

50
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**"TOPICOS SELECTOS DE LA PRODUCCION
AGRICOLA ACTUAL. PERSPECTIVAS DEL BROMURO
DE METILO EN LA UTILIZACION DE LA
AGRICULTURA"**

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRICOLA

P R E S E N T A :

JOSE ALFREDO ZARAGOZA GARNICA

ASESOR: ING. FRANCISCO CRUZ PIZARRO

268142

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1998

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
PRESENTE.

AT'N: Q. MA. DEL CARMEN GARCIA MIJARES

Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES-C.

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Tópicos Selectos de la Agricultura Actual. Perspectivas del Bromuro
de Metilo en la utilización de la Agricultura.

que presenta el pasante: José Alfredo Zaraqoza Garnica,
con número de cuenta: 8412546-0 para obtener el Título de:
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 31 de agosto de 19 98

MODULO:

PROFESOR:

<u>II</u>	Ing.	<u>Francisco Cruz Pizarro.</u>	
<u>III</u>	Ing.	<u>Carlos Gómez García</u>	
<u>III</u>	Ing.	<u>Carlos Deolarte Martínez</u>	

DEDICATORIA.

A MIS PADRES:

Que por su esfuerzo, bondad y gran amor han sido la base de este gran logro.

Ami Esposa:

Gracias por ser mi compañera y el amor de mi vida que en las buenas y en las malas me ha brindado su gran amor y apoyo incondicional por sobre todas las cosas.

A mis tres grandes tesoros:

Carlos, José Alfredo, Tania Lorena, que este logro sea parte de su motivación para superar cualquier tropiezo en sus metas.

A mi madre Pomposita:

Por cuidarme y guiarme con su gran sabiduría durante la etapa más difícil de mi vida. (descanse en paz.)

AGRADECIMIENTOS.

Al Ing. Francisco Cruz Pizarro, por su gran apoyo incondicional, y el tiempo que dedico para realizar este trabajo.

Al Ing. Angel Marquez Hernandez, le doy mi más sincero agradecimiento por su gran apoyo en situaciones difiles, y sobre todo para hacer realidad este trabajo.

A mi hermana Araceli por su gra ayuda en la realización de este trabajo, así como a patricia y mónica por su gran apoyo.

A mis Hermanos:

Alberto, Oswaldo, Ivan, que en momentos difíciles me han apoyado.

A mis tios felipe, ignacio y hortencia :

Que por sus consejos que fueron siempre atinados han sido parte de la motivación para seguir en pie.

A mi primo Mauricio:

Que aunque tan lejos te encuentras, aquí siempre estas presente con gran admiración y respeto gracias.

A mis profesores:

Que a través de los años nos guiaron y nos dieron las bases de una profesión tan importante, para formar parte del trabajo de la sociedad más golpeada que es la del medio rural.

A la Universidad:

Que nos brinda la formación y el gran acervo cultural tan invaluable para poder realizar las actividades que en la sociedad se presentan.

A mis compañeros de Seminario:

Por compartir momentos agradables y el objetivo común, nuestra titulación.

INDICE

	PAGINA
I.- INTRODUCCION	1
OBJETIVO GENERAL	2
II.- REVISION DE LITERATURA	3
2.1 FUMIGANTE	
2.1.1 DEFINICION	
2.1.2. TIPOS Y CONCENTRACIONES DE FUMIGANTES	4
2.1.3. MÉTODOS DE APLICACIÓN DE FUMIGANTES	8
2.2 BROMURO DE METILO	26
2.2.1 USO	27
2.2.2 APLICACIONES	28
2.3 LIMITANTES	29
2.3.1. LA CAPA DE OZONO	
2.3.2. ACCIÓN DEL BROMURO DE METILO EN LA CAPA DE OZONO Y OTROS COMPUESTOS	33
2.4 PROBLEMÁTICA	35
2.4.1. RESTRICCIONES LEGALES	
2.4.2. CONVENIO DE VIENA	
2.4.3. PROTOCOLO DE MONTREAL	39
2.4.4 EVALUACION DE 1995 DEL COMITÉ DE OPCIONES TÉCNICAS AL BROMURO DE METILO DEL PROTOCOLO DE MONTREAL	

2.5 ALTERNATIVAS FUNCIONALES SIN LA UTILIZACIÓN DEL BROMURO DE METILO	43
2.5.1 PRODUCCIÓN DE TOMATE EN ESPAÑA SIN BROMURO DE METILO	
2.5.2 LA BIOFUMIGACION UNA ALTERNATIVA PARA EL MANEJO DE LOS PATOGENOS DE VEGETALES	46
2.5.3 ALTERNATIVAS AL BROMURO DE METILO EN LA PRODUCCIÓN DE FLORES EN COLOMBIA	53
2.5.4 ALTERNATIVAS PARA TRATAMIENTOS DE PRODUCTOS NO PERECEDEROS.	64
2.5.5 ALTERNATIVAS AL BROMURO DE METILO EN GRANOS DE CEREALES ALMACENADOS Y MERCANCIAS SIMILARES.	71
2.5.6 ALTERNATIVAS PARA TRATAMIENTOS DE PRODUCTOS PERECEDEROS.	76
2.5.7 ALTERNATIVAS PARA TRATAMIENTOS DE CONSTRUCCIONES Y VEHICULOS DE TRANSPORTE.	79
III.- ANALISIS	82
IV.- CONCLUSIONES	83
BIBLIOGRAFIA	84

ANEXOS

CUADRO NUM.1 PAG. 10

CUADRO NUM.2 PAG. 11

CUADRO NUM.3 PAG. 13

CUADRO NUM.4 PAG. 18

CUADRO NUM.5 PAG. 23

CUADRO NUM.6 PAG. 23

CUADRO NUM.7 PAG. 23

CUADRO NUM.8 PAG. 25

I. INTRODUCCION.

En la actualidad las tendencias de la agricultura tecnificada, han hecho que día a día se incremente el uso de agroquímicos para contrarrestar o eliminar la presencia de plagas y enfermedades considerados estos como factores que limitan la producción en cultivos de alta rentabilidad (fresa, tomate, flores, etc.), desde semilleros o almácigos hasta su producción en campo y para especies ornamentales, principalmente en el establecimiento de viveros.

En nuestras principales regiones de nuestro país el bromuro de metilo ha tenido resultados espectaculares en cuanto a eliminar prácticamente los factores señalados que limitan la producción, en comparación con las técnicas convencionales que se venían utilizando. Ahora bien el bromuro de metilo es considerado un fumigante genérico cuya toxicidad es de las más altas, sus efectos sobre la atmósfera son también de deterioro al ejercer acción sobre la capa de ozono, la cual impide la infiltración y penetración directa de radiación solar sobre los seres humanos en la tierra.

Este problema se presenta sobre la utilización del fumigante, como el bromuro de metilo el cual ha originado que se busquen otras alternativas que permitan un control de plagas y enfermedades con niveles aceptables del mismo sin que tengan efectos nocivos en la atmósfera.

OBJETIVO GENERAL:

**ANALIZAR LOS USOS Y TENDENCIAS QUE TIENE ÉL
BROMURO DE METILO EN LA AGRICULTURA.**

II. REVISION DE LITERATURA.

2.1 FUMIGANTE.

2.1.1. DEFINICION:

Los fumigantes son sustancias químicas agrícolas que se caracterizan porque actúan a través de su forma gaseosa. Tiene un alto grado de volatilidad y por lo mismo posee una alta capacidad de penetración.

Estos pueden ser empleados para esterilización de suelos, bodegas o almacenes donde se acopian granos u otros productos agrícolas susceptibles.

Por lo general tienen mayor efectividad en las etapas biológicas de las plagas y fitopatógenos . (1)

2.1.2. TIPOS Y CONCENTRACIONES DE FUMIGANTES.

Entre los principales tipos de fumigantes de acuerdo al diccionario de especialidades agroquímicas están los siguientes:

a) VAPAM

Fumigante

Por su Tipo: es una solución acuosa.

Por su Concentración:

Ingrediente activo:

Metam sodio: Metil ditiocarbamato de

Sodio (anhidrido). 32.70 %

(Equivalente a 375 g de I.A/lit).

Se garantiza un mínimo de 480 g de metam sodio dihidratado

Ingrediente inerte: diluyente agua. 67.30

Total 100.00

VAPAM es un líquido soluble en agua. Cuando se aplica al suelo debidamente preparado, él líquido se convierte en fumigante gaseoso. Después de un intervalo suficiente de tiempo, el gas se distribuye, dejando el suelo listo para sembrar.

VAPAM se recomienda para el control de malezas y semillas de maleza germinando (zacate azul, zacate bermuda, yerba amargos, diente de león, quelite, bledo, zacate de agua, zacate Jhonson, coquillo verdolaga).

Nematodos, sinfilidos y enfermedades del suelo (Rhizoctonia, Pythium, Phytophthora, Verticillium, Sclerotinia, hongo de la raíz del roble y enfermedades radicales en las crucíferas). (7).

b) DIFAX.

Por su tipo: es una solución líquida.

Por su Concentración:

Ingrediente activo:

1,3-dicloropropeno
no menos de..... 92.00 %

(equivalente a 920 g de I.A/kg.)

Ingredientes inertes: compuestos relacionados

no más de..... 8.00

total 100.00

DIFAX es un fumigante para el suelo que se aplica antes de la siembra, o plantado para combatir nematodos fitoparasitos de cultivos agrícolas, ornamentales o de zonas forestales. (7)

c) VORLEX

Por su Tipo: es una solución líquida.

Por su concentración:

Ingrediente activo:

Isotiocianato de metilo

No menos de 20.00 %

(equivalente a 206 g de I.A/lit)

1-3 dicloropropeno

no menos 36.80 %

(equivalente a 378g de I.A/lt)

ingredientes inertes: xileno y colorante

No mas de 4.20

total 100.00

VORLEX se recomienda para la eliminación del parásito flor de tierra (orobanche sp) que ataca el tabaco y el tomate. VORLEX también se recomienda para el control de las siguientes malezas y sus semillas en proceso de germinación: pamplina, bledos, epasote blanco, zacate bermuda, cebolleta, yerba de agua, verdolaga, zacate Jhonson, malva, diente de león, artemisa, correguela menor, cardo ruso, maroma, también para los nematodos y las siguientes enfermedades producidas por hongos existentes en el suelo. Los que producen la pudrición de los semilleros Rhizoctunia sp, Fusarium sp, Vercillium sp, Armillaria sp, Phythophthora sp, que ataca las plantas ornamentales en los semilleros de hortalizas. Vorlex también controla insectos del suelo, gusanos de alambre y miriapodos. (7).

D) TELONE II.

Por su Tipo: es un gas licuado.

Por su Concentración:

Ingrediente Activo:

1,3- Dicloropropeno.

No menos de..... 92.0%

(equivalente a 1102 de I.A./lt.)

ingredientes inertes:

Compuestos relacionados de 3 átomos de carbono.

No más de 8.00%

Total 100%

Este Fumigante se deberá usar únicamente en replantación o presiembra para el control de nematodos parásitos de plantas y el control de plagas de suelo.

Puede usarse en los suelos que serán plantados y sembrados con los cultivos enlistados a continuación:

Hortalizas: espárrago, zanahoria, lechuga, rábano, frijoles, coliflor, espinaca, betabel, apio, cebolla, camote, brócoli, maíz dulce, chicharo, tomate, col de Bruselas, pepino, chile, sandia, col, berenjena, papa, melón, ajo, calabaza, y okra.

