177.
- Kuo S. 1996. Phosphorus. In: *Methods of Soil Analysis*, part 3. Ed. D L Sparks, Madison, USA:869-919.
- López S.C; N.O. Bárbaro 1988. Efecto de irradiación y autoclave en el fósforo extractable e intercambiable del suelo. *Ciencia del Suelo* 6: 159-161
- Minghinelli, F. 1995. Geohidrología del acuífero freático en las Ceuncas de los Arro-

- yos Martín y Carnaval, La Plata. Evaluación de impacto ambiental. CIC., 193 p.
- Otabbong E , I Barbolina. 1998. Changes in solubility of various phosphorus fractions promoted by autoclaving soil and sewage sludge. Swedish-Journal-of-Agricultural-Research 28:129-135-
 - Scaglia,E.; Kirschbaum, D., Martínez,J.; Rodríguez,J. y Mintzer,R. 1995. Cultivo de frutilla. Curso producción de hortalizas en invernáculo 2. PROCADIS, INTA. 109 p.
 - Yang JE; EO Skogley; BE Schaff. 1990. Microwave radiation and incubation effects on resin-extractable nutrients: II. Potassium, calcium, magnesium, and phosphorus. Soil-Science-Society-of-America-Journal 54: 1646-1650.

ALTERNATIVAS AL USO DE BROMURO DE METILO

B) FÍSICAS Y QUÍMICAS

I. INFLUENCIA SOBRE LA SALINIDAD EN EL CULTIVO DE FRUTILLA.

*Margarita Alconada¹, Vanina Wisner², Natalia Mortola², Juan C. Zembo³,
Lorena Biondini² y Susana Gamboa³*

1 Edafología, Fac. Cs Ags y Fs. UNLP; y CISAUA, MAA-UNLP. calle 3 N 584(1900). La Plata. email: mmam@impsat1.com.ar

2 Edafología, Fac. Cs Ags y Fs. UNLP. Calle 60 s/N* y 119. 1900 La Plata.

3 Horticultura, Fac. Cs Ags y Fs. UNLP. Calle 60 s/N* y 119. 1900 La Plata.

Palabras claves:

Solarización- vapor- bromuro de metilo - salinidad – frutilla

Resumen

La necesidad de sustituir el BrMe como desinfectante del suelo debido a su participación junto con los CFC en la destrucción de la capa de ozono, así como por su acumulación en planta, exige el estudio de otras alternativas químicas, físicas y biológicas que consideren no sólo su efectividad en el control de plagas sino también sus efectos sobre el ambiente. Así son también importantes, modificaciones en la dinámica de sales y nutrientes del suelo, y consecuentemente sobre la nutrición de la planta. La bibliografía indica efectos benéficos y perjudiciales variables para cada sitio en función del tratamiento de desinfección utilizado. Los suelos sometidos a un uso intensivo sufren salinizaciones y alcalinizaciones que disminuyen los rendimientos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar propiedades relacionadas con la salinidad-alcalinidad de suelos ante el uso de diferentes métodos físicos de desinfección, en comparación con químicos, como posibles variables edáficas a considerar en la elección de alternativas al uso de bromuro de metilo. Se trabajó en un diseño completamente al azar con 4 repeticiones comparando métodos físicos (vapor y solarización) y químicos (metam sodio, dazomet y bromuro de metilo). El tratamiento con Dazomet fue el que presentó el mejor comportamiento en relación a la salinidad. El metam sodio, y el vapor incrementaron la salinidad. Sin embargo, la alcalinización medida en RAS no se diferenció significativamente entre tratamientos, mientras que sí ocurrió con el pH. Los valores de pH aunque se mantienen en elevados valores debido al agua de riego utilizada, manifestaron una ligera disminución en los tratamientos con vapor comparado con BrMe, y en los tratamientos con metam sodio y dazomet en comparación con la solarización. La desinfección con métodos físicos tal como la solarización y el vapor, no presentaron en general una situación mejor en los aspectos que hacen a la salinización-alcalinización, presentando una variabilidad en las propiedades edáficas aquí medidas comparables a la que presentaron los tratamientos químicos.

Introducción

Diversas alternativas químicas, físicas y biológicas se plantean a fin de sustituir el uso de bromuro de metilo (BrMe) como desinfectante de suelos en manejos agrícolas intensivos. Esta sustitución resulta imperiosa debido a la participación perjudicial

del BrMe en el ambiente. Así, resulta 50 veces más efectivo que el cloro de los CFC en la destrucción de la capa de ozono. Por otra parte, Ellis et al. (1995) menciona la acumulación de Br y Al en planta vinculado a la desinfección de suelos con BrMe. Según el método de desinfección utilizado son variables los resultados que se obtienen, no sólo desde el punto de vista de su efectividad en el control de enfermedades y malezas, sino también en aspectos que hacen a la contaminación, y nutrición de las plantas (autores citados en Alconada et al. 2000 a y b).

Consecuentemente, en la elección de alternativas sustitutivas al BrMe todos aquellos aspectos deben ser considerados para cada sitio en particular.

Así, en el sitio del presente estudio se encuentran diferencias en la salinidad de los suelos y disponibilidad de nutrientes en función del método químico de desinfección utilizado (Alconada et al 2000 a, y b). Esto es particularmente importante en cultivos muy sensibles y exigentes como la frutilla en relación a los aspectos que hacen a la físico-química de suelos (Hennion B y Veschambre D. 1997).

Por otra parte, los suelos de la región se caracterizan por presentar salinizaciones-alcalinizaciones secundarias variables en magnitud y tiempo de ocurrencia, en función de las diferentes combinaciones de suelo-agua y sistema productivo utilizado (Alconada, 1996; Alconada y Minghinelli, 1998).

Lo obtenido en el sitio del presente estudio (Alconada et al 2000 a y b) es coincidente con lo indicado en la bibliografía en relación a la manifestación de efectos benéficos y perjudiciales asociados al método de desinfección utilizado (Katan, 1984; Stapleton et al. 1985; Alpi y Tognoni, 1991; Anderson, 1992; Domínguez, 1993; Gamliel et al., 1993; Jawson et al., 1993; Ellis et al., 1995;; Hu Feng et al.1998; Wade et al. 1998; Tello et al. 1999).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar propiedades relacionadas con la salinidad-alcalinidad de suelos como variables determinantes del rendimiento en frutilla, ante el uso de diferentes métodos físicos de desinfección, en comparación con químicos, como posibles variables edáficas a considerar en la elección de alternativas al uso de bromuro de metilo.

Materiales y Métodos

Suelo estudiado: Argiudol vértico Serie Estancia Chica, partido de La Plata, provincia de Buenos Aires. Argentina.

Variables analizadas: pH en pasta, conductividad eléctrica (CEs) y cationes solubles en el extracto a saturación, y Relación de Adsorción Sodio (RAS) (Page, et al.1982).

Tratamientos: en un diseño experimental completamente al azar con 4 repeticiones por tratamiento, se comparan: Tr1: solarización con polietileno especial (desde 13/01/99 al 20/02/99); Tr2: solarización con polietileno común (desde 13/01/99 al 09/03/99). Tr3: Metam sodio (Vapam) 125 cc/m²; Tr4:Dazomet (Basamid) 70 g/m²; Tr5:Bromuro de metilo 70g/m² y Tr6: Vapor.

Muestras compuestas, 10 submuestras por muestra y por repetición en todos los casos.

En Tr1 a Tr4: en 2 fechas: **F1:** 1 mes desde el transplante (18/5/99); y **F2:** final de cosecha (15/12/99); del cultivo de frutilla (Fragaria *anannasa Duck.) Variedades utilizadas Milsei Tudla y Sweet Charly a campo, en lomos a doble hilera, mulching negro, riego por goteo, fertirriego en relación aproximada 1: 0.6: 1.2 al inicio, y luego 1: 0.4: 1.7 para N: P2O5: K2O, sobre la base del rendimiento esperado: 40 tn. ha⁻¹ Profundidades de muestreo 0-15 cm en las tres fechas.

En los Tr5 y Tr6: iguales fechas con diferente estado del suelo y cultivo: F1: previo

al transplante y F2: cosecha. Idem anterior características productivas, y sólo variedad Milsei Tudla.

Análisis estadístico: ANVA para diseño completos al azar, Prueba de F, test unilaterial (P:0.05 y P:0.01). Comparación de medias por Duncan y correlaciones simples. Se comparan los tratamientos Tr1 a Tr4; y los Tr5 y Tr6 por separado, debido al diferente estado del cultivo al momento del muestreo.

Resultados y Discusión

Los Argiudoles vérticos aquí estudiados presentan naturalmente una elevada fertilidad química siendo libres de sales. Se destacan sin embargo ligeras limitantes en relación al drenaje. Esto último se pone de manifiesto cuando se incorporan las tierras al riego debido al proceso de salinización y alcalinización secundarias a que son conducidas. Sin embargo, la magnitud y tiempos en que estos procesos degradativos ocurren dependen de la calidad de agua, suelo y el sistema productivo utilizado (Alconada, 1996; Alconada y Minghinelli, 1998).

En el presente estudio las aguas se definen como bicarbonatadas cálcicas magnésicas por Diagrama de Piper, siendo un agua adecuada para riego al analizarse por diferentes criterios (autores en Alconada y Minghinelli, 1998) (tabla 1).

Se destaca, sin embargo, la elevada concentración de bicarbonatos responsable de los altos pH obtenidos en los suelos del presente estudio, superiores a 7 en todos los casos. En relación al riesgo que implicaría el uso de esta agua en los procesos de salinización resulta ligero a moderado.

Por su parte, el riesgo de alcalinización, puede definirse desde "sin riesgo" hasta con "riesgo importante" en función del criterio de evaluación de agua utilizado (Alconada y Minghinelli, 1998). La elevada dureza de las aguas constituye una característica beneficiosa dada la alta alcalinidad de estas aguas; alcalinidad : 337 ppm y Carbonato de sodio residual (CSR): 1.45 que resulta de riesgo medio. Consecuentemente, las aguas aunque de buena calidad, favorecerían la salinización y alcalinización del suelo cuya magnitud variará en función del manejo.

Tabla 1 : Caracterización química del agua de riego y algunos índices de calidad:

Cationes meq/l				Aniones me/l				Otras propiedades:						
Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁼	K ⁺	NH ₄ ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	CO ₃ ⁻²	H	NO ₃	Pt	pH	C.E	RAS	Durez
								CO ₃ ⁻	mg/l	mg/l		uS/	(1)	a
3.4	1.89	1.91	0.43	0.36	0.42	0.35	aus.	6.74	8.5	0.06	7.3	758	1.17	268

(1) RAS ajustado: 1.52 ; por Ayres y Wescott, 1989.

Las características de las aguas del presente estudio justifican las características edáficas aquí obtenidas (Tabla 2 y Tabla 3).

En la tabla 2 se presentan los valores promedios de los Tr1 a Tr4 para las dos fechas estudiadas. En la primer fecha F1, hubo diferencias significativas entre tratamientos en todos las variables aquí analizadas, con la única excepción del pH el cual no presentó diferencias. Por el contrario, en la F2, las diferencias entre tratamientos se

dan sólo en los valores de pH, y en el Mg.

Los valores de pH resultaron muy elevado en todos los tratamientos, muy superior a los valores de 5.5 – 6.5 indicado como adecuado para obtener máximos rendimientos en frutilla (Hennion B y Veschambre D. 1997). No hubo diferencias significativas entre tratamientos para F1 en pH, por el contrario, hacia F2 hubo diferencias significativas entre tratamientos (P:0.05).

En la F2, el Tr1 se diferenció por test de Duncan del Tr4 (P:0.01); y del Tr3 (P:0.05), Tr1 resulta superior. No obstante, los valores de pH continuaron siendo excesivos, esta leve disminución sería un hecho favorable, este aspecto debe ser mejor estudiado.

En relación a la CE sólo en la F1 difiere significativamente entre tratamientos, el Tr3 a base de metam sodio resultó significativamente más alto que el resto de los tratamientos. Así, se diferenció de los tr4 y Tr2 (P:0.01) y del Tr1 al 5% de significancia por Test de Duncan. En este caso, se adquieren valores que de no manejarse adecuadamente podrían afectar los rendimientos en frutilla. Así, máximos rendimientos se obtienen cuando la CE no excede 1 dS.m (Hennion B y Veschambre D. 1997).

Tabla 1 : Valores promedio : Conductividad eléctrica (CEs); sodio (Na) y calcio solubles (Ca), en dos fechas de muestreo para los Tr1 a Tr4: F1: 2 meses desde el transplante; F2: cosecha.

<i>Tratamiento</i>		<i>Tr1</i>	<i>Tr2</i>	<i>Tr3</i>	<i>Tr4</i>	<i>ANVA</i>
PH	<i>F1</i>	7.49	7.41	7.33	7.38	Ns
	<i>F2</i>	7.9	7.8	7.6	7.47	*
CEs (dS/m)	<i>F1</i>	1.27	1.23	2.07	0.76	**
	<i>F2</i>	0.83	1.19	1.8	0.91	Ns
Sodio (meq.l⁻¹)	<i>F1</i>	4.2	3.43	5.96	1.84	**
	<i>F2</i>	3.98	6.28	7.83	2.99	Ns
Calcio (meq . l⁻¹)	<i>F1</i>	4.38	4.15	9.62	2.68	**
	<i>F2</i>	2.25	2.99	8.84	3.04	Ns
Magnesio (meq . l⁻¹)	<i>F1</i>	1.54	0.91	2.81	1.67	**
	<i>F2</i>	0.72	0.98	2.59	1.14	*
Potasio (meq . l⁻¹)	<i>F1</i>	1.19	1.11	1.46	0.81	*
	<i>F2</i>	0.91	1.04	1.45	1.08	Ns
RAS	<i>F1</i>	3.13	2.18	2.39	1.3	*
	<i>F2</i>	2.47	3.28	2.61	1.67	Ns
Rendimientos t .ha ⁻¹		35.2	36.9	35.4	28.7	

** P:0.01- * P: 0.05 – ns: no significativo)

Por el contrario, hacia F2, los valores de CE aunque en promedio resultó al igual que en F1 superior en el Tr3, no difirió en forma estadísticamente significativa. De F1 hacia F2, se produce una ligera disminución de los valores de CE pero no llega a ser significativa. Consecuentemente, en el Tr3, los valores de CE se mantuvieron por encima de los adecuados para el cultivo de frutilla. Esto no sucedió con los tratamientos restantes.

Al respecto se destaca, que estos valores de salinidad no afectarían a la mayoría de los cultivos hortícolas (Domínguez V., 1993).

En tabla 1, aunque sin valor estadístico (pocas repeticiones) se observa que la tendencia de los rendimientos fueron inferiores a los potenciales para la variedad y manejo de la fertilización realizada (40 t.ha⁻¹), resultando próximos y en algunos casos inferiores a los dados para la campaña 1998 (Alconada et al., 2000^a).

En relación a los cationes solubles Ca, Mg y Na, presentaron los tres diferencias altamente significativas (P:0.01) y los de K diferencias estadísticamente significati-

va (P:0.05) entre tratamientos en la F1. Hacia la segunda fecha, F2, sólo en el Mg se mantiene la diferencia significativa entre tratamientos (tabla 1).

En todos los casos aunque con diferente nivel de significancia según test de Duncan (P:0.05-P:0.01) el Tr3 se diferencia del resto, presentando para la F1 en los cuatro cationes mayores valores promedio. Esto se corresponde con los valores de CE indicados precedentemente.

Así, en la F1 el Ca presente en Tr3 es significativamente mayor (P:0.01) que en los tratamientos restantes. El Mg en el Tr3 fue significativamente mayor (P: 0.01) respecto al Tr2 y Tr4; y con una probabilidad de 0.05 se diferencia del Tr 1. En relación al Na en el Tr3 fue significativamente mayor al 1% respecto al Tr4, y al 5 % respecto a los tres restantes tratamientos. El K también resultó mayor en el Tr3, y se diferencia con P:0.01 con el Tr4, y con una P:0.05 con los dos restantes.

En cuanto a los valores de RAS, como se indicó, sólo en F1 presentó diferencias entre tratamientos (P:0.05), en este caso la mayor diferencia estuvo entre el Tr1 y el Tr4 que difieren entre sí al 1 %, mientras que el Tr3 se diferenció al 5 % del tratamiento 4, pero no presentó diferencias de los tratamientos con solarización (Tr1 y Tr2).

Entre fechas de muestreo al igual que lo indicado para la CE y pH, no hubo diferencias significativas ni entre cationes ni entre los valores de RAS, con excepción del Tr4, en donde los valores de Na y Ras se incrementan hacia la segunda fecha (P:0.01 y P:0.05 respectivamente). No obstante estos incrementos hacia F2 en el Tr4 sigue siendo el que presenta menores valores en las variables relacionadas con la salinidad aquí analizadas. Este comportamiento del Tr3 en relación a las variables que definen salinidad es coincidente con lo indicado para este sitio en Alconada et al (2000) .

En la tabla 2 se presentan las variables estudiadas en los Tr5 y Tr6, BrMe y Vapor respectivamente. En F1 sólo el Na y la RAS se diferenció estadísticamente (P:0.05), siendo los valores estadísticamente mayores con vapor (Tr6). Esto se relaciona con los menores rendimientos en el tratamiento con vapor.

Los valores de RAS obtenidos en Tr6 fueron del mismo orden de magnitud que los indicados en los tratamientos precedentemente analizados.

Para igual fecha, F1, se destaca que el valor de CE obtenido en el Tr6 con vapor es próximo al obtenido en el Tr3 a base de metam sodio. Que como se indicó, fue el que presentó la mayor CE en este estudio, así como en estudios anteriores realizados en el mismo sitio que el presente (Alconada et al., 2000a).

Tabla 2: Valores promedio : Conductividad eléctrica (CE); sodio (Na) y calcio solubles (Ca), en dos fechas de muestreo para los Tr5 a Tr6: F1: previo al transplante; F2: cosecha.

Tratamiento	Fecha	Tr5	Tr6	ANVA
PH	F1	7.18	7.14	Ns
	F2	7.93	7.59	**
CEs (dS/m)	F1	1.43	1.98	ns
	F2	0.78	1.17	ns
Sodio (meq.l ⁻¹)	F1	2.63	4.37	*
	F2	2.93	3.81	ns
Calcio (meq . l ⁻¹)	F1	5.75	6.77	ns
	F2	2.23	4.07	ns
Magnesio (meq . l ⁻¹)	F1	1.74	2.35	ns
	F2	0.85	1.47	ns
Potasio (meq . l ⁻¹)	F1	1.63	2.4	ns
	F2	1	1.3	ns
RAS	F1	1.35	2.22	*
	F2	1.79	1.73	ns
Rendimientos (tn.ha ¹)		36.2	27.3	

* P:0.01- * P: 0.05 – ns: no significativo.

Sin embargo, los rendimientos fueron inferiores a los obtenidos en los tratamientos 1 a 4, y muy por debajo de los obtenidos en la campaña anterior (Alconada, et al., 2000^a). Tal como se indicó se vincula principalmente a los altos valores de pH y CE general del sitio cuyas magnitudes se modifican en grado variable en función del manejo del cultivo, fertilización, agua, y tratamiento de desinfección utilizado.

En la F2 se diferencian en forma altamente significativa los valores de pH, siendo los obtenidos en el Tr5 con BrMe mayores a los obtenidos en el Tr6 con Vapor. Igualmente se produce entre fechas de muestreo diferencias altamente significativas, incrementándose hacia la F2 en ambos tratamientos los valores de pH. Esto es coincidente a lo indicado precedentemente para los valores de pH en F2 de los Tr1 a Tr4. Destando que el Tr3 y el Tr4 presentaron valores significativamente menores que los Tr con solarización, siendo los valores promedio de pH en el Tr6 del mismo orden de valores que el Tr 3, mientras que el Tr5 resultó tan elevado como el Tr1. Al respecto se destaca lo indicado en Alconada et al (2000 b) en relación a los incrementos en NH₄, y Mn que se produjeron en el Tr3, ambas variables vinculadas a disminuciones en el pH (Wade, 1998).

Cabe destacar, que durante el desarrollo del cultivo, se fueron realizando ajustes de pH mediante el uso de ácido nítrico, las modificaciones instantáneas que puedan haber ocurrido no se mantienen en el tiempo e incluso incrementaron.

Por el contrario, la CE que es al igual que el pH definitoria de los rendimientos en frutilla, fue más eficientemente manejada a través del riego y debido probablemente al nivel de consumo de nutrientes en función del momento del cultivo, esto se aprecia en la disminución de la salinidad hacia F2. Esto es coincidente con lo obtenido en Alconada et al (2000 a), hacia igual momento del cultivo disminuye la CE en todos los tratamientos.

Conclusiones

Las características de las aguas de este estudio justifican los procesos de salinización y alcalinización observados en el presente estudio.

Los menores valores de salinidad-alcalinidad se dieron en el tratamiento con Dazomet. El tratamiento a base de Metam sodio presentó un incremento en la salinidad y una disminución en pH respecto a los tratamientos restantes.

Al igual que el Metam sodio, el vapor incrementó la salinidad. Sin embargo, la alcalinización medida en RAS no se diferenció significativamente entre tratamientos, mientras que sí ocurrió con el pH. Los valores de pH aunque se mantienen en elevados valores debido al agua de riego utilizada, manifestó una ligera disminución en los tratamientos con vapor comparado con BrMe, y en el Tr 3 y Tr4 en comparación con los que se solarizaron.

Los rendimientos resultan bajos en todos los casos. Los aspectos relacionados con la alcalinidad (pH) resultan revelantes dada la mayor dificultad en el mantenimiento de bajos pH, y la mayor eficiencia en el control de la salinidad aquí obtenida.

Procesos físicos de desinfección tal como la solarización, y el vapor, no presentaron en general una situación mejor en los aspectos que hacen a la salinización-alcalinización, presentando una variabilidad en las variables aquí medida compartida con el resto de los tratamientos químicos.

Bibliografía

- Alconada, M. y Minghinelli, F. 1998. - Calidad de Agua de riego según diferentes

criterios: su influencia sobre la salinización alcalinización de suelos con cultivos protegidos en el Gran La Plata. Actas, XVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Córdoba.

- Alconada, M. y Huergo, L. 1998. Degradación de suelos con cultivos protegidos: Tomate. Influencia de la calidad de agua de riego. I Reunión de Producción Vegetal, N.O.A., Universidad Nacional de Tucumán

- Alconada, M., Wisner, V., Mortola, N., Zembo, J.C., Mitidieri, A, Gamboa, S. y Sangiacomo, M. 2000a. Alternativas al uso de bromuro de metilo. A) Alternativas químicas: I-Influencia sobre la salinidad en el cultivo de frutilla.

- Alconada, M., Zembo, J.C., Wisner, V., Giuffré, L., Mitidieri, Adrián, Gamboa, S. y Sangiacomo, M. 2000b. Alternativas al uso de bromuro de metilo; A) Alternativas Químicas. II-Influencia sobre la disponibilidad de nutrientes en el cultivo de frutilla a campo: nitratos-amonio-micronutrientes.

- Alpi A y Tognoni F. 1991. Lucha antiparasitaria en: Cultivo de invernadero. Ed. Mundi Pr. 335 p.

- Anderson R.C.; AE Liberta. 1992. Influence of supplemental inorganic nutrients on growth, survivorship, and mycorrhizal relationships of *Schizachyrium scoparium* (Poaceae) grown in fumigated and unfumigated soil. American Journal of botany (USA) 79:406-414.

- Domínguez Vivancos, 1993. Fertirrigación. Ed. Mundi Prensa. 217 pág.

- Gamliel A, Hadar E and Katan J. 1993. Improvement of growth and yield of *Gypsophila paniculata* by solarization or fumigation of soil or container medium in continuous cropping systems. Plant Disease: 77 (9): 933-937.

- Ellis, J.R.; Watson, D.M.H.; Varela, G.E.; Jawson, M.D. 1995. Methyl bromide soil fumigation alters plant element concentrations. Soil-Science-Society-of-America (USA). (May-Jun 1995). v. 59(3) p. 848-852.

- Jawson, M.D.; Franzleubbers, A.J.; Galusha, D.K.; Aiken, R.M. 1993. Soil fumigation within monoculture and rotations: response of corn and mycorrhizae. Agronomy Journal (USA). V: 85(6) p. 1174-1180.

- Katan J. 1984. The role of soil disinfestation in achieving high production in horticultural crops. British Crop Protection Conference-Pests and Diseases. 11B-3 : 1189-1196.

- Hennion B y Veschambre D. La fraise : maîtrise de la production. 1997. Éditions Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes. Paris. 299 p.

- Hu Feng (1998) lidia. Hu-Feng; Li-HuiXin; Wu-XinQi; Wu-ShanMei; Li-HX; Wu-XQ; Wu-SM. 1998. Effect of soil nematode exclusion on wheat growth and its N and P uptake. Chinese Journal of Applied Ecology. 9: 4, 419-424.

- Page A, Miller A H, Keeney D R. 1982. Methods of Soils Analys. Amer. Soc. Agron. Soil Sci. Soc. Amer, Madison, Wisconsin.

- Stapleton J J , Quick J and DeVay J.E. 1985. Soil solarization : Effects on soil properties, crop fertilization and plant growth. Soil Biol. Biochem 17(3):369-373

BROMURO RESIDUAL EN SUELOS ARGIUDOLES VÉRTICOS DESINFECTADOS CON BROMURO DE METILO

Margarita Alconada¹, y Juan Carlos Zembo²

¹ Edafología, Facultad Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. CISAUA, MAA-UNLP. calle 3 N 584 -1900 La Plata. email: mmam@impsat1.com.ar

² Horticultura, Facultad Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. . Calle 60 s/N* y 119. 1900 La Plata.

