

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Evaluación de Spirotetramat Solo y en Mezcla con Polialquilenóxido, Polidimetilsiloxano Modificado, Emulsificantes Selectos y Aceites Metilados de Semilla Para Control de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en Ajo *Allium sativum* (L.)

Por:

**VÍCTOR HUGO PÉREZ DÍAZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Saltillo, Coahuila, México.

Marzo de 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Evaluación de Spirotetramat Solo y en Mezcla con Polialquilenóxido, Polidimetilsiloxano Modificado, Emulsificantes Selectos y Aceites Metilados de Semilla para Control de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en Ajo *Allium sativum* (L.)

Por:

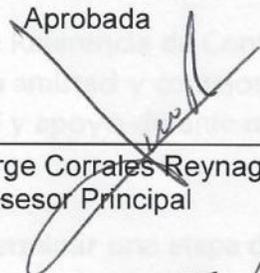
**VÍCTOR HUGO PÉREZ DÍAZ**

TESIS

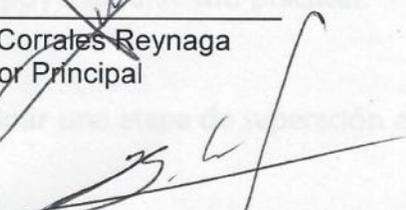
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Aprobada

  
M.C. Jorge Corrales Reynaga  
Asesor Principal

  
Dr. Osvaldo García Martínez  
Coasesor

  
M.C. Víctor Manuel Sánchez Valdez  
Coasesor

  
Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía

  
Coordinación  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Marzo de 2015

## AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Terra Mater por abrirme sus puertas, haberme cobijado y hacer de mí un profesionalista.

A mis maestros que con sus enseñanzas forjaron las bases para desempeñarme en el trabajo laboral.

A mis asesores por su paciencia en la revisión de este proyecto y por las enseñanzas aportadas que contribuyeron a mi formación profesional.

M.C. Jorge Corrales Reynaga, por asesorarme y facilitarme realizar este proyecto y por la paciencia y tiempo brindado para la revisión.

Doc. Osvaldo Martínez García, por su valioso apoyo y tiempo que me brindo para la culminación de este trabajo.

M.C. Víctor Manuel Sánchez Valdez, por la aportación y sugerencias hechas

M.C. Rebeca González Villegas, por su apoyo incondicional en la revisión de literatura.

A mis amigos del Centro Nacional de Referencia de Control Biológico. Doc. Robert, Jaime, Ing. Gabriel por su valiosa amistad y consejos. A José Manuel por su incondicional amistad y apoyo durante mis prácticas.

Y sobre todo a Dios por permitir terminar una etapa de superación en mi vida.

## DEDICATORIA

A Dios por darme salud y aliento y hacer de ello una estancia agradable.

A mis padres

Isidro Pérez Sánchez

Bertha Díaz Mayorga

Que con su amor, ejemplo, sacrificio y perseverancia forjaron el camino correcto que me llevo a alcanzar y hacer realidad una de mis metas, a ustedes que me dieron la vida y me guiaron es gracias a ustedes mi formación. Los amo.

A mis hermanos (as), por su disciplina, humildad y ganas de salir adelante que me guiaron estando lejos de todos y por creer en mí, este logro alcanzado también es suyo y fue gracias a ustedes, los quiero.

Jose Luis, Paco, Marty, Mary, Chuy, Robi, July

A mis amigos, Ricardo, Neto, Roberto, Pepe, Arizpe, Nestor, Gema, Chi Chuc, Gabi, Pedro (Jolochi), Chava, Panchito, Tacuva, primo Víctor, Pedro R., Mika y muchos más por brindarme su amistad y hacer de esta estancia lejos de casa más agradable.

A todos mis compañeros de generación por su apoyo y amistad brindada.

A mi Alma Terra Mater que en adelante portare con orgullo el escudo y de haber egresado de esta solemne institución

## GRACIAS

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA .....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS .....	ix
RESUMEN.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Generalidades del Cultivo de Ajo <i>Allium sativum</i> L. ....	3
Origen.....	3
Distribución.....	4
Ubicación Taxonómica .....	4
Importancia.....	5
Características Botánicas .....	6
Sistema radicular.....	6
Tallo.....	7
Hoja.....	7
Bulbo.....	8
Inflorescencia .....	8
Épocas de Siembra.....	9
Requerimientos Ecológicos (Luro, 1982).....	9
Temperatura.....	9
Humedad .....	9
Suelo.....	10
Desordenes Fisiológicos .....	10
Escobetado .....	10
Abigarrado .....	11
Ajo rebrotado.....	11
Problemas Fitosanitarios.....	12
Pudrición de los bulbos por fusarium ( <i>Fusarium</i> spp.) .....	12
Pudrición blanca ( <i>Sclerotium cepivorum</i> Berk.).....	13

Mildiu ( <i>Peronospora destructor</i> (Berk.) Casp.) .....	14
Mosaico .....	14
Mancha purpura ( <i>Aternaria porri</i> Ellis) .....	15
Plagas del Ajo .....	16
Ácaros ( <i>Rhizoglyphus</i> spp.) .....	16
Gusano de alambre.....	16
Minador de la hoja del ajo ( <i>Liriomyza pusilla</i> Meig) .....	17
Mosca del ajo ( <i>Suillia univittata</i> von Roser) .....	17
Nematodo ( <i>Ditylenchus dipsaci</i> (Kuhn) Filipjev).....	18
Característica Generales de Thysanoptera.....	19
Clasificación de los Thysanoptera .....	20
Ubicación Taxonómica .....	21
Características Únicas de los Thrips.....	21
Los Thrips como Plaga.....	21
<i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergande) .....	22
Descripción.....	23
Biología y ecología .....	23
Estrategias de control .....	25
Spirotetramat Insecticida en Evaluación.....	26
Nombre químico .....	26
Estructura química.....	27
Formula empírica.....	27
Uso de Spirotetramat .....	27
Modo de Acción .....	27
Mecanismo de Acción.....	28
Características del Coadyuvante.....	28
Ingrediente activo .....	28
MATERIALES Y MÉTODOS .....	29
Ubicación del Experimento .....	29
Producto Evaluado .....	29
Identificación de Especie.....	29
Aplicación del Insecticida Spirotetramat .....	30
Frecuencia de Evaluación.....	31

Análisis Estadístico .....	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
Fluctuación de Población de Thrips. ....	36
Porcentaje de Control de los Tratamientos.....	39
CONCLUSIÓN .....	42
BIBLIOGRAFÍA.....	43
APÉNDICE .....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del bulbo del ajo <i>Allium sativum</i> L. ....	7
Figura 2. Estructura química de la molécula de Spirotetramat .....	27
Figura 3. Fechas de aplicación de Spirotetramat en ajo para control de <i>Frankliniella occidentalis</i> . ....	31
Figura 4. Fechas de evaluación de los tratamientos sobre la población de los thrips	31
Figura 5. Fluctuación poblacional de <i>Frankliniella occidentalis</i> en ajo considerando todas las evaluaciones. Buenavista, Coahuila, México .....	38
Figura 6. Porcentaje de control obtenido en thrips <i>Frankliniella occidentalis</i> para cada evaluación. ....	40

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos utilizados contra <i>Frankliniella occidentalis</i> en ajo en Buenavista, Coahuila, México. ....	30
Cuadro 2. Promedio de individuos (inmaduros y adultos) vivos de <i>Frankliniella occidentalis</i> encontrados en pre aplicación y las respectivas evaluaciones realizadas en ajo. ....	36
Cuadro 3 Eficacia obtenida de cada evaluación expresado en % y comparación de medias de los tratamientos. ....	39
Cuadro 4. Individuos vivos registrados en la evaluación pre aplicación; 19 de Marzo .....	51
Cuadro 5. Individuos vivos registrados en la evaluación; 20 dd1 <sup>a</sup> a.....	51
Cuadro 6. Individuos vivos registrados en la evaluación; 31 dd1 <sup>a</sup> a.....	51
Cuadro 7. Individuos vivos registrados en la evaluación; 48 dd1 <sup>a</sup> a.....	52
Cuadro 8. Estimación de eficacia obtenido en % (H&T), 20 dd1 <sup>a</sup> a .....	52
Cuadro 9. Estimación de eficacia obtenido en % (H&T), 31 dd1 <sup>a</sup> a .....	52
Cuadro 10. Estimación de eficacia obtenido en % (H&T), 48 dd1 <sup>a</sup> a .....	52
Cuadro 11. Análisis de varianza aplicado a la evaluación pre-aplicación para determinar la homogeneidad de la población de <i>Frankliniella occidentalis</i> .53	
Cuadro 12. Análisis de varianza y comparación de medias de los individuos vivos encontrados en cada evaluación; 20, 31 y 48 dd1 <sup>a</sup> a.....	53
Cuadro 13. Análisis de varianza y comparación de medias de la eficacia estimada H&T de las evaluaciones realizadas; 20, 31 y 48 dd1 <sup>a</sup> a .....	55

## RESUMEN

El thrips occidental de las flores *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) constituye un serio problema como plaga en cultivos hortícolas y ornamentales como vector de patógenos. El cultivo del ajo es uno de los huéspedes de esta plaga siendo importante su control y el químico es una buena alternativa por su rapidez y eficacia. En este estudio se evalúa la eficacia y tiempo de acción de Spirotetramat, en una parcela de ajo con alta infestación de thrips adultos y ninfas, ya que en una evaluación de pre aplicación se encontraron poblaciones de 160 y 260 individuos por planta. Para la evaluación del insecticida se utilizó un control y cuatro tratamientos; 0.3, 0.4, 0.5 L/ha solo y 0.4 L/ha en mezcla con un coadyuvante. Para el análisis de datos se utilizó el programa computarizado SAS 9.1.3 y la formula de Henderson y Tilton para estimación de eficacia.

Se realizaron evaluaciones a los 20, 31 y 48 dd<sup>1</sup><sup>a</sup>, detectando mortalidad por efecto del insecticida en la primera evaluación; los niveles más altos de efectividad lo presentó el tratamiento del insecticida más coadyuvante 52.84%, 97.18% y 79.60% en orden de evaluación respectivamente. El efecto de Spirotetramat sobre los thrips en ajo es lento pero con alto nivel de eficacia y persistencia.

**Palabras claves:** Thrips occidental de las flores, efectividad, insecticidas, ajo

## INTRODUCCIÓN

El ajo (*Allium sativum* L.) es una hortaliza muy apreciada en la cocina internacional al ser un ingrediente fundamental de la mayoría de los platillos. Su uso es generalmente para condimento aun cuando muchos estudios han demostrado una serie de propiedades relacionadas con la circulación y producción de sustancias antisépticas en el cuerpo humano.

En México el consumo de ajo fresco *per cápita anual*, es de aproximadamente 400 gramos; sin embargo, se considera que alrededor de un 10% de la producción nacional se destina para uso industrial (aceite, polvo, medicamentos, entre otros), un 63% se consume en fresco y el restante 27 % es exportado (Chávez, 2010).

En lo que respecta a las Liliaceas, el ajo (*A. sativum*) figura en segundo lugar en importancia por la superficie sembrada en nuestro país. En México esta hortaliza se utiliza principalmente como condimento, ya sea en forma natural y/o deshidratado; nuestro país es uno de los principales exportadores de esta hortaliza en el mundo, siendo el ajo morado el que se exporta a Estados Unidos, Brasil y Francia (Valadéz, 1997).

Desde el primer cuarto de siglo (XX) el ajo mexicano tiene presencia en el mercado externo, cuya expansión ha sido cada vez más importante. Lo que se confirma no solo con la exportación del bulbo sino también con la exportación de material genético. El ajo es una de las hortalizas con vocación exportadora que se tiene en el Bajío, con más de 40 años de exportación esta hortaliza se ha ganado un

espacio en el mercado internacional debido a su alta calidad y a la ventaja que ofrece al comercio internacional (Olvera *et al.*, 1999)

México es considerado el segundo lugar en producción de ajo en el continente Americano después de Estados Unidos, ubicándose entre los ocho países exportadores de ajo a nivel mundial junto con China, Tailandia, España, Argentina, Italia, Estados Unidos y Korea. La principal área productora de ajo en México se localiza en la parte centro-norte del país en el que destacan los estados de Guanajuato, Zacatecas, Querétaro y Aguascalientes, siendo el estado de Guanajuato el mayor productor con una superficie cosechada de 2 491 ha y un volumen de producción de 18 517 ton en el año 2000 (Pérez y Palemón, 2005).