Cultivos extensivos:

Alfalfa, algodón, caña de azúcar, cacahuete, trigo, tabaco, césped, soya, sorgo, arroz, y maíz.

Frutales:

Almendro, durazno, olivo, nogal, peral, manzano, higo, chabacano, piña, fresa, cítricos, ciruela y viñedo.

Cultivos de vivero.

Ornamentales y frutales. (7)

e) PHOSTEK.

Por su Tipo: se encuentra en Tabletas.

Por su Concentración:

Ingrediente Activo:

Fósforo de Aluminio

No menos de 57%

(Equivalente a 570 g. I.A. /kg.)

Diluyente y Compuestos relacionados.

No más de 43%

Total: 100%

PHOSTEK es un fumigante contra insectos que atacan los cereales almacenados en silos, depósitos o que se encuentran en tránsito en barcos, camiones o furgones, ya sea que se encuentren a granel o encostalados. Además se utilizan en el combate contra la tusa y otros roedores de campo. (7)

2.1.3. MÉTODOS DE APLICACIÓN DE FUMIGANTES.

La problemática en la agricultura durante años, ante el problema de los nematodos, parásitos de plantas, malas hiervas, enfermedades que se producen en el suelo, viveros, etc. Podemos encontrar entre los principales tipos de fumigantes de acuerdo al diccionario de especialidades agroquímicas están los siguientes:

a) VAPAM

Antes de aplicar el Fumigante se deberá cultivar para desmoronar los terrones.

Una semana antes del tratamiento, después de cultivar se debe humedecer

El suelo a la profundidad deseada. Este paso es esencial para evitar pérdidas

por evaporación, aplíquelo solo cuando la temperatura del aire sea

Moderada y haga poco movimiento. Evite aplicar a la superficie del suelo si las temperaturas son o se espera que sean arriba de 30°C durante la

Aplicación. Si se forman vapores desagradables durante la aplicación,

aplique más agua para sellar al suelo y así obtener los máximos beneficios

del fumigante la actividad de VAPAM, se incrementa con el uso de una

cubierta plástica o de papel). En este caso mantenga cubierto por un

tiempo mínimo de 48 hrs y siete días después del tratamiento, cultive él

área a una profundidad de 5 cm para airear el suelo en aplicaciones a 5 cm o

más de profundidad deben transcurrir al menos catorce días entre la

aplicación y la siembra cuando las temperaturas son frías para los suelos

pesados, con alto contenido de materia orgánica y donde se han aplicado las

dosis altas de VAPAM quizás se requiera un intervalo de 21 a30 días entre

la aplicación y la siembra. (7).

Cuadro N° 1 Método de Aplicación (VAPAM)

Para plagas superficiales en arreas limitadas	Dosis
Regadera	
Aplique uniformemente en suficiente agua	
Use la dosis alta en suelos pesados, con alta infestación de plagas	1-1.5lt/10 m
Y donde altos niveles de materia orgánica están presentes, inmediatamente después riegue para sellar o cubra con una cubierta durante 48 hrs.	
Para plagas superficiales en áreas ilimitadas	Dosis
Inyección al suelo	
La separación de los inyectores no debe ser mayor a 15 cm inyecte VAPAM a 10 cm de profundidad si solamente un nivel de inyección es usado. Si desea aplicar VAPAM en niveles de 3 cm o más de profundidad el producto debe ser colocado en mas de un nivel en él arrea. pase un rodillo para compactar el suelo y riegue ligeramente o cubra después de la compactación, esta no será necesaria si se efectúa un riego ligero dentro de las siguientes tres hrs de la aplicación.	700-935 lt/ha
Método del cubrimiento:	
Puede asperjar o gotear VAPAM delante de la acamadora. Cubra el VAPAM con 7 a 15 cm de suelo luego pase el rodillo	468-935 lt/ha
Tratamiento de sitios de replanteo	
Después de remover el árbol, muerto o enfermo y la mayor cantidad de raíces, haga una ligera excavación en el sitio de siembra y agregue VAPAM mientras llena con agua la excavación la penetración del agua debe ser mínima 1.8m	1 lt/m

(7).

Cuadro N° 2 Método de Aplicación (VAPAM)

Tratamiento para suelo de macetas:	
Métodos de aspersión Asperje sobre capas de suelo de 10 cm de altos sobre superficies de concretos o ya tratados. La última capa debe ser regada o cubierta	0.5lt/10m2 en 20lt de agua
Mezclador Agregue VAPAM al suelo y mezcle adecuadamente en una mezcladora de cemento. Después de tratado el suelo, apilelo y aplique agua para sellar o cúbralo	0.5 lt/m3
5. Semilleros de Tabaco	
Método de cubierta Prepare bien la cama 2 idas antes de aplicar. Una vez aplicada, cubra el semillero por un dia. A los 7 días remueva el suelo hasta 5cm pero no siembre hasta los 21 días.	0.45-0.7 ltm/2
Método de anegado Diluya VAPAM en 70-90 lt de agua. Apliquelo uniformemente en la superficie usando regadera o equipo aspersor.	1 lt/10m2
Método de anegado	1 lt/10m2

(7).

b) DIFAX.

Para aplicar el Fumigante DIFAX, se puede llevar a cabo en cualquier época del año, en un suelo bien preparado, con humedad adecuada para la siembra y con temperaturas comprendidas entre los 10-27°C. no aplicar en suelos extremadamente arcillosos. no aplicar cerca de plantas en desarrollo.

Aplicación total; usar equipo de inyección con cuchillas separadas de 25 a 30 cm, profundizándolas de 15 a 20 cm en la hilera donde se sembrara o plantara posteriormente. Sellar los surcos de las cuchillas con una vigueta o cadena.

Aplicación en el surco; en cultivos anuales en los que los surcos estén separados más de 60 cm, aplicar a una profundidad de 15 a 20 cm en la hilera donde se sembrara o plantara posteriormente sellar enseguida los surcos. En superficies pequeñas puede usarse un inyector de mano. Inyectar con una separación de 30 cm y a 25-30 cm de profundidad. (7)

Cuadro N° 3 Método de Aplicación (DIFAX)

Cultivo	Tipo de suelo	Lt de DIFAX/HA.	Indicaciones	Intervalo entre la última aplicación y la cosecha
Tomate	Ligero o mediano	90-140	Por cada 40lt/ha. aplicados esperar aproximadamente una semana para plantar el tratamiento total.	No se requiere Por ser la aplicación previa a la siembra o plantado
Papa	Ligero o mediano	100-130	.	
Tabaco.	Orgánico.	170-230	Por cada 40lt/ha. Aplicados, esperar aproximadamente una semana para plantar.	
Frutales	Medio	340 - 470	En frutales de hojas caducas puede hacerse tratamiento total antes de plantar, separando los cinceles 30 cm o en bandas de 3 m de ancho, alternando una aplicación con una sin tratamiento, esperar de 3 a 6 meses antes de plantar dependiendo del tipo del suelo.	
Vid	Ligero o medio	280-500	Esperar de 3 a 6 meses antes de plantar, dependiendo del tipo de suelo.	
Citricos	Ligero Medio Pesado	280-400 390-500 500-630	Separar las cuchillas de 45 A 55 cm inyectar a 30-35 cm de profundidad en tratamiento total, para plantar esperar, una semana por cada 40 litros por hectárea aplicados.	

(7).

c) VORLEX

1) Para un mejor control de malas hierbas, úsese la dosis más alta indicada, inyecte a una profundidad de 10 cm y cúbrase con material impermeable por 4 días.

2) solamente para terrenos altos no sujetos a reinfestación por inundaciones anuales.

3) Esta dosis es por cada cincel. deben disponerse dos cinceles, separando a 20cm para cada banda en la que más tarde se surcara para plantar.

4) si es usado en tierra arcillosa pesada, se requiere un mayor periodo de ventilación.

5) Para un mayor control de los miriápodos, elimine todo residuo de siembra antes de la fumigación.

6) En cítricos y otros árboles frutales donde se hace necesaria una penetración más profunda use 560-650 lt del Fumigante por ha (560-650 cc por 10 m²)

7) El tratamiento por surco puede no ser efectivo para el control de insectos del suelo.

Inmediatamente después de la aplicación, rastree superficialmente el suelo para hacer desaparecer las marcas de los aplicadores: después compacte con un rodillo liso. si se requiere mayor cantidad de agua, aplique solo la cantidad necesaria para humedecer el suelo a una profundidad de 1 ½ cm. si se usa un material impermeable, una dosis menor puede ser efectiva.

En el suelo de 20°C o más(a una profundidad de 15 cm) debe darse especial atención a sellar la superficie del mismo. El material impermeable es el que produce mejores resultados para la hermetización.

a) Periodo de Fumigación

Después de una aplicación a temperatura de 15°C o más, manténgase el suelo húmedo y sin alteraciones por un periodo mínimo de 4 días, 7 días preferiblemente. Utilice un periodo menor de fumigación únicamente si se ha demostrado su efectividad. Los suelos fríos requieren un periodo mayor de fumigación. En estas condiciones prográmesese por lo menos, de una a tres semanas para el periodo de fumigación, dependiendo de la temperatura.

(7)

b) Periodo de Ventilación.

Para suelo con temperatura por encima de 15°C (a una profundidad de 15cm) ventile el suelo al terminar el periodo de fumigación durante el cultivo. Cultivos repetidos ayudan a liberar el fumigante, resultando ventajoso si hubiera fuertes lluvias durante el periodo de fumigación si se forman costras en la superficie del suelo se retardara la aireación, por lo que deben ser eliminadas. Cultivos repetidos serán necesarios para prevenir las costras en el suelo. ventilece hasta que el fumigante haya desaparecido del suelo. Este fenómeno se efectúa concediendo una semana entre el cultivo (fin del periodo de fumigación) y la siembra por cada 110 lt / ha de VORLEX. Para temperaturas menores de 15°C (15 cm de profundidad) se requerirá un periodo de ventilación mayor que el arriba indicado. La repetición de cultivos intensos es especialmente importante cuando se presentan fuertes lluvias o tierras muy húmedas con bajas temperaturas en el suelo, ya que estas circunstancias retardan la aireación.

c) Epoca de Aplicación

El tratamiento puede efectuarse en cualquier momento en que la temperatura del suelo este por encima de los 0°C.

d) Preparación del Suelo

(1) Para un control óptimo con VORLEX siganse las siguientes instrucciones: los residuos de la cosecha deberán permanecer en el suelo para su descomposición total antes del tratamiento.

(2) En la replantación de arbustos y árboles elimine la mayor porción posible de las raíces

(3) Rompa y prepare la tierra para la siembra una semana antes del tratamiento. Una preparación profunda siempre debe prepararse la tierra a una mayor profundidad que la profundidad del tratamiento deseado.

(4) Mantenga la humedad en el suelo desde la superficie hasta la profundidad de la raíz desde una semana antes de la fumigación. No fumigue en suelo seco.

Aplicación.

Utilice el sistema de aplicación por inyección, para aplicación total ajuste los aplicadores de 15 a 20 cm de separación. Para tratamiento en banda, ajuste los aplicadores a 20 cm de separación. Inyecte a una profundidad de 15 a 20 cm (1). (7).

Cuadro N° 4 Método de Aplicación (VORLEX).

