

# Alternativas químicas al uso de bromuro de metilo para la producción de flores de corte



**GOBIERNO  
FEDERAL**

**SEMARNAT**



**Baja California, México**

**2009– 2010**

**Octubre 2009**

**Dr. César Valenzuela Solano**  
**M. en C. Marta Pizano**





## **SEMARNAT**

**Ana María Contreras Vigil**  
**Directora General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro**  
**de Emisiones y Transferencia de Contaminantes**

**Agustín Sánchez Guevara**  
**Coordinador de la Unidad de Protección a la Capa de Ozono**

**Sofía Urbina Loyola**  
**Coordinadora de Programas de Fumigantes**

**Marco Antonio Cotero García**  
**Coordinador de Proyectos Piloto**

## **ONUDI**

**Guillermo Castellá Lorenzo**  
**Gerente de Proyectos - Viena**

## **ASESORES**

**Dr. César Valenzuela Solano**  
**Consultor Nacional**

**M. en C. Marta Pizano**  
**Consultora Internacional**



## **AGRADECIMIENTOS**

**Al Señor Héctor Lara Soria de Rancho Daisy en Rosarito,  
Baja California, México; por haber permitido que el proyecto  
se realizará dentro de sus instalaciones.**

**Al personal de este vivero por su amplia colaboración  
y entusiasmo mostrado.**

**Agradecemos muy especialmente a las empresas:**

**TRI-CAL DE BAJA CALIFORNIA, S.A. DE C.V.**

**BUCKMAN LABORATORIES, S.A. DE C.V**

**por haber aportado todos los productos químicos  
que fueron aplicados en los proyectos piloto.**



Plan Nacional  
de Eliminación del Consumo  
de Bromuro de Metilo en México  
2008 - 2013

GOBIERNO  
FEDERAL

SEMARNAT



## INFORMACIÓN

### Unidad de Protección a la Capa de Ozono

**Avenida Revolución No. 1425 Nivel 39  
Colonia Tlacopac, San Angel  
01040. México, D.F. MÉXICO  
Tel. (52 55) 56 24 35 52**

**[sofia.urbina@semarnat.gob.mx](mailto:sofia.urbina@semarnat.gob.mx)**

**[www.semarnat.gob.mx/gestionambiental/calidaddelaire/Pages/proteccionlacapadeozono.aspx](http://www.semarnat.gob.mx/gestionambiental/calidaddelaire/Pages/proteccionlacapadeozono.aspx)**

## ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Marco de referencia.....	1
1.2. Ubicación del proyecto y participantes.....	2
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos particulares.....	3
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
3.1. Ubicación e infraestructura del proyecto.....	3
3.2. Material vegetativo.....	6
3.3. Desarrollo del proyecto.....	7
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>8</b>
4.1. Tratamientos aplicados, manejo de datos y análisis estadístico.....	8
4.2. Análisis microbiológicos.....	9
4.3. Poblaciones de plantas y malezas.....	10
4.4. Análisis económico.....	11
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>12</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>13</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Aplicación de Tricon (bromuro de metilo) y Piclor 35 CE (1,3 D: cloropicrina) en camas cubiertas con plástico transparente en el Descanso, Baja California. México 2008.....	<b>5</b>
Figura 2. Camas elevadas con sustrato de fibra de coco, plantadas con cultivo de perrito en el Descanso, Baja California. México 2008.....	<b>6</b>
Figura 3. Parcelas de perritos marcadas para la cosecha en el Descanso, Baja California. México 2009.....	<b>8</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 1. Tratamientos alternativos al bromuro de metilo para la producción del cultivo de perritos en Ensenada, Baja California.....	<b>4</b>
Tabla 2. Rendimientos, diámetros y alturas de varas de flor de perrito en función de las alternativas al bromuro de metilo evaluadas en el Descanso, Baja California.	<b>9</b>
Tabla 3. Microorganismos patógenos y benéficos encontrados en parcelas tratadas con alternativas al Bromuro de Metilo en perritos en el Descanso, Baja California. 2008-2009.....	<b>10</b>
Tabla 4. Poblaciones de plantas de perritos y de malezas en parcelas tratadas con alternativas al bromuro de metilo en perritos en el Descanso, Baja California. 2008-2009.....	<b>11</b>
Tabla 5. Ramos por hectárea, valor de la producción, costos de producción e ingresos estimados para el estudio piloto con perritos en el Descanso, Baja California....	<b>12</b>