A nivel mundial ocupa una producción cosechada en promedio anual de 1.03 millones de hectáreas y una producción de 11.9 millones de ton. Más de tres cuartas partes de la producción se obtiene de China con 8.14 millones de ton. México se ubica como el quinto lugar como exportador de ajo con 15 770 ton (Acosta, Lujan y Parra, 2008).

Por la importancia económica y social que el ajo *A. sativum* representa para México, en especial de los estados productores se tiene la necesidad de prestar atención a los factores que ocasionan pérdidas a la producción, siendo uno de ellos las plagas; entre los problemas de plagas que afectan al cultivo destaca *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) ya que producen daños directos e indirectos, siendo la principal plaga en el cultivo de cebolla y ajo causando importantes daños económicos, por lo que el mejor método de control químico por su rapidez y eficacia es importante, requiriéndose conocer el adecuado uso y dosificación de estos productos sobre el cultivo; por lo anterior se plantea determinar la dosis óptima de Spirotetramat para el control de thrips en ajo y determinar el tiempo de acción sobre la población de *F. occidentalis*.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### **Generalidades del Cultivo de Ajo *Allium sativum* L.**

El ajo, es una hortaliza de bulbo de valiosas cualidades, medicinales y algunas aplicaciones industriales. El ajo es una de las plantas más antiguas que el hombre conoce y utiliza. Llegó a Egipto hace más de 4000 años. Los faraones la incluían en la dieta de los esclavos que construían las pirámides para fortalecerlos. Los atletas griegos, antes de participar en los juegos olímpicos, comían un diente de ajo para soportar mejor el esfuerzo físico. Contiene 4.7% de proteína y un alto porcentaje de minerales. Es una hierba perenne, resistente, de 20 a 40 cm de altura, hojas alargadas, y flores blancas o rosadas; presenta un bulbo o “cabeza” compuesto por bulbillos o dientes dispuestos alrededor del tallo y envueltos en una membrana suave y sedosa (Aller, 2008).

### **Origen**

No se sabe con exactitud cuándo fue descubierto el ajo por el hombre, De Candolle en su libro “Origen de las Plantas Cultivadas” afirma que posiblemente las tribus nómadas difundieron su uso hace miles de años, las cuales lo llevaron de Asia Menor a Egipto y de allí a Mesopotamia, La India y Europa. En el siglo VIII A. de C. el ajo crecía en el jardín del rey de Babilonia; el ajo es mencionado por los eruditos chinos en las escrituras en sánscrito en el año 3000 A de C.; los sumerios incluían al ajo en su dieta como un ingrediente básico hacia el año 4000 A. de C., es mencionado en el Shih Ching (Libro poético) escrito en la época de Confucio en China; los antiguos egipcios le rendían adoración como un dios siendo su nombre invocado a menudo en los juramentos oficiales; se llegó a utilizar para comprar

esclavos pagando 15 libras ( cerca de 5 kilogramos) para comprar un esclavo sano. Durante la construcción de las pirámides egipcias los trabajadores consumían dietas basadas principalmente en cebolla y ajo del que se decía proporcionaba energía para resistir la dura faena (Peña-Iglesias, 1988).

En Asia se viene cultivando desde la más remota antigüedad, pero se cree que es originario del Sur de Europa o de Asia Occidental (Terán, 1984). Según cita Valadez (1997), el ajo es originario de Asia Central, incluyendo el noroeste de la India. Yamaguchi (1983) mencionó que se tienen evidencias de su cultivo y de su consumo entre los años 2, 780 - 2, 100 A. de C.; asimismo, Jones y Mann (1963) definen al *Allium longicispis* como ancestro común de todas las especies del ajo. Aller (2008) menciona que el ajo nace en el antiguo Turkeistán (límite entre China y Afganistán e Irán). El ajo fue traído hace 500 años a América (Acosta *et al.*, 2008)

## **Distribución**

Las especies de ajo se encuentran ampliamente distribuidas en zonas templadas y boreales del hemisferio norte, y en zonas tropicales están confinadas a las regiones montañosas. La región que presenta la mayor diversidad de especies abarca desde el Mediterráneo hasta Asia Central y Pakistán, siendo Norteamérica un segundo centro de diversidad de las especies de *Allium* (Rabinowitch y Currah, 2002).

## **Ubicación Taxonómica**

La clasificación del género *Allium* y otros géneros relacionados ha sido controversial; diferentes autores lo incluían tanto dentro de la familia *Liliácea* como de la *Amaryllidaceae*. Sin embargo, gracias a datos moleculares se ha adoptado la clasificación taxonómica para el ajo (Lagunes, 2009).

Fritsch y Friesen (2002) mencionan sobre el ajo los siguientes acontecimientos con relación a la clasificación taxonómica de las angiospermas realizada por Melchior en 1964 quien ubicó al género *Allium* en la familia Liliaceae; clasificaciones realizadas posteriormente, lo ubicaron en la familia Amarillidaceae con base en la estructura de la inflorescencia; en la más reciente clasificación de las monocotiledoneas, se ha aceptado a las Alliaceae como una familia, con lo que Takhtajan en 1997 propone la siguiente clasificación taxonómica.

Clase: Liliopsida

Superorden: *Liliidae*

Orden: Amaryllidales

Familia: *Alliaceae*

Tribu: *Allieae*

Género: *Allium*

Especie: *sativum*

## **Importancia**

Mundialmente el ajo es considerado una de las 20 hortalizas principales, ocupando el segundo lugar en importancia en el ámbito mundial dentro de las especies del género *Allium* después de la cebolla (*Allium cepa* L.). Con una producción mundial de 2, 662, 000 ton, México es considerada el segundo país productor de ajo en el continente americano después de Estados Unidos (Pérez *et al.*, 2005).

En México, se cultivan dos tipos de ajo principalmente: los morados con sus variedades (Chileno, Criollo Original, Napuri, Massone, Positos y Taiwán) y los ajos blancos (Criollo de Aguascalientes, Blanco de Zacatecas, Blanco de Durango, Blanco de Ixmiquilpan y Pro Bajío) (Gaceta del Senado de la República, 2008).

La geografía del ajo en nuestro país está bien definida, no solo por las regiones que lo componen, sino también por el tipo de ajo que se produce; en la zona del Bajío-Centro que abarca los estados de Guanajuato y Querétaro se produce ajo del tipo morado y se siembra en los meses de septiembre a octubre, a fin de cosechar durante el periodo de febrero a mayo. La zona Centro-Norte, que abarca los estados de Aguascalientes y Zacatecas, se dedica a la producción de ajo del tipo blanco, el cual se siembra en Octubre y Noviembre y se cosecha en los meses de mayo a junio (Claridades Agropecuarias, 1999).

En lo que se refiere a las exportaciones, estas asciende a un volumen de 12,526 ton en 2012 (ODEPA, 2014). El incremento de las ventas externas de ajo deriva del mejoramiento de la calidad de las variedades ofertadas y del cumplimiento de las normas de sanidad e inocuidad que establecen los estándares internacionales. México tiene un gran potencial para exportar a Europa y Asia (Atlas Agropecuario y Pesquero, 2012).

En México la producción de ajo en 2012 fue de 54, 015.27 ton y una superficie sembrada de 5, 451.90 has. Por entidad federativa, Zacatecas, Guanajuato y Baja California son las que mayor participación han registrado en la superficie sembrada con 35.9%, 15% y 9.71% respectivamente, con un rendimiento promedio de 10.19 ton/ha en los cuales sobresalen Baja california, Zacatecas, Aguas calientes y Baja California sur (SIAP 2013).

## **Características Botánicas**

### **Sistema radicular**

Kehr (2002), menciona que el ajo tiene numerosas raíces, finas, superficiales con escasas ramificaciones y sin pelos radicales formadas a partir del tallo del bulbillo o diente semilla.

## Tallo

De tallo corto, subterráneo, comprimido y cubierto por la base de las hojas, formadas desde la yema apical. Reveles *et al.* (2009) citan que el verdadero tallo mide cerca de 30 milímetros de diámetro y 5 milímetros de altura y tiene forma de plato del cual nacen las hojas y raíces

## Hoja

Respecto a las hojas estas son opuestas, enfundadas o tubulares en la base, con un porro que permite la emergencia de la lámina de las hojas siguientes; lamina lanceolada y de sección angular con cutícula muy cerosa. Las hojas miden de uno a tres centímetros de ancho y de 20 a 50 cm de largo, están formadas por una vaina y un limbo aplanado, estrecho, largo y fistuloso, con una nervadura central bien desarrollada y en terminación de punta, en la base de las vainas de las hojas no se acumulan sustancias nutritivas y al morir se convierten en túnicas protectoras (llamadas catáfilas) del bulbo (Fig. 1) (Reveles *et al.*, 2009)

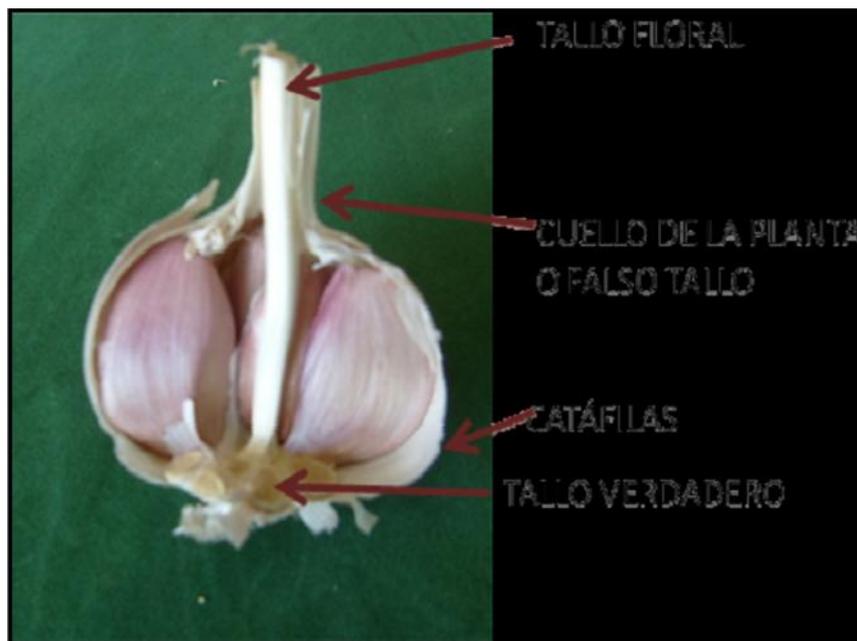


Figura 1. Estructura del bulbo del ajo *Allium sativum* L.

## **Bulbo**

Existen dos tipos de bulbos: tunicados y escamosos. En general, las especies del género *Allium* desarrollan los tunicados, como *A. sativum* “Ajo” y *A. cepa* “Cebolla”, ambas muy importantes en la agricultura. La primera desarrolla un bulbo que se denomina compuesto, porque está formado por una serie de vainas foliares delgadas que encierran en sus axilas yemas engrosadas llamadas “dientes” o “bulbillos”. Las porciones inferiores de las vainas que no poseen yemas axilares se denominan estériles o no dentadas y forman la cubierta protectora del bulbo compuesto. Las porciones inferiores de las vainas que portan entre 1 a 10 bulbillos en sus axilas se denominan fértiles o dentadas y también son membranosas. Todas las hojas que forman el bulbo compuesto están asentadas sobre un tallo con entrenudos muy cortos llamado disco o plato. Este tallo anual posee una yema apical que dará origen al tallo floral. Los bulbillos, ubicados en las axilas de las hojas fértiles, son yemas vegetativas en estado de dormancia que se apoyan sobre el tallo anual o disco (Bianco *et al.*, 2004).

Cada bulbillo está compuesto por una serie de hojas modificadas; la externa es una vaina foliar lignificada y seca llamada hoja protectora. Hacia dentro se encuentra una hoja de gran espesor sin lamina denominada reservante o de almacenamiento, luego la hoja de brotación o germinadora, que es delgada y sin lamina. Por último, se observan varios primordios llamados hojas verdaderas, que son los únicos que emergerán completos por el canal que deja la hoja de brotación. Todas las hojas que forman el bulbillo, poseen primordios radiculares que originarán la raíz en cabellera, típica de esta especie.