Plaga	Tipo de suelo	Aplicación lt/ha	Total cc/m ²	Aplicación de bandas o surcos cc/aplacador /10 metros
Flor de tierra (Orobanch sp)		150-200 (2)	15-20	30-40 (3)
Nematodos	Ligero	70-140	7-14	14-28
Nematodos	Pesado (4)	100-230	10-23	20-46
Miriapodos (5) Malas hiervas(1) Hongos Nematodos E				
Insectos del suelo	Ligero	230-460 (6)	23-46	46-92(6)(7)
Malas hiervas(1) Hongos Nematodos E				
Insectos del suelo	Pesado (4)	370-560	37-56	74-112 (7)

(7).

d) TELONE II.

Aplique el Fumigante en primavera o verano cuando el tipo de y las condiciones así lo permitan. Los mejores resultados en cultivos anuales, son tratando el suelo cada año. No se aplique en suelos muy húmedos o fríos. (más de la capacidad de campo y no menos de 0°C).

a) Preparación del Suelo.

Los mejores resultados se obtienen cuando las condiciones permiten una rápida difusión del fumigante en el suelo, y éste pueda ser sellado para prevenir pérdida excesiva del fumigante durante el periodo de exposición.

El suelo deberá estar preparado como si fuera a ser sembrado, sin terrones, libre de residuos de plantas y suficiente humedad (aproximadamente a la mitad de la capacidad de campo) y una temperatura entre 5 y 30°C a la profundidad de inyección. En caso de existir restos de plantas aún sin descomponerse, éstas deberán de ser enterradas y esperar a que se descompongan por lo menos en un 70% antes de aplicarlo.

b) Modo de Aplicación.

Se Puede aplicar como tratamiento general o en banda (por surcos) usando equipo de aplicación apropiado que asegure la colocación del fumigante cuando menos de 15 a 25 cm de profundidad en el suelo. Para aplicaciones generales: usé el arado o cincel con una separación de 30 cm por cada cincel y deberá ser inyectado el producto a una profundidad de 30 cm o más, el espacio de cincel debe de ser como máximo la doble de la profundidad de aplicación pero no debe de ser mayor a 75 cm. La aplicación puede hacerse en la misma dirección o un ángulo de la dirección del surco.

c) Para Aplicación en Banda.

Usé arado de cincel con uno o dos cinceles por surco, espaciados a un metro, para tratar únicamente el suelo en donde el cultivo será sembrado. Cuando se use un cincel por surco ajuste la velocidad del flujo del fumigante a distribuir a $1 \frac{1}{3}$ veces más del fumigante por cincel que es recomendable para aplicación en general. Cuando dos cinceles se usen por surco, aplique la misma velocidad de fumigante necesaria por hectárea disminuye, así como la distancia entre los surcos es aumentada y viceversa. En el momento de la plantación, evitar colocar la semilla directamente sobre el surco que deja el cincel aplacador. Cuando un cincel es usado por

surco, coloque las semillas de 5 a 8 cm a un lado del cincel, cuando dos cinceles son usados, plantar en el centro del área entre los surcos del cincel.

d) Sellado.

Inmediatamente después de la aplicación, comprima la superficie del suelo para evitar una excesiva pérdida del fumigante, después de la aplicación por cincel use un rodillo compactado o un similar el sellado después de la aplicación en surco se puede complementar por medio de paso de tractor, por bandas o aporque con superficie suelo para levantar la superficie de éste hasta una altura de 35 o 40 cm por encima del punto de inyección.

e) Periodo de Exposición.

Después de la aplicación y el sellado, déjese el terreno sin mover de 7 a 14 días. Un periodo más largo de exposición se requerirán en suelos demasiados fríos o húmedos.

f) Aereación y preparación del suelo antes de sembrar.

Al final del periodo de exposición deje que el suelo se ventile completamente antes de sembrar, la aereación es generalmente completa cuando el olor de TELONE II no puede percibirse. Bajo condiciones favorables de suelo y temperaturas deje una semana de Aereación por cada 90 lt de TELONE II se use para arboles de raíces profundas y lugares de plantación de arbustos, debe dejarse de tres a seis meses de Aereación. Para apresurar la ventilación especialmente si ocurren lluvias o bajas temperaturas durante el periodo de exposición, puede ser necesario trabajar el suelo hasta la profundidad de la zona de tratamiento. Después del tratamiento en banda, use cincel a lo largo de la cama sin mover el suelo para evitar la recontaminación del suelo tratado. (7).

Cuadro N° 5 Método y Aplicación (TELONE II)

Cultivo	Tipo de tratamiento	Tipo de Suelo	lt/ha	cc/100 metros por cincel
Hortalizas Cultivos Extensivos	En banda (1m)	Mineral	42 a 112	420 a 500
		Orgánico	84 a 112	840 a 1,120
Ornamental Cultivos de Flores	Total o General	Mineral	84 a 140	252 a 420
		Orgánico	(2) 224(3)a 337	672 a 1,011
Fresa	Total o General	Mineral	224 a 337	672 a 1,011

(7)

Cuadro N° 6 Método y Aplicación (TELONE II)

Cultivo	Tipo de Tratamiento	Tipo de Suelo	lt/ha	cc/100 metros por cincel
Betabel (nematodo de la pudrición)	En banda (1m) total o general	Mineral	56	560
		 112 a 140 336 a 420
Tabaco	En banda (1m)	Mineral	42 a 56	420 a 560
Piña (4)	En banda	Mineral	224 a 337	
Citricos (5)	Total o General	Mineral	112 a 140	336 a 420
Papa	General (6)	Mineral	112 a 140	336 a 420

(7)

Cuadro N° 7 Método y Aplicación (TELONE II).

Frutales Cultivos en Viveros	Suelos Minerales	0.90 mt	1.2 mt	1.5 mt	1.8 mt
		Arenoso	140	196	152
	Migajon Arenoso	252	280	336	448
	Limo arenoso	392	476	589	701
	Migajon Arcillosos	505	645	785	953

(7)

e) PHOSTEK.

Los resultados eficaces dependen de la dosificación y tiempos de exposición adecuados, técnicas correctas de aplicación y lugares bien ventilados.

Tiempo de exposición: depende de la temperatura y humedad ambiental. Los adultos mueren rápidamente, pero para exterminar pupas y huevesillos de las plagas de los cereales es necesario que el producto este expuesto:

5 días completos a temperatura de 8°- 12°C

4 días completos a temperatura de 12°- 15°C 3 idas completos a temperaturas mayores de 15°Ces necesario aerear los locales, furgones, barcos y transportes donde se almacenan los cereales por lo menos durante 48 hrs. El tabaco debe ser aereado por lo menos 72 hrs. La temperatura indicada se refiere a la mínima del cereal antes de iniciar el tratamiento.

(7)

Cuadro N° 8 Método y Aplicación (PHOSTEK)

Aplicación	Plagas	Dosis tableta
Sitios cerrados	Carcoma grande de los granos	3 a 6 por ton
	Tenebroides mauritanicus l.	
	Gorgojo castaño de la harina	
	Tribolium castaneum h.	
	Gorgojo de los cereales	
	Rhizopertha dominica f.	6 a 10 por ton.
	Gorgojo del frijol	
	Acanthocelides obtectus	3 a 6 por ton.
Depósitos a granel (bajo lonas)barcos,camiones,furgones	Polilla de la fruta seca	
	Plodia interpunctella h.	6 por ton.
	Gorgojo negro de la harina.	
	Tenebrio monitor l.	
	Coleóptero de los cigarrillos	
	Lasioderma serriocorne f.	1 por m3
	Carcoma dentada de los granos	
	Oryzaephilus surinamensis l.	
	Gorgojo del trigo	
Tabaco almacenado	Sitophilus spp	
	Palomilla del cacao	
	Ephestias eleutella h.	
	Gorgojo del arroz o negro	
Bodegones vacios,campo	Sitophilus oryzae l.	
	Roedores y tuzas	1 por m3,163 por cueva.

(7).

2.2 BROMURO DE METILO

a) Antecedentes:

Su actividad como fumigante del suelo la dio a conocer primero Goupil, en 1932; También lo hizo el consejo Británico para la protección de los cultivos (CBPC) en 1968.

Su actividad de insecticida se conoció en 1932, su nomenglatura química es la siguiente:

Formula molecular: CH_3BR

El bromuro de metilo es un fumigante excelente debido a su alta toxicidad contra una amplia variedad de plagas y a su gran capacidad de penetración en estibas y materiales como el suelo y la madera. Estas características le dan una excelente efectividad, por lo que ha sido ampliamente utilizado desde hace muchos años en el control y prevención de todo tipo de plagas.

1)

Es un Fumigante gaseoso con un punto de ebullición de 4-5°C, es más denso que el aire.

A temperatura ambiente es un gas incoloro mucho más pesado que el aire su densidad es igual a 3.27 en comparación con el 1.0 del aire.

El bromuro de metilo se licúa aproximadamente a 4°C a una presión atmosférica de 760 mm Hg y generalmente se maneja licuado a presión y envasado en cilindros de acero inoxidable o en latas especiales.

-Composición porcentual	% en peso
bromuro de metilo.....	98%
cloropicrina	2%
total	100%

b) presentación:

Se vende en ampollitas de vidrio (de hasta 50 ml.) cilindros metálicos, en forma de gas líquido al 90% (13)

2.2.1.USO

Se emplea para fumigar granos almacenados, espacios de silo, para desinfectar almácigos, destruir malezas y órganos vegetativos subterráneos, tiene acción insecticida y nematocida.

a) Preparación del suelo:

- Desmenuzar terrones.
- Eliminar residuos de cosecha.
- Tener humedad a capacidad de campo durante un periodo de 10 a 15 días.
- Escarda ligera realizarla.

2.2.2. APLICACION.

Se aplica con inyector de mano donde se instalaran almácigos.

Equipo de inyección por gravedad con regulador de flujo, en grandes superficies.

La superficie se cubre con lonas de plástico para evitar escapes del producto.

La temperatura ideal es de entre 10-27°C.

Tiempo de exposición: es de 48 hrs (1)

Dosis de empleo: 50 g cada 10m
 300-500 kg./ha.

Toxicidad:

Como límite superior de seguridad se toma una concentración de 17 p.m.

Por encima, resulta perjudicial.

Síntomas:

Leves: dolor de cabeza, sudor, vértigo, visión doble, náusea, vómito.

Agudas: temblor, fabricaciones, convulsiones, delirio, agresividad, afasia.

(1)

2.3 LIMITANTES

2.3.1 LA CAPA DE OZONO

La vida en la tierra ha sido protegida durante millares de años por una capa de veneno vital en la atmósfera. Esta capa compuesta de ozono, sirve de escudo para proteger la tierra contra las dañinas radiaciones ultravioleta del sol. Hasta donde sabemos es exclusiva de nuestro planeta. Si desapareciera la luz ultravioleta del sol esterilizaría la superficie del globo y aniquilaría toda la vida terrestre.

El ozono es una forma de oxígeno cuya molécula tiene tres átomos, en vez de los dos del oxígeno común. El tercer átomo es el que hace que el gas que respiramos sea venenoso; mortal, si se aspira una pequeñísima porción de esta sustancia. Por medio de procesos atmosféricos naturales, las moléculas de ozono se crean y se destruyen continuamente. Las radiaciones ultravioleta del sol descomponen las moléculas del oxígeno en átomos que entonces se combinan con otras moléculas de oxígeno para formar el ozono. El ozono no es un gas estable y es muy vulnerable a ser destruido por los compuestos naturales que contienen nitrógeno, hidrógeno y cloro.