Resumen

La sustitución del BrMe como desinfectante del suelo por otros medios de desinfección debe ser realizada en el menor tiempo posible según las circunstancias sociales, económicas y técnicas de cada país, debido a su participación en la destrucción de la capa de ozono. No obstante, otras cuestiones de índole ambiental y de la salud humana son también importantes. La legislación argentina no indica niveles críticos de bromuro en suelos y productos de consumo. Sin embargo, en muchos sitios esto ya ha sido fijado. El objetivo del presente trabajo es establecer los niveles de bromuro disponible en suelos con diferentes dosis de BrMe y coberturas plásticas, a fin de detectar riesgos de incorporación de bromuro en la cadena alimentaria, y que estos riesgos, se constituyan en otra consideración que refuerce la necesidad de sustituir el bromuro de metilo como desinfectante edáfico. Se analizaron 7 tratamientos en un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos incluyen dos dosis de BrMe y tres grosores de coberturas plásticas. Los niveles naturales de bromuro en suelo es ínfimo, y se eleva en forma altamente significativa ante la desinfección de suelos. La protección plástica de tipo "barrera" es la que la que presentó los mayores valores de Br residual. Esto no se asocia a mayores rendimientos. El Br residual medido en los Argiudoles vérticos representa sólo una pequeña parte del total ya que los elevados niveles de materia orgánica de estos suelos contribuiría a preservar al Br como bromofenol, siendo su potencialidad de Br disponible para las plantas y contaminación de napas elevada. La diferencia altamente significativa entre el testigo y los tratamientos con diferentes dosis de BrMe y coberturas plásticas, supone una rápida transformación y posterior destino fuera del sitio de aplicación. Igualmente los niveles en el testigo indican una historia previa de desinfección. Las posibles consecuencias en la salud humana del Br residual en suelos como los del presente estudio, es un elemento que refuerza la necesidad de sustitución del BrMe por otros medios de desinfección que consideren al ambiente y la salud humana.

Introducción

El bromuro de metilo es el desinfectante químico más difundido para el control de patógenos del suelo y malezas en cultivos hortícolas y florícolas.. Su efectividad como desinfectante del suelo ha sido ampliamente probada. Sin embargo, resulta 50 veces más efectivo en destruir la capa de ozono que los cloros de los CFC (Giuffré, 2000).

El Protocolo de Montreal firmado por más de 150 países, gobierna la producción de sustancias destructoras del ozono, el BrMe será prohibido a partir del año 2000 en USA, y en la Argentina alrededor 2015. Los tiempos en que cada país realizará la sustitución definitiva depende de las posibilidades técnicas, políticas y económicas

de cada uno.

A tal fin en la Argentina y en otros sitios del mundo (Tello et al, 1999) se ensayan alternativas químicas y físicas evaluando aspectos que hacen a la efectividad en el control de plagas y malezas, así como en aspectos que hacen a la nutrición de los cultivos (Giuffrè, 2000; Alconada et. al. 2000^a, y b). Sin embargo, a fin de asegurar una sustitución efectiva de un producto tal como el BrMe, de alta eficacia, deben realizarse otras consideraciones vinculadas con aspectos sociales, culturales, y legales.

Al respecto, Shoaf (1996); indica que debe realizarse la "evaluación de riesgo" con el fin de identificar y establecer los peligros para la salud humana; y no sólo la evaluación del riesgo "ambiental" que contempla entre otras las emisiones a la atmósfera. Esto significa utilizar la evaluación del riesgo incluyendo factores tales como preocupación social, consideraciones legales, económicas y efectos políticos.

La percepción pública de un riesgo no siempre coincide con la interpretación que de él tienen los expertos en evaluación de riesgos, vinculándose este hecho a quién es el responsable del incremento o disminución de un elemento "contaminante" (Shoaf, Ch. 1996).

Consecuentemente, a fin de lograr cambios efectivos en el uso de una determinada práctica agrícola en países en vías de desarrollo donde la organización política, legal y económica falla en muchas de sus instancias; adquiere particular importancia incrementar los elementos de juicio en la definición y consecuentemente "percepción de un riesgo".

En última instancia es contribuir a que los intereses particulares de un productor o grupo social, sean coincidentes con los intereses de la comunidad en general. Esto significa considerar aspectos que permitan mejorar la percepción del riesgo por parte de todos los involucrados en el ciclo productivo y consecuentemente un reemplazo efectivo del BrMe.

Así, se destacan los efectos del bromuro en la nutrición vegetal, y la posibilidad de acumulación de bromo en planta, por lo que la EPA ha recomendado dejar de usarlo o seguir procedimientos para limitar su absorción.

Ellis et al (1995) alertaron sobre el efecto del bromuro de metilo sobre la acumulación de iones como el bromo y el aluminio en plantas, lo que permitiría su entrada en la cadena alimentaria, con posibles consecuencias para la salud humana, por ejemplo debe tenerse en consideración la acumulación de aluminio en los pacientes con Alzheimer. Wild (1992) indica la influencia de pesticidas tóxicos en la nitrificación, dentro de los que más importancia tienen por su efecto más prolongado es el BrMe. En clavel se indican clorosis y marchitez de las hojas basales por bromuros (Alpi y Tognoni, 1991).

Consecuentemente los niveles críticos en suelo susceptibles de ser tomados por la planta y/ o contaminar las aguas freáticas deben ser fijados en cada sitio. Maw y Kempton (1982), indican que el bromuro inorgánico de los suelos extractable en agua no excede en la mayoría de los suelos a 2 ug/g, siendo su presencia muy importante debido a la capacidad de absorción por las plantas y su posterior acumulación. Así, el contenido natural de las plantas no excede normalmente los 50 ug/g sobre materia seca.

Esto bajos contenidos naturales en planta se asocia a que el contenido natural de Br en suelos es ínfimo, ya las rocas en general son muy pobres en bromuro, estando su presencia asociada a la existencia de gases volcánico (Vinogradov, 1959) y Bohn et al. (1993).

El BrMe es un gas comprimido que en el suelo se descompone liberando bromo,

pero este no se mantiene libre en la solución sino que forma compuestos orgánicos e inorgánicos. La cantidad de Br extraíble en agua es una parte pequeña del total, y sólo en suelos volcánicos estas cantidades se incrementan. Por el contrario, el bromo no extraíble se relaciona con el contenido de carbono y se localiza en los ácidos húmicos, no se conoce con exactitud como son estas formas orgánicas, pero se cree que son bromofenoles o derivados. Este último al parecer no estaría disponible para las plantas, pero pueden constituir una fuente potencial de bromuro disponible debido a la acción microbiana, meteorización, y prácticas agrícolas (Maw y Kempton 1982). Por otra parte, el transporte de contaminantes en forma coloidal es una forma efectiva para alcanzar las napas freáticas (Fetter, 1993).

Los límites de bromo en planta y suelos son variables según los autores, y la legislación Argentina no indica valores al respecto (Ley Nac. 24.051/92 y Ley Prov. BsAs. 11.720/95). Como límite en los suelos se indican de 5 ppm a 26-53 ppm, sin embargo, no se especifica el método de extracción. FAO-WHO (1971) establece como límite para frutas y verduras en 20 ppm sobre peso fresco. En Italia, para frutos secos es de 20 ppm (Alpi y Tognoni, 1991).

El objetivo del presente trabajo es establecer los niveles de bromuro disponible en suelos luego de su desinfección con diferentes dosis de BrMe y coberturas plásticas, a fin de detectar riesgos de incorporación de bromuro en la cadena alimentaria, y que estos riesgos, se constituyan en otra consideración que refuerce la necesidad de sustituir el bromuro de metilo como desinfectante edáfico.

Materiales y Métodos

Suelo estudiado: Argiudol vértico Serie Estancia Chica (SeEch), partido de La Plata, Buenos Aires. Argentina.

Variables analizadas: Bromuro extractable en agua (Br) y medido iodométricamente por electrodo específico (Onken, A.B. et al. 1970). Materia orgánica por Walkey y Black (MO) (Page, et al. 1982).

Tratamientos: Se compararon 7 tratamientos con 4 repeticiones en un diseño experimental de bloques completos al azar. **Tr1:** BrMe 80 g. m⁻² y polietileno común (Pc) de 50 m; **Tr2:** BrMe 40 g. m⁻² y Pc 50 m; **Tr3:** BrMe 80 g. m⁻² y Pc 100 m; **Tr4:** BrMe 40 g. m⁻² y Pc 100m; **Tr5:** Br Me 80 g. m⁻² y polietileno barrera (pb); **Tr6:** BrMe 40 g. m⁻² y pb; **Tr7:** Testigo;

Muestras compuesto al trasplante del cultivo de frutilla (Fragaria *anannasa Duck.) variedad Milséi Tudla a campo. **Análisis estadístico:** ANVA para diseño en bloques completos al azar, Prueba de F, test unilateral (P:0.05 y P:0.01). Comparación de medias por Duncan.

Resultados y Discusión

En la tabla 1 se presentan los valores promedio de bromuro obtenidos en el sitio del presente estudio.

Tabla 1: Valores promedio de Bromuro en suelos y rendimientos de frutilla.

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	ANVA
Br ppm	5.01	2.66	7.09	5.47	8.75	7.54	0.38	**
Rendimientos (t.ha ¹)	24.4	22.0	25.2	27.7	27.5	26.6	25.0	Ns

** altamente significativo P:0.01 - ns: no significativo

Por test de medias de Duncan, se obtiene que todos los tratamientos se diferencian en forma altamente significativa del Tr7 (testigo) P: 0.01, con excepción del Tr2 que dicha diferencia fue con P: 0.05.

En los Tr1, Tr3 y Tr5 se aplicó las dosis más altas de bromuro de metilo (80 g/m²), mientras que los Tr2, Tr4 y Tr6 la dosis fue la mitad (40). Sin embargo, no se encuentra una correspondencia entre dosis y Br residual en suelo. Esto se vincula al grosor de la protección plástica utilizada.

Así, el Tr1 y el Tr4 no presentó diferencias en sus medias por Duncan, en el Tr1 la mayor dosis de BrMe se combina con un grosor de sólo 50 μ , mientras que en Tr4 la dosis es la mitad pero la cobertura plástica es de 100 μ .

Por el contrario, en el Tr5, el residuo que queda de Br resulta significativamente mayor al obtenido en Tr1 (75 % de incremento) y sólo se atribuye a la protección plástica; ya que las dosis fueron iguales pero en el Tr5 el polietileno fue de tipo barrera.. Esto también se aprecia entre los Tr1 y Tr3, cuyas medias se diferencian con P:0.05, en este último tratamientos la protección mayor fue por el uso de polietileno de 100 μ , y el incremento en Br residual fue de 41 %.

Es también importante destacar la diferencia altamente significativa (P:0.01) que se produjo entre el tr1 y el tr6, con la mitad de dosis en este último pero con protección barrera los valores de Br residual es mayor en un 50 %. Entre los Tr5, Tr6 y Tr3 no se dan diferencias significativas.

En el Tr2 con menor dosis y polietileno de 50 μ , el residuo de Br resultó el más bajo. El Tr5 que fue el mayor valor de Br residual dada la mayor dosis y la protección barrera, se diferenció de los Tr2 y Tr4, en estos últimos se aplicaron iguales dosis pero diferente grosor de polietileno lo que quedó manifestado en la diferencia significativa (P:0.01) entre estos últimos tratamientos, siendo mayor en el Tr4 con polietileno de 100 μ .

Igualmente, los Tr6 y Tr 3 se diferenciaron en los valores de Br residual en más respecto al Tr2 (P:0.01), y además el Tr6 se diferenció del Tr4. Esto último atribuible al efecto de la protección barrera respecto a la de 100 μ , ya que las dosis fueron en ambos de 40 g.

Sin embargo, cuando se compara el Tr3 con el Tr5, la diferencia no fue significativa no obstante ser las dosis iguales y las coberturas 100 μ y barrera respectivamente.

Estas diferencias no se correlacionaron con diferencia significativa en los rendimientos (tabla 1). Por el contrario, las mayores dosis no se asociaron a mayores rendimientos, así se destaca que el testigo rindió 25 tn/ha, y fue igual a los rendimientos del tr3 y Tr1 ambos con dosis de 80 g/m² de BrMe. Aunque como se indicó sin significancia estadística, sólo pueden asociarse mayores rendimientos con las mayores dosis efectivas, estimadas a partir del residuo de Br. Así los tr4, Tr5 y Tr6 tuvieron los mayores valores promedio, el mayor residuo pero no la mayor dosis, con excepción del Tr5.

Tal como se aprecia el efecto de la protección barrera sería más determinante de los residuos en bromuro que la mayor dosis, y habría una tendencia favorable aunque no significativa en los rendimientos. Así, al comparar el Tr1 con el Tr2, el residuo en Tr1 fue 50 % mayor que en segundo, al utilizar la mitad de dosis pero con barrera (Tr6) los residuos son en este último caso mayores en más de aproximadamente el 280 % respecto al Tr2. Si se compara el TR5 con el Tr2, esta diferencia es mayor al 300 %.

Consecuentemente, no obstante las apreciaciones que se realizaron en relación a los rendimientos. Las diferencias en bromuro residual son altamente significativas y muy posiblemente desde un punto de vista de la posible incorporación del Br en la

cadena alimenticia serían recomendables las menores dosis, y menor protección tal como sucede en el Tr2. Sin embargo, estudios complementarios establecerán como son las relaciones que en última instancia definen el riesgo de una dosis, "residuo en suelo: absorción de la planta: pérdida a la atmósfera".

Lo analizado precedentemente hace referencia a los residuos de Br disponible para la planta ante 2 dosis y 3 grosores plásticos. Sin embargo, debe compararse el Br residual con los niveles críticos de Br en los suelos, a partir del cual sería suficientemente alto como para ser tomado por las plantas y consecuentemente integrarse a la cadena alimentaria.

La bibliografía científica y legislación existente, no indica un nivel que pueda ser considerado crítico para todos los suelos, sitios y especies vegetales. Para un gran número de elementos o productos contaminantes, los niveles críticos dados por la legislación no son coincidentes, como así tampoco los elementos que se incluyen como críticos. Tal como se mencionó en antecedentes Shoaf (1996) indica que la percepción de los riesgos son diferentes, entre el público en general y el técnico. Sin duda estas apreciaciones pueden extenderse a la diferente percepción de riesgo por parte de los países. Así, la Ley de Residuos Peligrosos de ámbito Nacional N° 24.051/92 sólo menciona en forma indirecta a compuestos del bromuro o halogenados en general, tal como el cloruro de metilo, y bajo la denominación de productos con "Categoría sometidas a control". La ley 11.720/95 de Residuos Especiales de la provincia de Buenos Aires es aún más genérica que la anterior.

En otros sitios del mundo esto es diferente, así se destaca el listado de productos contaminantes dado por La Grega et al. (1996), quienes incluyen diversos productos con bromurados bajo esta categoría, y esto es coincidente con la legislación de muchos países desarrollados quienes indican niveles críticos estrictos.

Sin embargo, tal como indica Maw y Kempton (1982), en los casos en que la legislación considera niveles críticos de elementos contaminantes no siempre considera la potencialidad de los mismos en función de las transformaciones que puedan ocurrir en el suelos. Específicamente para el bromo, este se integra en fracciones orgánicas bromofenoles, transformables por los microorganismos pero no detectable con métodos como el realizado en el presente estudio, donde sólo se mide el inmediatamente disponible.

Vinogradov (1959), Maw y Kempton (1982), Bohn et al. (1993) indican que no obstante la gran similitud química de halógenos en general, el Br se diferencia del cloruro por ejemplo, por formar compuestos con la materia orgánica. Así estos autores encuentran estrechas relaciones entre nivel de materia orgánica de los suelos y contenido de bromuro.

En el sitio del presente estudio la materia orgánica no presentó diferencias entre tratamientos, en todos los casos resulta elevada los valores promedio estuvieron comprendidos entre un mínimo de 3,3 % y un máximo de 4%. En el testigo el contenido de MO fue de 3.6 % (Alconada, et al., 2000 b). Consecuentemente el contenido de materia orgánica es suficientemente alto como para suponer una alta proporción de bromuro orgánico no medido aquí, y que constituiría una fuente potencial de bromuro tal como indican Maw y Kempton (1982).

Dada la naturaleza coloidal de los compuestos que forma el Br podrían ser transportados directamente a acuíferos por macroporos, grietas, o luego de su transformación producto de la actividad biológica o de dispersión de agregados, alcanzar las aguas subterráneas (Fetter, 1993).

Igualmente, su incorporación en la cadena alimentaria estará dada por las transformaciones que ocurran en la fracción orgánica con Br, y por la facilidad con que cada especie vegetal toma y acumula bromuro en hoja o fruto, y por el órgano vegetal que

se consume. Así, por ejemplo se indica una mayor acumulación de Br en hojas de lechuga que en los frutos de tomate, siendo también diferentes los máximos admitidos para cada producto comestible y país (Alpi y Tognoli, 1991).

Es destacable en el presente estudio, que los niveles de Br residual presente en el testigo aunque resultó significativamente inferior, revela una historia previa de desinfecciones. Esto se deduce de lo indicado por Vinogradov (1959), y Bohn et al (1993), quienes afirman que dada la similitud química del cloruro y bromuro con frecuencia se encuentren asociados. Así, en promedio en los suelos la relación Cl: Br es de aproximadamente 300: 1, y para suelos ricos en materia orgánica esta relación disminuye a valores menores a 20. Consecuentemente, aunque esta relación disminuya a medida que se incrementa la materia orgánica del suelo, la cantidad de cloruro es siempre varias veces mayor que la de bromuro.

En el presente estudio no se midió los niveles de cloruro, pero pueden citarse los niveles que naturalmente contienen estos suelos en sitios próximos a los del presente (Cappannini y Mauriño, 1960). Estos autores indican contenidos en Cloruros que van desde 0.068 ppm para condiciones con baja salinidad y de hasta 0.4 ppm para condiciones muy salinas. Consecuentemente, para una relación 10:1, sería dable encontrar en los suelos concentraciones en bromuro del orden 0.007 ppm. Vinogradov(1959) indica que la relación observada en suelos con muy elevada materia orgánica puede llegar a ser como mínimo de 3:1, en este caso, la concentración de bromuro no podría ser más alta de 0.02 ppm.

Conclusiones

Las aplicaciones de BrMe en las dos dosis utilizadas deja diferente contenido de Br residual dependiendo de la cobertura plástica utilizada, siendo el polietileno barrera el que más contribuye en los altos niveles de bromuro residual. Estos no se relacionan con mayores rendimientos, estos no difieren entre tratamientos.

La gran diferencia entre los valores de Br residual en el testigo y luego de la desinfección supone que rápidamente se incorpora a fracciones orgánicas del suelo o que es transportado fuera del sitio. Igualmente, los niveles de bromo residual en el testigo, suponen una historia previa de desinfección.

En la mayoría de los casos los valores de Br residual son elevados y constituirían sólo una parte del bromo total existente, siendo la potencialidad de que este sea tomado por la planta o transportado en profundidad elevada.

Bibliografía

- Alconada, M., Wisner, V., Mortola, N., Zembo, J.C., Mitidieri, A, Gamboa, S. y Sangiacomo, M. 2000a. Alternativas al uso de bromuro de metilo. A) Alternativas químicas: I-Influencia sobre la salinidad en el cultivo de frutilla.
- Alconada, M., Zembo, J.C., Wisner, V., Giuffré, L., Mitidieri, Adrián, Gamboa, S. y Sangiacomo, M. 2000b. Alternativas al uso de bromuro de metilo; A) Alternativas Químicas. II-Influencia sobre la disponibilidad de nutrientes en el cultivo de frutilla a campo: nitratos-amonio-micronutrientes.
- Alpi A y Tognoni F. 1991. Lucha antiparasitaria en: Cultivo de invernadero. Ed. Mundi Pr. 335 p.
- Bohn, H.L.; B.L.McNeal; y G.A.O'Connor, B.L.McNeal; y G.A.O'Connor, 1993. Química del suelo. Ed Limusa. 370 p.

- Maw, G.A. and R.J. Kempton. 1982. Bromide in soils and peats. Plant and soil : 103-109
- Cappannini, D.A. y V.R. Mauriño. 1960. Suelos de la zona litoral estuárica comprendida entre las ciudades de Buenos Aires al norte y La Plata al sur. INTA. 2 Colección Suelos. 45 p.
- Giuffré, L. ; M. Alconada, V. Wisner, N. Mortola , J. Zembo y E. Ciarlo. 2000. Alternativas al uso de bromuro de metilo: A) Alternativas químicas. III- Influencia sobre la disponibilidad de nutrientes en el cultivo de frutilla: Fósforo Edáfico.
- La Grega, 1996. Gestión de residuos tóxicos. Tratamiento, eliminación y recuperación de suelos.
- Fetter, C.W. 1993. Contaminant Hydrogeology. Ed. Prentice-Hall, Inc. USA. 458 p.
- Onken, Arthur B. ; R. S. Hargrove, C. W. Wendt y O. C. Wilke, 1970. The use of a specific ion electrode for determination of bromide in soils. Soil Sci. Soc. Am. Procc. 39:1223-1225
- Page A, Miller A H, Keeney D R. 1982. Methods of Soils Analysis. Amer. Soc. Agron. Soil Sci. Soc. Amer, Madison, Wisconsin.
- Shoaf, Chon. 1996. Evaluación de riesgo para la salud humana. En: Zalazar, R.H. Cuencas Hídricas. Contaminación . Evaluación de riesgo y saneamiento. Inst. Pcial. Medio Ambiente. : 85-93.
- Tello J. 1999. Búsqueda de alternativas al bromuro de metilo, Guatemala. C.A. ICTA-UNIDO-CONCYT-IPM CRSP-CONAMA. Programa ONUDI. International Workshop.
- Vinogradov, A.P. 1959. Geochemistry of rare and dispersed chemical elements in soils . Consultants Bureau. 209 pág.
- Wild, A. 1992. Condiciones del Suelo y Desarrollo de las Plantas según Russell. Ed. Mundi Prensa. 1045p.

EFECTOS DE ALTERNATIVAS QUÍMICAS AL USO DE BROMURO DE METILO SOBRE LA EVOLUCION DEL CO₂ EN MUESTRAS DE SUELO.

María Cristina MARZOCCA⁽¹⁾, Mirta Mábel RÍMOLO⁽¹⁾, Cristina GONZÁLEZ⁽²⁾, Néstor MEZQUERITZ⁽³⁾, Mirta ALASIA⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Instituto de Suelos. CIRN-INTA, Castelar. Las Cabañas y Los Reseros s/n°. 1712. Villa Udaondo. Provincia de Buenos Aires. Argentina drinacional@inta.gov.ar, mrimolo@inta.gov.ar

⁽²⁾ EEA INTA Oliveros. Provincia de Santa Fe. Argentina.crisgonz@inta.gov.ar

⁽³⁾ Estación Experimental Gorina. Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires. Argentina.

Palabras clave:

Evolución de CO₂, bromuro de metilo, metam sodio, dazomet, suelos.

Resumen

Dada la necesidad de evaluar a las distintas alternativas al empleo del bromuro de metilo en las situaciones ecológicas propias de cada país, se estudió el efecto de algunas alternativas químicas sobre la calidad del suelo. En este sentido, los índices microbiológicos han sido sugeridos por numerosos autores como indicadores de la misma.

Se determinó la actividad biológica total con la finalidad de estimar la capacidad de recuperación de la biomasa del suelo, luego de la desinfección o esterilización para contribuir a un mayor conocimiento a cerca del efecto que producen cada uno de los productos utilizados.

El estudio de la evolución de CO₂ se realizó sobre muestras de suelo extraídas de un ensayo de tomate en condiciones de cultivo bajo invernadero, sobre una superficie de 280 m². Se evaluaron cuatro tratamientos químicos que comprendieron la aplicación de Metam Sodio, Dazomet, Formalina y Bromuro de Metilo, los mismos fueron comparados con un tratamiento control al cual no se le aplicó ninguno de los productos mencionados. Se extrajeron muestras de suelo en tres momentos del cultivo: dos días después del trasplante, a los 74 y 141 días de este último, durante la floración y cosecha del cultivo, respectivamente.

Posteriormente las muestras fueron transportadas al laboratorio en bolsas de polietileno. La evolución de CO₂ se realizó para cada muestreo durante un mes, a partir de la extracción de la muestra, siguiendo la técnica de titulación con NaOH.

Los resultados mostraron que cuando se comparan los tratamientos en cada fecha y para cada muestreo, en forma individual, sólo se pudieron comprobar diferencias altamente significativas entre los tratamientos en la primera determinación (1% de significancia) y significativas en la tercera fecha (10 %). Resultando por lo tanto no significativas las diferencias entre los tratamientos en el resto de las determinaciones realizadas.

El suelo con los tratamientos químicos mostró, en general, un comportamiento similar al del control. Observándose que, transcurridos varios días después de la aplicación de los productos desinfectantes, la actividad microbiana del suelo comienza su recuperación y alcanza los niveles normales de emisión de CO₂. Estos resultados coinciden con otros autores que muestran que ciertos fungicidas y fumigantes tienen

sin duda efecto inhibitorio sobre la respiración del suelo, pero tales efectos son a menudo temporarios y luego la respiración tiende a incrementarse.

Sin embargo, la información bibliográfica en el nivel nacional y aún mundial es escasa; los efectos de algunas alternativas al bromuro de metilo utilizadas en condiciones locales, sus consecuencias sobre la calidad del suelo y otras posibles implicancias sobre el ambiente requieren aún ser investigadas.

Conclusiones: los productos propuestos como alternativas al uso del Bromuro de metilo, en las condiciones estudiadas y en el periodo analizado, no mostraron diferencias significativas con respecto al control. Sin embargo, se debe recomendar la continuidad del estudio, aún en otras condiciones agroecológicas, y destacar la necesidad de completar el mismo relacionándolo con otros aspectos biológicos y físico-químicos del suelo.

Introducción

El bromuro de metilo es un plaguicida de amplio espectro que durante décadas ha sido principalmente empleado en la desinfección del suelo para la producción de cosechas de alto valor y en la fumigación post-cosecha en tratamientos cuarentenarios.

Su acción es bien conocida como nematicida, fungicida, insecticida, herbicida y roenticida. (Thomas, 1996; CASAFE, 1997).

El consumo mundial anual de Bromuro de metilo sobre la base de los usos agrícolas alcanzó a 72000 toneladas (UNEP, 1994) y más recientemente de acuerdo a los datos publicados por Thomas (1996) ascendió a 79000 toneladas. Su destino comprende principalmente la fumigación de suelo bajo cubierta plástica para la producción de cosecha de productos hortícolas, tabaco, frutilla, flores para corte, entre otros. Algunos países lo emplean en la desinfección de granos almacenados y otros productos no perecederos, así como también para la desinfección de ciertos productos perecederos como por ej. uvas, flores, etc. Una menor proporción se destina a tratamientos previos a embarque y cuarentena, como condición de entrada al país para ciertos productos, o para tratamientos de cuarentena dentro de los países.

