

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

**EFFECTO DE THIAMETHOXAN SOBRE LA GERMINACIÓN Y LA INCIDENCIA  
DE VIROSIS EN EL CULTIVO DE TOMATE**

**POR**

**AMADO HERIBERTO SANTOS ARDÓN**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA  
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**



**CATACAMAS, OLANCHO**

**HONDURAS, C.A.**

**DICIEMBRE, 2013**

EFFECTO DE THIAMETHOXAN SOBRE LA GERMINACIÓN Y LA INCIDENCIA DE  
VIROSIS EN EL CULTIVO DE TOMATE

POR:

AMADO HERIBERTO SANTOS ARDÓN

**CARLOS AMADOR, M.Sc**

**Asesor Principal**

TESIS

PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO  
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
**INGENIERO AGRÓNOMO**

**CATACAMAS**

**OLANCHO**

**DICIEMBRE, 2013**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo primeramente a Dios todo poderoso porque sin su ayuda no hubiera sido capaz de lograr esta meta.

A mis padres Amado Ardón, Aurora Torres y Dilcia Ardón por su amor incondicional por ser mi motivación y mi ejemplo a seguir, a mis hermanos Xiomara Santos, Jorge Santos, José Sorto y David Castro por siempre estar ahí; a mis tíos Delmy Ardón, Amado Ardón Jr., Aurora Ardón y Ariel Ardón por siempre apoyarme y mostrar su amor; a mis primos Alejandra Castro y Erix Castro por apoyarme y motivarme; a mis sobrinas bellas, Zoe Mena e Ivana Ardón por ser mis adoraciones.

A mi novia, amigos y compañeros.

## AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por siempre mostrarme su poder y nunca dejarme flaquear ni perder de vista mi meta, porque así como estuvo con Moisés estuvo conmigo nunca me dejó ni desamparó mientras cumplía esta meta.

Expreso mi agradecimiento al **M. Sc.** Carlos Amador por su enorme y valiosa colaboración en el desarrollo de este trabajo, al **Ph. D.** Santiago Maradiaga y al **Ing.** Jorge Zamir Erazo por el apoyo en el enriquecimiento del mismo.

Agradezco a la Cooperativa Cafetalera Siguatepeque Limitada (COHORSIL), por a ver hecho posible esta investigación.

Muestro mi agradecimiento a mis padres Amado Ardón, Aurora Torres y Dilcia Ardón por su amor incondicional por ser mi motivación y mi ejemplo a seguir, a mis hermanos Xiomara Santos, Jorge Santos, José Sorto y David Castro por siempre estar ahí; a mis tíos Delmy Ardón, Junior Ardón, Aurora Ardón y Ariel Ardón por siempre apoyarme; a mis primos Alejandra Castro y Erix Castro por apoyarme y motivarme.

A mi novia, amigos y compañeros por siempre apoyarme en especial, Hernán Rubí (Esperma), Randal Mendoza (La tripa), Héctor Zavala (Pingüino), Kevin Salinas (Chiki), Oslan Molina (Capepo), Franklin Meza (Bagaso), Allan Estrada (Bufi), Joel Sánchez (Cabuto), Josué Suazo (Oveja), Rubén Romero (Comayagua), Cristian Soriano (Cuca), Juan Rodríguez (Bolo), Carlos Padilla (Pinki), Jhensi Ramírez (Negro), Ángel Acosta (Poeta), Lidia Serrano (Madre), Angélica Michell (Gaga) y Mario Gonzales.

## CONTENIDO

|                                                                                               |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| DEDICATORIA.....                                                                              | ii   |
| AGRADECIMIENTOS .....                                                                         | iii  |
| LISTA DE TABLAS .....                                                                         | vi   |
| LISTA DE FIGURAS .....                                                                        | vii  |
| LISTA DE ANEXOS .....                                                                         | viii |
| RESUMEN .....                                                                                 | ix   |
| I. INTRODUCCIÓN.....                                                                          | 1    |
| II. OBJETIVOS.....                                                                            | 1    |
| III. REVISIÓN DE LITERATURA.....                                                              | 4    |
| 3.1 Generalidades.....                                                                        | 4    |
| 3.2 Importancia económica.....                                                                | 4    |
| 3.3 Morfología.....                                                                           | 5    |
| 3.4 Etapas fenológicas.....                                                                   | 7    |
| 3.5 Estimuladores del crecimiento radicular.....                                              | 8    |
| 3.5.1 Hormonas reguladoras de crecimiento .....                                               | 8    |
| 3.5.2 Sustancias húmicas .....                                                                | 10   |
| 3.5.3 Nutrientes.....                                                                         | 11   |
| 3.6 Descripción general de <i>Aphis spp</i> y <i>Bemisia spp</i> . ....                       | 11   |
| 3.6.1 <i>Aphis spp</i> .....                                                                  | 11   |
| 3.6.2 <i>Bemisia spp</i> . ....                                                               | 12   |
| 3.7 Geminivirus.....                                                                          | 15   |
| 3.8 Sintomatología de los virus transmitidos por <i>Bemisia spp</i> y <i>Aphis spp</i> . .... | 17   |
| 3.9 Manejo de <i>Bemisia spp</i> y <i>Aphis spp</i> . ....                                    | 17   |
| 3.9.1 Control químico. ....                                                                   | 18   |
| 3.10 Thiamethoxan.....                                                                        | 18   |
| 3.11 Productos químicos. ....                                                                 | 18   |
| 3.11.1 Cruiser 35 FS. ....                                                                    | 18   |
| 3.11.2 Actara 25 WG. ....                                                                     | 19   |
| 3.11.3 Blindage 60 FS. ....                                                                   | 19   |
| 3.11.4 Confidor 70 WG.....                                                                    | 20   |
| IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....                                                                 | 21   |
| 4.1 Descripción del sitio experimental.....                                                   | 21   |
| 4.2 Materiales y equipo.....                                                                  | 21   |

|       |                                                     |    |
|-------|-----------------------------------------------------|----|
| 4.3   | Factor bajo estudio. ....                           | 21 |
| 4.5   | Tratamientos .....                                  | 22 |
| 4.6   | Unidad experimental.....                            | 22 |
| 4.7   | Diseño experimental.....                            | 23 |
| 4.7.1 | Modelo estadístico.....                             | 23 |
| 4.8   | Manejo del experimento .....                        | 23 |
| 4.8.1 | Establecimiento de semillero .....                  | 23 |
| 4.8.2 | Aplicación de insecticidas. ....                    | 24 |
| 4.8.3 | Preparación de camas.....                           | 24 |
| 4.8.4 | Control de malezas .....                            | 24 |
| 4.8.5 | Tutorado o estaquillado.....                        | 24 |
| 4.8.6 | Trasplante .....                                    | 25 |
| 4.8.7 | Control de enfermedades.....                        | 25 |
| 4.8.8 | Riego.....                                          | 26 |
| 4.8.9 | Fertilización .....                                 | 26 |
| 4.9   | Variables evaluadas .....                           | 27 |
| 4.9.1 | Tiempo de germinación y emergencia de semillas..... | 27 |
| 4.9.2 | Peso fresco de raíz.....                            | 27 |
| 4.9.3 | Incidencia de virosis antes de trasplante.....      | 27 |
| 4.9.4 | Incidencia de virosis después de trasplante. ....   | 28 |
| 4.9.5 | Fitotoxicidad. ....                                 | 28 |
| 4.9.6 | Altura de planta.....                               | 28 |
| 4.10  | Análisis estadístico.....                           | 28 |
| V.    | RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....                        | 29 |
| 5.1   | Tiempo de germinación y emergencia .....            | 29 |
| 5.2   | Peso fresco de raíz. ....                           | 30 |
| 5.3   | Incidencia de virosis antes de trasplante .....     | 31 |
| 5.4   | Incidencia de virosis después de trasplante .....   | 32 |
| 5.5   | Fitotoxicidad.....                                  | 34 |
| 5.6   | Altura de planta.....                               | 35 |
| VI.   | CONCLUSIONES.....                                   | 29 |
| VII.  | RECOMENDACIONES .....                               | 29 |
| VIII. | BIBLIOGRAFÍA .....                                  | 39 |
| IX.   | ANEXOS.....                                         | 45 |

## LISTA DE TABLAS

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1</b> Descripción de los tratamientos .....                                         | 22 |
| <b>Tabla 2.</b> Plan fitosanitario.....                                                      | 26 |
| <b>Tabla 3.</b> Comportamiento de los tratamientos para la variable días a germinación ..... | 29 |
| <b>Tabla 4.</b> Comportamiento de los tratamientos para la variable días a emergencia.....   | 30 |
| <b>Tabla 5.</b> Comportamiento de los tratamientos para la variable peso fresco de raíz..... | 31 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Efecto de los tratamientos en la incidencia de virosis ..... | 33 |
| <b>Figura 2.</b> Efecto de los tratamientos en la altura de planta. ....      | 35 |

## LISTA DE ANEXOS

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Anexo 1.</b> Análisis de varianza para la variable días a germinación (48 hrs DDS) .....     | 46 |
| <b>Anexo 2.</b> Análisis de varianza para la variable días a germinación (63 hrs DDS) .....     | 46 |
| <b>Anexo 3.</b> Análisis de varianza para la variable días a germinación (63 hrs DDS) .....     | 46 |
| <b>Anexo 4.</b> Análisis de varianza para la variable días a emergencia.....                    | 47 |
| <b>Anexo 5.</b> Análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz.....                  | 47 |
| <b>Anexo 6.</b> Análisis de varianza para la variable incidencia de virosis (51 días DDS) ..... | 47 |
| <b>Anexo 7.</b> Análisis de varianza para la variable incidencia de virosis (54 días DDS) ..... | 48 |
| <b>Anexo 8.</b> Análisis de varianza para la variable incidencia de virosis (57 días DDS) ..... | 48 |
| <b>Anexo 9.</b> Análisis de varianza para la variable incidencia de virosis (60 días DDS) ..... | 48 |
| <b>Anexo 10.</b> Análisis de varianza para la variable incidencia de virosis (63 días DDS)..... | 49 |
| <b>Anexo 11.</b> Análisis de varianza para la variable altura de planta (15 días DDS) .....     | 49 |
| <b>Anexo 12.</b> Análisis de varianza para la variable altura de planta (18 días DDS) .....     | 49 |
| <b>Anexo 13.</b> Análisis de varianza para la variable altura de planta (21 días DDS) .....     | 50 |
| <b>Anexo 14.</b> Análisis de varianza para la variable altura de planta (4 días DDT) .....      | 50 |
| <b>Anexo 15.</b> Análisis de varianza para la variable altura de planta (11 días DDT) .....     | 50 |
| <b>Anexo 16.</b> Análisis de varianza para la variable altura de planta (17 días DDT) .....     | 51 |
| <b>Anexo 17.</b> Análisis de varianza para la variable altura de planta (24 días DDT) .....     | 51 |
| <b>Anexo 18.</b> Análisis de varianza para la variable altura de planta (31 días DDT) .....     | 51 |
| <b>Anexo 19.</b> Análisis de varianza para la variable altura de planta (31 días DDT) .....     | 52 |

**SANTOS ARDÓN; AH. 2013.** Efecto de Thiamethoxan sobre la germinación y la incidencia de virosis en el cultivo de tomate. Tesis Ing. Agr. Catacamas, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura. 52p.

