

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**FUMIGACIÓN DE MOSQUITA BLANCA CON ÁCIDO ACÉTICO,  
EVALUACIÓN EN LABORATORIO Y CAMPO.**

**Por:**

**JOSÉ EMMANUEL AMAYA CARRILLO**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial  
Para obtener el Título de**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Torreón, Coahuila, México**

**Diciembre de 2010**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**FUMIGACIÓN DE MOSQUITA BLANCA CON ÁCIDO ACÉTICO,  
EVALUACIÓN EN LABORATORIO Y CAMPO.**

**Por**

**JOSÉ EMMANUEL AMAYA CARRILLO**

**TESIS**

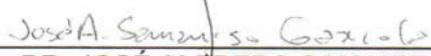
**Que somete a la consideración del Comité asesor, como requisito  
parcial para obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO  
APROBADA POR:**

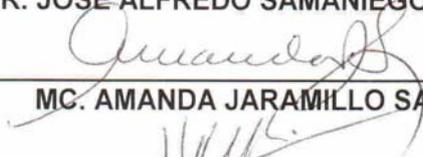
**Asesor  
Principal:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ**

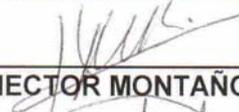
**Asesor:**

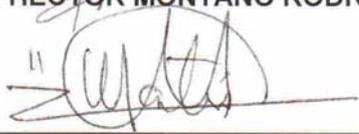
  
\_\_\_\_\_  
**DR. JOSÉ ALFREDO SAMANIEGO GAXIOLA**

**Asesor:**

  
\_\_\_\_\_  
**MC. AMANDA JARAMILLO SANTOS**

**Asesor:**

  
\_\_\_\_\_  
**MC. HECTOR MONTAÑO RODRÍGUEZ**

  
\_\_\_\_\_  
**MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas**

**Torreón, Coahuila, México**

**Diciembre de 2010**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

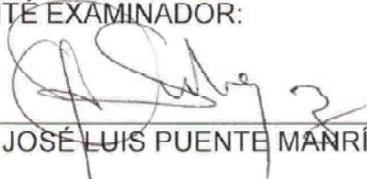
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DEL C. **JOSÉ EMMANUEL AMAYA CARRILLO** QUE SE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

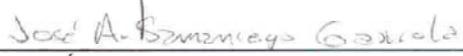
INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ EXAMINADOR:

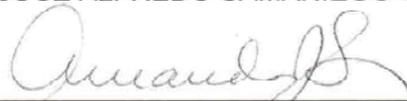
PRESIDENTE

  
DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ

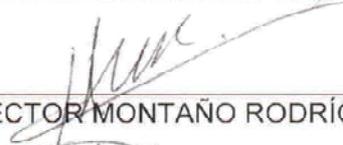
VOCAL

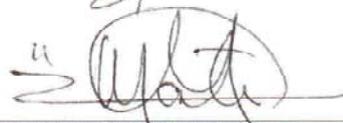
  
DR. JOSÉ ALFREDO SAMANIEGO GAXIOLA

VOCAL

  
MC. AMANDA JARAMILLO SANTOS

VOCAL SUPLENTE

  
MC. HECTOR MONTAÑO RODRÍGUEZ

  
MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2010

## **AGRADECIMIENTOS**

A dios, por darme la vida y después el amor de esta, mi familia.

A mis padres, por el apoyo incondicional de mis padres que estuvieron presentes en cada paso que daba a lo largo de vida, siempre apoyándome e inculcándome valores, valores que sirvieron para salir adelante y luchar contra las adversidades de la vida, les doy las gracias por su amor y comprensión, por el apoyo recibido durante mi formación profesional, Porque gracias a su apoyo y consejos he llegado a realizar la más grande de mis metas. He llegado al final de este camino y en mi han quedado marcadas huellas profundas de éste recorrido. Son Madre tu mirada y tu aliento. Son Padre tu trabajo y esfuerzo.

A mi esposa Laura Melissa Gonzales por estar con migo siempre y en todo momento, por su comprensión y amor que me brindo a lo largo de mi carrera, agradezco todos esos buenos consejos que fueron de gran ayuda para mi formación, porque su apoyo fue incondicional y esencial.

A mis hermanos que me apoyaron cada día, en los buenos y malos momentos, por estar presentes a cada paso que cada en mi trayectoria profesional.

A mis maestros por su tiempo dedicado en mi formación profesional y el esfuerzo que depositaron en mi, agradezco sus enseñanzas y consejos.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>Páginas</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>vii</b>
<b>INTRODUCCIÓN. ....</b>	<b>1</b>
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
Generalidades de la Mosquita Blanca.....	3
Origen y Distribución.....	3
Importancia de la Mosquita Blanca.....	5
La Calabaza.....	5
El Ácido Acético.....	6
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>7</b>
Recolección de Mosquita Blanca.....	7
Manejo y Recuento de Mosquita Blanca.....	7
Tratamientos de Ácido Acético Dosis y Tiempos Medios.....	8
Tratamientos de Ácido Acético Dosis Bajas y Tiempos Prolongados.....	9
Tratamientos de Ácido Acético Dosis Altas y Tiempos Cortos.....	9
Tratamientos en Campo.....	9

<b>RESULTADOS.....</b>	<b>11</b>
<b>DISCUSIÓN. ....</b>	<b>25</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>28</b>
<b>LITERATURA CITADA. ....</b>	<b>30</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Dibujo que representa la forma en la que se recolectó la mosquita.....	8
<b>Figura 2.</b> Supervivencia de mosquita blanca después de fumigarse con ácido acético en dosis medias ( $0-8 \mu\text{g ml}^{-1}$ ) en tiempos medios de (15-60 minutos).....	13
<b>Figura 3.</b> Supervivencia de mosquita blanca después de fumigarse con ácido acético en dosis bajas ( $0-2 \mu\text{g ml}^{-1}$ ) en tiempos largos de (4 a 48 horas).....	16
<b>Figura 4.</b> Supervivencia de mosquita blanca después de fumigarse con ácido acético en dosis altas ( $8-16 \mu\text{g ml}^{-1}$ ) en tiempos cortos de (5 a 10 minutos).....	18
<b>Figura 5. A-C,</b> Supervivencia de mosquita blanca en hojas de cuatro variedades de calabaza fumigadas con ácido acético (AA). <b>A, B y C,</b> fumigación durante 20, 40 o 60 min, respectivamente.....	21
<b>Figura 6 A-D.</b> Porcentaje de daño en las hojas de calabaza expuestas hasta 60 min de fumigación con ácido acético. <b>A,</b> Variedad. <b>B,</b> Variedad. <b>C,</b> Variedad. <b>D,</b> Variedad.....	24

## Índice de Cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Análisis de varianza de la sobrevivencia de mosquita blanca fumigada con ácido acético en dosis medias (hasta $8 \mu\text{g ml}^{-1}$ ) y tiempos medios (hasta 120 minutos).....	11
<b>Cuadro 2.</b> Separación de media de sobrevivencia de mosquita blanca por tiempo de fumigación con ácido acético, en dosis medias (hasta $8 \mu\text{g ml}^{-1}$ ) y tiempos medios (hasta 120 minutos).....	11
<b>Cuadro 3.</b> Separación de media de sobrevivencia de mosquita blanca por dosis de fumigación con ácido acético, en dosis medias (hasta $8 \mu\text{g ml}^{-1}$ ) y tiempos medios (hasta 120 minutos).....	12
<b>Cuadro 4.</b> Análisis de varianza de la sobrevivencia de mosquita blanca fumigada con ácido acético en dosis bajas (hasta $2 \mu\text{g ml}^{-1}$ ) y tiempos largos (hasta 48 horas).....	14
<b>Cuadro 5.</b> Separación de media de sobrevivencia de mosquita blanca por dosis de fumigación con ácido acético, en dosis bajas (hasta $2 \mu\text{g ml}^{-1}$ ) y tiempos largos (hasta 48 horas).....	14
<b>Cuadro 6.</b> Separación de media de sobrevivencia de mosquita blanca por tiempo de fumigación con ácido acético, en dosis bajas (hasta $2 \mu\text{g ml}^{-1}$ ) y tiempos largos (hasta 48 horas).....	15
<b>Cuadro 7.</b> Análisis de varianza de la sobrevivencia de mosquita blanca fumigada con ácido acético en dosis altas (hasta $16 \mu\text{g ml}^{-1}$ ) y tiempos cortos (hasta 10 minutos).....	17
<b>Cuadro 8.</b> Separación de media de sobrevivencia de mosquita blanca por dosis de fumigación con ácido acético, en dosis altas (hasta $16 \mu\text{g ml}^{-1}$ ) y tiempos cortos (hasta 10 minutos).....	17