## **Inflorescencia**

La planta de ajo puede producir un tallo escapo floral en cuya parte superior aparece la inflorescencia en forma de umbela esferoidal cubierta por una bráctea

grande, membranosa y caduca. La umbela está constituida por flores pequeñas con seis sépalos y pétalos de color blanco o rosado así como seis estambres y un pistilo que al madurar dan origen a un fruto con tres cavidades, cada una con dos semilla que rara vez se producen (Sarita, 1995).

## **Épocas de Siembra**

Se dice que la mejor época de siembra para los ajos morados y los jaspeados es durante el mes de septiembre, aunque se llegan a obtener buenos rendimientos desde el 1 de agosto hasta el 15 de octubre. Las mejores fechas de siembra para el ajo de bulbo blanco es la primera quincena de noviembre, aunque se pueden sembrar desde el 1 de octubre hasta el 30 de noviembre (Heredia, 1985).

## **Requerimientos Ecológicos (Luro, 1982)**

### **Temperatura**

La formación del bulbo esta en relación directa con las condiciones ambientales. Si la temperatura se mantiene por encima de 20°C durante la etapa vegetativa primaria no hay producción de bulbos, en cambio si los dientes en dormancia o las plantas en crecimientos reciben bajas temperaturas (optima entre 0°C y 10°C durante 1-2 meses) la bulbificación es luego acelerada por altas temperaturas y días largos. El desarrollo del follaje es favorecido por temperaturas moderadas y días cortos, en cuanto a la floración es favorecida por bajas temperaturas en primavera siendo inhibida cuando las temperaturas se mantienen por encima de 25°C al iniciarse la bulbificación.

### **Humedad**

Necesita humedad durante todo su ciclo, siendo la etapa crítica entre la brotación y diferenciación de los dientes. La falta de humedad en este periodo reduce los rendimientos.

## **Suelo**

El ajo requiere suelos franco-arenosos, con buen contenido de materia orgánica que asegura buena capacidad de retención hídrica, pero bien drenados. El pH óptimo oscila entre 5.8 y 6.5 por debajo del cual se puede presentar toxicidad de aluminio y por encima insolubilidad de magnesio, la buena textura de un suelo (suelto) para cultivo de ajo trae aparejado un inconveniente como es la facilidad con la que se difunden los nematodos por el agua de riego, mientras que los suelos pesados que dificultan el movimiento de los mismos, dan como resultado bulbos deformes.

## **Desordenes Fisiológicos**

### **Escobeteado**

Es un problema de malformación fisiológica producida por un exceso de vigor, el cual se caracteriza porque el follaje de las plantas afectadas toma una apariencia de escobeta observándose unas hojas más finas, que surgen entre las hojas adultas. Cuando la malformación es severa, la planta se abre completamente y los bulbos de las plantas pierden sus túnicas externas y los dientes periféricos quedan descubiertos, evitar seleccionar plantas con estas características (Macias *et al.*, 2000). El crecimiento secundario o tendencia de los bulbos a brotar anticipadamente, estando próximos a ser cosechados, hace perder su valor comercial.

## **Abigarrado**

Es un accidente que se presenta con relativa frecuencia en el cultivo del ajo (también puede estar provocado por el virus del abigarrado de la cebolla). Se caracteriza por la brotación de dientes una vez diferenciados en el interior de los bulbos mientras estos permanecen en el campo. En las plantas se observan unas hojas más finas surgiendo entre las hojas adultas, formando un conjunto de pequeñas plantitas rodeadas de las hojas adultas, las plántulas pueden cumplir con su ciclo normal diferenciando dientes y emitiendo en su caso escapos florales, el bulbo producido puede ser no comercial (Espinosa, 2003)

Parece ser evidente que si durante la formación del bulbo se suceden varios días con temperaturas cercanas a los 5-7°C el abigarrado aparece, el fenómeno se asocia con una ruptura inicial de los mecanismos de latencia en los bulbos incipientes. La exposición al frío a los bulbos de plantación en cámaras frigoríficas, no se recomienda que la temperatura descienda a los 5°C porque provoca un alto porcentaje de abigarrado en el cultivo siguiente (Espinosa, 2003).

## **Ajo rebrotado**

Tiene lugar una vez que el cultivo ha completado su inducción para bulbificar y su consecuencia es la cosecha de bulbos abiertos (con gran espacio entre dientes), poco firmes e irregulares. El síntoma más evidente es la aparición de uno o más brotes entre la vaina de la hoja y el pseudotallo, razón por la cual se asocia el rebrotado con un exceso de vigor y que son los dientes que se encuentran rebrotando prematuramente, aunque se sabe que se trata de un crecimiento vegetativo de yemas laterales antes de que se formen las hojas de reserva.

Las causas del rebrotado de ajos puede ser por la exposición de las semillas a bajas temperaturas, tanto antes y después de la siembra, cuanto más baja es la

temperatura o mayor el tiempo de exposición durante el almacenamiento, es mayor el número de plantas con rebrotes. En fechas de siembra temprana se encuentra un mayor número de plantas rebrotadas como consecuencia de su mayor periodo de exposición al frío, en contraste de las plantas de fechas de siembra tardías.

## **Problemas Fitosanitarios**

El ajo presenta la limitante de que solo se reproduce de forma asexual, esto conlleva a que en ciclos sucesivos de cultivo, se produzca una acumulación del inóculo de muchos patógenos como hongos, bacterias y principalmente virus ocasionando la reducción de los rendimientos, calidad y en consecuencia pérdidas económicas. Una de las alternativas para evitar estos problemas de sanidad es el uso de la técnica del cultivo de tejidos que permite obtener plántulas libres de patógenos (Carhuaricra, Olivera y Rodríguez, 2012).

En el norte de Aguascalientes se cultivan alrededor de 400 ha de ajo, mientras que en la zona sur-centro de Zacatecas 1,600. Se cultivan diversos tipos de ajo destacando los tipos Perla, Morados y Chinos. El principal problema fitopatológico de este cultivo en la región es la pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum* B.), también se presentan problemas por patógenos de suelo o la semilla como *Botrytis* spp., *Sclerotium rolfsii* S., *Penicillium* spp. y *Fusarium* spp. (Velásquez y Medina, 2004).

### **Pudrición de los bulbos por fusarium (*Fusarium* spp.)**

El follaje de las plantas afectadas muestra una coloración café, principiando por la punta; algunas de las hojas con este síntoma muestran enseguida una coloración rojiza o púrpura que se extiende hasta la base de las mismas. Las hojas más viejas son las primeras en morir y solamente los más jóvenes sobreviven por unos días más. Ocasionalmente el primer síntoma visible consiste en la aparición de una o dos hojas marcadamente rojas o púrpuras, otro síntoma evidente asociado con

la enfermedad es el enanismo de las plantas afectadas. Los bulbos presentan un bulbo de tamaño reducido, de consistencia esponjosa, ocasionalmente con una coloración púrpura entre los dientes que muestran buena diferenciación entre ellos. Los tallos presentan una consistencia blanda y raíces de color rojo (Velásquez, 2004).

Los síntomas pueden tener ligeras diferencias en síntomas, dependiendo de la especie de *Fusarium* atacando a plantas de ajo.

### **Pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum* Berk.)**

El inóculo primario está constituido por esclerocios que permanecen viables en el suelo hasta por 20 años en ausencia de especies de *Allium*. La densidad del inóculo desempeña una función muy importante en el establecimiento y desarrollo de *S. cepivorum* que está relacionado directamente proporcional con la incidencia y por lo tanto, el impacto del daño en la raíz, follaje y bulbo en las plantas es mayor (Delgadillo *et al.*, 2002).

Velásquez y Medina (2004), describen los síntomas de esta enfermedad; las plantas enfermas tienden a amarillarse en pocos días iniciando por las hojas basales o más viejas y posteriormente las superiores o más jóvenes, las cuales se marchitan y secan totalmente. Al inicio de la infección se puede observar el micelio en el bulbo, como una especie de algodoncillo blanco que eventualmente muestra la formación de esclerocios regularmente esféricos.

Se ha comprobado que *S. cepivorum* puede ser controlado por el antagonista *T. harzianum* (Briceño *et al.*, 2009). Para el control químico se recomienda Iprodiona (Rovral 50 PH) 1. 25 kg/ha y para tratamiento de semilla 400 gr/100 kg de semilla (DEAC, 2012)

## **Mildiu (*Peronospora destructor* (Berk.) Casp.)**

Los síntomas producidos por este hongo son clorosis y distorsión de las hojas, bajo condiciones húmedas, aparece un micelio y esporangios de color púrpura mientras que en periodos secos aparecen manchas blancas circulares en las hojas, en casos severos se nota doblamiento de hojas, reducción de la cosecha y disminución de la calidad del bulbo (Fundación de Desarrollo Agropecuario, 1995).

Las condiciones que favorecen el desarrollo del mildiu son humedad relativa de 90 a 100 % y temperaturas de 4 a 25 °C, con una óptima de 13 °C. Los esporangios se reproducen durante la noche y se dispersan durante el día por el viento. Para el control del mildiu es necesario eliminar residuos de plantas infectadas, rotación de cultivos de tres años y aspersiones de fungicidas como Mancozeb (Dithane FMB) aplicar de 2 a 3 L/ha cuando aparezcan los primeros síntomas de la enfermedad, Clorotalonil (Trevanil 75 PH) 1.5 a 3.5 li/Ha antes de que aparezca la enfermedad (DEAC 2015).

## **Mosaico**

El cultivo de ajo es infectado por mezclas de virus que hacen compleja su identificación. El complejo viral está integrado por más de ocho especies pertenecientes a los géneros Potyvirus, Carlavirus y Allexivirus, y producen una enfermedad denominada el mosaico del ajo. La presencia de virus en las plantas disminuye el peso de bulbo y rendimiento. Los patógenos virales más extendidos en los cultivos del género *Allium* a nivel mundial son: virus enanismo amarillo de la cebolla (*Onion yellow dwarf virus*: OYDV), virus rayado amarillo del puerro (*Leek yellow stripe virus*: LYSV) y varias especies de Allexivirus (GarV-A, B, C, D y X). Los virus OYDV y LYSV (afecta la germinación de los bulbillos, además reduce la altura y el número de hojas de las plantas) son los más comunes y más dañinos del follaje del ajo que más afectan el rendimiento y la calidad de los bulbos (Pérez *et al.*, 2010).

Por otra parte, las plantas infectadas presentan sintomatologías similares tales como: enchinamiento, mosaico, deformación de hojas, amarillamiento y achaparramiento. La disminución en diámetro, altura y peso del bulbo en las plantas con síntomas de virosis demuestran el efecto sobre el rendimiento y calidad. Para determinar la presencia de virus en el cultivo, es posible con el uso de técnicas inmunológicas o con el uso de técnicas moleculares como es el caso de la RT-PCR (Fajardo *et al.*, 2001).

### **Mancha purpura (*Aternaria porri* Ellis)**

Es una enfermedad de distribución global, provocada por el hongo *Aternaria porri* (Ellis) que también puede afectar a las plantas de cebolla. La enfermedad puede presentarse generalmente en dos temporadas durante el ciclo de cultivo del ajo. La primera aparición de la enfermedad es en enero si ocurrieran lluvias intermitentes y temperaturas cálidas, la segunda es al final del ciclo cuando el cultivo “cierra” los espacios entre camas y además, se proporcionan riegos frecuentes y pesados que contribuyen a crear un microambiente favorable para el desarrollo de la enfermedad (Velásquez *et al.*, 2008).

Los primeros síntomas de la enfermedad aparecen como un gran número de pequeños puntos blanquecinos que se desarrollan concéntricamente (como un tablero de tiro al blanco), luego de dos a cuatro días, estos puntos toman un color rojo vino hasta que finalmente aparece una coloración purpura en su parte central y amarillenta o rojiza en el borde de la lesión. Las condiciones favorables son: presencia de lluvia, rocío persistente con humedad relativa mayor al 90% y temperaturas óptimas entre 25 y 27°C y suelos con alto contenido de nitrógeno (Delgadillo, 2000).