## **RESUMEN**

El trabajo de investigación se realizó entre los meses de junio y agosto, en la ciudad de Siguatepeque, en los invernaderos de producción de plántulas de COHORSIL y en la aldea Planes del Zapote. Se evaluó el efecto de Thiamethoxan en la incidencia de virosis y en la germinación de las semillas comparándolo con el principio activo Imidacloprid y dos testigos. La investigación se hizo con un diseño de bloques completamente al azar con ocho tratamientos y tres repeticiones. Se evaluó una dosis por producto aplicado a la semillas y tres dosis por producto en las plantas (baja, media y alta) y dos testigos uno relativo y otro absoluto. Las variables evaluadas fueron: tiempo de germinación, días a emergencia, peso fresco de raíz, incidencia de virosis antes de trasplante, altura de planta, incidencia de virosis después de trasplante y fitotoxicidad. Para la variable tiempo a germinación no hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos pero si numérica siendo más precoces a germinar las semillas tratadas con Thiamethoxan habiendo germinado el 83.33% de las semillas en las primeras 48 horas. En la variable días a emergencia igual no hubo diferencia estadística pero si numérica siendo el mejor tratamiento las semillas tratadas con Thiamethoxan que emergieron el 86% de las semillas a los 8.33 días. La variable peso fresco de raíz no mostro diferencia estadística, si numérica donde se ve que las plántulas con Thiamethoxan junto con los testigos mostraron mejor desarrollo radicular que las plántulas tratadas con Imidacloprid. El mejor tratamiento fue el uno con un peso promedio de 2.57 gramos a los 21 días después de siembra. Para la variable incidencia de virosis antes de Trasplante no se realizó análisis de varianza porque no se presentó virosis. Incidencia de virosis después de trasplante no mostro diferencia estadística significativa. Para la variable fitotoxicidad tampoco se realizó análisis de varianza por que no hubo fitotoxicidad con ninguna de las dosis evaluadas, y para la variable altura de planta tampoco se mostró diferencia estadística significativa pero si numérica, siendo el mejor tratamiento el cuatro con 67.6 cm.

**Palabras claves:** Evaluación, Virosis, Ingrediente activo, Mosca Blanca, Tomate.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Hoy en día el cultivo de tomate se ha convertido en uno de los más importantes debido a su alto contenido nutricional y amplia variedad de productos industrializados. Según FAOSTAT (2007) el cultivo de tomate cubría el 30 % de la producción hortícola del mundo. En el año 2011 la producción mundial fue de 159 023,383 toneladas, los países más productores del mundo son: China 48 576,853 toneladas, seguida de la India 16,826,000 toneladas y en tercer lugar esta Estados Unidos de América con 12,624,700 toneladas. En América se produjeron 24 196,007 toneladas. En América Central Honduras ocupa el segundo lugar en producción con 153,098 toneladas en 4,942 hectáreas, superado solo por Guatemala con 305,427 toneladas. (FAOSTAT, 2011).

Uno de los principales problemas del cultivo de tomate son las virosis transmitidas por mosca blanca y pulgones, por lo general estos virus pertenecen a la familia de los Geminivirus. Las infecciones de Geminivirus en el tomate, repercute en la mayoría de procesos vitales de las mismas; ya que reduce la clorofila y el contenido de proteínas sustancialmente en las plantas enfermas, provocando un amarillamiento en las hojas. Todas estas alteraciones de los procesos vitales de la planta, implican la reducción del crecimiento, rendimiento y hasta la muerte de la planta, si esta resulta infestada en los primeros estadios de desarrollo. Debido a que estas infecciones reducen la producción, el tema ha tomado importancia y ha llevado a las empresas a formular nuevos productos químicos como los insecticidas sistémicos de nueva generación, los neonicotinoides: Imidacloprid (Confidor 70 WG, Blindage 60 FS); o los Thiamethoxan (Actara 25 WG, Cruiser 35 FS), que son capaces de disminuir estos daños eliminando los vectores de las virosis de manera efectiva, algunos de estos productos tienen la capacidad de inducir la germinación en las semillas y dar un mayor desarrollo radicular a las plántulas.

Por el impacto que están teniendo estos insecticidas en la agricultura es que se propuso evaluar los insecticidas comerciales, Cruiser 35 FS y Blindage 60 FS aplicados a la semillas, en ellos se evaluaron los días a germinación; y los productos Actara 25 WG y Confidor 70 WG aplicados a la planta, en ellos se evaluaron desarrollo radicular al trasplante, incidencia de virosis antes de trasplante, incidencia de virosis después de trasplante y fitotoxicidad.

## **II. OBJETIVOS**

### **a. Objetivo general**

Evaluar el efecto de Thiamethoxan sobre la germinación y la incidencia de virosis en el cultivo de tomate

### **b. Objetivos específicos**

Determinar en cuál de los productos aplicados se mostró una precocidad en el tiempo de germinación de las semillas de tomate.

Evaluar la incidencia de virosis en aplicación vía dipping antes del trasplante y vía drench en cultivo definitivo.

Identificar en cuál de los productos aplicados se mostró un mayor desarrollo radicular.

Observar si en alguno de los tratamientos se presentó fitotoxicidad.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 Generalidades

Según Nuez y Esquinas (1995), el centro de origen del genero *Lycopersicon* es lo que hoy conocemos como la región andina que comparten Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile. Este autor argumenta el origen a esta región debido a que en ella se encuentra mayor cantidad de especies dentro de este género que en cualquier otra parte del mundo. Rick (1976) citado por Nuez (1995), indica que la variedad *L. esculentum* es originaria de la región indicada ya que se encuentra mayor variabilidad genética en esta zona en comparación con otras zonas inclusive mayor que México y centro América, que según Consuelo (1998), América central y México son la zona de domesticación de la variedad *Lycopersicon esculentum*.

Según Hunziker (1979), la clasificación taxonómica es la siguiente:

Clase: *Dicotiledónea*

Orden: *Solanales*

Familia: *Solanáceas*

Subfamilia: *Solanoideae*

Tribu: *solaneae*

Género: *Lycopersicon*

Especie: *esculentum*

#### 3.2 Importancia económica.

El cultivo de tomate es de gran importancia mundial, representa el 30 % de la producción hortícola del mundo (FAOSTAT, 2007), esto se debe a su gran demanda en el mercado por

su valor nutricional y amplia variedad de productos industrializados. Según FAOSTAT (2011), la producción mundial en el año 2011 es de 159,023,383 toneladas producidas en 4,734,356 hectáreas, los países mas productores del mundo son: China 48,576,853 toneladas, seguida de la India con 16,826,000 toneladas y en tercer lugar esta Estados Unidos de América con 12 624,700 toneladas. En América se produjeron 24 196,007 toneladas, el máximo productor es Estados Unidos de América, seguido por Brasil con 4,416,650 toneladas y en tercer lugar esta México con 2,435,790 toneladas. En América Central el máximo productor es Guatemala con 305,427 toneladas seguido por Honduras con producen 153,098 toneladas en una área dedicada a este cultivo de 4,942 hectáreas con una productividad de 30.97 ton/ha.

### **3.3 Morfología.**

El tomate es una planta anual. En condiciones favorables puede vivir y fructificar varios años, no obstante, se prefiere la siembra anual por razones de carácter práctico. La siguiente morfología es descrita por Guenkov (1975).

#### **a) Sistema radicular**

Es bien desarrollado y esta notablemente bien extendido. La mayor parte de las raíces están situadas en la capa de suelo que se extiende desde 15 cm hasta 60-70 cm de profundidad. Además de raíces verdaderas, la planta de tomate desarrolla raíces adventicias en cada parte del tallo que están en contacto con la humedad del suelo. El carácter del sistema de raíces de la planta de tomate depende en gran parte del modo de siembra. Las plantas que proceden de siembra directa en comparación con las plantas que han sido trasplantadas tienen mayor cobertura de raíces.

### **b) Tallo**

El tallo de las plantas jóvenes de tomate es cilíndrico, está cubierto de finos vellos. Según las características hereditarias de las variedades y la influencia del modo de cultivo el tallo alcanza alturas desde 40-50 cm hasta 2 metros. Cuando el crecimiento vertical de las plantas es limitado, a ese grupo de variedades se le denomina determinado. Según las condiciones ambientales y el modo de cultivo, el tallo puede alcanzar alturas hasta de 2-3 m, este grupo de variedades se denomina indeterminado.

### **c) Hojas**

Son alternas, varían mucho en cuanto al tamaño, las peculiaridades del margen, carácter de la superficie, etc., según las características hereditarias de las variedades y las condiciones del cultivo.

### **d) Racimo**

Es cimoso, el eje principal está formado por ramas de distintos tipos, cada una de las cuales terminan en flor. En las variedades determinadas, el primer racimo se forma después de 6-7 hojas, mientras que en las indeterminadas aparece después de 7-10 hojas.

### **e) Flores**

Están unidas al eje del racimo por medio de pedúnculos cortos. Se componen de seis sépalos y seis pétalos amarillos que en su base están unidos entre si y también unidos a los filamentos de los estambres.

#### **f) Fruto**

El fruto es de tipo baya, se compone de semillas; de los lóculos donde están las semillas llenas de una materia gelatinosa, de los tabiques del ovario y de la piel que recubre el fruto. Los frutos del tomate se diferencian en forma, tamaño, coloración, cualidades gustativas, etc. Por su forma pueden ser: deprimidos, pseudoovalados, alargado, en forma de pera, etc. Por su tamaño, los frutos varían dentro de límites muy amplios, desde 10 gramos hasta más de 500 gramos. La coloración de los frutos se determina por la combinación entre la coloración del epicarpio y la del mesocarpio. La mayor importancia práctica la tienen las variedades de frutos intensamente rojos.

#### **g) Semillas**

Son ligeramente alargadas están cubiertas por vellos. Su peso absoluto es 100 semillas 2.5-3.3 gramos. La capacidad de germinación se mantiene hasta 5-6 años si las condiciones de conservación son favorables.

### **3.4 Etapas fenológicas.**

Según CENTA (2002) La fenología del cultivo comprende las etapas que forman su ciclo de vida. Dependiendo de la etapa fenológica de la planta, así son sus demandas nutricionales, necesidades hídricas, susceptibilidad o resistencia a insectos y enfermedades. En el cultivo del tomate, se observan tres etapas durante su ciclo de vida:

#### **a) Inicial**

Comienza con la germinación de la semilla. Se caracteriza por el rápido aumento en la materia seca, la planta invierte su energía en la síntesis de nuevos tejidos de absorción y fotosíntesis.

## **b) Vegetativa**

Esta etapa se inicia a partir de los 21 días después de la germinación y dura entre 25 a 30 días antes de la floración. Requiere de mayores cantidades de nutrientes para satisfacer las necesidades de las hojas y ramas en crecimiento y expansión.

## **c) Reproductiva**

Se inicia unos 30 o 40 días antes de floración, y se caracteriza porque el crecimiento de la planta se detiene y los frutos extraen los nutrientes necesarios para su crecimiento y maduración.

### **3.5 Estimuladores del crecimiento radicular.**

Aparte de las hormonas reguladoras de crecimiento, que intervienen de forma activa en el proceso de enraizamiento y desarrollo de las plantas, también encontramos algunas sustancias y minerales que estimulan el enraizamiento, las cuales pueden ser naturales o sintéticas.

#### **3.5.1 Hormonas reguladoras de crecimiento**

Rojas (1984) citado por Sánchez (2001) asegura que las hormonas son factores estimulantes del desarrollo, pero este es uno de sus efectos y no su acción fundamental, la cual solo consiste en llevar un mensaje provocado por un estímulo (a menudo la luz o temperatura) y su respuesta a una enzima, que en la generalidad sería la responsable directa de los procesos de desarrollo. De acuerdo con este mismo autor estas sustancias se concentran en tres grandes grupos; auxinas, citocininas y giberelinas.

### **a) Auxinas**

Es el término acuñado a un gran grupo de compuestos químicos, sean estos naturales o sintéticos, causales de diversos efectos biológicos en las plantas, o variados efectos en una especie, dependiendo del estado fenológico en que se realice su aplicación, un ejemplo de los efectos que podría causar el ácido indolacético (AIA), una de las auxinas más comunes, es provocar estimulación del crecimiento del tallo, estimulando la división celular, y un dato muy curioso que este autor apunta es la inhibición del crecimiento radical, entre muchos otros efectos (Larque y Rodríguez, 1993).

Por otra parte Bonner y Galston (1961), sostienen que la formación de raíces es una de las muchas cualidades que presenta el ácido indolacético, aunque las concentraciones que necesita para comenzar la formación de raíces, es mucho mayor que las que interviene en el alargamiento celular del tallo, este ácido puede utilizarse para la formación de esbozos radiculares en una gran cantidad de especies, al igual que otros compuestos químicos relacionados, son muy utilizados en la horticultura, dado que existen muchas especies con dificultad para desarrollar raíces.