Cerca de la superficie de la tierra (la troposfera), el ozono es un contaminante que causa muchos problemas, forma parte del esmog fotoquímico y del cóctel de contaminantes que se conoce vulgarmente como lluvia ácida. Pero en la seguridad de la estratósfera, de 15 a 50 km. Sobre la superficie el gas azulado y de olor fuerte es tan importante para la vida como el propio oxígeno.

El ozono forma un frágil escudo, en apariencia inmaterial pero muy eficaz. Esta tan esparcido por el 35 Km de espesor de la estratosfera que si se le comprimiera formaría una capa en torno a la tierra, no mas gruesa que la suela de un zapato. La concentración del ozono estratosférico varia con la altura, pero nunca es más de una cienmilésima de la atmósfera en que se encuentra; sin embargo este filtro tan delgado es suficiente para bloquear casi todas las dañinas radiaciones ultravioleta del sol. Cuanto menor es la longitud de la honda de la luz ultravioleta, más daño puede causar a la vida, pero también es más fácilmente absorbida por la capa de ozono.

La radiación ultravioleta de menor longitud, conocida como uv-c es letal para todas las formas de vida y es bloqueada casi por completo. La radiación uv-A de mayor longitud, es relativamente inofensiva y pasa casi en su totalidad a través de la capa.entre ambas esta la uv-B, menos letal que la uv-c, pero peligrosa; la capa de ozono la absorbe en su mayor parte.

Cualquier daño a la capa de ozono aumentara la radiación uv-B a igualdad de otras condiciones; sin embargo, esta radiación esta también limitada por el ozono troposférico, los aerosoles y las nubes.

El aumento de la contaminación del aire en las últimas décadas ha ocultado cualquier incremento de la radiación, pero esta salvaguardia podría desaparecer si los esfuerzos para limpiar la atmósfera tienen éxito. Se han observado aumentos bien definidos de la radiación uv-B en zonas que experimentan periodos de intensa destrucción del ozono.

a) Riesgos para la Salud y el Medio Ambiente.

Cualquier aumento de la radiación uv-B que llegue hasta la superficie de la tierra tiene el potencial para provocar daños al medio ambiente y a la vida terrestre. Los resultados indican que los tipos más comunes y menos peligrosos de cáncer de la piel, son causados por las radiaciones uv-A y uv-B. Se calcula que para el año 2000 la pérdida de la capa de ozono será del 5 al 10% para las latitudes medias para el verano.

El aumento de la radiación uv-B también provocara un aumento de los males oculares tales como las cataratas, la deformación del cristalino y al presbicia. Una reducción del 1% del ozono puede provocar entre 100,000 y 150,000 casos adicionales de ceguera. La exposición a una mayor radiación uv-B podría suprimir la eficiencia del sistema inmunológico del cuerpo humano. La inmunosupresión por la radiación uv-B ocurre independientemente de la pigmentación de la piel humana. Tales efectos exacerbarían los problemas de salud de muchos países en desarrollo.

El aumento de la radiación uv-B provocaría cambios en la composición química de varias especies de plantas, cuyo resultado sería una disminución de las cosechas y perjuicios a los bosques. Dos tercios de las plantas de cultivo y otras sometidas a pruebas de tolerancia de la luz ultravioleta demostraron ser sensibles a ella. Entre las más vulnerables se incluyeron las de la familia de los guisantes y las habichuelas, los melones, la mostaza y las coles; se determinó también que el aumento de la radiación uv-B disminuye la calidad de ciertas variedades del tomate, Patata, la remolacha azucarera y la soja.

Casi la mitad de las plantas jóvenes de las variedades de coníferas con los que se experimento fue perjudicada por la radiación uv-B. Al parecer, hasta los niveles actuales de radiación están limitando el crecimiento de algunas plantas (p.ej). centeno maíz y girasol); sin embargo es difícil hacer

predicciones cuantitativas ya que otros factores ambientales entran en juego. (3)

2.3.2 ACCIÓN DEL BROMURO DE METILO EN LA CAPA DE OZONO Y OTROS COMPUESTOS.

El bromuro de metilo es una de las sustancias que destruyen la capa de ozono, (se estimaba que contribuía del 5 al 10% en 1992, y que se incrementará a 15% en el año 2000). Un átomo de bromuro de metilo es 50 veces más destructor de la capa de ozono, que el cloro de los clorofluorocarbonos (CFC) a pesar de su vida menos larga en la estratósfera (menos de 2 años). En una evaluación de las naciones unidas, en 1994, consideraron la eliminación del bromuro de metilo como la acción más significativa (después del retiro de los CFC y halones.) para reducir la disminución del ozono a comienzos del próximo siglo.

La mayor parte de los clorofluorocarbonos (CFC), producidos en el mundo se utilizan en refrigeradores, congeladores, acondicionadores de aire, aerosoles y plásticos expansibles, que tienen múltiples usos en la construcción, la industria automotriz y la fabricación de envases, la limpieza y funciones similares.

La estructura estable de estas sustancias tan útil en la tierra, les permite atacar la capa de ozono. Sin cambio alguno, flotan lentamente hasta la estratosfera, donde la intensa radiación uv-c rompe sus enlaces químicos. Así se libera el cloro, que captura un átomo de la molécula de ozono y lo

convierte en oxígeno común, el cloro actúa como catalizador y provoca esta destrucción sin sufrir ningún cambio permanente él mismo, de modo que puede repetir el proceso. En estas condiciones, cada molécula de CFC destruye miles de moléculas de ozono.

Los halones con una estructura semejante a la de los CFC, pero que contienen átomos de bromuro en vez de cloro, son aun más dañinos. Los halones se usan principalmente como extintores de incendios, y una dosis de exposición por corto tiempo durante la evasión de un incendio no es nociva para los seres humanos. En cambio en la atmósfera superior destruyen más ozono que los Clorofluorocarbonos (CFC), las concentraciones de halones si bien son pequeñas se duplican en la atmósfera cada cinco años. (3)

2.4. PROBLEMÁTICA.

2.4.1. RESTRICCIONES LEGALES

2.4.2. El Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono

En 1981, el consejo de administración creó un grupo de trabajo de expertos legales y técnicos para elaborar el marco general del convenio para la protección de la capa de ozono. El objetivo perseguido era crear un tratado general para abordar el problema de la destrucción del ozono. El primer paso hacia la protección del ozono se consideraba bastante sencillo, pero pasaron cuatro años antes de poder llegar a un acuerdo. El marco general del convenio para la protección de la capa de ozono se acordó en Viena en marzo de 1985.

El propósito principal del convenio de Viena es estimular la investigación y observación científicas y la cooperación entre las naciones a fin de tener un mejor entendimiento de los procesos atmosféricos a nivel mundial. Se acordó el control de numerosas sustancias y también una investigación más detallada. El convenio estableció los protocolos para el futuro y especificó los procedimientos para las enmiendas y resolución de disputas.

Mientras los expertos preparaban las medidas específicas a tomar, en mayo de 1985, la revista "Natura" publican un informe sobre el trabajo del Dr. Joe Farman y sus colegas británicos sobre una destrucción a gran escala del ozono en la Antártida. Los descubrimientos fueron comprobados por las observaciones de los satélites estadounidenses y presentaron la primera prueba de una destrucción del ozono tan grave que urgía tomar medidas específicas.

Como consecuencia de ello, se llegó a un acuerdo en septiembre de 1987 sobre las medidas específicas a tomar y se firmo el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono conforme a lo establecido en el protocolo se dio el primer paso concreto para proteger la capa de ozono; una reducción del 50% en la producción de los clorofluorocarbonos "CFC" especificados antes del año de 1999 y un congelamiento del consumo de halones.

a) Desarrollo del Protocolo de Montreal 1987-1992.

El protocolo contenía muchas cláusulas innovadoras, que dan margen para una evaluación científica y técnica de la destrucción del ozono. Los resultados de estas revisiones progresivas se discutirían detalladamente por lo menos una vez cada cuatro años. Se reconoció que los países en desarrollo experimentarían dificultades en la puesta de la aplicación del protocolo, y se les dio un plazo de 10 años además de asistencia técnica y ayuda financiera. para impedir la exportación de las sustancias destructoras del ozono a los países que no se habían suscrito a los objetivos del protocolo, se impusieron restricciones comerciales no se permitió que las partes comerciaran en sustancias controladas con los países que no habían firmado el tratado, cada parte presenta un informe anual de su producción y consumo de las sustancias para que se pueda comprobar el cumplimiento de las medidas de control.

En los mismos momentos en que las naciones firmaban el protocolo de Montreal, los nuevos descubrimientos científicos indicaban que las medidas de control eran insuficientes para restaurar la capa de ozono.

Por lo demás, los países en desarrollo expresaron su preocupación por los términos muy abstractos sobre la transmisión de tecnología y ayuda financiera.

La primera reunión de las partes del protocolo celebrada en Helsinki en 1989, reconoció estas preocupaciones. Los delegados declararon su intención de eliminar las sustancias destructoras del ozono hacia el año-2000, y se organizó un grupo de trabajo para crear un mecanismo financiero para ayudar a los países en desarrollo.

Se organizó otro grupo para preparar las enmiendas y ajustes en protocolo. Se crearon comisiones para calcular los efectos científicos y ambientales y los aspectos económicos y tecnológicos y presentar un informe antes de fines de 1989.

Las comisiones presentaron un informe sobre estos asuntos en agosto de 1989. Se demostró que la destrucción del ozono era mucho más grave que la prevista por los modelos teóricos y que las medidas de control establecidas por el protocolo de 1987 no la refrenarían, al contrario, la destrucción continuaría. Las comisiones también indicaron que sería posible eliminar las sustancias destructivas del ozono hacia el año 2000.

Se identificaron mas sustancias destructoras y se puso en evidencia la necesidad de la transmisión de tecnologia y ayuda financiera a los paises en desarrollo para la puesta en aplicación de las reducciones. (3).

2.4.3.PROTOCOLO DE MONTREAL.

2.4.4. EVALUACIÓN DE 1995 DEL COMITÉ DE OPCIONES TÉCNICAS AL BROMURO DE METILO DEL PROTOCOLO DE MONTREAL

El bromuro de metilo fué puesto en la lista de las sustancias que destruyen la capa de ozono en la cuarta reunión de los miembros del protocolo de Montreal sobre sustancias destructoras de la capa de ozono, realizada en Copenhague en Noviembre de 1992. La principal contribución antropogénica y por lo tanto controlable, a la descarga del bromuro de metilo atmosférico, resulta del uso del gas fabricado como fumigante.

Uno de los resultados del trabajo del comité a sido resaltar el gran numero de métodos de producción alternativos, incluyendo estrategia de manejo integrado de plagas.

En Noviembre de 1995, las 149 naciones firmantes del Protocolo de Montreal sobre sustancias que afectan la capa de ozono consideran un retiro global del bromuro de metilo, un fumigante agrícola ampliamente usado, que en un panel de científicos de las naciones unidas a calculado ser

responsable del 5 a 10% de la disminución del ozono en 1994 de Naciones Unidas, de clara que la terminación de emisiones del bromuro de metilo tendria un impacto rápido en la futura pérdida del ozono.

Los integrantes del protocolo de Montreal deben acordar una total eliminación del bromuro de metilo en naciones industrializadas para el año 2000.

