

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Evaluación de la Mezcla de Acido Fúlvico con Tres Insecticidas para el Control de  
*Tribolium castaneum* (Herbst)

Por:

**ALEXIS ANTONIO SOSA MENDOZA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Evaluación de la Mezcla de Acido Fúlvico con Tres Insecticidas para el Control de  
*Tribolium castaneum* (Herbst)

Por:

**ALEXIS ANTONIO SOSA MENDOZA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

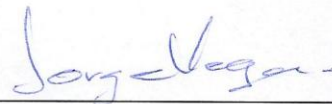
Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Ernesto Cerna Chávez  
Asesor Principal



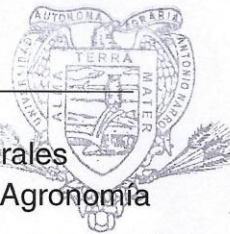
Dra. Yisa María Ochoa Fuentes  
Coasesor



M.C. Jorge Luis Vega Chávez  
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales  
Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación  
División de Agronomía  
Saltillo, Coahuila, México  
Diciembre de 2015

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios**, por haberme prestado la vida, darme salud y tantas bendiciones, que me permitieron concluir con éxito mis estudios de licenciatura, una meta importante para mi formación como persona y profesionista.

**A la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por haberme dado la oportunidad de formar parte de su historia, por darme las herramientas necesarias para mi formación como profesionista, siempre orgulloso de formar parte de mi "ALMA MATER".

**Al Dr. Ernesto Cerna Chávez**, por su tiempo brindado para la realización de este trabajo, por sus conocimientos transmitidos, por la amistad y su profesionalismo que le caracteriza, por la oportunidad dada de llevar a cabo este proyecto que es parte fundamental de mi formación como profesionista.

**A la Dra. Yisa María Ochoa Fuentes**, por su participación como jurado en este trabajo.

**A la M.C. Jorge Luis Vega Chávez** por su participación como jurado en este trabajo.

**A mis amigos**, que estuvieron conmigo en las buenas y malas, muchas gracias, Orla, Checo, Paisita, Daniela, Chihuas, Cabrera, Jairo y el Güero.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo esta dedicado especialmente a las personas mas importantes de mi vida, a quienes debo todos mis logros y mi vida.

### **A mi madre**

Luz María Mendoza Arciga

Por darme la vida, por apoyarme incondicionalmente, por todos sus consejos y sacrificios que ayudaron en mi formación como persona y profesionista, por que todos mis logros y todo lo que soy se lo debo a ella, gracias por todo mama, te amo.

### **A mi hermana**

Yerania Almanza Mendoza

Por el apoyo incondicional brindado, por ser mi ejemplo a seguir, por los consejos dados que me ayudaron a ser una mejor persona, gracias hermana por que sin ti hoy no seria lo que soy. Te amo

### **A mis abuelos**

Antonio Mendoza Nieto

Yolanda Arciga Carlón

Por su amor incondicional, por su comprensión y apoyo en la toma de mis decisiones y por que siempre estuvieron conmigo en los momentos mas difíciles, les amo mucho abuelos.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>I</b>
<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>II</b>
<b>INDICE DE CONTENIDO</b> .....	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>VI</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>VII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
Justificación.....	3
Objetivo.....	3
Hipótesis.....	3
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
Importancia de las plagas de granos almacenados.....	4
Origen y evolución de los insectos de almacén.....	4
Infección de granos.....	5
Clasificación y distribución de las plagas.....	5
Plagas primarias.....	5
Plagas secundarias.....	6
Plagas terciarias.....	6
Gorgojo castaño de la harina ( <i>tribolium castaneum</i> ).....	6
Origen y distribución.....	6
Ubicación taxonómica.....	6
Descripción morfológica.....	7

Ciclo de vida.....	8
Biología y hábitos.....	8
Importancia económica <i>Tribolium castaneum</i> .....	9
Métodos de Control.....	9
Métodos físicos .....	9
Temperatura.....	9
Radiación.....	10
Almacenamiento hermético.....	10
Sonido y percusión.....	11
Polvos inertes.....	11
Tierra de diatomeas.....	12
Atmosfera modificada.....	12
Control biológico.....	13
Depredadores.....	14
Parasitoides.....	14
Control químico.....	15
Tratamiento de instalaciones.....	16
Tratamiento preventivo.....	16
Tratamiento curativo.....	17
Productos químicos mas utilizados en el control de <i>T. castaneum</i> .....	17
Organofosforados.....	17
Diazinon.....	18
Generalidades de la Abamectina.....	18
Zeta-Cipermetrina.....	19

MEZCLA DE INSECTICIDAS.....	20
Compatibilidad física.....	20
Compatibilidad química.....	21
Compatibilidad biológica.....	21
Mezclas de tanque.....	22
Mesclas de fabrica.....	23
Mezcla insecticida – insecticida.....	23
Mezcla insecticida – sinergista.....	25
Ventajas del uso de sinergistas.....	25
Modo de acción de los sinergistas.....	26
Mezcla insecticida – no insecticida (acido fúlvico) .....	27
Propiedades.....	28
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
Ubicación del experimento.....	29
Material biológico.....	29
Método del bioensayo.....	30
Análisis estadístico.....	31
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>32</b>
<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>35</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>36</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

**CUADRO 1.** CL<sub>50</sub>, CL<sub>95</sub> y parámetros de confianza a las 24 horas para adultos de *Tribolium castaneum* expuestos a diferentes insecticida.....32

**CUADRO 2.** CL<sub>50</sub> , CL<sub>95</sub> y parámetros de confianza a las 24 horas para *Tribolium castaneum*.....34



## RESUMEN

Las pérdidas en postcosecha ocasionadas por insectos presentes en granos almacenados se estiman entre el 7 y 10 % de la producción total. Dentro de las especies más importantes que ocasionan estas pérdidas se encuentra *Tribolium castaneum*, ocasiona severos daños en graneros, almacenes y molinos, ya que se alimentan de harinas.

El método de control más utilizado para este insecto es el combate químico, pero debido a su uso constante e irracional ha traído como consecuencia la creación de resistencia del insecto hacia las moléculas empleadas.

Es por ello que en la actualidad se están buscando medidas alternas para su control, una de ellas es la posible mezcla de moléculas de origen no insecticida con productos químicos, un posible candidato para este tipo de alternativa es el ácido fúlvico debido a las características que presenta.

En este trabajo se encontró que la mezcla con ácidos fúlvicos potencializa la efectividad de los productos insecticidas al alcanzar un menor valor de CL<sub>50</sub>, en comparación con el producto solo. Por lo anterior podemos mencionar que las mezclas de insecticidas con ácidos fúlvicos es una buena opción de control al incrementar la efectividad de los productos

**Correo electrónico; Alexis Antonio Sosa Mendoza, [alex9\\_23\\_08@hotmail.com](mailto:alex9_23_08@hotmail.com)**

**Palabras clave:** Acido fúlvico. *Tribolium castaneum*, granos almacenados, mezclas.

## INTRODUCCIÓN

Los insectos presentes en granos almacenados en pos cosecha producen pérdidas que se estiman entre el 7% y el 10% de la producción total (VÍALE, 1995). Entre las especies de mayor importancia se encuentra *Tribolium castaneum* que es una plaga común en graneros, almacenes y molinos, ocasionando serios daños. Los perjuicios suelen ser importantes, en buena parte por las altas densidades poblacionales con que puede presentarse. Se alimentan de harinas y subproductos, así como de otras numerosas sustancias. En caso de granos, éstos son preferidos cuando se encuentran partidos o atacados por otros insectos. Las larvas, que son las responsables de los mayores perjuicios horadan los granos alojándose en su interior. Los productos atacados se contaminan y quedan con un olor nauseabundo.