### **b) Citocininas**

Según indica Soberon, J. R: *et al.* (s.f.) esta hormona se puede encontrar en la planta en tejidos vasculares, sobre todo en xilema y punta de las raíces. Concordando con los datos obtenidos en los exudados del sistema de raíces de vid (Skene y Kerrige (1967) citado por: Kramer, 1974). También se puede encontrar en las semillas en germinación.

Estos autores apuntan que estas hormonas presentan múltiples efectos fisiológicos en las plantas. Asociados a las auxinas promueven la división celular, estimulan la formación y crecimiento de brotes laterales, venciendo así la dominancia apical, estimula la germinación

de las semillas, retrasa la senescencia de las hojas la cual está regulada por un balance entre citocininas y etileno.

### **c) Giberelinas**

Según expresa Soberon, J. R: (s.f.), las giberelinas son esencialmente hormonas estimulantes del crecimiento al igual que las auxinas, coincidiendo con estas en algunos de sus efectos fisiológicos, entre ellos podemos destacar: estimulación en la elongación de tallos, siendo este el más notable. Otro efecto de las giberelinas según el mismo autor, es la estimulación de la germinación en muchas especies, dato curioso es que en los cereales moviliza reservas para el crecimiento inicial de la nueva plántula. Otro de sus efectos es que induce la partenocarpia y también puede reemplazar la vernalización (necesidad de horas frío) para inducir la floración en algunas especies hortícolas.

Por otra parte las giberelinas bajo condiciones de baja y alta temperatura incrementa la síntesis de los azúcares, la síntesis de enzimas de hidrólisis (beta y alfa amilasa, proteasas, lipasas entre otras) que incrementan la conversión de las reservas energéticas en reservas metabólicas, para producir mayor energía en corto tiempo, lo que se traduce en una rápida brotación, crecimiento y desarrollo de la planta.

### **3.5.2 Sustancias húmicas**

En el seminario de manejo de riego y suelo en vides para vino y mesa, Santiago de Chile (2005), se describe que estas sustancias constituyen cerca del 60% de la materia orgánica del suelo. Se ha comprobado en numerosos ensayos que estas sustancias aumentan el crecimiento radicular y la formación de raíces secundarias y modifican el funcionamiento del sistema de absorción de nutrientes al interior de las células de la raíz (Pinto, R. *et al.* 2005 y Giner, 2004. Citado por: manejo de riego y suelo en vides para vino y mesa, 2005.). Por otra parte Narváez, (s.f.) menciona que el humus es rico en materia orgánica, nutrientes y hormonas enraizantes en forma natural.

### 3.5.3 Nutrientes

Algunos elementos favorecen el desarrollo del sistema radicular más que otros, sin olvidarnos que un balance adecuado de todos los nutrientes es lo que permite demostrar que los elementos como el calcio, fósforo y boro promueven la formación de raíces (Sanders et al, 1999. y Taiz *et al*, 2002. Citado por: Manejo de riego y suelo en vides para vino y mesa, 2005)

Por otra parte Miller (1967) menciona que el nitrógeno al igual que el azufre es fundamental en las células en crecimiento, las cuales son ricas en proteínas, para lo cual son necesarios estos elementos. El fósforo contribuye a un mejor desarrollo radicular estimulando la brotación de meristemos en la raíz, como en toda la planta. Con respecto al boro; se le acredita como elemento necesario para la síntesis de proteínas y para el proceso de división celular, el cual se da de forma activa en la raíz, también el potasio se hace importante como catalizador para la síntesis de proteína y la división normal de la célula.

## 3.6 Descripción general de *Aphis spp* y *Bemisia spp*.

### 3.6.1 *Aphis spp*.

De acuerdo con Peña (1942), los afidos o pulgones son insectos de color negro, bronceado o verdoso, sin alas las hembras y con cuatro los machos; tienen el cuerpo ovoide y dos tubos en la extremidad del abdomen, por donde secretan un líquido azucarado las hembras y sus larvas viven apiñadas en gran número sobre las partes tiernas y las hojas de ciertas plantas causándole graves daños. Támara (1960), manifiesta que los afidos constituyen una de las familias más numerosas de insectos, y bien se puede decir que cada vegetal tiene una especie propia. Ross (1964) menciona que los pulgones tienen ciclos estacionales que incluyen generaciones sexuales, ovíparas y partenogenicas vivíparas, aladas y ápteras, y con frecuencia migraciones entre diferentes plantas huéspedes de verano e invierno.

De acuerdo con Janick (1960), los insectos chupadores (afidos o pulgones y chinches de campo) provocan una serie de daños con síntomas muy específicos como el enroscamiento, que afecta en la mayor parte de los casos a los brotes terminales.

Metcalf y Flint (1972), manifiestan que estos insectos además de atacar severamente y dañar o destruir todos los cultivos de hortalizas, durante el proceso de alimentación introducen sus estiletes agudos entre los tejidos de las plantas, son los agentes transmisores más importantes en la diseminación de las enfermedades causadas por virus, pues un leve periodo de alimentación puede infestar y eventualmente matar a la planta.

### **3.6.2 *Bemisia spp.***

#### **a) Generalidades.**

Rodríguez, Morales, *et al* (2006), indican que la mosca blanca es originaria del sur de Asia, aunque algunos autores consideran que del medio oriente, específicamente de La India y Pakistán, encontrándose distribuida actualmente en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Su hábitat se extiende alrededor del planeta, entre 30 Latitud. Norte y los 30 Longitud Sur (Kranz *et al*, 1982; Jarquin, 2004). En Estados Unidos, la plaga está presente desde inicios del siglo pasado, en un principio no representó peligro hasta mediados de la década de los 80's, debido a sus altas poblaciones atacando plantas ornamentales de flor de pascua entre otras (Parrela, *et al*, 1992; Lieberth, 1991).

Según Morales *et al*, (2006), En América latina, la mosca blanca empezó a convertirse en plaga de importancia económica a partir de la década de los 70's, como consecuencia del uso intensivo de agroquímicos que fueron utilizados después de la segunda guerra mundial, en cultivos comerciales como el algodón asiático. (1991) cita a Kramer, (1966) reportando que la mosca blanca apareció en América Central a partir de 1961; Siendo en el Salvador donde se encontró por primera vez este insecto en el cultivo de algodón durante la siembra

de 1961-1962. En 1964 apareció en Honduras y en 1965 en Guatemala y Nicaragua. (CATIE, 1990; Asiático, 1991; Mendoza, 2002).

### **b) Clasificación taxonómica.**

Según (Caballero, 1996) la clasificación taxonómica de mosca blanca es:

Clase: *Insecta*.

Orden: *Homóptera*.

Sub.-orden: *Sternorrhyncha*.

Familia: *Aleyrodidae*.

Sub.- familia: *Aleurodicinae* y *Aleyrodinae*

Género: *Bemisia*.

Especie: *tabaci*.

### **c) Ecología.**

Según Caballero (1996), *B. tabaci* es una de las plagas mas difundidas a nivel mundial, hasta ahora se han descrito unas 1200 especies de la familia Aleyrodidae. En Centro América y el Caribe hay por lo menos unas 30 especies de esta familia sobresaliendo *B. tabaci* como el miembro de la misma de mayor importancia en términos económicos. *Bemisia tabaci* se presenta a alturas que van desde 0 a 1000 msnm, aunque en Guatemala, Costa Rica y Panamá se encuentra a altitudes mayores. Ataca muchos cultivos, sobre todo de la familia cucurbitáceas, fabáceae, malváceas y solanácea. Es considerada la única especie vectora de Begomovirus en la familia. Según (Byrne y Bellows, 1991), la mosca blanca no es una plaga que se traslada a largas distancias por si sola ya que son consideradas como pobres voladoras, debido a su estrategias de vuelo, características de sus alas y la frecuencia de aleteo. Para ser trasladada a largas distancias esta plaga necesita del viento. Las poblaciones de *B. tabaci* se pueden encontrar en grupos tanto en plantas individuales como dentro de la parcela misma (Salguero, 1992).

Según INTA, (1998), La duración del ciclo biológico de *B. tabaci* está en dependencia del hospedero y de condiciones ambientales en la cual sobresale la temperatura, el ciclo dura 19 días a 30 °C y puede alargarse hasta 73 días a 15 °C o ser menor de 19 días a temperaturas superiores a los 32 °C. Además Salguero, (1992); citado por Rivera, (1996), menciona que el cultivo del cual se alimenta también puede influir en la duración del ciclo; por ejemplo en zanahoria y tomate el ciclo puede durar más, mientras que en camote es menor.

#### **d) Daños.**

Según Morales *et al*, (2006), Las moscas blancas, en especial *B. tabaci* se caracteriza por causar dos tipos de daños, los cuales se describen a continuación:

- **Daños directos.**

Estos son de importancia cuando las poblaciones de estas plagas son demasiado elevadas, ocasionando en la planta desordenes fisiológicos como clorosis o síndromes como por ejemplo: la clorosis intensa de vainas y pecíolos de la habichuela, maduración irregular de frutos de tomates y el denominado síndrome de la hoja plateada de las cucurbitáceas. Otro daño directo es el que hacen al alimentarse de la savia del tejido floemático ya que al succionar la savia, extrae sus nutrientes reduciendo así el vigor de la planta, la calidad del producto y por ende la producción.

- **Daños indirectos.**

Dentro de los daños indirectos tenemos la producción de fumagina y principalmente la transmisión de virus del genero BGMV. La fumagina, son excreciones azucaradas (melaza) sobre la cual se desarrollan hongos de micelio negro pertenecientes a varios

géneros, incluyendo especies de *Cladosporium* y *Capnodium*. La fumagina interfiere con el proceso fotosintético de las plantas repercutiendo negativamente sobre el rendimiento.

#### **e) Transmisión de virus.**

Según Bos, (1999), uno de los daños indirectos más importantes asociados a la mosca blanca, es su capacidad de transmitir virus en cultivos alimenticios e industriales de importancia económica. Los virus transmitidos por *B. tabaci*, en su mayoría son del tipo semi-persistente, adquiriendo el virus durante su alimentación; este del aparato bucal pasa al intestino, una vez en el intestino pasa al sistema circulatorio (Hemolinfa) y de este a las glándulas salivales para ser incorporados de nuevo a otra planta sana. Morales *et al*, (2006) menciona que los virus que son no persistentes se diferencian de los semi-persistentes en el tiempo de transmisión, ya que estos (los no persistentes) pueden ser adquiridos de una planta enferma y transmitidos a una planta sana en cuestión de segundos, por lo cual este tipo de virus no puede ser controlado fácilmente, en cambio los virus semi-persistentes se demora horas o minutos el vector en transmitirlo, permitiendo el uso de insecticidas para su manejo. Por lo tanto, conocer la manera de cómo un vector transmite un virus es un factor importante a tener en cuenta para un buen manejo integrado de plagas.

### **3.7 Geminivirus**

#### **a) Generalidades**

Morales *et al*, (2006), menciona que la gran mayoría de virus transmitidos por *B. tabaci* pertenecen al género Begomovirus (BGMV), de la familia Geminiviridae. Los Geminivirus, causan enfermedades muy importantes en varios cultivos de las zonas tropicales y subtropicales. Ramírez y Rivera, (1996), manifiestan que estos están compuestos por Ácido Desoxirribonucleico (ADN) y una proteína que forma la cubierta. El nombre (Gemini=Gemelo) se debe a la estructura de sus partículas, compuestas por dos cubiertas icosaédricas unidas por una de las caras. El genoma está constituido por una

(virus monopartitos) o dos (virus bipartitos) moléculas de ADN, estas moléculas son circulares y tienen una sola banda o cadenas; solo durante la replicación se convierten en moléculas de doble cadena, la moléculas de los virus monopartitos tienen unos 2,900 pares de bases nitrogenadas; la de los bipartitas cuentan con unos 2,600 pares cada uno. Las moléculas de los virus bipartitos denominados A y B tiene una constitución diferente, excepto en un fragmento de unas 200 bases, llamado región común. Esta región generalmente difiere entre virus.

