

**Evaluación de alternativas químicas y no químicas en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) para sustituir el uso de bromuro de metilo en el control de nemátodos y malezas.**

**Ana Rosa Cabrera Córdón**

**ZAMORANO**  
Departamento de Protección Vegetal

Diciembre, 1999

# **Evaluación de alternativas químicas y no químicas en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) para sustituir el bromuro de metilo en el control de nemátodos y malezas.**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por:

**Ana Rosa Cabrera Cordón**

**Zamorano-Honduras**

Diciembre, 1999

El autor concede a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

---

Ana Rosa Cabrera Cordón

Zamorano, Honduras  
Diciembre, 1999

**Evaluación de alternativas químicas y no químicas  
en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) para sustituir el uso de  
bromuro de metilo en el control de nemátodos y malezas**

Presentado por

Ana Rosa Cabrera Córdón.

Aprobada:

---

Mario Bustamante, M.Sc.  
Asesor principal

---

Allan Hruska, Ph.D.  
Jefe de Departamento

---

José María Miselem L. M.Sc.  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph.D.  
Decano Académico

---

Antonio Jaco, Ing. Agr.  
Asesor

---

Keith Andrews, Ph.D.  
Director

---

María Mercedes Doyle, Ph.D.  
Coordinador PIA

## **Dedicatoria**

A las personas que me apoyaron, las que están y las que ya no. Los quiero mucho.

## **Agradecimientos**

Agradezco a todas las personas que me ayudaron de una u otra manera en la realización de este estudio.

A mis asesores por su valiosa ayuda.

A los trabajadores.

A Vladimir Villalba (Buckman Laboratories) por los productos BL 1480 y BuRIZE, a Marco Quiroz por el producto Ditera, a Fidel Illescas por el producto Enzone, a José Cueva por el producto Basamid.

## RESUMEN

Cabrera Cordón, Ana Rosa. 1999. Evaluación de alternativas químicas y no químicas en el cultivo de pepino para sustituir el uso de bromuro de metilo en el control de nemátodos y malezas. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras.

Actualmente se cuestiona el efecto negativo del bromuro de metilo sobre la capa de ozono la cual impide el paso de radiación ultravioleta B (UV-B) a la tierra. Los rayos UV-B causan daño a la salud humana y el ambiente. El bromuro de metilo es un gas usado en la agricultura por más de 60 años para el control de plagas del suelo (nemátodos, malezas, insectos, hongos, bacterias). Es por ello que en la convención del Protocolo de Montreal en 1992, se acordó la eliminación del bromuro de metilo. Un cultivo muy susceptible al daño por nemátodos y a la presencia de malezas es el pepino (*Cucumis sativus*), el cual es de importancia económica, en la dieta humana (fuente de vitaminas, minerales y fibra) y en la industria para tratamientos de piel. El objetivo de este trabajo ha sido reducir o eliminar el uso de bromuro de metilo con el uso de una o más alternativas para el control de nemátodos y malezas en el cultivo de pepino. Los tratamientos evaluados fueron Dazomet, *Myrothecium verrucaria*, Tetratiocarbamato de sodio, metam sodio, Micorrizas vesículo-arbusculares y Oxamyl, más el testigo absoluto y bromuro de metilo. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar. Las variables evaluadas fueron: población de nemátodos (*Meloidogyne*, *Heterodera* y otros) antes y después de los tratamientos para determinar el cambio porcentual en las poblaciones de nemátodos por efecto de los tratamientos, población de malezas, rendimiento, número de frutos comerciales y no comerciales por hectárea, análisis de presupuesto parcial, rentabilidad sobre costos totales de los tratamientos y la residualidad de plaguicidas. Se determinó que Oxamyl es una alternativa técnica y económicamente viable a considerar para sustituir el uso de bromuro de metilo en el control de nemátodos. Metam sodio tuvo un efecto comparable al bromuro de metilo en el control de malezas, sin embargo no superó la rentabilidad del testigo.

**Palabras clave:** sustitución, *Meloidogyne*, *Heterodera*, desinfección del suelo, eliminación.

## **Nota de Prensa**

### **¿ ES NECESARIO EL USO DE BROMURO DE METILO?**

Los cultivos hortícolas se han caracterizado por ser sistemas de producción intensiva, invirtiendo grandes cantidades de insumos, mano de obra y energía. Estos cultivos están expuestos a varios organismos plaga del suelo y aéreos (nemátodos, malezas, insectos, hongos, bacterias virus y otros) que reducen significativamente su rendimiento.

Los nemátodos fitófagos son organismos microscópicos que dañan principalmente el sistema radicular de las plantas, interfiriendo así en su desarrollo y producción. Afectan varios cultivos hortícolas de importancia económica como pepino, melón, tomate y otros. El control de estos organismos se ha basado en la aplicación de fumigantes al suelo, siendo uno de ellos bromuro de metilo.

El bromuro de metilo es un gas incoloro e inodoro utilizado en la desinfección del suelo en la pre-siembra, desinfección de productos perecederos y no perecederos y desinfección de inmuebles. En la convención del Protocolo de Montreal en 1992 se determinó que el bromuro de metilo es responsable del 5 – 10% de la pérdida de la capa de ozono, por lo que se acordó suprimir la producción y aplicación de bromuro de metilo para los años 2005 y 2015 en los países desarrollados y en vías de desarrollo, respectivamente.

Por esa razón se están investigando alternativas que sustituyan el bromuro de metilo. El Comité de Opciones Técnicas al Bromuro de Metilo del Protocolo de Montreal determinó que existen alternativas factibles para más del 90% de los usos del bromuro de metilo.

El objetivo es no sustituir un químico altamente dañino y tóxico por otro igual que sustituya todos sus usos, sino aplicar una serie de prácticas no químicas y agronómicas que permitan un mejor manejo de las plagas a largo plazo; sin embargo, queda poco tiempo para los años 2005 y 2015, por lo que se deben evaluar productos en el mercado que sustituyan a corto plazo y temporalmente el bromuro de metilo y permita aumentar tiempo de investigación de otras alternativas sostenibles a largo plazo.

En Zamorano, Honduras se realizó un estudio que evaluó tres alternativas químicas (Tetratiocarbamato de sodio, Metam sodio y Oxamyl) y tres alternativas no químicas (*Myrothecium verrucaria*, Micorrizas vesículo-arbustulares y solarización) para sustituir el uso de bromuro de metilo para el control de nemátodos y malezas en el cultivo de pepino. Las variables evaluadas fueron cantidad de nemátodos antes y después de los tratamientos, cambio porcentual en las poblaciones de nemátodos por efecto de los tratamientos, población de malezas, rendimiento de pepino, número de frutos comerciales y no comerciales, costos parciales y rentabilidad sobre costos de los tratamientos.

Se determinó que Oxamyl (Vydate) es una excelente opción para sustituir el uso de bromuro de metilo en el control de nemátodos, ya que es técnica y económicamente viable.

Metam sodio (BL 1480) efectuó un control de malezas comparable al efecto de bromuro de metilo, sin embargo su utilización no fue rentable bajo las condiciones del ensayo.

## Contenido

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Nota de prensa.....	vii
Contenido.....	viii
Indice de Cuadros.....	ix
Indice de Anexos.....	x
<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS.....	2
<b>2. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 PROBLEMATICA ACTUAL DEL BROMURO DE METILO.....	3
2.1.1 La capa de ozono.....	3
2.1.2 Daño del bromuro de metilo.....	3
2.1.3 Fuentes de emisión de bromuro de metilo.....	4
2.1.4 Usos del bromuro de metilo.....	4
2.1.5 Eliminación del bromuro de metilo.....	5
2.2 ALTERNATIVAS AL BROMURO DE METILO.....	5
2.2.1 Alternativas químicas.....	6
2.2.1.1 Tetratiocarbamato de sodio (ENZONE).....	6
2.2.1.2 Metam sodio (BL 1480).....	6
2.2.1.3 Oxamyl (Vydate).....	6
2.2.2 Alternativas no químicas.....	6
2.2.2.1 Alternativas biológicas.....	6
2.2.2.2 Alternativas físicas.....	7
2.2.2.3 Otras alternativas.....	7
2.3 EL CULTIVO DE PEPINO.....	8
2.3.1 Manejo del pepino.....	8
2.3.2 Problema fitosanitario: nemátodos.....	8
2.3.3 Manejo de malezas.....	9
2.3.4 Utilización de bromuro de metilo.....	9
<b>3. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>10</b>
3.1 UBICACION DEL ENSAYO.....	10
3.2 GENERALIDADES DEL EXPERIMENTO.....	10

3.2.1	Area.....	10
3.2.2	Cultivar, densidad y época de siembra.....	10
3.2.3	Labores del cultivo.....	11
3.3	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	11
3.3.1	Diseño de bloques completos al azar.....	11
3.4	TRATAMIENTOS.....	12
3.4.1	Testigo absoluto.....	12
3.4.2	Bromuro de metilo: Brom-O-gas.....	12
3.4.3	Dazomet: Basamid.....	12
3.4.4	Myrothecium verrucaria: Ditera®.....	13
3.4.5	Tetratiocarbamato de sodio: Enzone.....	13
3.4.6	Metam sodio: BL 1480.....	13
3.4.7	Micorrizas vesículo-arbustulares: BuRIZE.....	14
3.4.8	Oxamyl: Vydate.....	14
3.4.9	Solarización.....	14
3.5	VARIABLES A MEDIR.....	14
3.5.1	Población de nemátodos antes y después de la aplicación de los tratamientos.....	14
3.5.2	Cambio porcentual en las cantidades de nemátodos por efecto de los tratamientos.....	15
3.5.3	Población de malezas.....	15
3.5.4	Rendimiento de cada tratamiento en Kg/ha.....	15
3.5.5	Cantidad de frutos comerciales y no comerciales por tratamiento.....	15
3.5.6	Análisis de presupuestos parciales.....	15
3.5.7	Rentabilidad por tratamiento.....	15
3.5.8	Residualidad de plaguicidas.....	16
3.6	ANALISIS ESTADISTICO.....	16
3.6.1	Análisis de varianza.....	16
3.6.2	Diferencia de medias.....	16
3.6.3	Transformación de datos.....	16
3.7	ANALISIS ECONOMICO.....	16
3.7.1	Análisis de presupuestos parciales.....	16
3.8	LIMITANTES DEL EXPERIMENTO.....	17
3.8.1	Análisis de poblaciones de nemátodos.....	17
3.8.2	Muestreo de malezas.....	17
3.8.3	Conversión de datos.....	17
3.8.4	Aplicación de los tratamientos.....	17
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>18</b>
4.1	POBLACIONES DE NEMATODOS.....	18
4.1.1	Cantidad de nemátodos antes y después de la aplicación de los tratamientos.....	18
4.1.2	Cambio porcentual en las cantidades de nemátodos por efecto de los tratamientos.....	20
4.2	EFFECTO HERBICIDA DE ALGUNOS TRATAMIENTOS.....	21
4.3	CARACTERISTICAS AGRONOMICAS.....	22