# ALTERNATIVAS QUÍMICAS AL USO DE BROMURO DE METILO PARA LA PRODUCCIÓN DE FLORES DE CORTE EN ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.

## 1. INTRODUCCIÓN.

### 1.1. Marco de referencia.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de la Unidad de Protección a la Capa de Ozono (UPO), tiene a su cargo la implementación de proyectos que contribuyan a mantener la integridad de la Capa de Ozono, para cumplir con los compromisos adquiridos por México ante el Protocolo de Montreal, acuerdo internacional firmado por México en 1987 que regula el uso de las sustancias que agotan la Capa de Ozono, a través de la eliminación gradual y obligatoria de su producción y consumo.

Una de estas sustancias es el bromuro de metilo, también conocido como bromometano ( $\text{CH}_3\text{Br}$ ), que se emplea como plaguicida para la fumigación de suelos agrícolas. Se trata de una de las sustancias más dañinas para la Capa de Ozono, junto con otras como las utilizadas en refrigerantes, aerosoles y extintores de incendios (CFC y HCFC). Por lo que la comunidad internacional ha promovido su sustitución con el uso de sustancias y prácticas alternativas.

La Capa de Ozono se encuentra entre 20 y 50 kilómetros sobre la superficie terrestre, protegiéndonos de letales radiaciones solares. Su paulatina destrucción, provocada por la actividad humana, ha constituido un grave problema durante los últimos 40 años, afectando las esferas del medio ambiente, el comercio y el desarrollo sostenible. Por lo anterior, en 1977 el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente inició las acciones para proteger la Capa de Ozono. Estas acciones se concretaron en 1987, con el establecimiento de un acuerdo internacional denominado Protocolo de Montreal. De esta forma, desde 1987 el Protocolo de Montreal regula el consumo de las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO) que nos protege de las radiaciones dañinas del Sol.

La disminución de la capa de ozono conlleva un aumento de las radiaciones ultravioleta de tipo B que llegan a la corteza terrestre. Este aumento de las radiaciones es perjudicial para el hombre ya que aumenta el riesgo de cáncer de piel y la aparición de enfermedades oculares. Si aumentan estas radiaciones supondría el incremento de la temperatura media de la Tierra, por lo que la utilización del bromuro de metilo, también incide en el calentamiento global. Para la vegetación, el aumento de las radiaciones de tipo B supone una disminución de la fotosíntesis, ya que la radiación que utilizan las plantas es aquella cuya longitud de onda se encuentra sólo entre 380 y 730 mm.

En 1992 se reconoció oficialmente al bromuro de metilo como una de las sustancias responsables del deterioro de la Capa de Ozono. En 1994, la Enmienda de Copenhague incluyó en el Protocolo de Montreal el control del consumo de esta sustancia y, de esta forma, se iniciaron las acciones para la eliminación gradual y obligatoria de su producción y consumo. En este contexto, México se comprometió a reducir en el año 2005 un 20 % del consumo de esta sustancia, a partir de la línea base establecida (promedio de consumo entre los años 1995 y 1998). Asimismo, nuestro país tiene el compromiso de eliminar totalmente su consumo en el año 2014.

En la 54ª reunión del Comité Ejecutivo del Protocolo de Montreal, celebrada en abril del 2008, fue aprobado el **“Plan Nacional de Eliminación del Consumo de Bromuro de Metilo en la Fumigación de Suelos y Estructuras”** (el proyecto). El proyecto es implementado por el Gobierno de México, a través de la Unidad de Protección a la Capa de Ozono (UPO) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en coordinación con la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI).

