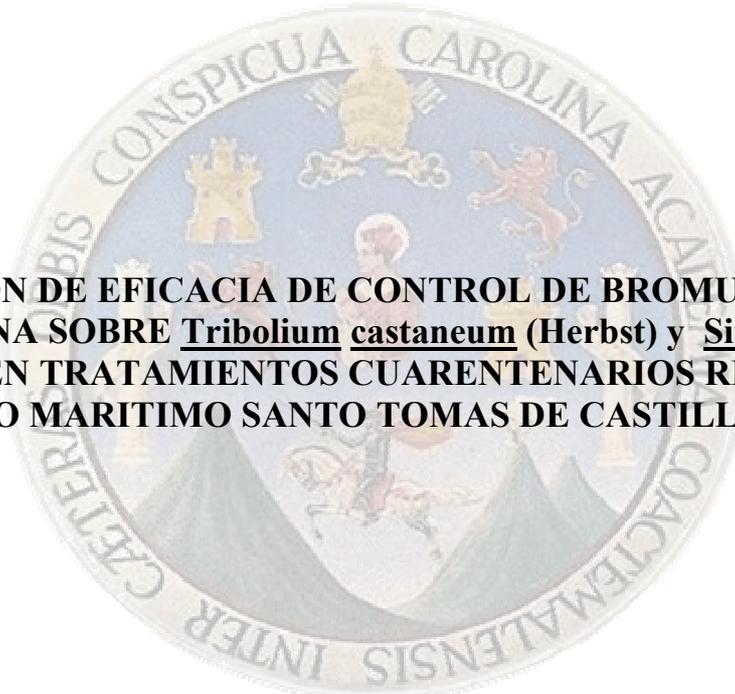


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS –IIA–

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a figure, likely a saint or historical figure, surrounded by various symbols. The shield is set against a blue background. Above the shield, the text 'CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA' is written in a semi-circle. Below the shield, the text 'CETERIS SIBI INTER COACTEMALENSIS' is written in a semi-circle. The entire seal is rendered in a light, semi-transparent style.

“EVALUACION DE EFICACIA DE CONTROL DE BROMURO DE METILO Y FOSFAMINA SOBRE Tribolium castaneum (Herbst) y Sitophilus zeamais (Motschulsky) EN TRATAMIENTOS CUARENTENARIOS REALIZADOS EN EL PUERTO MARITIMO SANTO TOMAS DE CASTILLA, IZABAL”

Edwin Roberto Palomo Cóbar

Guatemala, Julio de 2,006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS –IIA-

**“EVALUACION DE EFICACIA DE CONTROL DE BROMURO DE METILO Y FOSFAMINA
SOBRE Tribolium castaneum (Herbst) y Sitophilus zeamais (Motschulsky) EN TRATAMIENTOS
CUARENTENARIOS REALIZADOS EN EL PUERTO MARITIMO SANTO TOMAS DE
CASTILLA, IZABAL”**

TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

Edwin Roberto Palomo Cobar

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, Julio de 2,006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**RECTOR:****Dr. M.V. Luís Alfonso Leal Monterroso****JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

DECANO:	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
SECRETARIO:	Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes
VOCAL I:	Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel
VOCAL II:	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL III:	Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Avila
VOCAL IV:	MEPU Elmer Antonio Alvarez Castillo
VOCAL V:	PMP Miriam Eugenia Espinoza Castillo

Guatemala, Julio de 2006

Señores

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a su consideración el trabajo de tesis titulado:

EVALUACION DE EFICACIA DE CONTROL DE BROMURO DE METILO Y FOSFAMINA SOBRE Tribolium castaneum (Herbst) y Sitophilus zeamais (Motschulsky) EN TRATAMIENTOS CUARENTENARIOS REALIZADOS EN EL PUERTO MARITIMO SANTO TOMAS DE CASTILLA, IZABAL.

Presentándolo como requisito, previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de licenciado.

Atentamente,

Edwin Roberto Palomo Cobar

DEDICATORIA

Acto que dedico A:

DIOS: Fuente de Sabiduría en todos los momentos de mi carrera

A MIS PADRES: Alvaro Palomo y Leticia Cobar

Con aprecio y amor por todo el apoyo durante todos estos años para poder hacer realidad este sueño.

A MIS HERMANOS: Miriam, Byron y Gladis

Con cariño por todo su apoyo.

A MI ESPOSA: Vanessa Galvez

Por su apoyo

A MIS HIJAS: Andrea y Lily.

Con todo mi amor.

A MIS AMIGOS: Con aprecio.

Guatemala, Julio de 2006

Señores

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a su consideración el trabajo de tesis titulado:

EVALUACION DE EFICACIA DE CONTROL DE BROMURO DE METILO Y FOSFAMINA SOBRE Tribolium castaneum (Herbst) y Sitophilus zeamais (Motschulsky) EN TRATAMIENTOS CUARENTENARIOS REALIZADOS EN EL PUERTO MARITIMO SANTO TOMAS DE CASTILLA, IZABAL.

Presentándolo como requisito, previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de licenciado.

Atentamente,

Edwin Roberto Palomo Cobar

INDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PAGINA
Página de Presentación	ii
Autoridades	iii
Carta del estudiante	iv
Dedicatorias	v
Índice de cuadros	viii
Índice de Figuras	viii
Abreviaturas	ix
Resumen	x
1. INTRODUCCION	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEORICO	3
3.1. Marco Conceptual	3
3.1.1. Definición y Objeto de la Cuarentena Vegetal	3
3.1.2. Aspectos de la fumigación en Tratamientos Cuarentenarios	3
3.1.3. Plagas de granos almacenados	6
3.1.4. Insectos a utilizar	8
3.2. Marco Referencial	11
3.2.1. Ubicación geográfica	11
3.2.2. Tratamientos con Bromuro de Metilo	11
3.2.3. Tratamientos con Fosfatina	13
4. OBJETIVOS	15
5. HIPOTESIS	16
6. METODOLOGIA	17
6.1. Tratamientos evaluados	17
6.2. Descripción de los tratamientos	17
6.3. Diseño experimental	17
6.4. Evaluación del ensayo	18
6.4.1. Calculo de la eficacia	18
6.5. Manejo experimental	20
6.5.1. Etapa de gabinete I: Pie de cría	20
6.5.2. Etapa II: Metodología de fase de campo	20
6.5.3. Etapa de gabinete II: Análisis de datos	21
7. RESULTADOS	21
7.1. Resultados de los tratamientos expresados en % de Eficacia	22
7.2. Análisis estadístico	24
7.3. Discusión de resultados	25
8. CONCLUSIONES	26
9. RECOMENDACIONES	26

... CONTINUACION INDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO

10. BIBLIOGRAFIA

11. ANEXOS

PAGINA

27

28

INDICE DE CUADROS

CUADRO	TITULO	PAGINA
1	Listado de insectos de granos básicos	6
2	Listado de fórmulas de eficacia y sus usos	18
3	Resumen de conteo de insectos muertos para determinar eficacia	
4	Resumen de los Resultados de la aplicación de la fórmula en el conteo de insectos muertos para determinar la eficacia de los Tratamientos expresados en % de Eficacia	23
5	Resultados de valores transformados por el método del arco seno	24
6	Cuadro de Análisis de Varianza	27
7	Resultados de Prueba de Tukey	27

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	TITULO	PAGINA
1 A	Adulto de <u>Tribolium castaneum</u> (Herbst)	28
2 A	Adulto de <u>Sitophilus zeamais</u> (Motschulsky)	28
3 A	Adulto de <u>Carpophilus</u> sp.	29
4 A	Adulto de <u>Lasioderma serricome</u>	29
5 A	Preparación de la carga del contenedor para la aplicación de Bromuro de Metilo	30
6 A	Aplicación de Bromuro de Metilo a contenedor con granos	30
7 A	Colocación de bolsas de papel kraft conteniendo población de insectos a evaluar	31
8 A	Colocación de bolsas de papel kraft conteniendo pastillas de Fosfamina dentro del contenedor	31
9 A	Equipo de Pre-diagnostico de plagas, utilizado en oficinas de SEPA	32

ABREVIATURAS

CH³Br = Bromuro de metilo

FAO = Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación

Hg = Presión de mercurio en milímetros

Kg = Kilogramos

MAGA = Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

Metro cúbico (m³) = 35,314 pies cúbicos

OIRSA = Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria

Pie cúbico (p³) = 0.028 m³

PH³ = Fosfuro de Hidrogeno o Fosfamina

SAS = Statystical Analysis System o Sistema de Análisis Estadístico

SEPA = Servicio de Protección Agropecuaria

SIF = Servicio Internacional de Fumigación

SITC = Servicio Internacional de Tratamientos Cuarentenarios

TLC = Tratado de Libre Comercio

“Evaluación de eficacia de control de bromuro de metilo y fosfamina sobre Tribolium castaneum (Herbst) y Sitophilus zeamais (Motschulsky) en tratamientos cuarentenarios realizados en el puerto marítimo Santo Tomás de Castilla, Izabal “

“Evaluation control performance of methyl bromide and fosfamide above Tribolium castaneum (Herbst) and Sitophilus zeamais (Motschulsky) in quarantine treatments enhanced in the maritime port of Santo Tomás de Castilla, in providence of Izabal”

1. RESUMEN

El constante incremento en el intercambio de productos y subproductos de origen animal y vegetal por los tratados de libre comercio entre los diferentes países del mundo, provoca un mayor riesgo de introducción de plagas y enfermedades de interés cuarentenario para Guatemala. Tomando en cuenta que estos se transportan en su mayoría en contenedores y para nuestro país estos ingresan por los puertos marítimos, se evaluó el bromuro de metilo y fosfamina en diferentes dosis con el fin de optimizar la utilización de estos fumigantes en uno de los puertos de entrada apoyado por el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), tomando en cuenta que esta institución utiliza para el control de ingreso de plagas de interés económico y cuarentenario presentes en granos y harinas.