4.3.1 Rendimiento, número de frutos comerciales y no comerciales en el cultivo de pepino.....	22
4.4 FACTORES ECONOMICOS.....	24
4.4.1 Análisis de presupuestos parciales.....	24
4.4.2 Rentabilidad sobre costos totales por tratamiento.....	25
4.5 RESIDUALIDAD DE PLAGUICIDAS.....	26
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>27</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>28</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>29</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>30</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro

### REVISION DE LITERATURA

1. Consumo de Bromuro de metilo en los Estados Unidos (1992)..... 4

### RESULTADOS Y DISCUSION

1. Diagnóstico de nemátodos antes y después de los tratamientos. El Zamorano, Honduras..... 18
2. Cambio porcentual (%) en las poblaciones de nemátodos. El Zamorano, Honduras..... 20
3. Población de malezas por categoría por metro cuadrado, a los 15 días después del transplante. El Zamorano, Honduras..... 21
4. Rendimiento en kg, número de frutos comerciales y no comerciales de pepino por hectárea. El Zamorano, Honduras..... 23
5. Presupuesto parcial en Lp / ha. El Zamorano, Honduras..... 24
6. Costos en Lp/ha, ingresos en Lp/ha y rentabilidad de los tratamientos. El Zamorano, Honduras..... 25

## INDICE DE ANEXOS

### Anexo

1.	Distribución de parcelas.....	31
2.	Datos técnicos de productos utilizados.....	32
3.	Características de malezas hoja ancha, gramíneas y ciperáceas.....	34
4.	Costos comunes en lempiras por hectárea.....	35
5.	ANDEVA de variables evaluadas.....	36

## 1. INTRODUCCION

En la estratósfera de la tierra se encuentra una acumulación de moléculas de ozono ( $O_3$ ) denominada “Capa de Ozono”, la cual se encarga de impedir el paso de la radiación ultra violeta B (UV-B) proveniente del sol. Si se destruye la capa de ozono, los rayos UV-B llegarían a la superficie de la tierra interfiriendo en la fotosíntesis de las plantas, afectando la cadena alimenticia en la tierra; así mismo, la radiación ultra violeta daña directamente la salud humana provocando cáncer de piel, cataratas y la supresión del sistema inmunológico.

En los últimos años se han detectado compuestos químicos como los clorofluorcarbonos (CFC's), halógenos y bromuro de metilo, que destruyen la capa de ozono separando el  $O_3$  y convirtiéndolo en  $O_2 + O$ , los cuales no realizan la misma función.

El bromuro de metilo es un gas emitido a la atmósfera por diferentes fuentes naturales y artificiales. Las principales fuentes de emisión son los océanos, la quema de materia orgánica, la combustión de gasolina, algunas plantas como las Brásicas y como los fumigantes.

En 1992 se realizó una convención denominada el Protocolo de Montreal, en donde países desarrollados y en vías de desarrollo acordaron reducir el uso de bromuro de metilo en los próximos años y posteriormente eliminarlo del mercado. Las fechas acordadas, para los países desarrollados el año 2005 y países en vías de desarrollo el año 2015.

Actualmente, y desde hace varias décadas, se utiliza el bromuro de metilo para varios fines tales como la desinfección del suelo, tratamiento de productos de exportación perecederos y no perecederos y control de plagas caseras de inmuebles. El bromuro de metilo como plaguicida tiene la característica de ser inodoro e incoloro, lo que constituye un gran peligro para personas que están expuestas a este gas, por lo que comercialmente se produce en combinación con diferentes proporciones de cloropicrin o gas lacrimógeno, para que pueda ser detectado.

La mayor cantidad de la producción de bromuro de metilo (76%) se usa como biocida en la desinfección del suelo para el control organismos como nemátodos, malezas, insectos, hongos y bacterias.

Uno de los principales problemas para los cultivos, que se presenta en el suelo son los nemátodos. Estos son organismos filiformes pertenecientes al filo nematelmintos. Algunos de ellos son fitoparásitos que dañan principalmente la zona radicular de varios cultivos provocando lesiones en las raíces (ectoparásitos) o introduciéndose a las mismas formando nódulos o agallas (endoparásitos) que impiden el desarrollo normal de la planta.

Las malezas son plantas que compiten directamente con los cultivos por agua, nutrientes y espacio. Grandes densidades de maleza reducen el rendimiento de cultivos, son hospederos de plagas (nemátodos, insectos, patógenos) y vuelven menos eficientes algunas prácticas de manejo como la fertilización y riego. Las aplicaciones de bromuro de metilo en pre-siembra reducen considerablemente la presencia de malezas durante el desarrollo de los cultivos porque mata sus semillas o material vegetativo de propagación (tubérculos, rizomas, etc.).

Un cultivo susceptible al daño de nemátodos y a la presencia de malezas es el pepino (*C. sativus*). Es una hortaliza de importancia económica, en la dieta humana y en la industria de belleza para tratamientos de la piel. El pepino pertenece a la familia de las cucurbitáceas, a la cual pertenecen otros cultivos de importancia económica como melón, sandía y zapallo. Esta familia de plantas consume a nivel mundial alrededor del 17% del bromuro de metilo que se utiliza en la desinfección del suelo.

Por el problema de nemátodos y el uso de bromuro de metilo para la desinfección del suelo en este tipo de cultivos es que se ha realizado el presente trabajo de tesis, el cual trata de evaluar posibles alternativas que sustituyan el uso de este biocida para el control de nemátodos en el cultivo de pepino.

## **1.1 OBJETIVOS**

Objetivo general:

- ◆ Reducir o eliminar el uso de bromuro de metilo para el control de nemátodos y malezas en el cultivo de pepino.

Objetivo específico:

- ◆ Determinar la alternativa de manejo que pueda sustituir agroeconómicamente el uso de bromuro de metilo en el control de nemátodos y malezas en forma parcial o total.

## **2. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1 PROBLEMATICA ACTUAL DEL BROMURO DE METILO:**

#### **2.1.1 La capa de ozono**

La capa de ozono es un punto crítico para mantener la vida en la tierra. Las moléculas de ozono absorben la porción quemante de la radiación solar ultra violeta B. (PANNA, 1995).

La exposición a los rayos ultra violeta B causa problemas de salud, incluyendo cáncer de piel, cataratas y supresión del sistema inmunológico (MBAN, s.f.).

Las concentraciones de ozono estratosférico se están disminuyendo bruscamente. Los científicos pronosticaron que a lo largo de 1998 se reducirían hasta alcanzar las concentraciones más bajas y que durante décadas permanecerán en niveles reducidos (Amigos de la tierra, 1998).

#### **2.1.2 Daño del bromuro de metilo**

El bromuro de metilo es un gas inodoro, incoloro usado en la agricultura en todo el mundo (USDA, 1997a).

Recientemente, científicos han analizado el gran papel del bromuro de metilo en la destrucción de la capa de ozono. Ellos encontraron que aún cuando el bromuro de metilo permanece en la estratósfera menos de dos años, en base a peso molecular, el bromo del bromuro de metilo es 50 veces más destructivo que el cloro del clorofluorcarbono, conocido destructor del ozono (MBAN, s.f.).

En 1992 se realizó la convención Protocolo de Montreal, en donde países desarrollados y en vía de desarrollo acordaron la eliminación del bromuro de metilo. En noviembre de 1995, las 149 naciones firmantes del Protocolo de Montreal sobre sustancias que afectan la capa de ozono consideraron un retiro global del bromuro de metilo, al cual un panel de científicos de las Naciones Unidas calculó responsable de la disminución del ozono mundial en 5 a 10% (PANNA, 1995).

#### **2.1.3 Fuentes de emisión de bromuro de metilo**

El bromuro de metilo es liberado, además de las fuentes naturales como los océanos (en los procesos marinos relacionados con las algas se libera a la atmósfera bromuro de metilo), por fuentes antropogénicas, como la quema de biomasa, bosques y otros materiales. También se emite bromuro de metilo en los gases de combustión de los automóviles que usan gasolina con plomo y en los subproductos utilizados en la fabricación de poliésteres y película fotográfica (Amigos de la Tierra, 1998).

Lo que no es conocido es la cantidad total de bromuro de metilo emitido por las plantas. En colaboración con J. Sims de la Universidad de California-Riverside, Gan y S. R. Yates encontraron que las plantas del género *Brassica* toman el bromo del suelo, lo convierten a bromuro de metilo, y lo emiten a la atmósfera (USDA, 1999).

Lo que se conoce es que la mayor fuente antropogénica de las emisiones mundiales de bromuro de metilo es la utilización de este producto químico como plaguicida (Amigos de la Tierra, 1998).

#### 2.1.4 Usos del bromuro de metilo

Bromuro de Metilo ( $\text{CH}_3\text{Br}$ ) es usado principalmente en tres procesos: fumigación del suelo, fumigación de productos agrícolas perecederos y no perecederos y fumigación de estructuras. En los tres procesos, cubiertas de plástico son usadas para mantener el bromuro de metilo por el tiempo suficiente para matar los organismos. Después que la fumigación se completa, las cubiertas son removidas y se emite a la atmósfera el 100% del químico (Clark *et al*, 1994)

En los Estados Unidos, de un total de 29,466 Tm de bromuro de metilo utilizado, el 81% fue para la desinfección del suelo (MBAN, s.f.). (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Consumo de Bromuro de metilo en los Estados Unidos (1992).

Total = 29466 Tm

Usos	Porcentaje
Materia prima	7%
Post-cosecha	7%
Estructuras	5%
Fumigación del suelo	81%

Adaptado de Methyl Bromide Alternatives Network, s.f.

El uso de bromuro de metilo en países en vías de desarrollo ha crecido rápidamente en los recientes años (Schafer, 1997). En estos países cerca del 70% del total del bromuro de metilo importado es usado para fumigación de suelos en pre-siembra, para controlar plagas del suelo, como enfermedades, nemátodos y malezas (PANNA, 1995). Schafer (1997), menciona que en algunos países es usado para fumigar granos durante almacenamiento y para el proceso importación / exportación.