El objetivo del proyecto es eliminar el consumo de bromuro de metilo en México. Para cumplir con este objetivo, se proporciona asistencia técnica, capacitación y financiamiento a los usuarios de este fumigante que se comprometan a sustituirlo en forma definitiva. El proyecto tiene como meta la eliminación del consumo de 1 491 toneladas métricas de bromuro de metilo en el año 2014. La eliminación inició en el 2008 y se realiza en forma gradual.

En informe que se presenta, forma parte de los proyectos de campo que se instrumentan en el sector agrícola para la sustitución del bromuro de metilo por sustancias y prácticas alternativas con viabilidad técnica, económica, ambiental y social.

## 1.2. Ubicación del proyecto y participantes.

En la Costa de Ensenada, Baja California la floricultura es desarrollada por un grupo de 24 productores que cultivan un total de 438 ha. En esta región se producen alrededor de 44 especies de plantas, destacándose el uso de bromuro de metilo (BM) el clavel (*Dianthus caryophyllus*), el lisianthus (*Eustoma grandiflora*) y los perritos (*Anthirrhinum majus*). Se estima que en la región se usan unas 26.7 toneladas (t) anuales de bromuro de metilo, para lo cual se ha tenido contemplado su eliminación a través del desarrollo de proyectos de evaluación de alternativas de sustitución de bromuro de metilo en flores de corte, dentro del Plan Nacional para la Eliminación del Consumo de Bromuro de Metilo en México.

Entre los principales problemas que limitan la productividad y calidad de los cultivos de flor, y que han sido tradicionalmente controlados con bromuro de metilo, se encuentran patógenos que dañan las raíces y el cuello de las plantas como *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phytium*, *Phytophthora*, así como nemátodos (principalmente *Meloidogyne*) y algunas malezas (por ejemplo, *Convolvulus arvensis*).

## **2. OBJETIVOS.**

### **2.1. Objetivo general.**

El objetivo del presente estudio fue evaluar las alternativas disponibles para la sustitución de bromuro de metilo en la producción del cultivo de perritos en la Costa de Ensenada, Baja California, México.

### **2.2. Objetivos particulares.**

Evaluar alternativas químicas y su viabilidad económica para la sustitución de la aplicación de bromuro de metilo en el cultivo de perritos en la Costa de Ensenada, Baja California, México.

Evaluar alternativas no químicas y su viabilidad económica para la sustitución de la aplicación de bromuro de metilo en el cultivo de perritos en la Costa de Ensenada, Baja California, México.

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **3.1. Ubicación e infraestructura del proyecto.**

El trabajo se desarrolló de diciembre de 2008 a abril de 2009 en el Rancho Daisy, ubicado en el cañón conocido como el Descanso en el Municipio de Rosarito, Baja California, México. El productor cooperante fue el Sr. Héctor Lara Soria, Director de Rancho Daysi. El estudio se desarrolló dentro de un invernadero hecho de madera y cubierto con plástico transparente. Esta estructura no cuenta con control artificial del clima y los cultivos son irrigados mediante sistema de goteo.

Se evaluaron cinco alternativas al bromuro de metilo, comparando su resultado con un tratamiento como testigo regional a base de este fumigante, el cual fue aplicado siguiendo las especificaciones técnicas de la empresa responsable de su comercialización. Los tratamientos y sus costos se muestran a continuación:

**Tabla 1. Tratamientos alternativos al bromuro de metilo para la producción del cultivo de perritos en Ensenada, Baja California**

Tratamiento	Dosis	Método de aplicación	Costo por ha (pesos mexicanos)
Bromuro de metilo (98:2)	350 kg / ha	Riego por goteo	30,050
Vapor (pasteurización) + composta + microorg. benéficos	30 min a 90 °C +30 ton / ha	Pasivo + incorporación al suelo	52,900
Metam sodio (42%)	700 l / ha	Riego por goteo	17,380
Metam sodio (42%) + composta	700 lt/ha + 30 ton/ha	Riego por goteo + incorporación al suelo	29,680
Piclor 35 CE (1,3-D/Cloropicrina 61:33)	400 l / ha	Riego por goteo	47,215
Camas elevadas con sustrato fibra de coco	-	-	57,410