Los fumigantes por su capacidad de gasificación constituyen un valioso y único grupo de plaguicidas, que pueden matar insectos donde ninguna otra forma de control es practicable. El mal uso o su uso excesivo, puede provocar accidentes y un daño ambiental. Por tal razón se consideró importante evaluar la eficacia de las dos dosis de cada fumigante para el control de insectos de importancia económica como Sitophilus zeamais y Tribolium castaneum.

El objetivo principal de la investigación fue evaluar la eficacia de los fumigantes en dosis preventiva y de control para cada uno de los fumigantes en contenedores con granos y harinas, para hacer un uso más racional de estos.

Se evaluaron 5 tratamientos y 7 repeticiones las cuales fueron:

1. Bromuro de metilo en dosis de 0.68 Kg. / 28.32 m³ durante 24 horas de exposición.
2. Bromuro de metilo en dosis de 1.36 Kg. / 28.32 m³ durante 24 horas de exposición.
3. Fosfamina en dosis de 2 tabletas / 1 m³ durante 72 horas de exposición.
4. Fosfamina en dosis de 4 tabletas / 1 m³ durante 72 horas de exposición.
5. Testigo sin ningún tratamiento.

Utilizando un diseño experimental de bloques al azar.

Para el bromuro de metilo en dosis de 0.68 Kg. / 28.32 m³ y de 1.36 Kg. / 28.32 m³ se obtuvo una eficacia de 100% para el control de Sitophilus zeamais. Para la fosfamina en dosis de 2 tabletas / 1 m³ y de 4 tabletas / 1 m³ se obtuvo un 100 % de eficacia en ambos para el control de Tribolium castaneum.

En ambos fumigantes las dosis bajas fueron igualmente eficaces para el control de insectos que las dosis altas, por tal razón es recomendable su utilización para el control de insectos de importancia económica y solo para los insectos de importancia cuarentenaria utilizar las dosis altas de ambos fumigantes, para así hacer un uso más racional de estos fumigantes y reducir así los riesgos de daños ambientales y de toxicidad.

No diferencia de eficacia entre tratamientos, sin embargo si se encontró más fácil y rapidez de aplicación de bromuro de metilo y su acción biocida sobre la lenta liberación de la molécula de fosfamina, así como su aplicación en bolsas de papel kraft y su posterior recolección de residuos al final del tratamiento.

1. INTRODUCCION

La mayor parte de los granos y harinas que son importados ingresan al país por los puertos marítimos de Puerto Quetzal, Escuintla, Puerto Barrios y Puerto Santo Tomás de Castilla en Izabal. Para luego ser transportados hacia la ciudad capital en la mayoría de los casos en donde son utilizados y distribuidos al resto del país.

Con la reciente aprobación del Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos, se incrementarán las importaciones de este tipo de productos y por ende también el riesgo de ingreso de plagas y enfermedades, por tal razón es importante la evaluación de la eficacia de dos dosis de cada uno de estos fumigantes para así aplicarlos más eficazmente.

El constante incremento en el intercambio de productos y subproductos de origen animal y vegetal con los demás países del mundo, provoca un mayor riesgo del ingreso de plagas y enfermedades de interés cuarentenario para Guatemala, por lo cual se hace necesario evaluar la eficacia de las dosis de los fumigantes bromuro de metilo y fosfamina, utilizados por el personal de cuarentena del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). Estos tratamientos en la mayoría de los casos se aplican a los contenedores en donde se transportan productos tales como granos y harinas, donde es frecuente encontrar plagas como Sitophilus granarius y Tribolium castaneum.

Los fumigantes son ampliamente utilizados para el control de insectos y otros organismos perjudiciales, si consideramos sus características, propiedades y hacemos un correcto uso de la dosis, tiempo de exposición, hermetización y distribución del fumigante, estos productos pueden producir un control efectivo en los casos en que no es posible aplicar otras técnicas de control.

A pesar de las restricciones que hay internacionalmente para su uso, por ser muy tóxicas y dañinas al ambiente, para usos cuarentenarios estas restricciones no aplican por su importancia en el control del movimiento de plagas exóticas, tal es el caso del bromuro de metilo en el protocolo de Montreal, que la restringe pero no la elimina del mercado, por no existir alternativas igualmente prácticas para su uso cuarentenario y que sean tan efectivas como este.

El objetivo principal de la investigación fue evaluar la eficacia de los tratamientos cuarentenarios en dosis preventiva y de control utilizada en puerto a contenedores con granos y harinas, para hacer un uso más racional de estos fumigantes y así minimizar los efectos nocivos que estos causan al ambiente.

Los resultados obtenidos en esta investigación fueron:

Para el tratamiento de bromuro de metilo en dosis de 0.68 Kg. / 28.32 m³ fue de 100% de Eficacia en las siete repeticiones en los contenedores para el control de Sitophilus zeamais. Para el tratamiento de Bromuro de metilo en dosis de 1.36 Kg./28.32 m³ fue de 100% de Eficacia en sus siete repeticiones en los contenedores para el control de Sitophilus zeamais, o sea que la dosis menor es igual de eficaz que la mayor. Para el tratamiento con fosfamina en dosis de 2 Tabletas/ 1 m³ fue de 100% de Eficacia en las siete repeticiones en los contenedores para el control de Tribolium castaneum. Para el tratamiento con fosfamina en dosis de 4 Tabletas/ 1 m³ fue de 100% de Eficacia en las siete repeticiones en los contenedores para el control de Tribolium castaneum, es decir que la dosis baja es igual de eficaz que la dosis alta.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

El Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), utiliza como una protección para el ingreso de plagas de interés económico y cuarentenario presentes en granos y harinas, los tratamientos cuarentenarios con bromuro de metilo y fosfamina, esto como una medida preventiva- correctiva a nivel internacional, en los países miembros del OIRSA en donde tiene representación: México, Belice, Centro América y República Dominicana.

Debido al constante incremento en el intercambio comercial de productos con países de todo el mundo y por ende el incremento del riesgo de introducción de plagas exóticas de interés cuarentenario y económico a nuestro país, entonces surge la necesidad de investigar sobre la efectividad de las dosis utilizadas de plaguicidas formulados como fumigantes a nivel de contenedores en el puerto de entrada.

Las fumigaciones de cuarentena vegetal tienen por objeto exterminar completamente todos los diferentes estadios de las plagas contra las que se dirige la cuarentena para lo cual las condiciones climáticas que cada uno de los puertos marítimos tienen en la mayoría del año altas temperaturas y humedad relativa alta. Aunado a las condiciones herméticas dentro del contenedor en donde se transportan los productos. Esto puede alterar el efecto del producto químico aplicado sobre las posibles plagas que se puedan transportar.

Con frecuencia se da el caso en que los contenedores no son herméticos debido a daños en su estructura o por su deterioro con el paso de los años, esto provoca la posible entrada y salida de insectos plaga, así mismo, cuando se realiza un tratamiento con algún fumigante se producen fugas y por ende no se obtienen los resultados deseados al final del tiempo de exposición del tratamiento.

Los fumigantes constituyen un valioso y único grupo de plaguicidas, que pueden matar insectos donde ninguna otra forma de control es practicable. En algunos países, el uso de ciertos fumigantes como el bromuro de metilo ha sido restringido debido a sus efectos adversos. El excesivo uso de fumigantes o su mal uso, que pueda provocar accidentes y un daño ambiental adverso. Por tal razón es importante evaluar la eficacia de las dos dosis de cada fumigante y no cual de los dos es más eficaz para el control de plagas en los contenedores.

La meta final en el control de plagas de productos almacenados debiera ser tal que, el mejoramiento de los métodos de manipuleo, almacenamiento y procesado de los productos permitiera hacer disminuir las necesidades de plaguicidas químicos. Por lo tanto, los fumigantes solo serán precisados donde aparezcan infestaciones inevitables y utilizar la cantidad óptima de producto necesaria para controlar las plagas.

3. MARCO TEORICO

3.1. Marco conceptual

3.1.1. Definición y objeto de la cuarentena vegetal

Berg (1989) define el término " Cuarentena Vegetal " como: " el conjunto de restricciones legales impuestas al movimiento de mercancías y productos con el propósito de prevenir o retardar el arraigo de determinadas plagas y enfermedades de las plantas en aquellos lugares donde no existen todavía".

El propósito de la cuarentena vegetal es eliminar plagas potenciales, evitar la propagación de las ya existentes y complementar los programas de control. La acción individual no puede evitar la entrada y propagación de plagas de plantas. Tal protección la debe proporcionar el gobierno mediante la adopción y puesta en práctica de las cuarentenas; por lo tanto, estas tienen como objeto primordial, la protección de la economía y el bienestar (2).

3.1.2. Aspectos de la fumigación en tratamientos cuarentenarios

3.1.2.1. Definición de Fumigación

Alas (1990) dice que por analogía, el término " fumigación " se generaliza a toda acción que involucra la aplicación de un plaguicida, con el propósito de combatir o prevenir una plaga, sea esta de insectos, hongos, bacterias, etc.; sin embargo, en el estricto sentido de la palabra " fumigación " es la acción de emplear un fumigante, es decir, una sustancia química que actúa en forma de gas contra un organismo perjudicial dado ; independientemente de la presentación del plaguicida, el cual puede encontrarse en un estado líquido o sólido, pero que al reaccionar con la humedad del aire, se produce la sustancia gaseosa letal (1).

Una de las propiedades más importantes y útiles de los fumigantes, es que, como gases que son, se difunden en forma de moléculas aisladas. Esto les permite penetrar en el material que se fumiga y difundirse después por él (4).

Lo que pretende un tratamiento cuarentenario es:

- A. Eliminar el nivel de riesgo cuarentenario de un animal vivo, producto o sub-producto de origen vegetal o animal, facilitando su ingreso.
- B. Suprimir la existencia predeterminada de un riesgo cuarentenario en semillas, partes de plantas, productos y sub-productos de origen vegetal, así como para los animales vivos, productos y sub-productos de origen animal.
- C. Facilitar el ingreso de productos que no presentan riesgo cuarentenario, controlable a través de estas medidas técnicas (10).