El daño en aumento a la capa de ozono hace imperativo que los gobiernos actúen rápido. Varias naciones ya han iniciado un proceso de eliminación, incluyendo Holanda, la que termino todo uso del bromuro de metilo para fumigación de suelos, en 1992. Dinamarca, Noruega, Suecia, Finlandia e Islandia, han acordado eliminar el bromuro de metilo para 1998, mientras que Italia (el mayor usuario europeo) y Austria eliminaran casi todos sus usos para el año 2000. Estados Unidos, el mayor usuario mundial, eliminara su producción e importación en el año 2001.

Las naciones industrializadas deben prever asistencia técnica y económica a países en desarrollo para ayudarlos a reemplazar el bromuro de metilo.

La ayuda puede incluir asistencia financiera para la investigación e implementación de alternativas, así como transferencia tecnológica. Ambas ayuda, bilateral y multilateral, son esenciales para asegurar que los países en desarrollo tengan acceso equitativo a alternativas al bromuro de metilo, y que estas alternativas sean apropiadas a las necesidades específicas del mundo en desarrollo

Para evitar que fabricantes del bromuro de metilo trasladen sus existencias obsoletas a los países en desarrollo, los gobiernos deben congelar el uso e importación del bromuro de metilo a los niveles de 1991.

Un congelamiento permitiría a los países en desarrollo seguir produciendo cultivos de exportación económicamente importantes mientras que se evitan importaciones excesivas de plaguicidas. Las naciones industrializadas firmantes de las modificaciones de Copenhague al protocolo de Montreal ya han congelado el uso y producción del bromuro de metilo a los niveles de 1991 en 1995.

El informe del comité de opciones técnicas al bromuro de metilo (MBTOC) provee evidencia substancial de que existen alternativas para la mayoría de los usos del bromuro de metilo a nivel mundial; el desafío para las naciones industrializadas y en desarrollo es implementar inmediatamente alternativas seguras al bromuro de metilo, que protejan la capa de ozono y promuevan la agricultura sustentable, mientras siguen apoyando investigaciones sobre estrategias adicionales de reemplazo. (8).

2.5 ALTERNATIVAS FUNCIONALES SIN LA UTILIZACIÓN DEL BROMURO DE METILO

2.5.1. Producción de tomate en España sin Bromuro de Metilo.

a) Sistemas de producción sin Bromuro de Metilo en España se encuentran en todos los cultivos de invierno, tanto al aire libre como protegidos.

El bromuro de metilo ha sido considerado por el protocolo de Montreal como una de las sustancias que destruyen la capa de ozono y su empleo en la agricultura como fumigante del suelo en el control de organismos patógenos esta siendo objeto de regulación por el reglamento 3093/ 94/ CE de la Unión Europea quien se esta planteando su eliminación en una fecha próxima, con la excepción de los usos criticos que establezca cada pais miembro.

Por ello es urgente encontrar alternativas a su empleo en la agricultura, siendo de gran interés conocer las bases científicas que rigen los sistemas de manejo de aquellos cultivos que no emplean bromuro de metilo como es el caso del cultivo de tomate en España. De las 60.155 hectáreas destinadas al cultivo de tomate en 1994 solo 875 hectáreas han sido fumigadas con bromuro de metilo, que representan el 1.5% del total; lo que indica que no es necesario el uso de bromuro de metilo para este cultivo en España.

b) Métodos alternativos al Bromuro de Metilo utilizados en España.

Los sistemas de producción integrada del cultivo del tomate que sustituyen al bromuro de metilo en España, se basan en la armonización, por parte de técnicos especializados, de una gran variedad de métodos de control y técnicas de cultivo como: variedades resistentes, injertos, solarización, enmiendas orgánicas (biofumigación), usos de sustratos artificiales y naturales, estos últimos especialmente en Canarias y Almería, rotación de cultivos y barbechos, agentes de biocontrol, medidas preventivas en semilleros y control químico. No se utiliza vapor de agua por el alto costo de la técnica.

Para el caso concreto de los organismos patógenostermófilos, es importante una correcta planificación de la época de plantación, principalmente en los cultivos de invierno.

Esto es válido en climas mediterráneos que muestran una marcada diferencia entre el verano y el invierno de forma que las condiciones climáticas durante el otoño – invierno, los fenómenos de somatización ocurren de modo natural, pero esta técnica no se encuentre, en general, difundida entre los agricultores.

Existe un control natural de los organismos patógenos del tomate por otros organismos del suelo, pero la importancia real de estos antagonistas no se ha estudiado en profundidad en España. Con frecuencia se ha observado altas poblaciones de *Pasteuriza* penetres en campos de tomate parasitarios *Meloidogyne* spp., por lo que se supone debe tener una función importante en la regulación de las poblaciones de los nematodos formadores de nódulos.

c) Valor de las alternativas en la reducción de Bromuro de Metilo.

En España más del 98% de la producción de tomate no utiliza bromuro de metilo pudiéndose reducir su uso aún más si se tiene en cuenta que las dosis aplicadas se encuentran entre 500 a 750 kg./ ha. Podemos afirmar que los sistemas de producción integrada son de gran valor en la reducción de bromuro de metilo en el cultivo de tomate, siendo un método muy eficaz que produce altos rendimientos. Por otro lado es de aplicación fácil, sin ningún peligro para los agricultores, operarios y consumidores, no existen requerimientos especiales para su aplicación, sin impacto ambiental ni restricciones desde el punto de vista geográfico, salvo en el caso de la

somatización, no hay limitaciones por los tipos de suelo y los sistemas de cultivo, no necesita registro y es completamente asequible.

En general presenta bajos costos, salvo en el control químico, pero en todos los casos es más barato que el bromuro de metilo, siendo altamente aceptables por los consumidores. Con la única excepción de la somatización que depende de las condiciones climáticas, los métodos de control propuestos pueden ser utilizados en países en vías de desarrollo.

(Bello, 1996.)

2.5.2. LA BIOFUMIGACION UNA ALTERNATIVA PARA EL MANEJO DE LOS PATÓGENOS DE VEGETALES

La biofumigación es una técnica que permite utilizar la materia orgánica y los residuos agrarios, así como los productos de su descomposición en el control de los patógenos vegetales de origen edáfico.

La utilización de esta técnica contribuye a resolver los problemas ambientales creados por los residuos de la agroindustria. Esta técnica es de bajo costo y fácil aplicación que puede ser de gran interés en cultivos de bajo retorno económico, en países en vías de desarrollo. En combinación con otras técnicas, como la somatización, puede incrementar su eficacia al permitir su empleo en épocas del año y áreas donde no se alcanzan las temperaturas óptimas. La eficacia de la biofumigación se incrementan cuando se incorpora dentro de un sistema de manejo integrado de cultivos. La adición de materia orgánica al suelo para mejorar la fertilidad y controlar las plagas y enfermedades es una práctica casi tan antigua como la agricultura estas incluyen estiércol de ganado, residuos de industria papelera y forestal, residuos de industrias pesqueras y de mariscos, así como numerosos subproductos agroindustriales. La eficacia de las enmiendas orgánicas para el control de nematodos y otros patógenos del suelo depende de su composición química, propiedades físicas y evolución en el suelo, lo que viene determinado por el tipo de microorganismos implicados en su descomposición. Las posibilidades de desarrollo de los tratamientos de biofumigación son tan diversos como los tipos de subproductos y materias primas disponibles para la preparación de las enmiendas, existen muchos trabajos sobre el uso de materia orgánica para el

control de patógenos de origen edáfico. Se han estudiado entre otros: materiales con alto contenido en nitrógeno que generan amoniaco, substancia de reconocida actividad nematocida; materiales quitinosos que estimulan la actividad de microflora quitinolítica, capaz de destruir desmotados y hongos fitopatogenos una alternativa es la de mejorar la efectividad de la biofumigación mediante la combinación con otras técnicas de control. Por ejemplo mediante la combinación de la somatización con la adición al suelo de enmiendas, puede incrementarse la eficacia de ambas técnicas, permitiendo la reducción de las cantidades de materia orgánica necesaria por hectárea así como el tiempo de somatización.

Algunos materiales que podrán utilizarse como enmiendas orgánicas pueden acumular compuestos perjudiciales o contener patógenos vegetales. El riesgo de introducción de patógenos se minimiza mediante la realización de procesos de compost correctos, donde se alcanzan temperaturas de 65-71° C. Cuando el compost comienza a enfriarse es recolonizado por organismos antagonistas y competidores otro problema que representa el uso de las enmiendas orgánicas para el control de patógenos de origen edáfico es la variabilidad de su composición.

Por ejemplo, el contenido en nitrógeno de la gallinaza puede variar dependiendo de las condiciones de almacenamiento, humedad, temperatura, etc. La normalización de la composición de las enmiendas, requiere un estricto control de calidad, siendo un área en desarrollo que requiere de una metodología apropiada.

a) Biofumigación y somatización

La efectividad de las técnicas de somatización puede mejorarse si se complementan mediante la aplicación de residuos de cultivos o agentes de control biológico, utilización de plásticos impermeables, etc. Es importante también un correcto manejo del suelo encaminado a la mejora de su estructura mediante la aplicación de compost, estiércol y abonos verdes. La adición de quinina puede estimular el desarrollo de actinomicetos y organismos quitiníticos que parapanematodos y hongos.

b) Valor biofumigante de los residuos agroindustriales

Desde 1995, se han venido estudiando los efectos que la adición de enmiendas orgánicas del suelo tiene sobre los organismos patógenos de origen edáfico los resultados del proyecto: “modelos no contaminantes alternativos al tratamiento de suelos con “bromuro de metilo,.” han permitido comprobar que el estiércol y los residuos agroindustriales, cuando se utilizan como mejorantes orgánicos del suelo dentro de sistemas de producción integrada, como efecto colateral contribuye a eliminar los problemas causados por nematodos patógenos de plantas formadores de nódulos (*Meloidogyne* spp.), que son difíciles de controlar mediante otras técnicas su eficacia se ha comprobado al estudiar cultivos hortícolas del levante español y los efectos de la biofumigación han sido confirmados experimentalmente en laboratorio, así como en cultivos de plataneras y tomates en el sur de Tenerife (bello et al., 1996) y melones de Castilla – la Mancha. Además se considera que los fenómenos de biofumigación puede ser la clave de la baja incidencia de patógenos de origen edáfico en cultivos hortícolas de Almería.

c) Ventajas de la biofumigación

Se ha comprobado que algunos residuos agrarios tienen acción biofumigante del suelo, presentando una eficacia similar a la de los productos fitosanitarios convencionales, presentando además varias ventajas sobre estos. Los tratamientos no tienen efectos negativos sobre el medio ambiente y la salud de los consumidores, no presentando limitaciones para su utilización en producción integrada e incluso en la agricultura ecológica. Estas técnicas pueden tener precios altamente competitivos, principalmente por utilizar sus productos agrícolas cuya comercialización implica procesos sencillos y de bajo costo y por que los aspectos relacionados con la protección de los resultados de estas investigaciones (patentes, modelos de utilidad, etc.).

Pasan a un segundo termino, ya que el control de la técnica depende exclusivamente del control de los residuos.

d) Futuro desarrollo de la biofumigación

Es fundamental en disponer de una metodología para la optimización y caracterización de los residuos agroindustriales que se emplean en biofumigación, con el fin de normalizar su producción al mismo tiempo -

que ofrecer al mercado un producto con garantía sobre su composición, calidad fitosanitario y agronómica. Hay que tener en cuenta que el uso de los residuos agroindustriales debe realizarse bajo control al objeto de evitar los posibles riesgos de introducción de organismos patógenos para los cultivos y prever posibles daños para la salud humana y el medio ambiente.