Las alternativas químicas fueron donadas y aplicadas por las empresas propietarias: Piclor 35 CE (1,3 D: cloropicrina) y Tricon (bromuro de metilo) por la empresa Tri-cal de Baja California, mientras que el BUSAN (metam sodio) (MS) por Buckman Laboratories. Las alternativas químicas fueron aplicadas mediante mediante el sistema de riego por goteo en las camas previamente humedecidas y cubiertas con plástico fino transparente, con el fin de evitar el escape de los gases, para lograr una mayor eficiencia de los productos (Figura 1).

Los tratamientos a base de fumigantes fueron aplicados entre el 18 y 21 de noviembre de 2008, mientras que el de vaporización (V) se realizó a inicios de febrero de 2009, debido a problemas de contratación y funcionamiento de la caldera usada en el proceso. El vapor fue aplicado en las camas por medio de tubos de CPVC de 5 cm de diámetro, con perforaciones de 0.5 cm cada 15 cm a lo largo, y fueron enterrados a una profundidad de entre 15 y 20 cm. Previo a la vaporización, las camas fueron cubiertas completamente con una lona ahulada impermeable. Durante el proceso de vaporización se tomaron, a 25 cm de profundidad y en tres puntos a lo largo de las camas, lecturas de las temperaturas con un termómetro metálico de 90 cm de tallo. El tiempo requerido para alcanzar la temperatura deseada de 80 °C en el suelo a 25 cm de profundidad, fue de 4 hr, después de lo cual se siguió aplicando vapor por 30 minutos más con el fin de eliminar patógenos y semillas de malezas (UC IPM, 2001). En las parcelas de este tratamiento se hicieron dos aplicaciones de microorganismos benéficos a través del agua de riego durante el ciclo del cultivo. Se utilizó Serenade (*Bacillus subtilis*) en dosis de 8 L / ha y PHCT-22 (*Trichoderma*) en dosis de 1.0 kg / ha.



**Figura 1. Aplicación de Tricon (bromuro de metilo) y Piclor 35 CE (1,3 D: cloropicrina) en camas cubiertas con plástico transparente en el Descanso, Baja California. México 2008**

La composta usada fue elaborada en el predio del productor cooperante a base de estiércol vacuno y paja de trigo (proporciones 4:1). El período de producción fue de 4 meses, y el proceso de composteo se realizó con ayuda de una volteadora mecánica adaptada a la toma de fuerza del tractor. Durante el composteo se llevó un control diario de las temperaturas de la mezcla, con el objetivo de verificar que se alcanzaran valores de 70 °C por un periodo de 15 días. Esto es importante para eliminar semillas de malezas y patógenos presentes en la pila de los residuos utilizados (Larney y Blackshaw, 2003). La composta fue aplicada en la cama vaporizada un día después de que se realizó la esterilización del suelo. Esto se hizo con el fin de no exponer a los organismos benéficos presentes en el mejorador de suelos al efecto letal del calor. Con el fin de no contaminar el suelo esterilizado, tanto los zapatos del personal aplicador como la rotocultivadora que se uso para incorporar la composta, fueron esterilizados previamente con una solución de cloro al 15 %.

La fibra de coco utilizada como sustrato en las camas elevadas (CE) provino de Colima, México, y es recomendada para cultivos hidropónicos. Debido a su alto contenido de sales totales (6.5 dS / m) este material fue lavado con agua de buena calidad hasta que se alcanzó una conductividad eléctrica de 1.5 dS / m valor adecuado para el cultivo de perritos (PanAmerican Seed, 2003). Después de lavada, la fibra de coco fue esterilizada por medio de vapor de agua a una temperatura de 80 °C por 30 minutos.