Los Tratamientos Cuarentenarios pueden ser divididos en preventivos y supresivos o curativos:

- A. **Tratamientos Preventivos:** Son ordenados porque a criterio del Inspector del SEPA, los mismos le garantizan la eliminación del riesgo de introducción de plagas, enfermedades o agentes etiológicos.
- B. **Tratamientos Supresivos o curativos:** Son ordenados como resultado del análisis de laboratorio, el cual indica la presencia de plaga, enfermedad o de agentes etiológicos.

El encargado de realizarlos es el personal del Servicio Internacional de Tratamientos Cuarentenarios –SITC– (10).

3.1.2.2. Efecto de la temperatura

Bond (1986), dice que: “es el factor extrínseco más importante que influye en la acción de los fumigantes sobre los insectos” (4).

La concentración de un fumigante necesaria para matar una fase determinada de un insecto disminuye al aumentar la temperatura.

Desde el punto de vista biológico, esto es debido a que el ritmo de respiración se acelera como reacción al incremento de la temperatura.

Es importante tener presente que los resultados de una fumigación pueden verse influidos, no solo por la temperatura en el momento de la aplicación del tratamiento, sino también por las temperaturas a que permanecen los insectos antes y después del tratamiento.

Cuando los insectos se hallan en un medio ambiente frío, su ritmo metabólico es bajo, si se fumigan inmediatamente a una temperatura mas elevada, su actividad fisiológica puede verse afectada aun por su estado anterior y la absorción de veneno puede no ser tan grande, como si hubiera estado durante largo tiempo a temperatura de fumigación antes del tratamiento.

Estos fenómenos son de importancia practica particularmente para ciertas especies de insectos que entran en estado de diapausa, la tolerancia a el bromuro de metilo y la fosfamina puede ser varias veces mayor que en los que no entran en diapausa (4).

3.1.2.3. Toxicidad de los fumigantes para los insectos

Los fumigantes penetran en los insectos, principalmente por el aparato respiratorio. La penetración en este aparato en larvas, pupas y adultos, tiene lugar por los espiráculos, situados en las superficies laterales del cuerpo.

La apertura y cierre de espiráculos es regulada por una acción muscular. Para penetrar los huevos, los gases se difunden a través de la membrana (Corion) del huevo o por " canales respiratorios " especiales. Se ha demostrado que algunos gases pueden difundirse a través del integumento, pero actualmente se desconoce la importancia relativa de esta vía para la penetración del fumigante (4).

3.1.2.4. Consideraciones acerca de la fumigación

Antes de iniciar un proceso de tratamiento es necesario hacer algunas consideraciones acerca de la naturaleza del tratamiento: prevención con fines Cuarentenarios o para eliminar una plaga presente en el artículo o material a fumigarse. En el primero de los casos, se trata generalmente de productos de importación, por lo es conveniente conocer que plagas de importancia cuarentenaria existen en el lugar de origen del producto y cuales son los riesgos de post-contaminación que puedan ocurrir durante el transporte considerando su procedencia (1).

La selección del fumigante adecuado depende de varios factores, además de su toxicidad para los insectos, se mencionan a continuación:

- A. No debe arruinar los productos a los que se le aplica, ni a los objetos que rodean.
- B. No debe dejar residuos tóxicos para los humanos, ni olor o sabores desagradables, cuando se usa en productos alimenticios.
- C. Su costo debe ser menor que el daño que causarían las plagas si no se controlan.
- D. Su presión de vapor o velocidad de evaporación, debe ser adecuada, así como su habilidad para penetrar los objetos fumigados y finalmente.
- E. No debe ser absorbido por estos y tener estabilidad química.

La aplicación del fumigante se hace siempre en espacios cerrados, que deben ser lo suficientemente herméticos para evitar la pérdida de vapores, por lo cual deben sellarse hasta donde sea posible, todas la aberturas (1).

3.1.2.5. Inspección de mercadería o material a fumigar

Con ello se constata la presencia o no de una plaga, su naturaleza y grado de infestación al estar presente. Así mismo, se comprueba el estado del producto, especialmente en el caso de frutas y otros artículos perecederos, los cuales muchas veces han sufrido deterioro a causa de las condiciones de embalaje, transporte, sobrecalentamiento y manipuleo en general. Especial cuidado debe ponerse al estado de madurez de frutas y verduras; el grado de brotamiento de esquejes y material de propagación, los cuales pueden reaccionar adversamente a un tratamiento en particular; si los granos son para semilla; etc. (1).

Los principales métodos para obtener información sobre la presencia y abundancia de los insectos en los granos almacenados son: las inspecciones, los muestreos y el uso de trampas (12).

Antes que los muestreadores procedan a la obtención de las muestras, será conveniente que se practique una inspección del lote a evaluar haciendo hincapié en que se observen con especial atención las características propias de la instalación o medio de transporte en que se almacenen o conduzcan los granos. En el caso de transportes terrestres o marítimos, la inspección preliminar se orientará a determinar la existencia y el estado de los sellos y a establecer cualquier anomalía que pudiera repercutir sobre la calidad del producto embarcado. En el momento del muestreo, el muestreador deberá detectar diferencias de clase o variedad en el producto, presencia de olores extraños, presencia de carbones o tizones, humedades altas, calentamientos en el grano, infestaciones y sobre todo cualquier factor que no prevalezca en la muestra representativa (11).

El muestreo se define como la práctica o conjunto de prácticas que tienen por objeto la obtención de una muestra o porción de un lote o remesa del que se desea conocer sus características o calidad. La porción extraída deberá tener como característica principal la representatividad, es decir debe conservar fielmente las condiciones del material que se evalúa y debe reflejar verdaderamente la situación del sitio de donde proviene (9).

3.1.3. Plagas de granos almacenados

Dell'orto y Arias (1985), dicen que existen aproximadamente 250 especies de insectos que atacan los granos y sus productos durante el almacenamiento y de estas, alrededor de 20 son de capital importancia.

En base al daño que ocasionan, los insectos se han agrupado en especies primarias, que aunque relativamente pocas, son capaces de dañar granos enteros y tienen importancia económica. Las especies secundarias, son aquellas que atacan granos partidos o que previamente han sido dañados por las primarias y se multiplican con facilidad en los productos obtenidos de la molienda de granos. Por último, las especies terciarias se multiplican en granos y productos en avanzado estado de deterioración causado por otros insectos o por microorganismos (7).

A continuación se enumeran los insectos de mayor importancia económica (Cuadro 1)

Cuadro 1. Listado de insectos de granos básicos.

Nombre científico	Nombre común	Orden	Familia	Productos que atacan
<u>Lasioderma serricone</u> (F)	Gorgojo del Tabaco	Coleoptera	Anobiidae	Primaria de Tabaco y menor importancia en otros productos
<u>Stegobium paniceum</u> (L)	Gorgojo del pan	Coleoptera	Anobiidae	Plaga secundaria de granos almacenados mucho tiempo
<u>Anthicus floralis</u> (L)	Gorgojo hormiga	Coleoptera	Anthricidae	Plaga secundaria y terciaria de granos almacenados
<u>Aracrus fasciculatus</u> (Degeer)	Gorgojo del café	Coleoptera	Anthribidae	Primaria del café, cereales y cacao
<u>Prostephanus truncatus</u> (Horn)	Barrenador de los granos	Coleoptera	Bostrichidae	Primaria del maíz
<u>Rhizopertha dominica</u> (F)	Pequeño barrenador de los granos	Coleoptera	Bostrichidae	Primaria de granos enteros
<u>Acanthocelides obtectus</u> (Say)	Gorgojo del frijol	Coleoptera	Bruchidae	Primaria de granos en campo y bodega
<u>Bruchus pisorum</u> (L)	Gorgojo de la	Coleoptera	Bruchidae	Primaria de granos de arveja

	arveja			
<u>Zabrotes subfasciatus</u> (Boheman)	Gorgojo pinto del frijol	Coleoptera	Bruchidae	Primaria de granos de frijol en zonas tropicales y subtropicales
<u>Cryptolestes ferrugineus</u> (Stephens)	Gorgojo plano de los granos	Coleoptera	Cucujidae	Secundaria en granos enteros y con fisuras o quebrados
<u>Cryptolestes pusillus</u> (Schonherr)	Gorgojo plano de los granos	Coleoptera	Cucujidae	Secundaria en granos enteros y con fisuras o quebrados
<u>Sitophilus granarius</u> (L)	Gorgojo del trigo	Coleoptera	Curculionidae	Primaria en granos enteros, de importancia cuarentenaria
<u>Sitophilus oryzae</u> (L)	Gorgojo del arroz	Coleoptera	Curculionidae	Primaria en granos enteros
<u>Sitophilus zeamais</u> (Motchulsky)	Gorgojo del maíz	Coleoptera	Curculionidae	Primaria en granos enteros
<u>Antrenus verbasci</u> (L)	Gorgojo de las alfombras	Coleoptera	Dermestidae	Secundaria en residuos de cereales y productos almacenados
<u>Attagenus pelli</u> (Linnaeus)	Gorgojo dos manchas de las alfombras	Coleoptera	Dermestidae	Secundaria en granos y productos almacenados
<u>Trogoderma granarium</u> (Everts)	Gorgojo Khapra	Coleoptera	Dermestidae	Primaria de granos, de importancia cuarentenaria
<u>Pharaxonotha kirschii</u> (Reitter)	Gorgojo mexicano de los granos	Coleoptera	Languriidae	Primaria en granos de cereales sanos y enteros
<u>Carpophilus dimidiatus</u> (F)	Gorgojo de la savia del maíz	Coleoptera	Nitidulidae	Indican existencia de productos invadidos por hongos
<u>Oryzaephilus surinamensis</u> (L)	Gorgojo dientes de sierra o aserrado	Coleoptera	Silvanidae	Larvas y adultos dañan productos con bajo contenido de humedad. Son plagas secundarias de granos limpios y secos
<u>Tenebrio monitor</u> (L)	Gorgojo gusano amarillo de la harina	Coleoptera	Tenebrionidae	Secundaria, larvas capaces de dañar granos enteros que han permanecido largos periodos sin movimiento
<u>Tribolium castaneum</u> (Herbst)	Gorgojo castaño de la harina	Coleoptera	Tenebrionidae	Se consideran secundarias porque no son capaces de dañar granos enteros
<u>Tribolium confusum</u> (Jacquelin du Val)	Gorgojo confuso de la harina	Coleoptera	Tenebrionidae	Se consideran secundarias porque no son capaces de dañar granos enteros
<u>Sitotroga cerealella</u> (Oliver)	Palomilla o polilla dorada	Lepidoptera	Gelechiidae	Primaria de granos y cereales, capaz de atarlos en el campo
<u>Endrosis sarcitrella</u> (Linnaeus)	Palomilla cabeza blanca	Lepidoptera	Oecophoridae	Primaria de productos almacenados mucho tiempo
<u>Corcyra cephalonica</u>	Palomilla del	Lepidoptera	Pyralidae	Primaria para arroz pulido y en