#### 2.1.5 Eliminación del bromuro de metilo

El Protocolo de Montreal, el mayor foro internacional sobre sustancias que destruyen la capa de ozono, reconoció (en 1992) oficialmente al bromuro de metilo como un químico

destructor de esta, pero no se decidió una eliminación internacional hasta 1995 o 1996 (MBAN, s.f.).

Según Schafer (1997), la eliminación del bromuro de metilo es el paso más significativo que la comunidad internacional puede hacer para reducir la destrucción del ozono en los siguientes años.

Por otro lado, Methyl Bromide Alternatives Network (MBAN) en 1997 reporta que la Coalición Global de Bromuro de Metilo, un grupo de siete usuarios y productores internacionales de bromuro de metilo, ha hecho una campaña multimillonaria para mantener el bromuro de metilo en el mercado.

La resistencia a una eliminación progresiva internacional surge principalmente de grandes países productores y usuarios de bromuro de metilo (Estados Unidos, Israel, Japón y Francia) (Amigos de la Tierra, 1998); estos han presionado a nivel de influencia política para mantener el producto en el mercado (Morales, 1997).

## **2.2 ALTERNATIVAS AL BROMURO DE METILO:**

Nivia (1997) cita del informe de Evaluación de 1995 del Comité de Opciones Técnicas al Bromuro de Metilo del Protocolo de Montreal (MBTOC: Methyl Bromide Technical Options Committee) lo siguiente: “El MBTOC no identificó una alternativa técnicamente factible, ya sea actualmente disponible o en un estado avanzado de desarrollo, para menos del 10% del bromuro de metilo consumido en 1991”.

El MBTOC estima que usando tecnologías conocidas, es técnicamente posible para los Miembros del artículo 2 (países industrializados) reducir significativamente el uso de bromuro de metilo. Países como Holanda, Canadá, Dinamarca la Unión Europea, han realizado acciones para disminuir y eliminar el bromuro de metilo (PANNA, 1995).

Ejemplos de alternativas a la fumigación del suelo incluyen enmiendas de suelo, solarización, tratamientos de esterilización con calor, rotación de cultivos, variedades resistentes, cultivos de cobertura, control biológico, compost y pesticidas alternativos (Schafer, 1997).

En Colombia se usan tratamientos con calor para flores de corte, solarización en cucurbitáceas (melón, pepino, sandía) en Brasil, Jordania y Marruecos y uso de prácticas culturales para producción de fresa en Indonesia y Singapur (TEAP, 1997 vol. I citado por Schafer, 1997).

### **2.2.1 Alternativas químicas**

Diversos estudios indican que ningún plaguicida puede proveer un control de amplio espectro consistente como el bromuro de metilo. En el cultivo de tomate, se ha usado con

mulch de polietileno para evaluar otros fumigantes o combinación de químicos viables como posibles alternativas al bromuro de metilo (Locascio *et al*, 1997).

En la década de 1981 a 1991, Holanda y Alemania eliminaron completamente el uso de bromuro de metilo como fumigante de suelo. Esto fue logrado integrando alternativas no químicas, como técnicas mejoradas de esterilización con vapor, uso de sustratos de crecimiento artificiales y naturales, uso de variedades resistentes, rotación de cultivos, y sustitutos químicos como metam-sodio, dazomet y 1,3 dicloropropano (PANNA, 1995).

González (1999) no encontró ninguna alternativa (química) rentable al bromuro de metilo como tratamiento de suelo, bajo las condiciones de Zamorano, en la producción de melón en invernadero.

**2.2.1.1 Tetratiocarbamato de sodio (ENZONE).** Es un fumigante de suelo soluble en agua usado para control de enfermedades y un amplio rango de nemátodos en los cultivos de uva, cítricos, banano y vegetales. Una vez aplicado al suelo, el tetratiocarbamato de sodio se descompone, formando disulfido de carbono (CS<sub>2</sub>), el cual es el que actúa como fumigante de suelo (ENTEK, 1999).

**2.2.1.2 Metam sodio (BL 1480).** Metam sodio es un fumigante de suelo de amplio espectro que puede ser usado para el control de nemátodos, malezas y hongos que afectan a una gran variedad de cultivos vegetales y frutales de importancia económica. Metam sodio es considerado una alternativa económica y técnicamente viable al bromuro de metilo para el control de plagas del suelo (EPA, 1996).

**2.2.1.3 Oxamyl (Vydate).** Es un plaguicida de amplio espectro, que demuestra actividad insecticida, acaricida y nematicida. Su acción es sistémica o de contacto, dependiendo si la aplicación es directa a la planta o en la superficie del suelo. Es usado para controlar plagas en varios cultivos vegetales, frutales y ornamentales (Davidson, 1999).

## **2.2.2 Alternativas no químicas**

**2.2.2.1 Alternativas biológicas:** En suelos productivos, poblaciones diversas de organismos interactúan con otras, algunas de las cuales son antagonistas naturales de patógenos de plantas. Existe el potencial para muchos organismos de ser usados como control biológico para patógenos específicos (Clark *et al*, 1994)

Una estrategia de control biológico es la utilización de rizobacterias, es decir, especies de bacterias que crecen en las raíces de las plantas y alrededor de ellas. Muchas rizobacterias son antagonistas de patógenos y lo que es más importante, pueden colonizar las raíces y formar un “escudo biológico” que retarda la invasión de éstas por nemátodos y otros patógenos (PANNA, 1995).

Parásitos benéficos, patógenos o depredadores pueden usarse para prevenir la presencia de organismos no deseados (Clark *et al*, 1994).

***Myrothecium verrucaria* (Ditera®).** Ditera® es un nematocida biológico de amplio espectro para el control de nemátodos parasíticos en un amplio rango de cultivos (Dempsey, 1998). Es un producto natural del hongo *Myrothecium* spp., es compuesto principalmente por proteínas, azúcares y lípidos. Ditera no es un reemplazo para bromuro de metilo, es un nematocida que suprime fitonemátodos con un impacto mínimo al ambiente o a otro organismo (USDA, 1997b).

**Micorrizas vesículo-arbusculares (BuRIZE™).** BuRIZE™ contiene *Glomus intraradix*, una micorriza vesículo-arbuscular encontrada naturalmente en suelos sanos. Muchas de las prácticas agrícolas, incluyendo fumigación y esterilización con calor, eliminan o inhiben el crecimiento de micorrizas vesículo-arbusculares. Estas forman una relación simbiótica con plantas que resulta en un incremento del área radicular, incrementando la absorción de nutrientes y agua (Buckman Laboratories, s.f.).

**2.2.2.2 Alternativas físicas:** PANNA (1995) menciona que bajo condiciones apropiadas, la pasteurización del suelo con vapor a temperaturas de 70-80 °C, es tan efectiva como el bromuro de metilo. Actualmente, estos procesos de vaporización se usan en varios países, principalmente en el manejo de invernaderos.

Discusiones con productores de pepino y melón indican que los rendimientos usando sustratos artificiales fueron el doble que el rendimiento obtenido usando el suelo (De Barro, 1995). Cultivos son producidos en sustratos como roca. Este método ha mostrado control de malezas y nemátodos, y reduce la posibilidad de daño de enfermedades (Clark, 1994). Sustratos tales como lana mineral, piedra caliza, gránulos de arcilla y bloques de espuma de poliuretano flexible, permiten que las raíces de las plantas absorban nutrientes y agua (PANNA, 1995).

**Solarización.** La solarización es de desarrollo relativamente reciente y consiste en el tratamiento del suelo con calor solar, lo que se logra cubriendo la superficie del suelo con una capa de plástico delgada y transparente por un período de tiempo prolongado. La solarización es más efectiva en climas secos con un bajo número de días nublados e intenso calor solar (PANNA, 1995). Experimentos en Italia, Estados Unidos, Israel e India han demostrado que solarización reduce poblaciones de nemátodos sin eliminar bacterias beneficiosas del suelo (Clark *et al*, 1994).

**2.2.2.3 Otras alternativas:** Prácticas culturales como rotación de cultivos, época de siembra, uso de cultivos de cobertura y barbecho han sido utilizadas a través de la historia para crear sistemas agrícolas que pueden efectivamente suprimir patógenos del suelo (Clark *et al*, 1994).

En Florida, por ejemplo, la producción de hortalizas de invierno puede ser precedida por coberturas vegetales de verano. Esta práctica ha sido beneficiosa para la reducción del daño producido por fitonemátodos y otros patógenos del suelo (PANNA, 1995).

Estrategias de plantación incluyen determinar la época óptima para la siembra, por ejemplo cuando el inóculo de patógenos es bajo, y/o las condiciones ambientales son poco favorables para el desarrollo de patógenos (Clark *et al*, 1994).

Los beneficios del uso de alternativas no químicas aunque no reflejan alternativas económicamente viables, ayudan a la restauración de la biota del suelo, el equilibrio entre plagas y sus enemigos naturales y el desarrollo de vigor y tolerancia o resistencia en las plantas (Nivia, 1997).

## **2.3 EL CULTIVO DE PEPINO:**

El pepino (*Cucumis sativus*) es una planta anual de hábito rastrero. Sus frutos son de tamaño y forma variable. Se consume el fruto fresco en ensalada y en algunos lugares se les prefiere en conserva en vinagre (SEP, 1997). Se cree nativo del gran centro de origen que se encuentra en la bahía de Bengala en India (Montes, s.f.).

### **2.3.1 Manejo del pepino**

El pepino es una planta exigente en clima cálido. Se puede cultivar con éxito en un rango de temperaturas de 15 a 25 °C. Prácticamente puede sembrarse en cualquier tipo de suelo, aunque se recomienda suelos francos o franco-limosos, con un pH de 6.8 a 7.5. En pepino hay tres tipos de cultivares: de polinización libre (Poinsett 76), híbridos y partenocárpicos. Se propaga mediante siembra directa o por transplante, a un distanciamiento de 1.40 m entre surco y 0.2 a 0.4 m entre planta. Por ser un cultivo de corto período, tiene altos requerimientos de nutrimentos. Riegos fuertes y bien aplicados, favorecen el rendimiento. El fruto para ser cosechado deberá alcanzar el color verde deseado, el tamaño y forma característicos del cultivar. La temperatura de almacenamiento más favorable es de 10 a 12 °C (Montes, s.f.).