Es deseable que la manipulación de los productos utilizados en biofumigación sea mínima, mediante procesos sencillos de bajo costo, que permitan precios altamente competitivos en el mercado. Los productos finales deben dar lugar a una fuente extra de ingresos al sector agrario, con una reducción de gastos, mejora de la rentabilidad y calidad de la producción.

El éxito de las técnicas de biofumigación esta en saber integrar esta alternativa de control de los patógenos del suelo en un módulo de producción integrada, siendo una buena alternativa al uso de pesticidas con alto impacto ambiental como el bromuro de metilo, biocida de aplicación al suelo cuyo uso será prohibido debido a su efecto destructor de la capa de ozono estratosférico . (Bello. 1993.)

ALTERNATIVAS AL BROMURO DE METILO

2.5.3. EN LA PRODUCCIÓN DE FLORES

EN COLOMBIA

El bromuro de metilo fue prohibido en Colombia por resolución numero 00138 de enero 17 de 1996 del Ministerio de Salud.

Cinco meses después, en razón de que algunos países exigen el tratamiento de productos frescos de exportación con este fumigante, el Ministerio de Salud expidió la resolución 02152 de junio 28 de 1996, autorizando su uso "solo para tratamiento cuarentenario para el control de plagas exóticas en tejidos vegetales frescos a nivel de puertos y pasos fronterizos, hasta que se encuentra un sustituto viable que permita su remplazo". Este tratamiento solo podrá realizarse herméticamente y con sistema cerrado de recuperación del plaguicida.

MANEJO DEL CULTIVO DE FLORES SIN BROMURO DE METILO

a) Control sanitario en bancos de enraizamiento.

Casi todo el material propagativo de plantas madres se importa a Colombia principalmente de Holanda, Italia, Francia y Estados Unidos.

Algunos cultivadores están investigando el desarrollo de sus propios materiales, buscando variedades resistentes a plagas y enfermedades y mejorándolos con materiales nativos.

Las plantas madres se propagan bajo medidas muy rigurosas de prevención de enfermedades, las cuales incluyen cultivos de tejidos *in vitro* e invernaderos cubiertos con plásticos, aislados y especializados. En general, todo material de propagación se siembra en camas elevadas, formadas con escorias de carbón, cascarilla de arroz y un medio de crecimiento pleiteado, todo esterilizado con vapor de agua generado con calderas. Este sistema está muy generalizado para controlar las principales enfermedades en flores, principalmente las causadas por *Fusarium oxisporum* y *Philaphora cinerescens*.

Adicionalmente, con el agua de riego se inoculan a gentes de control biológico, como microorganismos antagonistas de patógenos aislados localmente y criados en soluciones nutritivas.

Se encuentran preparados comerciales, como el Micobiol T., mezcla de sepas de *Trichoderma harzianum*, *T. Viridae* T., *lignorum*, útiles en el control de los hongos del complejo del Dumping-off como *Phytophthora* sp, *Fusarium* sp, *Sclerotium* sp, y *Phithium* sp.

b) Esterilización de Vapor

La esterilización con vapor, usada principalmente para desinfección de las camas elevadas donde se producen plantas madres, se usa ocasionalmente en camas de producción cuando aparecen focos de enfermedades recalcitrantes. El vapor es producido desde una caldera y llevado a los bancos de enraizamiento o en las camas de producción en unos equipos móviles diseñados localmente. La producción de vapor es relativamente barata porque el carbón gasolina o gas son abundantes y económicas en Colombia.

c) Invernaderos y Camas de Producción

Las camas de producción se construyen directamente en el suelo dentro de los invernaderos. Los diseños de los invernaderos permiten un control de temperatura y humedad, con un mínimo de uso de ventiladores y otros mecanismos intensivos de energía. Algunos invernaderos son parcialmente abiertos a los lados pero ajustables a cambios según las condiciones del clima. Las heladas que se presentan en agosto y afines de diciembre o en enero pueden causar severos daños a las flores.

Algunas veces se usan estufas simples para calentar los invernaderos o se rocían las flores con agua para aislarlas, pero este método se ha considerado poco efectivo y no deseable porque el aumento de la humedad puede incrementar dramáticamente la incidencia de enfermedades bacterianas y fungosas. Para evitar estos problemas algunos productores usan tubos invariables de plástico para tapar las áreas abiertas en los techos cuando llegan las heladas. Estas medidas en la mayoría de los casos previenen efectivamente los daños.

d) Uso de Composta

El compostaje es el principal medio en la floricultura colombiana de estimular la capacidad del suelo para combatir patógenos que causan enfermedades, nematodos e insectos. La tendencia es aumentar el compostaje, porque se ha encontrado que es la manera más económica y científicamente racional de tratar problemas de enfermedades en el suelo y una manera de eliminar problemas de residuos y desechos.

Además se mejora la fertilidad natural de las camas de producción, conduciendo a una reducción significativa del uso de fertilizantes químicos, de acuerdo con los floricultores.

Todos los productores han adaptado métodos propios para compostar sus residuos de plantas (una granja de 30 hectáreas producen en promedio 70 toneladas de residuos por semana). Los residuos de plantas con raíces y suelo se mezclan con estiércol de asa, con activadores microbiales para acelerar la descomposición de la materia orgánica (por ejemplo Agroplus), con lombrices, etc., siguiendo métodos investigados in situ por cada granja. Por ejemplo, un cultivador compostó residuos de claveles y rosas separadamente y por métodos diferentes, para evitar la posible reapiación de agentes propagandas de enfermedades/plagas. El compost de los residuos de claveles lo aplicó a las camas de producción de rosas y el compost de residuos de rosas a las camas de producción de claveles.

Otra fuente de materia orgánica es la cascarilla de arroz, la cual se incorpora fresca y esterilizada con vapor.

e) Manejo del Agua.

El manejo del agua es también un componente muy importante en la producción de las flores. El agua lluvia se recolecta en las granjas con tubos de plástico y canales laterales alrededor de los techos de los invernaderos, para que fluya a grandes lagos o repertorios, de donde se toma para el riego.

Los afluentes de los invernaderos y alcantarillados fluyen por aparte a estanques de oxidación y tratamientos de separación, antes de descargarse a las corrientes naturales. Esta agua nunca se utiliza para irrigación para evitar recontaminación con propagandas de enfermedades que puedan haber escapado a los tratamientos., la mayoría de cultivadores utilizan actualmente el riego por goteo para economizar agua, reducir costos de la labor y controlar con mayor seguridad la humedad del suelo y evitar daño por patógenos y plagas del suelo.

f) Control de Calidad.

El control de calidad es muy estricto en todos los componentes de la producción. En cada granja cada cama de flores tiene un código y un récord completo, almacenándose la información en bases de datos en computadora. La mayoría de las granjas mantienen registros detallados de todo lo que se realiza a través de la cosecha, incluso de cuando las muestras de cada envío se dejan de monitores post-cosecha, lo cual se hace especialmente para detectar problemas de Botrytis.

g) Manejo integrado de plagas y enfermedades

El monitoreo intensivo y extensivo es la base del control de plagas y enfermedades (por ejemplo en una granja de unas 32 hectáreas en Bogotá se encuentran 70 escotes solo para monitores diariamente). Hay dos sistemas Manejo Integrado de Plagas : uno para plagas aéreas y otro para problemas del suelo. El control de las enfermedades del suelo se realiza con métodos de prevenciones de desinfección, los cuales incluyen la siembra de material de propagación libre de patógenos, obtenido como se describió antes, con practicas sanitarias, culturales y biológicas en los bancos de enraizamiento. El control de *Fusarium oxysporum* f. sp *dianthi* en claveles se hace principalmente con medidas estrictas de sanidad. Las entradas de los invernaderos de claveles tienen unos pozos con un liquido biocida, por donde deben pasar todos los operarios y visitantes. El uso de estas medidas, junto con la siembra de variedades resistentes al *Fusarium*, reduce de manera importante la incidencia de la marchitez, prolongando la vida económica de las camas de producción.

La incidencia de la marchitez es cuidadosamente monitoreada en cada cama, para retirar las plantas una vez que aparezca un foco de enfermedad y tratar ahí el suelo y los alrededores con un fungicida y cubrir con plástico. Es común la rotación de claveles con crisantemos.

Otro monitoreo rutinario se practica para variables de clima y estado nutricional, tanto del suelo como de partes de la planta, para prevenir condiciones que favorezcan la aparición de enfermedades.

Prácticas no químicas usadas frecuentemente para el control de plagas y enfermedades incluyen la aplicación de hongos y bacteria antagonistas, la mayoría con razas nativas. Por ejemplo, se ha empleado el hongo *Paecilomyces lilacinus* para control de nematodos (*Pratylenchus* sp.) en pompones (el control de nematodos debe ser preventivo o en niveles bajos); se menciono, se emplean especies del hongo *Trichoderma* para control de *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Phytium*, *Reosellinia* y hongos acuáticos. También especies de *Glyocladium* para suprimir daño por *Rhizoctonia*. Adicionalmente a su acción como biofungicida, el hongo *Trichoderma* puede aumentar la productividad.

En un ensayo sobre control de la pudrición base del tallo causada por *Pythium* sp. en *Gypsophila paniculata*, con *Trichoderma harzianum* aplicados a los bancos de enraizamiento y al suelo en camas de producción de las flores, la aplicación del aislamiento T17 de *Trichoderma harzianum* aumento significativamente la productividad de las plantas, incrementando el numero de ramas florales comerciales en un 2.6% en comparación con el testigo absoluto, y en un 15.6% con relación al testigo comercial.

Para monitores de insectos plagas se usan trampas en las partes internas y externas de los invernaderos (de luz, fregonas, colores, etc.), junto con grandes bandas de plástico amarillo y azul con un aceite vegetal como pegaste. Los invernaderos también se cubren lateralmente con finas mallas. La combinación de trampas con pedantes, el control del flujo del aire y las mallas controlan alrededor del 95% de los insectos antes que entren a las áreas cubiertas.

Dentro de los invernaderos es común el uso de aspiradoras de insectos que transportan con máquinas a lo largo de las camas. Se usan insecticidas químicos cuando es indispensable.

Otros controles biológicos disponibles en el mercado colombiano incluyen el hongo *Metarhizium anisopliae* para el control de chismas; el

Hongo *Hirsutella thompsoni* para el control de acaros; el hongo *Entomophthora* (controlador de dipteros) para minadores; hongos *Paecilomyces fumoso roseus* y *Verticillium* para la mosca blanca; las mezclas de hongos para controlar enfermedades del suelo también ayudan en el control de trips.

Preparados y estrictos vegetales se están ensayando también para el control de plagas, encontrándose algunos en el mercado como el Biomel. El sistema compost-Manejo Integrado de Plagas, en adición a ser el sistema más económico, proporciona nutrientes a las plantas, y combina control tanto de patógenos del suelo como de insectos y otras plagas comunes en la producción de flores.

h) Control químico

En casos de necesidad se aplican productos químicos. Algunas empresas han investigado previamente las dosis adecuadas para controlar las plagas que tienen en el momento en el campo, encontrándose con algunos insecticidas que dosis hasta 10 veces menores a las recomendadas en las etiquetas que ejercen control.

Esto significa que pueden estar gastando grandes cantidades de dinero en aplicaciones inadecuadas.

i) Manejo de residuos tóxicos

En algunas granjas se ha implementado un sistema para procesar residuos químicos y envases. Se escogen sitios con niveles freáticos profundos y se abren huecos, los cuales se cubren con plástico impermeable. Se mezcla compost procesado con los residuos en el hueco y se deja descomponer.

