



“Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible”

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN AGRÍCOLA Y FORESTAL**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Ocurrencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.)  
(Hemíptera: Aleyrodidae) e incidencia de virosis en  
chiltoma (*Capsicum annum* L.) con dos densidades  
de siembra, en condición semiprotegida

**AUTOR:**

**Br. Eufemio José Hernández Umanzor**

**ASESOR:**

**Ing. Harold Iván Argüello Chávez**

**MANAGUA, NICARAGUA**

**ABRIL 2016**



“Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible”

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## FACULTAD DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN AGRÍCOLA Y FORESTAL

### TRABAJO DE GRADUACIÓN

Ocurrencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.)  
(Hemíptera: Aleyrodidae) e incidencia de virosis en  
chiltoma (*Capsicum annum* L.) con dos densidades  
de siembra, en condición semiprotegida

**AUTOR:**

**Br. Eufemio José Hernández Umanzor**

**ASESOR:**

**Ing. Harold Iván Argüello Chávez**

Presentado al honorable tribunal examinador como requisito  
final para obtener el grado de Ingeniería en Sistemas de  
Protección Agrícola y Forestal.

MANAGUA, NICARAGUA

ABRIL 2016

## ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo general	4
2.2 Objetivos específicos	4
III. MATERIALES Y MÉTODOS	5
3.1 Ubicación del experimento	6
3.2 Diseño experimental	6
3.2.1 Descripción de los tratamientos	6
3.3 Material genético	7
3.4 Manejo del cultivo	7
3.4.1 Preparación del suelo y siembra	7
3.4.2 Fertilización	7
3.4.3 Amarre	8
3.4.4 Riego	8
3.4.5 Manejo de malezas	8
3.4.6 Aplicación de insecticida	8
3.4.7 Cosecha	9
3.5 Variables evaluadas	9
3.5.1 Identificación del insecto plaga mosca blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> L.)	9
3.5.2 Monitoreo de adultos y ninfas de mosca blanca	9
3.5.3 Incidencia de virosis transmitida por mosca blanca	10
3.5.4 Tasa de virosis transmitida por mosca blanca	11
3.5.5 Área Bajo la Curva de Progreso de Virosis (ABCPV) transmitida por mosca blanca	11

3.5.6	Ajuste de modelos epidemiológicos de virosis transmitida por mosca blanca	12
3.5.7	Rendimiento kg/ha del cultivo de chiltoma tres cantos en los tratamientos surcos sencillos y dobles en condición semiprotegida	12
3.5.8	Presupuesto parcial	12
3.5.9	Dominancia	12
3.5.10	Tasa de retorno margina (TRM)	13
3.6	Análisis de datos	14
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
4.1	Ocurrencia poblacional de mosca blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> L.) en el cultivo de chiltoma en los tratamientos surcos sencillos y dobles en condición semiprotegida	15
4.2	Porcentaje de incidencia de virosis transmitida por mosca blanca	18
4.3	Tasa de la virosis transmitida por mosca blanca	19
4.4	Área Bajo la Curva del Progreso de Virosis (ABCPV) transmitida por mosca blanca	20
4.5	Ajuste de modelos epidemiológicos de virosis transmitida por mosca blanca	21
4.6	Correlación de Pearson para mosca blanca y virosis en el cultivo de chiltoma a dos densidades en condición semiprotegida	22
4.7	Comparación del rendimiento (kg/ha) del cultivo de chiltoma tres cantos de los tratamientos evaluados en condición semiprotegida	23
4.8	Análisis económico del cultivo de chiltoma en los tratamientos surcos sencillos y dobles en condición semiprotegida	24
4.8.1	Análisis de Presupuesto parcial	24
4.8.2	Análisis de dominancia	25
4.8.3	Análisis de la tasa de retorno marginal	26
V.	CONCLUSIONES	27
VI.	RECOMENDACIONES	28
VII.	LITERATURA CITADA	29
VIII.	ANEXO	35

## **DEDICATORIA**

Primeramente a **“DIOS”**.

A mis padres: **Ramón Hernández Núñez y Maritza de Jesús Umanzor.**

A mis hermanos: **Ramón Antonio, Ervin Joel y Maritza Odili Hernández Umanzor.**

A mi cuñada: **Elieth Calero Gómez.**

“Ustedes no me eligieron a mí; he sido yo quien los eligió a ustedes y los preparé para que vayan y den fruto, y ese fruto permanezca.” Sn Juan 15,16.