(Staiton)	arroz			granos quebrados
<u>Ephestia kuehniella</u> (Zeller)	Palomilla mediterranea de la harina	Lepidoptera	Pyralidae	Secundaria de granos y cereales sanos y enteros. Primaria de las harinas
<u>Ephestia elutella</u> (Hubner)	Palomilla de la harina o tabaco	Lepidoptera	Pyralidae	Primaria de las harinas

3.1.4. Insectos a utilizar

Para el monitoreo de la efectividad de los tratamientos, es necesaria la utilización de insectos plaga, que posean las siguientes características: amplia distribución geográfica, fácil manejo y mantenimiento y que se encuentren entre los insectos más resistentes a los fumigantes. Del anterior listado se estudiaron las dos siguientes:

3.1.4.1 Tribolium castaneum (Herbst)

Es una de las especies que más comúnmente se presentan en lugares donde se almacenan productos. Este escarabajo puede confundirse con otras especies de Tribolium; especialmente con T. confusum (Duval), Así como con otras especies de Tribolium que no se sabe que existan en Centroamérica y Panamá. Por lo tanto es muy importante su correcta identificación (Figura 1A).

A continuación se describe su identificación taxonómica:

Reino: Metazoa

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Tenebrionidae

Genero: Tribolium

Especie: T. castaneum (Herbst)

(5).

3.1.4.1.1. Biología y hábitos de T. castaneum

Los escarabajos adultos son muy activos y se mueven rápidamente cuando se les perturba. Cuando se encuentran dentro de cargamentos de arroz, ellos se moverán igualmente rápido. Pueden sobrevivir a inviernos moderadamente fríos dentro de edificios sin calefacción. El promedio de vida de esta especie es de alrededor de un año, pero se sabe que algunos han vivido hasta 3 años 9 meses. Durante la etapa adulta, la hembra puede producir unos 450 huevos. Los huevos blancos y pequeños son depositados sueltos en la harina u otro material alimenticio, dentro del cual estén viviendo los adultos. Los huevos están cubiertos por una secreción pegajosa, lo que hace que queden envueltos en la harina y que se adhieran a los lados de los sacos, cajas y otros tipos de contenedores, de tal manera que el material fresco colocado en ellos se infesta rápidamente. Los huevos eclosionan en 5 a 15 días y se convierten en larvas de color pardo blanquecino, que

en un período de uno a cuatro meses, dependiendo de la temperatura y clase de alimento que consuman, miden entonces unos 4.5 mm (3/16") de longitud. Estas larvas totalmente desarrolladas, a continuación, se convierten en pupas blancas y desnudas que poco a poco se vuelven amarillas y luego pardas, permaneciendo en esta etapa durante una o dos semanas, después de lo cual emerge el adulto maduro. En condiciones favorables, puede darse una generación completa en unas 6 semanas; por ejemplo cuando hay temperaturas altas. El ciclo biológico puede prolongarse enormemente por el clima frío, cosa que ocurre con todas las plagas de granos almacenados (8).

3.1.4.1.2. Huéspedes principales y alternos

Esta especie es una de las que más comúnmente se presentan en lugares donde se almacenan productos y granos. También es una de las plagas mas molestas tanto en tiendas y almacenes de mayoreo como al menudeo, y es extremadamente grave en molinos harineros. El material infestado presentara muchos escarabajos alargados de color café rojizo y de unos 3.6 mm de longitud, arrastrándose sobre el material, cuando se les perturba, y larvas blanco parduzco un tanto aplanadas y con 6 patas, reptando y alimentándose de la parte interna de las cáscaras de las semillas. Aunque es difícil precisar en términos monetarios la dimensión de las pérdidas, aun uno o unos cuantos especimenes pueden ser responsables de pérdidas en ventas debidas a la baja calidad del producto. En este caso la harina de trigo es muy susceptible a ataques de esta especie, al igual que las harinas de maíz (6).

3.1.4.1.3. Daño característico

Los tribolios de la harina se alimentan de una gran variedad de productos a los que ocasiona daño físico a la vez que consume. Es probable que haya presencia de formas larvarias y adultas muertas, así como pedazos de ellas, además de eyecciones fecales. Todo esto cuando es observado por el comprador resultaría en la perdida de ventas y/o tratamientos para el control de plagas, lo cual es costoso. Además, cuando esta especie se presenta en grandes cantidades, pueden causar que la harina se ponga gris y se enmohezca más rápidamente. La presencia de estos insectos hace que la harina adquiera sabor y olor desagradables, debido a las secreciones glandulares (6).

3.1.4.2. Sitophilus zeamais (Motschulsky)

El adulto del gorgojo de los cereales mide alrededor de 4.2 mm de largo, es moderadamente brillante, pardo negruzco (recién nacido es pardo rojizo claro). La cabeza se prolonga en un hocico alargado y angosto, al final del cual tiene un par de mandíbulas fuertes. Élitros soldados y con surcos longitudinales; el insecto no puede volar. El tórax esta bien marcado con puntuaciones longitudinales, característica que lo distingue de la especie afín, el gorgojo del arroz, con el cual frecuentemente se encuentra asociado (Figura 2A).

A continuación se presenta la identificación taxonómica:

Reino: Metazoa

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Dryophthoridae

Genero: Sitophilus

Especie: *S. zeamais* (Motschulsky)
(5).

3.1.4.2.1. Biología

En climas más templados y en áreas de almacenamiento sin calefacción, el invierno puede ser pasado como larvas o adultos, y el último de estos estadios sobrevive un clima cero grados varias horas. La hembra perfora pequeñas cavidades en la cáscara de los granos o en cualesquiera otros alimentos, y en cada agujero deposita un huevo y tapa la cavidad con un tapón formado por una secreción pegajosa. Usualmente la hembra pone una cantidad de huevos que oscila desde 50 hasta 300 o 400. Los huevos son pequeños y blancos; eclosionan en unos pocos días y de ellos salen las larvas o gusanitos blancos, sin patas y gordos, que se alimentan del interior de los granos.

Cuando las larvas están totalmente desarrolladas, miden unos 3.2 mm de largo. Luego se convierten en pupas desnudas y blancas, de las cuales emergen más tarde los gorgojos adultos. En condiciones favorables, el ciclo biológico puede completarse en unas 7 semanas. El periodo de desarrollo se prolonga significativamente cuando el clima es frío.

Los adultos pueden soportar la falta de alimento durante 2 a 3 semanas; frecuentemente viven durante 7 a 8 meses y pueden sobrevivir por más de 2 años (6).

3.1.4.2.2. Huéspedes principales y alternos

Los gorgojos adultos se alimentan de todo grano de trigo, maíz, arroz, avena, cebada, sorgo y productos de otros granos. Las larvas se desarrollan solamente dentro de las semillas o pedazos de semillas o productos cerealeros suficientemente grandes para que ellas puedan vivir adentro, pero no en harinas, a menos que hayan sido horneadas (6).

3.1.4.2.3. Importancia económica

Tanto los adultos como las larvas se alimentan vorazmente de una gran variedad de granos. *Sitophilus zeamais* junto con *Sitophilus oryzae*, representan gorgojos verdaderos y son, tal vez, de los insectos más destructivos de los granos en el mundo. Frecuentemente ocasionan la destrucción total de granos en elevadores, en instalaciones de almacenamiento en granjas, o en barcos en los cuales sus bodegas secas son favorables para su crecimiento y el grano no es movido durante un periodo relativamente largo. El grano infestado usualmente será encontrado caliente en la superficie y puede estar húmedo, algunas veces aun puede ocurrir que germine.

Además de las pérdidas monetarias sufridas como resultado del daño al grano en el país de origen, pueden resultar pérdidas adicionales debidas a la negativa de los países importadores de aceptar grano densamente infestado o si se requieren tratamientos cuarentenarios para permitir su ingreso al país importador de que se trate, lo cual hace que el costo final para el importador pueda ser casi inaceptable. Por lo tanto, aunque esta plaga no esta considerada como de importancia cuarentenaria, definitivamente es de mucha importancia económica (6).

3.2. Marco Referencial

3.2.1. Ubicación Geográfica

Los puertos de Santo Tomás de Castilla y puerto Barrios, están situados en la Costa Atlántica, en el extremo Noreste de la República, en la bahía de Santo Tomás dentro de la bahía de Amatique, en el departamento de Izabal, sus límites son : Al Norte limita con el departamento de El Petén y con el territorio de Belice, al Oeste limita con el departamento de Alta Verapaz, al Sur con el departamento de Zacapa y al Sureste con la República de Honduras, al Noreste colinda con la bahía de Amatique y el golfo de Honduras en el mar de las Antillas. Su ubicación esta comprendida entre 15° 41' 45" latitud Norte y 88° 37' 03" longitud Oeste; su extensión territorial es de 9, 38.00 Km. cuadrados; se encuentran a una altura de 3.00 metros sobre el nivel del mar. Con Temperaturas medias entre 23 y 25 ° C y Humedad Relativa de 85 a 90 %. Estos puertos distan 300 Km. de la ciudad capital, a la que están conectados por la carretera centroamericana CA-9, que a su vez los comunica con toda la red vial del país.