Se siembran especies de hierbas indicadoras de fitotoxicidad. Se usa también un sistema simple pero efectivo de evaporación para concentrar residuos de Tiosulfato de plata, el cual es retardante de la marchitez de las flores por inhibir la producción de etileno. (11).

2.5.4. ALTERNATIVAS PARA TRATAMIENTOS DE PRODUCTOS NO PERECEDEROS.

Productos no perecederos son aquellos con bajo contenido de humedad, los cuales típicamente son estables cuando son almacenados por largos periodos de tiempo. Productos no perecederos actualmente tratados con bromuro de metilo incluyen una variada gama de productos alimenticios secos, principalmente granos de cereales, semillas oleaginosas y legumbres, productos de granos, frutas secas y madera o productos que contienen madera y otros objetos.

Se calcula que aproximadamente 113% del uso anual mundial del bromuro de metilo que no es usado como insumo (1992) es usado para la desinfestación de productos no perecederos.

Existen alternativas potenciales o reales para la mayoría de los usos que el bromuro de metilo tiene en productos no perecederos. Sin embargo, no existen alternativas directas de reemplazo del bromuro de metilo del mismo tipo y para todas ellas se necesita hacer algunos cambios. Se puede reducir substancialmente el uso del bromuro de metilo e insecticidas en productos no perecederos si se introducen sistemas de Manejo Integrado de Plagas.

De acuerdo con el conocimiento de este comité, no existen usos del bromuro de metilo en productos no perecederos, que no puedan ser reemplazados por alternativas actualmente disponibles o potenciales.

a) Usos Actuales del Bromuro de Metilo.

Actualmente, de las 9.855 toneladas del bromuro de metilo que se estima son usadas en productos no perecederos (cálculos del MBTOC), se calcula que 4.782 ton (49%) se usa en madera no aserrada(troncos) 472 ton (5%) en frutas secas y nueces, y las restantes 4.601 ton se usan principalmente en granos de cereal, legumbres y en menor cantidad en otros productos, como aquellos mencionados anteriormente.

b) Atmósferas Controladas y Modificadas.

El tratamiento con atmósferas controladas o modificadas, basadas en dióxido de carbono y nitrógeno, ofrece alternativas a las fumigaciones con gases tóxicos para el control de insectos plagas en productos no perecederos. atmósferas controladas con nitrógeno se encuentran en uso comercial en Australia, en un terminal de exportación de granos con contenedores originalmente creados y equipados para tratamientos con bromuro de metilo. (8)

c) Polvos Inertes

Particularmente útiles en ambientes secos, como un medio para controlar plagas que residen en estructuras de almacenamiento existen cuatro tipos básicos de polvos inertes : ARCILLAS, ARENAS Y TIERRAS. Estos materiales tradicionales son usados como una capa protectora sobre las semillas almacenadas.

d) La Tierra Diatomacea.

Consiste principalmente en sílice con pequeñas cantidades de otros minerales. Los polvos son efectivos contra una amplia gama de plagas cuando se mezclan con los granos.

e) Polvos sin Sílice.

Como fosfatos y cal. El fosfato ha sido usado en almacenaje tradicional en Egipto. (8)

f) Los Aerogeles de Sílice

Son polvos muy livianos, no higroscópicos, efectivos en dosis un poco menores que las formulaciones que la tierra diatomácea.

Polvos inertes, como ceniza y cal, tienen una larga historia de uso en la protección de granos. Dryacide, una tierra diatomácea activada, es de uso común en Australia en la industria de granos (incluyendo arroz) como un tratamiento profiláctico contra plagas de productos almacenados. Se aplica en la superficie de las estructuras de almacenaje. Las principales ventajas de los polvos inertes es que no requieren de equipo especial, son relativamente no tóxicos, proveen protección continua, y no afecta la calidad culinaria del producto.

Las principales desventajas son una disminución en la fluidez del grano, residuos visibles que pueden afectar su grano, y disminución en la densidad del grano a granel. También pueden generar problema de polvo en el aire en el lugar de trabajo. (8).

g) MÉTODOS DE CONTROL FISICOS

Tratamientos con frío.

No son usados específicamente para la desinfestación de grandes cantidades de productos no perecederos, aunque pueden ser útiles en circunstancias específicas, como por ejemplo pequeños objetos de museo, o pequeñas cantidades de cereales donde una demorada desinfestación no- química es requerida. Bajo estas circunstancias, tratamientos con frío pueden representar una alternativa al bromuro de metilo.

Tratamientos con calor.

Resaltan como una de las pocas opciones de control de plagas en productos no perecederos, capaces de igualar en rapidez al tratamiento con bromuro de metilo y otros fumigasteis de rápida acción. Los productos deben ser calentados a temperaturas de 50°-70°C , y luego rápidamente enfriados para evitar dañar aquellos sensibles al calor. La desinfestación de insectos, plagas de productos almacenados (todos sus estados) puede ser lograda en menos de un mínimo a 65°C. (8).

i) La Irradiación.

Es un método potencial para controlar plagas en una amplia variedad de productos no perecederos. Ya se encuentra en uso comercial en algunas situaciones. El proceso incluye el uso de radiaciones de energía gama, electrones acelerados o rayos x para penetrar el producto. La efectividad del tratamiento para control de insectos y los efectos en la calidad de los alimentos, está relacionada con la cantidad de energía suministrada. La industria de los alimentos tiene preocupaciones acerca de la aceptación por parte de los consumidores de productos alimenticios irradiados.

j) El saneamiento.

Forma parte importante en cualquier manejo normal de almacenamiento de productos no perecederos. Su objeto es reducir la necesidad de controlar plagas, incluyendo el reducir la frecuencia o eliminar la necesidad de fumigar con bromuro de metilo, si acaso se practica. Saneamiento es en general la aplicación de una gran gama de medidas diseñadas para remover plagas o prevenir su acceso a los productos o mercancías. Estos incluyen limpieza y remoción de refugios, para las plagas, incluyendo la remoción de residuos de alimentos en los cuales las plagas se pueden multiplicar y rediseño de maquinarias y edificios. (8).

k) Métodos biológicos.

Los métodos biológicos tienen el potencial de proveer protección de largo plazo para mercaderías almacenadas en situaciones especiales. El uso de agentes biológicos para controlar insectos plaga en situaciones de almacenamiento ha recibido recientemente una renovada atención. Las especies más efectivas son *Bracon hebator*, un parasitoide de larvas y *Trichogramma evanescens*, un parasitoide de huevos. Los principales blancos son larvas o huevos de polilla de la harina y varias larvas de coleópteros. *Bracon hebator* actualmente se usa en Sudáfrica para reducir la necesidad de fumigar montones de grano ensacado. (8)

2.5.5. ALTERNATIVAS AL BROMURO DE METILO EN GRANOS DE CEREALES ALMACENADOS Y MERCANCIAS SIMILARES.

Una amplia variedad de granos y cereales y legumbres almacenadas han sido tratados con bromuro de metilo. Productos fabricados con cereales y legumbres, incluyendo harinas, pastas, sémola y mezclas para alimentos animales, también han recibido tratamientos. Esta categoría también incluye productos similares como chips de sago y casaba (yuca), existe una amplia variedad de procesos disponibles para control de plagas de granos almacenados a granel y empaquetados. Una selección de estos puede ser usada en una estrategia para reducir o eliminar la necesidad de tratamientos con bromuro de metilo.

a) La Fosfina.

Es ampliamente usada en varios países para tratar infestaciones de granos o productos de granos, almacenados a granel o empaquetados. Típicamente preparaciones de fosforo de aluminio se le agregan a los granos, o se ponen en la superficie del grano o cerca del producto que se desea fumigar dentro de una area sellada. (8)

Este libera fosfina por horas o días en contacto con la humedad de vapor ambiental. Este proceso ha reemplazado al bromuro de metilo en varias partes del mundo.

Desarrollos recientes en la tecnología de fumigación de fosfina, incluyendo el uso de aplicación superficial en sistemas sellados y la disponibilidad de formulaciones de fosfina no inflamable, en cilindros de alrededor del 2% p/p en CO₂, han aumentado la competitividad y efectividad de su uso comparado con el bromuro de metilo.

c)Atmósferas Controladas

(AC) basadas en atmósferas de nitrógeno o CO₂, proveen alternativas técnicas a las desinfecciones a base del bromuro de metilo de granos a granel o empaquetados, con periodos de exposición adecuados (por lo general más de dos semanas) pueden ser planeados logisticamente.

Sistemas de AC a base de CO₂, se usan en gran escala en Indonesia para el almacenaje de largo plazo de montones de arroz molido empaquetado. Este sistema reemplazo a la estrategia de fumigación frecuente con bromuro de metilo, y parece ser técnicamente adecuado para éste propósito en cualquier lugar, donde el grano empaquetado se almacena por largo plazo en bodegas y el CO₂ se encuentra disponible a un precio razonable. (8)

d) El tratamiento con Calor.

Es un proceso que puede ocasionar mortalidad de insectos de los granos. Es uno de los pocos procesos, considerados aquí, con el potencial de igualar la velocidad de tratamiento de las fumigaciones con bromuro de metilo. El proceso aún requiere desarrollo para su uso en gran escala. Bajo un buen control del establecimiento no existe daño de la calidad final del de los cereales tratados a los niveles de calor necesarios para eliminar las plagas.

e) El Enfriamiento

De granos con aireación está en amplio uso en climas templados. La aireación es parte de muchos programas de manejo de plagas y juega el rol más importante dentro de las medidas de control preventivas, aún costo a veces competitivo con procesos curativos de desinfestación, como es la fumigación con bromuro de metilo. (8)

f) Patógenos de Insectos.

(incluyendo) *Bacillus thuringiensis* (Bt) proveen control de la polilla de la almendra y la polilla India de la comida, cuando se aplican al grano en suspensión acuosa o como polvo. Es efectivo como un tratamiento a granel donde todo el grano es tratado, o cuando se trata una capa superficial de varias pulgadas. Potencialmente, Bt y otros patógenos pueden formar parte de una estrategia de Manejo Integral de Plagas. (8)

2.5.6. ALTERNATIVAS PARA TRATAMIENTOS DE PRODUCTOS PERECEDEROS

Productos perecederos incluyen frutas y hortalizas frescas, flores, Raíces frescas y bulbos. El porcentaje de consumo mundial usado para desinfestación de productos perecederos se estima es de 8.6% . La mayoría de estos tratamientos se llevan a cabo a la llegada al país importador si se interceptan plagas vivas u ocasionalmente antes de la exportación si el país importador considera es una seria amenaza a la seguridad de su agricultura.

a) Practicas de Manejo de Cultivos que llevan a una Reducción de Plagas.

La reducción de poblaciones de insectos puede ser lograda por medio de practicas culturales tales como sembrar productos genéticamente modificados, que dejen de ser hospederos preferido del insecto(resistencia de la planta hospedera), cosechar antes que el producto sea susceptible al ataque, cosechar cuando la plaga no esta activa(diapausa o hibernación.) , usar practicas de cosechas mejoradas que remuevan las plagas que permanecen en el terreno o huerto, usar agentes biológicos como parasitoides y depredadores, liberar insectos estériles, usar fregonas, o usar agentes microbiales como patógenos de plagas. (8)

Sin embargo, en algunos casos la presencia de agentes biológicos y microbiológicos en la mercancía después de la cosecha pueden causar preocupaciones de tipo cuarentenario.

b) Inspección y Certificación.