Para su control se recomienda Mancozeb y Captan cuando aparezcan los primeros síntomas, Clorotalonil (Trevanil 75 PH) de 1.5 a 3.5 L/ha antes de que se

presente la enfermedad, *Bacillus subtilis* QST 713 (serenade max ) de 4 a 6 kg/Ha (DEAC, 2015).

## **Plagas del Ajo**

### **Ácaros (*Rhizoglyphus* spp.)**

Los adultos del acaro del bulbo miden de 0.5 a 0.9 mm de largo, de color blanco algo transparente y liso, con apéndices de color marrón-rojizo, huevos de color blanco traslucido de forma elipsoidal.

Los daños en los bulbos o dientes infestados con ácaro se vuelven flácidos y difícilmente emiten la punta de crecimiento vegetativo que da origen a una nueva planta de ajo. Generalmente se presenta en grandes colonias, todas las etapas de desarrollo del ácaro pueden encontrarse a lo largo del año, no resiste las condiciones de baja humedad pero son muy tolerante a varios plaguicidas sintéticos, debido a las enzimas oxidasas y estererasas que destoxifican tales productos (Bújanos y Marín, 2000).

### **Gusano de alambre**

Denominación común de las larvas de coleópteros de la familia Elateridae. Los adultos son alargados entre 0.5 y 1.5 cm y coloración oscura negra, las larvas pueden alcanzar los 2.5 cm de envergadura y el cuerpo muy alargado con un color rojo cobrizo dorado, de ahí su denominación. Existen numerosas especies de gusanos de alambre: *Agriotes sputator* L., *A. lineatus* L., *A. obscurus* L. etc.

Aparecen durante mayo y junio, con varios estados larvales, durante esta fase el insecto ataca a la raíz y a los dientes produciendo pequeñas heridas superficiales. Estos insectos proliferan en suelos pesados y húmedos, las prácticas que favorecen el drenaje y aireación del suelo disminuyen mucho su población. Las labores culturales entre líneas hacen aflorar las larvas y adultos que se deshidratan con rapidez al contacto con la atmosfera. En casos especiales, distintos tratamientos fitosanitarios son efectivos: clorpirifos, diazinon (Fundación Produce Querétaro, 2003).

### **Minador de la hoja del ajo (*Liriomyza pusilla* Meig)**

Este insecto se localiza en México, Centroamérica y el Caribe, díptero de la familia Agromyzidae se denomina *Liriomyza pusilla* Meig. Las larvas minan en forma de espiral en las hojas, el ataque severo provoca que las hojas se sequen y se caigan, ocasionando la defoliación del plantío, ya que la distribución del insecto es muy homogénea (Espinosa, 2003).

Control químico. Puede realizarse con los insecticidas, diazinón (Diazinón 25 E) en dosis de 1 a 1.5 L/ha, paratión metílico (Predation 450 M) en dosis de 0.75 a 1 L/ha.

Control biológico. Se realiza principalmente por parasitoides de la larva, como son: *Opios insulares*, *Brachymeria* sp., *Syempiesis* sp., *Derostenus* sp., *Diaulinopsis callichroma* Crawford, *Chrysocharis parksi* Crawford, etc

### **Mosca del ajo (*Suillia univittata* von Roser)**

Díptero de la familia Heleomyzidae recibe la denominación científica de *Suillia univittata*, las larvas son de color blanco y de ocho milímetros de longitud, mientras que los adultos son negros con el abdomen gris. Los ataques en estado larvario, se

localizan sobre las hojas jóvenes y progresan hacia el interior del bulbo, sin embargo, para pupar abandonan la planta y se instala en el suelo. Los ataques de este insecto son a menudo, graves ya que provocan la muerte de la planta o una reducción importante del rendimiento, la sintomatología externa es muy característica por el enrollamiento de las hojas jóvenes minadas por las galerías de las larvas (Espinosa, 2003).

Los tratamientos con insecticidas como Diazinon (Diazinon 25 E) en dosis de 1 a 1.5 L/ha son suficientes para controlar esta plaga.

### **Nematodo (*Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Filipjev)**

El nematodo del tallo y de los bulbos provoca pérdidas que fluctúan entre 30 y 80 %. Kleijburg (1972) citado por Guiñes (1991), 20 nematodos por 100 gr de suelo pueden causar considerables daño en las plantas.

Además de dañar la raíz y el bulbo también es capaz de afectar el follaje de las plantas. Las plantas infectadas muestran achaparramiento, manchas de color amarillo, hinchamiento, lesiones abiertas en las hojas; las hojas externas pierden rigidez, se debilitan y pueden caer y se observa una muerte descendente. El síntoma subterráneo más común es la falta de raíces, el tallo y el cuello del bulbo se ablandan, y eventualmente el bulbo adquiere una tonalidad gris pálido a rojiza. Sin embargo, algunas veces los bulbos del ajo no presentan daños por este nematodo a simple vista (Velásquez y Medina, 2004).

El nematodo se puede dispersar por la semilla, por el agua de riego o con la maquinaria, por lo que antes de la siembra se debe de tratar el bulbo con algún nematicida y en las parcelas antes de la siembra se pueden aplicar los siguientes nematicidas: Fenamifos (Nemacur 10 G). Después del trasplante aplicar en drench Extracto de quillay (QL Agri 35), durante el desarrollo del cultivo se puede aplicar Quitosan (Nematar) (DEAC 2015).

## Característica Generales de Thysanoptera

Los tisanópteros o thrips son insectos delgados, con partes bucales adaptadas para chupar o succionar el contenido celular. Son muy comunes y abundantes en las flores; la mayor parte de las especies se alimentan de las flores. Algunas especies carecen de alas, muchas tienen alas muy estrechas y rodeadas de cerdas a manera de fleco, lo que les da un aspecto único (Barrientos, 2003).

Aunque se trata de un orden relativamente pequeño, compuesto aproximadamente de unas 1 500 especies, los tisanópteros existen en grandes cantidades y, debido a que muchos de ellos se alimentan de plantas cultivadas, son de interés para el agricultor. La mayoría de las especies miden de cuatro a ocho milímetros de largo, con los cuerpos largos y delgados y las cabezas muy estrechas (Klors y Klots, 1973).

Ross (1968), añade que los tripidos son insectos pequeños, alargados la mayoría de entre los 2 y 3 milímetros de longitud, antenas de 6 a 9 segmentos, grandes ojos compuestos y piezas bucales apiñadas que forman un cono desgarrador chupador. Muchas formas son ápteras, otras pueden tener las alas cortas o bien desarrolladas; la metamorfosis es gradual, pero hay un estado de dormancia.

La mayoría de los thrips son fitófagos y algunas especies son plagas importantes en plantas de cultivos. Sin embargo, dos familias contienen especies depredadoras: Aeolotripidae con la especie *Aeolotrip fasciatus* la cual se alimenta de thrips, áfidos y ácaros y la familia Phlaeothripidae, con la especie *Leptothrips mali* que se alimenta de ácaros, y *Aleurodothrips fasciapennis*, de moscas blanca. La importancia biológica de este grupo no se aprecia todavía (Nicholls, 2008).

## Clasificación de los Thysanoptera

Este orden está dividido en dos subórdenes, Terebrantia y Tubulifera. Los Terebrantia actualmente constan de siete familias, tienen el último segmento abdominal más o menos cónico o redondeado; las hembras tienen un ovipositor, las alas anteriores tienen venas y setas, los cilios marginales surgen de la base del sockets, y en la superficie normalmente tienen numerosos microtriquios. Los Tubulifera actualmente constan de una familia, tienen el último segmento abdominal tubular; las hembras carecen de ovipositor, y su segmento abdominal distal tienen la forma de los machos; las alas anteriores carecen de venas y setas excepto en la base, los cilios marginales carecen de socket basal, y la superficie está desnuda de microtriquios (Triplehorn, 2005).

Hadlington y Johnston (1998), los huevos son puestos sobre o dentro del tejido de la planta. Gillott (2005), afirman que los huevos del suborden Terebrantia son en forma de riñón, y Lacasa *et al.* (1990) mencionan que los Terebrantia incrustan los huevos dentro del tejido vegetal, la hembra sitúa el oviscapto falciforme en posición vertical y mediante movimientos de contracción y extensión del abdomen lo introduce, luego un movimiento de torsión hace que se deslice bajo la epidermis; contrario a los Tubulifera que son ovalados y simplemente depositados sobre la superficie de la planta.

## **Ubicación Taxonómica**

Reino: Animalia

Phyllum: Artrópoda

Clase: Insecta

Subclase: Pterygota

Superorden: Exopterygota

Orden: Thysanoptera

(Borror y White, 1970; Borror et al., 1989; Triplehorn y Johnson, 2005).

## **Características Únicas de los Thrips**

Además de lo característico de sus partes bucales asimétricas, en la que la mandíbula derecha no está desarrollada más allá del esclerito basal en las larvas y adultos, los thrips también poseen otras características que no se dan en otros hemipteroides, el tarso de los thrips carece de uñas típicas presente en el resto de los insectos, en su lugar lleva un arolio reversible adhesivo. Después que el huevo eclosiona, hay dos estadios larvales móviles que se alimentan activamente, sin embargo, estos están seguidos por dos estadios púpales independientes que no se alimentan (en *Phlaeothripidae* hay tres estadios púpales), (Goldarazena, s/f).

## **Los Thrips como Plaga**

Los thrips pueden afectar a las plantas por la transmisión de enfermedades, incluyendo toxemias causadas por la toxina en la saliva, la transmisión de hongos y bacterias en forma mecánica y los virus transmitidos durante el proceso de alimentación. Se encuentran presentes en varios cultivos, desde flores hasta árboles

frutales, sin embargo, es más frecuente encontrarlos como plagas en los cultivos hortícolas y de flores (Soto y Retana, 2003).

Funderbuck (2009), afirma que hay más de 5, 000 especies descritas de thrips y 4, 500 para Triplehorn y Johnson (2005), 87 son plagas de cultivos comerciales porque se alimentan de hojas, frutas y flores que causan la decoloración, deformación y reducción de la comerciabilidad; más de 20 de estas especies de thrips son ahora cosmopolitas.

Los thrips adultos y los inmaduros dañan las plantas debido a que se alimentan de ellas, (daños directos) y/o porque son vectores de tospovirus, todos los Thysanoptera tienen un par de piezas bucales succionadoras, lacinias maxilares a modo de agujas que están co-adaptadas con la lengua y márgenes acanalados que encierran un único canal. Solamente está desarrollada la mandíbula izquierda que la utilizan para pinchar las células vegetales antes de que sus contenidos sean ingeridos del tubo alimenticio formado por los estiletes maxilares (Goldarazena, s/f).

### **Frankliniella occidentalis (Pergande)**

El thrips oriental de las flores *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) se distribuye originalmente en U.S.A. y en la década de los 80s poblaciones con resistencia a pesticidas se extendieron a cultivos protegidos en todo el mundo (Eilenberg y Hokkanen, 2006); es una importante plaga en los cultivos hortícolas y ornamentales (Espinosa *et al.*, 2002), comúnmente se le denomina “*Thrips Occidental de las Flores*” (WFT), especie polífaga que ataca cultivos de flores bajo invernadero como crisantemo y clavel, lechuga en campo abierto, follaje de la cebolla, deforma hojas y frutos, también ha causado atrofia en el crecimiento de tallo de uva (Cárdenas y Corredor, 1989) y es una de las seis especies de *Frankliniella* que transmite tospovirus (O’Donnell, 2007).

## Descripción

Insectos diminutos, alas delgadas con flecos estrechos, los machos miden 1.2 a 1.3 mm de longitud de color amarillo pálido con abdomen redondeado estrecho al final y hembras de 1.6 a 1.7 mm de color amarillo o marrón y al final del abdomen más redondeado en un punto; las ninfas son de color blanco-amarillento (Roques, 2006), esta especie se alimenta de hojas y flores pero además es un depredador de ácaros (O'Donnell, 2007).

## Biología y ecología

El tiempo de desarrollo, como el periodo de pre-oviposición, fecundidad, longevidad y potencial reproductivo del género *Frankliniella* se rigen en gran medida por la temperatura, especies y cultivares de plantas hospedera y hasta cierto punto por el fotoperiodo; varios componentes en el ciclo de vida de *F. occidentalis* le dan la oportunidad de colonizar nuevos hábitats; por tener un estilo de vida oportunista que hace que se convierta en plaga una vez que ha llegado a un nuevo hábitat, alta capacidad reproductiva, reproducción por partenogénesis, multivoltinismo, vagilidad, resistencia a insecticidas y amplio rango de plantas hospederas (Loomans, 2003).