En nuestro país la importación de bromuro de metilo alcanzó en 1998 a 815 toneladas y en 1999 a 644 toneladas SENASA (1998).

En los últimos años el bromuro de metilo ha sido identificado como una de las sustancias químicas responsables del agotamiento de la capa de ozono estratosférico. De acuerdo a una enmienda del Protocolo de Montreal realizada en 1992, el Bromuro de metilo ha sido sumado a la lista de otras sustancias agotadoras de la capa de ozono, como lo son los bien conocidos productos clorofluorocarbonados (CFCs) y se ha propuesto su sustitución gradual y progresiva.

En la Novena Reunión de las partes del Protocolo de Montreal llevada a cabo en 1997 en Canadá contando con la participación de más de 150 naciones, se han fijado medidas para el control mundial de los usos emisivos, entre ellas para el bromuro de metilo empleado en la fumigación del suelo, según un esquema de reducción del consumo para los países industrializados en etapas 50 % en el año 2001, 70 % en el 2003 y el 100 % en el 2005 (sobre la base de los niveles de consumo de 1991 que fueron congelados en el año 1995) (EPA, 1999). Mientras que para los países en vías de desarrollo se propone una reducción del 20 % para el año 2005 y el 100 % para el 2015 (basado sobre un promedio de los niveles de consumo de los años 1995-1998, los cuales serán congelados en el año 2002).

Por los motivos antes señalados surgió en la comunidad científica internacional la

urgente necesidad de investigar nuevas alternativas y aún, someter a nuevas evaluaciones ecotoxicológicas a productos que desde hace muchos años se encuentran disponibles en el mercado de los agroquímicos como potenciales sustitutos al uso del bromuro de metilo UNEP (1994), teniendo en cuenta que hasta el momento no se dispone de una alternativa única para todos los usos del bromuro de metilo, y que permita en consecuencia a los productores, contar con herramientas probadas, satisfactorias y ambientalmente sanas para evitar pérdidas económicas para los cultivos y sus consecuencias sobre la salud y el ambiente.

Asimismo, se destaca la importancia señalada por funcionarios de gobiernos y asesores de los mismos con relación a la necesidad de evaluar a las distintas alternativas al empleo del bromuro de metilo en las condiciones locales y en las situaciones ecológicas propias de cada país. (Marzocca y Amura, 1995), (Marzocca 1997a, 1998b y 1999c).

El presente trabajo pretende contribuir al conocimiento de los efectos de algunas alternativas químicas al bromuro de metilo en condiciones locales en un tema en el cual es escasa la información bibliográfica en el nivel nacional y aún mundial y cuyas consecuencias sobre la calidad del suelo y sus otras posibles implicancias sobre el ambiente requieren aún ser investigadas.

En ese sentido, los índices microbiológicos han sido sugeridos por numerosos autores como indicadores de la calidad del suelo (Carter and Rennie, 1982; Doran y Parkin, 1994) citados por Sparling (1997). Pankhurst et al. (1997) señalan a los organismos del suelo, como contribuyentes al mantenimiento de la salud del suelo controlando la descomposición de los residuos de origen vegetal y animal, los ciclos biológicos y geoquímicos, la formación y mantenimiento de la estructura del suelo y el destino de los agroquímicos y los contaminantes que se aplican o llegan al suelo.

Por otra parte, la respiración del suelo ha sido mencionada como un indicador válido para medir la actividad biológica en el suelo (Naganawa, 1990) y recomendado desde hace varias décadas para el estudio del efecto de ciertos plaguicidas sobre la microflora del suelo (Grosward, 1976). Además, se debe destacar que cuando nos referimos al recurso "suelo" algunos investigadores señalan entre otros a los microorganismos del suelo como uno de los elementos más importantes para el funcionamiento de los ecosistemas y uno de los componentes más sensibles para evaluar los efectos de disturbios o alteraciones en el mismo (Turco et al., 1994 citado por Roper y Ophel Keller, 1997; Pankhurst et al., 1997).

El objetivo del presente trabajo ha consistido en evaluar el efecto de cuatro alternativas químicas al empleo del bromuro de metilo, actualmente disponibles en el mercado nacional de agroquímicos sobre la evolución de CO_2 del suelo, en condiciones de cultivo bajo cubierta. Interpretando a la medición de la evolución de la actividad biológica del suelo como apropiada para evaluar el estado del mismo, así como los efectos de ciertos residuos tóxicos sobre los procesos edáficos y sobre su capacidad de recolonización.

Materiales y Métodos.

Suelos.

La presente evaluación se realizó sobre muestras de suelo extraídas de un ensayo de tomate en condiciones de cultivo bajo invernadero, sobre una superficie de 280 m². El ensayo forma parte de la red de ensayos establecida en el Proyecto Demostrativo de las alternativas al uso del Bromuro de Metilo en la Estación Experimental de Gorina del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires en este mismo Proyecto cuya Agencia de implementación es la Organización de las Nacio-

nes Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).

Los suelos corresponden a la Serie Gorina (Instituto de Geomorfología y Suelos, 1992) cuyas características principales los describen como suelos profundos, moderadamente bien drenados, con permeabilidad lenta a muy lenta. En general se trata de suelos fértiles, bien provistos de materia orgánica y nitrógeno, carecen de tenores nocivos de sodio y de sales solubles. Sus limitaciones provienen de los elevados tenores de arcilla que tienen desde superficie en especial el horizonte B. Las principales características se observan en el Tabla 1.

Tabla 1. Serie Gorina: Analisis fisicoquímico.

Horizonte	Ap	A	Btss1	Btss2	Btss3	Btssk	BCK
Profundidad	0 -14	14 - 23	23 - 50	50 - 73	73 - 104	104 -125	125 -155
pH (pasta)	5,6	5,8	5,8	6,6	7,0	7,5	7,5
% CO ₃ Ca					vestigios	40	6,5
CE (dS/m)	1.44	1.34	2.38	2.25	2.42	2.57	2.00
Arcilla (%)	35.09	35.85	58.01	57.52	54.47	48.70	45.37
Limos (%)	57.60	58.20	37.20	36.72	41.40	44.60	48.96
% Arcillas + Limos)	92.69	94.05	95.21	94.24	95.87	93.30	94.33
Arenas	7.31	5.95	4.79	5.76	4.13	6.70	6.67
Carbono total (%)	2.65	2.56	1.17	0.84	0.40	0.14	0.09
Materia Orgánica (%)	4.57	4.41	2.02	1.45	0.69*	0.24	0.16
Nitrogeno Total (%)	0.228	0.216	0.107	0.081	0.053	0.033	0.026
Relación C/N	11.2	11.9	11.0	10.4	7.6	4.3	3.5
C I C (meq/ 100 g)	23.2	23.8	32.3	32.3	29.8	24.4	24.0
Ca ++	8.3	8.6	11.8	12.0			
Mg ++	3.8	3.8	7.0	8.0			
K +	1.2	1.3	1.1	0.9	1.0	0.9	0.9
Na +	0.2	0.2	0.4	0.7	0.8	0.7	0.6
% Na/CIC	0.9	0.8	1.2	2.2	2.7	2.9	2.5
V (%)	58	58	63	67	100	100	100

Fuente: Instituto de Geomorfología y Suelos,1992.

Las parcelas se realizaron en forma transversal a dos metros de distancia entre cada una de ellas, intercaladas con borduras a 1 m en todos los casos. Cada parcela tuvo 0,6 metros de ancho por 5 metros de largo (3 m²). Se dispusieron sobre cada una, una línea de 12 plantas a 0,4 metros de distancia entre cada una de ellas.

Tratamientos.

Se evaluaron cuatro tratamientos químicos que comprendieron la aplicación de Metam Sodio, Dazomet, Formalina y Bromuro de Metilo, los mismos fueron comparados con un tratamiento control al cual no se le aplicó ninguno de los productos mencionados. Los productos fueron aplicados en las siguientes dosis y fechas. Se indica entre paréntesis la fecha hasta la cual las parcelas permanecieron en tratamiento bajo láminas plásticas hasta proceder al retiro de las mismas y su posterior aireación:

- 1) Metam Sodio 125 cm³ i.a./m² aplicado el 14/8/1998 (14/9/98),
- 2) Dazomet 70 g i.a./m² aplicado el 14/8/98 (14/9/98),
- 3) Formalina 250 cm³ i.a./m² aplicado el 7/9/98 (17/9/98),
- 4) Bromuro de Metilo 80 g i.a./m² aplicado el 8/9/98 (14/9/98).

Cultivo.

El cultivo empleado en el ensayo fue tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. Cv. FA 144 Hazera). El transplante se realizó el 23/09/1998.

Diseño experimental.

El diseño respondió a un ensayo en tres bloques completamente aleatorizados según el esquema previamente establecido por los restantes estudios acordados por el Proyecto.

Extracción de muestras.

Para el propósito del presente ensayo se extrajeron muestras de suelo en tres momentos del cultivo: dos días después del transplante, a los 74 y 141 días de este último, durante la floración y cosecha del cultivo, respectivamente.

En cada fecha de muestreo se extrajeron 6 muestras por bloque y para cada tratamiento y/o control respectivamente con ayuda de cilindros de PVC de 8 cm de diámetro hasta una profundidad de 16 cm. Posteriormente las muestras fueron transportadas al laboratorio en bolsas de polietileno.

Ensayo de evolución de CO₂.

Las muestras fueron transportadas al laboratorio inmediatamente después de su extracción, y colocadas sobre bandejas plásticas donde permanecieron por un espacio de tiempo inferior a 48 horas para su estabilización. Posteriormente, se tomó suelo de cada muestra y se procedió a llenar cilindros plásticos de 6 cm de diámetro por 4 cm de profundidad, con el contenido hídrico original propio de cada muestra, el cual fue registrado en todos los casos a los fines de su mantenimiento durante el ensayo. Los cilindros con el suelo fueron colocados en frascos de vidrio de 900 cm³ con tapa a rosca, donde previamente se habían colocado bolsitas de polietileno para facilitar el movimiento de los cilindros durante los controles de su contenido hídrico y para contribuir a un mejor grado de hermeticidad durante la incubación de las muestras. Las muestras así preparadas se incubaron en estufa a 28 °C. La evolución de CO₂ se realizó para cada muestreo durante un mes, siguiendo la técnica de titulación con NaOH (Higashida y Takao, 1984).

Las determinaciones se hicieron a las 24, 48 y 72 horas del comienzo de la incubación durante la primer semana, y posteriormente a intervalos regulares entre 72 horas y 96 horas.

Los frascos permanecieron en estufa, cerrados entre cada medición.

Igual procedimiento se siguió en los tres muestreos con excepción del primero, en el cual además, todos los tratamientos y el control fueron comparados con un suelo esterilizado en autoclave, para el cual se tomaron al azar dos muestras idénticas del suelo control por cada bloque.

Otras determinaciones.

Se determinó el contenido hídrico de las muestras en el momento de comenzar la incubación, procediéndose de igual modo en los tres muestreos. Se analizó además, el contenido de carbono total como %Ct. W. Black de cada muestra correspondiente

al primer ensayo. Para lo cual, se tomaron submuestras que fueron secadas al aire, pasadas por tamiz de malla de 2 mm, y posteriormente homogeneizadas.

Análisis estadístico.

Los resultados de las mediciones de la evolución de CO₂ se expresaron en mgC-CO₂ por gramo de suelo seco y por día. Posteriormente fueron transformados en la raíz cuadrada de los mismos. Se observan los resultados de la evolución de CO₂ para cada muestreo en las Figuras 1, 2 y 3 respectivamente, expresados como promedio de tres bloques para el tratamiento y el control, respectivamente.

El análisis estadístico de los resultados fue realizado empleando el programa SAS Versión 1998.

Resultados y Discusión.

En el primer muestreo se observa un efecto de los tratamientos y del control a través del tiempo. Figura 1.

Cuando se comparan los tratamientos en cada fecha y para cada muestreo, en forma individual, sólo se pudieron comprobar diferencias altamente significativas entre los tratamientos en la primer fecha de incubación (1% de significancia) y significativas en la tercer fecha (10 %), resultando por lo tanto no significativas las diferencias entre los tratamientos en el resto de las 9 fechas restantes, respectivamente.

Si se observaron diferencias notables al comparar el control y los tratamientos respecto del suelo esterilizado, sin embargo este último tratamiento sólo se comparó a título informativo ya que no se incluyó en el análisis estadístico dado el menor número de muestras analizado que comprendió (2 por bloque).

En el segundo y tercer muestreo los resultados mostraron que existen diferencias significativas entre tratamientos a través de las fechas de observación. Aunque, al analizar individualmente cada fecha no pudieron encontrarse diferencias en la interacción entre fechas y tratamiento y finalmente no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en ninguna de las fechas estudiadas en forma individual. Figuras 2 y 3.

El suelo con los tratamientos químicos mostró, en general, un comportamiento similar al del control. Observándose que, transcurridos varios días después de la aplicación de los productos desinfectantes, la actividad microbiana del suelo comienza su recuperación y alcanza los niveles normales de emisión de CO₂. Sin embargo en la primera determinación, que se realizó entre 18 y 39 días posteriores a la aplicación de los productos (11 días luego de levantar las láminas plásticas concluido el tiempo de los tratamientos), la producción de CO₂ no estaba equiparada aún a la del control; en esta oportunidad se detectaron diferencias entre tratamientos que fueron significativas al 1 %. Las alteraciones producidas en la evolución de CO₂ por efecto de los productos ya no se manifestaron en las fechas sucesivas con ese alto grado de significancia estadística, lo que se puede interpretar como revelando la capacidad de la microflora de restablecer su equilibrio ecológico.

Existen algunos trabajos que describen el proceso de recolonización de las poblaciones microbiológicas, así como de organismos representantes de la micro y mesofauna. El tiempo que lleva este proceso es variable, así como la biodiversidad que se alcanza luego de la recolonización, debido a que algunas especies pueden ser reemplazadas por otras con igual nicho ecológico. En este sentido puede mencionarse lo señalado por Parr (1974), Wainwright, (1977) citados por Wainwright (1978) quien si bien mencionan que ciertos fungicidas y fumigantes tienen sin duda el mayor efecto

inhibitorio sobre la respiración del suelo, tales efectos sin embargo, son a menudo temporarios y luego la respiración tiende a incrementarse.

Ufer, Dohmen y Fritsch (1995) realizaron una investigación empleando Dazomet 98% granulado para estudiar el impacto sobre organismos terrestres no blanco como lombrices, escarabajos, especies de colembolos y arácnidos, con especial énfasis en la estimación de la duración de los efectos de la desinfección del suelo y sobre la dinámica de la población: Pudieron comprobar, coincidiendo con otros estudios (De Pelsmaeker, 1986) y (Duncan 1987), citados por esos autores, que el tratamiento con Dazomet tiene un impacto significativo sobre los organismos del suelo, sin embargo los efectos son de corta duración y la recolonización dentro de las parcelas tratadas y desde afuera de las mismas, sucede rápidamente, concluyendo que no existen efectos duraderos del dazomet y que las áreas tratadas se tornan hábitats favorables para los organismos del suelo.

Por último, se observa claramente en los tres muestreos realizados la disminución de la actividad microbiana durante los distintos estadios fenológicos del cultivo, que evidentemente se interpreta como una consecuencia de la competencia entre los microorganismos y las raíces del cultivo por los nutrientes y el agua. La respiración del suelo es mayor en el primer muestreo (después del trasplante) y disminuye significativamente en el momento de la floración y cosecha.

Conclusiones

En nuestro estudio sólo se determinó la actividad biológica total con la finalidad estimar la capacidad de recuperación de la biomasa del suelo, luego de la desinfección o esterilización para contribuir a un mayor conocimiento acerca del efecto que producen cada uno de los productos utilizados. En este sentido se observa que los productos propuestos como alternativas al uso del Bromuro de Metilo en las condiciones estudiadas y en el periodo analizado no mostraron diferencias significativas en la evolución del CO₂ con respecto al control. Esto último permitiría estimar que la recolonización del suelo puede ser alcanzada en el corto plazo. Sin embargo, se debe recomendar su repetición aún en otras condiciones agroecológicas y destacar la necesidad de que los estudios puedan ser completados relacionando a los mismos con otros aspectos biológicos y físico-químicos del suelo.

Referencias.

- Carter, M.R. y Rennie, D.A. 1982. Changes in soil quality under zero tillage farming systems: Distribution of microbial biomass and mineralizable C and N potentials. *Canadian Journal of Soil science* 62: 587-597
- CASAFE, 1997. Guía de Productos Fitosanitarios para la República Argentina. 7ª Edic. Cámara Argentina de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. República Argentina.
- De Pelsmaeker, M. Y De Vleeschauer, A. 1986. De impact van methyl bromide en basamid op de bodembiota. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent* 51: 43-45
- Doran, J.W. y Parkin, T.B. 1994. Defining and assessing soil quality. In: Doran, J.W., Coleman, D.C., Bezidicek, D.F. y Stewart, B.A. eds. *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. Soil Sci. Am. Soc. Special Publication N° 35, Madison, Wisconsin, p.3-21.
- Duncan, K.1987. An assessment of the effects of basamid, a soil fumigant, on selected soil organisms and the recolonization of sterilized soil. BSc. Thesis. University of London.

- EPA Environmental Protection Agency 1999. US EPA Methyl Bromide Phase Out Web Site 18 pags. USA.
- Grosward, E. 1976. An appraisal to the criteria by which to measure the effect of herbicides on the soil microflora. In : *Herbicides : Physiology, Biochemistry and Ecology* (Ed. Audus, L.J.) p.99-147. London. Academic Press
- Higashida, S. y K.Takao. 1984. Seasonal fluctuations patterns of microbial numbers in the surface soil of a grassland. *Soil Sci. Plant. Nutr.* 31:113-121,1985.
- Instituto de Geomorfología y Suelos,1992. Estudio de suelos del partido de La Plata.
- Marzocca, M. C. y Amura, G. 1995. Informe sobre Seminario Regional para América Latina y el Caribe sobre Usos y Alternativas del Bromuro de Metilo. (31 de octubre y 1-2 de noviembre) Bogotá. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Programa Acción Ozono de Industria y Medio Ambiente, bajo el auspicio del Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal. Informe presentado a la Secretaría de Relaciones Exteriores, Culto y Comercio Exterior. República Argentina.
- Marzocca, M.C. 1997a. Bromuro de Metilo. Un plaguicida en vías de eliminación. *Periódico Enfasis Ambiental*. Ed. Austral, p. 22-23, Bs.As.
- Marzocca, M.C. 1998b. Bromuro de metilo. *Boletín de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo*, agosto . Bs.As.
- Marzocca, M.C. 1999c. Alternativas al Bromuro de metilo. *Revista Super Campo*. Ed.Perfil. p. 64-67, Bs.As.
- Naganawa,T.; Kyuma, K. Y Yamamoto, H. 1990. Automatic measurement of CO₂ Evolution in multiple samples in small chambers. *Soil Sci. Plant. Nutr.* 36:141-143
- Pankhurst, C.E., Doube, B.M. Y Gupta, V.V.S.R .1997. Biological Indicators of Soil Health: Synthesis. In: *Biological Indicators of Soil Health*. Editorial Cab International, Capítulo 17 p. 419-435. Eds. C.E. Pankhurst, B.M. Doube and V.V.S.R. Gupta.
- Parr, J. 1974. In: *Pesticides in soil and water* :Ed. W. D. Guenzi. Effects of pesticides on microorganisms in soil and water. P. 315-340. *Soil. Sci.Soc. Am.* Madison, USA.
- Roper, M.M. y Ophel-Keller, K.M. 1997. Soil Microflora as bioindicators of soil health. CAB International In: *Biological Indicators of Soil Health*. Editorial Cab International, Capítulo 7, p. 157-177. Eds. C.E. Pankhurst, B.M. Doube and V.V.S.R. Gupta.
- SENASA, 1999. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.Coordinación Registro de Productos Agroquímicos y Biológicos.
- Sparling, G.P.1997. Soil microbial biomass, activity and nutrient cycling, as indicators of soil health. *Biological Indicators of Soil Health: Synthesis*. In: *Biological Indicators of Soil Health*. Editorial Cab International, Capítulo 5, p.97-119. Eds. C.E. Pankhurst, B.M. Doube and V.V.S.R. Gupta.
- Thomas, W.B. 1996. Methyl Bromide: Effective pest management tool and environmental threat. *Supplement to Journal of Nematology* 28 (4S):586-589
- Turco, R.F., Kennedy, A.C. y Jawson, M. D. 1994. Microbial indicators of soil quality. EN: Doran, J. W., Coleman, D.C., Bezdicek, D.F. y Stewart, B.A. (eds.) *Soil. Sci-Soc. Am. Special publication N° 35*, Madison, Wisconsin, p.73-90.
- Ufer, A., Dohmen, G.P. y H.J. Fritsch . 1995. Impact of the soil disinfectant BASAMID Granular on terrestrial non-target organisms. *Acta Horticulturae* 382: 111-118.
- United Nations Environment Program (UNEP)1994. Montreal Protocol on substances that deplete the ozone layer. Technology and Economic Assessment Panel.
- Wainwright, M. 1977. Effects of fungicides on the microbiology and biochemistry of soils. A review. *Z. Pflanzenernacher. Bodenkd.* 140,587-603
- Wainwright, M. 1978. A review of the effects of pesticides on microbial activity in soils. *Journal of Soil Science* 29,287-298

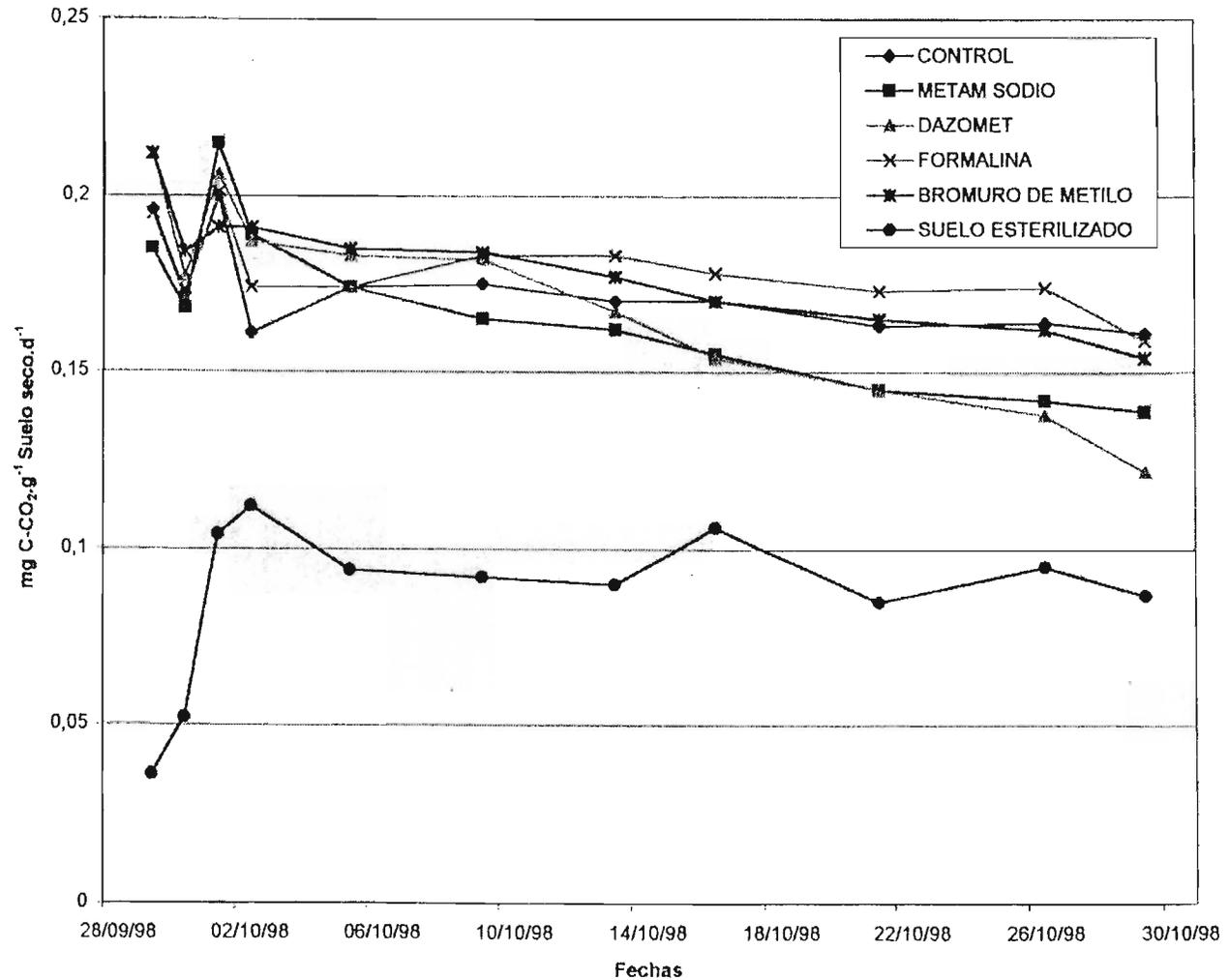
Figura 1. Muestreo 1. Evolución de CO₂. Se aplicó la transformación raíz cuadrada de los resultados.

Figura 2. Muestreo 2. Evolución de CO₂. Se aplicó la transformación raíz cuadrada de los resultados.