**Br. Eufemio José Hernández Umanzor**

## AGRADECIMIENTO

A “**DIOS**” padre alfarero de mi vida y creador de todo cuanto existe por darme la fuerza, el entendimiento y sabiduría, para poder crecer y ser el líder de mi vida logrando metas y expectativas tras mi crecimiento personal, espiritual y profesional.

A mis **padres, hermanos, y amigos (as)**, por haber confiado en mí brindando su apoyo incondicional.

Al ingeniero **Harold Iván Argüello Chávez**, por asesorar mi trabajo de graduación.

Al ingeniero **Oswaldo Rene Rodríguez**, por haberme dado la oportunidad de trabajar en el laboratorio de entomología.

A licenciada **Eudomilia Quezada** y licenciada **Ivette Sánchez**, por su acompañamiento, durante mi proceso de formación en la universidad.

A doña **Delia Hernández**, por haberme brindado su casa, en el momento de desarrollar mi trabajo de graduación.

A la Universidad Nacional Agraria como alma mater por brindarme la oportunidad de formarme como profesional en el campo de la Fitoprotección.

A todos los docentes que aportaron parte de sus conocimientos para formarme como un nuevo profesional en nuestra linda Nicaragua.

En especial a los docentes del Departamento de Protección Agrícola y Forestal (DPAF), por su deseo de servir, compartiendo sus conocimientos, enseñándome a aprender y comprender la importancia que tiene crecer con actitudes positivas de manera intelectual.

A todas aquellas personas que sin esperar nada a cambio me apoyaron para seguir mis estudios universitarios y desarrollar este trabajo.

**Br. Eufemio José Hernández Umanzor**

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Diseño de factores.	5
2. Comparación de la ocurrencia poblacional de adultos y ninfas de mosca blanca a través del tiempo en los tratamientos surcos sencillos y dobles.	17
3. Comparación de la tasa o velocidad de virosis a través del tiempo en los tratamientos surcos sencillos y dobles.	19
4. Comparación del Área Bajo la Curva de Progreso de Virosis (ABCPV) a través del tiempo en los tratamientos surcos sencillos y dobles.	20
5. Presupuesto parcial evaluado en dólar para cada uno de los tratamientos surcos sencillos y dobles en cultivo de chiltoma tres cantos en El Centro Experimental El Plantel, Masaya, en el período comprendido de Diciembre 29/2014 y Abril 2015.	24
6. Análisis de dominancia para cada uno de los tratamientos surcos sencillos y dobles en cultivo de chiltoma tres cantos en El Centro Experimental El Plantel, Masaya, en el período comprendido de Diciembre 29/2014 y Abril 2015.	25
7. Tasa de retorno marginal (TRM) para cada uno de los tratamientos surcos sencillos y dobles en cultivo de chiltoma tres canto en El Centro Experimental El Plantel, Masaya, en el período comprendido de Diciembre 29/2014 y Abril 2015.	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Datos climáticos del Centro Experimental El Plantel durante los meses que se recolectaron los datos (INETER, (2015).	4
2. Ocurrencia poblacional de adultos y ninfas de mosca blanca por planta en los tratamientos surcos sencillos y dobles a través del tiempo.	17
3. Porcentaje de incidencia de virosis desde los 34 hasta los 109 ddt en el cultivo de chiltoma en los tratamientos de surcos sencillos y dobles de chiltoma en El Centro Experimental El Plantel, Masaya.	18
4. Rendimiento total de los tratamientos (surcos sencillos y dobles) de chiltoma en El Centro Experimental El Plantel, Masaya, 2015.	23

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Características físicas y químicas donde se estableció el ensayo, casa malla del Centro Experimental El Plantel, Km 30 de la carretera Tipitapa – Masaya, 2015.	36
2. Ilustración de las parcelas experimentales.	37
3. Ilustración E. Hernández tomando datos en campo.	38
4. Ilustración de plantas y frutos de chiltoma criollo tres cantos.	39
5. Ilustración del envase del insecticida Confidor 25 LS.	40
6. Ilustración de bolsa de insecticida Actara 25 WG.	41
7. Ilustración de microscopio-estereoscópico de la marca VANGUARD utilizado para la identificación de mosca blanca en la sala de entomología de la UNA.	42
8. Ilustración de clave para inmaduros de <i>Bemisia tabaci</i> Genn.	43
9. Ilustración de lupa de 10X utilizada para observar ninfas de mosca blanca en campo.	44
10. Ilustración de plantas de chiltoma con síntomas de virosis.	45
11. Ecuaciones de modelos epidemiológicos.	46
12. Análisis de varianza (ANDEVA) para adultos de mosca blanca.	47
13. Análisis de varianza (ANDEVA) de ninfas de mosca blanca.	47
14. Análisis de varianza (ANDEVA) de la tasa de virosis transmitida por mosca blanca	48
15. Análisis de varianza (ANDEVA) del Área Bajo la Curva de Progreso de Virosis (ABCPE).	48
16. Ajuste de incidencia de virosis con modelos epidemiológicos exponencial, monomolecular, logístico y gomperz.	48
17. Correlación de Pearson para adultos y ninfas de mosca y parámetros de progreso de virosis.	49
18. Rendimiento (kg/ha) del cultivo de chiltoma en surcos sencillos y dobles.	49