Existen diversos métodos para el control de esta plaga uno de ellos es el combate químico, que consiste en la limpieza del lugar y aplicación mediante pulverización con algún insecticida. Sin embargo el uso constante e indiscriminado de este tipo de moléculas ha traído como consecuencia la aparición de problemas como el caso de la resistencia a plaguicidas, contaminación en alimentos y una alta residualidad.

Es por ello, que actualmente se está buscando un manejo más racional de este tipo de moléculas, utilizando algunos productos de origen no insecticida como

acarreadores un ejemplo y posible candidato es el ácido fúlvico que actúa modificando las características del suelo, favoreciendo el intercambio iónico y la absorción de nutrientes, aumentando la solubilidad de los elementos metálicos mediante los grupos carboxílicos y fenólicos formando quelatos. Por lo que, aprovechando dichas características muchos investigadores la han evaluado encontrando que además de ser un acarreador de los fertilizantes, interactúa con plaguicidas, fungicidas, logrando una mayor eficacia de estos.

## **Justificación**

*T. castaneum* es considerado la especie plaga más importante de harina almacenada, ya que las pérdidas causadas por este a nivel mundial es del 20 %. Es por eso que en este trabajo se buscara reducir tanto la perdida, como en el costo para su control mediante la evaluación de mezclas con ácido fúlvico en insecticidas.

## **Objetivo**

Evaluar la mezcla de ácido fúlvico como producto no insecticida, para potencializar el efecto de insecticidas piretroides sobre el gorgojo de la harina *Tribolium castaneum*.

## **Hipótesis**

Se espera que al menos una de las mezclas de ácido fúlvico y piretroides presente una alta mortalidad sobre adultos de *T. castaneum*.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Importancia de las plagas de granos y productos almacenados

Jefferson (1782), señala la importancia de estudiar los insectos para combatir sus daños, basándose en las pérdidas económicas que estos causan en granos almacenados. A nivel mundial los insectos que infestan productos almacenados se encuentran agrupados en 227 especies, de las cuales 66 se ha registrado su presencia en México, causando pérdidas entre 15 y 25 % dependiendo de la región, la distribución de estas plagas se ha debido al creciente intercambio comercial de granos y sus subproductos. (Ramírez, 1996).

### Origen y evolución de los insectos de almacén

La era neolítica es la etapa donde se cree que los insectos de almacén hicieron su aparición, dadas las necesidades que se tenían para almacenar las cosechas en esta época, se asume que las especies conocidas hoy como plagas de almacén fueron desarrolladas primeramente en hábitats naturales y después se trasladaron o fueron trasladadas a los lugares de almacenaje, ya que estos proporcionan condiciones adecuadas para su desarrollo, (Salomón, 1965). Algunas especies de insectos como *Tribolium spp.* y *Sitophilus granarius* que actualmente son asociados con los granos almacenados han sido encontrados en tumbas del antiguo Egipto alrededor del 2300 a 2500 a.C. respectivamente (Chaddick y leek, 1972).

## **Infección de granos**

Existen diferentes formas para que los granos sean infectados, la mayoría de las infecciones ocurre en el campo, al ser atacado el grano antes de la cosecha (Ramírez, 1996). En otras ocasiones los insectos son capaces de volar a ciertas distancias desde el campo hasta el almacenaje de grano y viceversa (Williams y Floyd, 1990). Otra forma de infección por insectos es cuando permanecen granos o desperdicios infestados de alguna otra cosecha en un año anterior, lo que ocasiona que al momento de almacenar el grano de nuevo en el mismo lugar se presente fácilmente una infestación (Pérez, 1988).

## **Clasificación y distribución de las plagas**

Los insectos que se alimentan de granos por lo general están clasificados en tres grupos (Ramírez, 1990) que son:

**Plagas primarias:** son insectos que tienen la capacidad de romper la cubierta externa de los granos y penetrarlos o también pueden ovipositar sobre el grano y al emerger la larva esta perfora y se alimenta de la semilla como son: *Sitophilus zeamais mitchulsky* (L), *Sitophilus orizae* (L), *Sitophilus granarius* (L), *Acanthoscelides abtectus* (Say), *Zabrotes subfasciatus* (bohemian), *Prostephanus truncatus* (Horn), *Rhyzopertha dominica* (F), *Plodia interpunctella* (Hubber) (Gutiérrez, 1992).

**Plagas secundarias:** son insectos que se desarrollan después de existir el daño en el grano por plagas primarias, normalmente se alimentan de harina y granos rotos y/o perforados por plagas primarias. Como son: *Tribolium castaneum* (Herbst), *Tribolium confusum* (Dubal), *Orizaephillus surinamensis* (L), *Cryptolestes pusillus* (Schonherr) (Gutiérrez, 1992).

**Plagas terciarias:** Se desarrollan después de que los insectos primarios y secundarios han efectuado su daño, se alimentan de impurezas, granos quebrados, residuos dejados por los otros insectos y algunos se alimentan de los hongos desarrollados en el grano que se ha deteriorado (Ramírez, 1990).

### **Gorgojo Castaño de la Harina (*Tribolium castaneum*)**

#### **Origen y distribución**

*Tribolium castaneum* es un insecto de origen Indo-Australiano con un hábitat cosmopolita, pero generalmente es un insecto de climas cálidos (Mallis, 1990).

#### **Ubicación taxonómica**

*Tribolium castaneum*, más conocido como el gorgojo castaño de las harinas, fue clasificado y descrito en 1797, es conocido desde hace muchos años antes que el

*Tribolium confusum* (Arias,1985), Borrer *et al.*, (1964), determinaron si posición taxonómica de la siguiente forma:

Reyno.....Animal  
Phyllum.....Artrhopoda  
Subphyllum.....Mandibulada  
Clase..... Insecta  
Subclase..... Pterygota  
División..... Endopterigota  
Orden.....Coleoptera  
Suborden.....Polyphaga  
Superfamilia.....Tenebrioniodae  
Familia.....Tenebrionidae  
Genero.....Tribolium  
Especie.....T. castaneum

### **Descripción morfológica**

El adulto mide de 3 a 4 mm de largo, aplanado, de color café rojizo. La cabeza, el torax y el abdomen son diferenciales, las antenas están bien desarrolladas y los 3 últimos segmentos se ensanchan bruscamente, siendo más anchos y largos que los anteriores. Este carácter es el que lo distingue del *tribolium confusum*, en el que los segmentos van incrementándose gradualmente desde la base a la punta. Las larvas son gusanos delgados de color blanco o amarillo pálido, los segmentos presentan pelos finos y el segmento terminal posee un par de espinas como



pequeños apéndices. Las larvas al completar su desarrollo miden 4.5 mm de largo. Las pupas son de tipo exarata de color amarillo crema de unos 2 mm de largo (Arias,1985).