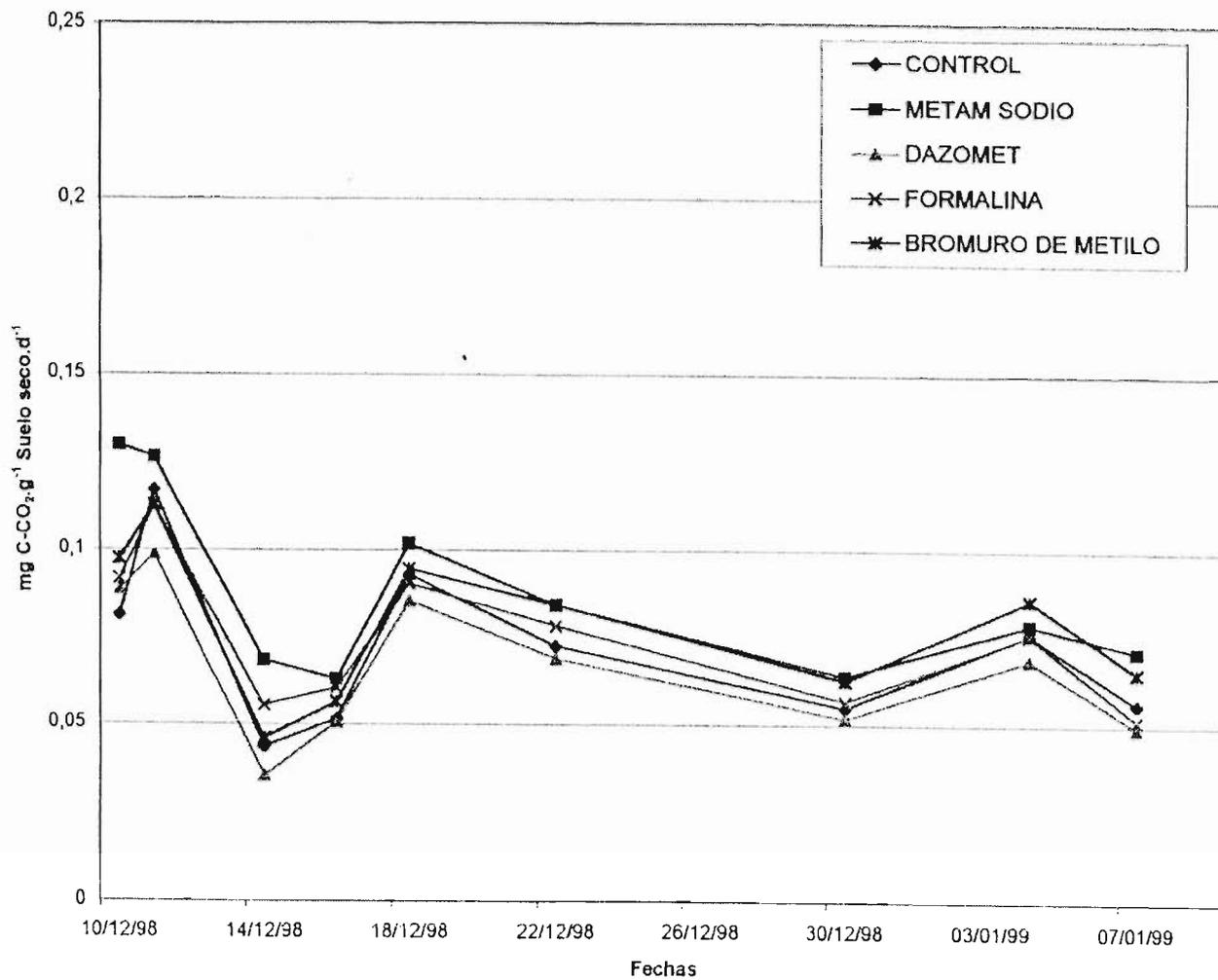
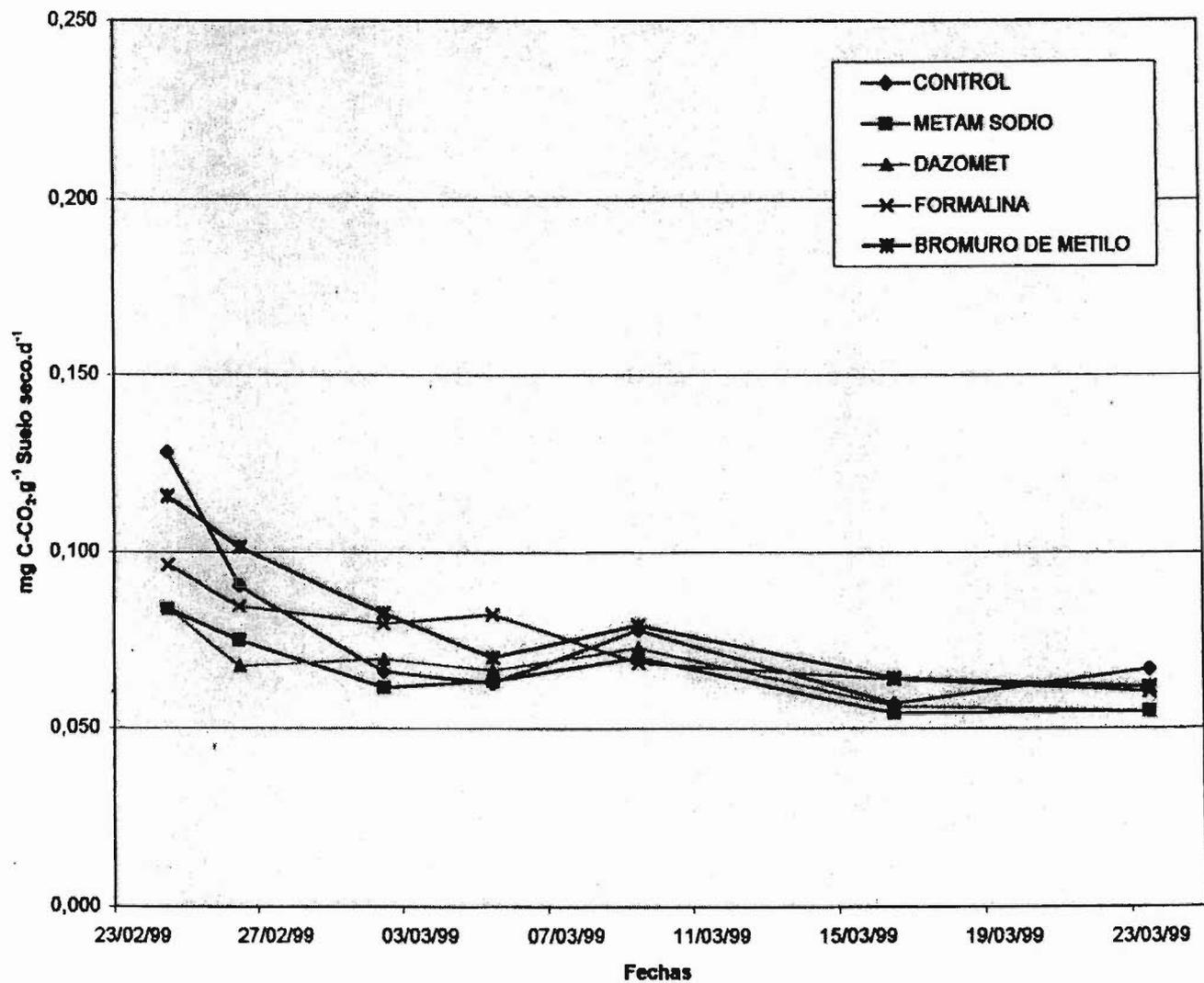


Figura 3. Muestreo 3. Evolución de CO_2 . Se aplicó la transformación raíz cuadrada de los resultados.



SUSTITUCION DEL BROMURO DE METILO CON VAPOR EN LA DESINFECCIÓN DE SUELOS EN EL GRAN LA PLATA (R.A.)

Juan C. Zembo^{1,2}, Mariano Ramirez², Nestor Mezquierez⁴, Roberto Fernandez¹, Miguel Angel Sangiacomo³, Juan José Giaccio²

1. INTA UEEA Gran Buenos Aires. E-mail zembo@inta.gov.ar

2. UNLP. Cátedra de Horticultura y Floricultura FCAYF. E-mail hortiflor@inta.gov.ar

3. Proyecto MP/ARG/97/186. E-mail sangiacomo@arnet.com.ar

4. MAA (Pcia. de Bs. As.) E. E. De Gorina. Telefax (0221) 4780443

Palabras claves:

Desinfección; Suelo; Vapor; Aplicación

Resumen:

Uno de los principales condicionantes a la producción es la fatiga del suelo en condiciones de monocultivo o de rotaciones cortas, propias de los sistemas de producción intensivos de producción de hortalizas y flores de corte. Se atribuye este fenómeno a diversas causas, pero las de índole parasitaria son muy importantes. La desinfección del suelo es una estrategia válida para sostener la productividad y el empleo del Bromuro de Metilo ha tenido amplia difusión en el mundo y en la Argentina, producto que es necesario sustituir por ser una sustancia que afecta la capa de ozono. El proyecto MP/ARG/97/186 se ha desarrollado para evaluar las alternativas a este producto, y en este trabajo se estudió el uso del vapor, por su amplio espectro y eficiencia en el control de adversidades bióticas del suelo, mediante sistemas dinámicos con placa. Se trabajó sobre la logística de aplicación y sus costos, y su incidencia sobre la productividad del cultivo de tomate y frutilla. Los resultados alcanzados en el cultivo de tomate muestran que no se ha afectado la productividad respecto a los controles. Por el mayor costo, esta alternativa se presenta como una estrategia apta para atacar aquellos problemas que no puedan ser resueltos mediante otras técnicas cuyos costos actuales sean equivalentes al del bromuro de metilo e inferiores al del vapor. Los resultados preliminares en tratamientos localizados con placas especiales para los camellones (o camas de plantación), así como el ajuste en la reducción de los tiempos de aplicación sugieren la posibilidad de avanzar en forma importante en la reducción del costo de esta técnica.

Introducción:

Luego de cortos periodos de tiempo con producciones intensivas, se produce lo que se denomina "fatiga del suelo" (Hennion B y Veschambre D. 1997). Si bien no se conocen bien las causas, en general, se consideran que son de índole parasitaria, siendo además atribuido a la presencia de sustancias tóxicas producidas por microorganismos, y por una alteración en la nutrición de las plantas que conducen a plántulas heterogéneas. Largas rotaciones y fertilizaciones, no revierten la disminución de rendimientos. Por el contrario, con esterilizaciones parciales del suelo los incrementos de producción son del orden de 100 al 500 % (Alpi y Tognoni, 1991). El producto más difundido en la desinfección de suelos es el bromuro de metilo (BrMe), cuya efectividad en el control de patógenos del suelo ha sido ampliamente probada. Sin embargo su uso está cuestionado por las consecuencias ambientales.

La Argentina ha suscrito los convenios internacionales que se han acordado desde 1985 para la Protección de la Capa de Ozono (Convenio Viena 1985, Protocolo de Montreal 1987; enmiendas Londres 1990, Copenhagen 1992 y Viena 1995) (Tello et al, 1999). Al formar parte del grupo de países del Artículo 5 del Protocolo de Montreal se ha comprometido a sustituir gradualmente el BrMe como fumigante de suelo hasta su eliminación total en el año 2015.

En la actualidad se trabaja en muchos sitios del mundo en la búsqueda de alternativas al BrMe para la desinfección de suelos. La misma puede realizarse por medios físicos, tal como el vapor de agua y la solarización, por métodos químicos, biológicos, y combinaciones de estos, siendo sus resultados variables según condiciones de suelo, clima, entre otros factores (Katan, 1984; Tello et al. 1999). Consecuentemente, en cada sitio deben ser estudiadas las posibles alteraciones en las propiedades físicas, químicas y biológicas, y sus consecuencias en el crecimiento de las plantas.

La desinfección de suelos es drástica y no selectiva, consecuentemente resulta en un "vacío biológico", se eliminan micorrizas, bacterias útiles (nitrificantes y saprófitos antagonistas de patógenos) y se incrementan microorganismos perjudiciales ("efecto boomerang") (Katan, 1984).

No obstante, las modificaciones químicas que se producen contribuirían a aumentar la fertilidad edáfica. El vapor y los fumigantes pueden mejorar el crecimiento de las plantas aún en ausencia de patógenos conocidos. Esto es explicado por muchos autores, debido a un incremento en la disponibilidad de nutrientes, tales como, NO_3^- , NH_3^+ , Ca^{+2} , K^+ , y materia orgánica soluble, relacionado con la estimulación de microorganismos benéficos, destrucción de patógenos y neutralización de toxinas (Katan, 1984, Stapleton et al. 1985; Gamliel et al. 1993).

La técnica del vapor de agua en la desinfección de suelo es muy antigua, remontándose al Siglo XIX las primeras experiencias. Consiste en pasar un flujo de vapor a través de los poros de un suelo cultivado, un substrato o un mantillo, de manera que al tomar contacto con las partículas frías se condensa, pasando a la fase líquida, liberando el calor latente que permite destruir los organismos vivos nocivos para el cultivo, los cuales – como se puede observar en el cuadro N 1 – son sensibles a distintas temperaturas.

Cuadro N 1. Temperaturas a las que son afectados distintos organismos.

54 °C	Malezas, lombrices, nemátodes
71 °C	Semillas de malezas, grillos topos, hongos, protozoarios, bacterias nitrificantes
82 °C	La mayor parte de los virus
93 °C	Virus del mosaico del tabaco
120 °C	Bacterias amonificadoras

Fuente: W.J.C Lawrence citado p/ P. Bordes. Désinfecter les sols autrement.CTIFL. Juin 1999

Es conocido que la sensibilidad de estos organismos vivos depende de su estado fisiológico al momento del tratamiento. Temperaturas de 70-75 °C representa un compromiso entre la necesidad de destruir la mayoría de los patógenos y la preservación de la flora útil. Temperatura de 60 °C puede ser suficiente para el control de nemátodes y malezas cuya germinación se haya activado, pero aquellas con semillas de tegumento duro, o con rizomas o bulbos, son mas difíciles de controlar y en consecuen-

cia requerirán temperaturas superiores y mayores tiempos de exposición. La eficacia del método depende de varios factores: de la temperatura, la homogeneidad de su distribución y la profundidad que se alcance. Esta última variable está en relación directa con el tiempo de aplicación y la calidad de la preparación del terreno. La profundidad del suelo a tratar depende del problema que se pretenda resolver. Para malezas y parásitos aeróbicos superficiales, puede ser suficiente alcanzar 10 a 15 cm, pero en este caso resultará esencial no remover el suelo con posterioridad a una profundidad superior a la del tratamiento. En cambio para controlar parásitos como nemátodos y hongos anaerobios en cultivos cuyos sistemas de raíces sean profundos, es necesario alcanzar mayor profundidad resultando, en consecuencia, mayor el volumen de suelo a tratar.

La temperatura a la cual el agua pasa de la fase líquida al vapor depende de la presión. A la presión atmosférica normal es de 100 °C, pero aumenta con la el incremento de la presión: a 0,5 bar es de 110 °C; a 3 bar es de 140 °C y a 10 bar se alcanza 180 °C. Esta condición depende del tipo de "generador de vapor" que se utilice.

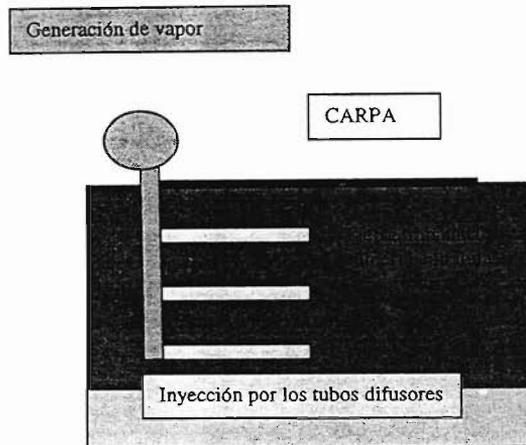
Cuadro N 2. Influencia de la presión sobre la temperatura y el gasto de combustible.

Presión	Temperatura de vaporización	Entalpia = kilocalorías por kg. de vapor	Litros de gasoil por 1000 kg. de vapor	Diferencia de consumo
0,5 bar	110 °C	640	81,7	Base 100
3 bars	140 °C	650	83,1	101,6
10 bars	180 °C	663	84,7	103,7

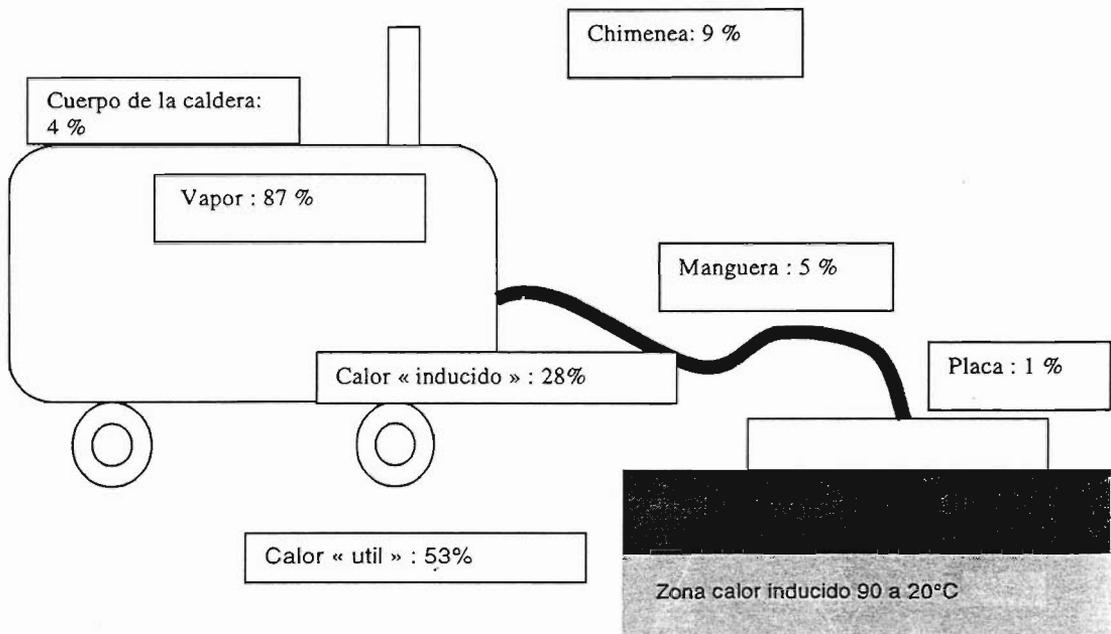
El sistema, en general consiste en lograr el intercambio de calor entre los gases calientes provenientes del quemador impulsados a través de tuberías internas al cuerpo de la caldera, sobre las cuales está en contacto directo el agua que ingresa automáticamente a presión controlada (según especificaciones del fabricante). La presión del vapor generado se controla también por mecanismos electromecánicos, cumpliendo con las normas de seguridad en la operación. Se requiere de aprovisionamiento de electricidad de línea o por medio de un grupo electrógeno para el funcionamiento del automatismo de seguridad. Los combustibles mas usados son el fuel-oil, el gasoil y el gas. En las calderas móviles del tipo a la usada en el Proyecto MP/ARG/97/186, se prefiere el gasoil por razones de la facilidad de disponibilidad en el medio rural.

Analizada la oferta tecnológica en calderas en el mercado, y luego de realizar algunas pruebas con calderas de baja presión disponibles en la región del Gran la Plata (facilitadas por el JICA y el INTA) se optó por la máquina móvil TX-40 de 3 bar de presión y 400 kg/h de generación de vapor para aplicación con placa, fabricada por Ateliers Chappaz S.A de Francia. Para la aplicación en el suelo existían dos métodos diferentes según la forma como llega el vapor y se produce la penetración en el mismo: 1- Bajo carpa de plástico o lona arribando y distribuyéndose el vapor mediante tubos difusores colocados en el suelo, a veces enterrados. 2- Con placa móvil montada en el levante de tres puntos del tractor.

1- Esquema de la aplicación bajo carpa (*)



2- Esquema del equipo con placa móvil y balance energético del sistema (*).



(*) Gentileza de Ateiers Chappaz S. A.

El sistema con placa móvil presenta ventajas en cuanto a productividad (mayor superficie tratada y menor costo) sobre el sistema de aplicación bajo carpa mediante difusores colocados enterrados en el suelo. (Ver gráficos 1 y 2).

Gráfico 1. Comparación aplicación de vapor en "Placa" vs "Carpa" (**)

CVETMO:

Centre de Vulgarisation et d'Etudes Techniques Maraîchère – Orléans (Fr) - Enero 2000 -

Aplicación en placa durante 10 minutos a 3 bars

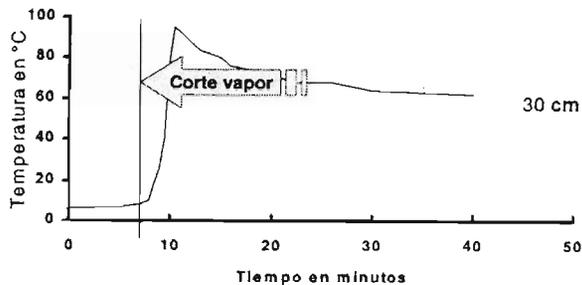
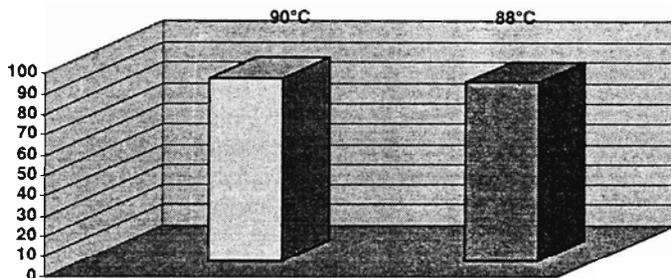


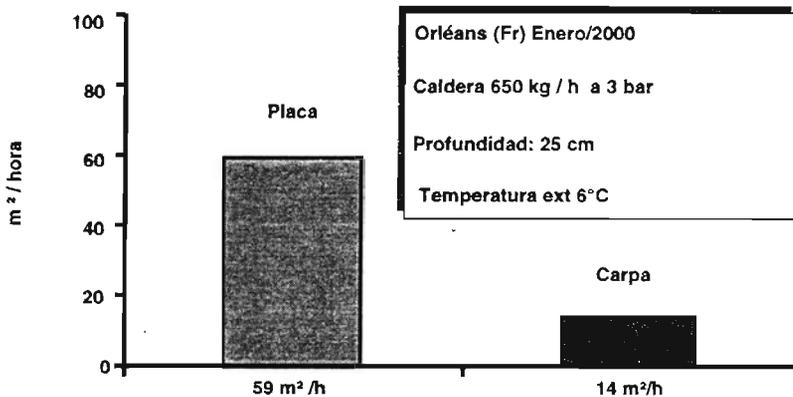
Gráfico 1. Temperatura media comparada entre sistemas de aplicación de vapor medida a 25 cm de profundidad



Placa a 3 bars

Carpa a 3 bars

Gráfico 2: Productividad comparada entre sistemas con "placa" vs "carpa"



Efectos secundarios de la desinfección.

Después de la muerte y destrucción de diversos organismos vivos durante el tratamiento, pueden observarse efectos secundarios en el suelo. La descomposición de la materia orgánica produce formación de amoníaco, se produce una solubilización de elementos minerales solubles y en algunas circunstancias puede aumentar la tasa de manganeso asimilable hasta niveles fitotóxicos en suelos ácidos ricos en este elemento, y por la fragmentación de agregados puede producir una mejora de la estructura. La elevación de la temperatura residual con posterioridad al tratamiento puede ser aprovechada durante la época fría para acelerar la instalación y crecimiento inicial del cultivo. El principal riesgo es el « vacío biológico » que puede producirse como consecuencia del tratamiento, sobre todo cuando la temperatura a que se somete el suelo son del orden de 100 °C y por varias horas. La técnica de aplicación bajo carpa aumenta este riesgo respecto al sistema de placas.

Materiales y métodos:

Para este trabajo se seleccionó el sistema con placa móvil, el cual consiste en enviar el vapor, por intermedio de una manguera adecuada y previo paso por un condensador, a una caja de metal (aluminio o acero) de dimensiones variables en función de la capacidad de la caldera, pero cuya altura normal es de aproximadamente 30 cm. Esta caja se apoya sobre el suelo por su base que es abierta. El vapor que arriba con presión choca contra un difusor y se expande en toda la cavidad, toma contacto por su base con el suelo al cual comienza a penetrar por sus poros. En función de la capacidad del generador de vapor y de la superficie de la caja, el vapor es capaz de penetrar en profundidad, variando ésta con la forma de preparación y el tipo de suelo y en relación directa con el tiempo que permanece la caja en cada estación. Para el equipo TX 40 la superficie máxima de la caja que optimiza su rendimiento es de 8 m², aunque por las dimensiones más frecuentes entre columnas en los invernaderos de madera de la región del Gran La Plata, se redujo a 6 m² (2 m x 3 m) para poder hacer los tratamientos. Según la recomendación del fabricante, eran necesarios 10 minutos por estación para penetrar hasta 20 cm usando la caja de 8 m². Al reducirse ésta a 6 m², se optó por usar el tiempo proporcional de 7 minutos para conseguir ese objetivo.

Según el diseño y las dimensiones de la placa a utilizar, el tratamiento puede ser del total de la superficie o sectorizado sobre los camellones o camas de siembra. Siguiendo las pautas de la literatura y el asesoramiento del fabricante de la caldera, se construyó un prototipo de placa para tratar camellones de 1 m² (0,90 m x 2,40 x 0,45 m), diseñada para ser evaluada en el cultivo de la frutilla, tomate y pimiento en invernaderos, con la finalidad de mejorar la productividad del trabajo con la caldera y reducir los costos.

Las placas, se montan en una estructura de hierro para el acople en el levante de tres puntos del tractor, con lo cual se facilita el movimiento entre cada estación de aplicación. Con el modelo de placas para camellones se montan varias en paralelo para que en cada estación se traten varios camellones o lomos simultáneamente (el número estará en relación a la superficie total de todas las placas, la que estará determinada por la capacidad de generación de vapor de la caldera).

Se realizaron experiencias de aplicación total y en camellones variando el tiempo de la estación de aplicación, se determinó con ambas placas la temperatura alcanzada a distintas profundidades y su evolución durante el enfriamiento.

Se efectuaron aplicaciones en invernaderos completos en cultivos de tomate, pimiento, clavel y crisantemo, así como en macroparcelas de frutilla. Esto permitió el aprendizaje de la técnica y la capacitación del operador, en cada operación se tomaron los datos de temperatura del suelo con geotermómetros y sondas electrónicas "Hobbo", el gasto de combustible y los tiempos operativos.

Se efectuó en la Estación Experimental de Gorina (MAA- Pcia. de Buenos Aires), un experimento de cultivo de tomate en invernadero diseñado para evaluar sobre la productividad del cultivo el efecto de distintos tiempos de aplicación de vapor en el suelo en comparación con el bromuro de metilo y el metan sodio a las dosis corrientes de uso, sobre cuyos resultados se informa parcialmente en este trabajo.