### **2.3.2 Problema fitosanitario: nemátodos**

Las plagas que atacan las cucurbitáceas son numerosas. La severidad de éstas varía con el clima, la región, la variedad y la especie de la planta (SEP, 1997).

Nemátodos y plagas insectiles del suelo son un constante problema para agricultores que plantan cultivos similares en la misma tierra año tras año (Clark *et al*, 1994).

En 1855, Berkeley encontró *Meloidogyne spp* causando nudosidades en raíces de pepino. Hasta los años de la guerra europea se creyó que *Meloidogyne* y *Heterodera* eran los únicos géneros fitoparásitos. Entre esos años y la II guerra mundial se hallaron especies capaces de atacar la parte aérea de las plantas como el caso de *Aphelenchoides besseyi* Christie y *Ditylenchus angustus*. En la postguerra se desarrolló el control químico de nemátodos con fumigantes (Castaño-Zapata, 1994).

Características del suelo, factores ambientales, sistema de producción y labranza afectan la dinámica de poblaciones de nemátodos; estos factores afectan la tasa de nacimiento, de mortalidad y la dispersión, lo que causa fluctuaciones en la densidad y distribución (Zuckerman, 1971).

### **2.3.3 Manejo de malezas**

Una maleza es una planta que causa daño hasta que su presencia molesta, y esto depende de la percepción de cada persona. El éxito de las malezas se debe a su rápido crecimiento, alelopatía, sistema radical profundo y fácil dispersión entre los campos de cultivo (Pitty, 1997).

Es importante mantener el cultivo (pepino) libre de malezas, especialmente durante las primeras semanas después de la siembra y hasta que las plantas estén establecidas (SEP, 1997).

### **2.3.4 Utilización de bromuro de metilo**

En 1992 el mayor uso del bromuro de metilo en el mundo (76%) fue para la fumigación del suelo para esterilizarlo antes de la siembra (Schafer, 1997).

Según De Barro y Edwards (1995), el principal cultivo de cucurbitáceas en Holanda es pepino, el cual se cultiva en invernaderos. El método de aplicación de bromuro de metilo involucraba la inyección del gas bajo cubiertas.

## **3. MATERIALES Y METODOS**

### **3.1 UBICACION DEL ENSAYO**

El terreno en donde se realizó el ensayo se encuentra en el lote B de zona III, perteneciente a la Unidad de Producción Hortícola de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.

La Escuela Agrícola Panamericana se encuentra ubicada en el Valle del río Yeguaré, a 30 km de Tegucigalpa, capital de Honduras, a 14° latitud norte, 87° longitud oeste, altitud de 800 msnm, precipitación de 1200 mm promedio anual y temperatura promedio anual de 24.2 °C.

### **3.2 GENERALIDADES DEL EXPERIMENTO**

#### **3.2.1 Area**

El área del terreno ocupado para el experimento fueron de 86 m de largo y 27 m de ancho para un área total de 2322 m<sup>2</sup>. Esta área se dividió en cuatro bloques de 20 m de largo y 27 m de ancho, separados por dos metros. Cada bloque se dividió en 10 parcelas de 10 m de largo y 5.4 m de ancho, para un área total de 54 m<sup>2</sup> cada una. Cada parcela con seis camas, de las cuales cuatro eran cultivadas y dos eran camas muertas. Para la recolección de datos de las variables rendimiento, número de frutos comerciales, número de frutos no comerciales y densidad de malezas, se utilizaron como parcela útil las dos camas centrales, eliminándole un metro en cada extremo de las camas, para evitar el efecto de borde (ver anexo 1).

#### **3.2.2 Cultivar, densidad y época de siembra**

Para el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) se utilizó el cultivar Poinsett 76. El semillero se preparó en bandejas el día 2/5/99 en los invernaderos de la Unidad de Producción Hortícola. A los 11 días (el 13/5/99) se realizó el transplante sembrándose a una distancia de 0.25 m entre plantas y 1.35 m entre surcos para una densidad de 29,630 plantas por hectárea. El cultivo se sembró en el mes de mayo, al final de la época seca e inicio de la lluviosa.

#### **3.2.3 Labores del cultivo**

Las labores del cultivo tales como preparación del suelo, fertilización, riego, tutoreo, deshierba, control de plagas no sujetas al estudio y cosecha, se efectuaron de acuerdo al manejo dado para el cultivo de pepino por la Unidad de Producción Hortícola.

- ◆ Preparación del terreno: Se efectuaron un pase de arado y dos pases de rastra y se surcó el terreno a 0.90 m entre surcos. Al momento del transplante se rehicieron las camas con azadón.
- ◆ Fertilización: Se hicieron dos fertilizaciones nitrogenadas con urea (46%) los días 22 y 37 después del transplante, aplicando a una dosis de 110 y 130 kg/ha respectivamente.
- ◆ Riego: Se utilizó riego por aspersión desde un día antes del transplante hasta 7 días después de éste. Posteriormente se utilizó riego por gravedad, regando día de por medio.
- ◆ Tutoreo: Se produjo el cultivo del pepino con tutoreo, para facilitar labores de riego, fertilización, control de plagas, cosecha y a la vez disminuir pérdidas de frutos evitando el contacto con el suelo. En cada hilera se colocaron postes cada dos metros y de tres a cuatro hilos de plástico a 0.25 m del suelo y entre sí.
- ◆ Deshierba: La deshierba se hizo mediante control mecánico en forma semanal, para un total de 5 deshierbas durante el ciclo del cultivo.
- ◆ Control de plagas: En las primeras etapas del cultivo se hicieron aplicaciones de Evisect, Thiodan, Talcord, Halmark, Tracer y Talstar contra áfidos, crisomélidos y *Diaphania nitidalis*. En el aspecto de enfermedades, se hicieron aplicaciones de Manzate, Daconil, Rovral y Oxiclورو de cobre para controlar alternaria.
- ◆ Cosecha: La cosecha de pepino se inició a los 39 días después del transplante. Se realizaron 11 cosechas, con intervalos de dos días. Los criterios de cosecha fueron los utilizados por la Unidad de Producción Hortícola (tiempo a cosecha, tamaño, color).

### **3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL**

#### **3.3.1 Diseño de bloques completos al azar**

Para el establecimiento del ensayo se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, conformadas por cuatro bloques orientados hacia lo largo del terreno y en cada bloque habían 10 parcelas, con nueve tratamientos distribuidos al azar más una parcela nula (ver anexo 1).

### **3.4 TRATAMIENTOS**

Inicialmente se consideraron nueve tratamientos que constituían cuatro alternativas químicas y tres alternativas no químicas, además del testigo bromuro de metilo y un testigo absoluto, con cuatro repeticiones cada tratamiento; . sin embargo, por razones de fitotoxicidad y desfase en el manejo de las parcelas se eliminó el tratamiento Basamid (alternativa química). La descripción de factores técnicos de cada tratamiento se muestra en el anexo 2.

### 3.4.1 Testigo absoluto

En las cuatro parcelas pertenecientes a testigo absoluto no se realizó ningún tipo de tratamiento, con el fin de comparar la presencia e incremento de nemátodos y malezas durante el desarrollo del cultivo y tomarlo como patrón de referencia con los demás tratamientos a la cosecha.

### 3.4.2 Bromuro de metilo: Brom-o-gas

El bromuro de metilo es un gas biocida utilizado principalmente para el control de plagas del suelo.

- ◆ La dosis comercial aplicada con equipo es de 0.5 a 0.7 lbs/m<sup>2</sup>. Para áreas pequeñas la dosis es de 1 lb/10m<sup>2</sup>. Para el ensayo se usaron 0.8 lbs/m<sup>2</sup> (tres latas de 1.5 libras por parcela).
- ◆ La aplicación de bromuro de metilo se realizó cinco días antes del transplante. Se humedeció el suelo a capacidad de campo el mismo día de la aplicación, se colocaron las tres latas diagonalmente apoyadas en unos reventadores y se colocó plástico negro para cubrir la parcela. Para hermetizar la parcela se colocó tierra al borde del plástico, mojándola para no permitir fuga del gas. Una vez realizada esta labor se presionaron las latas hacia abajo para perforarlas y permitir la salida del gas. Tres días después de la aplicación se retiró el plástico para permitir aireación del suelo.

### 3.4.3 Dazomet: Basamid

Al entrar en contacto con el agua, Dazomet (tetrahidro-3,5-dimetil-2H-1,3,5-thiadiazine-2-thione) se convierte en isotiocyanato de metilo, el cual es un plaguicida de amplio espectro, utilizado en el control de plagas del suelo.

- ◆ Se utilizó la dosis de 60 gramos / m<sup>2</sup>, la cual es recomendada para el control de nemátodos. En cada parcela se aplicaron 3,240 gramos (3.24 kg).
- ◆ Se aplicó 13 días antes del transplante. Se humedecieron las parcelas un día antes de la aplicación, por la tarde. Al día siguiente se aplicó el producto de formulación sólida esparciéndolo en toda la parcela y procediendo a incorporarlo con el azadón. Se cubrió con plástico negro sellando sus bordes para crear hermetismo. Se retiró el plástico a los ocho días para permitir la aireación del suelo.
- ◆ Cuatro días después del transplante se observó la muerte de todas las plantas de las cuatro parcelas donde se había aplicado Dazomet. Se sembró por semilla al cuarto día después del transplante, sin embargo, el desfase en la etapa fenológica de las plantas no permitió un manejo adecuado por lo que se decidió eliminar el tratamiento para evaluar rendimiento. Sin embargo se evaluó el efecto nematicida y herbicida.

### 3.4.4 *Myrothecium verrucaria*: Ditera®

Los metabolitos (lípidos, azúcares y proteínas) de la fermentación de éste hongo actúan como nematocidas biológicos.

- ◆ Se utilizó una dosis de 40.5 kg / ha del producto de formulación sólida. En cada parcela se aplicaron 218.7 gramos.
- ◆ El mismo día del transplante se aplicó cerca de la base de la planta y se incorporó ligeramente con un rastrillo.

#### **3.4.5 Tetratiocarbamato de sodio: Enzone**

Este compuesto es un plaguicida de amplio espectro para controlar plagas del suelo. Comercialmente es un líquido, pero al entrar en contacto con el agua en el suelo se gasifica.

- ◆ Se utilizó una dosis de 65.5 litros / ha. En cada parcela se aplicaron 0.3537 litros del producto.
- ◆ Se aplicó una semana antes del transplante. El terreno se humedeció un día antes por la tarde. Un día después se aplicó el producto con regadera de jardín, para tratar de cubrir toda el área, cubriendo la parcela posteriormente con plástico negro y sellando sus bordes con tierra. A los cinco días después de la aplicación se retiró el plástico.