### **Ciclo de vida**

La hembra deposita los huevecillos aisladamente en la harina o subproductos. Los huevecillos son pequeños, delgados, cilíndricos y de color blanquizo. Una sola hembra produce en promedio 450 huevecillos. El periodo de incubación varía de 5 a 12 días, dependiendo de la temperatura, después de lo cual nace la larva. El desarrollo larvario varia 1 a 3 meses de acuerdo a la temperatura y disponibilidad de alimento. La pupa es desnuda, al principio de color blanco, torneándose gradualmente en amarillenta, tiene en la superficie dorsal haces de pelos como en el caso de las larvas. En este estado de pupa tarda de 6 a 9 días, transformándose después en gorgojo (Metcalf y Flint, 1976).

### **Biología y hábitos**

La hembra deposita sus huevecillos cerca de los alimentos, de preferencia en ranuras cerca de las tapas de las cajas de cartón, o en algún sitio protegido similar, siendo comúnmente puesto en grupos de 60 huevecillos, obteniendo más de 1300 huevecillos por hembra. Las larvas que nacen de estos huevecillos una o dos semanas después de eclosionados los huevecillos, son de cuerpo suave atacando los granos quebrados y las harinas, después de unos 10 a 90 días pasan a estadio

de pupa, donde pueden invernar o pasar a estado adulto para completar una nueva generación (Metcalf y Flint, 1976).

### **Importancia económica *Tribolium castaneum***

La importancia de las pérdidas de los productos almacenados es variable, en cuanto a los cereales a nivel mundial se ha reportado pérdidas del 20 %. *T. castaneum* se considera como la especie plaga más importante de harina almacenada. Varios autores mencionan que la presencia de dos larvas de *T. castaneum* por kg. de harina representan pérdidas del 18 %.

### **Métodos de control**

Desde la antigüedad se han desarrollado métodos de control para combatir y erradicar las plagas de almacén que han sido un gran problema para los pequeños y grandes almacenadores, que han realizado diferentes métodos de control. Donde han incluido medidas físicas, químicas, biológicas y actualmente se busca hacer mezclas para tener una mayor eficacia en el control (Fields y Muir, 1996).

#### **Métodos físicos**

**Temperatura:** las temperaturas extremas son usualmente las más utilizadas como método de control físico ya que los insectos no pueden desarrollarse y reproducirse bajo los 13 °C y sobre los 35 °C (Fields y Muir, 1996). Dentro de la

agricultura tradicional una práctica común es la solarización que consiste en exponer el grano al sol esto ayuda ya que los insectos no toleran las altas temperaturas (Lindbland y Druben, 1979). En lo que consiste en el uso de bajas temperaturas este se da en lugares de otoños e inviernos fríos donde se exponen las semillas al ambiente debido a que las bajas temperaturas reducen la tasa de desarrollo, la alimentación, fecundidad y porcentaje de supervivencia de los insectos (Fields y Muir, 1996).

**Radiación:** Se ha utilizado radiaciones de varios tipos con la finalidad de evitar o reducir las infestaciones de insectos plaga de los granos almacenados (Araya, 1993). La radiación gamma con cobalto 60 como fuente radiactiva es el método más común para irradiar alimentos pudiendo penetrar alimentos sólidos entre 20 a 50 mm (Aguilera, 1991). Según fields y Muir (1996), para desinfectar granos o harinas se necesitan concentraciones entre 0.2-1.0 kg y aunque hacen la aclaración que esta concentración no mata a toda la población pero los pocos sobrevivientes tendrán menor actividad fagica y sin lugar a dudas serán estériles.

**Almacenamiento hermético:** En un recipiente completamente hermético los insectos plaga que pudiera haber en el grano mueren por falta de oxígeno (Hall, 1980). En algunos lugares los agricultores almacenan los granos en depósitos subterráneos y secos que pueden resultar completamente herméticos (Lindbland y Druben, 1979). Aunque cabe señalar que este método presenta la desventaja que las semillas que quedan cerca de las paredes se humedecen formándose hongos y alterándose el sabor.

**Sonido y percusion:** estudios demuestran que el número de insectos nacidos de huevos de *Plodia interpunctella* puestos durante una exposición de cuatro días a ondas acústicas amplificadas será cuatro veces menor el caso de huevos no expuestos, a su vez se ha comprobado que un golpe brusco o percusión mata las fases de los insectos existentes en los productos almacenados e incluso los huevos depositados en el interior del grano (Hall, 1980).

**Polvos inertes:** Entre los métodos físicos de combate de insectos plaga de los granos almacenados se encuentran algunas prácticas de la agricultura poco tecnificada que aprovechan los recursos disponibles del medio como herramientas de control (Stoll, 1989). Así es como una gran cantidad de polvos inertes, cenizas y arenas finas, se han mezclado con el grano de manera tradicional como barrera física contra el daño por insectos (D'Antonio, 1997). Estos polvos minerales, comúnmente llamados polvos inertes tienen un efecto abrasivo o bien absorben los lípidos que forman la superficie exterior de la cutícula de los insectos, facilitando una pérdida de agua que conduce a la muerte del insecto por deshidratación (Luca y Pincao 1995). Según Golob *et al.*, (1981), todos los polvos minerales disminuyen la infestación de las plagas pero la efectividad está relacionada directamente con la dosis. Este antecedente es avalado por Permual y Le Patourel (1990) quienes además indican que una dosis de 5 g por kg de grano reduce considerablemente las F1 de todas las especies evaluadas. Otro ejemplo se encuentra en Aldryhim (1990), donde un polvo de sílice disminuyó la progenie de *Tribolium confusum* y *Sitophilus granarius* en un 60 %. En América Latina también existen algunos

antecedentes sobre el tema, por ejemplo Gonzales y Lagunés (1986), encontraron que después de 65 días de almacenamiento de maíz tratado con cal y ceniza volcánica al 1% mostraron menores infestaciones que el testigo. A su vez Páez (1987), con esta misma ceniza a una concentración del 1 % obtuvo una progenie de *Sitophilus zeamais* un 50 % menor al testigo.

**Tierra de diatomeas:** son los exoesqueletos de algas petrificadas en los fondos marinos. El exoesqueleto posee en su estructura abundante sílice extraído del agua (Allen, 2011). Estas estructuras, de tamaño microscópico, están formadas por cristales de bordes irregulares y filosos los cuales al rasgar el integumento del insecto causan su muerte por deshidratación de tejidos (Korunic, 1998). La tierra de diatomeas ha demostrado ser efectiva para el control de plagas de granos almacenados, evitando así el deterioro y pérdida del valor comercial de los mismos (Scholl, 1998). La muerte de los insectos ocurre aproximadamente 12 horas después de haber tomado contacto con el producto. Se utiliza una concentración del 0,6 % al 1 % (p/p) y ha demostrado un efecto protector de entre 7 y 12 meses respectivamente (korunic, 1998).