**Figura 2. Camas elevadas con sustrato de fibra de coco, plantadas con cultivo de perrito en el Descanso, Baja California México 2008**

Cada tratamiento fue aplicado en una o dos camas de 1.7 m de ancho por 46 m de largo (78 m<sup>2</sup>, incluye el pasillo o camino). En el caso del cultivo en sustratos (fibra de coco), se utilizaron 2 pares de camas elevadas (Figura 2), fabricadas en polietileno grueso, de 30 cm de ancho y 15 cm de profundidad, por 45 m de longitud (27 m<sup>2</sup>). Cada cama o tratamiento fue dividida en 3 secciones, de manera que cada una constituyó una réplica del tratamiento, lo que permitió evaluar con mayor precisión los efectos de los tratamientos aplicados.

### **3.2. Material vegetativo.**

Para el estudio se utilizó material vegetativo, desarrollado por el productor a partir de semilla en charolas de plástico con sustrato de musgo canadiense y perlita. La variedad de perrito utilizada fue True Pink. La sanidad de las plántulas fue verificada a través de muestreos y análisis fitopatológicos, los cuales fueron realizados en el Departamento de Microbiología del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) en Ensenada, Baja California. Para ello se tomaron aleatoriamente 20 plántulas de las charolas de crecimiento. Las muestras se evaluaron primero bajo microscopio estereoscópico en busca de síntomas de signos de enfermedad y posteriormente se procedió a limpiarlas cuidadosamente con cloro comercial al 10 % seguido de agua destilada estéril. Finalmente fueron colocadas individualmente en agar con agua, agar nutritivo y papa-dextrosa-agar. Los organismos que crecieron en las cajas Petri se caracterización usando microscopia y las claves taxonómicas correspondientes. El sustrato se uso para verificar la presencia de nematodos mediante la técnica de embudo de Baermann, la cual consistió en colocar 10 g de suelo sobre una malla de alambre y dos capas de toallas de papel. Las muestras fueron montadas sobre un embudo en cuyo tallo se colocó una manguera de plástico flexible. El montaje se dejó por 24 horas para permitir el movimiento de los nematodos al agua de la manguera. Los nematodos recuperados fueron observados bajo microscopio para luego ser clasificados mediante las claves taxonómicas correspondientes.

### 3.3. Desarrollo del proyecto.

El trasplante de las plántulas de perritos se realizó en diciembre del 2008 en todos los tratamientos, excepto en el de vapor, donde se trasplantó en febrero de 2009. Durante el ciclo del cultivo, se realizaron dos muestreos de suelo - planta con el fin de determinar la presencia de fitopatógenos y microorganismos benéficos en función de los tratamientos evaluados. El primero se efectuó en enero y el segundo en abril de 2009. Las muestras fueron llevadas al laboratorio de Departamento de Microbiología de CICESE en Ensenada, donde fueron procesadas como se señala a continuación: las raíces y cuellos de planta se lavaron con agua corriente, se limpiaron superficialmente con agua destilada estéril y se observaron bajo microscopio estereoscópico para identificar algún daño en las raíces y tallos. Luego se procedió a limpiarlas cuidadosamente con cloro comercial al 10 %, se les enjuagó dos veces con agua destilada estéril y finalmente fueron colocadas individualmente en agar con agua y papa-dextrosa-agar. Todas las placas se incubaron a 28 °C y se evaluaron cada dos días. Cuando fue observado algún tipo de crecimiento de microorganismos, el aislado se transfirió a cajas Petri nuevas para conseguir un cultivo puro. Para identificar los aislamientos, los cultivos puros se observaron bajo microscopio y usando las claves taxonómicas correspondientes se determinó su clasificación. El suelo colectado de la rizosfera de las plantas, fue utilizado para detectar la presencia de nematodos, a través de la técnica del embudo de Baermann descrita anteriormente.

Para conocer el efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de plantas de perritos y sobre las malezas se hicieron dos conteos durante el ciclo del cultivo.

El manejo agronómico del cultivo, fuera de lo relacionado con los tratamientos, fue llevado a cabo por el productor cooperante. Dado los objetivos del estudio, se le instruyó para que en las parcelas en evaluación se evitara la aplicación de pesticidas al suelo o en el agua de riego.