3.2.2. Tratamiento con Bromuro de Metilo

También conocido como bromo metano. Peso molecular 94.94, con punto de ebullición a 3.56 ° C. Apariencia y olor a presión atmosférica normal (760 mm Hg.) y temperatura de 20° C gas incoloro e inodoro. Poco soluble en agua, como gas es tres veces más pesado que el aire.

El bromuro de metilo (CH_3Br) no solo es empleado para el control de plagas que afectan los productos agrícolas almacenados, sino que también se usa como fumigante del suelo para el control de malezas, nemátodos, hongos e insectos, siendo de frecuente empleo en semilleros y viveros de plantas ornamentales y frutales, en este ultimo caso solo cuando se encuentra al 100 % de su volumen.

Dentro de sus propiedades, la más importante es su facultad de penetrar rápida y profundamente en materiales sorbentes, a la presión atmosférica normal. Así mismo, al final de un tratamiento, sus vapores se disipan rápidamente, lo que permite manejar sin peligro productos a granel; estos vapores son unas 3.3 veces más pesados que el aire. Otra propiedad importante es que muchas plantas vivas toleran este gas en tratamientos insecticidas. El bromuro de metilo no es ni inflamable ni explosivo en circunstancias normales, por lo cual se le puede usar sin precauciones especiales contra el riesgo de incendio, (4).

Dado que el bromuro de metilo carece de color y olor y con el propósito de volverlo detectable para la seguridad del usuario, frecuentemente las formulaciones contienen 2 % de Cloropicrina, sustancia fitotóxica y corrosiva no recomendada en tratamientos cuarentenarios de verduras y frutas frescas a granel y plantas en crecimiento (1).

Dado que la acción del bromuro de metilo es por medio de gas, entre mas rápido ocurra la gasificación, mas pronto se lleva a cabo la difusión de la sustancia toxica; por ello, y dado que el fumigante

tiende a congelarse al momento de su liberación, es necesario calentarlo en su trayecto de salida del recipiente que lo contiene, también en este caso es preferible sumergir las latas con bromuro de metilo, directamente en un recipiente con agua a 65° C o más (1).

El producto fumigante se presenta en diferentes tipos de envase, desde los cilindros de hierro con contenidos de 4.54, 18.14, 22.68, 90.72, 226.80, hasta latas de 0.45 y 0.68 kilogramos, con diversos nombres comerciales.

La viabilidad de las semillas puede perderse o retardarse si son expuestas al fumigante. Asimismo, se hace la observación que con este producto la harina de soya o de algún otro material con alto contenido de aceite, puede producir olores desagradables en algunos casos (1).

El tratamiento con bromuro de metilo bajo carpa, en vagones para granos, en bodega y en general, en cualquier envase permeable, es un medio práctico y de bajo costo, que permite fumigaciones desde pequeñas a grandes cantidades de mercadería, sin moverlas de su lugar de almacenamiento. Para ello deben cumplirse algunas condiciones mínimas, relacionadas, en primer lugar, con la hermeticidad del espacio a fumigar (14).

3.2.2.1. Dosificación

ALAS (1) recomienda la siguiente dosificación para granos como maíz, arroz, trigo, frijoles en sacos:

- 1.- 0.68 Kg. / 28.32 m³ (1 1/2 lb. /1000 p³) durante 16 - 24 hrs. a temperatura de 15 a 20°C.
- 2.- 0.68 Kg. / 28.32 m³ (1 1/2 lb. / 1000 p³) durante 24 hrs. a temperatura de 21a 25°C.*
- 3.- 1.36 Kg. / 28.32 m³ (3.00 lb. / 1000 p³) durante 24 hrs. a temperatura de 30°C o más. **

* Dosis utilizada como preventiva en la presente evaluación.

** Dosis utilizada como de control en la presente evaluación.

Un contenedor de 20 pies de largo tiene las siguientes medidas de capacidad volumétrica: 1,174 pies cúbicos ó 33.23 metros cúbicos.

3.2.2.2. Eliminación por etapas del Bromuro de Metilo según el Protocolo de Montreal

El plaguicida bromuro de metilo esta siendo eliminado a nivel internacional de acuerdo con el protocolo de Montreal. El bromuro de metilo ha sido usado por mas de 50 años para el control de insectos, nematodos, patógenos y malezas. Es utilizado para fumigación de suelo antes de la plantación de diversas frutas, vegetales, ornamentales y viveros agrícolas: para la fumigación de post-cosecha en artículos almacenados y como tratamiento de preembarque; para estructuras como molinos de harina y plantas procesadoras de alimentos; y para tratamientos Cuarentenarios exigidos por los gobiernos para prevenir la propagación de plagas exóticas reglamentadas.

El protocolo de Montreal es un tratado firmado por más de 160 países con el objeto de impedir que siga debilitándose la capa estratosférica de ozono, la cual protege a la Tierra de la dañina radiación solar. El protocolo controla la producción mundial y el comercio de sustancias que menoscaban el ozono.

Los signatarios del protocolo clasificaron al bromuro de metilo como sustancia dañina para el ozono en 1992 y acordaron la discontinuación por etapas a partir de 1997. De acuerdo con las disposiciones del protocolo, los países deberán reducir el consumo de bromuro de metilo (Producción más Importación menos

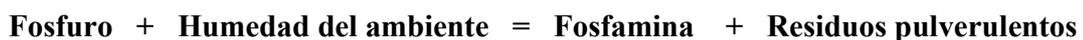
Exportaciones) a partir de una línea de base así: 25 % en 1999, 50 % en 2000, 70 % en 2002 y 100 % en 2015.

Los países en vías de desarrollo deberán congelar el consumo en 2001 a los niveles de 1995-98 y reducir el consumo desde esa línea básica así: 20 % en 2005 y 100 % 2015.

Los usos cuarentenarios y de preembarque están exentos de la discontinuación por etapas. El tratamiento de preembarque significa 21 días antes del embarque (15).

3.2.3. Tratamiento con Fosfamina

El empleo de fosfamina o fosfuro de hidrógeno (PH^3) como fumigante para el combate de plagas en productos y subproductos agrícolas, reúne las características básicas de un fumigante propiamente dicho, por su presentación en estado sólido y seco, ofrece muchas ventajas para su almacenamiento, transporte y manipulación durante su aplicación. El revestimiento de carbamato de amonio de que están provistas controla la hidrólisis del fosfuro de aluminio o de magnesio, así como el tiempo requerido para la liberación del gas fosfamina, la cual ocurre de la siguiente manera:



En fumigaciones con fosfamina, el periodo de exposición tiene una importancia muy grande, en vista de que el gas se difunde lentamente, por ello, el periodo de exposición no debe ser menor de 72 horas después que el gas ha comenzado a quedar libre, dependiendo en gran medida de la temperatura y de la humedad prevaecientes. En términos generales, con fosfamina pueden fumigarse productos alimenticios, forrajes, semillas, tabaco, harinas, frutas secas, granos de cacao, té, café, embalajes, etc.

La diferente presentación del fumigante favorece su empleo en varias circunstancias, encontrándose como: tabletas, píldoras o pastillas, bolsitas, rollos; todos en base a fosfuro de magnesio, este ultimo con mayor poder de gasificación.

Las tabletas tienen un peso de 3.00 gramos y liberan un gramo de fosfuro de hidrogeno, las píldoras tienen un peso de 0.6 gramos y se desprenden 0.2 gramos de fosfamina, siendo su relación en peso equivalente de 5 a 1, o sea que 5 píldoras equivalen al peso de una tableta, liberando en proporción la misma cantidad de fosfamina.

Para el control de insectos muy resistentes, tales como Trogoderma spp. o Sitophilus spp., se recomienda las dosis máximas o de control de 4 tabletas/ m^3 ; Así mismo para combatir plagas menos resistentes como Tribolium spp. o palomillas, serian suficientes las dosis mínimas o preventiva de 2 tabletas / m^3 . Para temperaturas superiores a 25 °C en el espacio a fumigar, la dosis puede reducirse a la mínima en cada caso, conservando siempre como mínimo 72 horas como periodo de exposición.

Entre las características de la fosfamina, además de su eficacia contra los insectos, incluyendo sus estados de huevo, larva, ninfa y pupas, están las de no influir en el sabor ni la calidad de los productos tratados; así mismo, en el poder germinativo de la semilla.

Por su baja densidad en el aire, alrededor de 1.2 (aire=1), el poder de penetración de la fosfamina es bastante grande; por ello, basta con poner las tabletas del fumigante únicamente alrededor de la base de la estiba en la dosis y periodo de exposición apropiados, para conseguir la total mortalidad de los insectos. Cuando se emplean sobrecitos y seguros de que el polvo residual será retenido por los mismos, su distribución puede hacerse encima de los sacos y entre ellos (1).

4. OBJETIVOS

4.1. General

Evaluar la eficacia de dos fumigantes y las dosis utilizadas en tratamientos cuarentenarios para el control de Sitophilus zeamais y Tribolium castaneum, bajo las condiciones de contenedores en el puerto Santo Tomás de Castilla, en Izabal.

4.2. Específicos

- A. Evaluar la eficacia de dos dosis del bromuro de metilo para el control de Sitophilus zeamais.
- B. Evaluar la eficacia de dos dosis de fosfamina para el control de Tribolium castaneum.

5. HIPOTESIS

1. El porcentaje de mortandad de la dosis preventiva de bromuro de metilo es similar al porcentaje de mortandad de dosis de control de bromuro de metilo.
2. El porcentaje de mortandad de dosis preventiva de fosfamina es similar al porcentaje de mortandad de dosis de control de fosfamina.