<b>Cuadro 9.</b> Separación de media de sobrevivencia de mosquita blanca por tiempo de fumigación con ácido acético, en dosis altas (hasta $16 \mu\text{g ml}^{-1}$ ) y tiempos cortos (hasta 10 minutos).....	18
<b>Cuadro 10.</b> Análisis de varianza de la sobrevivencia de mosquita blanca fumigada con ácido acético, en hojas de cuatro variedades de calabaza, en dosis de hasta $32 \mu\text{g ml}^{-1}$ y tiempos hasta de 60 minutos.....	19
<b>Cuadro 11.</b> Separación de media de sobrevivencia de mosquita blanca fumigada con dosis de ácido acético, en hojas de cuatro variedades de calabaza, y tiempos hasta de 60 minutos.....	20
<b>Cuadro 12.</b> Separación de media de sobrevivencia de mosquita blanca fumigada hasta de 60 minutos con dosis de ácido acético, en hojas de cuatro variedades de calabaza.....	20
<b>Cuadro 13.</b> Separación de media de sobrevivencia de mosquita blanca en hojas de cuatro variedades de calabaza fumigada con ácido acético.....	20
<b>Cuadro 14.</b> Análisis de varianza del daño causado en hojas de cuatro variedades de calabaza fumigadas con ácido acético, en dosis de hasta $32 \mu\text{g ml}^{-1}$ y tiempos hasta de 60 minutos.....	22
<b>Cuadro 15.</b> Separación de media del daño causado en hojas fumigadas por diferentes tiempos con ácido acético, en cuatro variedades de calabaza, con dosis del ácido de hasta $32 \mu\text{g ml}^{-1}$ .....	23
<b>Cuadro 16.</b> Separación de media del daño causado en hojas fumigadas con diferentes dosis ( $\mu\text{g ml}^{-1}$ ) de ácido acético, en cuatro variedades de calabaza, hasta por 60 minutos.....	23

## Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad del ácido acético (AA) como fumigante en contra de *Bemisia tabaci* (moquita blanca); dos formas de evaluarse se efectuaron, una en frascos cerrados y la otra sobre hojas recubiertas con bolsas de plástico en cuatro variedades de calabaza, en ambos casos se puso AA y se permitió que se volatilizara. Las dosis - tiempo evaluadas en frascos fueron; 0 (testigo), 0.5, 1, 2, 4 y 8  $\mu\text{g}$  por cada ml de aire ( $\text{ml}^{-1}$ ) durante 15, 30, 45 y 60 minutos; dosis de AA de 0 (testigo), 0.5, 1 y 2  $\mu\text{g}$   $\text{ml}^{-1}$  y tiempos de 4, 8, 24 y 48 horas; otras dosis de 8, 12 y 16  $\mu\text{g}$   $\text{ml}^{-1}$  durante 5, 7.5 y 10 minutos. Las hojas de calabaza de cuatro variedades fueron fumigadas con 8, 16 y 32  $\mu\text{g}$   $\text{ml}^{-1}$  de AA en tiempos de 20, 40 y 60 minutos; adicionalmente, se implementó una escala de daño en las hojas (fitotoxicidad) después de fumigarse. Con tiempo mayor a 15 minutos y dosis de AA de 8  $\mu\text{g}$   $\text{ml}^{-1}$  murió 100 % de la mosquita, a dosis menores a esta, aún después de 60 minutos, permitieron la sobrevivencia del insecto en más de un 50%. Alrededor de un 40% se redujo la sobrevivencia de la mosquita al fumigar durante ocho horas con 2  $\mu\text{g}$   $\text{ml}^{-1}$ , pero al incrementar el tiempo de incubación a 24 horas o más la sobrevivencia de la mosquita disminuyó tanto en el testigo (mosquita confinada en los frascos sin aplicar AA) como en los tratamientos de fumigación (dosis de 0,5 a 2  $\mu\text{g}$   $\text{ml}^{-1}$ ). Dosis de AA entre 8 y 16  $\mu\text{g}$   $\text{ml}^{-1}$  usadas para fumigar a la mosquita redujeron su sobrevivencia desde los cinco minutos (~20-80 %), pero a los 10 minutos de fumigación la sobrevivencia fue del ~ 5 al 40 %. La mosquita sobrevivió ~ 40 % en las hojas de las cuatro variedades después de fumigarse con AA (8-32  $\mu\text{g}$   $\text{ml}^{-1}$ ) durante 20 minutos, pero el insecto prácticamente no sobrevivió al aumentar el tiempo de fumigación a 60

minutos. Sin embargo, las hojas mostraron un daño severo (fitotoxicidad) > al 50% excepto en la dosis de  $8 \mu\text{g ml}^{-1}$  a los 20 minutos con un daño de  $\sim 20$ . No hubo diferencia estadística la sobrevivencia de la mosquita en las cuatro variedades de calabaza después de fumigarse Tukey  $P < 0.5$ . El objetivo del trabajo se cumplió, y arrojó como resultados que el AA logró matar a la mosquita blanca en dosis y tiempos señalados.

**Palabras Claves:** Fumigación, Ácido Acético, Mosquita Blanca.

## INTRODUCCIÓN

La mosquita blanca nombre con el que se le conoce al género *Bemisia* es una plaga que se ha extendido por todo el mundo en los últimos 20 años, se piensa que su origen es la India. Éste insecto puede atacar a más de 500 especies de plantas en todo el mundo, muchas de ellas cultivos como melón, sandía calabaza, tomate, así como plantas ornamentales. La mosquita se alimenta de la sabia de las plantas, lo que induce defoliación y menor crecimiento de las plantas; otros daños son causados por los excrementos de mosquita blanca que sirven para que mohos que se desarrollan y causen daños en las hojas o manchan los productos, como lo es el caso de la fibra de algodón. Además, varios virus son transmitidos por la mosquita blanca (Urias-López *et al*, 2005). El impacto de ésta plaga se estima en más de mil millones de dólares tan solo en California, Estados Unidos (Center for Invasive Species Research, 2010). Cuatro temas de investigación de la mosquita blanca predominan: biología, control químico, control cultural y control biológico.

Una combinación entre control químico y biológico lo es el uso de fumigantes de tipo orgánico, como lo son los ácidos grasos volátiles de cadena corta, entre los que destaca el ácido acético que es un ácido de bajo costo y manejo no riesgoso. El ácido acético, no se ha evaluado como fumigantes de la mayoría de las plagas y enfermedades de pos cosecha, por tal motivo, evaluar en principio éste ácido en contra de la mosquita blanca, podría permitir el desarrollo futuro de su uso práctico (Samaniego-Gaxiola, 2008).

La calabaza es una hortaliza de amplia distribución en México, y es uno de los cultivos que son afectados por la mosquita blanca, en particular ello ocurre en La Laguna. Una alternativa de control químico podría ser el uso de ácido acético (AA), cuyos resultados para fumigar frutas ha sido exitoso (Sholberg, 1998; Sholberg *et al.* 2003). El AA es un ácido graso volátil que no se ha evaluado como fumigante en forma volátil para la mosquita blanca, si bien, el AA podría tener efectos tóxicos para las plantas, aún no se ha investigado dosis y tiempos que pudiesen ser al mismo tiempo inocuas para las plantas y letales para la plaga.

### **Objetivos**

Son el evaluar dosis y tiempo necesario de aplicación de ácido acético en forma volátil que induzcan la muerte de *Bemisia tabaci* tanto, en laboratorio, como en campo.

Evaluar fitotoxicidad del ácido acético usado como fumigantes en las hojas de cuatro variedades de calabaza.

### **Hipótesis**

El ácido acético inducirá la muerte de *Bemisia tabaci*, este efecto aumentará conforme la dosis y el tiempo de exposición al ácido se incrementen.

El ácido acético incrementará su fitotoxicidad conforme aumente la dosis y tiempo de fumigación en las hojas de cuatro variedades de calabaza.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Generalidades de la Mosquita Blanca

*B. tabaci* Gennadius es la especie aceptada, sin embargo se reconoce al biotipo B como el más común, también denominado *B. argentifolii*, aunque genéticamente existen más biotipos (Center for Invasive Species Research, 2010). La clasificación completa de la mosquita blanca hasta género es, Reino:Animalia; Filo: Arthropoda; Clase: Insecta; Infraclass: Neoptera; Superorden: Exopterygota; Orden: Hemiptera; Suborden: Sternorrhyncha; Superfamilia: Aleyrodoidea; Familia: Aleyrodidae; Género: *Bemisia* y Especie: *B. tabaci*.