Lacasa *et al.* (1990) reportan que las hembras de *F. occidentalis* incrustan los huevos en los tejidos de las flores, las hojas o tallos tiernos, cuando emergen los inmaduros muestran fototropismo negativo, localizándose en el envés de las hojas, en el interior de la cavidad floral, en las axilas de las hojas, en las yemas o en cualquier lugar de la planta protegido de la radiación directa; cuando las larvas han alcanzado el máximo desarrollo dejan de alimentarse y buscan un lugar para ninfosar, generalmente en la hojarasca, los restos vegetales o en los primeros centímetros del suelo; los primeros dos estadios ninfales son pocos móviles pero

bastante resistentes a condiciones adversas. Capinera (2001) menciona, la duración en estado de huevo esta reportado de 5 a 15 días en el campo, pero la duración media es de 2.6 días a 26°C; el número de huevos ovipositados por cada hembra varía de acuerdo a la planta hospedante, en pepino se tiene registrado 9 a 10 huevos y un máximo de 190 por hembra en cultivo de algodón.

El desarrollo de los inmaduros requiere de dos instares larvarios, una de activa alimentación y pre-pupa fase poco móvil; el umbral de temperatura de desarrollo es de 9.4°C en un tiempo de 9 a 12 días en campo extendiéndose hasta 60 días en invierno, sin embargo a temperatura constante de 25°C el primer y segundo instar requieren solo 2.3 y 3.7 días respectivamente

Se reporta que para el estado de pre-pupa y pupa requiere de 1-3 y alrededor de 3-10 días respectivamente bajo condiciones de campo para completar su desarrollo; la pre-pupa se distingue por la presencia de pequeños flecos en las alas y antenas erguidas y las pupas tienen flecos en las alas que llega casi hasta la punta del abdomen y las antenas se doblan hacia atrás a lo largo de la cabeza.

En los adultos el color del cuerpo varía de amarillo a marrón, antenas de ocho segmentos, comúnmente viven alrededor de 20-30 días pero algunos persisten hasta 40 o 70 días; las hembras pueden aparearse y producen hembras y machos en una relación 2:1 o reproducirse por partenogénesis dando como resultado solo machos; ninfas y adultos liberan una feromona de alarma y la liberan como fluido anal.

## **Estrategias de control**

**Trampas adhesivas.** Uso de trampas azules en invernaderos y amarillas o blancas en campo abierto como herramientas de monitoreo que juegan un papel estratégico en el uso eficiente de insecticidas (Castresana, *et al.*, 2008). Los adultos son atraídos por la feromona de agregación: nerilo (S)-2-metilbutanoato (ams Tripline); esta feromona aumenta las capturas en trampas entre 20% y 300% en cultivo protegido y se requiere en bajas cantidades, <0.5 g/Ha para captura masiva (Sampson, 2013).

**Control biológico.** Con el uso de depredadores, como *Neosaiulus* spp. y *Orius* spp. (Sampson, 2013), en un estudio en cultivo de fresa se reporta que Espinosad no afecta a los ácaros depredadores *Typhlodromips montdorensis*, *Neosaiulus cucumeris*, y *Hypoaspis miles* si se aplica la dosis recomendada para *F. occidentalis* y liberados 5 a 6 días después de la aplicación (Rahman, *et al.*, 2011), entre otros biorreguladores se encuentran los ácaros fitoseidos: *Amblyseius limonicus*, *A. barkeri* que también son depredadores de *T. tabaci* (Mirabal, 2003).

**Uso de Plaguicidas.** El uso de los insecticidas en la agricultura ha cambiado drásticamente con el tiempo, desde la llegada de los insecticidas sistémicos modernos y lo más probable es que los insecticidas seguirán siendo la principal herramienta utilizada para controlar los insectos plagas en cultivos agrícolas, es particularmente cierto para la horticultura de alto valor y cultivos ornamentales, donde los riesgos percibidos suelen animar a los productores a hacer aplicaciones intensivas de insecticidas (Gao, Lei y Reitz, 2012).

Actualmente el SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, inocuidad y Calidad Agroalimentaria) en conjunto con la COFREPRIS (Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios) coordinan el uso de plaguicidas con base al

Catálogo Oficial de Plaguicidas, cuyo propósito es ayudar al buen uso y manejo de estos productos en las áreas agrícola, forestal, pecuario, domestico, urbano, industrial y jardinería, en él se integra la información de los plaguicidas autorizados en nuestro país.

El thrips occidental de las flores ha desarrollado resistencia a la mayoría de los insecticidas (Sampson, 2013), organofosforados, carbamatos y piretroides (Kontsedalov, *et al.*, 1998) (Guillen, Navarro y Bielza 2014). La mezcla de Espinosad con otros insecticidas es más toxico para las poblaciones susceptible de *F. occidentalis* menos la mezcla con Bifenazato que resulta antagónico (Willmott, 2013). Entre los ingredientes activos autorizados para el control de *F. occidentalis* está gamma-cyhalotrina, malatión, clorpirifos + gamma-cyhalotrina, lambda cyhalotrina, Spinoteram, Imidacloprid, Azadiractina, Deltametrina componente de extracto de *Chenopodium ambrosioides* (DEAC 2015).

### **Spirotetramat Insecticida en Evaluación**

Spirotetramat es un nuevo insecticida sistémico que figura en el Grupo 23 (Inhibidores de la síntesis de lípidos) del esquema de clasificación del IRAC, modo de acción como un inhibidor de la biosíntesis de lípidos (Mahapatra *et al.* 2012).

Spirotetramat es un insecticida perteneciente al nuevo grupo de los ácidos tetronicos, el cual se destaca por su amplio espectro de acción contra insectos chupadores, como los pulgones, moscas blancas, thrips, entre otros, y particularmente contra los estados juveniles (Elizondo y Murguido, 2010). Es particularmente eficaz contra las faces juveniles y reduce significativamente la fecundidad y fertilidad de las hembras (Thompson, 2011).

### **Nombre químico**

Cis-3-(2,5-dimethylphenyl)-8-methoxy-2-oxo-1-azaspiro[4.5]dec-3-en-4-yl-ethyl carbonate

### Estructura química

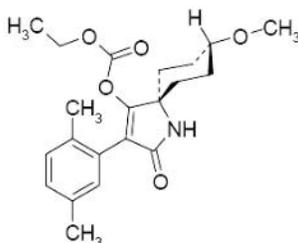


Figura 2. Estructura química de la molécula de Spirotetramat

### Formula empírica

C<sub>21</sub>H<sub>27</sub>NO<sub>5</sub>

### Uso de Spirotetramat

Ha sido probado en una extensa variedad de cultivos tales como cebolla, crisantemo, papa, chile, tomate, berenjena, calabaza, etc. (DEAC 2015), tiene una actividad importante contra insectos chupadores tales como, áfidos, mosca blanca, escamas, cochinillas, psílidos, filoxera y thrips, por su modo de acción, Spirotetramat no presenta resistencia cruzada con los grupos de principios activos conocidos (Elizondo y Murguido, 2010).

### Modo de Acción

Cuando se aplica al follaje, Spirotetramat penetra en la cutícula de la hoja y se trasloca como Spirotetramat-enol a través del xilema y floema hasta los brotes en

crecimiento y hasta las raíces. Este sistémico bidireccional asegura el control de plagas ocultas en la planta y suelo, también protege los nuevos brotes (Schirmer, Jeschke y Witschel, 2012).

### **Mecanismo de Acción**

Inhibición la lipogenesis en los insectos tratados, lo que resulta en la disminución de contenido de lípidos, la inhibición del crecimiento de los insectos más pequeños, y disminución de la capacidad de los insectos adultos de reproducirse. (Hernández *et al.* 2012), impide que el insecto pueda pasar a otro estadio ninfal, se interrumpe su fisiología y metabolismo perdiendo movilidad y la capacidad de alimentarse; como consecuencia el insecto muere (Bayer CropScience, S/F).

### **Características del Coadyuvante.**

Es una mezcla de aceites de semillas metilados altamente refinados en combinación con tensoactivos no iónicos especializados; basados en organosilicona. El componente de aceite proporciona una excelente penetración, mientras el tensoactivo proporciona alta eficacia en difusión y cobertura.

### **Ingrediente activo**

Mezcla de polialquilenóxido, polidimetilsiloxano modificado, emulsificantes selectos y aceites metilados de semilla (Bayer CropScience, 2005).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Ubicación del Experimento**

El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila en las coordenadas latitud 25°21'16 N y 101°02'17 W, durante el periodo marzo-mayo de 2013. En el estado fenológico del ajo en formación de bulbo, no se hizo ninguna aplicación de productos antes de este experimento.

### **Producto Evaluado**

El insecticida evaluado Spirotetramat corresponde a la formulación Movento® OD (Dispersión en aceite, 150 g de i.a. L<sup>-1</sup>) y en uno de los tratamientos se usó el coadyuvante (mezcla de polialquilenóxido, polidimetilsiloxano modificado, emulsificantes selectos y aceites metilados de semilla) Dyne amic® (solución concentrada, 908 g de i.a. L<sup>-1</sup>).

### **Identificación de Especie**

Se recolecto una muestra de thrips en tubos de ensayo con alcohol al 70%; los insectos obtenidos se trasladaron al laboratorio de Taxonomía de Insectos y Ácaros del departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo. Para su montaje se utilizó líquido de Hoyer. Para la identificación de especies se utilizaron las Claves de Mound L.A. y Kibby G., determinando *F. occidentalis* en todos los casos

## Aplicación del Insecticida Spirotetramat

La primera aplicación se realizó al detectarse alta población de la plaga en todos los surcos, promedio mínimo de 176 y máximo 260 individuos entre adultos e inmaduros entre los surcos asignados para cada tratamiento

Las aplicaciones se realizaron a las 7:00 am cuando el viento es casi nulo para evitar el efecto de la deriva y contaminación entre tratamientos. Se utilizó una bomba motorizada marca Mitsubishi con capacidad de 25 litros equipada con doble lanza y boquillas de abanico, previamente calibrado. Se realizaron tres aplicaciones con los tratamientos que se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos utilizados contra *Frankliniella occidentalis* en ajo en Buenavista, Coahuila, México.

Tratamiento	Producto	Ingrediente activo	Dosis L/ha
1	Testigo	NA	0.0
2	Movento*	Spirotetramat	0.3
3	Movento	Spirotetramat	0.4
4	Movento	Spirotetramat	0.5
5	Movento + Dyne amic**	Spirotetramat + ***	0.4 + 0.5

\*Producto formulado por Ha

\*\*Litros por cada 100 litros de agua

\*\*\*Mezcla de polialquilenóxido, polidimetilsiloxano modificado, emulsificantes selectos y aceites mutilados de semilla

En la Figura 3 se muestra los momentos de aplicación de los tratamientos en el cultivo de ajo y los días transcurridos con respecto a la primera, entre la segunda y la tercera aplicación fueron 10 días

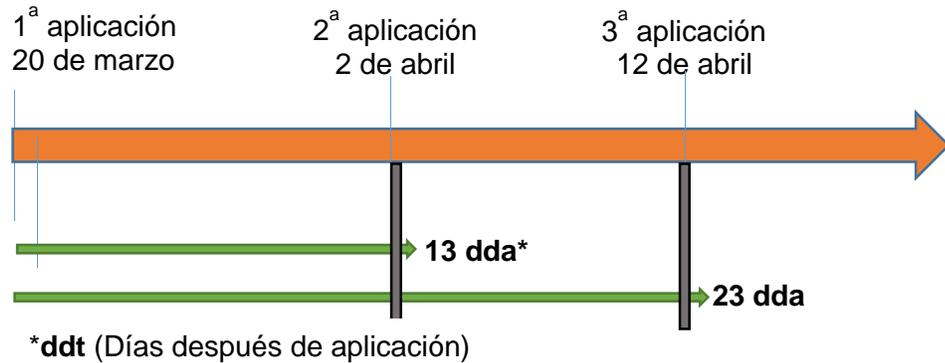


Figura 3. Fechas de aplicación de Spirotetramat en ajo para control de *Frankliniella occidentalis*.