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue generar información sobre la ocurrencia poblacional de mosca blanca *Bemisia tabaci* Genn., e incidencia de virosis a través del tiempo en el cultivo de chiltoma *Capsicum annuum* L., con dos densidades de siembra en condición semiprotegida, en El Centro Experimental El Plantel. Se muestreó la población de mosca blanca desde los 30 hasta los 93 ddt y la incidencia de virosis desde los 34 hasta los 109 ddt; la rentabilidad del cultivo se evaluó por tratamiento realizando tres cortes cada 20 días después de los 70 ddt. Se detectó un incremento gradual de adultos y ninfas de mosca blanca e incidencia de virosis en el cultivo, con poblaciones más bajas durante la etapa de cimientto del cultivo de chiltoma, teniendo promedios más altos en el tratamiento de surcos sencillos, alcanzando su nivel crítico durante la etapa de floración y al finalizar la cosecha. El modelo epidémico apropiado para describir la curva de progreso de virosis resulto ser el monomolecular. Los parámetros de progreso de virosis, tasa y el Área Bajo la Curva de Progreso de virosis en los tratamientos de surcos sencillos y dobles no presentaron significancia estadísticas. La incidencia de virosis con la ocurrencia poblacional de mosca blanca mostró correlación positiva. En condición semiprotegida es conveniente sembrar con surcos dobles, ya que, la ocurrencia de mosca blanca e incidencia de virosis es menor, además resulta más rentable al momento de la cosecha. También el tratamiento de surcos sencillos fue dominado por el tratamiento de surcos dobles, el cual presentó una alta tasa de retorno marginal.

**Palabras claves:** incremento, correlación, rentabilidad.

## ABSTRACT

The aim of this study was to generate information on population occurrence of whitefly *Bemisia tabaci* Genn., and incidence of viral infections over time in the cultivation of sweet pepper *Capsicum annuum* L., with two planting densities in semi-protected condition in the Experimental Center El Plantel. Whitefly population was sampled from 30 to 93 DAT and the incidence of viral diseases from 34 to 109 DAT; crop profitability treatment was evaluated by performing three cuts every 20 days after 70 DAT. A gradual increase in adults and whitefly nymphs and incidence of viral diseases in the crop, was lower during the stage of growth of sweet pepper crop, populations were detected having higher averages in the treatment of simple grooves, reaching its critical level for the flowering stage and at the end of the harvest. Proper epidemic model to describe the curve progression of viral turned out to be the monomolecular. The parameters of viral progression, tax and Area Under the Curve Viral Progress in the treatment of single and double rows, it showed no statistical significance. The incidence of viral infections with the occurrence of whitefly population showed positive correlation. In semi-protected condition is suitable plant with double rows, since the occurrence of whitefly and incidence of viral infections is less, plus more profitable to harvest time. The treatment of single rows was dominated by the treatment of double rows, which had a high marginal rate of return.

Keywords: growth, correlation, profitability.

## I. INTRODUCCIÓN

El pimiento o chile dulce (*Capsicum annuum* L.), conocido en Nicaragua como chiltoma, pertenece a la familia de las solanáceas, este cultivo es originario de regiones tropicales de América, especialmente de Bolivia y Perú (Balcaza, 1998; Berrios *et al*, 2007; INTA, 2004).

Durante la época precolombina la chiltoma se difundió por la mayor parte del continente Americano y durante los siglos XV y XVI los colonizadores españoles y portugueses la llevaron a Europa, África y Asia (Orellana *et al*, 2004 y MAG, 2007). Esta hortaliza es importante por su valor nutritivo. Es rica en vitamina A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> y C (CATIE, 1993). Después del tomate y la cebolla, es la hortaliza más importante como alimento y condimento en las distintas comidas de los nicaragüenses (INTA, 2006; Cruz, 1998).