La mosquita blanca es una plaga polífaga que ataca cultivos agrícolas importantes principalmente hortalizas, básicos, frutales, algodónero además de plantas ornamentales, en su estado adulto mide aproximadamente 1.2 mm de longitud con el cuerpo cubierto de un polvillo blanco, el cual da su color característico, el ciclo de vida incluye una etapa de huevecillo, cuatro estados ninfales y el adulto; al último estado ninfa se le denomina comúnmente “pupa” (Ortega, 1992).

### Origen y Distribución

El origen geográfico de especies de las mosquitas blancas no se conoce con certeza, aunque algunas evidencias sugieren que *B. tabaci* es nativa de Pakistán o India; ya que en la India existen dos especies endémicas, *B. capitata* y *B. gramunosus*, que están estrechamente relacionados con *B. tabaci*. En el noroeste de Pakistán existe la mayor diversidad de parasitoides de *Bemisia*, lo cual es un

indicativo que estos lugares pudieran ser el epicentro de este genero, además *B. tabaci* fue reportada primeramente como plaga en la India en 1905 y para 1919 se le consideraba una seria plaga del algodnero en Pakistán (Brown *et al.*, 1995).

Las mosquitas blancas se encuentran principalmente en regiones tropicales y subtropicales a una altura de 0 a 1500 metros sobre el nivel de mar. Aunque puede encontrarse en climas semiáridos sobre los cultivos regionales generalmente en las áreas tropicales comprendidas entre los paralelos treinta (Ortega, 1992). La subfamilia Aleurodicinae, es endémica del sur de Centroamérica, mientras que la Aleyrodinae está más ampliamente distribuida. Al taxón *Bemisia tabaci* se le considera como un complejo de especies, dentro del cual se encuentran los biotipos A y B, este ultimo en la actualidad considerada como la nueva especie de mosquita blanca denominada *B. argentifolii*, es origen geográfico de esta nueva especie no a sido determinado con exactitud. Sin embargo considerando que en el noroeste de Pakistán existe la mayor diversidad de parasitoides de *Bemisia tabaci*, es factible concluir que el epicentro de este complejo de especies es la india o Pakistán (Brown *et al.*, 1995). *B. tabaci* actualmente se encuentra distribuida por todo el mundo, principalmente en la franja tropical, abarcando Europa, Rusia, África, Asia y América. En México se encuentra distribuida en el valle de Mexicali, Baja California y San Luis Rio Colorado, Sonora Caborca, la Costa de Hermosillo, Valle de Yaqui, y norte de Sinaloa parte de Durango y Coahuila, continuando su desplazamiento hacia el sur del país, encontrándose en Apatzingan, Michoacán, el sur de Tamaulipas, Oaxaca, y otras zonas meloneras y algodneras del país como Chiapas (Cárdenas *et al.*, 1996).

## **Importancia de la Mosquita Blanca**

*Bemisia* se alimentan del floema de las plantas, succionan la savia de la planta cuando se encuentran en el envés de la hoja, induciendo: amarillamiento de las hojas, achaparramiento y malformaciones de los frutos. Este insecto, es especialmente importante como trasmisor de enfermedades virales; ya que son vectores de aproximadamente 30 especies de virus pertenecientes al grupo de “Geminivirus” (Perring, 1996; Torres-Pacheco *et al.*, 1996). *Bemisia tabaci* puede atacar a más de 500 especies de plantas, muchas de ellas cultivos como melón, sandía calabaza, tomate, así como plantas ornamentales.

## **La Calabaza**

En la UAAAN UL, en el programa de horticultura, se trabaja realizando cruza con las especies de calabaza del género *Cucurbita*. Las especies que son utilizadas en la Universidad son: *C. moschata* y *máxima* (Duchesne ex Lam.) Duchesne ex Poir. Ambas especies tienen la siguiente clasificación, Reino: Plantae; Subreino: Tracheobionta; División: Magnoliophyta; Clase: Magnoliopsida; Subclase: Dilleniidae; Orden: Cucurbitales; Familia: Cucurbitaceae; Subfamilia: Cucurbitoideae; Tribu: Cucurbiteae; Género: *Cucurbita*. Entre otras variedades se trabaja con Barbara, Sandy, Muzquee de Provence y Kikuza,

Algunas características de producción del cultivo de calabaza *Cucurbita* spp. en nuestro país en el año 2008 fueron: una superficie de 4056 ha donde se estableció; una superficie cosechada de 3810 ha; con un volumen de producción total de 55049

Ton; el valor de producción fue de 156 millones de pesos; con un promedio de 14.5 Ton Ha<sup>-1</sup> y un precio medio rural de 2.84 pesos (SAGARPA, 2010).

## **El Ácido Acético**

Éste acético, pertenece a un grupo de compuestos orgánicos que son generados por muchos organismos, en conjunto se denominan ácidos grasos volátiles de cadena corta (AGV), entre los que se encuentran además del acético, el fórmico, butírico, propiónico, entre otros. Todos estos ácidos en pequeñas concentración tienen propiedades nutrimentales para los organismos que los producen o tienen acceso a ellos; en contraste, a concentración más elevada, los ácidos tienen propiedad biocida, es decir, matan a los organismos o células. Particularmente, el ácido acético (AA) puede penetrar y cambiar el pH interno de las células de microorganismos (João *et al.* 1996; Uhre y Arneborg, 1998) lo que explica en parte su acción biocida, pues acidifica el pH interno del citosol en las células. Cuando el AA se encuentra en solución induce la muerte de bacterias como *Salmonella typhimurium* (Goepfert e Hicks, 1969); mientras que en forma volátil logra matar esclerocios de *Phymatotrichopsis omnivora* (Samaniego-Gaxiola, 2008). El AA por sí solo o en conjunto de otros AGV, puede impedir la descomposición de los productos ensilados y de alimentos procesados por el hombre (Danner *et al.* 2003; Leyer y Johnson, 1992).

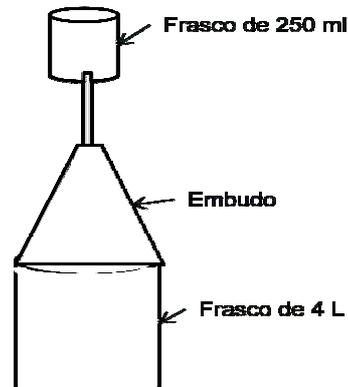
## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Recolección de Mosquita Blanca**

En parcelas establecidas en la UAAAN UL con las variedades de calabaza Moschata y Máxima se recolectaron hojas de las plantas infestadas con mosquita blanca, éstas se depositaron en botes de 4 L, que tenía una malla de tul en la boca del frasco. Las recolectas de las hojas se hicieron al amanecer, luego las hojas se transportaron al laboratorio de fitopatología del Campo Experimental La Laguna (INIFAP) en Matamoros, Coahuila en donde llegaron aproximadamente a la 9 am.

### **Manejo y Recuento de Mosquita Blanca**

A la boca de los frascos (con las mosquitas) se les adaptó un embudo de vidrio de 20 cm de diámetro, de tal forma que el embudo embonó con la boca del frasco. El otro extremo del embudo (en forma de tubo recto) se tapó con un algodón para evitar que las mosquitas escaparan. Luego, al extremo del tubo del embudo se adaptó a una tapa de lámina que enroscaba en una botella de vidrio de 250 ml, todo ello se muestra en la Figura 1.



**Figura 1.** Dibujo que representa los frascos en donde se recolectó la mosquita blanca (Frasco de 4 L) y en donde se pasará (Frasco de 250 ml) usando un embudo.

A través del tubo del embudo se dejaron pasar aproximadamente 25 mosquitas, luego los frascos de 250 ml con su tapa sin perforar y las mosquitas en su interior, se colocarán 45 segundos en un congelador cuya temperatura fue de  $-10^{\circ}\text{C}$ . Inmediatamente después, los frascos de 250 ml se sacaron del congelador y se les adicióno ácido acético en las dosis que se indicaran a continuación.

### **Tratamientos de Ácido Acético Dosis y Tiempos Medios**

Cuatro frascos de 250 ml se usaron (cuatro repeticiones) con aproximadamente 25 mosquitas cada uno para cada una de las dosis de ácido acético y tiempos que a continuación se indican. Ácido acético grado reactivo de la marca Baker cuya densidad señalada fue de  $1,049\text{ g/cm}^3$ . Dosis de ácido 0. 0.5, 1, 2 4 y  $8\text{ }\mu\text{g}$  de ácido por ml de aire contenido en los frascos de 250 ml ( $\mu\text{g ml}^{-1}$ ). Los tiempos en los que se permanecieron las mosquitas blancas en los frascos que contenían las dosis de ácidos fueron 15, 30, 45 y 60 minutos (min). Después se destaparon los frascos y se permitió por 15 minutos que las mosquitas volaran y escaparan, aquellas que no lo

hicieron y permanecieron sin movimiento alguno en el fondo de los frascos se recolectaron y se observaron al microscopio estereoscópico buscando señales de movimiento. Las mosquitas que no mostraron ningún movimiento y permanecieron rígidas, se consideraron muertas.