Algunos países inspeccionan una muestra de la mercadería previa a la Exportación (llamado inspección de preembarque) y certifican cada carga para plagas de importancia cuarentenario basados en ciertos niveles de aceptabilidad.

c) Tratamientos Post- cosecha.

Las alternativas no químicas al bromuro de metilo son generalmente ambientalmente sanas y dejan el producto libre de residuos químicos, sin embargo, comparado con las fumigaciones hechas con bromuro de metilo, requieren de más conocimiento técnico en su desarrollo, implementación y operación, de modo de eliminar las plagas sin dañar el producto. Sólo tratamientos con calor y frío para el control de la mosca de la fruta en papayas, mangos y cítricos han sido usados comercialmente, y en la mayoría de los casos investigaciones extensivas son necesarias para lograr comercializar otros tratamientos no químicos. (8)

d) El Tratamiento con Frío.

Generalmente se aplica a fruta potencialmente infestada con plagas Tropicales, las cuales tienen relativamente poca tolerancia a condiciones frías, comparadas con plagas de climas templados. El tratamiento con frío es particularmente apropiado para controlar plagas que se encuentran dentro o sobre productos subtropicales y tropicales, proporcionando un periodo de tratamiento usualmente de diez días, el cual puede ser mantenido y documentado con precisión. El tratamiento se realiza en cuartos fríos durante el transporte o en tierra el tratamiento con frío se usa comercialmente para el control de la mosca de la fruta en uvas, kiwi y cítricos.

e) Los Tratamientos de Calor.

Incluyen aquellos que usan aire húmedo o seco, e inmersión en agua caliente. En general, los tratamientos de calor se llevan a cabo por un tiempo entre diez minutos y ocho horas, a temperaturas que varían entre 40-50°C, dependiendo de la temperatura y duración específica que se sabe es letal para la plaga. Para productos más sensibles al calor, sólo es posible controlar plagas en la superficie. (8)

f) Atmósfera Controlada

La vida de almacenaje de la fruta puede ser extendida alterando la atmósfera normal, de 21% de oxígeno y 0.03% de dióxido de carbono, a una de alrededor de 0.5-3% de oxígeno y 2-5% de dióxido de carbono y manteniéndola a estas concentraciones. Típicamente, los tratamientos se llevan a cabo por muchos meses a baja temperatura (0-2°C) y no son apropiados para productos tropicales por que les causan daño por enfriamiento. La atmósfera y la temperatura varían dependiendo de la fruta y la variedad. La Atmósfera Controlada ha sido ampliamente usada por lo menos durante 30 años para prolongar la vida de almacenaje de manzanas y peras.

g) Atmósfera Modificada.

La vida de la fruta de almacenaje también puede ser extendida si se deja que la respiración de la fruta modifique la atmósfera, reduciendo el oxígeno y elevando el dióxido de carbono. atmósfera modificadas (AM) son generadas típicamente al envolver la fruta con varios tipos de membranas de polietilenos.

Recientemente la aplicación de revestimientos especializados, compuestos de cera o celulosa, a cítricos a demostrado ser efectiva para matar la mosca de la fruta caribeña en condiciones de laboratorio. (8)

2.5.7. ALTERNATIVAS PARA TRATAMIENTOS DE CONSTRUCCIONES Y VEHICULOS DE TRANSPORTE

Existen muchas condiciones y plagas que requieren de medidas de control de plagas en las construcciones; solo algunas de estas se tratan primariamente con fumigaciones del bromuro de metilo. Existen tres grandes usos:

- 1) Control de daños producidos directamente a las estructuras de casas, edificios comerciales o históricos, causados por termitas de la madera seca y coleópteros perforadores de la madera.
- 2) Control de plagas, por ej. Polillas, coleópteros , cucarachas y roedores en vehículos de transporte, incluyendo barcos, camiones, aviones y contenedores de carga. Se asume que la mayoría (> 95% reporte del TEAP, 1994) del bromuro de metilo usado para el control de plagas de construcciones es eventualmente emitido a la atmósfera.

3) Control de plagas, por ej. Polillas, coleópteros, cucarachas, ácaros, y roedores, en edificios de procesamiento o almacenamiento de alimentos y en edificios para productos no alimenticios

Los programas de manejo integrado de plagas (MIP) pueden ser usados para el control de plagas en molinos y sitios de procesamiento, incluyendo construcción sana y prácticas de mantenimiento, saneamiento y prácticas de detección y monitores. (8)

a) Polvos Inertes.

Como el gel de sílice y tierras diatomáceas, actúan como desecantes y pueden proveer un largo periodo de control residual de insectos que camian en espacios entre las paredes y en algunos otros pocos lugares. Formulaciones de tierras diatomáceas son relativamente no tóxicas, si es que no contienen cristales de sílice.

b) El Calentamiento por Sobre 52°C.

Ha sido usado para controlar insectos en molinos por casi 100 años.

Aún es usado extensivamente por un número de grandes procesadoras de alimentos, como una parte importante de sus programas de manejo de plagas.

Plantas procesadoras de alimentos que pueden ser exitosamente tratadas con calor raramente requieren de fumigación. Este tratamiento no deja residuos. Aunque la expansión en el uso de esta técnica es esperada, existen algunas limitaciones importantes por ej. Algunas construcciones no pueden soportar el estrés causado por los cambios extremos de temperatura y la expansión diferencial de sus componentes, ej. Concreto y fierro. (8)

c) Trampas

Pueden ser usadas para monitorear las poblaciones de la plaga y como una técnica de control limitado. Estos aparatos incluyen trampas de tablas engomadas, trampas de tablas en gomadas y luz electrocuidadora y otros aparatos como trampas de tarro enterrado. Las trampas pueden ser mejoradas con el uso de cebos y/o fregonas.

d) Construcción y Remoción

Las nuevas construcciones deben ser diseñadas teniendo como prioridad la exclusión y prevención de la entrada de plagas, de modo que están no puedan ganar acceso a los edificios, y para que las estructuras no provean refugios para plagas que sean inaccesibles.

e) El Frio

Puede ser usado como tratamiento local a través de la inyección de nitrógeno líquido a lugares confinados como huecos entre las murallas.

Esta técnica no puede ser usada en lugares inaccesibles. (8)

III. ANÁLISIS.

El Bromuro de Metilo se usa principalmente como un fumigante para controlar un amplio espectro de plagas; incluyendo patógenos, insectos y nematodos. A nivel mundial, el mayor uso individual del bromuro de metilo es como fumigante del suelo, actualmente las principales categorías de uso incluyen algunos cultivos de vivero, hortalizas, fruta y cultivos ornamentales.

En la actualidad, no existe un único tratamiento químico alternativo o combinación de tratamientos, que puedan substituir al bromuro de metilo en todas sus aplicaciones. Sin embargo; un enfoque de método integral de plagas usando por ejemplo, algunos químicos alternativos ,biofumigación, cultivos resistentes, métodos de producción y otras prácticas culturales. En muchos casos, una combinación de medidas es probablemente requerida para controlar el rango de plagas que ahora se controlan usando el bromuro de metilo. Por lo tanto, es urgente que los países que utilizan bromuro de metilo, reciban asistencia técnica y financiera en la introducción o adaptación de materiales y métodos alternativos para el manejo de plagas. Es importante mencionar que se tienen evidencias de que el bromuro de metilo es de las sustancias destructoras de la capa de ozono, la cual sirve de escudo para proteger a la tierra de las dañinas radiaciones ultravioleta del sol.

IV CONCLUSIONES.

Es importante mencionar que la eliminación prematura del bromuro de metilo tendría consecuencias graves en países dependientes de este fumigante ya que podría arruinar la agricultura y las exportaciones; Sin embargo, las alternativas al bromuro de metilo tendrían que dar la pauta a seguir para que permitan que en la producción agrícola y hortícola se obtengan las ganancias estimadas, por lo que se tendrán que implementar métodos alternativos para el control de plagas económicos ambientalmente razonables y seguros; y específicos para condiciones locales, cultivos y plagas de importancia comercial, así como entrenamiento del personal técnico local como parte de las alternativas al bromuro de metilo.

BIBLIOGRAFIA

1. Cepeda Siller, Melchor. "Nematologia Agrícola"
Ed. Trillas. México, 1996. P. 208-211.
2. "Soil sterilization with methyl bromide"
Consorti-B; Bartelloni-A
Istituto di Meccanica Agraria,
Universita di Pisa, Italy.
1989, 47: 10, 25-28;9 ref.
3. ONUDI (1997) "Acción por el Ozono".
Folleto Actualizado 10 p.
4. BELLO A, J. A. GONZALEZ, M. C. PASTRANA, -
M. ESCUER. "Producción de tomate en España
Sin bromuro de metilo".
Ed. Mundi- Prensa.España. 1997, p. 1-4,7-11.
5. Ortiz Cornejo Arturo. "Fumigación con Bromuro de Metilo".
Ed. CENICCANDSA.México 1990,p.5-33.
6. A. BELLO, J. A. GONZALEZ, J. TELLO.
"La biofumigación una alternativa para el manejo de
Los patógenos de vegetales".
Orlando, Florida, USA 1993, P.P.1-7.

7. Diccionario de Especialidades Agroquímicas-
Ed. PLM. Quinta Edición. 1994. P, 210,211,532,533,650,651,
684,685,701,702.
8. MBTOC. (1995). Evaluación de 1995 del Comité de Opciones Técnicas
al Bromuro de Metilo del Protocolo de Montreal. "Alternativas al
bromuro de metilo" Pesticide Action Network North América. 1995.
p.1,3,5,7,28-30,43,44,73-77,100-104,130-150,200-211,260-296.
9. RAPAM. "Carta abierta para la eliminación del bromuro
de metilo en México" Colegio de Postgraduados. 1997. P. 2-5.
10. "La Supervivencia Vegetal Ante la Contaminación Atmosférica".
Colegio de Postgraduados,1988,p. 23-34.
11. Elsa Nivia. "Alternativas al Bromuro de Metil en la
producción de flores en Colombia".Universidad de Colombia.1996 .
p. 1-7.
12. Murillo Boites Jaime. "El Cultivo del Jitomate en México"
UNAM. 1984, p.44-53.
13. Marsico J.V. Osvaldo. " Herbicidas y Fundamentos del Control de
Malezas."Ed. Hemisferio Sur S.A.1980, P.P. 141-148.
14. R. Cremlin"Plaguicidas Modernos y su Acción Bioquímica"
Ed. Limusa. México1995, p.p.243-252.
15. Paul De Bach. "Control Biológico de las Plagas de Insectos y Malas
Hierbas".Ed. Continental. México.1992 p.p.607-618

16. Villarias M. José Luis. "Guía de Aplicación de Herbicidas"
Ed. Mundi Prensa. España. 1981, p.p. 161-168
17. Latorre Guzman Bernardo. "Enfermedades de las Plantas Cultivadas"
Ed. Universidad Católica de Chile. 1992, p.p. 287-372.
18. Cepeda Siller, Melchor. "Prácticas de Nematología Agrícola"
Ed. Trillas México. 1995, p.p. 72-77.
19. A. Alpi. F. Tognoni. "Cultivo en Invernaderos"
Ed. Mundi Prensa. España. 1991, p.p. 247-299.
20. "Le difficilli alternative al bromuro di metile".
Gullino- ML; Garibaldi-A
Universita di Torino, Turin , Italy. 1995, p. 65-70.