**Atmosfera modificada:** La atmosfera modificada ofrece una alternativa al uso de los fumigantes químicos residuales para controlar plagas de los granos almacenados. Este método ha sido usado por los humanos durante siglos (Gonzales, 1995). El almacenamiento hermético es un ejemplo de atmosfera modificada (Banks y Fields, 1995), ya que crea un rico de dióxido de carbono y bajo en oxígeno. Según White y Leesch (1996), este método de control presenta

ventajas como que no contamina la atmosfera y es seguro para los aplicadores, no deja residuo dañino y las alteraciones organolépticas del grano son mínimas. Pero también presenta desventajas como por ejemplo que se necesita un determinado tiempo para que produzca su efecto, el CO<sub>2</sub> no puede ser usado con facilidad debido a que en su forma de uso carbónico causa trastornos en el sabor y se requiere un monitoreo permanente. Estudios de laboratorio muestran que el CO<sub>2</sub> tiene un mayor efecto biocida que el N<sub>2</sub> y aunque su modo de acción no ha sido aún determinado con exactitud este le es atribuido a interacciones a nivel del cerebro, procesos metabólicos, sistema endocrino, respiratorio y circulatorio de los insectos (Banks y Fields, 1995).

### **Control biológico**

El control biológico fue definido en 1987 por la Academia Nacional de Ciencias (NAS) de Estados Unidos como el uso de organismos naturales o modificados, genes o productos genéticos que reducen el efecto de organismos indeseables (plagas) y favorece a organismos útiles como cultivos, arboles, animales e insectos benéficos y microorganismos (García, 1990). Según Brower *et al.*, (1996), el uso del control biológico en granos almacenados presentan muchas ventajas como es que la liberación de los enemigos naturales en ambientes confinados los protege de las condiciones adversas del clima, además que los agentes controladores que sobreviven hasta las últimas etapas del almacenamiento no son dañinas como pueden llegar a serlo los residuos de plaguicidas, no se conoce resistencia por parte del insecto plaga (huésped) y no pone en peligro los operadores que realizan

la aplicación (liberación en este caso). Aunque también estos autores señalan algunas desventajas como por ejemplo que los enemigos naturales son muy específicos y actúan letalmente además de que se requiere de infraestructura permanente para su reproducción y su éxito puede requerir liberaciones demasiado frecuentes lo cual podría producir que el grano se pueda contaminar por la presencia del resto de los insectos muertos producto de las múltiples liberaciones. El uso de enemigos naturales para el control de plagas de los granos almacenados puede ser con insectos depredadores o parasitoides.

**Depredadores:** una amplia variedad de depredadores atacan a plagas de los granos, semillas y productos almacenados en general (Brower *et al.*, 1996). Sin lugar a dudas los dos órdenes más importantes son Coleóptera y Hemíptera. Las familias más importantes de coleópteros son *Carabidae*, *taphylinidae* e *Histeridae* pero los depredadores más comunes encontrados en productos almacenados son los chiches de la familia *Athocoridae* y específicamente *Xylocoris flavipes*, después de 16 semanas fue capaz de disminuir en un 97 a 99 % la población de *Oryzaephilus surinemensis*, en un 97.6 % la de *Tribolium castaneum* y en un 78.8 % la de *Plodia interpunctella*.

**Parasitoides:** la mayoría de los parasitoides que atacan plagas de los granos almacenados son del orden Hymenoptera. Según Brower *et al.*, (1996), los parasitoides en este contexto se pueden dividir en aquellos que parasitan a plagas que se alimentan del interior de granos y aquellas que atacan a las que se alimentan de la parte externa. De las primeras se destacan *pteromalidos* como

*anisopteromalus calandrae* (Howard), *lariophagus distinguendus*, *Pteromalus cerealellae* y *Theocolax elegans*, *Anisopteromalus calandrae*, reducen la población de *Sitophilus zeamais motshulsky* en un 25 a 50 % en maíz almacenado. En el caso de aquellas que parasitan plagas externas al grano Brower *et al.*, (1996), menciona a *Trichogramma pretiosum* y *Trichogramma evanescens* quienes atacan a los diferentes estados inmaduros de esta plaga pero especialmente a los huevesillos. A su vez también se destaca el braconido *Bracon bebetor* Say que parasita larvas de varias polillas como por ejemplo *Plodia interpunctella* en la que reduce la emergencia en un 74 % y en un 90 % en *Ephestia cautella*.

### **Control químico**

Se entiende por combate químico, a la reducción o eliminación de organismos perjudiciales, o la prevención del daño que causan, mediante el uso de materiales tóxicos, materiales para atraerlos a otras sustancias o medios, o para emplearlos como repelentes en áreas específicas. El combate químico está considerado, algunas veces por muchas personas, como el método básico de control en entomología económica aplicada. Además, en algunas ocasiones es el método más viable y económico para el combate de plagas específicas, todo lo cual contribuye a esa interpretación. Es necesario aclarar que todos los materiales que se emplean en el combate químico son peligrosos para el hombre, que se deben manejar por personas entrenadas de sus propiedades y que deben tomarse todas las precauciones posibles para evitar accidentes a niños y mayores, accidentes que casi siempre son fatales (Ramírez, 1978).



La aplicación de productos químicos como insecticidas, en zonas altamente tecnificadas es el principal método de control utilizado contra estos insectos, pero en la agricultura de subsistencia, en general, no se utilizan insecticidas químicos por falta de recursos económicos y desconocidos, también por los bajos rendimientos que se obtienen en las cosechas. Debido a lo anterior se hace necesaria la búsqueda de métodos de control diferentes, ya sea buscando alguna mezcla con algún insecticida, esto para que aumente su toxicidad sobre la plaga y así mismo disminuya su residualidad en el producto (Lagunés y Villanueva, 1994).

**Tratamiento de instalaciones:** Generalmente son líquidos o polvos residuales que se pulverizan en pequeñas gotas o se espolvorean sobre las instalaciones (Feoli y Bresan, 1996).

**Tratamiento preventivo:** se realizan sobre grano en movimiento, tratando de generar condiciones inadecuadas para el desarrollo de las plagas. En este caso, también se trata de líquidos o polvos residuales que se espolvorean o fumigan sobre el grano en movimiento, generalmente se prefiere la pulverización porque de esta manera se logra una distribución más uniforme (Carlos Feoli y Carlos Bresan, 1996).

En muchos casos, los inertes que acompañan a los insecticidas en polvo pueden afectar la residualidad del mismo; además, la tensión de vapor de los líquidos les otorga a estos la posibilidad de actuar con mayor rapidez y ejercer control parcial sobre las formas jóvenes u ocultas (Carlos Feoli Y C. Bresan, 1996).

**Tratamiento curativo:** se realiza con fumigantes con el objeto de eliminar una plaga presente. Controla la infestación pero no brinda ningún tipo de protección contra futuras infestaciones (Carlos Feoli y Carlos Bresan, 1996).

### **Productos químicos más utilizados en el control de *T. castaneum***

En México el catálogo oficial de plaguicidas dependiente de la COFEPRIS, reporta varios productos insecticidas autorizados para el control químico.