Se realizaron 23 cortes de flores en el periodo comprendido del 5 de marzo al 20 de mayo de 2009. Las variables evaluadas fueron: número de varas, grosor y altura de las varas, ramos por hectárea y además se realizó una estimación de los costos económicos de cada tratamiento. Con los datos se llevaron a cabo análisis de varianza, y donde fue necesario se hicieron separaciones de medias mediante la prueba de Diferencias Mínimas Significativas al 0.05.



**Figura 3. Parcelas de perritos marcadas para la cosecha en el Descanso, Baja California. México 2009**

## **4. RESULTADOS Y DISCUSION.**

### **4.1. Tratamientos aplicados, manejo de datos y análisis estadístico.**

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos, listados en orden descendiente de acuerdo al número de varas obtenidas con cada tratamiento. Los análisis estadísticos mostraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para las variables, varas comerciales, diámetro y altura de varas. El mayor número de varas se logró en las parcelas tratadas con Piclor 35 CE (1,3 D:cloropicrina) y Busan (metam sodio) más composta (MSC), mientras que la menor producción ocurrió en las parcelas bajo el sistema de CE. La diferencia en el número de varas entre ambos tratamientos fue del 30 %. Por su parte la diferencia entre metam sodio más composta y las camas elevadas fue de 26 %. El resto de los tratamientos se comportaron estadísticamente iguales como se observa en la Tabla 2. Para explicar los resultados encontrados, es importante hacer notar que en sus etapas iniciales de crecimiento no se observaron diferencias en desarrollo de follaje ni en coloración entre las plantas de los distintos tratamientos. Sin embargo, a medida que las plantas comenzaron a requerir mayores frecuencias de riego (al aumentar su tamaño y las temperaturas ambientales), no fue posible abastecer con la oportunidad deseada la demanda hídrica y nutricional de las plantas establecidas en las camas elevadas con sustrato fibra de coco, debido a la falta de personal disponible para el fertirriego. Esto limitó el desarrollo óptimo de las plantas y por ende su productividad. De manera que si comparamos entre si a las plantas de los tratamientos que recibieron un manejo agronómico adecuado, se puede concluir que su productividad fue igual. Esto es, el resto de las alternativas tuvieron una efectividad similar a la del bromuro de metilo, en la producción de brotes comerciales.

En cuanto al diámetro de los brotes los resultados mostraron que todos los tratamientos (excepto las camas elevadas) dieron resultados estadísticamente iguales. En relación a las alturas de los brotes cosechados, se observó que los mayores valores se alcanzaron en las parcelas tratadas con piclor y bromuro de metilo. Sin embargo, todos los tratamientos produjeron brotes que alcanzaron el estándar de calidad buscado (76 cm de altura).

**Tabla 2. Rendimientos, diámetros y alturas de varas de flor de perrito en función de las alternativas al bromuro de metilo evaluadas en el Descanso, Baja California**

Tratamiento	Varas comerciales/ m <sup>2</sup>	Varas rezaga / m <sup>2</sup>	Diámetro de varas (mm)	Altura de varas (cm)
Piclor (1,3 D: Cloropicrina)	50.53 a*	7.24	8.01 ab	127.62 a
Busan (metam sodio) + composta	48.07 a	10.29	9.13 a	110.40 c
Vaporización + composta	43.86 ab	14.50	9.00 a	120.18 b
Busan (Metam sodio)	41.05 ab	16.72	8.19 ab	119.19 b
Bromuro de metilo	40.47 ab	18.48	9.07 a	127.58 a
Camas elevadas	35.29 b	20.80	7.34 b	84.63 d

\* Medias con las misma letras no son estadísticamente diferentes entre si al 0.05.