#### **3.4.6 Metam sodio: BL 1480**

Este producto de formulación líquida se vuelve gas al entrar en contacto con el agua, eliminando un amplio rango de plagas del suelo.

- ◆ Se utilizó una dosis de 80 ml / m<sup>2</sup>. En cada parcela se aplicó 4,320 ml (4.32 litros).
- ◆ El producto se aplicó 13 días antes del transplante. Se humedecieron las parcelas un día antes de la aplicación. Al día siguiente se aplicó el producto con una regadera de jardín. Se cubrió la parcela con plástico negro, tapando sus bordes con tierra para no permitir el escape del gas. A los seis días después de la aplicación se eliminó el plástico para airear el suelo.

#### **3.4.7 Micorrizas vesículo-arbusculares: BuRIZE™**

El producto contiene esporas del hongo *Glomus intraradix*, el cual es una micorriza vesículo-arbuscular que se asocia a las raíces de las plantas, compitiendo por espacio con nemátodos y hongos del suelo.

- ◆ Se utilizó una dosis de 5.5ml por plántula. Se aplicó 880 ml para la cantidad de plántulas correspondientes a una parcela (160 plántulas)

- ◆ Se aplicó el producto seis días antes del trasplante. Se calculó el número de plantas en las cuatro parcelas (640 plantas) más un 22% y se aplicó el producto en las bandejas que se encontraban en el invernadero de la Unidad de Producción Hortícola.

### **3.4.8 Oxamyl: Vydate ®**

Oxamyl es un plaguicida sistémico y de contacto utilizado para el control de insectos y nemátodos.

- ◆ Se utilizó una dosis de 4 litros / ha. Se hicieron dos aplicaciones con la misma dosis.
- ◆ La primera aplicación se hizo cuatro días después del trasplante, con bomba de mochila, cubriendo toda la plántula. De la misma forma, dos semanas después, se realizó la segunda aplicación

### **3.4.9 Solarización**

La solarización es una práctica para el control de plagas del suelo, en donde se utiliza la radiación solar, para generar calor bajo una cubierta de plástico transparente que provoca la eliminación de nemátodos, malezas, hongos y bacterias.

- ◆ Se humedeció el suelo un día antes de la colocación del plástico. Se ubicaron cuatro bandas de plástico transparente de 0.15 mm de espesor, en las cuatro camas que iban a ser cultivadas. Se cubrieron los bordes de los plásticos con tierra para que hubiera hermetismo e incrementara la temperatura. El plástico se retiró a las seis semanas y el cultivo se transplantó un día después.

## **3.5 VARIABLES A MEDIR**

### **3.5.1 Población de nemátodos antes y después de la aplicación de los tratamientos**

Se determinó la población inicial de nemátodos por 100 cc de suelo y se identificaron antes de la aplicación de los tratamientos. La identificación se enfocó en los géneros *Meloidogyne* sp y *Heterodera* sp, por tratarse de nemátodos endoparásitos que atacan al pepino y por ser los predominantes en el terreno. El muestreo de suelo se hizo un día antes de la aplicación de cada tratamiento, tomando 10 submuestras por parcela para conformar una sola muestra. Para la recolección de suelo se utilizó un tubo Hoffer. El análisis de las muestras se realizó en el Centro de Diagnóstico del Departamento de Protección vegetal, El Zamorano.

Después de 5-7 días posteriores a la aplicación de los tratamientos se realizó en cada parcela el análisis de nemátodos para observar el efecto de los tratamientos sobre estos.

### **3.5.2 Cambio porcentual en las cantidades de nemátodos por efecto de los tratamientos.**

Se calculó el efecto positivo o negativo en las poblaciones de nemátodos mediante la diferencia de la cantidad final y la inicial sobre la cantidad inicial de nemátodos.

### **3.5.3 Población de malezas**

Se realizó un muestreo de malezas a las dos semanas después del transplante para determinar el efecto herbicida de los tratamientos: Basamid, BL 1480, solarización y bromuro de metilo, utilizando el testigo absoluto para la comparación. Se midió la cantidad de malezas gramíneas, hoja ancha y ciperáceas en un área de 0.0225 m<sup>2</sup> (0.15 X 0.15 m) y se extrapó a cantidad de malezas por metro cuadrado.

### **3.5.4 Rendimiento de cada tratamiento en Kg / ha**

Se pesaron las cosechas y se sumaron para obtener el rendimiento total por parcela. Los datos se recolectaron de las parcelas útiles (21.6 m<sup>2</sup>).

### **3.5.5 Cantidad de frutos comerciales y no comerciales por tratamiento**

Los frutos se cosecharon en las parcelas útiles para cuantificar el rendimiento en base al número de frutos comerciales y no comerciales en cada cosecha, y se sumó al final para cada tratamiento.

### **3.5.6 Análisis de presupuestos parciales por tratamiento**

Es el costo diferencial por tratamiento que corresponde al costo del producto, plástico (si es que se utilizó), la mano de obra y control de malezas. Estos costos se tomaron a los precios en que se compraron y utilizaron. Se calculó el ingreso bruto multiplicando el número de bandejas de cada tratamiento por el precio de venta por bandeja (Lp 3.50). El ingreso neto fue el resultado de la diferencia entre el ingreso bruto y el costo parcial.

### **3.5.7 Rentabilidad sobre costos totales por tratamiento**

Para obtener la rentabilidad, se calculó el ingreso neto total, se le dividió por el costo total por tratamiento (costo común + costo parcial) y se multiplicó por 100. Este análisis enfoca globalmente la rentabilidad de todos los tratamientos.

### **3.5.8 Residualidad de plaguicidas**

Se realizó un análisis de residualidad de plaguicidas para el tratamiento Oxamyl (Vydate), ya que es el único que presenta características de translocación dentro de la planta. Se tomó un fruto por parcela y se envió a la institución Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO), para que le hicieran el análisis.

### **3.6 ANALISIS ESTADISTICO**

Para el análisis estadístico de las variables se utilizó el programa de computación SAS (Statistical Analysis System) versión 6.12.

#### **3.6.1 Análisis de varianza**

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) en todas las variables para determinar si hay diferencias entre los tratamientos, y si éstas son significativas. Se utilizó como mínimo un alpha de 0.10.

#### **3.6.2 Diferencia de medias**

Se utilizó el método de Duncan para determinar si las diferencias entre las medias de los tratamientos fueron significativas.

#### **3.6.3 Transformación de datos**

Para observar si las varianzas de los tratamientos fueron homogéneas, se hizo un análisis de residuales en el programa estadístico. En caso de que no lo fueran serian transformadas por el método logaritmo de base 10 [ $\log_{10}(\text{variable} + 1)$ ].

### **3.7 ANALISIS ECONOMICO**

#### **3.7.1 Análisis de Presupuestos Parciales**

Se utilizó la metodología del CIMMYT, de presupuestos parciales.

Para determinar el costo diferencial, ingreso parcial y rentabilidad parcial entre los tratamientos. Consiste en determinar los costos no comunes entre los tratamientos y relacionarlos a los ingresos netos por tratamiento.

### **3.8 LIMITANTES DEL EXPERIMENTO**

#### **3.8.1 Análisis de poblaciones de nemátodos**

Para la toma de muestras, tanto antes como después de la aplicación de los tratamientos, la humedad no fue homogénea. Así mismo, los días para la recolección de muestras después de la aplicación de los tratamientos variaron de 5 a 7.

### **3.8.2 Muestreo de malezas**

En cada tratamiento se muestreó las poblaciones de malezas en un área de  $0.0225\text{m}^2$  (0.15 X 0.15 m). Las malezas se agruparon en las categorías de hoja ancha, gramínea y ciperácea, sin llegar a identificar género y especie.

### **3.8.3 Conversión de datos**

Para la medición del rendimiento se utilizó una balanza calibrada en libras, los datos se convirtieron a kilogramos. Para extrapolar datos de área de parcela útil a hectáreas, las variables rendimiento, frutos comerciales y no comerciales se aproximaron a números enteros.

Para uniformizar los datos y usar el sistema métrico decimal, algunos se convirtieron de galones a litros y acres a hectáreas y en el caso de bromuro de metilo se aproximó a un número entero de latas de 1.5 libras.

### **3.8.4 Aplicación de los tratamientos**

Los tratamientos BL 1480 y Enzone fueron aplicados con regadera de jardín, para uniformizar la aplicación y lograr una mejor distribución del producto, considerando que esta no es la mejor forma de hacerlo.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSION**

## 4.1 POBLACIONES DE NEMATODOS

### 4.1.1 Cantidad de nemátodos antes y después de los tratamientos

El análisis de poblaciones de nemátodos se realizó en el Centro de Diagnóstico del Departamento de Protección Vegetal del Zamorano. El diagnóstico se concentró en los géneros *Meloidogyne* y *Heterodera*, tomándose en cuenta tanto estados larvales como quistes, por estar presentes en mayores cantidades y ser endoparásitos del cultivo de pepino. Se reconocieron otros nemátodos, aunque estaban presentes en menores cantidades, entre los cuales se incluyen los géneros *Tylenchus* (3.7%), *Ditylenchus* (5.6%), *Helicotylenchus* (1.6%), *Rotylenchus* (0.3%), *Tylenchulus* (0.8%), *Pratylenchus* (1.7%), *Longidorus* (0.3%), zoonemátodos (0.5%) y nemátodos de vida libre (85.6%). Los resultados de dichos diagnósticos se dieron en cantidad de nemátodos por 100 cc de suelo.

**Cuadro 1.** Diagnóstico de nemátodos antes y después de los tratamientos. El Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Nemátodos					
	<i>Meloidogyne</i> sp		<i>Heterodera</i> sp		Otros nemátodos	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Enzone	126	179	40	307	6	61
Vydate	82	40	1308	146	14	18
Ditera	39	84	151	170	17	80
BuRIZE	19	163	255	179	24	28
Basamid	0	60	145	102	65	7
BL 1480	0	86	242	104	51	6
Solarización	0	486	56	512	2	34
Brom-O-gas	104	32	114	18	18	0
Testigo absoluto	45	194	983	164	38	27
<b>Promedio del ensayo</b>	<b>43</b>	<b>140</b>	<b>366</b>	<b>178</b>	<b>26</b>	<b>27</b>

Las poblaciones antes de la aplicación de los tratamientos de *Meloidogyne* sp fueron mayores que el promedio general del ensayo en las parcelas correspondientes a Enzone, Vydate, Brom-O-gas y testigo absoluto. En las parcelas de Ditera y BuRIZE las poblaciones fueron menores que el promedio y en las de Basamid, BL 1480 y Solarización las poblaciones de *Meloidogyne* no fueron detectadas con el método utilizado para la extracción y diagnóstico de nemátodos.