### **Tratamientos de Ácido Acético Dosis Bajas y Tiempos Prolongados**

Las dosis de ácido acético usadas para fumigar la mosquita y los tiempos de fumigación fueron 0 (testigo), 0.5, 1 y 2  $\mu\text{g ml}^{-1}$  y 4, 8, 12 y 24 horas (h), respectivamente.

### **Tratamientos de Ácido Acético Dosis Altas y Tiempos Cortos**

Las dosis de fumigación con el ácido y tiempos respectivos fueron 8, 12 y 16  $\mu\text{g ml}^{-1}$  a 0 (testigo), 5, 7.5 y 10 minutos.

### **Tratamientos en Campo**

Cuatro variedades de calabaza designadas con los nombres Barbara (1), Sandy (2), Muzquee de provence (3) y kikuza (4), ya establecidas en el campo, e infestadas naturalmente por mosquita blanca se utilizarán. De cada variedad – cruza se tomó una planta y de ésta una hoja. La hoja, sin desprenderla de la planta, fue cubierta con una bolsa de plástico de 5 L, enseguida se adicionó ácido acético a razón de 8, 16 y 32  $\mu\text{g ml}^{-1}$ . Cada hoja, de cada cruza y dosis del ácido se mantuvo en la bolsa por 20, 40 o 60 min. Después, se realizó el recuento de mosquitas vivas y muertas como se indicó previamente. Las hojas donde se aplicó fumigación fueron evaluadas

para síntomas de fitotoxicidad, para ello, se implementó una escala de daño (fitotóxico) con los valores siguientes; 1, 2, 3, 4 y 5 correspondieron a 0, 25, 50, 75 y 100% de daño. El daño de la hoja se registró 10 min después de la fumigación, en donde una hoja no tratada (fumigada) fue el testigo o valor 1, y en donde los subsecuentes valores representaron niveles de desecación (daño) hasta observar una desecación completa valor 5 = 100% de daño.

Análisis de resultados. A cada experimento se establecerá con un diseño completamente al azar y un arreglo factorial. Los resultados se les aplicarán un análisis de varianza, pero los datos de sobrevivencia de la mosquita blanca expresados en porcentaje fueron transformados con raíz cuadrada de arco seno. La separación de medias de los tratamientos se realizó con la prueba de Tukey. Los análisis estadísticos se hicieron usando el paquete estadístico SAS (1988). Los experimentos en laboratorio se repitieron dos veces, excepto el primero, mientras que el experimento de campo, solo una vez.

## RESULTADOS

Mosquita blanca fumigada con Las variables dosis medias (AA), tiempos medios y su interacción fueron altamente significativos, según el ANOVA, **Cuadro1**; conforme se incrementó el tiempo o las dosis las medias de sobrevivencia de la mosquita disminuyeron, **Cuadros 2 y 3**, respectivamente.

**Cuadro 1.** Análisis de varianza de la sobrevivencia de mosquita blanca fumigada con ácido acético en dosis medias (hasta 8  $\mu\text{g ml}^{-1}$ ) y tiempos medios (hasta 120 minutos)

Fuente de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de medios	F-Valor	Pr > F
Dosis de fumigante	4	2807	702	9.31	<.0001***
Tiempo de fumigación	5	10769	21538	285.69	<.0001***
Interacción	20	3926	196	2.60	0.0011***

CV= 13.9.

\*\*\* Altamente significativo.

**Cuadro 2.** Separación de media de sobrevivencia de mosquita blanca por tiempo de fumigación con ácido acético, en dosis medias (hasta 8  $\mu\text{g ml}^{-1}$ ) y tiempos medios (hasta 60 minutos)

Tiempo en minutos	Media†
15	81 a
30	77 ab
60	67 c
45	72 c

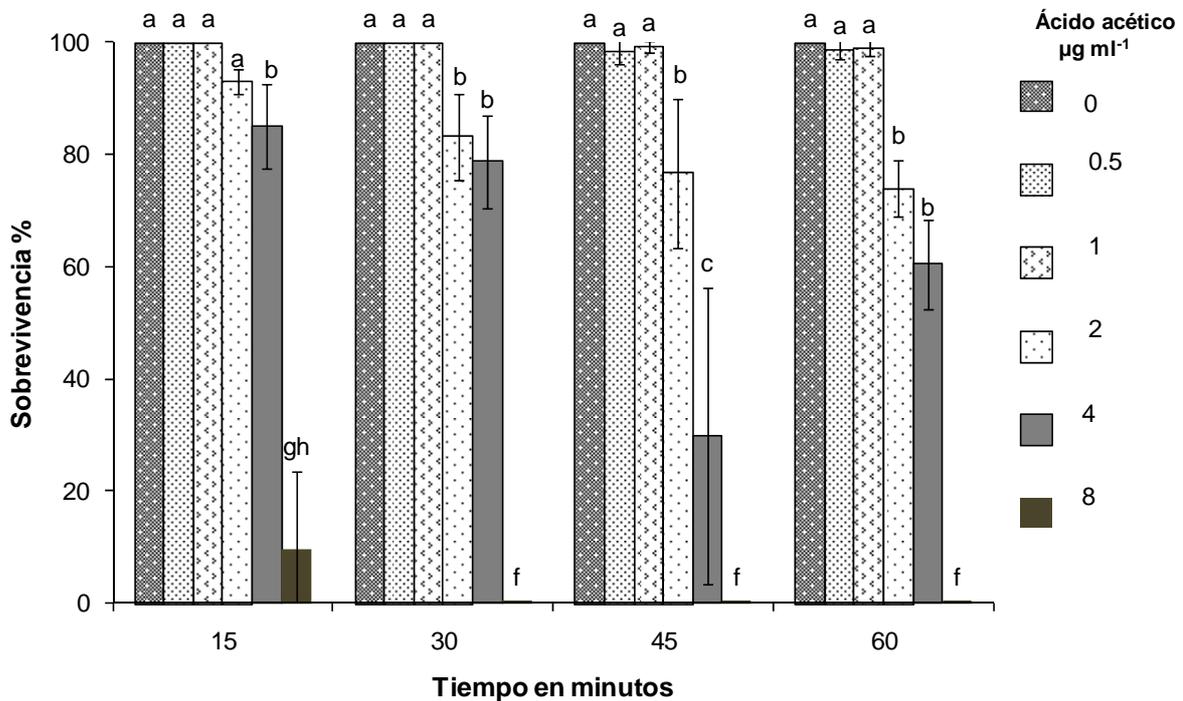
† Valores con la misma letra no son estadísticamente distintos según la prueba de separación de medias Tukey  $P < 0.05$ .

**Cuadro 3.** Separación de media de sobrevivencia de mosquita blanca por dosis de fumigación con ácido acético, en dosis medias (hasta 8  $\mu\text{g ml}^{-1}$ ) y tiempos medios (hasta 120 minutos)

Dosis	Media†
0	96 a
0.5	98 a
1	99 a
2	84 b
4	66 c
8	10 d

† Valores con la misma letra no son estadísticamente distintos según la prueba de separación de medias Tukey  $P < 0.05$ .

A los 30 min de exposición la mosquita blanca al AA a  $8 \mu\text{g ml}^{-1}$  indujo su muerte en 100 %; dosis de  $4 \mu\text{g ml}^{-1}$  y en tiempos de exposición de 45 a 60 min permitieron alrededor del 50 % de sobrevivencia de este insecto; la menor dosis de ácido en la que se afectó la sobrevivencia de la mosquita fue  $1 \mu\text{g ml}^{-1}$ , la que entre 30 a 60 min mató entre 20 a 30% del insecto, **Figura 2**.



**Figura 2.** Sobrevivencia de mosquita blanca después de fumigarse con ácido acético en dosis medias (0-8  $\mu\text{g ml}^{-1}$ ) en tiempos medios de (15-60 minutos). Las barras indican la desviación estándar,  $n=8$ , promedio de dos experimentos. Las barras con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de separación de medias Tukey  $P < 0.05$ .

La ANOVA de la sobrevivencia de mosquita fumigada con dosis bajas (hasta 2  $\mu\text{g ml}^{-1}$ ) y tiempos largos (hasta 48 horas), indica que no hubo diferencia entre las dos repeticiones del experimento y la variable tiempo, pero sí para la variables dosis, dosis x tiempo y dosis x tiempo x experimentos  $P < 0.001$ , **Cuadro 4**; al incrementarse tanto la dosis como el tiempo la sobrevivencia de la mosquita disminuyó, **Cuadros 5 y 6**, respectivamente.