### **b) Clasificación de los Geminivirus.**

Los Geminivirus según Rybicki (1994), citado por CATIE (2002), se clasifican en tres grupos previamente denominados subgrupos, que se diferencian por el tipo de insecto vector, las plantas hospederas y la estructura del genoma que posee; en cambio Zúñiga y Ramírez (2002), reportan que los Geminivirus se clasifican en cuatro subgrupos que son:

- **Mastrevirus:** Su nombre viene de *Maize Streak Virus* (MSV), con un solo componente genómico, infecta monocotiledóneas y son transmitidos por cicadelidos.
- **Curtuvirus:** Se deriva de *Beet Curly Top Virus* (BCTV), con un solo componente genómico, infecta dicotiledóneas y son transmitidos por cicadelidos.
- **Topocovirus:** Viene de *Tomato Pseudo-Curly Top Virus*, Transmitido por el membrácido *Micrutalis malleifera*, es relacionado al BCTV.
- **Begomovirus** *Bean Golden Mosaic Virus* (BGMV), de 1 o 2 componentes genómicos, solo infecta a dicotiledóneas y es transmitido por *B tabaci* incluyendo el biotipo B (*Bemisia argentifoli*).

### **3.8 Sintomatología de los virus transmitidos por *Bemisia spp* y *Aphis spp*.**

Las infecciones de Geminivirus en plantas hospederas como el tomate, repercute en la mayoría de procesos vitales de las mismas (plantas); ya que reduce la clorofila y el contenido de proteínas sustancialmente en las plantas enfermas provocando un amarillamiento en las hojas. Además afecta la cantidad de azúcares y almidones en las primeras hojas de la planta afectadas, lo cual obedece principalmente a la localización del virus en el sistema vascular de la planta, especialmente en el floema. Debido a esto se altera la translocación, lo cual contribuye a la acumulación de metabolitos en la parte superior de la planta, dándole a las hojas superiores una consistencia coriácea, así como una coloración morada que a menudo aparece en el borde de las hojas. También disminuye el proceso fotosintético y la respiración celular. La fotosíntesis neta en las plantas enfermas se reduce a un tercio de la correspondiente a una planta sana. Todas estas alteraciones de los procesos vitales de la planta, implican la reducción del crecimiento, rendimiento y hasta la muerte de la planta, si esta resulta infectada en los primeros estadios de desarrollo. (Leal y Lastra, 1984; citado por Hilje y Arboleda, 1992).

### **3.9 Manejo de *Bemisia spp* y *Aphis spp*.**

Rodríguez y Morales, (2007), comentan que por lo general, las plagas que causan daño directo son controladas con insecticidas cuando alcanzan una densidad poblacional determinada, conocida por los entomólogos como umbral de acción. En el caso de un insecto vector de virus, no se puede usar el concepto de umbral, porque los virus causan un mayor daño en las etapas iniciales de desarrollo de las plantas susceptibles, cuando las poblaciones del insecto vector aun no son evidentes. Además, bastan unas pocas moscas virulíferas para iniciar la infección generalizada del cultivo. Cuando la planta ya presenta síntomas de la enfermedad, se puede tener la seguridad de que la pérdida de rendimiento será total o muy significativa.

### **3.9.1 Control químico.**

Generalmente los agricultores utilizan insecticidas de contactos, los cuales solamente contribuyen a la eliminación de los adultos no ocurriendo así con los huevos o con la mayoría de instares ninfales conllevándolo a hacer más aplicaciones por ciclo. Por lo tanto es recomendable aplicar insecticidas sistémicos para eliminar tanto adultos como estados inmaduros de la plaga. Los insecticidas sistémicos de nueva generación, como son los neonicotinoides: Imidacloprid (Confidor 70 WG, Blindage 60 FS); Thiamethoxan (Actara 25 WG, Cruiser 35 FS), son adecuados para reducir las poblaciones de *Bemisia spp* y *Aphis spp* y tienen menor impacto ambiental, estos productos están formulados para tratamientos de la semilla o para aspersión al follaje. (Rodríguez y Morales, 2007)

### **3.10 Thiamethoxan.**

El Thiamethoxam es un nuevo insecticida, perteneciente al grupo de los neonicotinoides de amplio espectro. Este compuesto controla una amplia variedad de plagas, se usa tanto en aplicación foliar y tratamiento del suelo, bajo la marca de fábrica Actara™, así como en tratamiento de la semilla bajo la marca de fábrica Cruiser®. Es conocido que los neonicotinoides actúan en el receptor nicotínico de la acetilcolina del insecto. (Horii, 2006).

### **3.11 Productos químicos.**

#### **3.11.1 Cruiser 35 FS.**

**Ingrediente activo: Thiamethoxam**

**Grupo: Neonicotinoide**

Cruiser® 35 FS es un insecticida de acción sistémica de amplio espectro, estomacal y de contacto, ocasionando una rápida inhibición de la alimentación y del movimiento de los insectos susceptibles, ya sea para volar o para caminar. El ingrediente activo es tiamethoxam®. Este insecticida es neonicotinoide de segunda generación, perteneciente al subgrupo químico de los tianicotínicos y posee propiedades químicas únicas. Este

insecticida posee acción de contacto y tiene propiedades sistémicas interfiriendo en un sitio específico del sistema nervioso del insecto, los receptores de acetilcolina. (syngenta, 2006).

### **3.11.2 Actara 25 WG.**

**Ingrediente activo: Thiamethoxam**

**Grupo: Neonicotinoide**

Actara 25 WG es un insecticida de la segunda generación de los neonicotinoides que controla de forma rápida y duradera múltiples plagas como el pulgón, mosca blanca, mosquito verde, escarabajo, minadores, etc., en diversas hortalizas, frutales, vid, cítricos, patata y otros cultivos industriales y ornamentales. Puede aplicarse (siguiendo las autorizaciones de uso según cultivo) por pulverización, riego, inmersión e inyección, trasladándose a otros puntos de la planta gracias a su elevada sistemia.

Actara 25 WG tiene una rápida actividad por ingestión y por contacto. Su actividad por inhalación es muy pequeña. Actara 25 WG inactiva los receptores nicotínicos de acetilcolina del sistema nervioso de los insectos. Su absorción es rápida; penetra en el interior de la planta por las hojas y por las raíces (en aplicaciones mediante riego por goteo), se distribuye a través de la savia hacia los órganos en crecimiento, y protege los nuevos desarrollos del cultivo. (syngenta, 2011).

### **3.11.3 Blindage 60 FS.**

**Ingrediente activo: Imidacloprid, Thiodicarb**

**Grupo: Cloronicotínilo**

Insecticida del grupo Cloronicotínilo, Carbonato, ingrediente activo: Imidacloprid, Thiodicarb. Concentración: 15% Imidacloprid, 45% Thiodicarb. Blindage 60 FS, es un insecticida para el tratamiento de semillas que posee un excelente efecto sistémico acropetal, gracias a la acción del ingrediente activo Imidacloprid. Éste efecto, se complementa con la acción de contacto e ingestión que ocasiona el ingrediente activo

Thiodicarb. Además posee un efecto repelente contra las plagas masticadoras del suelo en el área de crecimiento de raíces. (Bayer, 2009)

#### **3.11.4 Confidor 70 WG.**

**Ingrediente activo: Imidacloprid, Thiodicarb**

**Grupo: Cloronicotinilo, Carbamato**

Actúa en forma sistémica acropetal, por ingestión y por contacto. Basa su acción en la interferencia de la transmisión de los estímulos nerviosos del sistema nervioso central de los insectos. De manera similar como ocurre con la acetilcolina, Confidor® 70 WG actúa excitando ciertas células nerviosas por su acción sobre los receptores proteicos. En contraste con la acetilcolinesterasa, Imidacloprid no puede o sólo parcialmente ser desactivado. El efecto último que se produce es un desorden nervioso que lleva a la muerte del insecto tratado. Imidacloprid posee muy buenas características sistémicas y tiene acción por contacto así como también estomacal. (Bayer, 2013).

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **4.1 Descripción del sitio experimental.**

El semillero se estableció en el invernadero de producción de plántulas de la cooperativa cafetalera Siguatepeque limitada (COHORSIL), en la ciudad de Siguatepeque, frente a la carretera CA-5, ahí permanecieron 22 días hasta que estas presentaron características de estar listas para el trasplante, luego se trasladaron al campo definitivo siempre en la ciudad de Siguatepeque, a una altitud de 1,170 m.s.n.m. con una temperatura que oscila entre los 21-26 °C; cuya humedad relativa es alrededor de 72-74 %, con una precipitación promedio de 1182 mm por año. (Plan de... 2007).

### **4.2 Materiales y equipo.**

Para la realización de este experimento se utilizó: semilla de tomate (Pony express), insecticidas aplicados a la semilla (Cruiser 35 FS y Blindage 60 FS), insecticidas aplicados a la planta (Actara 25 WG y Confidor 70 WG), fungicidas, fertilizante, machete, azadón, piocha, carreta, agua, sistema de riego, balanza, bomba de mochila, metro, estacas, cabuya, bandejas, sustrato, programa estadístico, libreta de campo, computadora, material de oficina, entre otros.

### **4.3 Factor bajo estudio.**

El factor bajo estudio fue el efecto de la aplicación de Thiamethoxan sobre la germinación y la incidencia de la virosis en el cultivo de tomate.

## 4.5 Tratamientos

En el experimento se sometieron a evaluación cuatro insecticidas comerciales, dos de ellos aplicados a la semilla (Cruiser 35 FS y Blindage 60 FS), y dos a la planta (Actara 25 WG y Confidor 70 WG), los cuales los unimos según su ingrediente activo, Cruiser 35 FS con Actara 25 WG (Thiamethoxan) y Blindage 60 FS con Confidor 70 WG (Imidacloprid), de dichas combinaciones se realizaron tres dosis para los insecticidas aplicados a la planta (alta, media, baja), resultando tres tratamientos por cada combinación más dos testigo, uno relativo y otro absoluto, donde al relativo se le dio el mismo manejo excepto los insecticidas evaluados y al absoluto no se le aplicó ningún producto químico solo agua y fertilizantes; para un total de 8 tratamientos.

**Tabla 1** Descripción de los tratamientos

| Tratamientos | Semillas  |         | Plantulas 15 DDS |             |            | Plantulas 22 DDS |             |            | Plantas 12 DDT |               |            |
|--------------|-----------|---------|------------------|-------------|------------|------------------|-------------|------------|----------------|---------------|------------|
|              | Producto  | Dosis   | Producto         | Dosis       | Aplicación | Producto         | Dosis       | Aplicación | Producto       | Dosis         | Aplicación |
| T1           | Cruiser   | 2 cc/Kg | Actara           | 0.5 gr/lts  | Dipping    | Actara           | 0.5 gr/lts  | Dipping    | Actara         | 150 gr/barril | Drench     |
| T2           | Cruiser   | 2 cc/Kg | Actara           | 0.75 gr/lts | Dipping    | Actara           | 0.75 gr/lts | Dipping    | Actara         | 225 gr/barril | Drench     |
| T3           | Cruiser   | 2 cc/Kg | Actara           | 1 gr/lts    | Dipping    | Actara           | 1 gr/lts    | Dipping    | Actara         | 300 gr/barril | Drench     |
| T4           | Blindage  | 6 cc/Kg | Confidor         | 0.5 gr/lts  | Dipping    | Confidor         | 0.5 gr/lts  | Dipping    | Confidor       | 150 gr/barril | Drench     |
| T5           | Blindage  | 6 cc/Kg | Confidor         | 0.75 gr/lts | Dipping    | Confidor         | 0.75 gr/lts | Dipping    | Confidor       | 225 gr/barril | Drench     |
| T6           | Blindage  | 6 cc/Kg | Confidor         | 1 gr/lts    | Dipping    | Confidor         | 1 gr/lts    | Dipping    | Confidor       | 300 gr/barril | Drench     |
| T7           | Testigo   |         |                  |             |            |                  |             |            |                |               |            |
| T8           | testigo 2 |         |                  |             |            |                  |             |            |                |               |            |

## 4.6 Unidad experimental

El experimento contenía 24 unidades experimentales tanto en el invernadero para la producción de plántulas como en el campo definitivo.