Este comportamiento se debe, según Dominguez<sup>1</sup>, a que en terrenos infestados la distribución de nemátodos no es uniforme, y cuando se realiza un muestreo para fines de investigación en áreas relativamente grandes se corre el riesgo de obtener muestras sin nemátodos aunque existan en el terreno. El problema principal se debe a un sistema de muestreo errático, aunque también influye el manejo de la muestra, el método de extracción y diagnóstico.

Zuckerman (1971) menciona que un importante problema lo constituye la detección de niveles de nemátodos. En datos interpretativos, el valor cero obtenido no significa que una especie este ausente, si no que puede estar presente en densidades no detectables.

En el diagnóstico inicial del género *Heterodera* sp se encontró que la mayor cantidad de nemátodos estaba ubicada en las parcelas de Vydate y testigo absoluto. El resto de tratamientos tuvieron poblaciones menores que el promedio.

Las poblaciones iniciales de otros nemátodos (benéficos en su mayoría) fueron mayores en parcelas de Basamid BL 1480 y testigo absoluto. Bajo el promedio estuvieron parcelas de Enzone, Vydate, Ditera, BuRIZE, solarización y Brom-O-gas.

Es de utilidad conocer las poblaciones iniciales de nemátodos para tener una referencia y determinar si después de la aplicación de los tratamientos, las poblaciones aumentaron o disminuyeron.

El diagnóstico de nemátodos después de los tratamientos nos da una idea de cuales grupos de plántulas se desarrollaron con menor presencia de nemátodos endoparásitos y relacionarlos con el rendimiento.

De acuerdo a los datos obtenidos en este ensayo después de las aplicaciones, en los tratamientos con Enzone, BuRIZE, solarización y testigo absoluto, el cultivo de pepino se desarrolló con poblaciones de *Meloidogyne* mayores al promedio y al resto de los tratamientos.

Solarización, Enzone y BuRIZE fueron los tratamientos con la mayor cantidad final de nemátodos del género *Heterodera* sp. El resto de tratamientos mostraron un menor número de nemátodos, e inclusive las poblaciones de nemátodos en las parcelas de Brom-O-gas fueron mucho menores que el promedio del ensayo.

---

<sup>1</sup>Dominguez, Hernando. 1999. Sistema de muestreo de nemátodos. Louisiana State University. Comunicación personal.

Para las poblaciones de los otros nemátodos mencionadas al inicio, se observó un mayor número en parcelas de Enzone, Ditera, solarización y BuRIZE. El testigo absoluto tuvo una población igual al promedio del ensayo. Poblaciones menores y similares entre sí se obtuvieron en parcelas de Vydate, Basamid, BL 1480 y Brom-O-gas.

#### **4.1.2 Cambio porcentual en las cantidades de nemátodos por efecto de los tratamientos**

El efecto positivo o negativo en el control de nemátodos de los tratamientos evaluados no puede reflejarse del todo con el análisis de cantidad de nemátodos después de la aplicación de los tratamientos; se debe conocer el cambio porcentual de reducción o aumento en las poblaciones de nemátodos, ya que las poblaciones iniciales para cada tratamiento fueron diferentes.

**Cuadro 2.** Cambio porcentual (%) en las poblaciones de nemátodos. El Zamorano, Honduras.

Tratamientos	Nemátodos		
	<i>Meloidogyne</i> sp	<i>Heterodera</i> sp	Otros nemátodos
Enzone	42	668	917
Vydate	-51	-88	28
Ditera	115	12	370
BuRIZE	758	-30	17
Basamid	100*	-30	-89
BL 1480	100*	-57	-88
Solarización	100*	814	160
Brom-O-gas	-69	-84	-100
Testigo absoluto	331	-83	-29

Números con signo negativo (-) significan porcentaje de disminución de poblaciones de nemátodos.

\* Como la lectura inicial fue "0" el incremento se ha calculado en un 100%.

Las poblaciones de *Meloidogyne* sp disminuyeron por efecto de aplicaciones ( $P < 0.0013$ ) de Vydate (51%) y Brom-O-gas (69%). Las poblaciones en parcelas de Enzone, Ditera, BuRIZE, Basamid, solarización y BL 1480 aumentaron en un rango de 42 a 758%, no existen diferencias significativas entre sí. El testigo absoluto aumentó drásticamente la cantidad de *Meloidogyne* sp (3.3 veces más), siendo diferente significativamente con el resto de tratamientos.

Las poblaciones de *Heterodera* sp se vieron afectadas así: Vydate redujo 88% de la población inicial, muy parecido en su efecto el Brom-O-gas (84%) y el testigo absoluto también sufrió una disminución similar (83%), posiblemente debido al muestreo errático después de las aplicaciones de los tratamientos; BL 1480 redujo el 57% de nemátodos; Basamid y BuRIZE redujeron alrededor de un 30% de los nemátodos que estaban presentes; Ditera aumentó las poblaciones en 12%, no habiendo diferencias significativas con los tratamientos que redujeron poblaciones. Enzone y solarización aumentaron las poblaciones de nemátodos *Heterodera* casi 6.6 y 8 veces más que las poblaciones iniciales; estos tratamientos fueron diferentes estadísticamente al resto ( $P < 0.0077$ ).

El efecto de los tratamientos sobre otros nemátodos se dio de la siguiente manera: Brom-O-gas, BL 1480, Basamid y testigo absoluto disminuyeron las cantidades de otros

nemátodos, aunque no hubieron diferencias significativas ( $P < 0.0046$ ); Solarización, Enzone, Vydate, BuRIZE y Ditera aumentaron la cantidad de otros nemátodos entre 17 y 917% más que la inicial, siendo diferentes al resto de tratamientos.

La medición del efecto de los tratamientos se ve sesgada por el error experimental al momento de hacer el muestreo tanto antes como después de la aplicación de los mismos.

## 4.2 EFECTO HERBICIDA DE ALGUNOS TRATAMIENTOS

Tres alternativas de las siete evaluadas para sustituir el uso de bromuro de metilo en el control de nemátodos, presentan al mismo tiempo características de herbicida. Estos tratamientos son: BL 1480, Basamid y Solarización. Se recogieron datos de las parcelas de Brom-O-gas y testigo absoluto para contrastar los datos de las parcelas de los tratamientos mencionados anteriormente.

Se tomaron datos de número de malezas en un área de  $0.0225 \text{ m}^2$  ( $0.15 \text{ m} \times 0.15 \text{ m}$ ), y se extrapolaron a número de malezas por metro cuadrado. Se agruparon las malezas observadas en las categorías de Hoja ancha, Gramínea y Ciperácea. Las características de estas malezas se describen en el anexo 4.

**Cuadro 3.** Población de malezas por categoría por metro cuadrado, a los 15 días después del transplante. El Zamorano, Honduras.

Tratamientos	DDA*	Malezas		
		Hoja ancha	Gramíneas	Ciperáceas
Basamid	28	6 c	28 b	67 a b
BL 1480	28	33 b c	50 b	11 c d
Solarización	16	83 a	156 a	56 b c
Brom-O-gas	20	6 c	22 b	0 d
Testigo absoluto	0	67 a	406 a	78 b c

Medias en la misma columna con las diferente letras son diferentes estadísticamente ( $P < 0.10$ ).

\* Días Después de la Aplicación de los tratamientos.

**Nota:** Los datos de malezas fueron transformados en el programa SAS versión 6.12 para homogenizar sus varianzas con el método de logaritmo en base 10 [ $\log_{10}(\text{variable}+1)$ ].

Las poblaciones de maleza de hoja ancha fueron menores en los tratamientos Basamid y Brom-O-gas, e inclusive BL1480, ya que existen diferencias significativas ( $P=0.001$ ;  $\alpha=0.10$ ) entre estos tratamientos y el resto. Solarización no realizó ningún control de estas malezas, ya que su población fue igual que en las parcelas testigo (Cuadro 3).

En el control de gramíneas las diferencias fueron más marcadas ( $P=0.0002$ ;  $\alpha=0.10$ ); Basamid, BL 1480 y Brom-O-gas fueron los que mejor controlaron este tipo de malezas. Solarización no efectuó un control efectivo (Cuadro 3).

Para Ciperáceas, aún cuando los datos fueron marginalmente significativos ( $P=0.1015$ ;  $\alpha=0.10$ ), Brom-O-gas fue el tratamiento que ejerció un mejor control, al igual que BL 1480. Basamid y solarización realizaron un menor control que los anteriores (Cuadro 3).

En términos generales, se puede decir que BL 1480 efectuó un control de malezas comparable a la acción de Brom-O-gas. Basamid fue efectivo en el control de hoja ancha y gramíneas, no así con ciperáceas y solarización no reflejó un buen efecto herbicida en el experimento (Cuadro 3).

### **4.3 CARACTERISTICAS AGRONOMICAS**

#### **4.3.1 Rendimiento, número de frutos comerciales y no comerciales en el cultivo de pepino**

El daño por nemátodos se refleja en un desarrollo limitado de la planta tanto de la parte foliar como de la radicular, lo que afecta directamente la producción en el cultivo de pepino; es difícil calcular el daño producido por nemátodos, sin embargo, se estima que alrededor de 7 a 15% de la producción agrícola en Estados Unidos se ve destruida por nemátodos (Poinar, 1983). Así mismo, Pitty (1997) indica que la competencia de malezas por nutrientes y agua reducen el rendimiento del cultivo, si sus poblaciones llegan a ser altas.

Los datos de las variables rendimiento, número de frutos comerciales y no comerciales se tomaron del área de la parcela útil ( $21.6 \text{ m}^2$ ) y se extrapolaron a hectárea.

**Cuadro 4.** Rendimiento en kg, número de frutos comerciales y no comerciales de pepino por hectárea. El Zamorano, Honduras.