Durante las aplicaciones se estudió y modificó la logística de aplicación del vapor y se calcularon los costos.

Los efectos del tratamiento, se midieron sobre variables relacionadas con la calidad del suelo y con la eficacia para afectar poblaciones de hongos del suelo (*Fusarium sp* y *Sclerotinia sclerotiorum* utilizando trampas de esclerocios sobre los que se midió sobrevivencia. Estos resultados se informan en otros trabajos).

1. Experimento en Tomate:

Comparación entre 3 tiempos de aplicación de vapor contra metan sodio y bromuro de metilo a las dosis corrientes y un testigo absoluto.

Se realizó en la EE de Gorina del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Pcia. de Buenos Aires sobre suelo *Haplacuert ácuico* familia fina momtmorillonítica de la serie Gorina (SeGo) partido de La Plata, en un invernadero tradicional de madera de 6 m x 40m con cobertura de polietileno. El suelo se preparó con cincel y azadón rotativo y se efectuaron los tratamientos con BrMe a 70 gr/m² y el metan sodio a 125 cc/m² usando los protocolos ajustados en el proyecto. El vapor se aplicó con placa para camellón el 22/10/99, durante tres tiempos diferentes en cada estación: 1,5 ; 3 y 6 minutos. El diseño fue en bloques al azar con 5 repeticiones. Se trasplantó el 20/12/99, usando el cultivar "Dominique 543" a 1 m entre filas simples y a 0,40 m entre plantas. Se aplicaron las prácticas de manejo de uso corriente para el cultivo de tomate forzado. En este trabajo se presentan los resultados de 1 mes de cosecha, la cual se inició el 01/03/2000. Se efectuó el seguimiento de pérdidas de plantas en todo el ciclo para cada tratamiento.

2. Experimento en Frutilla en condiciones de producción:

Se instalaron tres macroparcelas de 250 m² cada una, en un establecimiento del Partido de La Plata sobre suelo del tipo *Argjudol vértico* familia fina illítica Serie Estancia Chica. Durante la última semana de abril de 1999 se efectuaron las desinfecciones aplicándose en una el BrMe a 80 gr/m², en por el método en caliente y a través del riego por goteo bajo el "mulching" de polietileno negro de 40 micrones. La otra se trató con vapor con el método de placa en cobertura total a 7 minutos en cada estación, para luego confeccionar los camellones y colocar el "mulching" del mismo material. Una tercera sin tratamiento se mantuvo como testigo. El 15 de mayo de 1999 se trasplantaron con plantines frescos del cultivar Milsei Tudla originarios de un vivero de Mendoza, a una densidad de 5,5 pl/m², en una distribución de 2 filas apareadas a 25 cm entre las cuales se instaló la línea de riego por goteo. El cultivo se llevó forzado en túneles bajos de polietileno, se efectuaron las prácticas de manejo recomendadas para la zona. La cosecha se realizó entre el 15/10 y el 30/12.

Resultados:

1. Tomate:

Tratamientos	Rendimiento Kg/parcela	Sobrevivencia (11 pl/m ² al inicio)	
		Al 31/01/2000	Al 25/02/2000
Vapor 6 min	31,2 A (*)	10,4 AB	10,2 AB
Vapor 3 min	34,5 A	10,8 A	10,9 A
M. Sodio 125 cc/m ²	35,0 A	10,8 A	10,8 A
BrMe 70 gr/m ²	34,2 A	10,6 AB	10,4 A
Vapor 1,5 min	28,6 A	9,6 B	9,2 B
Testigo sin tratar	29,8 A	10,0 AB	9,8 AB

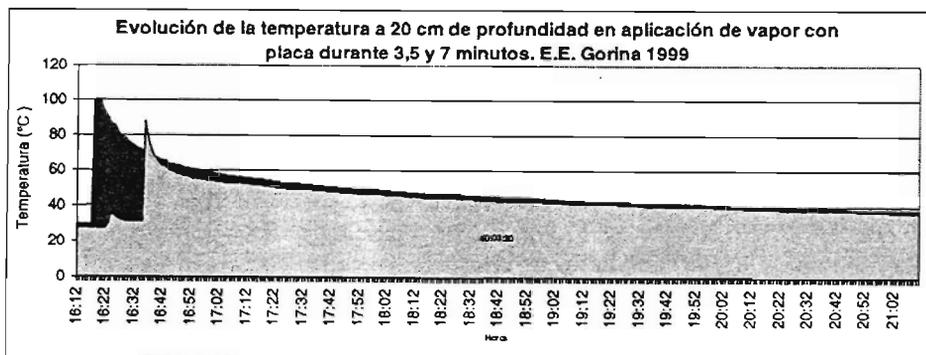
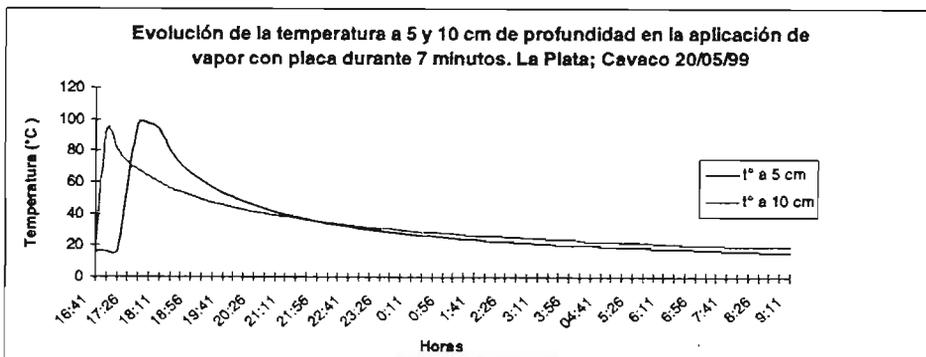
(*) Tratamientos con letras iguales no difieren estadísticamente al 5 % para el Test de Rango Múltiple de Duncan.

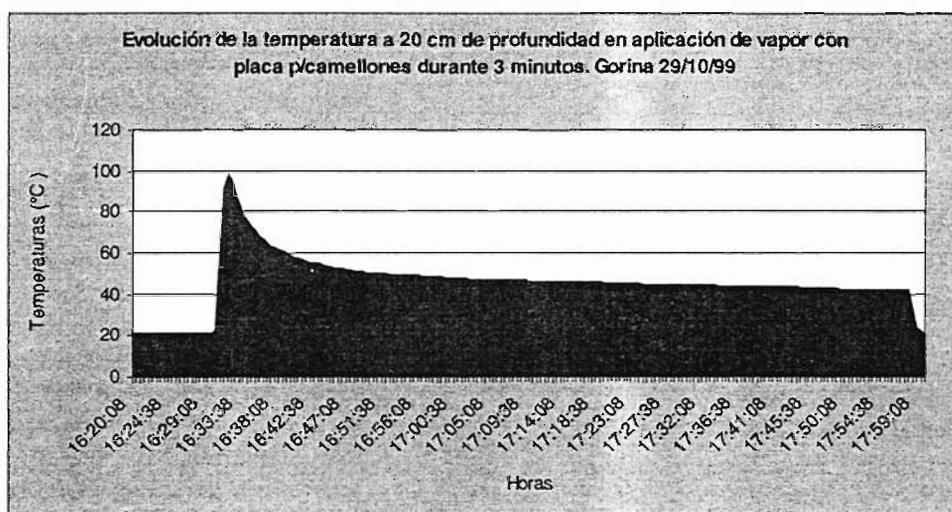
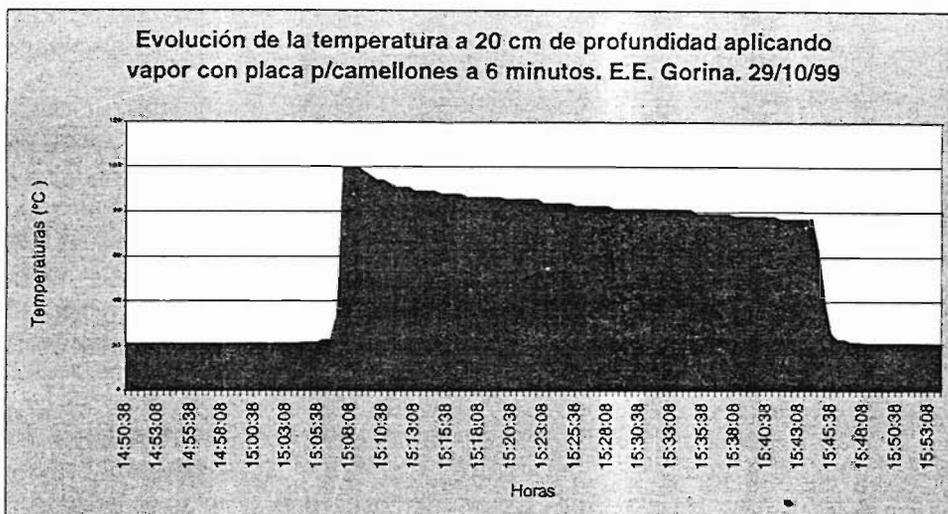
2. Frutilla:

Tratamiento	Rendimiento kg/ha (*)	Rendimiento gr/pl (*)
Vapor 7 minutos	27375	497,70
BrMe 80 gr/m ²	36260	659,25
Testigo sin tratamiento	32860	597,40

(*) Los resultados no tienen tratamiento estadístico.

Mediciones del comportamiento de la temperatura en el suelo: Se efectuó el seguimiento mediante la sonda Hobbo, medidas a distintas profundidades para cada tipo de placa y según distintos tiempos de aplicación en cada estación.





Determinación de los costos operativos:

Los cálculos se realizaron para el tratamiento total de la superficie y en función de la capacidad del equipo TX 40 de 400 kg/ h de vapor y con una placa de 6 m². Supone las siguientes condiciones:

- 1- Un viaje previo para el traslado del mismo por arrastre con camioneta (15 km a 1,00 \$/km) y para explorar las condiciones (1 operario 3 h) del lugar en cuanto a: calidad de la preparación del terreno y fuentes de aprovisionamiento del agua y electricidad (distancia, cantidad y calidad). **(Traslado: 0,03 \$/m² y MO: 0,039 \$/m²)**
- 2- Armado y montaje de la placa y enganche al levante de tres puntos del tractor (1 operario 2 h). **(0,026 \$/m²)**
- 3-Tratamiento en invernadero tipo, a razón de 500 m² en por jornada de 10 horas (a razón de 7,5 minutos por pausa incluido el desplazamiento), con un consumo de 30 l/h de gasoil a 0,51 \$/l. **(Combustible:0,306 \$/m²)**
- 4- Costo del operario considerado mano de obra especializada, a 6,50 \$/ h, en una

jornada de 10 h. **(0,13 \$/m²)**

5- Costo del Seguro a 42,00 \$/ día **(0,084 \$/m²)**

6- Provisión por parte del productor (cliente) de agua y electricidad, del tractor y un operario (Cuyos costos no se incluyen).

7- Amortización del equipo (Caldera y acoplado para traslado): Valor \$ 35.000,00. 5 años de operación a 15 ha/año. **(0,047 \$/m²)**

Para las condiciones especificadas el costo del tratamiento con vapor se determinó en **0,662 \$/m²**, resultando los rubros de mayor incidencia el combustible (46,2 %) y la mano de obra (25,5 %).

Discusión:

Descartada en esta etapa la aplicación con el sistema "en carpa" por su menor productividad, el trabajo se centró en el ajuste y dominio de la operación con el sistema dinámico "con placa", funcionamiento de la caldera y aplicación al suelo, tarea que demandó más de un semestre de trabajo. Durante este período se presentaron dificultades con el funcionamiento atribuibles a la falta de experiencia con el equipo, y se pudo comprobar la importancia de la buena preparación del suelo con relación a la aplicación del vapor, la cual - como indica la literatura - debe ser profunda dejando el suelo bien aireado y desagregado, levemente húmedo. En condiciones de suelo seco, aunque se facilita la penetración, se dificulta el sellado de los bordes de la placa con el mismo con pérdidas de vapor. Suelo ligeramente húmedo parece ser la condición óptima.

La reducción del tiempo de aplicación al 50 % de lo recomendado en tratamiento total, muestra que a 20 cm de profundidad y en buenas condiciones de preparación del suelo se registran temperaturas levemente inferiores pero dentro del rango con potencial acción destructora sobre la mayoría de los organismos patógenos de los cultivos estudiados, lo cual es importante por su directa relación con los costos.

El seguimiento de la evolución de la temperatura a 5 y 10 cm de profundidad indica que para la menor profundidad la temperatura máxima alcanzada es levemente superior (5°C) al inicio del tratamiento, que el enfriamiento del suelo es similar durante las tres horas posteriores a la aplicación y que con posterioridad a la mayor profundidad se mantiene una temperatura levemente superior.

La aplicación sectorizada del vapor en función de la ubicación de las plantas, en los camellones o "camas de plantación", mediante placas adaptadas, muestra un potencial interesante por el ahorro de energía y el aumento de la capacidad operativa del equipo. El control de las temperaturas alcanzadas muestra que son suficientes para afectar los organismos perjudiciales. Queda por determinar en futuros trabajos la incidencia de posibles reinfecciones desde los sectores sin tratamiento (interfilas) hacia los camellones según sea el agente fitopatógeno y el cultivo involucrados.

Los resultados preliminares en tomate con tratamiento sectorizado y para el período evaluado, indican que no hay diferencias entre tratamientos respecto a la productividad. En cuanto a la sobrevivencia de plantas los resultados sugieren que las mayores pérdidas en los tratamientos con vapor a 1,5 y 6 minutos no están relacionadas con agentes fitopatógenos de suelo que estuvieran presentes al momento de realizar los tratamientos de desinfección. De hecho la muerte de plantas fueron atribuidas a enfermedades provocadas por virus.

La menor sobrevivencia de plantas en el tratamiento con vapor a 1,5 minutos y el testigo sin tratar no ha tenido para el período evaluado incidencia sobre el rendimiento de frutos.

Estos resultados muestran con claridad la necesidad de profundizar en el ajuste de

los tiempos de aplicación del vapor al suelo, los cuales tienen relación directa con los costos.

Al considerar el costo calculado en las condiciones de este trabajo (0,662 \$/m²) se debe tener en cuenta la baja capacidad del equipo utilizado, el cual es un modelo para experimentación. A los efectos de considerar una hipotética prestación del servicio de desinfección con vapor, se reporta el empleo de equipos de por lo menos 1.500 kg/h de vapor, los que a pesar de que el incremento del consumo de combustible es directamente proporcional, optimiza la logística de aplicación y baja el costo de la mano de obra por m² de tratamiento.

Es importante considerar la posibilidad de usar tiempos menores al empleado en este trabajo, lo cual en la práctica resulta en una menor profundidad de penetración pero baja los costos significativamente y en directa relación a la reducción de los tiempos en cada estación de la placa. En este caso la condición necesaria es conocer bien el problema agronómico que se desea resolver (adversidad biótica y cultivo) para ajustar la técnica a cada caso. Resulta obvio la importancia del diagnóstico preciso para emplear este criterio.

Otro punto importante a discutir con relación a los costos, es el empleo de placas para camellones, las que colocadas en serie en un arnés para levante de tres puntos, permitiría reducir los costos notablemente (del 50 al 75 % dependiendo de la forma y la distancia de los camellones) al realizar el tratamiento de varias filas simultáneamente y solo en la parte del suelo que exploran las raíces. Los resultados preliminares alcanzados en este trabajo son promisorios y muestran una línea de trabajo importante a desarrollar en el futuro próximo, para profundizar en el conocimiento y optimizar esta estrategia dinámica del uso del vapor mediante placas. Parece viable para cultivos como la frutilla en condiciones de aire libre y forzado, y en el tomate, pimiento y flores de corte en invernaderos.

Conclusiones:

El uso del vapor en aplicaciones dinámicas con placas, es una alternativa viable a pesar de su costo actual superior al del bromuro de metilo. Controla un espectro amplio de problemas y mantiene la productividad de los cultivos a niveles equivalentes a ese producto que se desea reemplazar en la desinfección de suelos y a las otras alternativas evaluadas en el proyecto MP/ARG/97/186. Su costo condicionaría su uso a aquellas parcelas que presenten problemas que no son superables mediante otras técnicas.

Bibliografía

- Alconada M ;Minghinelli F y Balcaza L. 1998.Degradación de suelos de invernáculo Gran La Plata. La calidad del agua de riego. Avances en el Manejo del Suelo y Agua en la Ingeniería Rural Latinoamericana: 88-95. Editores. Balbuena, y otros. UNLP.
- Alpi A y Tognoni F. 1991.Lucha antiparasitaria en: Cultivo de invernadero.Ed.Mundi Pr. 335 p.
- Chaudieres à vapeur. Manual de Ateliers Chappaz SA. 1998. St-Julien-en-Genevois. France.
- Hennin B y Veschambre D. La fraise : maîtrise de la production. 1997. Éditions Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes.Paris. 299 p.
- Katan J. 1984.The role of soil disinfestation in achieving high production in horticultural crops. British Crop Protection Conference-Pests and Diseases. 11B-3

: 1189-1196.

-Le Bohec J, Giraud M. Désinfecter les sols autrement. 1999. Éditions Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes. Paris. 103 p.

-Page A, Miller A H, Keeney D R. 1982. Methods of Soils Analys. Amer.Soc.Agron.Soil Sci.Soc.Amer, Madison, Wisconsin.

-Stapleton J J , Quick J and DeVay J.E.1985. Soil solarization :Effects on soil properties, crop fertilization and plant growth. Soil Biol.Biochem 17(3):369-373

Tello J. 1999. Búsqueda de alternativas al bromuro de metilo, Guatemala. C.A. ICTA-UNIDO-CONCYT-IPM CRSP-CONAMA. Programa ONUDI. International Workshop.

CONTROL RACIONAL DE PLAGAS EN CULTIVO DE TOMATE EN INVERNACULO: *Avances para su aplicación*

Roberto Fernández¹; Néstor Mezquiriz²

¹ Ing. Agr. INTA Gran Buenos Aires - (1893) C.A. El Pato. Pcia. de Bs. As. - E-mail: agranbuc@inta.gov.ar

² Ing. Agr., EE Gorina MAA - 501 y 149 (1986) J. Gorina. Pcia. de Bs. As.

Palabras claves

Control racional de plagas, tomate

Resumen

La producción hortícola del gran La Plata ha sido durante la última década escenario de profundos cambios. Entre los más importantes se destaca la adopción del invernáculo, que significó una intensificación de la producción y un control sanitario más intenso de los cultivos.

Con el objeto de avanzar en la implementación de métodos más racionales de control sanitario, y compararlo con tecnologías de uso actual (TUA) en la zona, se condujo un ensayo en un cultivo de tomate en invernáculo, buscando reducir el número de intervenciones químicas. Se dispuso un plan sanitario con aplicación de niveles de tolerancia en polilla del tomate y controles racionales para otras plagas y enfermedades. Dicho plan comparado con la TUA, significó un 64% menos de intervenciones, una reducción del 52% en el número de plaguicidas utilizados. También se tradujo en una disminución de los productos más tóxicos y una baja en el costo del 66%.

Finalmente el trabajo permitió poner en consideración algunas herramientas tendientes a reducir el empleo de plaguicidas en un cultivo temprano de tomate, evitando la superposición de productos, el empleo más acotado y la reducción del costo por agroquímicos.

Introducción

La producción hortícola del Gran La Plata ha sido durante la última década escenario de profundos cambios. Entre las innovaciones tecnológicas adoptadas se destaca la incorporación del invernáculo como uno de los elementos diferenciadores de este proceso de modernización. (Benencia et al, 1997).

Esta innovación significó también una intensificación de la producción, que trajo entre otras consecuencias un control sanitario más intenso de los cultivos.

La dificultad del control de plagas y enfermedades en invernáculos obedece a la rotación ininterrumpida de cultivos, y a las condiciones que se producen en el interior del recinto, que ofrece excelentes condiciones para la supervivencia y desarrollo de las plagas. (Van Lenteren, J. C. 1990)

En concordancia con esta situación, se hace cada vez más necesario desarrollar y aplicar sistemas de control de plagas y enfermedades que permitan una buena pro-

tección del cultivo, con un nivel mínimo de residuos de plaguicidas en el producto, mayor protección del aplicador y una menor incidencia sobre el medio ambiente. En este sentido, se condujo una experiencia en un cultivo de tomate en invernáculo, con el objetivo de avanzar en la implementación de métodos más racionales de control sanitario, y compararlo con tecnologías de uso actual (TUA) en la zona, buscando reducir el número de intervenciones químicas.

Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en la Estación Experimental Gorina, dependiente del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Pcia. de Buenos Aires (34° 54´ de latitud Sur y 58° 02´ de longitud Oeste).

El ensayo se condujo en un invernáculo "frío" de 7 m de ancho por 40 m de largo, con techo de perfil curvo. La altura lateral de la estructura era de 2,5 m y la central de 3,5 m, cubierta con un polietileno térmico de 100 micrones de espesor.

El trasplante se realizó el 23 de septiembre de 1998, con plantas de sanidad controlada del Cultivar Fa 144 (Hazera). Las mismas se dispusieron en forma transversal al sentido del eje mayor del invernáculo, con un marco de plantación de 1m entre filas por 0,40 entre plantas.

El manejo del cultivo se realizó siguiendo las pautas habituales de conducción para la zona, buscando incorporar técnicas de manejo cultural más cuidadosas en tiempo y forma.

Para el control de plagas, se realizó un monitoreo semanal de plagas, según metodología de la EEA INTA San Pedro (Polack, 1997). Se observaron 15 plantas distribuidas al azar (3,7% del total), manteniendo una distribución espacial semejante, durante las 17 semanas de seguimiento.

Los criterios de observación fueron los siguientes:

Polilla del tomate (*Tuta absoluta*): Se consideró el número folíolos con daño fresco por planta (con o sin presencia de larvas). Toda la planta hasta 1m de altura. A partir de allí se revisó el medio superior.

Mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*): Adultos en el envés de dos hojas superiores. Pupas, toda la planta hasta 1 m de altura, luego 4 folíolos al azar de las hojas ubicadas entre el 3 y 7 racimo, contados desde el ápice. (Valor máximo considerado por folíolo: 20 individuos)

Trips de las flores (*Frankliniella occidentalis*): Se registraron observaciones entre el trasplante y plantas con 1m de altura. Daño y presencia de adultos en el haz de los folíolos. Ninfas en el envés de folíolos con daños de adultos.

Además se consignó la presencia de otros insectos plagas y enfermedades.

Los tratamientos sanitarios fueron decididos, para el caso de polilla del tomate, según un límite de tolerancia de 2 folíolos con daño fresco por planta (Bimboni, 1994). Para otras plagas, según datos consignados en planillas y observaciones directas.

En el caso de enfermedades se trabajó preventivamente, actuando en forma posterior a las labores de desbrote o podas y ante los primeros síntomas registrados en los monitoreos semanales.

Los plaguicidas fueron seleccionados en base a antecedentes de bajo impacto sobre la fauna auxiliar (Trottin Caudal, 1995; Anónimo, 1995).

Los tratamientos químicos aplicados fueron los siguientes:

Fecha	Activo y concentración	Concentración de uso
21/10	Mancozeb (80%)	200 gr/hl
5/11	Abamectina (1,8%) Aceite mineral (85,5%)	100 cc/hl 250 cc/hl
10/11	Mancozeb (80%)	200 gr/hl
26/11	Oxicloruro de cobre (85%) Clorotalonil (50%)	300 cc/hl 180 cc/hl
9/12	Teflubenzuron (15%) Hexaconazole (5%) * Sulfato de Estreptomicina (25%) + Terramicina (3,1%)	50 cc/hl 30 cc/hl 60 gr/hl
16/12	Hexaconazole (5%) * Buprofezim (25%)	30 cc/hl 50 gr/hl
23/12	Hexaconazole (5%) *	30 cc/hl
30/12	Hexaconazole (5%) * Sales potásicas de ácidos grasos (49%)*	30 cc/hl 2000cc/hl
8/01	Sulfato de Estreptomicina (25%) + Terramicina (3,1%) Sales potásicas de ácidos grasos (49%) * Teflubenzuron (15%)	40 gr/hl 2000cc/hl 50 cc/hl
15/01	Mancozeb (80%) Buprofezim (25%)	200 gr/hl 50 gr/hl
25/01	Buprofezim (25%) Teflubenzuron (15%) Nonilfenol polietilenglicoleter + lignosulfato de Ca (20%)	50 cvc/hl 50 cc/hl 30 cc/hl

* Productos utilizados en forma experimental (no registrados para tomate en Argentina)

A los fines de comparar el plan sanitario implementado, se consideró un calendario de intervenciones, denominado TUA (Tecnología de uso actual), utilizado en una quinta comercial de la zona, para el mismo año y en el mismo período.

El mismo consistió en la utilización desde el transplante y durante el ciclo del cultivo, de 21 productos (12 funguicidas/ bactericidas; y 9 insecticidas). Los mismos fueron utilizados en 31 intervenciones, lo que significa una frecuencia de una aplicación cada 4,7 días, durante los 148 días considerados.

Del total de las pulverizaciones, en 16 casos se aplicaron productos mezclados. El costo por dosis/ hectolitro (se considera esta unidad para evitar diferencias en los

caudales de agua utilizados), fue de \$ 234.

El período en que se desarrolló el cultivo es el denominado temprano. La cosecha de frutos comenzó el 28 de diciembre de 1998 y se prolongó por espacio de 63 días. Para realizar la evaluación del rendimiento, se tomó el peso total de los frutos comerciales (mayores de 100 gr y sin alteraciones externas).

Resultados

Comportamiento de las plagas

Polilla del tomate (*Tuta absoluta*): Se observaron dos picos de ataques marcados, uno a los 42 días del transplante y el otro a los 79 días, cercano al cambio de color de los primeros frutos. (Fig. 1)

También pudo observarse un ataque mayor de la plaga en las dos primeras filas situadas en cercanía de la puerta de acceso, ubicada en la cara menor del invernáculo, con orientación S-W.

Las intervenciones químicas se realizaron con un nivel máximo de tolerancia, que contemplara como mínimo, que el 20% de las plantas monitoreadas tuvieran afectados al menos dos folíolos con daño fresco por planta.

Se realizaron tres pulverizaciones con productos específicos, que determinaron una baja sensible en el nivel poblacional de la plaga, por debajo de los límites señalados.