### Frecuencia de Evaluación

Las evaluaciones sobre la población de adultos e inmaduros fueron realizadas por conteo de individuos vivos; inspección visual directa, en muestras de 5 plantas tomados al azar de manera representativa para cada tratamiento, los cuales mediante bolsas plásticas se llevaron al laboratorio del Departamento de Parasitología. Las evaluaciones sobre la población de adultos e inmaduros se realizaron contabilizando la cantidad de individuos vivos por planta.

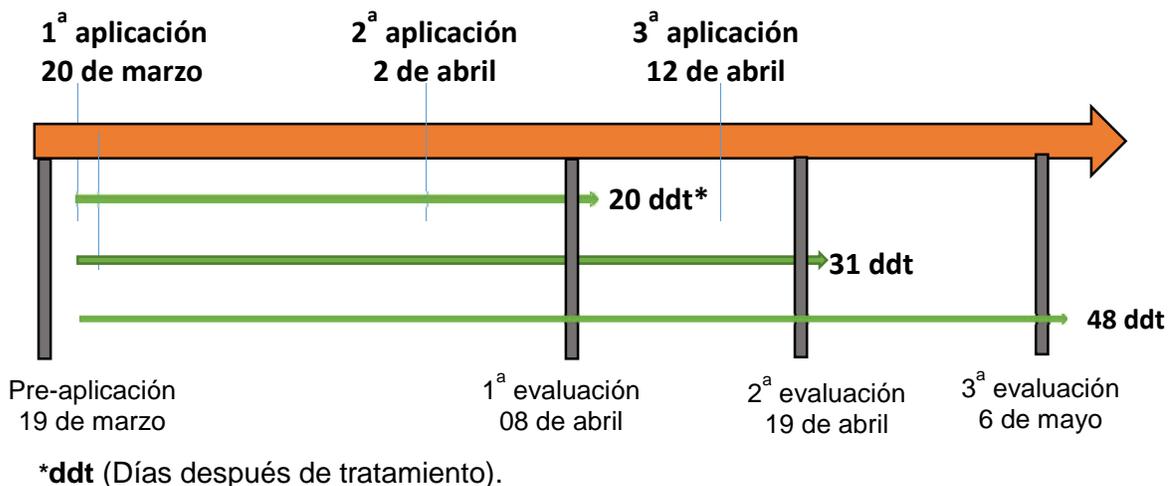


Figura 4. Fechas de evaluación de los tratamientos sobre la población de los thrips

Se realizó una evaluación antes de hacer la primera aplicación para obtener la población promedio en el área determinado para cada tratamiento y tenerlo como control Figura 4; también se muestra las fechas de las evaluaciones realizadas para la estimación de eficacia y los días transcurridos respecto a la primera aplicación.

### **Análisis Estadístico.**

Los valores de cada conteo se expresaron en promedio de thrips (adultos e inmaduros) por planta. Con los datos obtenidos de cada conteo de los tratamientos se realizó el cálculo de eficacia aplicando la fórmula de Henderson y Tilton, posteriormente se compararon estadísticamente las medias por la prueba de Tukey ( $p= 0.05$ ) para cada fecha de evaluación mediante el programa computarizado SAS versión 9.1.3 con el objeto de determinar la diferencia entre tratamientos

La fórmula de Henderson y Tilton se utiliza para calcular el % de eficacia en cada tratamiento atendiendo las diferentes condiciones de ensayo. Es empleado para calcular la eficacia en ensayos de plaguicidas con infestación de individuos vivos y poblaciones no uniformes (López, Duran y Cuervo, 2010).

$$\% \text{ corregido} = 1 - \frac{n \text{ en el } C_0 \text{ antes del tratamiento} * n \text{ el T despues del tratameinto}}{n \text{ en el } C_0 \text{ despues del tratamiento} * n \text{ el T antes del tratameinto}} * 100$$

Dónde: n= Población de insectos, T= tratado, C<sub>0</sub>= Control

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el estudio se presentan en dos apartados, primero se refiere a la fluctuación de la población de thrips en términos de individuos vivos encontrados después de cada evaluación y el segundo apartado corresponde a la estimación de porcentaje de control de los tratamientos obtenido de cada evaluación.

### Fluctuación de Población de Thrips.

En el cuadro 2 se muestra la evaluación de pre aplicación el cual determinó el momento de la primera aplicación. El conteo realizado reflejó un valor mínimo de 176 y un máximo de 260 individuos por planta. Al realizar el análisis estadístico no se detectó diferencia significativa en el área determinada para cada tratamiento (Coeficiente de variación; 29.69%). Aun en condición de campo en que se realizó el estudio se encontró con una población homogénea.

Cuadro 2. Promedio de individuos (inmaduros y adultos) vivos de *Frankliniella occidentalis* encontrados en pre aplicación y las respectivas evaluaciones realizadas en ajo.

Ingrediente activo	Tratamiento	19 de marzo Pre aplicación	20 dd1 <sup>a</sup>	31 dd1 <sup>a</sup>	48 dd1 <sup>a</sup>
N/A	(1) Testigo	176.8 A	188.8 A	163.6 A	3.8 A
Spirotetramat	(2) 0.3 li/ha	187.8 A	158.6 A	84.6 B	4.4 A
Spirotetramat	(3) 0.4 li/ha	225.4 A	158.8 A	55.8 B	4 A
Spirotetramat	(4) 0.5 li/ha	195.4 A	194.4 A	43.4 B	1 A
Spirotetramat*	(5) Mezcla	260 A	126 A	19.4 B	0.8 A
	C.V.	29.69%	34.20%	64.89%	110.31%

\*Más polialquilenóxido, polidimetilsiloxano modificado, emulsificantes selectos y aceites metilados de semilla.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey a 95% de confianza.

De acuerdo a la comparación de medias en la evaluación 20 días después de la primera aplicación (dd1<sup>a</sup>) no se encontró diferencia significativa como se observa en el cuadro 2 testigo y tratamientos con la misma letra "A", aun cuando el tratamiento de la mezcla de insecticida más coadyuvante de 260 individuos en promedio encontrados antes de la aplicación se redujo a 126 individuos 20 dd1<sup>a</sup>. Los tratamientos de solo insecticida mostraron un patrón decreciente pero no de manera notable.

31 dd1<sup>a</sup> todos los tratamientos presentaron diferencia significativa respecto al testigo presentando tendencia de mayor dosis mayor mortalidad en los tratamientos de solo insecticida. La mezcla de insecticida más coadyuvante fue el que mayor mortalidad causó, encontrando en promedio 19.4 individuos por planta mientras que en el testigo se encontró 163 individuos.

La Figura 5 muestra gráficamente la fluctuación de la población de thrips de cada evaluación; 20 dd1<sup>a</sup> muestran un patrón decreciente esperado por la aplicación de los tratamientos, sin embargo, solo se observó un cambio significativo en el tratamiento de la mezcla del insecticida más coadyuvante, mientras que en la fluctuación del testigo se observa un ligero incremento.

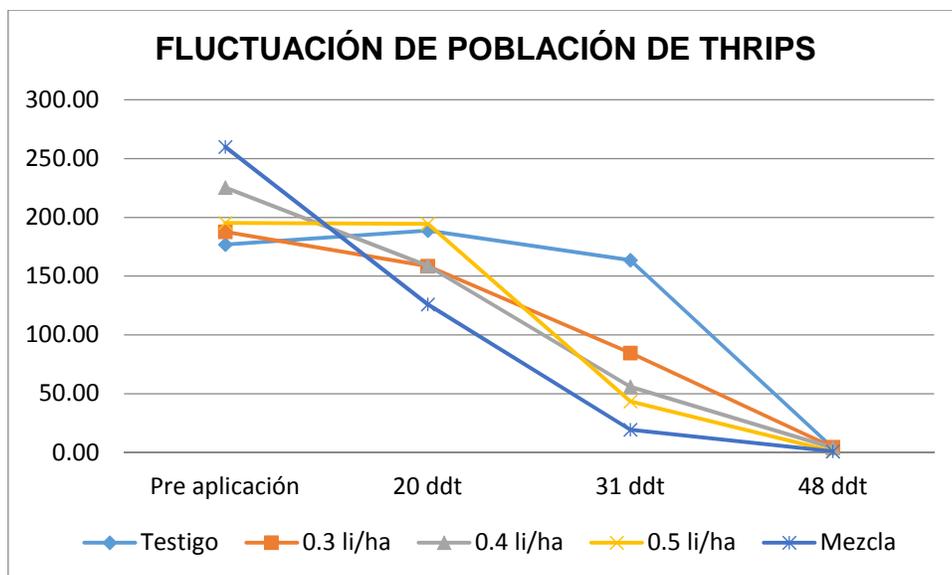


Figura 5. Fluctuación poblacional de *Frankliniella occidentalis* en ajo considerando todas las evaluaciones. Buenavista, Coahuila, México

Hasta 31 dd1<sup>a</sup> todos los tratamientos mostraron marcadamente el efecto sobre la población, los de solo insecticida muestran mayor disminución de la población a mayor dosis. El efecto del tratamiento del insecticida más coadyuvante mostró una reducción de la población casi de manera lineal hasta 31 dd1<sup>a</sup>, en tanto que la población en el testigo no difirió significativamente respecto a las anteriores evaluaciones.

Para la última evaluación; 48 dd1<sup>a</sup> los tratamientos muestran tendencia de mortalidad sobre la población de thrips, aunque en el testigo se observó una drástica disminución de la población; se sugiere que las temperaturas pueden ser un factor determinante de la irregular incidencia de *F. occidentalis*, tres días antes de hacer la evaluación se tienen registradas temperaturas mínimas; 1.6, 4°C y 3°C según datos de clima de Saltillo, Coahuila (2013). Contreras et al. (1998), reportan mortalidad casi absoluta a 4°C en un corto plazo de tiempo; mientras que a 5°C se detiene totalmente el desarrollo y causando determinado nivel de mortalidad en todos los

estadios, efecto similar reportan a 8°C. También se le pudiera atribuir la etapa fenológica del cultivo que estaba muy próximo a cosecha.

### Porcentaje de Control de los Tratamientos.

Respecto al porcentaje de control obtenido de cada tratamiento y las respectivas evaluaciones, el Cuadro 3 muestra que 20 dd de la primera aplicación y 7 dd de la segunda aplicación, todas las dosis de Spirotetramat controlaron a los thrips aun a la dosis más baja; de acuerdo a la comparación de medias de Tukey todas las dosis presentaron diferencia significativa en relación al testigo, sin embargo, cabe comentar que se encontró un alto número de individuos vivos (ninfas y adultos).

Cuadro 3 Eficacia obtenida de cada evaluación expresado en % y comparación de medias de los tratamientos.

Tratamiento	% de control (H&T)					
	20 dd1 <sup>a</sup> a*		31 dd1 <sup>a</sup> a		48 dd1 <sup>a</sup> a	
(1) Testigo	0.00	B	0.00	C	0.00	B
(2) 0.3 L/ha	39.27	A B	84.46	B	28.28	A B
(3) 0.4 L/ha	50.14	A	91	A	44.29	A B
(4) 0.5 L/ha	25.88	A B	91.03	A	71.24	A
(5) Mezcla	52.84	A	97.18	A	79.6	A
C.V.	66.75%		4.49%		71.23%	

\*Días después de la primera aplicación

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey a 95% de confianza.

En la evaluación 31 dd de la primera aplicación y 7 dd de la tercera aplicación; todos los tratamientos alcanzaron los niveles más altos de control ya que la dosis más baja mostro un porcentaje de control de 84.46% y en el tratamiento en mezcla respecto al de 0.4 L/ha de solo insecticida; el porcentaje de mortalidad de thrips aumento el control de 91% a 97.18% respectivamente. El control obtenido de los

tratamiento tres y cuatro fueron similares, como se aprecia de forma gráfica en la Figura 6.