6. METODOLOGIA

6.1. Tratamientos evaluados

- 1) **Bromuro de metilo** a una dosis de 0.68 Kg. / 28.32 metros cúbicos durante 24 horas.
- 2) **Bromuro de metilo** a una dosis de 1.36 Kg. / 28.32 metros cúbicos durante 24 horas.
- 3) **Fosfamina** a una dosis de 2 tabletas / 1 metro cúbico durante 72 horas.
- 4) **Fosfamina** a una dosis de 4 tabletas / 1 metro cúbico durante 72 horas.
- 5) **Testigo** sin tratamiento.

6.2. Descripción de los tratamientos

6.2.1. Bromuro de metilo en dosis preventiva (0.68 Kg. / 28.32 m³ / 24 horas)

Se aplicó 2 latas de bromuro de 1½ libras o 0.68 Kg. Por cada contenedor y por un lapso de tiempo de 24 horas que es en el que ya se liberó el líquido con el ingrediente activo en el contenedor, en la dosis de 0.68 Kg. / 28.32 metros cúbicos, colocando la bolsa con insectos dentro del contenedor.

6.2.2. Bromuro de metilo en dosis supresiva o curativa (1.36 Kg. / 28.32 m³ / 24 horas)

Se aplicó 4 latas de bromuro de metilo para un contenedor de 33.23 metros cúbicos, en dosis de 1.36 Kg. / 28.32 metros cúbicos, durante 24 horas colocando la bolsa con insectos dentro del contenedor.

6.2.3. Fosfamina a dosis preventiva (2 Tabletetas / 1 m³ / 72 horas)

Se aplicó la dosis media recomendada para granos, la cual es de 2 tabletas por metro cúbico durante un período de 72 horas. Aplicando un total de 66 tabletas por contenedor de 1,174 pies cúbicos y colocando la bolsa con insectos dentro del contenedor.

6.2.4. Fosfamina a dosis supresiva o curativa (4 Tabletetas / 1 m³ / 72 horas)

Se aplicó la dosis alta la cual es de 4 tabletas por metro cúbico durante 72 horas, equivalente a 132 tabletas por contenedor de 1,174 pies cúbicos y colocando la bolsa con insectos dentro del contenedor.

6.2.5. Testigo

No se aplicó ningún tipo de tratamiento para observar el comportamiento de la población ante los factores ambientales, colocando la bolsa con insectos dentro del contenedor.

6.3. Diseño experimental

Para este estudio se utilizó un diseño de bloques al azar con 5 tratamientos y 7 repeticiones.

La unidad experimental fue el contenedor conteniendo sacos con granos

6.3.1. Variable respuesta

La variable respuesta fue el número de insectos muertos expresados en porcentaje en cada tratamiento.

6.4. Evaluación del ensayo

6.4.1. Cálculo de la eficacia

Uno de los métodos usados para expresar el efecto de un tratamiento consiste en calcular su % de eficacia. Son varias las formulas existentes para ello, atendiendo a diferentes condiciones de ensayo. Es muy importante usar la formula correcta; de no ser así, los supuestos integrantes de la formula no se verán satisfechos. (Cuadro 2)

Cuadro2. Listado de fórmulas de eficacia y sus usos.

Datos recogidos	Condiciones del ensayo	Fórmula correcta para calcular el % de eficacia
Individuos vivos o Infestación	Infestación no uniforme Antes de la aplicación	Henderson-Tilton
	Infestación uniforme Antes de la aplicación	Abbott
Individuos muertos o Mortalidad	Infestación no uniforme Antes de la aplicación	Sun-Shepard
	Infestación uniforme Antes de la aplicación	Schneider-Orelli **

** Fórmula a utilizar en esta evaluación por sus características.

(6)

Descripción y explicación de las fórmulas:

Henderson-Tilton

$$\% \text{ eficacia} = (1 - Td/Cd \times Ca/Ta) \times 100$$

Datos reunidos:

Ta = Infestación en contenedor antes del tratamiento.

Td = Infestación en contenedor después del tratamiento.

Ca = Infestación en contenedor testigo antes del tratamiento.

Cd = Infestación en contenedor testigo después del tratamiento.

Si (Ta = Ca), es decir si la infestación es la misma en todas las parcelas al comienzo del tratamiento, la fórmula puede ser librada de este término, quedando, según Abbott, lo siguiente:

Abbott

$$\% \text{ eficacia} = (1 - Td/Cd) \times 100 = (Cd - Td / Cd) \times 100$$

Si la infestación es homogénea antes del tratamiento, la fórmula de Henderson-Tilton no ofrece ninguna ventaja. Por el contrario, las fluctuaciones coincidentes de los conteos antes del tratamiento aumentan la desviación de los valores de eficacia y hacen más difícil la interpretación de los resultados.

Si además del normal error muestral hay diferencias reales de infestación entre varias parcelas, el procedimiento habitual – que ciertamente, no siempre es correcto – da por hecho que el efecto de un tratamiento es de por sí independiente de la infestación inicial; en otras palabras, un tratamiento tendrá la misma eficacia – 90 % p.e. – independientemente de si la infestación es grave o leve. Bajo este supuesto, la fórmula de Henderson-Tilton corrige aritméticamente los diferentes valores iniciales de infestación sin separar los errores de muestreo de las auténticas diferencias de infestación.

Sun-Shepard

$$\% \text{ eficacia} = (Pt \pm Pck / 100 \pm Pck) \times 100$$

Datos reunidos:

Pt = % mortalidad * en la parcela tratada.

Pck = % cambio poblacional * en la parcela testigo.

* Calculado restando los individuos vivos después del tratamiento de los individuos vivos antes del tratamiento.

$$Pt = (Ta - Td / Ta) \times 100 \quad Pck = (Cd - Ca / Ca) \times 100$$

La fórmula no es sino una versión ligeramente alterada de la ecuación de Henderson-Tilton. Como criterio no utiliza supervivientes (infestación) sino % de mortalidad.

Schneider-Orelli

$$\% \text{ eficacia} = (b - k / 100 - k) \times 100$$

Datos reunidos:

b = % individuos muertos en la parcela tratada.

k = % individuos muertos en la parcela testigo.

Esta fórmula es aplicable solo cuando la infestación es uniforme al comienzo del ensayo. No es sino una nueva versión de la ecuación de Abbott. A diferencia de esta, el criterio determinante no es el número de supervivientes sino de individuos muertos. Ambas fórmulas proporcionan los mismos valores. Por tal razón esta será la fórmula a utilizar para evaluar el porcentaje de eficacia (6).

6.5. Manejo experimental

6.5.1. Etapa de Gabinete I: Pie de cría

Pasos a seguir:

6.5.1.1. Recolección de insectos para inicio de pie de cría

Los insectos deben al ser colectados fueron manejados con cuidado para evitar mortandad de las poblaciones o su fuga de los recipientes en donde se ubicaran, para esto se utilizó bolsas de papel kraft, para que tengan una adecuada ventilación y no morir por asfixia sin que escapen los insectos.

6.5.1.2. Identificación de los insectos

Los insectos fueron identificados según la Guía de Laboratorio de Entomología I y de Hojas de Datos sobre Plagas y Enfermedades de Productos Almacenados de Importancia Cuarentenaria y/o Económica para los Países miembros del OIRSA (6 y 16).

6.5.1.3. Colocación de los insectos en el medio de reproducción

El medio (granos o harina), se colocó en recipientes plásticos de 10 Kg. de capacidad, con 5 Kg. de material de alimento y cubiertos con malla de plástico para evitar que se escapen. Así como tener especial cuidado en la temperatura en la que serán criados, puesto que debe ser parecida o la misma del lugar donde se realizaron los ensayos, esto para evitar mortandad por cambios bruscos de temperatura. El medio a utilizar en el caso de Tribolium spp., fue harina de maíz, en el caso de Sitophilus spp. fue maíz, estos materiales fueron seleccionados por su facilidad de manejo y bajos costos.

6.5.1.4. Dar seguimiento al proceso reproductivo y de consumo del medio.

Debido a que estos insectos pueden completar su ciclo de vida en 6 o 7 semanas se debe controlar este para no provocar una sobre-población y así que se muera el pie de cría de hambre o por intoxicación de gases emanados por ellos.

Los insectos adultos se colocan en un medio nuevo por un espacio de una semana y luego por medio de un tamiz se retiran, al cabo de 2 o 3 semanas aparece la nueva generación de insectos, la edad ideal para ser utilizados es de 2 semanas después de haber emergido los adultos del medio.

6.5.2. Etapa II: Metodología de Fase de Campo

Antes de iniciar la evaluación, se hizo una estricta revisión de los contenedores para observar si es que existe alguna fuga o daño el cual afecte la hermeticidad del contenedor y afecte los resultados.

Para la evaluación el procedimiento será el siguiente, para cada uno de los cinco tratamientos a evaluar se utilizó un contenedor, en el cual se depositaron las muestras de insectos a ser evaluados y el cual consistió de los siguientes pasos:

6.5.2.1 Colocación de una muestra por contenedor, conteniendo 100 insectos aproximadamente en cada bolsa de papel kraft conteniendo maíz quebrantado como sustrato de alimento para los insectos, colocadas dentro del contenedor.

6.5.2.2. Revisión de los contenedores para que no existieran fugas o rajaduras en su estructura y si las había, tapparlas con algún tipo de material para sellarlas.

6.5.2.3. Aplicación del fumigante respectivo

En el caso de Bromuro de metilo se utilizó un aplicador de anillo de lámina galvanizada.

Para la Fosfamina se utilizó bolsas de papel kraft para colocar las tabletas y así después recuperar los residuos pulverulentos del producto químico.

A los contenedores ya fumigados se les colocó las calcomanías de precaución que identifiquen con que producto se trato, dosis y tiempo de exposición, así como la fecha en que se realizó el tratamiento.

6.5.2.4. Espera del período respectivo de efectividad del producto, 24 horas para bromuro de metilo y 72 horas para fosfamina.