## 4.2. Análisis microbiológicos.

En la Tabla 3 se muestran los microorganismos identificados en las muestras de planta y suelo colectadas en dos fechas durante el desarrollo del cultivo de perritos. Se observa que la presencia de *Fusarium oxysporum* en las plantas del cultivo desarrolladas en todas las parcelas fueron muy bajas, aunque esto fue más notorio en los tratamientos de vaporización y camas elevadas, donde en ninguno de los dos muestreos realizados se encontró a este hongo. En cuanto al hongo benéfico *Trichoderma*, se observó que estuvo presente en ambos muestreos solo en el tratamiento de vaporización. Esto probablemente se debió a que en estas parcelas se hicieron dos aplicaciones de este hongo en el agua de riego durante el estudio. En los muestreos no se detectaron nematodos patógenos, pero si se observaron nematodos de vida libre los cuales no son dañinos. Su presencia fue significativa sobre todo en las camas con sustrato fibra de coco y donde se aplicó composta. En el cuadro se puede ver, que donde se fumigo con metam sodio y no se agrego composta las poblaciones de nematodos de vida libre fueron nulas, mientras que donde se aplicó metam sodio más composta las poblaciones se incrementaron. Estos resultados indican que la adición de materia orgánica contribuyó a aumentar los nematodos de vida libre. Estos podrían contribuir a la sanidad de la planta al alimentarse de bacterias y hongos patógenos (Paul y Clark; 1996).

**Tabla 3. Microorganismos patógenos y benéficos encontrados en parcelas tratadas con alternativas al Bromuro de Metilo en perritos en el Descanso, Baja California. 2008-2009**

Tratamiento	<i>Fusarium</i> (% plantas)		<i>Trichoderma</i> (presencia)		Nematodos de vida libre (Número/10 gr)	
	Fecha 1	Fecha 2	Fecha 1	Fecha 2	Fecha 1	Fecha 2
Piclor 35 CE(1,3 D:cloropicrina)	0	2	no	no	0.0	3.0
Busan (Metam sodio) + composta	1	1	no	no	5.0	4.0
Vaporización + composta	0	0	si	si	5.0	2.0
Busan (Metam sodio)	2	1	no	no	0	0
Bromuro de metilo	1	1	si	no	1.0	5.0
Camas elevadas	0	0	no	no	In*	In

\*Incontables

### 4.3. Poblaciones de plantas y malezas.

Dado las bajas densidades de microorganismos patógenos encontrados en las parcelas experimentales, sus efectos sobre las poblaciones de plantas de perritos fueron muy reducidos como se puede observar en el Tabla 4. En la fecha 1 correspondiente a enero de 2009, esto es un mes después del trasplante, aun existían el mismo número de plantas que fueron establecidas en diciembre de 2008. En la segunda fecha de muestreo realizada en abril de 2009 el número de plantas encontradas por metro cuadrado seguía siendo prácticamente el mismo que en enero.

En cuanto a las malezas, se encontró que en todos los tratamientos sus poblaciones tendieron a ser bajas en ambas fechas de muestreo. De entre los tratamientos evaluados el que menores poblaciones de malezas permitió fue el de vaporización.

**Tabla 4. Poblaciones de plantas de perritos y de malezas en parcelas tratadas con alternativas al bromuro de metilo en perritos en el Descanso, Baja California. 2008-2009.**

Tratamiento	Plantas de perritos (Número de perritos / m <sup>2</sup> )		Malezas (Número de malezas / m <sup>2</sup> )	
	Fecha 1	Fecha 2	Fecha 1	Fecha 2
Piclor 35 CE (1,3 D:cloropicrina)	59	57	5	6
Busan (Metam sodio) + composta	59	58	4	5
Vaporización + composta	59	59	2	3
Busan (Metam sodio)	59	57	5	6
Bromuro de metilo	59	58	4	5
Camas elevadas	56	56	3	5

#### 4.4. Análisis económico.

En la Tabla 1, se puede observar que hay dos alternativas que son iguales o más baratas económicamente que el bromuro de metilo. La más económica es el metam sodio con un costo de \$ 17, 380.00 pesos mexicanos<sup>1</sup> por hectárea y la siguiente es el metam sodio más composta, que costó \$ 29, 680.00 pesos mexicanos. El bromuro de metilo tiene por su parte un costo de \$ 30, 050.00 pesos mexicanos. La alternativa más cara lo constituye el sistema de camas elevadas con un costo de \$ 57, 410.00 pesos mexicanos.