**Cuadro 4.** Análisis de varianza de la sobrevivencia de mosquita blanca fumigada con ácido acético en dosis bajas (hasta 2  $\mu\text{g ml}^{-1}$ ) y tiempos largos (hasta 48 horas)

Fuente de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de medios	F-Valor	Pr > F
Experimentos	1	137	137	1.46	0.2301ns
Dosis	3	13979	4659	49.42	<.0001***
Tiempo	3	4278	142	1.51	0.2148ns
Dosis x Tiempo	4	135452	33863	359.11	<.0001***
Exp x Dosis x Tiempo	28	7648	273	2.90	<.0001***

CV = 24.1.

\*\*\* = Altamente significativo.

ns = no significativo.

**Cuadro 5.** Separación de media de sobrevivencia de mosquita blanca por dosis de fumigación con ácido acético, en dosis bajas (hasta 2  $\mu\text{g ml}^{-1}$ ) y tiempos largos (hasta 48 horas)

Dosis	Media†
0	67 a <sup>1</sup>
0.5	52 b
1	50 b
2	37 c

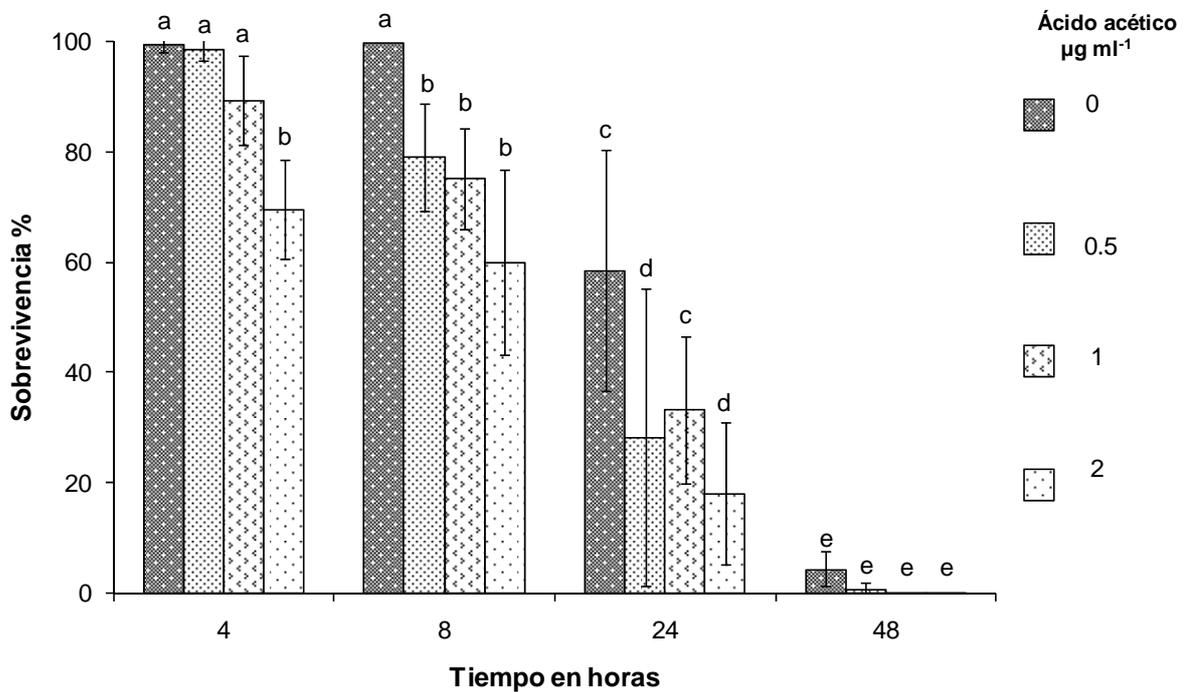
† Valores con la misma letra no son estadísticamente distintos según la prueba de separación de medias Tukey  $P < 0.05$ .

**Cuadro 6.** Separación de media de sobrevivencia de mosquita blanca por tiempo de fumigación con ácido acético, en dosis bajas (hasta 2  $\mu\text{g ml}^{-1}$ ) y tiempos largos (hasta 48 horas)

Tiempo en horas	Media†
4	89 a
8	77 b
24	35 c
48	1 d

† Valores con la misma letra no son estadísticamente distintos según la prueba de separación de medias Tukey  $P < 0.05$ .

Tiempo de 24 o 48 horas después de incubar la mosquita en ausencia de AA redujo su sobrevivencia de 60 y 2 %, respectivamente; en contraste, a las 8 horas o menos de incubación del insecto su sobrevivencia en el tratamiento testigo ( $0 \mu\text{g ml}^{-1}$  de AA) no se afectó. A las 8 horas de incubación de la mosquita en todas las dosis de AA evaluadas ( $0.5$  a  $2 \mu\text{g ml}^{-1}$ ) su sobrevivencia disminuyó, pero no hubo diferencias estadísticas entre dosis Tukey  $P = < 0.05$ , **Figura 3**.



**Figura 3.** Supervivencia de mosquita blanca después de fumigarse con ácido acético en dosis bajas (0-2  $\mu\text{g ml}^{-1}$ ) en tiempos largos de (4 a 48 horas). Las barras indican la desviación estándar,  $n=8$ , promedio de dos experimentos. Las barras con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de separación de medias Tukey  $P < 0.05$ .

El **Cuadro 7**, muestra el análisis de varianza de la supervivencia de la mosquita en dosis altas (hasta  $16 \mu\text{g ml}^{-1}$ ) y tiempos cortos (hasta 10 minutos) con AA, indica diferencia significativa entre experimentos  $P = 0.0443$ , también fueron significativas dosis, tiempo y dosis x tiempo  $P = > 0.001$ ; aquí también la supervivencia de la mosquita disminuyó al aumentar el tiempo y dosis de fumigación, **Cuadros 8 y 9**, respectivamente.

**Cuadro 7.** Análisis de varianza de la sobrevivencia de mosquita blanca fumigada con ácido acético en dosis altas (hasta 16  $\mu\text{g ml}^{-1}$ ) y tiempos cortos (hasta 10 minutos)

Fuente de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de medios	F-Valor	Pr > F
Experimentos	1	502	501.91681	4.24	0.0443**
Dosis	2	18057	9028.59654	76.31	<.0001***
Tiempo	2	7112	3555.88798	30.06	<.0001***
Dosis x Tiempo	2	1612	805.92281	6.81	0.0023 ***
Exp x Dosis x Tiempo	10	2215	221.50186	1.87	0.0697 ns

CV = 33.5.

\*\* = Significativo.

\*\*\* = altamente significativo.

ns = no significativo.

**Cuadro 8.** Separación de media de sobrevivencia de mosquita blanca por dosis de fumigación con ácido acético, en dosis altas (hasta 16  $\mu\text{g ml}^{-1}$ ) y tiempos cortos (hasta 10 minutos)

Dosis	Media†
8	49 a
12	35 b
16	20 c

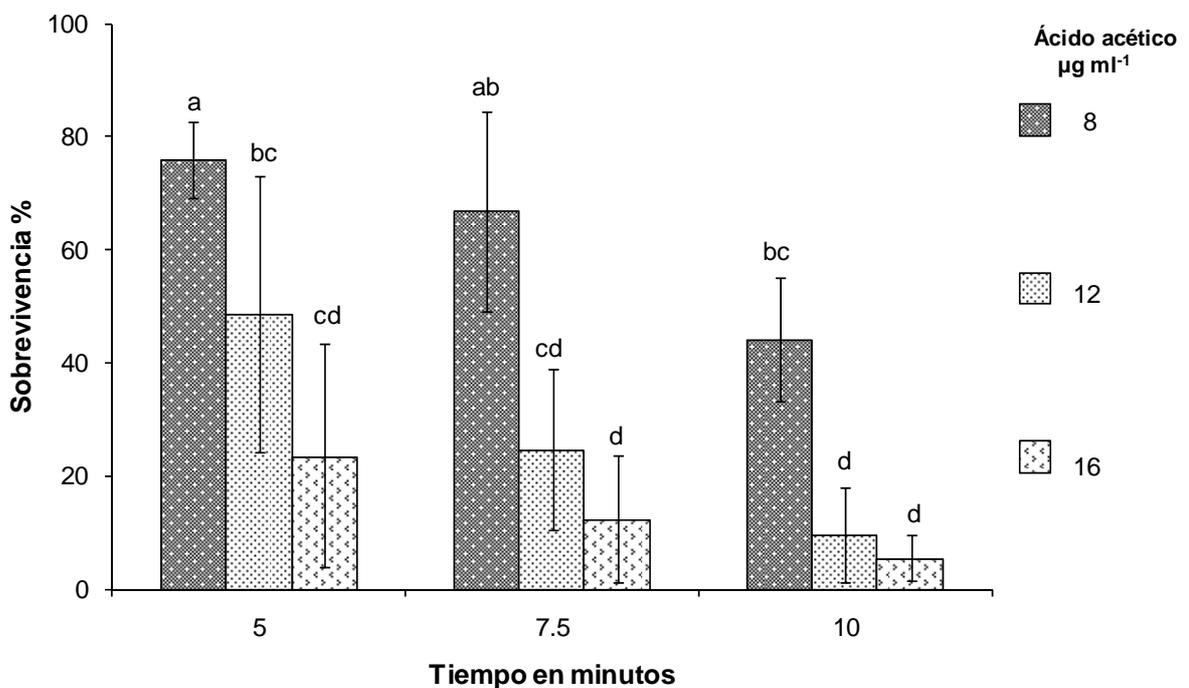
† Valores con la misma letra no son estadísticamente distintos según la prueba de separación de medias Tukey  $P < 0.05$ .