6.5.2.5. Aireación o ventilación de los contenedores por espacio de 6 horas.

6.5.2.6. Recolección de muestras después de la aplicación.

6.5.3. Etapa de Gabinete II: Análisis de datos

6.5.3.1. Conteo de mortalidad de insectos por tratamiento o porcentaje de eficacia.

Todos los datos de número de insectos vivos después de los tratamientos, serán introducidos a la fórmula de Schneider-Orelli para el cálculo del porcentaje de eficacia de los tratamientos.

6.5.3.2. Toma de datos de las variables respuesta.

La variable respuesta de esta evaluación: número de individuos muertos (% de eficacia) en cada tratamiento, en el contenedor. Comparados con los datos de los testigos

6.5.3.3. Transformación de datos por medio del método del arco seno para observar la normalidad de los datos obtenidos.

6.5.3.4. Análisis de los datos por medio del paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS).

6.5.3.5. Prueba de Tukey para determinar el grado de significancia de los resultados.

7. RESULTADOS

7.1. Resultados de los Tratamientos expresados en % de Eficacia

Después de aplicados cada uno de los tratamientos en el contenedor, se procedió al conteo de insectos y su aplicación en la fórmula de Schneider-Orelli de los datos de insectos muertos, se obtuvieron los siguientes resultados (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resumen de conteo de insectos muertos para determinar eficacia.

TRATAMIENTO	REP. 1	REP.2	REP. 3	REP. 4	REP. 5	REP. 6	REP. 7
Bromuro de Metilo dosis: 0.68 Kg/ 28.32 m ³ **	100	100	100	100	100	100	100
Bromuro de Metilo dosis: 1.36Kg/ 28.32 m ³ **	100	100	100	100	100	100	100
Fosfamina dosis: 2 Tabletas/ 1m ³ **	100	100	100	100	100	100	100
Fosfamina dosis: 4 Tabletas/ 1m ³ **	100	100	100	100	100	100	100
Testigo**	3	0	2	0	0	0	0

**En los Tratamientos se utilizó la cantidad de 100 insectos por repetición y en el caso del testigo se utilizó la cantidad de 10,000 insectos por repetición, debido a que se tenía gran cantidad de estos y para reducir el margen de error.

7.1.1. Tratamiento de bromuro de metilo en dosis de 0.68 Kg. / 28.32 metros cúbicos durante 24 horas para el control de Sitophilus zeamais

Aplicando la fórmula de Schnider-Orelli para cada una de las siete repeticiones dio los siguientes resultados:

$$\% \text{ eficacia} = (b - k / 100 - k) \times 100$$

b = % individuos muertos en la parcela tratada.

k = % individuos muertos en la parcela testigo. (6)

$$\% \text{ eficacia } \mathbf{r1} = (100 - 0.03 / 100 - 0.03) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } \mathbf{r2} = (100 - 0 / 100 - 0) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } \mathbf{r3} = (100 - 0.02 / 100 - 0.02) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } \mathbf{r4} = (100 - 0 / 100 - 0) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } \mathbf{r5} = (100 - 0 / 100 - 0) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } \mathbf{r6} = (100 - 0 / 100 - 0) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } \mathbf{r7} = (100 - 0 / 100 - 0) \times 100 = 100 \%$$

7.1.2. Tratamiento de bromuro de metilo en dosis de 1.36 Kg. / 28.32 metros cúbicos durante 24 horas para el control de Sitophilus zeamais

$$\% \text{ eficacia } r1 = (100 - 0.03 / 100 - 0.03) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } r2 = (100 - 0 / 100 - 0) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } r3 = (100 - 0.02 / 100 - 0.02) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } r4 = (100 - 0 / 100 - 0) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } r5 = (100 - 0 / 100 - 0) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } r6 = (100 - 0 / 100 - 0) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } r7 = (100 - 0 / 100 - 0) \times 100 = 100 \%$$

7.1.3. Tratamiento de fosfamina en dosis de 2 tabletas / 1 metro cúbico durante 72 horas para el control de Tribolium castaneum

$$\% \text{ eficacia } r1 = (100 - 0.03 / 100 - 0.03) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } r2 = (100 - 0 / 100 - 0) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } r3 = (100 - 0.02 / 100 - 0.02) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } r4 = (100 - 0 / 100 - 0) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } r5 = (100 - 0 / 100 - 0) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } r6 = (100 - 0 / 100 - 0) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } r7 = (100 - 0 / 100 - 0) \times 100 = 100 \%$$

7.1.4. Tratamiento de fosfamina en dosis de 4 tabletas / 1 metro cúbico durante 72 horas para el control de Tribolium castaneum

$$\% \text{ eficacia } r1 = (100 - 0.03 / 100 - 0.03) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } r2 = (100 - 0 / 100 - 0) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } r3 = (100 - 0.02 / 100 - 0.02) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } r4 = (100 - 0 / 100 - 0) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } r5 = (100 - 0 / 100 - 0) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } r6 = (100 - 0 / 100 - 0) \times 100 = 100 \%$$

$$\% \text{ eficacia } r7 = (100 - 0 / 100 - 0) \times 100 = 100 \%$$

En el cuadro 4 se observa que no hubo diferencias visibles entre tratamientos y que la mortandad en el testigo fue casi nula, por tal razón es que se hace necesario efectuar una transformación de datos para poder observar si hay diferencias entre tratamientos (Cuadro 5).

Cuadro 4. Resumen de los Resultados de la aplicación de la fórmula en el conteo de insectos muertos para determinar la eficacia de los Tratamientos expresados en % de Eficacia.

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Bromuro de metilo dosis 1	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Bromuro de metilo dosis 2	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Fosfamina dosis 1	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Fosfamina dosis 2	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Testigo	0.03%	0.0%	0.02%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Cuadro 5. Resultados de valores transformados por el método del arco seno. (13)

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Bromuro de metilo dosis 1	90	90	90	90	90	90	90
Bromuro de metilo dosis 2	90	90	90	90	90	90	90
Fosfamina dosis 1	90	90	90	90	90	90	90
Fosfamina dosis 2	90	90	90	90	90	90	90
Testigo	0.017	0	0.011	0	0	0	0

7.2. Análisis Estadístico

Con base en los resultados obtenidos en la transformación de datos en todos los tratamientos, se realizó la introducción de datos al programa estadístico SAS y luego se aplicó la prueba de Tukey dando los siguientes resultados (Cuadros 6 y 7)

Cuadro 6. Cuadro de Análisis de Varianza.

Causas de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuad	Cuadrados Medios	F Value	F
Modelo(Trat.+ Bloq)	10	45355.96814920	4535.59681492	99999.99	0.0001
Error	24	0.00023840	0.00000993		

Cuadro 7. Resultados de Prueba de Tukey.

Tratamiento	Repeticiones	Valores Promedio	Grupos de Tukey
Bromuro de metilo en dosis 1	7	90	A
Bromuro de metilo en dosis 2	7	90	A
Fosfamina en dosis 1	7	90	A
Fosfamina en dosis 2	7	90	A
Testigo	7	0.004	B

En base a los resultados obtenidos de estas pruebas podemos decir que no hay diferencia significativa entre tratamientos con los fumigantes y el testigo casi no presentó mortandad .

7.3. Discusión de Resultados

Con base en los resultados presentados en el Cuadro 1 se puede decir que:

Los tratamientos con bromuro de metilo en dosis de 0.68 Kg. / 28.32 metros cúbicos son igual de efectivos para el control de Sitophilus zeamais, que los tratamientos en dosis de 1.36 Kg. / 28.32 metros cúbicos en un período de exposición de 24 horas. Lo cual nos indica que las dos dosis son igualmente efectivas para el control de insectos, solo con la diferencia del impacto ambiental, puesto que a menor dosis utilizada, menor será su impacto en este. Para el caso de OIRSA su misión no es el lucro, sino el uso racional de los productos fumigantes para minimizar su impacto, por tal razón no es primordial su impacto económico para su uso.

Para el caso de fosfamina se puede decir que la dosis de 2 tabletas / 1 metro cúbico es igual de efectiva para el control de Tribolium castaneum, que la dosis de 4 tabletas / 1 metro cúbico en un período de exposición de 72 horas.

Estos resultados indican que no hay diferencias entre la efectividad del bromuro de metilo y de fosfamina las diferencias entre los tratamientos son su forma de aplicación y su período de exposición, en el caso de bromuro de metilo su aplicación es más sencilla puesto que es un gas envasado a presión y su período de exposición es de 24 horas bajo las condiciones ambientales de los puertos, donde la temperatura es superiores a 25 °C y una humedad relativa mayor a 85 %. En el caso de fosfamina su aplicación es más difícil debido a que son tabletas, las cuales hay que contar y luego colocarlas en bolsas de papel kraft, para luego introducir las al contenedor, esperar un período de 72 horas de exposición, luego retirar el material de desecho y depositarlo en un lugar adecuado para su destrucción.

En cuanto al riesgo de toxicidad, el bromuro de metilo es un biocida, (mata todo tipo de vida aplicada en un corto período de exposición), en cambio la fosfamina es un insecticida de amplio espectro (mata desde huevos hasta adultos de insectos).

El riesgo ambiental para el bromuro de metilo es alto puesto que daña la capa de ozono. En el caso de fosfamina no daña la capa de ozono y es más seguro en su aplicación, por ser de lenta reacción con el ambiente.

En el caso del testigo podemos las pocas muertes de insectos encontradas, por las condiciones de contenedor, las cuales pudieron ser calor, humedad o aplastamientos por el peso de los sacos, los cuales no fueron significativos en los resultados finales de las evaluaciones.

En la inspección de fecha 23 de Septiembre de 2,005, se detectó la presencia de plagas tales como Tribolium castaneum, Sitophilus orizae, Anthrenus sp., Carpophilus sp. y Lasioderma serricorne, identificadas en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que sirvieron de verificadores de la mortandad de insectos y de los resultados obtenidos con las muestras puestas en los diferentes tratamientos (Anexo 3).