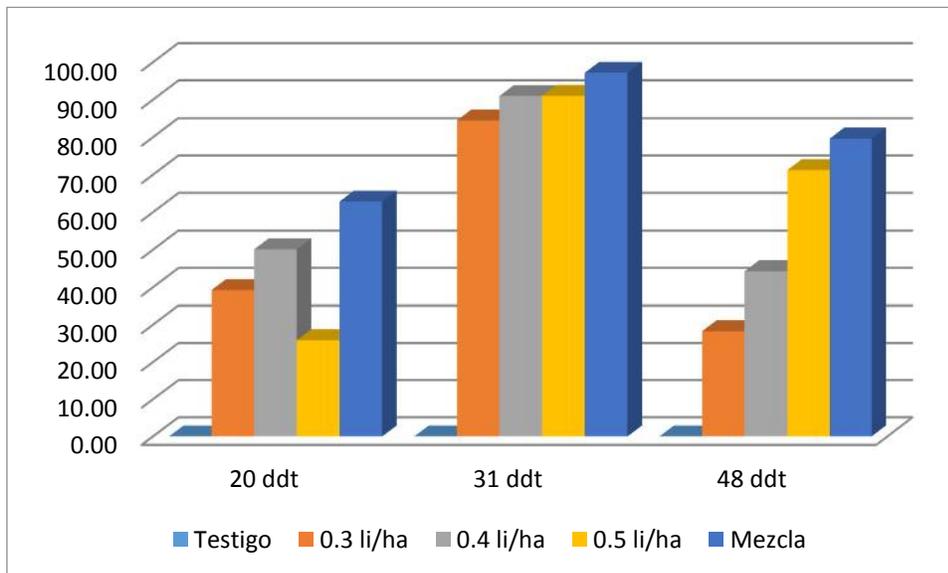


Figura 6. Porcentaje de control obtenido en thrips *Frankliniella occidentalis* para cada evaluación.

La última evaluación realizada 48 dd1<sup>a</sup>, aun con bajo números de thrips (inmaduros y adultos) dada la baja población también en el testigo comparados con la de pre aplicación Cuadro 2, los datos indicaron una tendencia semejante a la encontrada 31 dd1<sup>a</sup>, demuestra que el insecticida es bastante persistente.

El efecto inicial de Spirotetramat en campo para control de thrips fue lento; pero constante y en ascenso. Kay y Herron (2010) reportan haber alcanzado 91.2% de efectividad sobre *F. occidentalis* a los 13 días en cultivo de chile y Gíllen, Navarro y Bielza (2014), reportan haber obtenido el máximo nivel de mortalidad a los 7 - 9 días después de exposición, pero en condiciones de laboratorio; además citan que el efecto lento de Spirotetramat se ha reportado en otras plagas como escamas, pulgones, cochinillas, psílidos y ácaros.

Elizondo y Murguido (2010), en poblaciones de *Thrips palmi* y *Bemisia tabaci* encontraron mayor efectividad biológica hasta 10 días después de la aplicación en cultivo de papa.

## **CONCLUSIÓN**

Spirotetramat controló eficazmente la población de thrips 31 días después de realizar la primera aplicación.

El tratamiento de la mezcla de insecticida a dosis de 0.4 L/ha más coadyuvante fue el mejor tratamiento, obteniendo un control de 97.18%. La dosis más alta de solo insecticida 0.5 L/ha obtuvo un control de 91.03%.

Por el reducido número de moléculas eficientes para el manejo de la plaga en estudio, resulta básico incluirlo dentro de los programas de manejo integrado. Estudios previos reportan no causar resistencia cruzada con insecticidas de otros grupos toxicológicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta Rodríguez, Gerardo Francisco; Luján Favela, Manuel; Parra Quezada, Rafael Ángel. (2008). Crecimiento y rendimiento de cultivares de ajo en Delicias, Chihuahua, México. *Agricultura Técnica en México*, abril-junio, 177-188.
- Atlas Agropecuario y Pesquero, 2012. SIAP. [En línea] Disponible en <<http://www.siap.gob.mx/atlas/Ajo.html>> (Revisado el 20 de marzo de 2013).
- Auxiliadora, María J., Ulacio, D., Perdomo, W. y Briceño, E. 2009. Micobiota y nematodos asociados con la rizosfera y raíz en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.). *Bioagro* 21(3): 209-216.
- Barrientos, Zaidett L. 2003. *Zoología general*. Editorial Universidad a Distancia, San José Costa Rica, p. 288.
- Bayer CropScience. 2005. Productos fitosanitarios. [En línea] Disponible en <<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/legamb/Dyne-Amic.pdf>> (Revisado el 16 de febrero de 2015).
- Bayer CropScience S/F. Centroamérica y en caribe. [En línea] Disponible en <[http://www.bayercropscience-ca.com/contenido.php?id=163&id\\_prod=610](http://www.bayercropscience-ca.com/contenido.php?id=163&id_prod=610)> (Revisado el 16 de febrero de 2015).
- Bianco, Cesar A. *et al.*, 2004. La hoja: Morfología externa y anatomía. Primera edición Córdoba, Universidad Nacional de Rio Cuarto, p.43
- Bújanos, M. R, Y Marín, J. A. 2000. Plagas: descripción, daños y control. In: El ajo en México. Origen, mejoramiento genético, tecnología de producción. Libro Técnico Núm. 3. Comps. E. Heredia G. y F. Delgadillo S. Campo Experimental Bajío. INIFAP. León, Gto. Mex. 60 p.

- Capinera, J. 2001. Handbook of vegetable pest. CADEMIC PRESS, USA, pp. 547-548.
- Cárdenas, E. y Corredor, D., 1989. Biología de thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) sobre crisantemo *Chrysanthemum morifolium* L. bajo condiciones de laboratorio. Agronomía Colombiana, 1989. Vol. VI, págs. 71-77
- Carhuaricra E., Karina; Olivera S., Julio; Gonzales A., Javier; Rodríguez L., Juan. (2012). Introducción y multiplicación in vitro del cultivo de ajo variedad Morado Barranquino. Revista Peruana de Biología, Diciembre, 341-344.
- Castresana, J., Gagliano, E., Puhl, L., Bado, L.V., Castresana, M., 2008. Atracción del Thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) con Trampas de Luz de un Cultivo de *Gerbera jamesonii* (G.). IDESA (Chile), Volumen 26, No. 3, Páginas 51-56
- Chávez, M. 2010. Guía técnica para el área de influencia del campo experimental Costa de Hermosillo. INIFAP, Guía Técnica No. 1, ISBN: 978-607-425-433-4, p. 100
- Claridades Agropecuarias, 1999. ACERCA, México, D.F. Número 68. Abril
- Clima de Saltillo, Coahuila, México 2013. [En línea] Disponible en <[http://www.tutiempo.net/clima/Saltillo\\_Coah/05-2013/763900.htm](http://www.tutiempo.net/clima/Saltillo_Coah/05-2013/763900.htm)> (Revisado el 20 de febrero de 2015).
- Contreras, J.; Pedro, A.; Sánchez, J. A. y Lacasa, A., 1998: Influencia de las temperaturas extremas en el desarrollo de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). Bol. San. Veg. Plagas, 24(2):251-266
- DE LUIS, R. ALLER. Ajo y riesgo cardiovascular. An. Med. Interna (Madrid) Vol. 25, N.º 5, pp. 237-240
- Delgadillo, 2000. Enfermedades: descripción y tratamiento. In: El ajo en México. Origen, mejoramiento genético, tecnología de producción. Libro Técnico Núm.

3. Comps. E. Heredia G. y F. Delgadillo S. Campo Experimental Bajío. INIFAP. León, Gto. Mex. 60 p.

Delgadillo, Sánchez, Felipe; Zavaleta, Mejía, Emma; Osada, Kawasoe, Seiji; Arévalo, Valenzuela, Alfredo; González, Hernández, Víctor A.; Nieto, Ángel, Daniel; Torres, Pacheco, Irineo. 2002. Densidad de inóculo de *Sclerotium cepivorum* berk. y su control mediante tebuconazole en ajo (*Allium sativum* L.). Revista Fitotecnia Mexicana, octubre-diciembre, 349-354.

Diccionario de Especialidades Agroquímicas (DEAC) 2012 y 2015 [En línea] Disponible en <<http://www.agroquimicos-organicosplm.com/strepto-100-2015-3#inicio>> (Revisado el 20 de febrero de 2015).

Elizondo, Ana y Murguido, Carlos. 2010. Spirotetramat, nuevo insecticida para el control de los insectos chupadores en el cultivo de la papa. Fitosanidad, Ciudad de la Habana, Vol. 14, pp. 239-234.

Espinosa, M. P. 2003. Ajo: Principales plagas y enfermedades en el cultivo del ajo. Identificación de las demandas tecnológicas de la cadena agroalimentaria de ajo. Fundación Produce Querétaro

Figuroa, U. 2010. Enfermedades Provocadas por Virus en el cultivo de ajo en el Centro Norte de México. INIFAP, Centro de Investigación Regional Norte Centro

Fritsch, R. M. and Friesen, N. 2002. Evolution, Domestication and Taxonomy. In *Allium Crop Science: Recent Advances*, Edited by H. D. Rabinowitch and L. Currah. CABI Publishing. p 5-30.

Funderbuck, Joe 2009. Management of the western flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) in fruiting vegetables. Florida Entomologist 92(1)

Gaceta del senado de la Republica, 2008. [En línea] Disponible en <<http://www.inforural.com.mx/spip.php?article21008>> (Revisado el 5 de mayo de 2014).

- Gao, Lain., Lei Zhongren y Reitz, R. Stuart 2012. Western flower thrips resistance to insecticides: detection, mechanisms and management strategies. Society of Chemical Industry. DOI 10.1002/ps.3305
- Gerardo Francisco Acosta-Rodríguez 2008. Crecimiento Y Rendimiento De Cultivares De Ajo En Delicias, Chihuahua, México. Agric. Téc. Méx vol.34 no.2
- Gillott, Cedric 2005. The hemipteroid orders. Entomology. Third Edition, Editorial Springer, p. 235
- Goldarazana, Arturo. s/f. Contribución al conocimiento de la fauna del orden Thysanoptera (clase insecta, orden Thysanoptera) en Euskal Herria. Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario.
- Guillen, J.; Navarro. M, y Bielza, Pablo. 2014. Cross-Resistance and Baseline Susceptibility of Spirotetramat in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). JOURNAL OF ECONOMIC ENTOMOLOGY Vol. 107, no. 3
- Guiñes, Abdón S. 1991. Control del nematodo del tallo y de los bulbos, *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Filipjev, en cultivo de ajo (*Allium sativum* L.). Agricultura técnica, Chile 51 (3): 233-236.
- Hadlington, Phillio W., Johnston, Judith A. 1998. An introduction to Australian insects. Revised Edition, Sydney Australia, p. 32
- Heredía, Adalberto Z., 1985. Guía para cultivar ajo en el bajío. Folleto para productores número 17. INIFAP
- J. Eilenberg y H.M.T. Hokkanen 2006. An ecological a societal approach to biological control, 1-11. Springer.
- Kerh, Elizabeth L., 2002. Cultivo de ajo "*Allium sativum* L." para la zona sur de Chile. Boletín No. 84, Ministerio de Agricultura, Chile.
- Klors, A. y Klots, E. 1973. El mundo de la naturaleza. Los insectos, 4<sup>ta</sup> ed. Barcelona: Ed Seix Barral. p. 78-98

- Kontsedalov, S., Weintraub, P.G., Horowitz, A.R. y Ishaaya, I. 1998. Effects of Insecticides on Immature and Adult Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) in Israel. *J. Econ. Entomol.* 91(5): 1067-1071
- Lacasa, A.P., Sanchez, J.A., et.al 1990. Entomología Agroforestal: Insectos y acaros que dañan motes, cultivos y jardines. Agrotécnicas S.L., España, pp.603, 609-613, 651-652
- Lagunes, Erika 2009. Transformación genética de ajo (*Allium sativum* L.) mediante *Agrobacterium tumefaciens*. Montecillo, Texcoco. Edo de México 2009, pp. 17
- Loomans, A.J.M., 2003. Parasitoids as Biological Control Agents of Thrips Pest. ISBN: 90-5808-884-7, p. 4
- Luro, Pedro 1982. Cultivo de ajo colorado, análisis de costos y evolución económica para una hectárea. IICA, VADEMECUM, Tomo V, p.3
- Macias, V. L. M., Robles, E. F. J. y Velásquez, V. R. 2000. Guía para que los productores de ajo seleccionen su semilla. Folleto para Productores Núm. 27. Campo Experimental Pabellón – INIFAP. Aguascalientes, Ags., México. p. 12
- Mound, L.A. y Kibby 2005. Thysanoptera: An Identification Guide. Cab International 2<sup>nd</sup>, London.
- Mirabal, L. 2003. Los ácaros depredadores como agentes de control biológico. *Rev. Protection Veg.* Vol. 18 No. 3, 145-152
- Mishra, S.R., 2004. Virus and plant diseases. DISCOVERY PUBLISHING HOUSE, ISBN 81-7141-719-5, p. 82
- Nicholls, Clara I. E. 2008. Control biológico de insectos un enfoque agroecológico. Editorial Universidad de Antioquia, Colombia, p. 56
- O'Donnell, Cheryle A., 2007. Color morphology of the western flower thrips of California and virus vector. Department of Entomology University of California, p. 5