En el invernadero cada bandeja con 100 plántulas representaron una unidad experimental que posteriormente se llevaron a campo definitivo donde las 60 plántulas que presentaron mejor vigor fueron trasplantadas en parcelas de cuatro surcos separados entre ellos a 1.50 m

y por cada surco se trasplantaron 15 plántulas separadas a 40 cm teniendo como resultado una área por unidad experimental de 27 m<sup>2</sup>.

#### **4.7 Diseño experimental**

El diseño utilizado fue: Bloques completamente al azar, el cual constó con tres bloques que representaron las tres repeticiones y 8 tratamientos distribuidos al azar dentro de cada bloque.

##### **4.7.1 Modelo estadístico**

$$Y_{ij} = \mu + T_i + b_j + \epsilon_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Variable aleatoria observable

$\mu$  = Efecto de la media de la población

$T_i$  = Efecto del i-esimo ingrediente activo

$b_j$  = Efecto del j-esimo bloque

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental

#### **4.8 Manejo del experimento**

El manejo del experimento se realizó siguiendo las técnicas agronómicas habituales para este cultivo en concordancia con el objetivo del ensayo.

##### **4.8.1 Establecimiento de semillero**

Se estableció en el invernadero de producción de plántulas de COHORSIL en bandejas de 200 alveolos previamente esterilizadas. Después de lavadas las bandejas se desinfectaron con un producto químico comercial “Chadine” a base de yodo en una dosis de 125 cc de chadine en 400 galones de agua. Los alveolos de las bandejas se llenaron  $\frac{3}{4}$  de profundidad

con un sustrato comercial (Sunshine mix) humedecido con una solución elaborada con 400g de Map (12-61-0) y 200 cc de Biomed en 25 galones de agua, en el cual se depositaron las semillas de tomate y se cubrieron con otra capa de sustrato.

#### **4.8.2 Aplicación de insecticidas.**

Los insecticidas para la semilla (Cruiser 35 FS y Blindage 60 FS) fueron aplicados uniformemente en todas las semillas. Actara y confidor se aplicaron vía dipping (sumersión de las bandejas) en el invernadero y vía drench (al cuello de la planta) en el campo definitivo con las dosis correspondientes para cada tratamiento como se indica en la Tabla 1. Descripción de los tratamientos.

#### **4.8.3 Preparación de camas**

Esta actividad se realizó 25 días antes del trasplante mecánicamente. Una vez creadas las camas se les incorporó nutri-cal a una dosis de seis quintales por manzana con la intención de controlar el pH del suelo.

#### **4.8.4 Control de malezas**

Esta labor se realizó 10 días después de preparadas las camas y 25 días después de trasplante, con una mezcla de Cencor y Fusilade a una dosis de 25 ml de cada producto en una bomba de 16 lts.

#### **4.8.5 Tutorado o estaquillado**

Las estacas se colocaron a los 23 días antes de trasplante, a una distancia entre estaca de 1.5 metros para un total de cuatro por surco y 16 por parcela para un total de 352 estacas.

La altura aprovechable de las estaca fue de 1 metro, Para el tutorado se usó cabuya desinfectada. Esta cabuya se colocó a 20 cm del suelo y luego a 20 cm entre cabuya.

#### **4.8.6 Trasplante**

Se realizó 23 días después de la siembra cuando las plántulas tenían las características necesarias para ser trasplantadas, se llevaron las plántulas en canastas al campo definitivo y se trasplantaron en los agujeros con solución arrancadora; a 40 cm entre planta y 1.5 m entre hilera, en unas camas con suelo húmedo, esta labor se realizó con estacas, metro, solución arrancadora, entre otras.

La formulación de la solución arrancadora fue de 0.49 kg de nitrógeno y 1.25 kg de fósforo en 200 litros de agua, en el experimento se aplicaron 250 ml por hoyo y en total son 1,440 hoyos para un total de 360 litros de agua a los cuales se les aplico 0.88 kg de nitrógeno y 2.26 kg de fósforo.

#### **4.8.7 Control de enfermedades**

Se aplicó una serie de fungicidas de forma preventiva, dependiendo del clima y cantidad de follaje de las plantas se determinó la frecuencia de las aplicaciones. En la Tabla 1. Se describe el plan fitosanitario, desde que permanecieron en el invernadero hasta la finalización de la investigación.

**Tabla 2.** Plan fitosanitario.

| <b>Días</b>       | <b>Productos</b> | <b>Dosis</b> |
|-------------------|------------------|--------------|
| 9                 | Consento         | 30 ml/16 lts |
| 12                | Mastercop        | 35 ml/16 lts |
| 16                | Previcur         | 35 ml/16 lts |
| 16                | Derosal          | 35 ml/16 lts |
| 19                | Banrot           | 35 ml/16 lts |
| 21                | Mastercop        | 35 ml/16 lts |
| <b>Trasplante</b> |                  |              |
| 7                 | Amistar          | 10 g/16 lts  |
| 13                | Revus Opti       | 80 ml/16 lts |
| 17                | Amistar          | 10 g/16 lts  |
| 21                | Revus Opti       | 80 ml/16 lts |
| 25                | Folio Gold       | 75 ml/16 lts |
| 28                | Score            | 13 ml/16 lts |
| 31                | Revus Opti       | 80 ml/16 lts |
| 34                | Folio Gold       | 75 ml/16 lts |
| 36                | Score            | 13 ml/16 lts |
| 39                | Folio Gold       | 75 ml/16 lts |

#### **4.8.8 Riego**

Los riegos en el invernadero se realizaron cuando se comenzaba a ver seco el sustrato mediante un bum. Los riegos en campo definitivo se realizaron mediante un sistema de riego por goteo, no hubo horario para esta actividad, se realizaba cuando se comenzaba a ver secas las camas, no se permitió que las plantas entraran en estrés por déficit de agua.

#### **4.8.9 Fertilización**

La fertilización en el invernadero se realizó mediante el sistema de riego cada tres días con una solución llamada Solu-feed (12-20-30) a una dosis de 14.28 kg ha<sup>-1</sup>.

En el campo definitivo la fertilización se realizó de la misma manera que lo hace el productor que es la siguiente: a los tres días después de trasplante se le aplicó 93.50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno y 238.95 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo, a los 34 días después de trasplante se le aplicó 62.34 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno, 124.67 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo y 62.34 kg ha<sup>-1</sup> de potasio.

## **4.9 Variables evaluadas**

### **4.9.1 Tiempo de germinación y emergencia de semillas.**

Para el tiempo de germinación se realizaron muestreos con una hoja de toma de datos a las 48, 63 y 68 horas después de poner a germinar 10 semillas por repetición.

Para la emergencia se contaron las semillas que emergieron del sustrato y registraron en una hoja de toma de datos, a partir del día cinco después de siembra hasta el día en que en cada unidad experimental emergieron el 86 % de las semillas.

### **4.9.2 Peso fresco de raíz.**

Para la medición de esta variable se tomaron cinco plántulas del centro de cada tratamiento luego se lavaron las raíces y cortaron en el cuello de las plántulas, luego fueron pesadas en una balanza de tres brazos; esto se realizó un día antes del trasplante.

### **4.9.3 Incidencia de virosis antes de trasplante.**

Se realizaron muestreos cada tres días durante todo el tiempo que permanecieron las plántulas en el invernadero, para evaluar la incidencia de virosis. El muestreo fue visual y en todas las parcelas.

#### **4.9.4 Incidencia de virosis después de trasplante.**

Se realizaron muestreos con una hoja de toma de datos cada tres días en la etapa de desarrollo vegetativo para medir la incidencia de virosis, el ultimo muestro fue 40 DDT. El muestreo fue visual y en todas las parcelas.

#### **4.9.5 Fitotoxicidad.**

Se realizaron muestreos tres días después de cada una de las aplicaciones de los tratamientos, para ver si se presentaba fitotoxicidad.

#### **4.9.6 Altura de planta.**

Este dato se midió con un metro desde la base del cuello hasta el apéndice del tallo en la última ramificación. Esta actividad se realizó a partir del día 15 DDS, cada tres días hasta que se llevó al campo definitivo, una vez ahí se realizó una toma de datos semanal para esta variable.

### **4.10 Análisis estadístico.**

A los datos obtenidos de las variables evaluadas se les aplicó un análisis de varianza al 5% de significancia y una prueba de medias de tukey. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa estadístico Infostat.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Tiempo de germinación y emergencia

El análisis de varianza (anexos 1, 2, 3, 4) para estas variables muestra que no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos ( $p\text{-valor} > 0.05$ ), pero si una diferencia numérica entre ellos como se expone en las Tablas 3 y 4.

**Tabla 3.** Comportamiento de los tratamientos para la variable días a germinación

| Tratamientos   | Medias 48 hrs DDS | Medias 63 hrs DDS | Medias 68 hrs DDS |
|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Thiamethoxan   | 83.33 A           | 83.33 A           | 83.33 A           |
| Testigo        | 63.33 A           | 83.33 A           | 83.33 A           |
| Imidacloprid   | 73.33 A           | 80 A              | 80 A              |
| p-Valor > 0.05 | 0.3705            | 0.9344            | 0.9344            |
| Cv             | 20.83             | 15.44             | 15.44             |
| R <sup>2</sup> | 0.48              | 0.33              | 0.33              |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

En la Tabla 3, se observa que no se presentó diferencia estadística significativa pero si se muestra una diferencia numérica, mostrando que en las primeras 48 horas después de siembra las semillas tratadas con Thiamethoxan tienen un mayor porcentaje de germinación que el testigo y que las semillas tratadas con imidacloprid. A las 63 horas los tratamientos con Thiamethoxan se comportaron de similar forma que el testigo y el Imidacloprid. Cataneo (2008) encontró efectos similares al evaluar dos cultivares de soja en Brasil, siendo estadísticamente diferentes los tratamientos realizados con Thiamethoxam, encontró que a las 24 horas de imbibición se presentó un mayor número de semillas germinadas, y a partir de las 48 horas se comportó de forma similar.

**Tabla 4.** Comportamiento de los tratamientos para la variable días a emergencia.

| Tratamientos           | Medias |                               |
|------------------------|--------|-------------------------------|
| Thiamethoxan           | 8.33   | A                             |
| Testigo                | 8.67   | A                             |
| Imidacloprid           | 9.67   | A                             |
| p-Valor= 0.2101 > 0.04 |        | R <sup>2</sup> =0.65 CV= 8.79 |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Si bien es cierto la Tabla 4, nos indica que no se muestra una diferencia estadística entre los tratamientos pero si se observa una ligera diferencia numérica que favorece a las semillas tratadas con Thiamethoxan, esto puede estar vinculado a lo indicado en la Tabla 3, donde las semillas con Thiamethoxan germinaron más rápido. Resultados similares tuvo Acevedo (2009) donde en variedades distintas de arroz evaluó dosis de Thiamethoxan y un testigo en dicha evaluación no se presentó diferencia estadística entre tratamientos para estas variable, no obstante al observar el comportamiento de la emergencia en las variedades de arroz, Fedearroz 2000, Fedearroz 369 e Inproarroz 1550, se encuentra que la aplicación de Thiamethoxam induce una emergencia rápida de un gran porcentaje de plantas, interpretándose esto como un mayor vigor ya que las plántulas que emergen primero comienzan su proceso de fotosíntesis más pronto.