La **Figura 4**, muestra que a los cinco minutos las dosis de AA de 8, 12 y 16  $\mu\text{g ml}^{-1}$  permitieron 75, 50 y 25 % de sobrevivencia de la mosquita, respectivamente; a los 7.5 y 10 minutos de fumigación la sobrevivencia de la mosquita disminuyó y lo hizo aún más conforme se incrementó la dosis de AA.

**Cuadro 9.** Separación de media de sobrevivencia de mosquita blanca por tiempo de fumigación con ácido acético, en dosis altas (hasta 16  $\mu\text{g ml}^{-1}$ ) y tiempos cortos (hasta 10 minutos)

Tiempo en minutos	Media†
5	63 a
7.5	28 b
10	14 c

† Valores con la misma letra no son estadísticamente distintos según la prueba de separación de medias Tukey  $P < 0.05$ .



**Figura 4.** Sobrevivencia de mosquita blanca después de fumigarse con ácido acético en dosis altas ( $8-16 \mu\text{g ml}^{-1}$ ) en tiempos cortos de (5 a 10 minutos). Las barras indican la desviación estándar,  $n=8$ , promedio de dos experimentos. Las barras con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de separación de medias Tukey  $P < 0.05$ .

El análisis de varianza para la fumigación de la mosquita en el campo, indica que las dosis, tiempo, variedades y las interacciones fueron significativos, **Cuadro 10**; al aumentar la dosis y tiempo la sobrevivencia de la mosquita disminuyó, **Cuadros 11 y 12**, respectivamente; aunque también se registró efectos distintos por variedad, **Cuadro 13**.

**Cuadro 10.** Análisis de varianza de la sobrevivencia de mosquita blanca fumigada con ácido acético, en hojas de cuatro variedades de calabaza, en dosis de hasta  $32 \mu\text{g ml}^{-1}$  y tiempos hasta de 60 minutos

Fuente de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de medios	F-Valor	Pr > F
Dosis	2	16342	8171	58.0	<.0001***
Tiempos	2	13490	6745	47.9	<.0001***
Variedades	4	1859	464	3.3	0.0136**
Dosis x Tiempo	3	1419	473	3.3	0.0215**
Var x Dosis x Tiempo	24	5886	245	1.7	0.0289**

CV = 17.2

\*\* = Significativo.

\*\*\* = altamente significativo.

**Cuadro 11.** Separación de media de sobrevivencia de mosquita blanca fumigada con dosis de ácido acético, en hojas de cuatro variedades de calabaza, y tiempos hasta de 60 minutos

Dosis	Media†
8	35 a
16	17 b
32	9 c

† Valores con la misma letra no son estadísticamente distintos según la prueba de separación de medias Tukey  $P < 0.05$ .

**Cuadro 12.** Separación de media de sobrevivencia de mosquita blanca fumigada hasta de 60 minutos con ácido acético, en hojas de cuatro variedades de calabaza

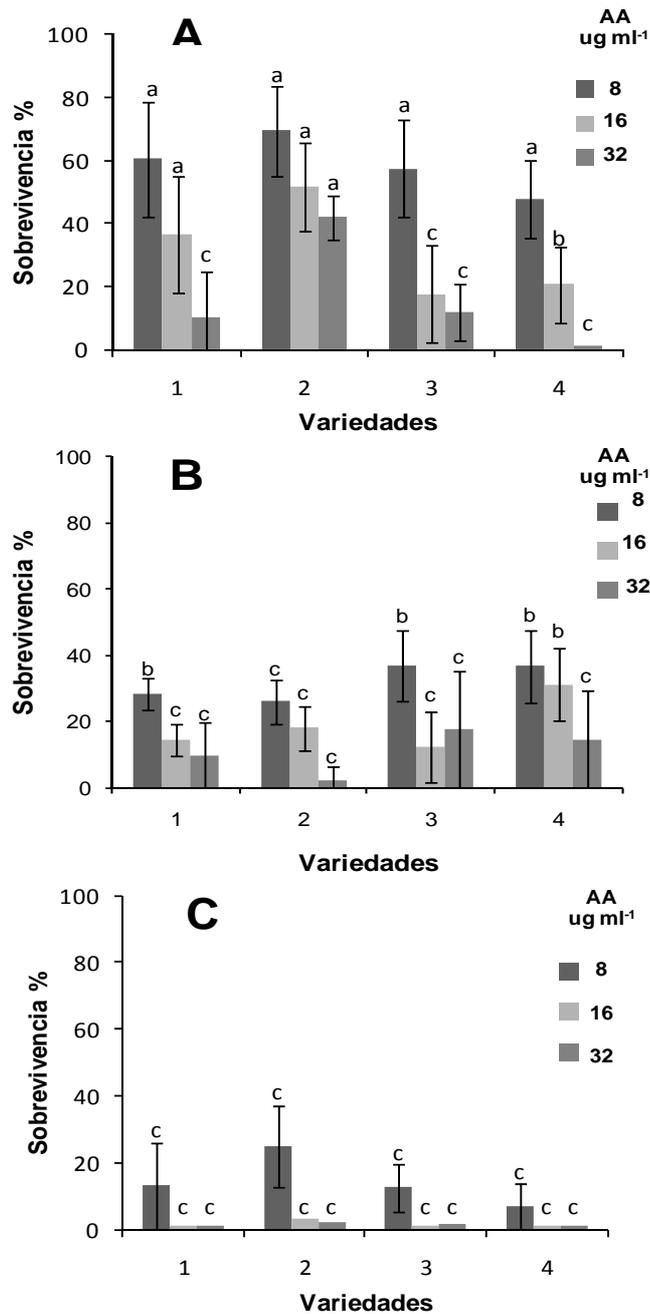
Tiempo en minutos	Media†
20	35 a
40	21 b
60	5 c

† Valores con la misma letra no son estadísticamente distintos según la prueba de separación de medias Tukey  $P < 0.05$ .

**Cuadro 13.** Separación de media de sobrevivencia de mosquita blanca en hojas de cuatro variedades de calabaza fumigada con ácido acético,

Variedades	Media†
1	19 ab
2	27 b
3	19 ab
4	18 a

† Valores con la misma letra no son estadísticamente distintos según la prueba diferencia mínima significativa  $P < 0.05$ .



**Figura 5. A-C**, Sobrevivencia de mosquita blanca en hojas de cuatro variedades de calabaza Barbara (1), Sandy (2), Muzquee de Provence (3) y Kikuza (4), fumigadas con ácido acético (AA). **A**, **B** y **C**, fumigación durante 20, 40 o 60 min, respectivamente. Las barras indican la desviación estándar, n=4. Las barras con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de separación de medias Tukey  $P < 0.05$ .

La **Figura 5 A y B**, indica que existen diferencias en la sobrevivencia de la mosquita entre variedades cuando las se variaron las dosis de AA, tanto en los tiempos de 20 como de 40 minutos; pero ello no ocurrió cuando el tiempo de fumigación fue de 60 minutos, **Figura 5 C**.

La fitotoxicidad en las hojas de las variedades de calabaza después de fumigarse con AA, únicamente estuvo en función de la dosis y tiempo, pero no entre variedades, **Cuadro 14**. Tanto el tiempo como la dosis de fumigación al incrementarse aumentaron la fitotoxicidad, **Cuadros 15 y 16**, respectivamente,

**Cuadro 14.** Análisis de varianza del daño causado en hojas de cuatro variedades de calabaza fumigadas con ácido acético, en dosis de hasta 32  $\mu\text{g ml}^{-1}$  y tiempos hasta de 60 minutos

Fuente de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de medios	F-Valor	Pr > F
Dosis	2	15553.12500	7776.56250	36.96	<.0001***
Tiempos	2	27403.12500	13701.56250	65.12	<.0001***
Variedades	3	106.25000	35.41667	0.17	0.9176ns
Dosis x Tiempo	6	371.87500	61.97917	0.29	0.9384ns
Var x Dosis x Tiempo	22	6234.37500	283.38068	1.35	0.1592ns

CV = 23.4

\*\*\*= altamente significativo.

ns= no significativo.