---

Tratamiento	Rendimiento	frutos comerciales	frutos no comerciales
Enzone	35,051 abc	107,725 abc	6,296 a
Vydate	44,983 a	141,371 a	6,296 a
Ditera	21,347 c	65,914 c	5,312 a
BuRIZE	28,367 bc	87,754 bc	5,509 a
BL 1480	41,132 ab	132,320 ab	4,525 a
Solarización	27,786 bc	87,361 bc	4,525 a
Brom-O-gas	47,159 a	146,782 a	4,723 a
Testigo absoluto	28,488 bc	86,967 bc	6,001 a
<b>Promedio</b>	<b>34,289</b>	<b>107,024</b>	<b>5,398</b>
<b>Desviación St.</b>	<b>9,303</b>	<b>29,883</b>	<b>754</b>
<b>Valor F</b>	<b>2.28</b>	<b>2.43</b>	<b>0.26</b>
<b>Probabilidad</b>	<b>0.0675</b>	<b>0.0542</b>	<b>0.964</b>

**Nota:** Las variables rendimiento, número de frutos comerciales y no comerciales se redujeron en 15% para asemejarse a valores más reales a nivel de hectárea (CIMMYT).

Brom-O-gas fue el tratamiento con mayor rendimiento comparable al producido por Vydate, siendo iguales estadísticamente. Los rendimientos de BL 1480 y Enzone, aunque menores, no muestran diferencias significativas con los dos anteriores. Todos los tratamientos a excepción de Vydate y Bom-O-gas, produjeron rendimientos menores, no habiendo diferencias significativas con el testigo. Un rendimiento menor al testigo se obtuvo con Ditera.

La reducción en poblaciones de *Meloidogyne* y *Heterodera* pueden haber sido la causa de rendimientos altos en los tratamientos Vydate y Brom-O-gas. BL 1480 redujo poblaciones de *Heterodera*, pero no así de *Meloidogyne*, por lo que se presume es la causa de una producción un poco menor. A pesar de no haber detectado efecto nematocida en parcelas de Enzone, el rendimiento producido por este tratamiento es similar a BL 1480. BuRIZE es un producto inoculante de micorrizas que compiten por espacio con los nemátodos fitoparásitos, por lo que al haber obtenido rendimientos similares al testigo se puede considerar que no hubo una colonización eficiente de las micorrizas. Solarización no redujo poblaciones de *Meloidogyne* y *Heterodera*, debido posiblemente a la utilización de un método y herramientas no adecuadas y/o la humedad del terreno no fue suficiente.

La comercialización de pepino puede realizarse por peso (en sacos) o por frutos (en bandejas). Las bandejas, por lo general con cinco frutos, permite obtener mejores precios debido a una mejor selección en calidad y presentación de los frutos.

La mayor cantidad de frutos comerciales los produjeron los tratamientos Brom-O-gas y Vydate; BL 1480 produjo un poco menos sin ser diferente significativamente con los dos tratamientos anteriores. Enzone, BuRIZE y solarización produjeron igual número de frutos comerciales que el testigo. Ditera fue el tratamiento que produjo la menor cantidad de

frutos comerciales. Los datos presentados coinciden con los rendimientos de pepino, en diferencias entre tratamientos.

Se clasificaron como frutos no comerciales a aquellos que presentaban deformaciones, daño por hongos e insectos y frutos más grandes que el tamaño comercial. No hubo diferencias significativas ( $P < 0.9640$ ) entre los tratamientos.

#### 4.4 FACTORES ECONOMICOS

Para la utilización de cualquier práctica en la producción de cualquier cultivo, debe enfatizarse en el aspecto económico que representa la aplicación de dicha práctica. El objetivo de este estudio es encontrar al menos una alternativa para sustituir el bromuro de metilo en el control de nemátodos, pero aunque exista, ésta debe ser económicamente viable.

##### 4.4.1 Análisis de presupuestos parciales

Los factores considerados para el análisis de costos parciales fueron: costo del producto, costo del plástico tomando en cuenta tres tiempos de uso, el costo de mano de obra para la aplicación de los productos y el costo por deshierba. El beneficio bruto se calculó multiplicando el número de bandejas por el precio de venta de la planta de postcosecha; el beneficio neto es el resultado de restar los costos parciales de el beneficio bruto (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Presupuesto parcial en Lp / ha. El Zamorano, Honduras.

	Enzone	Vydate	Ditera	BuRIZE	BL 1480	Solarización	B. de metilo
# Frutos/ha	107,725	141,371	65,914	87,754	132,320	87,361	146,782
# bandejas/ha	21,545	28,274	13,182	17,550	26,464	17,472	29,356
<b>Beneficio bruto</b>	<b>75,407.50</b>	<b>98,959.70</b>	<b>46,139.80</b>	<b>61,427.80</b>	<b>92,624.00</b>	<b>61,152.70</b>	<b>102,747.40</b>
Costo de producto	7,493.00	2,240.00	10,424.70	9,158.97	13,384.00		39,000.00
mano de obra	1,632.70	365.95	534.85	365.95	1,632.70	1,632.70	1,632.70
Costo del plástico	2,373.80				2,373.80	2,373.80	2,373.80
Costo por deshierba	1,689.00	1,689.00	1,689.00	1,689.00		1,689.00	
<b>Costo parcial total</b>	<b>13,188.50</b>	<b>42,94.95</b>	<b>12,648.55</b>	<b>11,213.92</b>	<b>17,390.50</b>	<b>5,695.50</b>	<b>43,006.50</b>
<b>Beneficio neto</b>	<b>62,219.00</b>	<b>94,664.75</b>	<b>33,491.25</b>	<b>50,213.88</b>	<b>75,233.50</b>	<b>55,457.20</b>	<b>59,740.90</b>

Tasa de cambio: \$ 1.00 = Lp 14.30

El menor costo se tiene al aplicar Vydate y al utilizar solarización. Enzone, Ditera, BuRIZE y BL 1480 tienen costos similares entre sí. El tratamiento BL 1480 no tiene el costo por deshierba, por haber tenido un efecto herbicida eficiente, similar a bromuro de metilo. Este último tuvo el costo más elevado debido a que se calculó el costo del producto en base a latas de 1.5 libras (Cuadro 5).

A pesar de que el tratamiento bromuro de metilo obtuvo los beneficios brutos mayores, Enzone, Vydate y BL 1480 lo superan en beneficios netos, debido a que se requiere una mayor inversión al aplicar bromuro de metilo en latas (Cuadro 5).

#### 4.4.2 Rentabilidad sobre costos totales por tratamiento.

Se consideró el análisis de rentabilidad sobre costos totales para evitar inflar la rentabilidad, y poder comparar las rentabilidades de todos los tratamientos con el testigo absoluto.

**Cuadro 6.** Costos en Lp/ha, ingresos en Lp/ha y rentabilidad de los tratamientos. El Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Co. común	Co. parcial	Co. total	Ingreso bruto	Ingreso neto	Rentabilidad
Enzone	19,615.32	13,188.50	32,803.82	75,407.50	42,603.68	130%
Vydate	19,615.32	4,294.95	23,910.27	98,959.70	75,049.43	314%
Ditera	19,615.32	12,648.55	32,263.87	46,139.80	13,875.93	43%
BuRIZE	19,615.32	11,213.92	30,829.24	61,427.80	30,598.56	99%
BL 1480	19,615.32	17,390.50	37,005.82	92,624.00	55,618.18	150%
Solarización	19,615.32	5,695.50	25,310.82	61,152.70	35,841.88	142%
Brom-O-gas	19,615.32	43,006.50	62,621.82	102,747.40	40,125.58	64%
Testigo	19,615.32	-----	19,615.32	60,876.90	41,261.58	210%

Tasa de cambio: \$ 1.00 US = Lp 14.30

Enzone, Vydate y BL 1480 superan en ingresos netos al testigo absoluto, pero Vydate es más rentable que el testigo. De acuerdo a los resultados de este ensayo, bromuro de metilo, a pesar de tener el mejor control de nemátodos y maleza, y tener el mayor ingreso bruto (Cuadro 6), al realizar el análisis económico, es menos rentable su uso.

El efecto de reducir los costos de control de malezas en los tratamientos BL 1480 y Brom-O-gas, no compensó en este ensayo el aumento en ingresos, debido a que el costo de la mano de obra fue bajo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este ensayo, el uso de Vydate puede sustituir el uso de bromuro de metilo en el control de nemátodos.

## 4.5 RESIDUALIDAD DE PLAGUICIDAS

Por el tipo de aplicación, modo de acción y translocación sistémica de Vydate se realizó, después de la cosecha, una evaluación de residualidad en los frutos para determinar la presencia del ingrediente activo.

CESCCO no encontró residualidad de Carbamatos, grupo químico al cual pertenece Vydate (Oxamyl), en las muestras enviadas.

## 5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de la Escuela Agrícola Panamericana, en donde se desarrolló el ensayo de la evaluación de alternativas químicas y no químicas para sustituir el uso de bromuro de metilo en el control de nemátodos y malezas en el cultivo de pepino se concluye lo siguiente:

- ◆ Oxamyl (Vydate) es una alternativa técnica y económicamente viable a considerar para sustituir el uso de bromuro de metilo en el control de nemátodos.
- ◆ Se podría considerar como segunda alternativa el Metam sodio (BL 1480), por ser el segundo más rentable económicamente.
- ◆ En el control de malezas, Metam sodio (BL 1480) tuvo un efecto comparable al bromuro de metilo.
- ◆ Enzone, BuRIZE y solarización no mostraron ser alternativas al bromuro de metilo.
- ◆ Ditera mostro un bajo control de nemátodos y obtuvo los rendimientos más bajos.

## 6. RECOMENDACIONES

- ◆ Evaluar otras posibles alternativas para la sustitución de bromuro de metilo en el control de nemátodos y malezas.
- ◆ Evaluar las alternativas escogidas para este ensayo en otros cultivos y en otras condiciones (clima, suelo, etc).
- ◆ Considerar otras dosis de los productos utilizados, tanto químicos como biológicos.
- ◆ Realizar las aplicaciones de los productos evaluados bajo condiciones comerciales.
- ◆ Utilizar plástico de menor grosor para aplicar la técnica de solarización, si se implementa ésta técnica o para fines de otros ensayos.
- ◆ Realizar nuevamente este ensayo utilizando inoculación de nemátodos al suelo, para tener poblaciones similares en todos los tratamientos y así evaluar la efectividad real de los mismos.
- ◆ Realizar a nivel de laboratorio un bioensayo para los tratamientos que aparentemente no mostraron buen control.
- ◆ Las condiciones de humedad y preparación del suelo deben ser optimas para obtener resultados que el fabricante indica y para que el producto se distribuya si es de acción localizada o se disperse si es de acción gasificante.