## 5.2 Peso fresco de raíz.

El análisis de varianza (anexo 5) para esta variable indica que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos (p-valor> 0.05) pero si una diferencia numérica entre ellos como se muestra en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Comportamiento de los tratamientos para la variable peso fresco de raíz.

| Tratamiento                                                     | Peso (gr)                        |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Dosis alta de Imidacloprid                                      | 1.9 A                            |
| Dosis baja de Imidacloprid                                      | 1.97 A                           |
| Dosis media de Imidacloprid                                     | 2.02 A                           |
| Dosis alta de Thiamethoxan                                      | 2.1 A                            |
| Testigo relativo                                                | 2.23 A                           |
| Dosis media de Thiamethoxan                                     | 2.42 A                           |
| Testigo absoluto                                                | 2.43 A                           |
| Dosis baja de Thiamethoxan                                      | 2.57 A                           |
| P-valor= 0.6181 > 0.05                                          | R <sup>2</sup> = 0.37 CV = 21.99 |
| Medias con una letra común no son significativamente diferentes |                                  |

En la Tabla 4, se observa una diferencia numérica entre los tratamientos siendo el mejor tratamiento numéricamente la dosis baja de Thiamethoxan, lo cual puede significar que este principio activo tiende a desarrollar el sistema radicular de las plantas. Si bien no muestra diferencia estadística, pero si se observa un mejor desarrollo del sistema radicular, en los tratamientos en que se aplicó Thiamethoxan en comparación con los que se le aplicó Imidacloprid. Resultado similar obtuvo Acevedo (2009), el no encontró diferencia estadística pero si numérica a favor del Thiamethoxan en variedades de arroz, el argumenta que la aplicación de Thiamethoxam, induce mayor acumulación de materia seca en la raíz con respecto a la parte aérea, lo cual se traduce en una mayor elongación radical y lo por tanto, mayor capacidad exploratoria de las raíces que incrementa la toma de agua y nutrientes derivando en mayores rendimientos en el cultivo. También argumenta una acción de tipo auxínico diferencial del Thiamethoxam entre las variedades de la especie que puede alterar los patrones de crecimiento y produce así una mayor elongación en la raíz.

### 5.3 Incidencia de virosis antes de trasplante

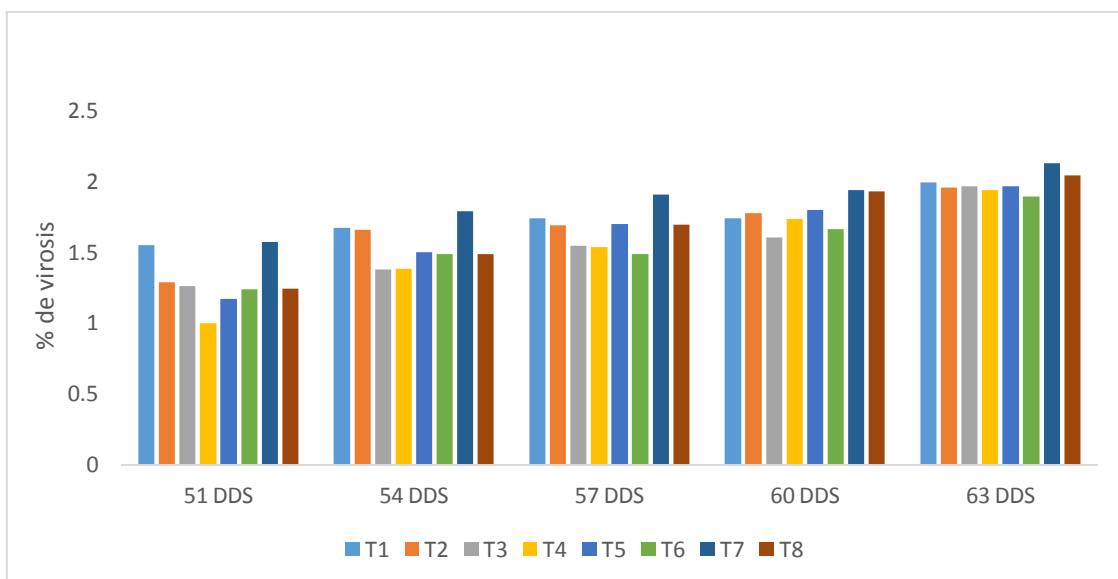
Para esta variable no se hizo análisis de varianza ya que no se mostró incidencia de virosis antes de trasplante, debido a que se trabajó con semillas certificadas y en un invernadero de producción de plántulas en muy buenas condiciones, el cual no permitió la presencia de vectores en el ensayo. IICA, (2004), menciona que una de las principales ventajas de la

agricultura protegida es el control eficaz de las infestaciones de insectos vectores de enfermedades. Resultados similares obtuvo Rodríguez, Morales (2007), ellos evaluaron métodos de control de mosca blanca entre ellos, químicos, naturales y físico (microtúneles). En su evaluación obtuvieron diferencia estadística entre los tratamientos siendo el mejor tratamiento la protección física con microtúneles a pesar de no ser la mejor tecnología de agricultura protegida los resultados son muy positivos, en su evaluación se encontraron poblaciones muy bajas de mosca blanca.

#### **5.4 Incidencia de virosis después de trasplante**

A los datos de esta variable fue necesario hacerles una conversión de  $((\log 10) + 1)$  para disminuir el coeficiente de variación ya que sobrepasaban el rango de confiabilidad ( $CV < 30$ ) debido a que los datos se recolectaron en porcentajes y en muchos de ellos el valor era cero, por estos factores no había mucha homogeneidad y uniformidad en los datos. La suma del uno al Log 10, es porque el Logaritmo de cero no existe por lo tanto los datos que eran cero pasaron a ser uno.

La presencia de virosis en el ensayo comenzó a los 42 DDS en el T1R1, T8R2 y T5R3. En el siguiente muestreo que se realizó a los 45 DDS se le sumó el T7R1 y para el siguiente muestreo que fue a los 48 DDS se sumó el T2R1. Para estas fechas de muestreo no se realizó análisis de varianza ya que no se presentaba uniformidad ni homogeneidad, pero a partir del día 51 DDS si se realizaron análisis de varianza ya con los datos transformados (anexo 6, 7, 8, 9, 10) para cada muestreo que se realizó, en los cuales no se presentó diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos ( $p\text{-valor} > 0.05$ ).



**Figura 1.** Efecto de los tratamientos en la incidencia de virosis

Aunque no se mostró diferencia estadística significativa entre los tratamientos en la Figura 1, se observa que el tratamiento que mostró mayor incidencia de virosis en todos los muestreos, es el tratamiento siete, debido a que es el testigo relativo al cual no se le aplicó ningún insecticida solo fungicidas, agua y fertilizante, incluso muestra más que el testigo absoluto al que solo se le aplicó agua y fertilizante; esto es porque las plantas del tratamiento siete fueron más vigorosas que el tratamiento ocho, porque este último se vio afectado por enfermedades fungosas. Van Lenteren y Noldus, (1990), menciona que los insectos tienen mayor preferencia por plantas vigorosas, sanas y con muchos brotes tiernos ya que estos son ricos en azúcares y nitrógeno.

Entre los tratamientos no hay diferencia estadística significativa, esto se debe a que en el periodo crítico de las plantas para estas infecciones estuvieron protegidas en invernadero y para cuando salieron de este ya tenían insecticidas sistémicos con excepción del tratamiento ocho y siete. Rodríguez, Morales (2007) menciona en su investigación, que obtuvo bajos niveles de incidencia de virosis y justifica que esto se debe a que los semilleros estuvieron protegidos durante el primer periodo crítico de su desarrollo. Sin embargo Hilje, (1993) Menciona que las altas o bajas poblaciones de mosca blanca en parcelas de tomate, están influenciadas por condiciones ambientales como temperatura, humedad relativa y

precipitación, así como también por las características genéticas que posea la variedad a cultivar (Rojas *et al*, 2000); por tal razón, se puede mencionar que las poblaciones de este insecto no siempre se comportan de forma similar en todas las parcelas.

Cabe mencionar que la investigación se realizó en invierno donde las poblaciones de mosca blanca son muy bajas y esto pudo influenciar en que no se mostrara el máximo potencial de incidencia de virosis o el máximo potencial de los principios activos evaluados en el control de los vectores de virosis en el cultivo de tomate.

### **5.5 Fitotoxicidad.**

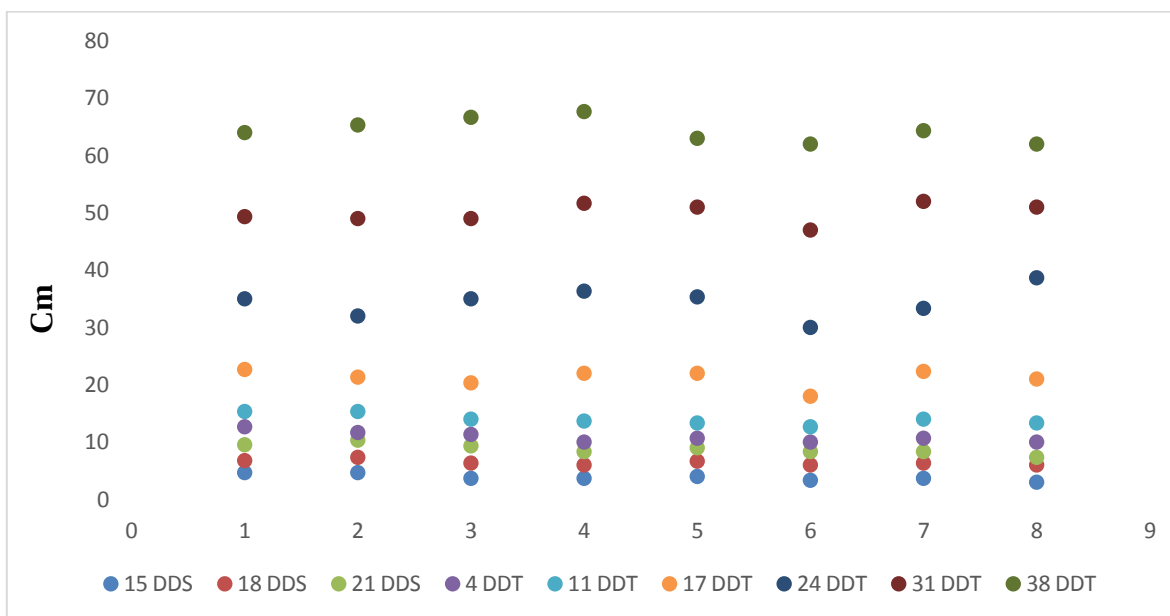
Para esta variable no se realizó análisis de varianza ya que no se mostró fitotoxicidad con las dosis usadas de los productos comerciales. Acevedo (2009) utilizó dosis parecidas de Thiamethoxan en semillas de arroz y maíz y tampoco obtuvo fitotoxicidad ni muerte de las semillas, él argumenta que las dosis están dentro de los parámetros que recomienda la casa matriz.

De las dosis bajas y medias de Thiamethoxan no se presenta fitotoxicidad ya que están dentro de los rangos que recomienda la casa matriz, Syngenta, (2011). Igual para las dosis bajas y medias de los productos que contienen el principio activo Imidacloprid. (Bayer, 2009)

Con respecto a las dosis altas, Delgado *et, al* (2005), no encontró fitotoxicidad en su evaluación de productos químicos para el control de ninfas de paratriosas entre los productos activos que él evaluó se encuentran, Imidacloprid y Thimethoxan con dosis de 250 g/ barril y 83 g/ barril respectivamente; dosis de principios activos muy parecidas a las evaluadas en esta investigación.

## 5.6 Altura de planta

En los análisis de varianza realizados en el tiempo (anexo 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20) para esta variable no se muestra diferencia estadísticamente significativa para los tratamientos ( $p\text{-valor} > 0.05$ ), si una diferencia numérica entre ellos como se ve en la figura 2.



**Figura 2.** Efecto de los tratamientos en la altura de planta.

En la Figura 2, se observa que a partir del día 11 después de trasplante las plantas comenzaron a mostrar un mejor desarrollo respecto a la altura, también se ve que no hay una diferencia marcada entre los tratamientos ya que para el día 38 después de trasplante la máxima diferencia es de cinco centímetros entre el tratamiento cuatro y el tratamiento ocho. Esto se debe a que las plantas obtuvieron el mismo manejo excepto el tratamiento ocho al cual no se le aplicó fungicidas y a esto se asume que sea el tratamiento con menos altura ya que padecieron de enfermedades fungosas que les ocasiono estrés. . Almodóvar (1996) citado por Rodríguez, Morales (2007) dice que las enfermedades infecciosas pueden ocasionar desbalance nutricional y estrés a las plantas, viéndose reflejado en el desarrollo y producción de las planta.