**Cuadro 15.** Separación de media del daño causado en hojas fumigadas por diferentes tiempos con ácido acético, en cuatro variedades de calabaza, con dosis del ácido de hasta  $32 \mu\text{g ml}^{-1}$

Tiempo en minutos	Media†
20	54 a
40	70 b
60	92 c

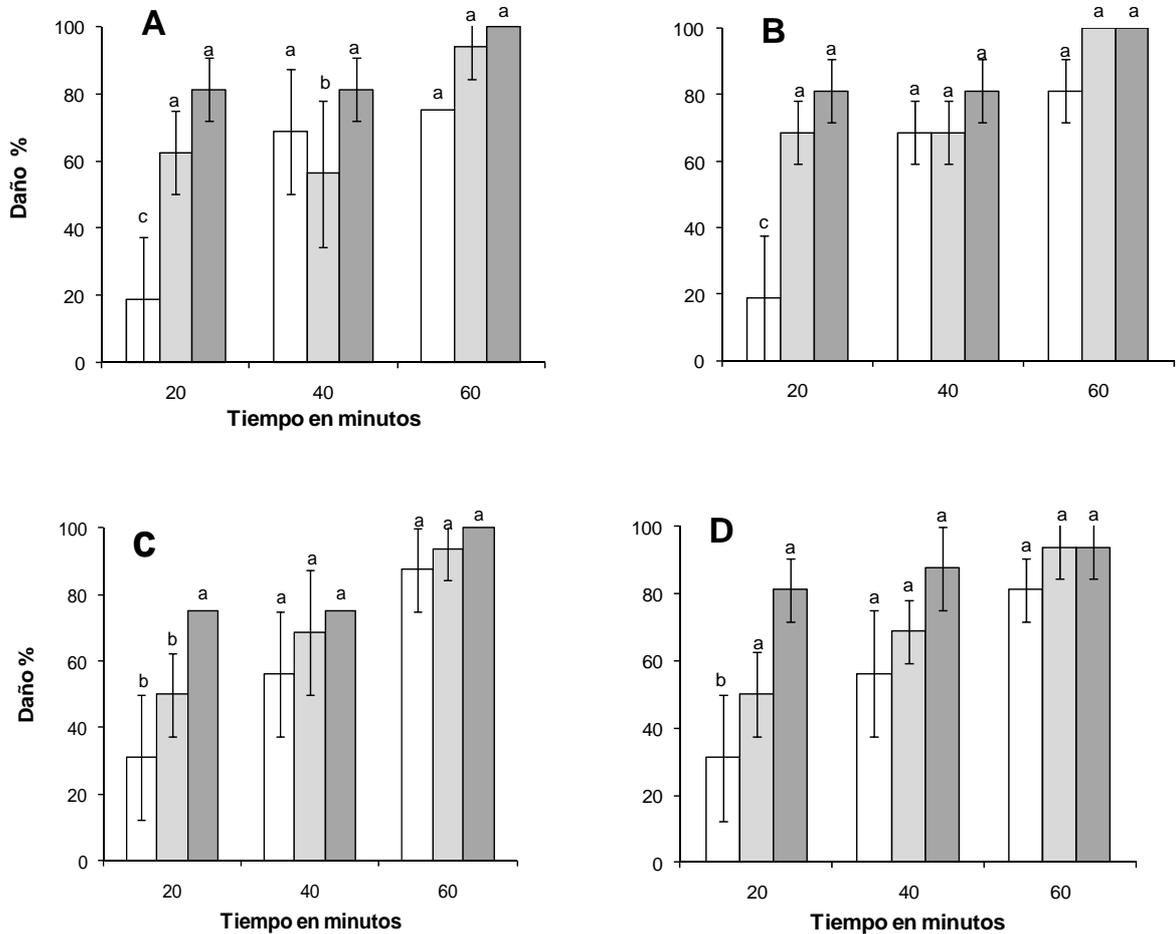
† Valores con la misma letra no son estadísticamente distintos según la prueba de separación de medias Tukey  $P < 0.05$ .

**Cuadro 16.** Separación de media del daño causado en hojas fumigadas con diferentes dosis ( $\mu\text{g ml}^{-1}$ ) de ácido acético, en cuatro variedades de calabaza, hasta por 60 minutos

Dosis	Media†
8	56 a
16	73 b
32	86 c

† Valores con la misma letra no son estadísticamente distintos según la prueba de separación de medias Tukey  $P < 0.05$ .

La **Figura 6**, revela el porcentaje de daño en las hojas de las cuatro variedades de calabaza en función del tiempo de fumigación y dosis de AA empleado, ahí se observa que únicamente la dosis más baja ( $8 \mu\text{g ml}^{-1}$ ) de ácido en el menor tiempo (20 minutos) el daño se mantuvo en todas la variedades alrededor de 20%, lo que contrastó con un daño del 100% a dosis de  $16 \mu\text{g ml}^{-1}$  en un tiempo de 60 minutos.



**Figura 6 A-D.** Porcentaje de daño en las hojas de calabaza expuestas hasta 60 min de fumigación con ácido acético. **A.** Variedad Barbara. **B.** Variedad Sandy. **C.** Variedad Muzquee de Provence. **D.** Variedad Kikuzi. Las dosis de fumigación fueron 8 □, 16 ◻ y 32 ◼  $\mu\text{g ml}^{-1}$  del ácido. Las barras indican la desviación estándar,  $n=4$ . Las barras con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de separación de medias Tukey  $P < 0.05$ .

## DISCUSIÓN

El ácido acético fue letal para *B. tabaci*, dosis de fumigación de  $8 \mu\text{g ml}^{-1}$  o más, redujeron la sobrevivencia del insecto desde los cinco o más minutos (**Figuras 2 y 4**); en contraste, la dosis mínima que afectó la sobrevivencia de la mosquita fue de  $0.5 \mu\text{g ml}^{-1}$  después de ocho horas (**Figura 3**). La incubación de la mosquita en ausencia de AA en tiempos mayores a las ocho horas disminuyó su sobrevivencia (**Figura 3**), por ésta razón, sería conveniente mejorar el método de evaluación del AA como fumigante. Es decir, tal vez, aumentar el volumen en donde se confine al insecto y en donde se evalúen dosis de AA menores a  $2 \mu\text{g ml}^{-1}$ .

La fumigación con AA en tiempos máximos de 10 minutos y dosis hasta de  $16 \mu\text{g ml}^{-1}$  podría ser efectiva en espacios pequeños y confinados, e inmediatamente después de ello, ventilar; sin embargo, el insecto parece requerir de cierto tiempo de contacto con el AA para empezar a disminuir su sobrevivencia, particularmente en tiempos cortos (de 5 a 15 minutos) y dosis de  $8 \mu\text{g ml}^{-1}$  (**Figuras 2 y 4**); lo que se traduce, a menor dosis se requiere mayor tiempo de exposición de AA para matar a la mosquita, como se aprecia en la **Figura 3**.

En las hojas de la calabaza la mosquita también fue eliminada por acción del AA, ahí se requirió una dosis similar a la determinada en el laboratorio de  $8 \mu\text{g ml}^{-1}$ , de tal manera que la mosquita se eliminó casi por completo a ésta dosis y 60 minutos de fumigación (**Figura 5**); el inconveniente fue que las dosis usadas mostraron una fuerte fitotoxicidad en las hojas, y únicamente la fumigación a 20 minutos y dosis de  $8 \mu\text{g ml}^{-1}$  fue la que mostró un daño menor  $\sim 20\%$  (**Figura 6**).

La aplicación de AA en lugares confinados y en ciertas dosis, podría llegar a ser tóxica para las personas, pues se ha confirmado que las células de epiteliales del tracto respiratorio de cerdos se inflaman al inhalar éste ácido, lo que favorece una posterior infección bacteriana (Hamilton, 1998). No obstante, que los AGV como el acético pueden ser biocidas, se ha reportado que algunos microorganismos pueden adaptarse al ácido (Berry y Cutter, 2000). Por ello, se ha ideado el uso de ácido acético combinado con otros materiales orgánicos que tienen en conjunto un efecto antimicrobiano en contra de bacterias resistentes al ácido (Rhee *et al.* 2003).