8. CONCLUSIONES

- 8.1 La dosis de bromuro de metilo de 0.68 Kg. / 28.32 metros cúbicos es igual de eficaz (100%), que la dosis de 1.36 Kg. / 28.32 metros cúbicos para el control de Sitophilus zeamais en tratamientos cuarentenarios a contenedores en el Puerto Santo Tomás de Castilla, Izabal. Es decir que los dos tratamientos son estadísticamente iguales en mortandad de insectos.
- 8.2 La dosis de 2 tabletas / 1 metro cúbico es igual de eficaz (100 %) para el control de Tribolium castaneum que la dosis de 4 tabletas / 1 metro cúbico en tratamientos cuarentenarios a contenedores en el puerto Santo Tomás de Castilla, Izabal. Es decir que no hay diferencias entre los dos tratamientos para el control de estos insectos, con base en los resultados obtenidos.
- 8.3 En los tratamientos testigo no hubo diferencias significativas en la mortandad de insectos por factores de contenedor.

9. RECOMENDACIONES

- 9.1 Utilizar la dosis de 0.68 Kg. / 28.32 metros cúbicos de bromuro de metilo, para utilizar al mínimo esta molécula y que es efectiva para el control de insectos plaga, así como para reducir el impacto ambiental de la fumigaciones a contenedores de granos.
- 9.2 Utilizar la dosis de 2 tabletas / 1 metro cúbico de fosfamina, para el control de insectos en granos y harinas, en contenedores.

10. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Alas López, A. 1990. Manual de tratamientos cuarentenarios. San Salvador, El Salvador, OIRSA. 79 p.
- 2.- Berg, G. 1989. La cuarentena vegetal: teoría y práctica. El Salvador, OIRSA. 440 p.
- 3.- Bolaños, U. 2004. Estadísticas de consumo de bromuro de metilo y fosfamina para uso cuarentenario por OIRSA Guatemala (entrevista). Guatemala. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA).
- 4.- Bond, EJ. 1986. Manual de fumigación contra insectos. Roma, FAO. 413 p. (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal no. 54).
- 5.- CAB Internacional, UK. 2003. Crop protection compendium. Wallington, UK. 2 discos compactos.
- 6.- CIBA-GEIGY, SW. 1981. Manual para ensayos de campo en protección vegetal. Suiza, Wener Puntener. 597 p.
- 7.- Dell'orto T. H.; Arias V. C. 1985. Insectos que dañan granos y productos almacenados. Chile, Proyecto FAO-INIA. 142 p.
- 8.- OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, SV). 1999. Hojas de datos sobre plagas de productos almacenados de importancia cuarentenaria y/o económica para los países miembros del OIRSA. El Salvador. 250 p.
- 9.- OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, GT). 2001. Primer curso de actualización de aspectos fitozoosanitarios. Guatemala. s.p.
- 10.- OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, GT). 2003. Manual de procedimientos cuarentenarios para uso en puertos terrestres. Guatemala. 79 p
- 11.- OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, MX). 1996. Manual de procedimientos para el muestreo de granos. México. 99 p.
- 12.- OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, MX). 1996. Muestro de plagas de granos almacenados. México. 21 p.
- 13.- Reyes Castañeda, P. MX. 1980. Diseño de experimentos aplicados. 2 ed. México, Trillas. 344 p.
- 14.- SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, MX). 1995. Guía para tratamientos cuarentenarios. México. 622 p.
- 15.- USDA (United States, Department of Agriculture, US). 2003. Eliminación por etapas para el bromuro de metilo (en línea). US. Consultado 17 jul. 2005. Disponible en www.ers.usda.gov.
- 16.- Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección Vegetal, SV. 1985. Guía de laboratorio de entomología I. 3 ed. El Salvador. 271 p.

11. ANEXOS



Figura 1 A. Adulto de Tribolium castaneum (Herbst)



Figura 2 A. Adulto de Sitophilus zeamais (Motschulsky)



Figura 3 A. Adulto de Carpophilus sp.

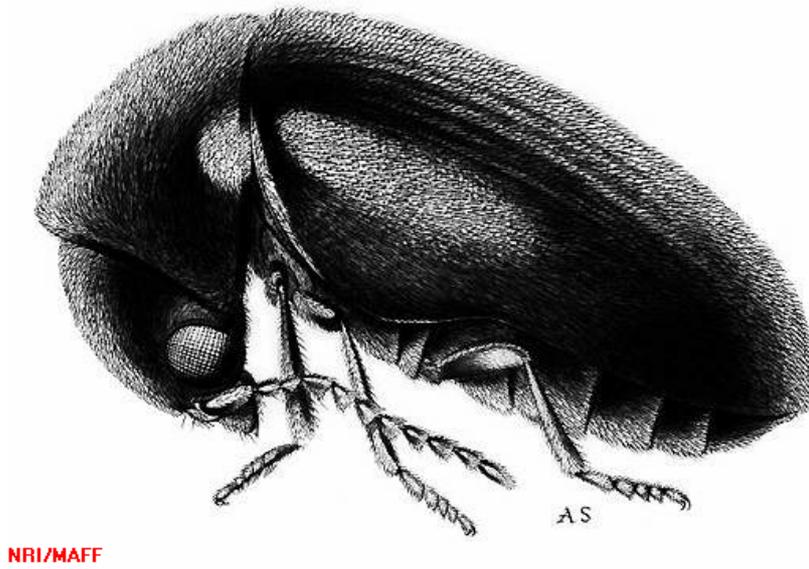


Figura 4 A. Adulto de Lasioderma serricome



Figura 5 A. Preparación de la carga del contenedor para la aplicación de Bromuro de Metilo. Fecha 24 de Septiembre de 2,005. Puerto Santo Tomás de Castilla, Izabal.



Figura 6 A. Aplicación de Bromuro de Metilo a contenedor con granos. Fecha 24 de Septiembre de 2,005. Puerto Santo Tomás de Castilla, Izabal.



Figura 7 A. Colocación de bolsas de papel kraft conteniendo población de insectos a evaluar.
Fecha 24 de Septiembre de 2,005. Puerto Santo Tomás de Castilla, Izabal.



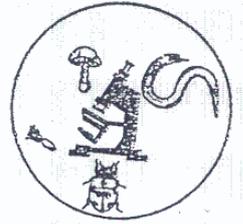
Figura 8 A. Colocación de bolsas de papel kraft conteniendo pastillas de Fosfamina dentro del contenedor.
Fecha 24 de Septiembre de 2,005. Puerto Santo Tomás de Castilla, Izabal.



Figura 9 A. Equipo de Pre-diagnostico de plagas, utilizado en oficinas de SEPA, para la observación de los diferentes insectos colectados en la inspección de los contenedores y también de los resultados eficacia para el control de insectos obtenidos de las evaluaciones de los tratamientos aplicados a los contenedores con granos. Fecha 27 de Septiembre de 2,005. Puerto Santo Tomás de Castilla, Izabal.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMÍA
 CENTRO DE DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO
 RESULTADOS DE LABORATORIO



Correlativo: 0646-2005

Ref. DEVa-075-2005

Guatemala, 11 de octubre del 2005

Programa Mundial de Alimentos/MAGA-OIRSA
 Guatemala
 Ciudad

Estimados Señores:

El informe del diagnóstico realizado es el siguiente:

Colecta: 23/09/2005, Dr. José Marroquín, Puesto SEPA, Santo Tomás de Castilla, Izabal.

Ingreso: 04/10/2005

Procedencia: USA

Substrato/hospedero: arroz y frijol

Daño reportado: insectos muertos en vial

Diagnóstico:

Orden:	Coleoptera	Coleoptera	Coleoptera
Familia:	Dermestidae	Nitidulidae	Curculionidae
Espécie:	<i>Anthrenus</i> sp.	<i>Carpophilus</i> sp.	<i>Sitophilus orizae</i>
Orden:	Coleoptera	Coleoptera	
Familia:	Anobiidae	Tenebrionidae	
Espécie:	<i>Lasioderma serricorne</i>	<i>Tribolium castaneum</i>	

Sin más que informarles y agradeciendo su atención al presente, me despido de ustedes.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

Ing. Agr. Samuel Córdova Cavillo
 Centro de Diagnóstico Parasitológico



cc. archivo

```

The SAS System

Analysis of Variance Procedure
Class Level Information

Class      Levels      Values
BLOQUE      7      1 2 3 4 5 6 7
TRAT        5      1 2 3 4 5

Number of observations in data set = 35

```

```

The SAS System
2
Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: EFICACIA

Source      DF      Sum of Squares      Mean Square      F Value      Pr > F
Model      10      45355.96814920      4535.59681492    99999.99      0.0001
Error      24      0.00023840          0.00000993
Corrected Total      34      45355.96838760

R-Square      C.V.      Root MSE      EFICACIA Mean
1.000000      0.004377      0.00315172      72.00080000

Source      DF      Anova SS      Mean Square      F Value      Pr > F
BLOQUE      6      0.00005960          0.00000993          1.00      0.4481
TRAT        4      45355.96808960      11338.99202240    99999.99      0.0001

```

```

The SAS System

Analysis of Variance Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: EFICACIA

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally
has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 24 MSE= 9.933E-6
Critical Value of Studentized Range= 4.166
Minimum Significant Difference= 0.005

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping      Mean      N      TRAT
A      90.000000      7      1
A      90.000000      7      2
A      90.000000      7      3
A      90.000000      7      4
B      0.004000      7      5

```

The SAS System

Analysis Variable : EFICACIA

----- TRAT=1 -----

N	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
7	90.0000000	0	90.0000000	90.0000000

----- TRAT=2 -----

N	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
7	90.0000000	0	90.0000000	90.0000000

----- TRAT=3 -----

N	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
7	90.0000000	0	90.0000000	90.0000000

----- TRAT=4 -----

N	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
7	90.0000000	0	90.0000000	90.0000000

----- TRAT=5 -----

N	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
7	0.0040000	0.0070475	0	0.0170000