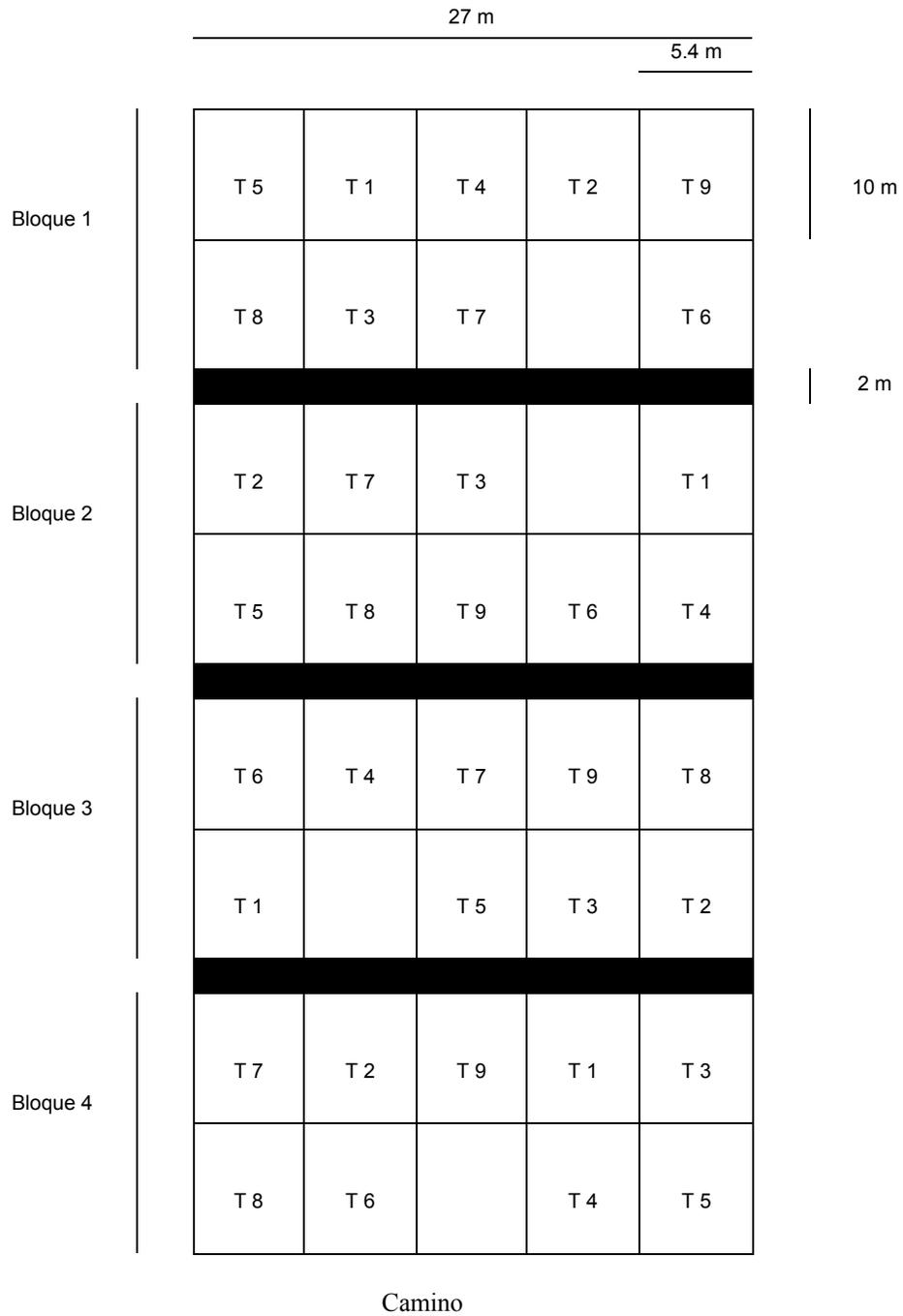
## 7. BIBLIOGRAFIA

- AMIGOS DE LA TIERRA. 1998. El bromuro de metilo, destruye la capa de ozono. [www.tierra.org](http://www.tierra.org).
- BUCKMAN LABORATORIES. Sf. Buckman's biologicals for the agriculture industry. [www.buckman.com](http://www.buckman.com)
- CASTAÑO-ZAPATA, Jairo. 1994. Principios básicos de Fitopatología. 2 ed. Honduras. Zamorano Academic Press. 518p.
- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de la evaluación económica. Edición completamente revisada. México DF, México. CIMMYT.
- CLARK, Chip; Lyons, Guillian; Petersen, Monica; Saunders, Louise; Stern, Rick; Tan, Elizabeth; Schonfield, Anne. 1994. Southern exposure the phaseout of methyl bromide in developing countries. PANNA Regional Center. s.p.
- DAVIDSON, Michael W. 1999. Oxamyl. Florida State University. [www.microscopy.fsu.edu](http://www.microscopy.fsu.edu)
- DE BARRO, P. J.; Edwards, B. 1995. Agricultural production without methyl bromide: four case studies. Ed por H. J. Banks. Australia. CSIRO. s.p.
- ENTEK. 1999. Enzone. [www.entekcorp.com/enzone.html](http://www.entekcorp.com/enzone.html)
- EPA. 1996. Case study – Methyl Bromide alternative: Metam-sodium as an alternative to methyl bromide for fruit and vegetable production. [www.epa.gov/ozone/mbr/metams.html](http://www.epa.gov/ozone/mbr/metams.html)
- GONZALEZ, Joaquín. 1999. Evaluación de alternativas agroeconómicas para sustituir el uso de bromuro de metilo en melón bajo invernadero. Proyecto de tesis para Ingeniería Agronómica. Escuela Agrícola Panamericana.
- LOCASCIO, Salvatore J.; Gilreath, James P.; Dickson, D. W.; Kucharek, Thomas A.; Jones, J. P.; Noling, J. W. 1997. Fumigant alternatives to methyl bromide for polyethylene-mulched tomato. *In HortScience*. 32(7): 1208.
- MBAN. s.f.. Methyl Bromide. Methyl Bromide Alternatives Network. San Francisco, Estados Unidos. 18p.
- MONTES, Alfredo. Sf. Cultivos de hortalizas en el trópico. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. Pp 137-143.

- MORALES, Alba. 1997. Push Back the poison: California communities confront methyl bromide. Ellen Hicker ed. Global Pesticide Campaigner. San Francisco, California. Vol 7(2): pp 3-5.
- NIVIA, Elsa. 1997. Protocolo de Montreal: Cuando se eliminará el bromuro de metilo?. *In* ENLACE. Ed por RAPALMIRA. Colombia. 5p.
- PANNA. 1995. Alternativas al bromuro de metilo: Extractos de la evaluación de 1995 del comite de opciones técnicas al bromuro de metilo de N.U. Pesticide Action Network North America. 12p.
- PITTY, Abelino. 1997. Introducción a la biología, ecología y manejo de malezas. Zamorano Academic Press. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.
- POINAR, George O. 1983. The natural history of nematodes. University of California, Berkeley. PRENTICE-HALL, INC. New Jersey, Estados Unidos. 323p.
- SCHAFER, Kristin S. 1997. Funding a better ban: Smart spending on methyl bromide alternatives in developing countries. PANNA Regional Center. San Francisco, Estados Unidos. 28p.
- SEP. 1997. Cucurbitáceas. Secretaría de educación pública. 2 ed. Editorial Trillas. 56p.
- TEAP. 1997. Technology and economic assessment panel. April 1997 Report (vol I & II) United Nations Environment Programme.
- USDA. 1997a. ARS Methyl Bromide Research. Beltsville, Estados Unidos.  
[www.ars.usda.gov](http://www.ars.usda.gov)
- \_\_\_\_\_. 1997b. Ditera<sup>®</sup>: Controlling nematodes biologically.  
[www.ars.usda.gov/is/np/mba/jan97/ditera.htm](http://www.ars.usda.gov/is/np/mba/jan97/ditera.htm)
- \_\_\_\_\_. 1999. Plants: Guilty of producing and releasing MeBr into the atmosphere?.  
[www.ars.usda.gov](http://www.ars.usda.gov).
- ZUCKERMAN, B. M.; Mai, W. F.; Rohde, R. A. 1971. Plant parasitic nematodes. Academic Press. New York, Estados Unidos. Vol. I. 345p.

## **8. ANEXOS**

**Anexo 1.** Distribución de parcelas.



## **Anexo 2.** Datos técnicos de productos utilizados

### **1. Bromuro de metilo.**

Nombre comercial: Brom-o-gas

Composición: 98% bromuro de metilo, 2% cloropicrin.

Toxicidad: Grado I (Extremadamente tóxico).

Casa comercial: Dupont.

Función: biocida.

Dosis: 750 Lb/ha (0.5 latas/10m<sup>2</sup>)

2.7 latas / parcela

Aproximación = 3 latas / parcela

### **2. *Myrothecium verrucaria*.**

Nombre comercial: Ditera ®

Composición: Metabolitos ( lípidos, proteínas, carbohidratos, etc. ) de la fermentación de *M. Verrucaria*.

Casa comercial: Abbott Laboratories.

Función: nematicida.

Dosis: 26 – 55 kg / ha.

218.7 gr / parcela

### **3. Tetratio carbamato de sodio**

Nombre comercial: Enzone ®

Composición: 31.8 % tetratio carbamato de sodio.

Casa comercial: ENTEK Corp.

Función: fungicida, insecticida, nematicida.

Dosis: 65.5 litros/ha

0.3537 / parcela

#### **4. Metam sodio**

Nombre comercial: BL 1480.

Composición: 42 % metam- sodio, 58 % ingredientes inertes.

Casa comercial: Buckman laboratories.

Función: biocida.

Dosis: 80 ml / m<sup>2</sup>

4.32 lt / parcela

#### **5. Micorrizas vesículo-arbustulares ( *Glomus sp* )**

Nombre comercial: Burrize ®

Composición: esporas de *Glomus sp*.

Casa comercial: Buckman Laboratories.

Función: antagonista de hongos y nemátodos del suelo.

Dosis: 5.5 ml / planta.

880 ml / parcela

#### **6. Oxamyl**

Nombre comercial: Vydate ®

Composición: 260 gr de Oxamil / lt

Toxicidad: Grado II ( altamente tóxico)

Casa comercial: Dupont.

Función: insecticida / nematicida.

Dosis: 4 lt / ha ( dos veces )

21.6 ml / parcela