El tiempo en el que el AA induce la muerte de la mosquita blanca podría ser más largo que el detectado en este trabajo, específicamente en dosis de  $4 \mu\text{g ml}^{-1}$  o menos, es decir, al incrementar el tiempo de incubación de la mosquita a estas dosis podría incrementar la muerte del insecto; para comprobar esta hipótesis, habría que fumigarse cierto tiempo en contenedores cerrados, y luego, permitir durante tiempo adicional el flujo de aire en los contenedores.

El efecto fitotóxico de productos vegetales fumigados con AA es uno de los principales problemas a resolver, por ello, es necesario evaluar el efecto de este ácido en pequeñas dosis sobre los organismos dañinos, es decir, usar dosis que pudiesen matar a hongos e insectos no en tiempos cortos como los evaluados en este trabajo (5 a 60 minutos), sino en tiempos tal vez de uno a dos días, en donde pequeñas dosis logren tener un efecto letal sobre los organismos objetivo.

Otra alternativa para evitar fitotoxicidad lo es encontrar plantas resistentes o tolerantes al AA, en este trabajo, no se detectaron diferencias de fitotoxicidad en las cuatro variedades de calabaza evaluadas.

La aplicación práctica del AA requeriría de investigación adicional, encaminada a dilucidar si el AA pudiese emplearse en dosis menores de  $8 \mu\text{g ml}^{-1}$ , encontrar otras formas de aplicar el ácido, evaluar en sitios confinados (invernaderos), disminuir efecto fitotóxico o determinar plantas más resistentes a la acción del AA, entre otros.

La forma de aplicar el AA como fumigante en contra de hongos, la dosis empleada y el tiempo de aplicación son algunos de los factores más importantes que se toman en cuenta tanto para hacer más eficiente la fumigación como para evitar fitotoxicidad (Sholberg *et al.* 2003).

## CONCLUSIONES

Dosis de  $8 \mu\text{g ml}^{-1}$  de AA aplicado como fumigante durante 30 minutos mató en 100 % de mosquita blanca.

La Mosquita blanca fumigada ocho horas con  $0.5$  a  $2 \mu\text{g ml}^{-1}$  de AA redujo su sobrevivencia en alrededor de 20 al 40%, respectivamente; sin embargo, no fue posible determinar el efecto de AA a estas dosis a las 24 o 48 horas debido a que el tratamiento testigo (mosquita incubada y confinada sin AA) su sobrevivencia disminuyó en aproximadamente 40 y 95 %, respectivamente.

La sobrevivencia de la mosquita empezó a reducirse desde los cinco minutos de fumigación con AA a dosis de  $8 \mu\text{g ml}^{-1}$ , y fue casi nula al fumigarla durante 10 minutos con  $16 \mu\text{g ml}^{-1}$  del ácido.

En las hojas de las cuatro variedades de calabaza la sobrevivencia de la mosquita disminuyó en un 40% después de fumigarse durante 20 minutos con  $8 \mu\text{g ml}^{-1}$ , y el insecto murió casi por completo cuando el tiempo de fumigación fue de 60 minutos.

En las hojas de calabaza, cuando los tiempos de fumigación fueron de 20, 40 o 60 minutos, y se usaron dosis mayores ( $16$  y  $32 \mu\text{g ml}^{-1}$ ) la sobrevivencia de la mosquita disminuyó en comparación a la dosis de  $8 \mu\text{g ml}^{-1}$ .

En las cuatro variedades de calabaza, no hubo diferencia estadística en la sobrevivencia de las mosquitas después de fumigarse Tukey  $P < 0.5$ .

La fitotoxicidad de las hojas de calabaza en las cuatro variedades fue acentuada >50% cuando se fumigaron a dosis mayores de  $8 \mu\text{g ml}^{-1}$  y tiempos de más de 20 minutos.

## LITERATURA CITADA

- Cárdenas, M. J. A., Pérez, M. F. y Nieves, F. O. 1996. Campaña contra la mosquita blanca en México. In: Memorias del VI congreso internacional de manejo integrado de plagas y V taller latinoamericano sobre mosca blanca y geminivirus. Acapulco, Gro., México. p. 168-169.
- Center for Invasive Species Research, University of California Riverside. 2010. The Silverleaf Whitefly, *Bemisia argentifolii*. [http://cistr.ucr.edu/silverleaf\\_whitefly.html](http://cistr.ucr.edu/silverleaf_whitefly.html). Visitado septiembre 01 del 2010.
- Conn, K. L., Tenuta, M., y Lazarovits, G. 2005. Liquid swine manure can kill *Verticillium dahliae* microsclerotia in soil by volatile fatty acid, nitrous acid, and ammonia toxicity. *Phytopathology*; 95: 28-35.
- Berry, D. E. y Cutter, N. C. 2000. Effects of acid adaptation of *Escherichia coli* o157:h7 on efficacy of acetic acid spray washes to decontaminate beef carcass tissue. *Applied and Environmental Microbiology* 66: 1493–1498.
- Brown, J. K. Frohlich, D. R. y Rosell, R. C. 1995. The Sweetpotato or Silverleaf Whiteflies: Biotypes of *Bemisia tabaci* or a Species Complex? *Annual Review of Entomology* 40: 511-534.
- Danner, H., Holzer, M., Mayrhuber, E. y Braun R. 2003. Acetic acid increases stability of silage under aerobic conditions. *Applied and Environmental Microbiology* 69: 562–567.

- Goepfert, J. M. e Hicks, R. 1969. Effect of volatile fatty acids on *Salmonella typhimurium*. *Journal of Bacteriology* 97: 956-958.
- Hamilton, T. D. C., Roe, J. M., Hayes, C. M. y Webster A. J. F. 1998. Effects of ammonia inhalation and acetic acid pretreatment on colonization kinetics of toxigenic *pasteurella multocida* within upper respiratory tracts of swine. *Journal of Clinical Microbiology* 36: 1260–1265.
- João, S. M., Miranda, L., Corte-real, M. y Leão, C. 1996. Transport of acetic acid in *Zygosaccharomyces bailii*: effects of ethanol and their implications on the resistance of the yeast to acidic environments. *Applied and Environmental Microbiology* 62: 3152–3157.
- Leyer, J. G y Johnson, A. E. 1992. Acid adaptation promotes survival of *Salmonella* spp. in cheese. *Applied and Environmental Microbiology* 58: 2075-2080.
- Ortega, L. 1992. Mosquitas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) vectores de virus en hortalizas, pp. 20-40.
- Perring, T. M. 1996. Biological differences of two species of *Bemisia* that contribute to adaptive advantage. In *Bemisia* 1995: Taxonomy, biology, damage, control and management. D. Gerling & R.T. Mayer (Eds.). Intercept, United Kingdom. p. 1-16.
- Rhee, M-S, Lee, S-Y, Dougherty, H. R. y Kang, D-H. 2003. Antimicrobial effects of mustard flour and acetic acid against *Escherichia coli* o157:h7, *Listeria*

*monocytogenes*, and *Salmonella enterica* serovar typhimurium. Applied and Environmental Microbiology 69: 2959–2963.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2010. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=286&Itemid=428](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=286&Itemid=428). Visitado septiembre 01 del 2010.

Samaniego-Gaxiola., J. A., Cueto-Wong, C. y Pedroza-Sandoval. 2008. Efecto fungistático y fungicida del ácido acético y aceite de esencial de orégano sobre los esclerocios de *Phymatotrichopsis omnivora* in vitro. Memoria de la XX Semana Internacional de Agronomía. UJED - FAZ. 5-7 de Noviembre. Gómez Palacio, Durango, México. P 193-195.

SAS Institute, Inc. SAS User's Guide 1988: Statistics, Version 6.03. Cary, North Carolina, USA. 1028 P.

Sholberg, P. L. 1998. Fumigation of fruit with short-chain organic acids to reduce the potential of postharvest decay. Plant Disease 82: 689-693.

Sholberg, P., Shepard, T. y Moys, L. 2003. Monitoring acetic acid vapour concentrations during fumigation of fruit for control of post harvest decay. Canadian Biosystems Engineering 45: 313-317.

Torres-Pacheco, I., Garzón-Tiznado, J. A., Brown, J., Becerra-Flores, K. A. y Rivera-Bustamante, R. 1996. Detection and distribution of geminivirus in Mexico and the Southern United States. Phytopatology 11:1186-1192.

Uhre, G. L. y Arneborg N. 1998. Measurement of the effects of acetic acid and extracellular ph on intracellular pH of nonfermenting, individual *Saccharomyces cerevisiae* cells by fluorescence microscopy. Applied and Environmental Microbiology 64: 530–534.

Urias-López, M.A., Byerly-Murphy, K. F., Osuna-García, J. A. y García-Berber, A. 2005. Incidencia de (Hemiptera: Aleyrodidae), áfidos (Hemiptera: Aphididae) y virosis en melón en Jalisco México- Folia Entomológica Mexicana 44: 321-337.