Moscas blancas (*Trialeurodes vaporariorum*): En la figura 2, se aprecia la evolución poblacional de las pupas y adultos, según los registros semanales.

Las curvas muestran una evolución similar con una muy alta presencia de individuos hacia los 90 días del transplante, en proximidad a la cosecha.

Se realizó una primera intervención química contra formas juveniles el 16 de diciembre, con un promedio de 1 pupa por folíolo entre 15 plantas monitoreadas, sin presencia en 7 de ellas.

En esa misma fecha se consignaba un valor promedio de 0,6 individuos por hoja superior observada, sin presencia en 7 plantas.

A partir de esta fecha se produce un importante aumento de la población, tanto en pupas como adultos, que con leves bajas se mantuvieron hasta el final del cultivo.

Las aplicaciones sobre formas juveniles no tuvieron el efecto esperado. El control de adultos se tornó dificultoso por los escasos plaguicidas con bajo impacto sobre la fauna auxiliar, indicados para su empleo.

En su punto de máxima presencia, las pupas representaron un promedio de 3,4 individuos por folíolo observado. Los adultos en su expresión máxima, 7,3 individuos por hoja superior. Este alto número de moscas blancas parecieron no afectar el normal desarrollo del cultivo, ni por daños directos como indirectos (presencia de fumagina, melaza en frutos, etc.)

Otras plagas y enfermedades

En relación a otras plagas, no se detectó presencia de trips durante el desarrollo del cultivo.

Se apreció una cantidad mínima de Afidos, que se mantuvieron en niveles de presencia muy bajos.

En cuanto a enfermedades, el Oídio (*Erysiphe sp.*), fué la que tuvo mayor incidencia. La misma se detectó a los 79 días del transplante, con el comienzo de la maduración de los primeros frutos, y se presentó en "focos" o sectores de la plantación.

Se realizaron tratamientos intensivos de control para evitar la diseminación de la enfermedad.

Asimismo hubo manifestaciones aisladas de otras enfermedades, que no tuvieron mayor incidencia en la evolución del cultivo.

Aplicación de Plaguicidas: Comparación entre el plan sanitario implementado en el ensayo y la TUA

	Plan sanitario A	TUA B	A/B [%]
Número de intervenciones	11	31	35,4
Frecuencia de aplicación (días)	13,4	4,7	285,1
Plaguicidas utilizados (*)	11	21	52,3
Mezclas empleadas	8	16	50
Costo por dosis/hl (\$)	79,1	234,1	33,7

(*) Toxicidad de los productos empleados

Categorías toxicológicas	Plan A	Plan B
Clase I a Extremadamente tóxico	-	-
Clase I b Altamente tóxico	-	1
Clase II Moderadamente tóxico	1	7
Clase III Ligeramente tóxico	2	1
Clase IV Probablemente sin riesgo toxicológico	8	12
Total de plaguicidas	11	21

Rendimiento de frutos

El rendimiento promedio de frutos comerciales equivalió a 17,78 kg/m², valor que se corresponde, en un tomate de ciclo temprano, con los obtenidos en la región (Pineda, 1998).

Además de la cantidad obtenida, es importante destacar que la calidad de los frutos ha sido excelente, no mostrando signos de alteraciones por plagas o enfermedades.

Discusión

Si bien existe una tendencia a realizar controles químicos con alta frecuencia para asegurar la producción de tomate, especie que tiene además un alto valor cosmético en el mercado, es previsible un avance en la aceptación de técnicas que contemplen el mejoramiento del manejo sanitario de los cultivos, con menores intervenciones de agroquímicos. Algunos factores decisivos serán, la mayor conciencia de la sociedad en temas del medio ambiente y la mayor exigencia de los mercados en calidad agroalimentaria (Moreno Vázquez, 1992; Polack, 1997; Fernández, 1998)

En el presente ensayo, el empleo del monitoreo y la utilización de umbrales de tolerancia, permitieron realizar intervenciones más acotadas de plaguicidas y obtener buen control de la polilla del tomate. El monitoreo en planta puede complementarse con observaciones de trampas de feromona, para hacer aún más efectivo el seguimiento (Botto, 1999).

Las intervenciones contra mosca blanca, deben ajustarse para definir con mayor precisión la toma de decisiones. Las medidas de control químico son de eficacia

limitada. Si se considera este control, como un aspecto más del total de un Programa de Control Integrado, se deberá tener en cuenta diferenciar el estado de la plaga y el nivel poblacional de cada estadio al que se dirige el tratamiento. Los huevos y los últimos estadios ninfales de *T. vaporariorum* son tolerantes a la mayoría de los insecticidas, mientras que los adultos y jóvenes estadios inmaduros son más susceptibles. (Rodríguez Rodríguez, 1994)

Del mismo modo, si bien la reducción de pulverizaciones con funguicidas, siempre referida al ejemplo de tecnologías de uso comercial, fue significativa (69% menor), aún deben determinarse más exactamente los momentos de intervención contra las enfermedades, de modo de hacer más efectivo el control y evitar las aplicaciones innecesarias.

Asimismo, la comparación entre el plan sanitario aplicado en la experiencia y el de uso comercial, significó un 64% menos de intervenciones, con una frecuencia de una aplicación cada 13,4 días, contra una cada 4,7 días en el ensayo.

También se obtuvo una reducción del 52% sobre el total de plaguicidas usados, y un 50% menos de productos mezclados. En lo referido al costo por dosis, el manejo racional significó una reducción del 66%, en comparación con el manejo tradicional. En referencia a la toxicidad de los agroquímicos utilizados, en el caso del plan sanitario del ensayo, los productos clase IV (probablemente sin riesgo toxicológico), representaron el 72% del total empleado, contra el 57% de la misma categoría en la TUA. Además, solo un plaguicida (9%), perteneció a la clase II (moderadamente tóxico), mientras en la TUA se emplearon 7 productos de la clase II y uno de la Ib (altamente tóxico), en total 8 plaguicidas, que representan un 38% del total usado.

Este último aspecto adquiere singular importancia, pues además de reducir el número de productos, se han utilizado biocidas menos tóxicos, que tendrán una menor incidencia sobre los aplicadores, los consumidores y el entorno ambiente.

La incorporación de monitoreos periódicos, como la realización de tareas culturales que contemplen un mayor grado de asepsia, y la aplicación racional y oportuna de plaguicidas, son elementos que permitirán disminuir el número de intervenciones que se realizan en la zona del Gran La Plata.

En conclusión el trabajo permitió poner en consideración algunas herramientas tendientes a reducir el empleo de plaguicidas en un cultivo temprano de tomate, evitando la superposición de productos, el empleo más acotado y la reducción del costo por agroquímicos.

Referencias

- ANONIMO, 1995. Side effects of pesticides on beneficial organisms. Koppert Biological Systems. Holland.
- ANONIMO, 1999. Guía de Productos Fitosanitarios para la República Argentina. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes.
- BENENCIA, R.; et al. 1997. Área Hortícola Bonaerense. Cambios en la producción y su incidencia en los sectores sociales. Editorial La Colmena.
- BIMBONI, H. 1994. Control de la polilla del tomate *Scrobipalpuloides absoluta* en cultivo protegido. EEA INTA San Pedro.
- BOTTO, E.; et al, 1996. Plagas claves y control biológico. P: 1-23. Informe anual del Proyecto: Desarrollo de un sistema de manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de tomate. IMYZA-CICA-INTA.
- BOTTO, E. 1999. Aspectos biológicos de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*) Meyrick y pautas para su control biológico integrado. P.3-10. Apuntes Seminario sobre Polilla

del tomate y su control. INTA.

CURRY, J. P.; PIMENTEL, D. 1971. Life cycle of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* and population trends of the whitefly and its parasite, *Encarsia formosa*, on two tomato varieties. *Annals of the entomological society of America*, vol. 64: 1188-1190.

FERNANDEZ, R. 1998. Control químico: hacia un control más racional e integrado de plagas y enfermedades. P: 6-14. Carpeta Charlas de Actualización para Productores. INTA.

MORENO VAZQUEZ, R. 1994. Evolución y situación de la protección fitosanitaria. P: 10-12. Moreno Vázquez, R. (ed.) *Sanidad Vegetal en la horticultura protegida*. Junta de Andalucía, España.

PINEDA, C. 1998. Gestión del sistema Invernáculo – Campo. P. 4-8. *Boletín Hortícola N° 18*. UNLP- INTA.

POLACK, A L. 1997. El control químico en el contexto del manejo integrado de plagas. P: 5-9. *Resúmenes Séptimas Jornadas sobre cultivos protegidos*. INTA-UNLP-MAA.

RODRIGUEZ RODRIGUEZ, M. D., et al. 1994. IPM Tomate. Programa de manejo integrado en cultivo de tomate bajo plástico en Almería. Junta de Andalucía, España.

RODRIGUEZ RODRIGUEZ, M. D. 1994. Aleuródidos. P. 124-153. Moreno Vázquez, R. (ed.) *Sanidad Vegetal en la horticultura protegida*. Junta de Andalucía, España.

TROTTIN-CAUDAL, Y., et al. 1995. *Maitrise de la protection sanitaire. Tomate sous serre et abris*. Ctifl. París, Francia.

VAN LENTEREN, J. C.; WOETS, J. 1988. Biological and integrated pest control in greenhouses. *Ann. Rev. Entomol.* 33: 239-269.

VAN LENTEREN, J. C. 1990. El manejo integrado de plagas en invernaderos; estado actual, restricciones y futuro. P. 9-18. *La lucha integrada en la horticultura intensiva*. Mataró, España.

Fig. 1: Evolución de daño en hoja de la Polilla del tomate.

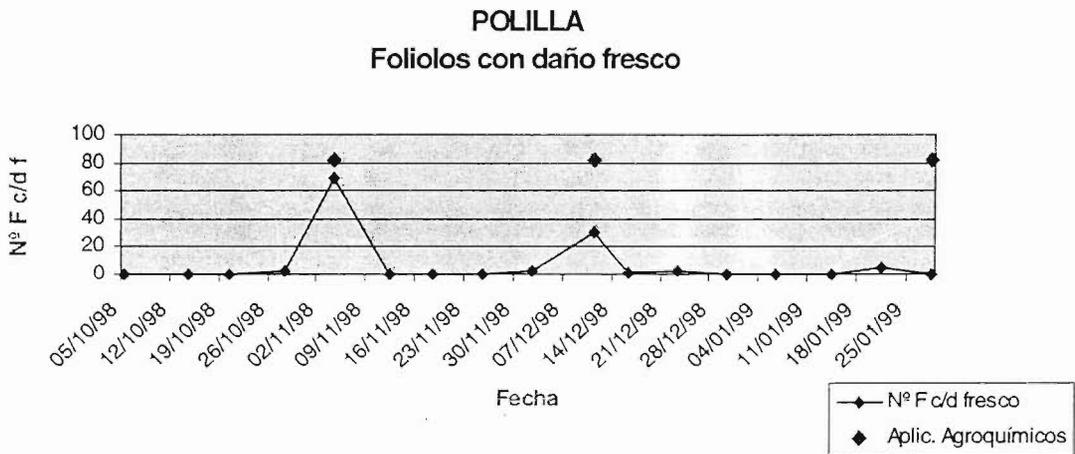
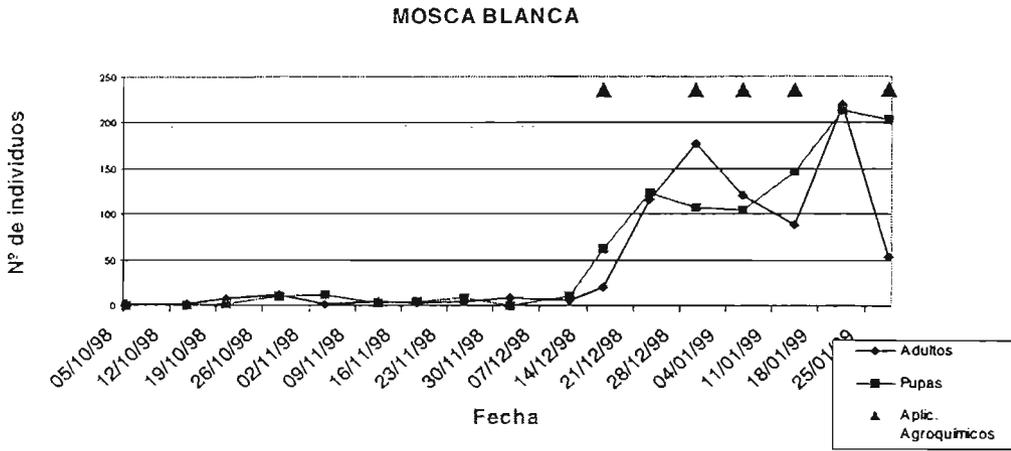


Fig. 2: Evolución temporal de pupas y adultos de Mosca blanca.



EVALUACION DE UN SISTEMA DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP), EN UN CULTIVO DE TOMATE EN INVERNACULO, CON APLICACION AL SUELO DE ALTERNATIVAS FISICAS AL BROMURO DE METILO

- ENSAYO DEMOSTRATIVO Y AVANCES EXPERIMENTALES -

Roberto Fernández¹; Néstor Mezquiriz²

¹ Ing. Agr. INTA Gran Buenos Aires - (1893) C.A. El Pato. Pcia. de Bs. As. - E-mail: agranbuc@inta.gov.ar

² Ing. Agr., EE Gorina MAA - 501 y 149 (1986) J. Gorina. Pcia. de Bs. As.

Palabras claves

Manejo integrado de plagas, tomate, bromuro de metilo, vapor.

Resumen

La alta utilización de plaguicidas en el área hortícola de La Plata, lleva a la necesidad de incursionar en otras técnicas alternativas de control, tanto en pre como en pos-transplante.

Con el objetivo de promover la disminución de las intervenciones con agroquímicos, se instaló un ensayo demostrativo en un cultivo de tomate en invernáculo, donde se contrastó un sector con Manejo integrado de plagas (MIP) y otro sector similar con un manejo sanitario convencional.

Además, con el mismo objetivo, se realizó una desinfección de suelo con Bromuro de metilo, vapor y un testigo sin tratar.

Las observaciones realizadas permitieron confirmar la necesidad de considerar y avanzar en la implementación de técnicas que contemplen un manejo más racional en el control de plagas y enfermedades que afectan al cultivo de tomate y otras especies hortícolas.

Introducción

El cultivo de tomate en invernáculo ocupa el primer lugar entre las hortalizas cultivadas mediante esta modalidad en el área del gran La Plata, con 245 ha protegidas. (Anónimo CHBA, 1999)

El amplio espectro de plagas y enfermedades que merman su producción, hace que los métodos químicos de control sean la herramienta más utilizada, a veces en forma abusiva.

Este antecedente lleva a la necesidad de incursionar en otras técnicas alternativas de control sanitario, tanto en las labores de pre y pos-transplante, con el objeto de disminuir las intervenciones con agroquímicos utilizadas en la región. (Polack, 1997; Fernández, 1998)

En base a lo citado, se buscó avanzar en la incorporación de técnicas de *Manejo integrado de plagas (MIP)*, de manera de evaluar el comportamiento sanitario del cultivo, bajo dos sistemas de manejo de plagas, uno con control químico convencio-

nal y otro con manejo integrado (MIP), y ajustar su tecnología en zona de producción. En el caso de desinfección de suelos, se trabajó con el objetivo de demostrar el efecto y ajustar el empleo del vapor de agua como alternativa al Bromuro de metilo, ampliamente difundido entre los productores locales.

Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en la Estación Experimental de Gorina, dependiente del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Pcia. de Buenos Aires (34° 54' de latitud Sur y 58° 02' de longitud Oeste).

El ensayo se condujo en un invernáculo "frío" tipo capilla, construido de madera con 6 m de ancho por 40 m de largo, y con cobertura de polietileno térmico de 100 micrones de espesor.

Dicha estructura, orientada con su eje mayor en dirección N-E S-W, fue dividido en forma transversal en dos sectores iguales, mediante una pared de polietileno. Un sector (A), con su cabecera orientada hacia el NE y el otro sector (B) hacia el SW.

En ambos sectores se realizaron los mismos tratamientos de desinfección de suelo, alterando el orden de aplicación en cada bloque.

Los tratamientos fueron los siguientes:

1. Bromuro de metilo (Líquido fumigante, 98%): se aplicó el 23 de setiembre de 1998, a una dosis de 56 g/m² por metro cuadrado con dosificador manual y bajo túnel de polietileno tipo cristal de 50 micrones.
2. Vapor de agua: se utilizó como fuente de vapor una caldera humotubular "Gonella" Mod. 2PH6, de origen nacional. La aplicación se realizó directamente al suelo el 25 de setiembre, mediante una "parrilla" con dosificadores enterrados en la capa arable del suelo. Las temperaturas logradas en el suelo, a 15 cm de profundidad fluctuaron entre 50 y 60 °C, manteniéndose por espacio de al menos 30 minutos.
3. Testigo: sin tratar.

En todos los casos previo al acondicionamiento y tratamiento del suelo, se efectuó una labor de cincelado para mejorar la aireación del mismo.

El trasplante se realizó el 7 de octubre, con plantas de sanidad controlada del Cv. Fa 144 (Hazera).

Se dispusieron en los dos bloques considerados, seis filas en el sentido longitudinal del invernáculo. Las plantas se colocaron a 0,40 m entre sí, resultando un marco de plantación de 2,2 plantas /m².

El manejo del cultivo se realizó siguiendo las pautas habituales de conducción para la zona, buscando incorporar pautas de manejo cultural más cuidadosas en tiempo y forma para ambos sectores.

En el aspecto sanitario, se comparó un sistema de Manejo Integrado de Plagas (MIP) ubicado en el bloque A, y un manejo convencional de plagas y enfermedades, dispuesto en el bloque B.

En ambos sectores se realizó semanalmente un monitoreo de plagas, según pautas de la EEA INTA San Pedro. (Polack, 1997). Para ello se observaron 12 plantas por bloque distribuidas equitativamente, durante 16 semanas.

Los criterios de observación fueron los siguientes:

Polilla del tomate (*Tuta absoluta*): Se consideró el número folíolos con daño fresco por planta (con o sin presencia de larvas). Toda la planta hasta 1m de altura. A partir de allí se revisó el medio superior.

Mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*): Adultos en el envés de dos hojas superiores. Pupas, toda la planta hasta 1 m de altura, luego 4 folíolos al azar de las hojas ubicadas entre el 3 y 7 racimo, contados desde el ápice. (Valor máximo considerado por folíolo: 20 individuos)

Trips de las flores (*Frankliniella occidentalis*): Se registraron observaciones entre el trasplante y plantas con 1m de altura. Daño y presencia de adultos en el haz de los folíolos. Ninfas en el envés de folíolos con daños de adultos.

Además se consignó la presencia de otros insectos plagas y enfermedades.

Los tratamientos sanitarios fueron decididos separadamente por sectores, según un criterio de intervención por calendario o aparición evidente de daño, en el sector B. En el bloque A, se realizaron intervenciones mas ajustadas a los datos consignados en las planillas de monitoreo, para el caso de polilla del tomate se tomó el criterio de 2 folíolos con daño fresco por planta (Bimboni H., 1994).

La elección de plaguicidas en el sector MIP, estuvo basada en la utilización de productos que tuvieran el menor impacto posible sobre la fauna auxiliar. (Anónimo, 1995; Trottin Caudal et al, 1996)

Los tratamientos químicos aplicados fueron los siguientes:

SECTOR A (MIP)

Fecha	Activo y concentración	Concentración de uso
23/10	DDVP (100%)	100 cc/hl
25/11	Bupirimate (22,5%)*	75 cc/hl
	Buprofezím (25%)	50 gr/hl
9/12	Buprofezím (25%)	50 gr/hl
	Nonilfenol polietilenglicol + lignosulfato de Ca	30 cc/hl
14/12	Hexaconazole (5%)*	30 cc/hl
23/12	Buprofezím (25%)	50 gr/hl
	Hexaconazole (5%)*	30 cc/hl
	Nonilfenol polietilenglicol + lignosulfato de Ca	30 cc/hl
29/01	Abamectina (1,8%)	100 cc/hl
	Aceite mineral (85,5%)	250 cc/hl

* Productos utilizados en forma experimental (no registrados para tomate en Argentina)

SECTOR B (Convencional)

21/10	Mancozeb (80%) Metamidofos (60%)	200 gr/hl 100 cc/hl
6/11	Mancozeb (80%) Metamidofos (60%)	200 gr/hl 100 cc/hl
10/11	Carbendazim (50%) Endosulfan (35%)	50 cc/hl 100 cc/hl
17/11	Metamidofos (60%)	100 cc/hl
25/11	Clorotalonil (50%) Buprofezim (25%)	170 cc/hl 50 gr/hl
9/12	Buprofezim (25%) Deltametrina (5%) Nonilfenol polietilenglicoleter + lignosulfato de Ca (20%)	50 gr/hl 30 cc/hl 30 cc/hl
17/12	Imidacloprid (35%)	50 cc/hl
23/12	Buprofezim (25%) Hexaconazole (5%)* Nonilfenol polietilenglicoleter + lignosulfato de Ca (20%)	50 cvc/hl 30 cc/hl 30 cc/hl
30/12	Imidacloprid (35%) Clorotalonil (50%)	50 cc/hl 170 cc/hl
8/01/99	Imidacloprid (35%) Teflubenzuron (15%)	50 cc/hl 50 cc/hl
15/01	Imidacloprid (35%) Teflubenzuron (15%)	50 cc/hl 50 cc/hl
20/01	Buprofezim (25%) Nonilfenol polietilenglicoleter + lignosulfato de Ca (20%)	50 gr/hl 30 gr/hl
25/01	Teflubenzuron (15%)	50 cc/hl
29/01	Abamectina (1,8%) Aceite mineral (85,5%)	100 cc/hl 250 cc/hl

* Productos utilizados en forma experimental (no registrados para tomate en Argentina)

En ambos sectores se consignó, el número total de aplicaciones y plaguicidas em-

pleados, las intervenciones con mas de un producto y el costo total por dosis de aplicación.

Asimismo en el Sector A (MIP), se realizaron liberaciones de pupas de los Himenópteros, *Encarsia formosa* y *Eretmocerus sp.*, parásitos de la Mosca blanca de los de invernaderos, producidos en el Insectario de Investigaciones para Lucha Biológica (IILB), del IMYZA – CICAYV - INTA.

Dicha introducción se hizo con el objeto de avanzar en la puesta a punto del control biológico y conocer el comportamiento de los parásitos en condiciones de invernáculo. Las liberaciones se distribuyeron homogéneamente en todo el bloque A, la primera en bandejas ubicadas en el suelo y las restantes colgadas de las plantas de tomate, dispuestas en pequeñas tarjetas con las pupas del parásito adheridas.

Las pupas parasitadas se registraron tomando el mismo criterio de observación señalado para las pupas de Mosca blanca

Las liberaciones fueron las siguientes:

Fecha	Parásito	Densidad
6/11/98	Encarsia formosa	6 pupas/m2
20/11/98	Encarsia formosa	5,2 pupas/m2
10/12/98	Encarsia formosa Eretmocerus sp.	6,6 pupas/m2 10 pupas/m2

La cosecha de tomate comenzó el 28 de diciembre de 1998 y se prolongó hasta el 2 de marzo de 1999. Para realizar la evaluación del rendimiento, se tomó, en todos los tratamientos y en los dos sectores señalados, el peso total de los frutos comerciales (mayores de 100 gr y sin alteraciones externas).

La comparación del rendimiento, como la población de pupas y adultos de mosca blanca y el daño en folíolos de polilla del tomate, entre ambos sectores, MIP y convencional, se realizó utilizando la prueba t para comparaciones apareadas.

Resultados

Rendimiento de frutos

SECTOR A (MIP)		
	Rendimiento	
	kg/parcela	kg/m2
Bromuro de metilo	506,7	16,89
Vapor	451,8	15,06
Testigo	440,2	14,67
TOTAL	1398,7	15,54
SECTOR B (Convencional)		
Bromuro de metilo	489,5	16,31
Vapor	403,5	13,45
Testigo	387,6	12,95
TOTAL	1280,6	14,24

En el análisis de t, se observó que al 5% hubo diferencia significativa entre ambos

sectores.

Aplicación de Plaguicidas

Variables	SECTOR A (MIP)	SECTOR B (Convencional)	A/B [%]
Intervenciones	7	14	50 %
Plaguicidas utilizados	6	12	50 %
Mezclas realizadas	3	11	27,2 %
Costo total por dosis	\$ 6,72 (\$ 0,074/m ²)	\$ 20,46 (\$ 0,22/m ²)	32,8%

Comportamiento de las plagas

Polilla del tomate (Tuta absoluta): El comportamiento de la plaga es marcadamente diferente en los dos sectores. En el MIP, la polilla se mantuvo muy por debajo del sector con tratamientos convencionales, que además mostró fluctuaciones pronunciadas a lo largo del monitoreo (Fig. 1).

El análisis de los datos indica que no existieron diferencias significativas al 5%. Mientras que al 10%, hubo significancia entre los dos sectores considerados.

Moscas blancas (Trialeurodes vaporariorum): En el caso de adultos y pupas, se observa una evolución semejante entre ambos sectores de trabajo, incrementándose la población del insecto a partir de Diciembre. En ambos estadíos se observa una elevada población de individuos en la última etapa del cultivo, en el sector de manejo convencional. (Fig. 2 y 3).

Tanto entre la población de pupas, como de adultos de mosca blanca, no hubo diferencias significativas al 5%, entre el sector MIP y el convencional.

Pasados 27 y 13 días de la primera y segunda liberación respectivamente, se observaron las primeras pupas de Mosca blanca parasitadas. En la figura 4, se puede apreciar en el sector MIP, el bajo nivel de parasitismo de *Encarsia formosa*, con relación al número total de pupas de mosca blanca. Este bajo nivel de acción demuestra la necesidad de ajustar las dosis utilizadas y los momentos adecuados de liberación, como también la calidad de los parásitos utilizados y las condiciones donde se desarrolla el cultivo (ambiente del invernáculo, agroquímicos utilizados, etc.), en síntesis, determinar la validez del control biológico en las condiciones reales de la producción hortícola local.