### **Grupo toxicológico de los organofosforados**

Las reacciones del alcohol con el ácido fosfórico se estudiaron por primera vez por Lassaigne en 1820, hasta el año se remonta la química orgánica del fósforo (Cremllyn, 1995). El desarrollo de esta clase de insecticidas fue realizado en Alemania por el investigador Shrade, quien produjo los gases nerviosos altamente activos como el tabun y el sarín, sus resultados han sido útiles tanto como a la química orgánica como a la bioquímica (Barrera, 1976). Según Cremllyn (1995), en Cambridge, Sanders y sus colaboradores estudiaron los fluorofosfatos de azufre, por ejemplo, el fluoruro tetrametilfosforodiamidico o dimefox.

Barrera (1976), señaló que los primeros insecticidas fosfóricos pertenecían a ésteres sencillos del ácido fosfórico, al que años después se añadió el parathion.

La mayoría de los organofosforados actúan como insecticidas de contacto, fumigantes y de acción estomacal, también se encuentran materiales sistémicos, que cuando se aplican al suelo y a las plantas son absorbidos por las raíces, tallos, hojas y cortezas, circulan en la savia haciéndola tóxica para los insectos que se

alimentan de ellas. Los organofosforados presenta importante acción toxica sobre la acetil colinesterasa, bloqueándola irreversiblemente. Durante la sinapsis el impulso es transmitido por la acetil colina, la cual es desdoblada por la colinesterasa (Ponce, 2006).

**Diazinon:** Es un insecticida cuyo ingrediente activo diazinon pertenece al grupo químico de los organofosforados. Es un insecticida de gran poder de penetración, con acción de contacto, ingestión e inhalación, controla un amplio espectro de insectos chupadores y masticadores de una amplia gama de cultivos. Se debe evitar su inhalación, ingestión, contacto con la piel, proyecciones a los ojos y la contaminación de los alimentos. Durante la manipulación del concentrado liquido usar delantal impermeable, protector facial, guantes impermeables de pvc, etc. No aplicar con viento y no trabajar en la neblina del líquido asperjado (ANASAC CHILE S.A, 2013).

### **Generalidades de Abamectina**

Representa una clase de lactonas macrociclicos los cuales han demostrado actividad nematicida, acaricida e insecticida. Es una mezcla de productos naturales producido por actinomicetos del suelo. *Streptomyces avermitilis*. El descubrimiento de las avermectinas de estos organismos fue en 1976. y fue presentado en 1980 como acaricida e insecticida por merck, Sharpp y Dohme Agvet. (Liñán y Vicente, 1997).

Las avermectinas son productos naturales que se obtienen de la fermentación del suelo por el microorganismo actinomycete *S. avermitilis*. Este proceso da como

resultado la producción de cuatro pares homólogos de compuestos altamente relacionados: Avermectinas A1, A2, B1 y B2. La avermectina B1 (abamectina, MIK-936) es el mayor componente aislado del caldo de fermentación y es una mezcla de avermectinas homologas teniendo un mínimo de 80 % de avermectina B1 a un máximo de 20 % de avermectina B1b (Clark et. al., 1994).

### **Modo de Acción**

La abamectina detiene la actividad muscular incrementando la liberación de ácido Gamma aminobutírico que es un neurotransmisor inhibitor de las terminales nerviosas dentro de la plaga. Esto disminuye o detiene los impulsos nerviosos necesarios para el movimiento de los músculos. La plaga queda paralizada; el movimiento y la alimentación se inhiben y en un corto periodo los ácaros mueren. Este modo de acción lo único que hace que sea poco probable la resistencia cruzada a otro productos (MSD Agvet).

Tanto los ácaros como los insectos quedan inmovilizados poco después de ingerirla, dejan de alimentarse y acaban muriendo; pueden requerirse de 3 a 4 días para alcanzar su máxima eficiencia. En términos generales es un plaguicida de acción lenta y de larga actividad residual contra los ácaros. No es ovicida. (Liñán y Vicente, 1997)

### **Zeta-Cipermetrina**

Es un insecticida piretroide que actúa por contacto e ingestión utilizado para el control de diversas plagas de follaje en varios cultivos. Es un producto ligeramente toxico por lo cual se recomienda el cumplimiento de las precauciones

durante el uso y el manejo de este producto. No es fitotóxico en los cultivos y a las dosis recomendadas, es compatible con otros insecticidas y fungicidas comúnmente usados, sin embargo no debe ser mezclado con productos de naturaleza alcalina. La mezcla solo deberá hacerse con productos registrados en los cultivos autorizados.

### **Mezcla de Insecticidas**

El uso de mezclas de insecticidas representa un tema muy complejo debido a que se tienen que tomar en cuenta una serie de factores que influyen de manera importante en su efectividad biológica y de niveles de seguridad al ambiente y al ser humano. Siempre que se mezclen dos o más insecticidas, deben tomarse en cuenta la compatibilidad física, química y biológica de sus componentes (Bohmont 1990).

**Compatibilidad física:** La mezcla de dos insecticidas debe producir un caldo de aplicación homogéneo, es decir que no debe separarse en sus fases. La separación de fases puede implicar la creación de grumos o la formación de bandas de diferente composición. De esta manera, se tendrán, en el tanque de aplicación, zonas de muy baja concentración de ingredientes activos y zonas donde esta concentración sea extremadamente alta. Los efectos se pueden notar por el taponamiento de boquillas o áreas de cultivo con bajo o nulo control de plagas cuando el caldo liberado proviene de áreas poco concentradas; las partes del cultivo que reciben elevadas dosis pueden manifestar efectos fitotóxicos severos;

además de los problemas potenciales de residuos en la cosecha. El problema no termina ahí, pues los riesgos a la salud humana se elevan considerablemente al manejar concentraciones elevadas de insecticidas. Antes de aplicar los insecticidas, generalmente es difícil darse cuenta que existe incompatibilidad física debido a que el caldo de aplicación es opaco y las paredes del tanque no permiten apreciar alguna anomalía (Bohmont, 1990).

**Compatibilidad química:** En ocasiones los ingredientes activos y los diluyentes reaccionan de tal manera que se degradan entre ellos y/o bien forman nuevas sustancias con propiedades toxicológicas indeseables, por ejemplo las carcinogénicas. En las etiquetas de los plaguicidas, el fabricante añade un apartado sobre incompatibilidad, que por cierto, en la mayoría de los casos se trata de observaciones muy generales. Pero Existen tablas de compatibilidad de agroquímicos que indican la viabilidad de mezclar dos compuestos específicos. Sin embargo desafortunadamente estas tablas no son muy conocidas por los usuarios y generalmente no proporcionan información sobre la incompatibilidad de compuestos de reciente introducción al mercado (Bohmont, 1990).

**Compatibilidad biológica:** Existen tres grandes tipos de interacciones biológicas en los componentes de las mezclas: antagonismo, aditividad y potenciación (Lagunas, 1980).

El antagonismo se presenta cuando la efectividad de la mezcla es inferior a la suma de la efectividad de todos los componentes considerados por separado conlleva a que el productor realice otra aplicación, con efectos económicos

importantes y sobretodo deja de manifiesto la irresponsabilidad de verter al ambiente un agroquímico que contamina (Lagunas, 1980).

En la aditividad, la toxicidad de la mezcla es estadísticamente similar a la suma de la efectividad de los insecticidas aplicados por separado; es decir, que desde el punto de vista de efectividad biológica da lo mismo aplicar los productos en forma separada o en mezcla; muchas de las mezclas que actualmente se utilizan son de este tipo (Gallegos, 1982).