En Nicaragua la chiltoma es cultivada principalmente en pequeñas áreas de producción con parcelas de 0.3 hectáreas, hasta áreas de tres o cuatro hectáreas, en sistema de monocultivo, destinadas para los mercados locales (INTA, 2004). Se estima que el área que se cultiva anualmente es de 1,070 hectáreas, localizándose casi la mitad de la producción en el valle de Sébaco (Matagalpa), con rendimientos promedios de 15 toneladas por hectárea. Otras regiones donde se cultiva a pequeña escala son: Ocotol, Somoto, Estelí, Jinotega, Matagalpa, Boaco, Granada, Masaya, Managua y Juigalpa (INTA, 2006).

La mayoría de la población consume esta hortaliza en ensaladas, rellenos y como sazónador de comidas (Cruz y Aráuz, 2004). La variedad de chiltoma más cultivada por los productores en Nicaragua es la variedad criolla tres cantos (CEVAS, 1998, Gutiérrez y Campos, 2004). Estas están expuestas a una gran cantidad de limitaciones que afectan su desarrollo en sus diferentes etapas fisiológicas reduciendo su rendimiento, y desmejorando la calidad de los frutos, entre estos factores tenemos los de origen biótico: plagas insectiles y enfermedades. Dichos organismos pueden estar presentes en las diferentes etapas del cultivo (Rodríguez, 2004).

Dentro de las plagas insectiles de mayor importancia en el cultivo de chiltoma se encuentra la mosca blanca, este insecto causa diferentes daños al cultivo: daño directo, al succionar la savia del tejido vegetal e inyectan toxinas, como consecuencia puede tener clorosis y hasta la muerte. Daño indirecto, consiste en la producción de extractos azucarados en el cual se desarrollan hongos del género, *Capnodium*, dañando la apariencia del producto y

dificultándose la función clorofílica debido al bloqueo de la luz, sin embargo, el daño más importante se debe a la trasmisión de virosis (INTA, 2007; Naranjo, 2004 y Santos *et al*, 2009).

Debido a los problemas fitosanitarios que presenta el cultivo de la chiltoma en relación a vectores y virosis, se han creado condiciones de protección como: invernaderos, casa malla y micro túneles, donde se pueda evitar la entrada de dichos organismos para un manejo eficiente sobre ellos (IICA, 2004). También, controlar la entrada de personas que ingresan a dicho lugar, evitando de esta manera la diseminación de vectores y virosis de trasmisión mecánica al cultivo (Jaramillo *et al*, 2007).

La producción de chiltoma en condición protegida o semiprotegida se define como “toda estructura cerrada, cubierta por materiales transparentes o semitransparentes, que permite obtener condiciones artificiales de microclima para el cultivo de plantas, mediante la cual se tiene el propósito de alcanzar un adecuado crecimiento vegetal, aumentar rendimientos y obtener excelentes cosechas (Santos *et al*, 2010).

Esta es una alternativa de producción está tomando auge entre los productores; dado que existe mayor disponibilidad y accesibilidad de los materiales necesarios para la construcción de estructuras de protección física (Santos *et al*, 2010). Permitiendo el incremento del rendimiento, calidad de frutos, precocidad en cosechas fuera de época, ahorro de agua y el control de plagas insectiles tales como: mosca blanca, áfidos, trips, ácaros y chicharritas (Boaz, 2011; Juárez *et al*, 2011; Moreno *et al*, 2011; Ortiz, 2009 y Santos *et al*, 2010).

La generación de información relacionada a estrategias de protección física que documenten experiencias de manejo de plagas y enfermedades en la UNA es limitada, encontrándose de tres a cuatro trabajos de investigación relacionados a estrategias de protección física y química en chiltoma en el Departamento de Protección Agrícola y Forestal (DPAF).

Por ello, se propone desarrollar trabajos de investigación que registren información documentada de la ocurrencia de plagas y enfermedades, de igual forma, que evalúen la efectividad y factibilidad de potenciales alternativas de manejo de estos problemas fitosanitarios en condición protegida o semiprotegida.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 General**

Generar información sobre la ocurrencia de mosca blanca, incidencia de virosis y la rentabilidad del cultivo de chiltoma con dos densidades de siembra surcos sencillos y dobles en condición semiprotegida.