También se pudo observar presencia de parasitismo por *Eretmocerus sp.*, aunque en menor número que *Encarsia*. En el sector convencional, se observó un número muy pequeño de pupas parasitadas con ambos Himenópteros.

Trips (Frankliniella occidentalis): En la figura 5 se consigna el número de individuos por planta (adultos y ninfas), hasta que la misma tenía un metro de altura, coincidente con la parte del ciclo más susceptible de la planta, a la "peste negra del tomate". El gráfico permite visualizar una población mayor en el sector tratado en forma convencional.

Otras plagas

A partir del 20 de enero se detectó en el manejo convencional, un foco de ataque del *ácaro del bronceado del tomate (Aculops lycopersici)*. Posteriormente se generalizó rápidamente a todo el sector, produciendo importantes daños. En el sector MIP, si bien también se determinó presencia del ácaro, no evolucionó en forma explosiva

como en el otro tratamiento.

Se registró además, presencia de Afidos en ambos tratamientos, casi desde el inicio del ciclo hasta 45 días de transplantado el tomate – 0,40-1,20 m de altura -. Dicha presencia no evolucionó hacia un daño manifiesto en el cultivo.

Enfermedades

Se observó un ataque importante de *oídio* (*Erysiphe sp.*) en el sector MIP. El mismo se detectó en forma localizada y con un ataque leve a los 35 días del transplante - planta de 1m de altura-, la enfermedad se mantuvo por 45 días mas, con fluctuaciones en su grado de intensidad y siempre confinado en el sector MIP.

No se detectaron otras enfermedades que limitaran el desarrollo normal del cultivo.

Discusión

Según lo evaluado durante la experiencia, en el aspecto sanitario, se realizaron un 50% menos intervenciones, es decir se redujo la frecuencia de pulverizaciones.

Se disminuyó también un 50% el número total de plaguicidas utilizados, con lo que ello significa, además con el agregado de haber utilizado productos de menor impacto ambiental.

Las mezclas de plaguicidas, habituales en los sistemas convencionales, no permiten en muchos casos determinar la verdadera acción de un producto debido a los antagonismos y sinergismos que se producen. Este aspecto relevante también fue reducido en un 72%.

Asimismo, el costo total por dosis, fue disminuído en un 67%, comparado con una intervención convencional.

El análisis de los valores de rendimiento total de tomate, como los niveles poblacionales de plagas observados en el sector MIP, frente al sector convencional, permiten según esta experiencia, avanzar en el ajuste de las técnicas de manejo integrado de plagas, para su posterior adopción en el medio productivo.

También referido al rendimiento, los resultados logrados con el vapor de agua, confirma su acción sobre patógenos del suelo (Braun et al 1994; Wolcan et al, 1999) y permite considerar esta alternativa de desinfección de suelos en futuros ensayos experimentales y demostrativos.

La implementación del MIP en regiones como la del Gran La Plata, no es una modalidad de fácil y de rápida adopción. (Theunissen, 1999). Su incorporación a los sistemas productivos tradicionales demorará algún tiempo, lapso en que se deberán desarrollar trabajos mancomunados entre los distintos sectores interesados en llevar adelante esta técnica.

De todas formas, según lo demuestra esta experiencia, y como paso previo a la implantación de técnicas MIP, es factible un empleo más racional de plaguicidas en un tomate de ciclo temprano, con el uso de biocidas menos contaminantes, que además tengan una acción limitada sobre los enemigos naturales.

Finalmente el trabajo permitió realizar demostraciones en campo, con la concurrencia de productores y técnicos, actores principales en la difusión y adopción de manejos más racionales en el control de plagas y enfermedades.

Referencias

ALOMAR, O.; et al. 1987. Cultural practices for IPM in protected crops, in Catalonia (Spain). Integrated pest management in protected vegetable crops. Joint expert's

meeting. Cabriils, España.

ANONIMO, 1995. Side effects of pesticides on beneficial organisms. Koppert Biological Systems, Holland.

ANONIMO, 1999. Censo Hortícola 1998. Cinturón verde del Gran Buenos Aires. SAGPyA, INDEC, MAA Pcia. Bs. As.

BIMBONI, H.; 1994. Control de la polilla del tomate *Scrobipalpuloides absoluta* en cultivo protegido. EEA INTA San Pedro.

BOTTO, E.; et al, 1996. Plagas claves y control biológico. P: 1-23. Informe anual del Proyecto: Desarrollo de un sistema de manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de tomate. IMYZA-CICA-INTA.

BRAUN, A. L.; SUPKOFF, D. M. 1994. Options to Methyl Bromide for the control of soil-borne diseases and pest in California Pest Management Analysis and Planning Program: 2-33.

CURRY, J. P.; PIMENTEL, D. 1971. Life cycle of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* and population trends of the whitefly and its parasite, *Encarsia formosa*, on two tomato varieties. Annals of the entomological society of America, vol. 64: 1188-1190.

FERNANDEZ, R. 1998. Control químico: hacia un control más racional e integrado de plagas y enfermedades. P: 6-14. Carpeta Charlas de Actualización para Productores. INTA.

GULLINO, M.L. 1992. Methyl Bromide and Alternatives in Italy. In: Methyl Bromide. Proceeding of the International Workshops on Alternatives to Methyl Bromide for Soil Fumigation. Rotterdam, The Netherlands/Latina, Italy: 242-254

POLACK, A L., 1997. El control químico en el contexto del manejo integrado de plagas. P: 5-9. Resúmenes Séptimas Jornadas sobre cultivos protegidos. INTA-UNLP-MAA.

RODRIGUEZ RODRIGUEZ, M. D., et al. 1994. IPM Tomate. Programa de manejo integrado en cultivo de tomate bajo plástico en Almería. Junta de Andalucía, España.

RUNIA, W.T., 1983. A Recent Development in steam sterilisation. Acta Hortic. 152:195-197.

SAINI, E.; ALVARADO, L. 2000. Insectos y ácaros perjudiciales al cultivo de tomate y sus enemigos naturales. IMYZA-CICVyA-INTA

STENSETH, C. 1986. Whitefly and its parasite *Encarsia formosa*. Biological Pest Control, The Glasshouse Experience. Sterling Publishing Co. Inc. 2. N.Y., EEUU: 30-33.

THEUNISSEN, J. 1999. Request of and expert in integrated pest management of vegetable crops. Plant Research International, Wageningen, The Netherlands. Report of a visit to Argentina. Inédito.

TROTTIN-CAUDAL, Y., et al. 1995. Maitrise de la protection sanitaire. Tomate sous serre et abris. Ctifl. París, Francia.

VAN LENTEREN, J. C., 1996. Designing and implementing quality control of beneficial insects: towards more reliable biological pest control. OILB. Report of the third workshop, Antibes, France.

VAN LENTEREN, J. C.; WOETS, J. 1988. Biological and integrated pest control in greenhouses. Ann. Rev. Entomol. 33: 239-269.

WOLCAN, S., et al 1999. Evaluación de *Fusarium* spp. en los suelos de los distintos tratamientos alternativos al uso del Bromuro de metilo. Seminario Taller: P. 52-57. Uso del bromuro de metilo en la República Argentina. Problemática y alternativas para su sustitución. UN La Plata.

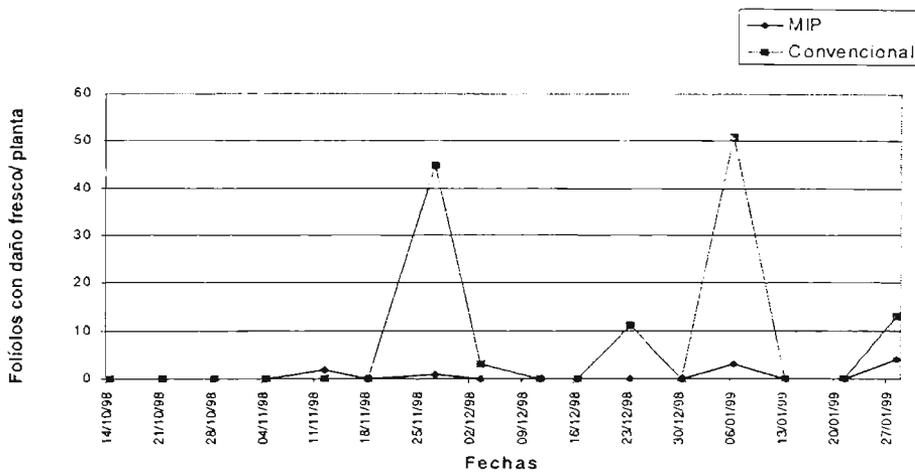


Figura 1: Evolución de daño en hoja de la Polilla del Tomate

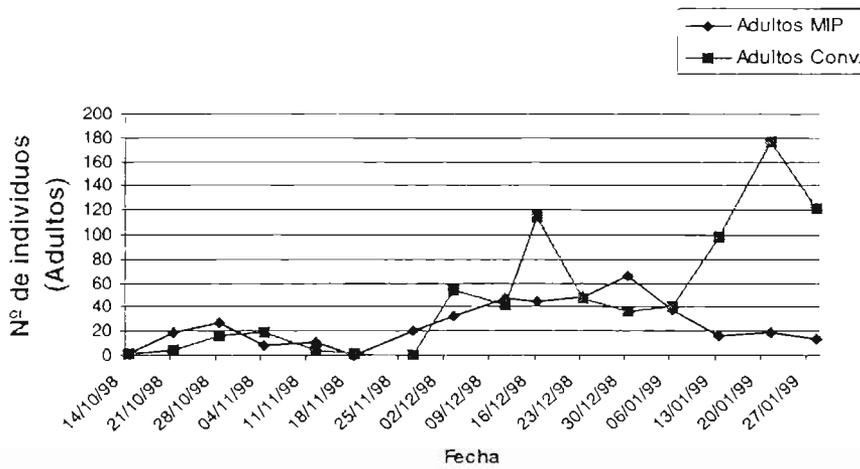


Figura 2: Evolución temporal de Adultos de Mosca blanca en el sector MIP y Conventional.

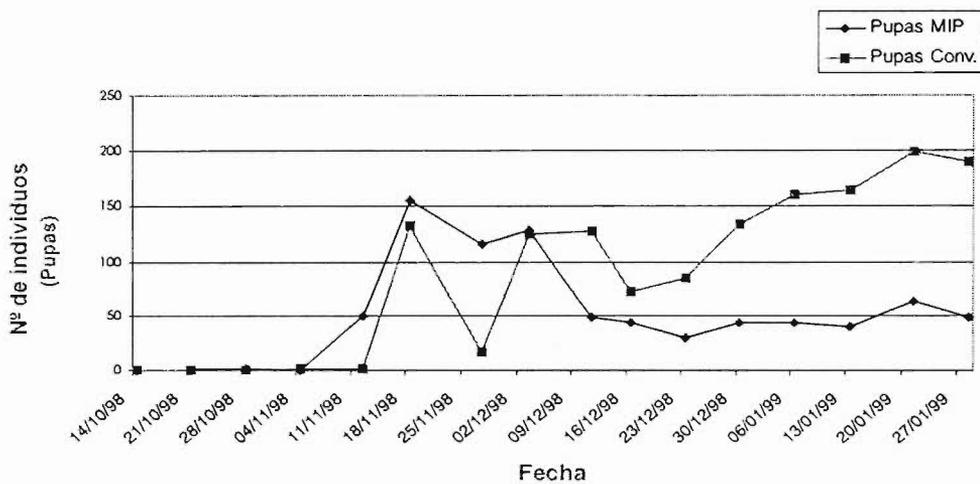


Figura 3: Evolución temporal de Pupas de Mosca blanca en el sector MIP y Conventional.

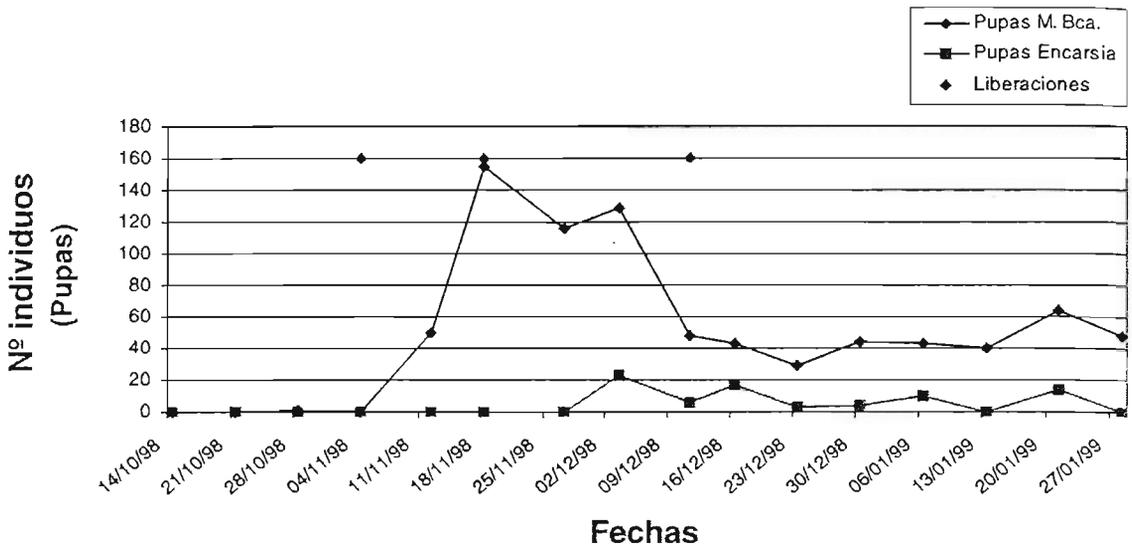


Figura 4: Relación entre número de Pupas sin parasitar y parasitadas por Encarsia formosa. (Sector MIP)

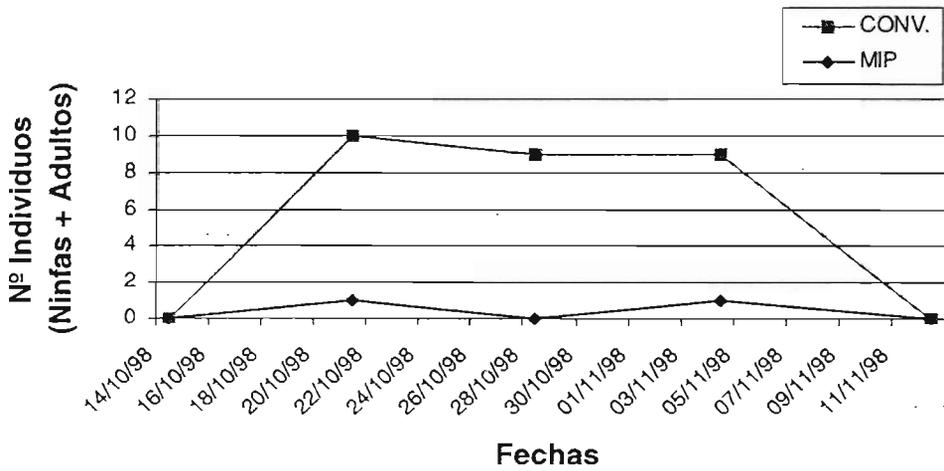


Figura 5: Fluctuación poblacional de trips (Adultos + Ninfas) en el sector MIP y Convencional.

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS:

Avances y reflexiones en torno a su adopción en los cultivos protegidos del Gran La Plata

Ing. Agr. Roberto FERNANDEZ

INTA UEEA Gran Buenos Aires - E-mail: agranbuc@inta.gov.ar

El control de plagas y enfermedades en la zona hortícola platense, como en la mayoría de las áreas cultivadas, se ha basado casi exclusivamente en la lucha química. Sin embargo, a pesar de las ventajas que produjo la utilización de agroquímicos, el uso frecuente y en muchos casos abusivo, provoca una serie de consecuencias negativas como ser:

- Riesgos de intoxicación para operarios
- Residuos de plaguicidas en los productos cosechados
- Mayores costos por aplicaciones innecesarias
- Generación de resistencias a plaguicidas
- Ruptura de mecanismos naturales de control de plagas (destrucción de enemigos naturales)
- Contaminación del medio ambiente

Estos elementos, muchas veces, son difíciles de medir, valorar y también cuantificar económicamente, pero es indudable que la sociedad de hoy, y el consumidor en particular, exigen productos más sanos e inoctrinos y una agricultura más respetuosa con el medio ambiente.

Esta situación plantea nuevas estrategias en el manejo sanitario de los cultivos. Así día a día se avanza la aplicación de otro tipo de prácticas que se complementan con el control químico convencional.

La búsqueda de alternativas sustitutivas al uso de Bromuro de metilo en cultivos hortícolas y florícolas, como el planteado en el presente Proyecto ONUDI-INTA, es un ejemplo concreto dirigido hacia una agricultura ecológicamente sostenible. Sin embargo este esfuerzo resultaría parcial si al mismo tiempo no se incorporan acciones complementarias, que contemplen la reducción y el empleo racional de plaguicidas en su conjunto.

En este sentido un concepto que aparece habitualmente en trabajos de esta naturaleza es el *Manejo Integrado de Plagas (MIP)*. El mismo es definido por la OILB (Organización Internacional de Lucha Biológica) como un método de control de plagas y enfermedades que aplica un conjunto de métodos satisfactorios desde el punto de vista económico, ecológico y toxicológico, dando prioridad al empleo de sistemas naturales de regulación y respetando los umbrales de tolerancia.

El MIP, enfocado en invernáculo, tiene un desarrollo sostenido en países centrales, sin embargo su aplicación en regiones como la referida debe ser motivo de un análisis y desarrollo particular.

Limitaciones y facilidades para la adopción del MIP:

Las primeras experiencias en este campo, demuestran que la implementación de esta técnica en zonas hortícolas como la de La Plata, no es con seguridad una modalidad de fácil y rápida adopción.

Ante todo, el *MIP* como primera medida, debe probar ser una técnica económicamente más conveniente que los sistemas de control convencionales.

Existe además un rechazo natural al cambio, los criterios de decisión del control químico son más claros, en cambio la lucha integrada necesita de una mayor habilidad para manejar procesos biológicos naturales. Requiere un grado de conocimiento y sofisticación muy superior al que exige la tecnología de plaguicidas (Perkins, 1982).

La convicción sobre las ventajas en el uso del *MIP*, es uno de los pilares sobre el cual se asienta la adopción de esta técnica. El control integrado origina menores costos sociales y medioambientales, pero estas son ventajas a largo plazo, no sentidas por los sectores cercanos a la producción, en el corto plazo (Van Lenteren, 1990).

Muchas iniciativas en el campo de los cultivos orgánicos se desarrollaron basadas en el convencimiento del uso de esta técnica como modalidad de producción. Esta circunstancia no se ve reflejada en las quintas convencionales, de allí que el pasaje a una nueva forma productiva solo se logrará, entre otras cosas, si se desarrollan alicientes o recompensas por su adopción.

En el análisis de las limitantes a la adopción del *MIP* se deben considerar aspectos de origen técnico y otros debido a circunstancias externas, normalmente ligadas entre sí.

Entre ellas se pueden citar:

La baja incidencia del control químico en los costos totales de producción. Los plaguicidas de última generación con menor impacto ambiental, son más costosos, y salvo excepciones, nada impulsa a su empleo masivo.

La producción continua e ininterrumpida de cultivos en invernáculo, mas otras condiciones predisponentes para la aparición de plagas y enfermedades, como el clima variable, no favorecen los cambios.

La aparición y permanencia de nuevas plagas y enfermedades, que llevan a la utilización de productos de amplia acción y a la disminución de los niveles de tolerancia. La falta de desarrollo en el empleo de la fauna auxiliar autóctona, o a la carencia de insumos comercialmente disponibles (depredadores, parásitos, polinizadores, etc.) para la lucha biológica.

Existen también otros aspectos que limitan este desarrollo como, la falta de un trabajo mancomunado que involucre como soporte a productores (y sus organizaciones), políticos, técnicos, comerciantes y consumidores. El factor humano es el eje principal donde gira la implementación del *MIP*.

Es necesario también profundizar los trabajos de investigación, experimentación y transferencia al medio.

Del mismo modo puede señalarse la carencia de una legislación o marco regulatorio que contemple este tipo de producción e incentive su adopción.

Por otra parte, como se señalara, se asiste hoy a un marcado avance en el cuestionamiento al uso abusivo e indebido de plaguicidas. La salud humana y el cuidado del medio ambiente representan los puntos centrales de muchas iniciativas en cualquier actividad.

En este escenario, la horticultura protegida representa un sistema de producción, que será cada vez mas, objeto de cuestionamientos y objeciones en materia medioambiental y de seguridad alimentaria. Esta situación, en efecto, permitirá acelerar la incorporación de buenas prácticas agrícolas y acceder finalmente al manejo integrado de plagas.

Existen otras circunstancias que probablemente contribuyan a la evolución de esta transformación, por ejemplo, la aparición de mayor cantidad de resistencias a

plaguicidas por parte de organismos perjudiciales. Este fue uno de los motores que permitió la introducción de la lucha biológica en zonas de producciones intensivas. El avance de la biotecnología es un punto fuerte que acompañará este proceso y que permite por ejemplo, la incorporación al cultivo de variedades resistentes, área donde se centra las mayores expectativas por las posibilidades de progreso.

El invernáculo utilizado en la zona, si bien sin automatización y control del clima interior, es un ámbito que permite decidir algunas medidas sanitarias con mayor precisión.

El lanzamiento al mercado de productos químicos con menor impacto ambiental y respetuosos de la fauna auxiliar, aunque de aparición lenta, permitirán disponer de mayores herramientas en este campo.

Por último, el mayor control de las frutas y hortalizas en las distintas bocas de venta, actuará como catalizador en el camino hacia una producción con prácticas de sanidad más adecuadas.

Posibilidades de su implementación

Indudablemente la implementación de técnicas que consideren el *manejo integrado de plagas (MIP)*, llevará aún algún tiempo y se deberán superar una serie de barreras, algunas de las cuales fueron ya explicitadas.

No obstante, como se señalara, se aprecian síntomas de interés creciente por parte de algunos productores (y sus organizaciones), técnicos comerciantes y por parte de los consumidores, quienes con mayor comprensión del tema, acabaran consolidando la técnica del MIP.

Una acción permanente debe ser la de concientizar sobre los perjuicios de las malas prácticas, como también congrega a sectores interesados en la aplicación del manejo integrado. También lo es, la implementación de programas de certificación y control, como la puesta en vigencia de medidas que fomenten o favorezcan la adhesión a estos sistemas.

Una vía posible para incursionar definitivamente en el MIP, es desarrollar medidas o protocolos de acción con metas más acotadas y adecuadas a la realidad productiva de la región.

En muchos casos la definición del MIP se enmarca más en una declaración de principios que en una metodología concreta de acción. A menudo más que programas de control integrado, se usan técnicas de aplicación racional de plaguicidas.

Existen en la actualidad una serie de prácticas que se realizan en las producciones locales, las que en forma ordenada podrían implementarse e incluirse en un protocolo de manejo racional de plagas, aspecto este que conforma el escalón anterior al empleo de acciones más complejas.

El camino está iniciado, la etapa siguiente como se indicó, será el desarrollo de métodos ajustados a las circunstancias locales, de manera que logren acercarse al concepto señalado, y más aún, permitan arribar a otra meta sobre la cual confluirán, sin dudas, la mayoría de las futuras iniciativas consideradas con una visión más amplia, la *producción integrada (PI)*.

Referencias bibliográficas

Albajes, R. 1995. Quince años de control integrado de plagas. P. 46. Revista Horticultura, España.

Albajes, R., et. al. 1997. Control integrado de plagas en tomate. P. 12-16. Revista

Horticultura Argentina N° 1.

Alomar, O., et. al. 1987. Cultural practices of IPM in protected crops, in Catalonia (Spain). Integrated pest management in protected vegetable crops. Joint expert's meeting. Cabrils, España.

Alomar, O., et. al. 1989. Prácticas culturales de control integrado en invernaderos. Hojas divulgadoras N° 11/89. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España.

Anónimo, 1997. Carpeta del Seminario sobre Lucha integrada. Fortalecimiento y modernización de la producción y comercialización de frutas y hortalizas. Convenio INTA-Ctifl.

Braun, A.L.; Supkoff, D.M.. Options to Methyl Bromide for the control of soil-borne diseases and pest in California. Pest Management Analysis and Planning Program: 2-33.

Cichón, L. 1998. Manejo racional de plagas en frutales de pepita. Carpeta Seminario-Taller: Prevención de riesgo de contaminación agrícola. INTA.

Fernández, R. 1998. Control químico: hacia un control mas racional e integrado de plagas y enfermedades. P. 6-14. Carpeta Charlas de Actualización para Productores INTA.

Perkins, J.H. 1982. Insects experts and the insecticide crisis. The for new management strategies Plenum, New York.

Polack, A. L. 1997. El control químico en el contexto del manejo integrado de plagas. P: 5-9. Resúmenes Séptimas Jornadas sobre Cultivos Protegidos. INTA-UNLP-MAA.

Rabasse, J. M. 1997. Serres: Recherches et développement de la lutte biologique et intégrée. Revue Fruit & Legumes Supplément N° 151. France.

Rodríguez Rodríguez, M. D., et.al. 1994. IPM Tomate. Programa de manejo integrado en cultivo de tomate bajo plástico en Almería. Junta de Andalucía, España.

Trottin-Caudal, Y., et.al. 1995. Maitrise de la protection sanitaire. Tomate sous serre et abris. Ctifl. Paris, Francia.

Van Lenteren, J. C. 1990. El manejo integrado de plagas en invernaderos; estado actual, restricciones y futuro. P: 9-18. La lucha integrada en la horticultura intensiva. Mataró, España.

Van Lenteren, J. C.; Minks, A. K. and De Ponti, O. M. 1992. Biological control and integrated crops protection: Towards Environmentally Safer Agriculture. P: 7-9. Proceedings of an International Conference IOBC/WPRS. Veldhoven, The Netherlands.

PRODUCCION DE TOMATE EN SISTEMA DE CULTIVO SIN SUELO ABIERTO Y CERRADO.

Adolfo T. Amma

Suelo y Agrometeorología. E.E.A. INTA San Pedro. Ruta 9 Km 170. (2930) San Pedro. Tel/
Fax: 03329-424074/423321 – email : <esanpedro@inta.gov.ar>

Palabras claves:

Cultivo sin suelo, sistema cerrado, solución recirculante, sistema abierto, tomate, cultivo en sustrato.