Cuando se realizó un análisis económico integral donde se considero la productividad alcanzada con cada tratamiento, el costo de los mismos, el valor de la producción y los ingresos se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 5. El tratamiento con el que se alcanzó el máximo valor de la cosecha fue el Piclor 35 CE (1,3 D:cloropicrina) con \$ 804 884.00 pesos mexicanos, seguido por la combinación Busan (Metam sodio) más composta con \$ 465 758.00 pesos mexicanos, mientras que el menor valor se consiguió con las camas elevadas con \$ 562 239.00 pesos mexicanos.

Tomando como base los valores de la producción señalados anteriormente, junto con los costos de producción por hectárea, se encontró que la alternativa que proporcionó mayores ingresos económicos fue el Piclor 35 CE (1,3 D:cloropicrina) con \$ 461, 069.00 pesos mexicanos y la menos redituable fue el sistema de camas elevadas con \$ 208, 229.00 pesos mexicanos. Es importante hacer notar que todas las alternativas evaluadas, con excepción de las camas elevadas, resultaron más redituables que el bromuro de metilo, como se observa en la Tabla 5.

<sup>1</sup> 1 dólar de los EE.UU. equivale a 11 pesos mexicanos (Octubre, 2009)

**Tabla 5. Ramos por hectárea, valor de la producción, costos de producción e ingresos estimados para el estudio piloto con perritos en el Descanso, Baja California.**

Tratamiento	Ramos / ha	Valor de la producción * (pesos mexicanos)	Costo de producción (pesos mexicanos)	Ingresos (pesos mexicanos)
Piclor 35 CE (1,3 D:cloropicrina)	50,526	804,884	343,815	461,069
Busan (Metam sodio) + composta	48,070	765,758	326,280	439,478
Vaporización + composta	43,860	698,684	349,500	349,184
Busan (Metam sodio)	41,053	653,968	313,980	339,988
Bromuro de metilo	40,468	644,653	326,650	318,003
Camas elevadas	35,294	562,239	354,010	208,229

\*Se considero un precio de mercado de \$ 15.93 pesos mexicanos por cada ramo con 10 varas.

## 5. CONCLUSIONES.

1. Todas las alternativas de sustitución evaluadas, excepto las camas elevadas, fueron igual de eficientes que el bromuro de metilo en el control de patógenos del suelo y malezas, así como sobre las variables del rendimiento del cultivo de perritos.
2. Dos de las cinco alternativas resultaron ser más económicas que el bromuro de metilo. La más barata fue el Busan (metam sodio), seguida por la combinación Busan (metam sodio) más composta.
3. El tratamiento que dio los mayores ingresos económicos fue el Piclor 35 CE con \$ 461, 069.00 pesos mexicanos y la menos redituable fue el sistema de camas elevadas con \$ 208, 229.00 pesos mexicanos.
4. Cuatro de las cinco alternativas probadas resultaron más redituables que el bromuro de metilo.

## 6. BIBLIOGRAFÍA.

Larney, F.J. y R. E. Blackshaw, 2003. Weed seed viability in composted beef cattle feedlot manure. J. Environ. Qual. 32:1105-1113.

PanAmerican Seed, 2003. Snapdragon Cut Flower Culture. Ball Horticultural Company. Grower Fact. Chicago, Illinois. E.U.A.

Paul E.A. y F. E. Clark. 1996. Soil Microbiology and biochemistry, 2nd ed. Academic Press. San Diego, CA.

Shurtleff M. C. y Averre III C. W. 2000. Diagnosing plant diseases caused by nematodes. APS Press. St. Paul, Minnesota, USA.

UC IPM. 2001. Integrated Pest Management for Floriculture and Nurseries. Univ. Calif. Div. Agric. Nat. Res. Publ. 3402. Oakland.