- ODEPA, AGOSTO DE 2014. El mercado del ajo. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. [En línea] Disponible en <[http://www.odepa.cl/wpcontent/files\\_mf/1408548688Ajo201408.pdf](http://www.odepa.cl/wpcontent/files_mf/1408548688Ajo201408.pdf)> (Revisado el 20 de febrero de 2015).
- Olvera, J. *et al.*, s/f. El ajo mexicano, una historia de eficiencia y calidad. Revista Claridades agropecuarias. D.F, [En línea] Disponible en :< <http://www.aserca.gob.mx/sicsa/claridades/revistas/068/ca068.pdf>> (Revisado el 20 de febrero de 2015).
- P. J. Espinosa, J. F. Fuentes, J. Contreras, P. Bielza, A. Lacasa, 2002. Método de cría en masa de *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Bol. San. Veg. Plagas*, 28: 385-390, 2002
- Peña-Iglesias, A. 1988.El ajo: virosis, fisiopatías y selección clonal y sanitaria. I Parte teórico descriptiva. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 14:461-483.
- Pérez Moreno, Luis; Palemón Alberto, Enrique; Ayvar Serna, Sergio; Cevallos Ruiz, Efrén. (2005). Adaptación de cultivares de ajo morado y blanco (*Allium sativum* L.) en Acatlán, Guerrero, México. *Acta Universitaria*, enero-abril, 55-65.
- Pérez-Moreno, L., Navarro-León, M.J., Ramírez-Malagón, R. y Mendoza-Celedón, B. 2010. Impacto e Identificación de Virus Fitopatógenos Sobre Rendimiento y Calidad del Ajo (*Allium sativum* L), en el Estado de Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 28:97-110.
- Rabinowitch, H. D., and Currah, L. 2002. *Allium Crop Science: Recent Advances*. CABI Publishing. Wallingford, Oxon, U.K. p. 515
- Rahman, Touhidur; Spafford, Helen; Broughton, Sonya 2011. Use of spinosad and predatory mites for the management of *Frankliniella occidentalis* in low tunnel-grown strawberry. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, DOI: 10.1111/j.1570-7458.2012.01221.x
- Reveles, Manuel H., *et al.*, 2009. Tecnología para cultivar ajo en Zacatecas. Libro técnico No. 11, INIFAP, Zacatecas, México

- Roques, A., 2006. Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe. En <[http://www.europe-aliens.org/pdf/Frankliniella\\_occidentalis.pdf](http://www.europe-aliens.org/pdf/Frankliniella_occidentalis.pdf)> consultado el 8 de febrero de 2015
- Ross, H. 1968. Introducción a la entomología. Trad Miguel Fuste. Barcelona: Omega, pp. 272-275.
- Sampson, Clare 2013. Uso de feromonas de agregación de *Frankliniella occidentalis* para monitoreo y captura masiva. School of Life Sciences, Keele University, Staffordshire. [En línea] Disponible en <[http://www.feromonasmurcia.es/Ponencias2013/05\\_texto\\_ponencia\\_Clare\\_Sampson.pdf](http://www.feromonasmurcia.es/Ponencias2013/05_texto_ponencia_Clare_Sampson.pdf)> (Revisado el 8 de febrero de 2015).
- Sarita, V. 1995. Cultivo de ajo. Serie Cultivos, Boletín Técnico No. 5, segunda edición, Fundación de Desarrollo Agropecuario. República dominicana, p. 24
- SIAP 2013. [En línea] Disponible en <[http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=51](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=51)> (Revisado el 5 de mayo de 2014).
- Soto, Gerardo A. R. y Retana, Axel P. S. 2003. Clave ilustrada para los géneros de Thysanoptera y especies de *Frankliniella* presentes en cuatro zonas hortícolas en Alajuela, Costa Rica. Agronomía Costarricense 27(2): 55-68.
- Teran, Oscar (1984). *El cultivo del ajo*. La Paz, Bolivia, Plural Editores pp. 15,16
- Triplehorn, Charles; Johnson, Norman y Borror, Donal. 2005. Study of Insect. Septima Edición
- Valadez, Artemio L. 1997. *Producción de hortalizas*. México, D.F. Editorial Limusa, p. 95, 96
- Velásquez, V. R., Amador, R. Mario D. y Reveles, H. Manuel 2008. Logros y rezagos en la investigación fitopatológica realizada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) en Aguascalientes y Zacatecas. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, No. 42 (4-10).

Velásquez, V. R., y Medina, A.M.M. 2004. Guía para Conocer y Manejar las Enfermedades más Comunes de la Raíz del Ajo en Aguascalientes y Zacatecas. Folleto para Productores No. 34. Campo Experimental Pabellón-CIRNOC-INIFAP. Aguascalientes, Aguascalientes, México, p. 13

Velásquez, Valle, Rodolfo; Medina, Aguilar, María Mercedes. (2004). Características Vegetativas y Susceptibilidad de Variedades de Ajo (*Allium sativum* L.) Infechadas por *Fusarium* spp. . Revista Mexicana de Fitopatología, diciembre, 435-438.

Willmott, A., Cloyd, R. y Yan, K. 2013. Efficacy of Pesticide Mixtures Against the Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) Under Laboratory and Greenhouse Conditions. Horticultural Entomology, Vol. 106, No. 1, pp. 247-256

## APÉNDICE

Cuadro 4. Individuos vivos registrados en la evaluación pre aplicación; 19 de Marzo

*Individuos vivos*

	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
T1	102	114	250	205	213	176.8
T2	230	174	228	217	90	187.8
T3	275	215	260	160	217	225.4
T4	236	250	94	217	180	195.4
T5	300	315	330	180	175	260

Cuadro 5. Individuos vivos registrados en la evaluación; 20 dd1ªa

*Individuos vivos*

	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
T1	144	263	219	148	170	188.8
T2	140	155	198	110	190	158.6
T3	285	110	170	160	69	158.8
T4	204	168	140	287	173	194.4
T5	181	140	62	152	95	126

Cuadro 6. Individuos vivos registrados en la evaluación; 31 dd1ªa

*Individuos vivos*

	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
T1	280	186	217	51	84	163.6
T2	105	101	124	74	19	84.6
T3	52	49	92	41	45	55.8
T4	24	48	37	60	48	43.4
T5	33	18	15	22	9	19.4

Cuadro 7. Individuos vivos registrados en la evaluación; 48 dd1<sup>a</sup>

<i>Individuos vivos</i>						
	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
<b>T1</b>	2	10	2	2	3	3.8
<b>T2</b>	8	2	7	0	5	4.4
<b>T3</b>	2	2	0	12	4	4
<b>T4</b>	0	3	1	0	1	1
<b>T5</b>	0	1	0	2	1	0.8

Cuadro 8. Estimación de eficacia obtenido en % (H&T), 20 dd1<sup>a</sup>

	R1	R2	R3	R4	R5
<b>T1</b>	0	0	0	0	0
<b>T2</b>	56.884058	36.901341	38.4868421	64.093702	0
<b>T3</b>	26.5909091	63.7596899	53.6858974	29.1666667	77.4769585
<b>T4</b>	38.7711864	52.4	0	6.3172043	31.9212963
<b>T5</b>	57.2638889	68.5185185	86.6919192	40.1851852	61.547619

Cuadro 9. Estimación de eficacia obtenido en % (H&T), 31 dd1<sup>a</sup>

	R1	R2	R3	R4	R5
<b>T1</b>	0	0	0	0	0
<b>T2</b>	83.3695652	78.8546798	80.1879699	87.5773535	92.3095238
<b>T3</b>	93.1116883	91.6976744	87.1098901	90.6651786	92.445688
<b>T4</b>	96.2953995	93.0057143	85.6610942	89.9275839	90.2857143
<b>T5</b>	95.9928571	97.9183673	98.3441558	95.547619	98.1265306

Cuadro 10. Estimación de eficacia obtenido en % (H&T), 48 dd1<sup>a</sup>

	R1	R2	R3	R4	R5
<b>T1</b>	0	0	0	0	0
<b>T2</b>	0	41.3793103	0	100	0
<b>T3</b>	62.9090909	52.5581395	100	0	5.99078341
<b>T4</b>	100	38.8	45.7446809	100	71.6666667
<b>T5</b>	100	83.8095238	100	43.3333333	70.8571429

Cuadro 11. Análisis de varianza aplicado a la evaluación pre-aplicación para determinar la homogeneidad de la población de *Frankliniella occidentalis*.

Dependent Variable: Individuos vivos pre aplicación

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Model	4	24044.24	6011.06	1.54	0.2293
Error	20	78138	3906.9		
Corrected Total	24	102182.24			

Coeff Var: 29.69%

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Tukey Grouping	Mean	N	trat
A	260.00	5	5
A	232.40	5	3
A	195.40	5	4
A	187.80	5	2
A	176.80	5	1

Cuadro 12. Análisis de varianza y comparación de medias de los individuos vivos encontrados en cada evaluación; 20, 31 y 48 dd1<sup>ª</sup>a.

Dependent Variable: **Individuos vivos, 20 dd1<sup>ª</sup>a**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Model	4	15153.44	3788.36	1.19	0.3476
Error	20	63936	3196.8		
Corrected Total	24	79089.44			

Coeff Var: 34.20%

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Tukey Grouping	Mean	N	trat
A	194.40	5	4
A	188.80	5	1
A	158.80	5	3
A	158.60	5	2
A	126.00	5	5

Dependent Variable: **Individuos vivos, 31 dd1<sup>aa</sup>**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Model	4	61936.16	15484.04	6.83	0.0012
Error	20	45333.6	2266.68		
Corrected Total	24	107269.76			

Coeff Var: 64.89%

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Tukey Grouping	Mean	N	trat
A	163.60	5	1
B A	84.60	5	2
B	55.80	5	3
B	43.40	5	4
B	19.40	5	5

Dependent Variable: **Individuos vivos, 48 dd1<sup>aa</sup>**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Model	4	61.2	15.3	1.6	0.2123
Error	20	190.8	9.54		
Corrected Total	24	252			

Coeff Var: 110.31%

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Tukey Grouping	Mean	N	trat
A	4.400	5	2
A	4.000	5	3
A	3.800	5	1
A	1.000	5	4
A	0.800	5	5

Cuadro 13. Análisis de varianza y comparación de medias de la eficacia estimada H&T de las evaluaciones realizadas; 20, 31 y 48 dd1<sup>a</sup>

**Dependent Variable: Control 20 dd1<sup>a</sup>**

Source	DF	Sun of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	9321.91313	2330.47828	4.62	0.0083
Error	20	10078.03185	503.90159		
Corrected Total	24	19399.94498			

Coeff Var: 66.75%

Eficacia Mean: 33.62%

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Tukey Grouping	Mean	N	trat
A	52.84	5	5
A	50.14	5	3
B A	39.27	5	2
B A	25.88	5	4
B	0.00	5	1

**Dependent Variable: Control 31 dd1<sup>a</sup>**

Source	DF	Sun of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	33472.11194	8368.02798	783.65	<.0001
Error	20	213.56504	10.67825		
Corrected Total	24	33685.67698			

Coeff Var: 4.49%

Control Mean: 72.73%

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Tukey Grouping	Mean	N	trat
----------------	------	---	------

A	97.186	5	5
A	91.035	5	4
A	91.006	5	3
B	84.460	5	2
C	0.000	5	1

**Dependent Variable: Control 48 dd1<sup>aa</sup>**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	20952.54768	5238.13692	5.17	0.0050
Error	20	20260.26717	1013.01336		
Corrected Total	24	41212.81485			

Coeff Var: 71.23%

Control Mean: 44.68%

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Tukey Grouping	Mean	N	trat
A	79.60	5	5
A	71.24	5	4
B A	44.29	5	3
B A	28.28	5	2
B	0.00	5	1