La potenciación se presenta cuando la mezcla es mucho más efectiva que la suma de la efectividad de los componentes usados por separado. Este fenómeno permite bajar la dosis de uno o de los dos componentes sin demérito del nivel de control esperado (Gallegos, 1982).

Gallegos (1982) menciona que existen dos clasificaciones importantes de las mezclas: por su origen y por su riesgo de desarrollo de resistencia. En relación a su origen, se tienen las mezclas de tanque y las mezclas de fábrica.

**Mezclas de tanque:** Se trata de las mezclas que el productor prepara directamente en el campo para usarse inmediatamente. Este tipo de mezclas conllevan a una serie de problemas graves en lo que se refiere a la efectividad biológica y a la seguridad tanto del ambiente como de la salud humana (Lagunez, 1980). Cuando se mezclan varios tipos de formulaciones, uno se pregunta: importa el orden en que se mezclen? Por supuesto que importa. De ser este el caso deben seguirse las siguientes indicaciones (Bohmont 1990).

1. Se debe preparar una premezcla de cada producto. Es decir, se disuelve el producto a aplicar en una cantidad pequeña de agua, antes de verterla al recipiente que contiene todo el caldo de aplicación.
2. Primero debe agregar los coadyuvantes
3. En segundo lugar agregar las formulaciones sólidas (cuide que los gránulos dispersables en agua y los floables secos vayan después de los polvos mojables)
4. Al último agregar las formulaciones líquidas (los concentrados emulsionables siempre deben ir al último)

Normalmente no se le pone atención al orden correcto en que se deben mezclar los productos, debido principalmente a que se desconoce la manera de hacerlo. Ante esta situación, se sugiere al productor recurrir a las mezclas ya preparadas de fábrica (Bohmont, 1990).

**Mezcla de fábrica:** Se trata de mezclas que se preparan para combatir la misma especie y estado biológico de la plaga de objeto de control. Como cualquier mezcla, es importante que sea, física, química y biológicamente compatible (Lagunas, 1980).

#### **Mezcla insecticida-insecticida.**

El uso de mezclas asume que cada producto usado (insecticida) presenta mecanismos de acción distintos, por lo que si uno de los insectos sobrevive a un insecticida de la mezcla es muerto por la acción del otro, por lo que para que el



manejo sea adecuado se requiere estudios para determinar si los insecticidas no son afectados por el mismo mecanismo de acción (Georghiou, 1987).

Barbera (1989) menciona que el hecho de que la asociación de dos o más insecticidas conduce a una toxicidad más elevada de lo que podía esperarse de sus toxicidades individuales, este fenómeno se conoce como “potenciación”. También casos de “antagonismos” o sea cuando la toxicidad de la asociación es inferior a la que resulta de la simple adición de toxicidades individuales.

Las mezclas de insecticidas deben de hacerse cuando los componentes reúnan los siguientes requisitos:

- Diferentes modos de acción. Cuando dos insecticidas tienen el mismo modo de acción y se usan en mezclas, la resistencia se crea más fácilmente por insensibilidad en el sitio de acción.
- Diferentes rutas metabólicas, es decir que tengan diferentes mecanismos metabólicos de resistencia.
- Igual porción de intemperización. Deben tener la misma proporción de degradación en el medio ambiente.
- Que no exista antagonismo en los componentes, o sea que las enzimas que activen un componente no degraden al otro.
- Que exista seguridad de efectos interactivos entre los componentes de la mezcla, uno de ellos aumentando la toxicidad del otro.
- Nunca deben emplearse las mezclas de insecticidas contra una sola especie de insecto o acaro.

- Que no existe incompatibilidad entre las formulaciones de insecticidas, de manera que al mezclarse en un tanque, no se nulifiquen el uno al otro, se debe consultar la tabla de compatibilidad de productos agroquímicos.
- En el caso que se justifique el uso de mezclas, es preferible hacerlas a nivel de campo, ya que al comprarlas formuladas, se está colaborando para que aumente la anarquía del uso de insecticidas.

### **Mezcla insecticida-sinergista**

En la mezcla de insecticida-sinergismo el sinergismo extiende la probabilidad de efectos interactivos entre los componentes de la mezcla, uno de ellos aumentando la toxicidad del otro, esto es conocido como sinergismo y se da cuando alguno de los componentes de la mezcla no tenga acción tóxica del componente insecticida (Barbera 1976).

De acuerdo a Davidson, *et al.* (1979). Los sinergistas o activadores son los términos empleados en la industria de los plaguicidas y referente a la acción conjunta de dos sustancias que dan por resultado un efecto tóxico superior a la suma de los efectos tóxicos de cada uno cuando se aplica por separado.

### **Ventajas del uso de sinergistas**

- Uso de menor cantidad de insecticida
- Control de razas resistentes a insecticidas
- Para determinar causas fisiológicas de resistencia

Uso de menor cantidad de insecticida: existe un grupo de compuestos conocidos como sinergistas, entre ellos el Butoxido de Piperonilo, el DEF (s,s,s-tributil fosforotioato), y el DMC (1,1 – di – fenil, etano- 1- 01) los cuales combinados con algunos insecticidas aumentan la toxicidad de estos. Dichos sinergistas actúan al bloquear la acción de la enzima que degradan a los insecticidas logrando utilizar menos dosis para matar altos niveles de insectos (Wikinson, 1968).

Los productos mencionados en el párrafo anterior son inertes, carecen de actividad biológica al igual que en los estudios con colorantes como la citan Ahmed *et al.*, (1985), los que estudiaron el efecto de ciertos colorantes combinados con insecticidas piretroides en *Spodoptera littoralis* y encontraron fuerte sinergismo con la mezcla de deltametrina + fusina, deltametrina + azul de metileno, flucitrinate + xantina y fulcitrinate + eosine.

Para determinar las causas fisiológicas de resistencia. El uso de sinergistas pudiera ayudar a determinar la causa de resistencia cuando son debidas a la acción de algunos sistemas enzimáticos por ejemplo, se debe que el butoxido de piperenoli inhibe oxidasas (Lagunas y Villanueva, 1994), el DEF inhibe esterases (Matsumara, 1985), y la DDTasa (DDT dehidroclorinasa), inhibe enzimas que degradan exclusivamente al DDT (Cremllyn, 1982).

### **Modo de acción de los sinergistas**

Lagunas y Villa nueva (1994) mencionaron que los sinergistas se dividen en dos tipos, aunque actúan en ambos casos de la misma manera

1. Con la estructura similar a los tóxicos, pero sin serlo, compiten por los sitios de desintoxicación en el organismo.

Los inhibidores de enzima oxidativa (FOM) en el organismo son preferidos por estas oxidasas, dejando libre a los insecticidas para que actúen, disminuyendo así la concentración de oxidasas activas contra los insecticidas.

Este tipo de sinergistas no pueden ser aplicados en el campo porque son fácilmente descompuestos por la luz solar.

2. Con estructura diferente a los tóxicos, la que a su vez se inhiben alguna enzima dejando actuar libremente a los tóxicos para que produzcan los efectos deseados en los insectos plaga.