Resumen

Se condujo una experiencia en invernadero con la finalidad de evaluar la potencialidad productiva, eficiencia en el uso del agua y nutrientes y el impacto ambiental de dos sistemas de cultivo sin suelo: abierto y cerrado. Diseño experimental: bloques aleatorizados con siete repeticiones. Como sustrato se utilizó perlita agrícola y como contenedor saco de polietileno negro de 54 litros de capacidad. Unidad experimental: 4 sacos con 5 plantas de tomate cv. Dominique en cada uno.

No se constató diferencias significativas de rendimiento de fruto comercial, el sistema abierto produjo mayor rendimiento de frutos grandes, mayor de 140 gramos y mayor cantidad de frutos con blossom end rot (B.E.R). En el sistema abierto se registró un 22% de drenaje, equivalente a 1910 m³.ha⁻¹ y un aporte de 27,8% más de agua que en el sistema recirculante.

Introducción

En la producción intensiva moderna de hortalizas, de manera especial bajo cubierta, el planteo agronómico no sólo se centra en la obtención de altas producciones cuali-cuantitativas; sino que además, el sistema debe ser respetuoso con el medio ambiente y la salud del productor y del consumidor. Estas consignas son día a día más difíciles de cumplir en el sistema tradicional de producción en suelo. El uso reiterado de este recurso natural tiende al deterioro físico, físico-químico, y sanitario que inciden negativamente sobre la productividad y requiere de tecnologías que representa gastos energéticos y económicos no siempre aliados a la conservación del medio ambiente.

En este contexto moderno de producción, el cultivo sin suelo en sus distintas variantes, puede llegar a constituirse, dependiendo de la rentabilidad del sistema, en una herramienta que tienda a optimizar los recursos y afectar en menor medida al medio ambiente en base a:

Evitar la excesiva abundancia de patógenos del suelo y los consiguientes tratamientos sanitarios.

Mejorar el control nutricional.

Ahorrar energía y tender a la sustentabilidad de la producción

Mayor eficiencia en el uso del agua, nutrientes y pesticidas

Menor contaminación del medio ambiente. .

Material y métodos

La experiencia se condujo en la EEA INTA San Pedro, ubicado en el NE de la Pcia de Buenos Aires, Argentina, a 170 Km de la Capital Federal, sobre la Ruta 9, Km 170. El Invernadero es de polietileno con estructura metálica tipo túnel de 8 m. de ancho x 3,50 m de altura máxima, aberturas laterales. Apertura y cierre mecánico no automático. Piso de tierra compactado y nivelado, cubierto con tela-malla de polietileno negro.

El ordenador de riego utilizado en el sistema cerrado posee un software que permite controlar el sistema de irrigación (pH, C.E. momento y tiempo de riego); el clima, ambos con sistemas de alarmas; posee sistemas de recolección de datos; de monitoreo de solución de drenaje, etc.

El fertirriego consta de sistema de distribución por cañería de plástico de 1" desde el cabezal hasta la cabecera de las líneas de plantas y posteriormente tubos de 16 mm y gotero de 2 lts de caudal por planta.

En el sistema abierto el cabezal de fertirriego compuesto de: bomba centrífuga de $\frac{3}{4}$ HP (20 a 80 lts/minuto, h: 20-32 m), 2 dosificadores proporcionales de solución nutritiva (A y B) (dosatron), 2 temporizadores "timer" con capacidad para 6 programas de riego cada uno. Filtro, manómetro y electroválvula. La distribución de la solución nutritiva similar al anterior.

Sustrato: Perlita agrícola : granulometría 0.5 – 6 mm; contenedor : Sacos de polietileno negro de 300 micrones: 25 cm de diámetro x 1,10 m. de largo. 54 litros de capacidad. Sustrato y contenedor ya utilizado en experiencia anteriores. Amma y Cascardo (1995). Tratamientos : T 1 : C.S.S. Cerrado; T 2 : C.S.S. Abierto. Diseño experimental: Block al azar; 7 repeticiones con una fila de sacos en cada extremo como bordura. Unidad experimental: 4 sacos con 5 plantas cada uno; total 20 plantas.

Los sacos (4) correspondientes a cada unidad experimental, se ubicaron en una línea sobre dos hileras de ladrillos cerámicos de 18x8x32 cm, con un caño de pvc de 3" en el medio, que oficia de colector del líquido drenante. En cada saco se plantaron 5 plantines de tomate (0,20 m entre sí). Distancia entre filas de sacos (unidad experimental) : 1,50 m. Especie tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Dominique).

Las plantas se condujeron a un tallo, tutorado con hilo de polietileno y dispuestas en dos hileras separadas por 0,50 m entre sí. Para esto se procedió a guiar las plantas en forma alterna para uno y otro lado a partir de una única línea de plantación realizado sobre los sacos. Es decir, la parcela constó de una línea de 4 sacos, con 5 plantas en línea por saco y tomando disposición de doble hilera separadas a 0,50 m y cada parcela de la vecina por un camino de 1,00 m.. Ancho efectivo de la parcela: 1,50 m x 5.00 m de largo (distancia entre sacos 0,15 m).

A medida que las plantas fueron creciendo se fue acostando, una hilera en un sentido y la opuesta en el sentido contrario a efectos de lograr la rotación de las plantas en el espacio, disposición espiralada.

El agua de riego utilizada es de calidad media; clasificada como C2S2 : C.E. 0.740 mS.cm⁻¹, pH: 7.7; residuo seco: 520 mg.L⁻¹; cationes. Ca, Mg, K , Na: 0.63, 0.60, 0.25, 6.88 meq. L⁻¹ y aniones: CO₃H⁻; Cl⁻ y SO₄⁼ : 7.99, 0.24 y 0.65 meq.L⁻¹, respectivamente. RAS 9.

Solución nutritiva completa Sonneveld, (1985) ajustada de acuerdo al agua de riego. Composición inicial para sistema cerrado y de rutina para el sistema abierto. (mmol.l⁻¹): NO₃⁻: 14.66; SO₄⁼: 2.5; PO₄H₂⁻: 1.5; K⁺: 7; Ca⁺⁺: 3.75; Mg⁺⁺: 1; Na⁺ : 6.9.

Los riegos fueron ajustados de acuerdo a la capacidad de retención del sustrato y del

requerimiento ambiental y de cultivo. En el sistema abierto se iniciaron con 7 riegos diarios con una duración total de 14 minutos. De acuerdo a los requerimientos se incrementaron tanto los números como la duración de los riegos hasta alcanzar los 12 riegos diarios y un tiempo máximo de 115 minutos. En el sistema cerrado se inició con 9 riegos diarios con una duración total de 27 minutos y se alcanzó los 12 riegos y un tiempo total máximo de 90 minutos diario.

En el sistema cerrado, la solución drenante escurrió por el caño de desagüe de cada parcela y de allí a otro de PVC de 3" ubicado perpendicularmente a los mismos y en forma subsuperficial; éste condujo la solución a un tanque de depósito colocado también bajo nivel. El tanque posee una bomba centrífuga conectada a un flotante con contacto que pone en funcionamiento cuando el líquido alcanza un nivel predefinido. La solución así impulsada es filtrada a través de un filtro de arena y por uno de anillas. El líquido filtrado pasa por un caudalímetro y posteriormente conducido a través de un caño de PVC de 1" hasta el tanque de almacenamiento, que se encuentra junto al cabezal de fertirriego. De allí es tomado, previo mezclado con agua de línea, por la bomba impulsora que lo inyecta en el tanque mezclador del cabezal y una vez regulado su pH y C.E., por medio de sensores, vuelve al cultivo. En el sistema abierto el proceso de recuperación de la solución nutritiva es similar al descrito anteriormente. En este caso una vez que la solución alcanza un determinado nivel en el tanque depósito del sistema, es bombeada hacia el exterior, previo paso por el caudalímetro.

En el sistema cerrado la PC registra distintos eventos y parámetros. En la solución de riego se mide: hora de riego, volumen de riego, volumen de Sol. A, Sol B, y Acido; pH y CE. En el drenaje se registra volumen de drenaje, pH y C.E. Además en forma separada, se lleva registro de volumen de agua inyectado al sistema desde la línea general de agua y volumen de drenaje, medido mediante caudalímetros.

En el sistema abierto se lleva registro de volumen de agua, de solución A y B inyectado al sistema y el volumen de solución de drenaje. Con estos valores se calculan consumo de agua en las distintas fases del cultivo, volumen de drenaje eliminado, eficiencia en el uso de agua y nutrientes, etc.

La plantación se realizó el 1-X-1999 y la recolección se extendió desde el 10 de diciembre de 1999 hasta el 7 de marzo de 2000, 22 recolecciones, media de 13 racimos. Los frutos comerciales se clasificaron de 70 a 140 g.; > 140 g.; descarte (< de 70 g. o con defectos) y frutos con podredumbre apical (B.E.R.). En todos los casos se registró número y peso.- Los datos fueron sometidos al análisis de la variancia y las medias contrastadas por test de Tukey. Los datos de número de frutos fueron sometidos a la transformación de raíz cuadrada previo a su análisis estadístico.

Resultados y discusión

Rendimiento: En el sistema abierto se obtuvo un mayor rendimiento de frutos grandes, mayor de 140 g.; sin embargo, esto no alcanzó para que en el rendimiento de fruto comercial se constataran diferencias significativas entre ambos. En peso de fruto descarte, menor de 70 g y frutos con defectos, no hubo diferencias significativas. Se constató diferencia significativa en peso de fruto con podredumbre apical (B.E.R); mayor cantidad en el sistema abierto. Tabla 1.

Tabla 1: Efecto de C.S.S. abierto y cerrado sobre peso de fruto comercial, descarte y B.E.R.

Cultivo en Sustrato	Peso fruto 70 - 140 g kg/parcela	Peso fruto > 140 g kg/parcela	Peso fruto comercial kg/parcela	Peso fruto descarte kg/parcela	Peso fruto B.E.R kg/parcela.
Abierto	84.914	32.896	118.393	2.311	12.224
Cerrado	84.846	24.765	109.611	3.271	8.222
Tukey 5%.	n.s.	*	n.s.	n.s.	*
c.v. %.	8.05	13.6	7.2	26.7	21.6

ns, * : no significativo o significativo a $P \leq 0,05$, respectivamente

Los resultados físicos logrados estarían indicando de que en ciclos semejantes al detallado y con agua de calidad media (C2S2), el sistema cerrado, sin eliminación de solución recirculante, no disminuye la productividad de la planta de tomate, resultados similares fue obtenido por Zekki et al. (1996). Otros investigadores, Uronen (1994); Bartosik et al (1993), por su parte, han constatado una disminución de rendimiento con el sistema cerrado en comparación al abierto. En nuestra situación debería evaluarse en el caso de un cultivo de ciclo largo o repetición de cultivos en el mismo sustrato y sin renovación de solución nutritiva. En experiencias conducidas en la EEA San Pedro, en sistema abierto, se han realizados hasta 5 ciclos de tomate continuados con el mismo sustrato y contenedor sin diferencias de comportamiento con respecto a sustrato y contenedor de segunda utilización. Amma y Cascardo (1997)

Se ha constatado, en el sistema recirculante, una tendencia a la disminución del tamaño de los frutos a medida que se avanzó en el ciclo; ello debido fundamentalmente a la elevación de la C.E. de la solución que alcanzó valores cercanos a 5 - 5,5 mS.cm⁻¹.

Consumo de agua: El consumo de agua en ambos sistemas han sido muy semejantes, ello es lógico dado que las unidades experimentales se dispusieron en forma alternada en el mismo ambiente, buscando la menor variación entre ellas. En el sistema abierto se alcanzó un porcentaje promedio adecuado de drenaje, aunque es necesario recalcar que se registraron variaciones durante el ciclo como consecuencia de las diferentes condiciones ambientales (nubosidad, temperatura, presión de vapor, etc). Se estima que estas variaciones de drenajes han sido las causales de la aparición de mayor cantidad de frutos con B.E.R. al afectar la disponibilidad hídrica durante esos períodos de mayor requerimiento ambiental..

En el sistema abierto hubo un 22 % de drenaje, 11464,9 litros de solución/ ensayo, equivalente a 1910,8 m3.ha⁻¹ de solución vertida al medio ambiente. Tabla 2.

Tomando los valores de aportes de agua de ambos sistemas se concluye que en el abierto se ha utilizado un 27,8 % más de agua para producir similar cantidad de tomate, cifras similares cita Raviv et al (1995).

Tabla 2: Aporte y consumo de agua según sistema de cultivo.

Sistema de cultivo	Aporte Litros/ensayo	Consumo Litros/ensayo	Drenaje Litros/ensayo	%
Abierto	52112.5	40647.6	11464.9	22.0
Cerrado	40779.2	39929	850 *	32.4 (+)

(*) : Solución recirculante remanente en tanque de depósito al final de la experiencia

(+) : Porcentaje calculado en base al volumen de solución inyectado y drenado durante la experiencia.

Se cuenta con información aún no procesadas sobre consumo de nutrientes, variaciones de las características de la solución nutritiva recirculante, volumen de solución nutritiva drenante y cantidad de fertilizantes vertido al medio, etc. Estas informaciones serán procesadas, analizadas y publicadas en un trabajo posterior.

Referencias :

Amma, A.T. y G. Cascardo 1995. Producción hortícola sin suelo, Experiencias iniciales. Horticultural soilless production; preliminary experiments). Riv.Agric.Subtrop. e Trop. 88(3):559-568.

Amma, A.T. y G. Cascardo. 1997. Reutilización de sustratos en CSS abierto de tomate. Informe interno anual P.I.E. 80019. INTA. Inédito.

Bartosik, M.L.; K. Salonen; R. Jokinen; K.R. Hukkanen. 1993. Comparison of open and closed methods on peat and rockwool and the leaching of nutrients. Acta Horticulturae. 342 : 303-305.

Raviv, M.; R. Reuveni.; A. Krasnovsky.; Sh. Medina. 1995. Recirculation of rose drainage water under semi-arid conditions. Acta Horticulturae 401, 427-433.

Sonneveld, C.A. 1985. Method for calculating the composition of nutrient solutions for soilless cultures, Second translated edition. Series: Voedingsoptlossingen glastuinbouw. N^o 10. Glasshouse Crops Research and Experiment Station. The Netherlands.

Uronen, K.R. 1994. Leaching of nutrients and yield of tomato in peat and rockwool with open and closed system. Acta Horticulturae 401: 443-449.

Zekki, H. ; I. Gauthier; A. Gosselin. 1996. Growth, Productivity, and Mineral Composition of Hydroponically Cultivated Greenhouse Tomatoes, with or without Nutrient Solution Recycling- J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121 : 1082-1088.

LOS CULTIVOS SIN SUELO COMO ALTERNATIVA AL USO DEL BROMURO DE METILO

Ing. Agr. Luis F. Balcaza
UEEA Gran Buenos INTA

Los suelos de la región hortícola del Cinturón Verde Metropolitano han sido protagonistas directos de los fuertes cambios que se produjeron en el sector durante la última década.

Con el pasaje de la producción de campo a invernáculo se desencadenan, en los suelos de la región, ciertos problemas de orden fisicoquímico y sanitario que, cuando se cultivaba exclusivamente a campo, eran subsanados por el aporte de agua de lluvia. Esta atemperaba el efecto producido por el agua de riego y el agregado de enmiendas y fertilizantes.

Ante este problema, las alternativas de recuperación y conservación de suelos de invernáculo se presentan desde varios ángulos. Entre las posibilidades más accesibles se encuentra la aplicación de materia orgánica, enmiendas de tipo inorgánico como yeso o azufre. También, en ciertos casos extremos, podría cambiarse el suelo, ya sea reemplazando el existente por un volumen equivalente de otro suelo o, trasladando los invernáculos de lugar. Esto implica un gasto que sería de muy difícil recuperación en el mediano plazo.

En cuanto a los problemas sanitarios, bien sabido es que las enfermedades de suelos son uno de las principales limitantes para los cultivos tanto hortícolas como florícolas. Ante esta circunstancia se apela a soluciones como la de permitir una cierta convivencia con la enfermedad, con la precaución de aplicar algunas labores culturales que puedan circunscribir los daños ocasionados hasta un nivel tolerable de pérdidas.

La otra posibilidad, por cierto masivamente adoptada, es la desinfección del suelo por los métodos conocidos (aplicación de Bromuro de metilo, y en menor medida, Dazomet y Metam sodio).

Una planta para crecer y desarrollarse necesita contar con algunos elementos en niveles óptimos, como son el aire, el agua, los nutrientes, la luz. Cuando estos alcanzan los rangos adecuados para la especie cultivada, un suelo que presenta las dificultades antes expuestas, se transforma en el factor limitante. Teniendo en cuenta este concepto, se pretende avanzar sobre la técnica de los cultivos sin suelo en nuestra zona.

El antecedente más cercano que se nos presenta en la región con plantas cultivadas fuera del suelo, es el de las plantas ornamentales, masivamente producidas en sustratos orgánicos desde hace bastantes años.

Hace aproximadamente cinco años algunos productores hortícolas iniciaron pequeñas experiencias en cultivos fuera del suelo con el objeto de mejorar la producción y la calidad.

En la EEA San Pedro también ha trabajado en este sentido probando diversos sustratos, contenedores y soluciones nutritivas. En la Unidad Demostrativa de la UUEA del INTA Gran Buenos Aires, a su vez, se han realizado algunas experiencias sobre sustratos orgánicos.

Para evaluar la posibilidad de utilización de sustratos orgánicos como sustitutos del

suelo se instaló un ensayo demostrativo con cultivo de tomate pasado en las experiencias locales y ajustando la metodología en los aspectos en los que aún se encuentran dificultades.

El ensayo mencionado se instaló en la EEA Gorina del Ministerio de Asuntos Agrarios de Provincia, en un invernáculo de 280 m². Los recipientes elegidos para la experiencia son sacos de 20 litros de capacidad donde se colocaron dos plantas por saco otorgándole a cada planta 10 litros de capacidad.

El sustrato fue una mezcla en partes iguales de turba rubia y cáscara de arroz, ya probada en el INTA San Pedro. El híbrido cultivado es el Maresma y la distribución de los sacos permite una densidad de 2 plantas por m². En cuanto al riego y la fertilización se realizó con un equipo automático controlado por computadora que permite ajustar estas variables con un amplio margen de maniobra. Este equipo permite manejar con precisión tanto caudales como frecuencias de riego, realizar una programación precisa de la fertilización y dosificar con ello los aportes de nutrientes.

Los fertilizantes se disuelven en tres tanques de 1000 litros y uno de 500 litros para el ácido y la mezcla se realiza en un tanque de mezclado donde se controla pH y conductividad eléctrica antes de salir hacia las líneas de riego.

La solución nutritiva es la de Sonneveldt y Bik construida teniendo en cuenta la calidad del agua de riego de la explotación.

La aplicación de la solución nutritiva a las plantas se realiza por microtubos de tienen un caudal de 4 litros hora. El riego se aplica con distintas frecuencias que varían entre 3 y 5 riegos diarios con un caudal de 450 cm³ a 1 litro por riego y por planta.

Durante el primer año de ensayo (1998/99) la labor se orientó al ajuste del equipo de riego lo mismo que la programación de la solución nutritiva. Los resultados obtenidos no son posibles de evaluar ya que no alcanzan para un razonable análisis de los mismos.

En el último año (1999/2000) se volvió a instalar el ensayo con el mismo sustrato. Esta campaña se dividió en dos etapas. La primera se inició con una plantación temprana que finalizó en enero a causa de un fuerte viento que destruyó las instalaciones. Así mismo el cultivo presentaba fuertes deficiencias en su desarrollo lo que impidió su evaluación. Las causas de estas dificultades se relacionan con la frecuencia de riego y la fuerte retención de agua por parte del sustrato.

En la segunda etapa, se cambió la dosis y la frecuencia de riego y en un principio las plantas crecieron normalmente, aunque al pasar a la etapa de floración comenzaron a detener su crecimiento no pudiéndose establecer su comportamiento por carecer de fruta evaluable comercialmente.

La explicación a este fenómeno parte de observaciones realizadas en el cultivo y se relacionan con la débil formación de raíces en los primeros estadios de la planta que dificulta la absorción de la solución nutritiva cuando esta es mas necesaria.

Dado que no se obtuvieron resultados confiables, las conclusiones a la que se pueden arribar serán de difícil aplicación. Aunque por las dificultades que presentan estos sustratos orgánicos no parecen recomendables para ser utilizados comercialmente y tampoco sería conveniente profundizar en su experimentación.

Esas dificultades se centran en el la alta capacidad de retención de agua por parte del sustrato que se pudo subsanar, en este caso, con los cambios de frecuencia y caudales de riego.

La factibilidad que con esta técnica se solucionen los problemas edáficos ya mencionados y con ello, se incremente su crecimiento y difusión, dependerá de varios factores tanto económicos como técnicos y culturales. Aunque resulta muy aventurado predecir su evolución, hay que considerar en principio que su posible adopción se orienta hacia aquellas situaciones donde se presenten dificultades concretas y de

difícil solución de deterioro en los suelos. También, y esto es sumamente importante, cuando los conocimientos y organización del adoptante permitan implementarla adecuadamente.

PROYECTO ALTERNATIVAS SUSTITUTIVAS AL USO DE BROMURO DE METILO EN SUELO

Ing Oscar Martínez Quintana
INTA - UEEA Gran Buenos Aires

Objetivos:

- Que los productores hortícolas y florícolas, técnicos, comerciantes, dirigentes, funcionarios y otros actores de la región, tomen conocimiento de la influencia negativa del Bromuro de metilo sobre el medio ambiente.
- Que los actores antes mencionados tomen conocimiento de las reglamentaciones que regularán en el futuro el uso del Bromuro de Metilo.
- Que los productores, técnicos y comerciantes conozcan otras técnicas sustitutivas al Bromuro de Metilo.

FASE I: INSTALACIÓN DEL PROBLEMA Y DEL PROYECTO.

Actividades:

Logo

Con el fin de darle una identidad clara a las acciones del proyecto más allá de la instituciones participantes, se diseñó un logo que se usaría en todas las acciones que se realizarían desde el Proyecto.

Folleto

Se elaboró con el fin de distribuirlo en diversos medios y apoyar otras acciones de comunicación.

Es de tipo institucional con un contenido relacionado a los alcances del problema, reglamentaciones, posibles soluciones, etc.

Video

Se editó uno con el fin de distribuirlo en diversos medios y también como apoyo a otras actividades de comunicación.

Se presenta la problemática del Bromuro de metilo y su impacto en la destrucción de la capa de ozono, futuras acciones y posibles soluciones. Tiene una duración de 8 minutos.

Reuniones informativas

Encuentros programados con diferentes audiencias

Difusión masiva

Elaboración de gacetillas, artículos, notas en periódicos, revistas y participación en programas de radio y televisión

Medios Locales:

Diario El Día
Diario Hoy
Mensuario Estación Agropecuaria
Mensuario Sin Límites
Radio: El campo y su gente de la Cátedra de Extensión Agropecuaria de Radio Universidad de La Plata

Medios Regionales:

Suplemento Tranquera Abierta de la Agencia DIB para 38 diarios de la provincia de Buenos Aires
Suplemento Huellas de la Agencia de Información de Buenos Aires-AIBA
Boletín Hortícola de la UEEA INTA Gran Bs.As. y la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP

Medios Nacionales:

Suplemento Rural de Clarín
Suplemento El Campo de La Nación
Periódico Informe Frutihortícola
Revistas:
Cultivos Intensivos
Campo y Tecnología
Produciendo
Revista Electrónica del INTA
Publicaciones de circulación interna del INTA

Televisión:

Mano a mano con el campo.
Es difícil dar una cifra exacta de la cantidad de personas a las que les llegaron los contenidos de los mensajes emitidos relacionados con el tema. De cualquier forma se estima teniendo en cuenta la diversidad e importancia de cada medio, que la cantidad es superior a los 3.000 contactos.

Seminario

El objetivo fue analizar con referentes técnicos de distintas zonas agroecológicas del país, la problemática del empleo del Bromuro de Metilo y su relación con el agotamiento de la capa de Ozono y presentar las alternativas sustitutivas disponibles y avances sobre resultados.

Las actividades de esta etapa prácticamente se mantienen ya que es necesario aumentar el número de contactos con el fin de masificar el conocimiento del problema. En muchos casos también se utilizan como apoyo a otras acciones de la Fase II o se hacen en combinación con ellas.

FASE II: DEMOSTRACIÓN DE ALTERNATIVAS SUSTITUTIVAS.

Actividades:

Instalación de parcelas demostrativas en campos de productores.

Con el fin mostrar a nivel de campo las alternativas sustitutivas al bromuro y realizar ajustes técnicos en cada una de ellas, se instalaron parcelas en 8 campos de productores de la región en cultivos de tomate, frutilla, pimiento, clavel y lisianthus bajo las condiciones productivas de cada uno de aquellos. Se realizó la selección de productores demostradores, la instalación, el seguimiento, la recopilación de datos y reuniones.

Jornadas a campo.

En los campos seleccionados se realizaron 8 reuniones con productores, técnicos, comerciantes y otros actores, con el fin de mostrar las parcelas y transferir los resultados obtenidos de ellas. La asistencia a cada una de la reuniones se estima en un promedio de 25 personas.

Carpetas Técnicas.

Con el fin de ser distribuidas a los asistentes a las reuniones y posteriormente a otros medios, se elaboraron siete carpetas conteniendo material técnico sobre la problemática del bromuro, técnicas sustitutivas y resultados obtenidos de las evaluaciones.

Participaciones en congresos, jornadas, entrevistas, foros.

Presentaciones del proyecto, de la problemática del Bromuro, de resultados obtenidos a partir de las actividades de evaluación de las diversas alternativas para la sustitución del Bromuro de Metilo, actualización de información, etc.

Las actividades de esta etapa como en el caso de la Fase I se mantienen hasta la finalización del proyecto y en muchos casos también se utilizan combinaciones de medios para fortalecer la comunicación con las distintas audiencias que el proyecto definió originalmente.

También en cada una de estas actividades de difusión han intervenido de una o otra manera y en distinto número y momentos, los técnicos participantes del Proyecto.

Se terminó de imprimir
en el mes de Mayo de 2000,
en Gráfica Sur Editora SRL,
Uruguay 473, Ciudad de Buenos Aires.