La virosis son consideradas enfermedades infecciosas pero en este trabajo no se ve una diferencia estadística en altura de plantas porque tampoco hubo una diferencia estadística en la incidencia de virosis, Figura 1. Las infecciones de virosis afectan el crecimiento ya que reduce la clorofila y el contenido de proteínas sustancialmente en las plantas enfermas provocando un amarillamiento en las hojas. La fotosíntesis neta en las plantas enfermas se reduce a un tercio de la correspondiente a una planta sana. Todas estas alteraciones de los procesos vitales de la planta, implican la reducción del crecimiento, rendimiento y hasta la muerte de la planta, si esta resulta infestada en los primeros estadios de desarrollo. (Leal y Lastra, 1984; citado por Hilje y Arboleda, 1992).

## **VI. CONCLUSIONES**

Aunque no se mostró diferencia estadística significativa entre los tratamientos, se observó que los tratamientos con Thiamethoxan tienen un mayor porcentaje de semillas germinadas en las primeras 48 horas desde que las semillas entran en contacto con el sustrato, por ende un mayor número de plántulas emergidas en menor tiempo.

En el variable peso fresco de raíz, no se encontró diferencia estadística significativa pero si resultados más positivos en los tratamientos que se utilizó Thiamethoxan en comparación con los que se utilizó Imidacloprid.

No se presentó incidencia de virosis hasta el día 44 después de siembra, lo cual se argumenta a causas como ser: que las plántulas se produjeron en invernadero y que la investigación se realizó en invierno donde las poblaciones de vectores disminuyen significativamente; a estas mismas causas se argumenta que no se presentara diferencia estadística entre los tratamientos ya que no se presentó el máximo potencial de la virosis ni el máximo potencial de los principios activos en contra de los vectores de la virosis.

En ninguna de las dosis propuestas para los tratamientos evaluados se observaron síntomas característicos de fitotoxicidad.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Realizar esta misma investigación en tiempo de verano donde las poblaciones de los vectores de virosis son más elevadas, esto ayudará a que se muestre el máximo potencial de la incidencia de virosis y el máximo potencial de control de los principios activos evaluados.

Llevar la investigación hasta cosecha para evaluar los rendimientos obtenidos y así calcular el beneficio costo, de los productos evaluados.

Ejecutar una investigación parecida a esta en otros cultivos de importancia económica del país para ver si se presentan los mismos resultados o incluso mejores.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, j. 2009. Evaluación del efecto de la aplicación de Thiamethoxam sobre la calidad de semilla de cinco híbridos de maíz (zea maíz l.) y cinco variedades de arroz (oryza sativa). Tesis, maestría en ciencias agrarias. Bogotá, Colombia. Universidad nacional de Colombia facultad de agronomía escuela de posgrados.96p.

Asiático, J.M. 1991. Control de Bemisia tabaci en tomate con insecticidas biológicos, botánicos y químicos. Tesis M.sc. CATIE. Turrialba, CR.77 p.

Bayer. 2013. Confidor 70 WG,información general. (En línea). Consultado el 13 de Mayo 2013. Disponible en: [www.Cropscience.bayer.com.ar/soluciones-bayer/p171-confidor-70-wg](http://www.Cropscience.bayer.com.ar/soluciones-bayer/p171-confidor-70-wg)

Bayer.2009.Productos, Blindage 60 FS. (En línea). Consultado el 3 de Mayo del 2013. Disponible en: [www.bayercropscience-ca.com/contenido-php?id=163&id\\_prod=582](http://www.bayercropscience-ca.com/contenido-php?id=163&id_prod=582)

Bonner, J; Galston, A.W. 1961.Principios de fisiología vegetal. Trad. F Portillo. 2 ed. Madrid, ES. Aguilar. 485 p.

Bos, L. 1999. Plant viruses, unique and instriguing pathogens-a text book of plant virology. Backhuys publisher, Leiden. Netherlands. 358 p.

Byrne, D.N; Belcows, T.S. 1991. White fly biology. Annual review of entomology. 36: p 431-457.

Caballero. 1996. Metodología para el estudio y manejo de mosca blanca y Geminivirus. Ed. Hilje.L.Turrialba, CR. P 1-10.

CATIE. 1990 (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba, CR.

Consuelo, H. 1998. Horticultura. Ed. Pueblo y educación. La Habana, CU. 193 p.

Delgado, J; Hernández, J; Soto, M; Vallecillos. J. 2005. Evaluación y validación de la efectividad biológica de ocho insecticidas químicos contra el pulgón saltador (paratrioza cockerelli sulc.) En el Sauz, Penjamo, Guanajuato, México. Programa de sanidad vegetal. Guanajuato, Mx. 10p.

FAOSTAT. 2007. Food and agriculture organization of the united nations, (En línea). Consultada el 2 de mayo del 2013 disponible en <http://faostat.fao.org>

FAOSTAT. 2011. Food and agriculture organization of the United Nations. (En línea). Consultado el 2 de mayo 2013. Disponible en: <http://faostat.fao.org>

Guenko, G. 1975. Fundamentos de horticultura cubana: morfología del tomate. La Habana, CU. 308 p.

HILJE, L. 1993. Un esquema conceptual para el manejo integrado de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate. Manejo Integrado de plagas Turrialba, (Costa Rica) 29: 51-57.

HILJE, L. Y ARBOLEDA, O. 1992. Las mosca blanca (Homóptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. Informe técnico N° 205. Área de protección. (CATIE) Turrialba, Costa Rica. p. 66.

Hunziker, A.T.1979. South American Solanaceae: a dynoptic survey. Hamkes, J.G; Lester, R.N, Ed. The biology and taxonomy of the solanaceae. Academic Press. New York, y London, US. P 49-85.

IICA, 2004. (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). Uso de túneles en la producción hortícola de Nicaragua. Managua, Nicaragua. 24p.

INTA. 1999. (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Cultivo de tomate. Guía tecnológica de tomate. Ed.Henner Obregon N°22, Managua, Nicaragua. 6p.

Jarquín, D. 2004: Evaluación de cuatro variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), basado en el complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*) Geminivirus, en la comunidad de Apompuá, Potosí, Rivas, Nicaragua. Tesis de M.Sc. Managua, Nicaragua. p. 21-25.

Jnick, J. 1960. Horticultura científica e industrial. Traducido por Horacio moll. Acribia, Zaragoza, ES. 465p.

Kramer, P. 1966. Serious increase of cotton whitefly and virus transmission in Central America. Journal of Economic Entomology (EEUU). p. 59: 1531.

Kramer, P.J. 1974. Relaciones hídricas de suelo y plantas: una síntesis moderna. Trad, L Tejada. Distrito Federal. MX, EDUTEX. 538 p.

Kranz, J; Schmutterer, K y Koch, W. 1982. Enfermedades, Plagas y Malezas de los cultivos tropicales. Paul Parey, Berlin y Hamburgo. p. 722.

Laqué, A; Rodríguez, T. 1993. Fisiología vegetal experimental: aislamiento y cuantificación de los de los reguladores de crecimiento vegetal. Distrito Federal, MX, trillas. 193 p.

Lieberth, J.A. (ED.) 1991. Yes you can win the war on whiteflies. Maister publishing company, Willoughby (EUA). p. 32.

Mendoza, S. 2002. Diagnostico en la entofauna benéfica presente en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) y manejo de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y gusano del fruto, a través del Nim 80 (*Azadirachtha indica*), Dipel (*Bacillus thuringiensis*) y Filitos en el municipio de Estelí, en época de apante. Tesis de Ing. Agrónomo Managua, Nicaragua. p. 1-2.

Metcalf, C; Flint, W. 1972. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control; desarrollo y metamorfosis, 4<sup>ta</sup> ed. México, continental. 300p.

Miller, EV. 1967. Fisiología vegetal. Trad. F Latorre. Distrito Federal, MX, UTEHA. 344p.

Morales, F.J.; Cardona, C; Bueno, M.J. y Rodríguez, I. 2006. Manejo integrado de enfermedades de plantas causadas por virus transmitidos por moscas blancas. Ed. Francisco J Morales. CIAT. Colombia. p 43.

Morales, J; Rodríguez, V. 2007. Evaluación de alternativas de protección física y química de semilleros de tomate (*lycopersicum esculentum* Mill) contra el ataque del complejo mosca blanca (*bemisia tabaci*, gennadius)-geminivirus y su efecto en el rendimiento, en el

municipio de Tisma, Masaya. Tesis. Ing. Agrónomo. Managua, Nicaragua. Universidad nacional agraria. 91p.

Narváez, F. s.f. Humus de lombriz, principales características. Temuco, Chile. 5p.

Nuez, F.1995. El cultivo del tomate: origen y domesticación. 1ed. Mundi-prensa. 797p.

Parrella, M.P; Bellows, T.S; Gill, R. J; Brown, J.K. y Heinz, K. 1992. Sweet potato Whitefly: prospects for biological control. *California Agriculture*, 46 (5) 25-26.

Peña, R. 1942. Horticultura y Fruticultura. 2<sup>da</sup> ed. J, Mantsó, Barcelona, ES. 395p

Pinto IN: manejo de riegos y suelos en vides para vino y mesa. 2005, Hotel Torre mayor, Santiago Chile. 200. Estrategias para estimular el desarrollo radicular en uva de mesa. Sosa P. et al. INIA. 22p.

Rivera, B. R., 1996. Identificación de Geminivirus. CATIE. Guía Para el Manejo Integrado de Plagas (MIP). Turrialba, Costa Rica. p. 10

ROJAS, A.; KVARNHEDEN, A. Y VALCONNEN. J. P. T. 2000. Geminivirus infesting tomato crop in Nicaragua. *Plant. Disc.* 89. p. 843-846.

Ross, H. 1964. Introducción a la entomología general y aplicada. Omega, ES. 515p.

Salguero, Y. 1992. Perspectivas para el manejo del complejo mosca blanca-virosis. En la mosca blanca (Homóptera: Aleyrodidae). En América central y el caribe. Memoria. Turrialba, Costa Rica. N° 205: 20-26.

Sánchez, G. 2001. Evaluación de ácido naftalenico y el herbicida 2,4-D, como estimulante de enraice para estacas de napoleón. Tesis Ing. Agro. Catacamas, Olancho, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura. 34p.

Soberon, JR. s.f. reguladores vegetales. (En línea). San miguel de Tucumán, Argentina consultado el 9 de mayo de 2013. Disponible en: [http://www.biologia.edu.ar/plantas/reguladores\\_vegetales\\_2005/tipos\\_de\\_reguladores\\_vegetales.htm](http://www.biologia.edu.ar/plantas/reguladores_vegetales_2005/tipos_de_reguladores_vegetales.htm)

Syngenta. 2006. Power by Cruiser inversión que si crece. Manual. Bogotá, CO. 17p.

Syngenta.2011.Actara, características y modo de acción. (En línea). Consultado el 13 de Mayo 2013. Disponible en [www.syngenta.com/country/es/sp/productos/proteccion\\_cultivos/insecticidas/paginas/actara.aspx](http://www.syngenta.com/country/es/sp/productos/proteccion_cultivos/insecticidas/paginas/actara.aspx)

Tamaro, D. 1960. Manual de horticultura. Trad por A. Caballero. 5<sup>a</sup> ed. Gili, Barcelona, ES. 510p

Van Lenteren, J; Noldus, L. 1990. Whitefly-plant relationships; Behavioural and ecological aspects. *In Whiteflies: Their biionimics, pest status and management*. D Garling (Ed) New Castle, U K. Athenaeum Presss. p. 47-89.