### **Mezcla insecticida-no insecticida (Ácido fúlvico).**

El ácido fúlvico es un producto que estimula el crecimiento de las plantas, aumentando su vigor, estimula la absorción y promueve la penetración y transporte activo de los nutrientes a nivel membrana fundamental de células foliares y radicales, que actúa como promotor de crecimiento vegetal y agente quelatante. Se aplica solo o combinado con los fertilizantes, herbicidas, fungicidas e insecticidas incrementando sustancialmente su efectividad, contiene principalmente ácidos fúlvicos que son la parte más activa del humus, por ser solubles en todos los medios de pH (Ácido, neutro y alcalino) que garantiza mayor efectividad. Los ácidos fúlvicos químicamente están constituidos principalmente por polisacáridos,

compuestos fenólicos y aminoácidos.

**Propiedades:** Están considerados ser la parte más activa del humus por realizar el intercambio catiónico formado de proteínas y grupos activos (carboxilos, hidroxilos, metoxilos). Tienen una gran capacidad de intercambio catiónico CICT 200 a 500 Meg/100 g. Constituyendo así, junto con la arcilla la parte fundamental del complejo absorbente regulador de la nutrición de la planta. Contribuye asimismo a la conversión de formas no asimilables de minerales, en formas solubles, además de tener una acción de liberación de CO<sub>2</sub> (gas carbónico) que contribuye a la solubilización de los elementos minerales del suelo, lo que permite a través de la solución de éste, ponerlos a la disposición de las plantas. Posee además la cualidad de considerarse un mejorador de suelo, ya que, físicamente favorece a la estructura, contribuyendo como factor de agregación en la disposición de las partículas elementales, para formar partículas de mayor tamaño y obtener las ventajas de un mayor flujo de agua y de aire en las raíces.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del experimento

La investigación se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el departamento de Parasitología, en el laboratorio de toxicología.

### Material biológico

Para obtener individuos de la misma edad y en número suficiente. La población de *Tribolium castaneum* se colocó en un recipiente de vidrio, utilizando harina de maíz nixtamalizado como sustrato. La harina fue previamente esterilizada al colocarla por tres días a temperaturas bajas ( $-20^{\circ}\text{C}$ ), con la finalidad de que no se presentara una contaminación por otras especies de insectos. Los recipientes fueron tapados con una tela de tul y asegurado con unas ligas para evitar la salida de los insectos, posteriormente los recipientes fueron colocados dentro de una cámara de cría a una temperatura de  $35^{\circ}\text{C}$ , para lograr un buen desarrollo de población. Finalmente de la población madre se obtenían muestras de adultos cada semana, para que ovipositaran en otros frascos con harina limpia por un lapso de 72 hrs, con la finalidad de obtener un buen control de la edad en el momento de los bioensayos.y

## Método de bioensayo

El método del bioensayo utilizado en el desarrollo del presente trabajo fue el de película residual (FAO, 1974), utilizando diferentes concentraciones para dicho trabajo. La ubicación de las concentraciones se obtuvo mediante un estudio previo denominado ventana biológica que nos ayudó a partir de una concentración adecuada.

Para la obtención de las soluciones a diferentes concentraciones se partió de una solución de 10,000 ppm, que fue diluida en acetona para obtener las concentraciones deseadas. Dichas diluciones se realizaron justo en el momento de realizar el bioensayo.

Cada tratamiento consto de tres repeticiones y un testigo. El recipiente utilizado fue un frasco de vidrio de 7 cm de diámetro (frasco Gerber), con cinco concentraciones más un testigo, dando un total de 18 unidades experimentales para cada insecticida a evaluar.

El bioensayo se realizó con insectos adultos de *Tribolium castaneum*, realizándose con una técnica conocida como película residual, que consistió en agregar 1 ml de la concentración deseada del aceite a cada frasco, para obtener una buena distribución, el frasco se rodaba para que la concentración cubriera toda la superficie de esta.

Una vez que se logró la cobertura y la evaporación de la solución, se introdujeron en cada frasco 10 insectos adultos de *Tribolium castaneum* de 20 días de edad aproximadamente. Posteriormente los frascos tratados fueron tapados con tela de organza, sujeto con bandas de hule. El tratamiento del testigo solamente fue tratado con 1 ml de acetona.

Las observaciones de mortalidad se realizaron a las 24 hrs. De considero como individuo muerto aquel que no presentara movilidad alguna. Utilizando una fuente de calor y una placa metálica en donde se colocaban los insectos y estos salían huyendo del calor. Con los datos obtenidos se determinó los porcentajes de mortalidad de cada concentración, para posteriormente determinar la  $CL_{50}$  mediante el análisis probit.

Se evaluarán los insecticidas diazinon, abamectina, z-cypermethrina.

### **Análisis estadístico**

Con los resultados de los bioensayos se realizaron los análisis probit, donde se obtuvo la ecuación de predicción,  $CL_{50}$ ,  $CL_{95}$ , la línea de respuesta Dosis-Mortalidad y límites fiduciales que se graficó en papel logaritmo-probit, se estimó además el valor de chi-cuadrada ( $\chi^2$ ) y el coeficiente de determinación ( $r^2$ )



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Determinación de la $CL_{50}$ y $CL_{95}$

Con respecto a los valores encontrados de la concentración letal media ( $CL_{50}$ ), podemos observar (cuadro 1) el producto con mayor  $CL_{50}$  fue la zeta-cipermetrina, seguido de la abamectina y finalmente el diazinon, con valores de 192, 81.5 y 50.3 ppm respectivamente. Por lo que podemos mencionar que el diazinon es el producto con una mayor eficiencia. Sin embargo al comparar las  $CL_{90}$ , podemos observar que la tendencia fue similar, con los valores más bajos la zeta-cipermetrina, seguido de la abamectina y finalmente el diazinon.

**CUADRO 1.**  $CL_{50}$ ,  $CL_{95}$  y parámetros de confianza a las 24 horas para adultos de *Tribolium castaneum* expuestos a diferentes insecticidas.

Plaguicidas	N	GL	$CL_{50}$	LFI - LFS ppm	$CL_{95}$	Ecuación de predicción
diazinon	210	5	50.3	34.827 - 78.686	485.2	$Y = -1.931 + 0.962 (X)$
abamectina	210	5	81.5	53.048-165.301	2253	$Y = -2.181 + 1.141 (X)$
z-cipermetrina	210	5	192	26.169-902.600	2677	$Y = -3.283 + 1.437 (X)$

Al comprar nuestros resultados con otras investigaciones, Casadio (1996) realizo una serie de ensayos para *T castaneum* a productos con productos organofosforados, los cuales mostraron una CL<sub>50</sub> de 10.4 ppm obteniendo un excelente control, siendo nuestros resultados 5 veces superiores a los de esta investigación. En otros trabajos (Noh, 2014) reporta una CL<sub>50</sub> de 80.9 ppm para este mismo insecticida, lo cual representa una diferencia del 37.8% de diferencia con nuestros resultados. Por lo anterior podemos mencionar que el producto diazinon sigue siendo efectivo. Con respecto a los productos piretroides, García (1992) reportan valores de CL<sub>50</sub>, que oscilan entre 110 y 390 ppm, valores que son similares a los de nuestra investigación.