## **IX. ANEXOS**

**Anexo 1.** Análisis de varianza para la variable días a germinación (48 hrs DDS)

| Horas DDS   | Variable         | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV      |
|-------------|------------------|----|----------------|-------------------|---------|
| 48.00       | % de Germinación | 9  | 0.48           | 0.00              | 20.83   |
| F.V.        | SC               | gl | CM             | F                 | p-valor |
| Modelo.     | 866.67           | 4  | 216.67         | 0.93              | 0.5278  |
| Bloque      | 266.67           | 2  | 133.33         | 0.57              | 0.6049  |
| Tratamiento | 600.00           | 2  | 300.00         | 1.29              | 0.3705  |
| Error       | 933.33           | 4  | 233.33         |                   |         |
| Total       | 1800.00          | 8  |                |                   |         |

**Anexo 2.** Análisis de varianza para la variable días a germinación (63 hrs DDS)

| Horas DDS   | Variable         | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV      |
|-------------|------------------|----|----------------|-------------------|---------|
| 63.00       | % de Germinación | 9  | 0.33           | 0.00              | 15.44   |
| F.V.        | SC               | gl | CM             | F                 | p-valor |
| Modelo.     | 311.11           | 4  | 77.78          | 0.48              | 0.7510  |
| Bloque      | 288.89           | 2  | 144.44         | 0.90              | 0.4768  |
| Tratamiento | 22.22            | 2  | 11.11          | 0.07              | 0.9344  |
| Error       | 644.44           | 4  | 161.11         |                   |         |
| Total       | 955.56           | 8  |                |                   |         |

**Anexo 3.** Análisis de varianza para la variable días a germinación (63 hrs DDS)

| Horas DDS   | Variable         | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV      |
|-------------|------------------|----|----------------|-------------------|---------|
| 68.00       | % de Germinación | 9  | 0.33           | 0.00              | 15.44   |
| F.V.        | SC               | gl | CM             | F                 | p-valor |
| Modelo.     | 311.11           | 4  | 77.78          | 0.48              | 0.7510  |
| Bloque      | 288.89           | 2  | 144.44         | 0.90              | 0.4768  |
| Tratamiento | 22.22            | 2  | 11.11          | 0.07              | 0.9344  |
| Error       | 644.44           | 4  | 161.11         |                   |         |
| Total       | 955.56           | 8  |                |                   |         |

**Anexo 4.** Análisis de varianza para la variable días a emergencia.

| Variable           | N | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|--------------------|---|----------------|-------------------|------|
| Días a germinación | 9 | 0.65           | 0.29              | 8.79 |

| F.V.        | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |
|-------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo.     | 4.44 | 4  | 1.11 | 1.82 | 0.2884  |
| Bloque      | 1.56 | 2  | 0.78 | 1.27 | 0.3735  |
| Tratamiento | 2.89 | 2  | 1.44 | 2.36 | 0.2101  |
| Error       | 2.44 | 4  | 0.61 |      |         |
| Total       | 6.89 | 8  |      |      |         |

**Anexo 5.** Análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz.

| Variable              | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-----------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Peso Fresco Raíz (gr) | 24 | 0.37           | 0.00              | 21.99 |

| F.V.        | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |
|-------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo.     | 1.91 | 9  | 0.21 | 0.90 | 0.5478  |
| Bloque      | 0.64 | 2  | 0.32 | 1.35 | 0.2906  |
| Tratamiento | 1.27 | 7  | 0.18 | 0.77 | 0.6181  |
| Error       | 3.29 | 14 | 0.23 |      |         |
| Total       | 5.20 | 23 |      |      |         |

**Anexo 6.** Análisis de varianza para la variable incidencia de virosis (51 días DDS)

| Tiempo      | Variable             | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-------------|----------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| 51 días DDS | % de virosis LOG10+1 | 24 | 0.32           | 0.00              | 26.22 |

| F.V.        | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |
|-------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo.     | 0.76 | 9  | 0.08 | 0.74 | 0.6691  |
| Bloque      | 0.01 | 2  | 0.01 | 0.04 | 0.9563  |
| Tratamiento | 0.75 | 7  | 0.11 | 0.94 | 0.5082  |
| Error       | 1.60 | 14 | 0.11 |      |         |
| Total       | 2.36 | 23 |      |      |         |

**Anexo 7.** Análisis de varianza para la variable incidencia de virosis (54 días DDS)

| Tiempo      | Variable             | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-------------|----------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| 54 días DDS | % de virosis LOG10+1 | 24 | 0.42           | 0.04              | 19.99 |

| F.V.        | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |
|-------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo.     | 0.96 | 9  | 0.11 | 1.12 | 0.4120  |
| Bloque      | 0.51 | 2  | 0.25 | 2.67 | 0.1043  |
| Tratamiento | 0.45 | 7  | 0.06 | 0.67 | 0.6928  |
| Error       | 1.33 | 14 | 0.10 |      |         |
| Total       | 2.29 | 23 |      |      |         |

**Anexo 8.** Análisis de varianza para la variable incidencia de virosis (57 días DDS)

| Tiempo      | Variable             | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-------------|----------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| 57 días DDS | % de virosis LOG10+1 | 24 | 0.41           | 0.04              | 17.18 |

| F.V.        | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |
|-------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo.     | 0.81 | 9  | 0.09 | 1.10 | 0.4217  |
| Bloque      | 0.42 | 2  | 0.21 | 2.56 | 0.1125  |
| Tratamiento | 0.39 | 7  | 0.06 | 0.68 | 0.6867  |
| Error       | 1.14 | 14 | 0.08 |      |         |
| Total       | 1.95 | 23 |      |      |         |

**Anexo 9.** Análisis de varianza para la variable incidencia de virosis (60 días DDS)

| Tiempo      | Variable             | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-------------|----------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| 60 días DDS | % de virosis LOG10+1 | 24 | 0.38           | 0.00              | 15.49 |

| F.V.        | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |
|-------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo.     | 0.66 | 9  | 0.07 | 0.97 | 0.4995  |
| Bloque      | 0.37 | 2  | 0.19 | 2.46 | 0.1211  |
| Tratamiento | 0.29 | 7  | 0.04 | 0.55 | 0.7850  |
| Error       | 1.06 | 14 | 0.08 |      |         |
| Total       | 1.72 | 23 |      |      |         |

**Anexo 10.** Análisis de varianza para la variable incidencia de virosis (63 días DDS)

| Tiempo      | Variable             | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-------------|----------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| 63 días DDS | % de virosis LOG10+1 | 24 | 0.19           | 0.00              | 10.63 |

| F.V.        | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |
|-------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo.     | 0.15 | 9  | 0.02 | 0.37 | 0.9297  |
| Bloque      | 0.04 | 2  | 0.02 | 0.48 | 0.6277  |
| Tratamiento | 0.11 | 7  | 0.02 | 0.34 | 0.9211  |
| Error       | 0.62 | 14 | 0.04 |      |         |
| Total       | 0.77 | 23 |      |      |         |

**Anexo 11.** Análisis de varianza para la variable altura de planta (15 días DDS)

| Variable              | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-----------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Altura de Planta (cm) | 24 | 0.39           | 0.00              | 20.60 |

| F.V.        | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|-------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo.     | 5.94  | 9  | 0.66 | 0.99 | 0.4909  |
| Bloque      | 0.48  | 2  | 0.24 | 0.36 | 0.7042  |
| Tratamiento | 5.46  | 7  | 0.78 | 1.17 | 0.3804  |
| Error       | 9.37  | 14 | 0.67 |      |         |
| Total       | 15.31 | 23 |      |      |         |

**Anexo 12.** Análisis de varianza para la variable altura de planta (18 días DDS)

| Variable              | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-----------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Altura de Planta (cm) | 24 | 0.44           | 0.08              | 14.84 |

| F.V.        | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|-------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo.     | 10.12 | 9  | 1.12 | 1.23 | 0.3494  |
| Bloque      | 5.44  | 2  | 2.72 | 2.99 | 0.0831  |
| Tratamiento | 4.68  | 7  | 0.67 | 0.73 | 0.6480  |
| Error       | 12.75 | 14 | 0.91 |      |         |
| Total       | 22.87 | 23 |      |      |         |

**Anexo 13.** Análisis de varianza para la variable altura de planta (21 días DDS)

| Variable              | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-----------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Altura de Planta (cm) | 24 | 0.51           | 0.20              | 14.17 |

| F.V.        | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|-------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo.     | 23.11 | 9  | 2.57 | 1.65 | 0.1945  |
| Bloque      | 5.06  | 2  | 2.53 | 1.62 | 0.2324  |
| Tratamiento | 18.05 | 7  | 2.58 | 1.65 | 0.2006  |
| Error       | 21.84 | 14 | 1.56 |      |         |
| Total       | 44.95 | 23 |      |      |         |

**Anexo 14.** Análisis de varianza para la variable altura de planta (4 días DDT)

| Variable              | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-----------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Altura de Planta (cm) | 24 | 0.62           | 0.37              | 12.79 |

| F.V.        | SC    | gl | CM    | F    | p-valor |
|-------------|-------|----|-------|------|---------|
| Modelo.     | 43.54 | 9  | 4.84  | 2.50 | 0.0603  |
| Bloque      | 24.25 | 2  | 12.13 | 6.27 | 0.0114  |
| Tratamiento | 19.29 | 7  | 2.76  | 1.42 | 0.2709  |
| Error       | 27.08 | 14 | 1.93  |      |         |
| Total       | 70.63 | 23 |       |      |         |

**Anexo 15.** Análisis de varianza para la variable altura de planta (11 días DDT)

| Variable              | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-----------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Altura de Planta (cm) | 24 | 0.75           | 0.59              | 10.38 |

| F.V.        | SC     | gl | CM    | F     | p-valor |
|-------------|--------|----|-------|-------|---------|
| Modelo.     | 89.54  | 9  | 9.95  | 4.73  | 0.0049  |
| Bloque      | 70.58  | 2  | 35.29 | 16.80 | 0.0002  |
| Tratamiento | 18.96  | 7  | 2.71  | 1.29  | 0.3239  |
| Error       | 29.42  | 14 | 2.10  |       |         |
| Total       | 118.96 | 23 |       |       |         |

**Anexo 16.** Análisis de varianza para la variable altura de planta (17 días DDT)

| Variable              | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-----------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Altura de Planta (cm) | 24 | 0.77           | 0.62              | 10.62 |

| F.V.        | SC     | gl | CM    | F     | p-valor |
|-------------|--------|----|-------|-------|---------|
| Modelo.     | 236.88 | 9  | 26.32 | 5.18  | 0.0032  |
| Bloque      | 189.58 | 2  | 94.79 | 18.67 | 0.0001  |
| Tratamiento | 47.29  | 7  | 6.76  | 1.33  | 0.3067  |
| Error       | 71.08  | 14 | 5.08  |       |         |
| Total       | 307.96 | 23 |       |       |         |

**Anexo 17.** Análisis de varianza para la variable altura de planta (24 días DDT)

| Variable              | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-----------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Altura de Planta (cm) | 24 | 0.79           | 0.66              | 11.85 |

| F.V.        | SC      | gl | CM     | F     | p-valor |
|-------------|---------|----|--------|-------|---------|
| Modelo.     | 892.38  | 9  | 99.15  | 5.94  | 0.0017  |
| Bloque      | 743.08  | 2  | 371.54 | 22.27 | <0.0001 |
| Tratamiento | 149.29  | 7  | 21.33  | 1.28  | 0.3285  |
| Error       | 233.58  | 14 | 16.68  |       |         |
| Total       | 1125.96 | 23 |        |       |         |

**Anexo 18.** Análisis de varianza para la variable altura de planta (31 días DDT)

| Variable              | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-----------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Altura de Planta (cm) | 24 | 0.86           | 0.78              | 7.57 |

| F.V.        | SC      | gl | CM     | F     | p-valor |
|-------------|---------|----|--------|-------|---------|
| Modelo.     | 1265.42 | 9  | 140.60 | 9.81  | 0.0001  |
| Bloque      | 1204.75 | 2  | 602.38 | 42.04 | <0.0001 |
| Tratamiento | 60.67   | 7  | 8.67   | 0.60  | 0.7428  |
| Error       | 200.58  | 14 | 14.33  |       |         |
| Total       | 1466.00 | 23 |        |       |         |

**Anexo 19.** Análisis de varianza para la variable altura de planta (31 días DDT)

| Variable              | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-----------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Altura de Planta (cm) | 24 | 0.68           | 0.48              | 8.34 |

| F.V.        | SC      | gl | CM     | F     | p-valor |
|-------------|---------|----|--------|-------|---------|
| Modelo.     | 867.96  | 9  | 96.44  | 3.34  | 0.0213  |
| Bloque      | 777.00  | 2  | 388.50 | 13.47 | 0.0005  |
| Tratamiento | 90.96   | 7  | 12.99  | 0.45  | 0.8538  |
| Error       | 403.67  | 14 | 28.83  |       |         |
| Total       | 1271.63 | 23 |        |       |         |