En el cuadro 2, podemos observar que los valores de CL<sub>50</sub> con la mezcla de ácido fúlvico y los insecticidas evaluados, presentaron un decremento en su valor, por lo cual podemos mencionar que el ácido fúlvico presenta un efecto sinergista para los insecticidas. Como se puede ver el producto con mayor CL<sub>50</sub> fue la zeta-cipermetrina, seguido de la abamectina y finalmente el diazinon, con valores de 61.90, 22.32 y 6.29 ppm respectivamente. Así mismo se comparó la CL<sub>50</sub> del insecticida solo y combinado con el ácido fúlvico, dando como resultado una potenciación 3.1, 3.6 y 7.9 veces de menor CL<sub>50</sub> para las mezclas de zeta-cipermetrina, abamectina y diazinon mas ácidos fúlvicos.

De acuerdo a (Rodríguez-Gómez *et al.*, 2006) una de las propiedades más importantes a considerar en el empleo de productos para el control de plagas, es la posibilidad de potenciar eficiencia. Se ha reportado en algunos trabajos, cómo la efectividad cambia cuando es mezclado con diferentes tipos de sustratos y cuando se adiciona diferentes acondicionadores, por lo anterior en el presente trabajo se adicionaron mezclas para aumentar la efectividad de los productos, siendo el tratamiento con diazinon mas ácido fúlvico fue el que mostro una mayor potenciación en relación al insecticida solo, con esto podemos mencionar que se aumenta la acción del insecticida al utilizar dicha mezcla.

**CUADRO 2.** CL<sub>50</sub>, CL<sub>95</sub> y parámetros de confianza a las 24 horas para para adultos de *Tribolium castaneum* expuestos a diferentes mezclas con insecticidas.

Plaguicida + a. fúlvico	N	GL	CL <sub>50</sub>	LFI - LFS ppm	CL <sub>95</sub>	CL <sub>50</sub> plaguicida VS CL <sub>50</sub> plaguicida + a. fúlvico
diazinon + a. fúlvico	240	6	6.29	3.14 – 9.43	61.02	7.9 X
abamectina + a. fúlvico	240	6	22.32	16.97 - 27.48	462.91	3.6 X
z-cipermetrina + a. fúlvico	240	6	61.90	54.04 - 68.99	231.37	3.1 X

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de esta investigación se concluye que:

- Los tres productos evaluados ejercen un buen control sobre *T. castaneum*.
- El valor más bajo de CL<sub>50</sub>, lo muestra el producto diazinon
- La mezcla con ácidos fúlvicos potencializo la efectividad de los productos insecticidas al alcanzar un menor valor de CL50, en comparación con el producto solo.
- Por lo anterior podemos mencionar que las mezclas de insecticidas con ácidos fúlvicos es una buena opción de control al incrementar la efectividad de los productos.

## LITERATURA CITADA

A. A. Casadio. 1996. Desarrollo poblacional de *T castaneum* (herbst) (Coleoptera:tenebrionidae) en diferentes dietas y su influencia sobre la toxicidad y resistencia a malation. Vol San Veg.199

Aguilera. 1991 Validación semicomercial de polvos vegetales y minerales para el combate de *Sitophilus zeamais* Motsc, *Prostephanus truncatus* (HORN) y *Rhyzopertha*.

Alvarado, M.G. 1982. Plagas en los granos almacenados y su control en México. En: López, V.M. Memorias del curso de actualización sobre tecnología de semillas. UAAAN-AMSAC. Saltillo, Coahuila. P. 69-67

Arias, V.C.J. 1985. Programa de prevención de pérdidas de alimentos poscosecha. FAO.RLA. [www.fao.org/inpho/vlibrary/x0053s/xoo53oo.htm](http://www.fao.org/inpho/vlibrary/x0053s/xoo53oo.htm)

Arias, V. C. J. 1985. Programa de prevención de perdidas de alimentos postcosecha. Universidad Autónoma de Chapingo, México.

Bohmont, 1990. Pesticidas Agrícolas. Ed. Omega, pp 101- 116.

Boudreaux, H. B. 1958. The effect of relative humidity on egg – laying, hatching, and survival in various spider mites. Jour. Insect. Physiol. 2: 65.

Borror, J. D.; D. M. de long y Ch. A. triplehorn. 1964. An introduction to the

study of insects. Primera ediccion. Editorial Holt, Rinehart and Winston, U.S.A.

Casadio A.A y Zerba E. N. 1996. Desarrollo poblacional de *tribolium castaneum* (Herbst), en diferentes dietas y su influencia sobre la toxicidad y resistencia a malation. Articulo científico de Bol. San. Veg., plagas. 22: 511-520

Cremlyn 1995. Insecticidas organofosforados de la guerra quimicaal riesgo laboral y domestica. Revista MEDEFAM. Vol. 12. No. 5

Chaddick, P. R. and F. leek. 1972. Further specimens of stored products insects found in ancient Egyptian tombs. J. Stored Prod. Res. 8; 83-86. U.S.A.

Flint, H. M. & Doane, C. C. 1996. Comprensión de los Semioquímicos con Énfasis en Feromonas Sexuales de los Insectos en Programas de manejo Integrado de Plagas.USDA-ARS-WCRL.

[http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/FlintSP .htm](http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/FlintSP.htm)

Gutiérrez, D. L. J. 1992. Perdida por manejo en maíz durante la cosecha y su relación con la dispersión de las plagas de poscosecha. Informe técnico, campo experimental, CIR. CENTRO, SARH-INIFAP. Pp. 13-17

Lagunés, A. 1991. Notas del curso de toxicología y manejo de insecticidas. Centro de entomología y acarologia. Colegio de postgrados. Montecillos-Chapingo, Mex. Pp. 195

Lagunés, A. Y J. A. Villanueva, 1995. Toxicología y manejo de insecticidas. Colegio de Postgradados en Ciencias Agrícolas. Chapingo, México D.F

Lindbland, C. y Laurel D. 1979 almacenamiento del grano. Manejo, seca, silos, control de insectos y roedores. Primera edición. Editorial plenum, New York.

Liñan C. Y Vicente 1997, Farmacología Vegetal. Edición Agrotecnicas, S.L, España. 1196 pag.

Metcalf C.L. y Flint W.P. 1976. Insectos destructivos e insectos utiles. Editorial, McGRAW-HILL.

*Millis, A. 1990 handbook of pest control. 7<sup>a</sup>. Ed. Ohio, USA. 1152 pp.*

Ramírez M. M. 1990 biología y hábitos de insectos de granos almacenados. Curso sobre insectos de granos y semillas de almacén. Aguascalientes, Ags. México. 1-51.

Ramírez, G.M. 1966. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. Ed. CECOSA, México. 300 p.

Rodriguez, M, M. Greding y A. France. 2006. Selección de aislamiento de hongos entomopatógenos para el control de huevos de la polilla del tomate. (Chile)

Solomon, M. E. 1965. Archeological records of storage pests: *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: curculionidae) from an Egyptian pyramid tomb. J. stored prod. Res. 1:105-107.

Williams, R. N. and E. H. Floyd. 1970. Flight habits of the maize weevil *Sitophilus zeamais*. J. Ecob. Entomol. 63(5):1585-1588.