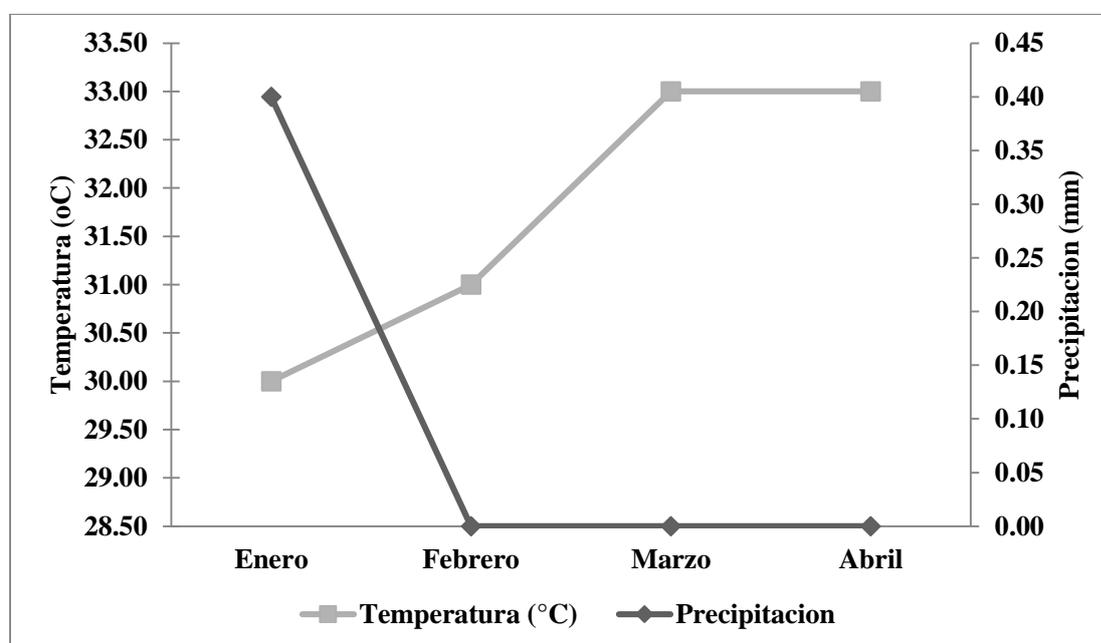
### **2.2 Específicos**

- Describir la ocurrencia poblacional de mosca blanca a través del tiempo en el cultivo de chiltoma con dos densidades de siembra surcos sencillos y dobles en condición semiprotegida.
- Evaluar la dinámica temporal de virosis en el cultivo de chiltoma con dos densidades de siembra surcos sencillos y dobles en condición semiprotegida.
- Analizar la relación entre la ocurrencia poblacional de adultos y ninfas de mosca blanca con parámetros de progreso de virosis a través del tiempo en el cultivo de chiltoma con dos densidades de siembra surcos sencillos y dobles en condición semiprotegida.
- Comparar el rendimiento y la rentabilidad del cultivo de chiltoma con dos densidades de siembra surcos sencillos y dobles en condición semiprotegida mediante un análisis de presupuesto parcial, dominancia y tasa de retorno marginal.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Ubicación del experimento

El ensayo se realizó en condición semiprotegida de casa malla en El Centro Experimental El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria, localizado en el kilómetro 30 Carretera, Tipitapa-Masaya. Corresponde a una zona que se considera como bosque seco tropical, se ubica entre las coordenadas geográficas 12° 06' de Latitud Norte y entre los 86° 04' de Longitud Oeste. Se encuentra a una altura de 65 metros sobre el nivel del mar (msnm), con temperatura promedio de 28 °C, la precipitación promedio anual oscila entre los 796-800 mm, con humedad relativa de 71 % y viento con velocidad de 3.5 m/s (INETER, 2009).



**Figura 1.** Datos climáticos del Centro Experimental El Plantel durante los meses que se recolectaron los datos (INETER, (2015).

Los terrenos de la finca son ondulados, con una pendiente que varía entre 1 y 15 %, con muy poca cobertura de suelo, el área total es de 270 ha, destinadas a la producción agrícola, forestal y pecuaria, siendo este último el rubro principal.

La textura del suelo donde se estableció el ensayo es franco arcilloso con un pH ligeramente ácido de 6,08 y posee 3,16% de materia orgánica (Anexo 1). (Datos obtenidos de resultados de muestra enviadas al Laboratorio de Suelos y Agua de la UNA, 2015).

### 3.2 Diseño experimental

El ensayo se estableció en época de verano, en el período de diciembre 29 de 2014 a abril 14 de 2015, ejecutando la siembra de chiltoma en condición semiprotegida bajo casa malla sin techo.

El experimento se basó en un arreglo factorial, aplicado en un Diseño Completamente al Azar (DCA). El diseño estaba compuesto por dos factores (A y B):

#### El Factor A (densidad de siembra) con dos niveles

- a) a1 Surcos sencillos
- b) a2 Surcos dobles

#### Factor B (Fechas de muestreo) con diez niveles (Cuadro 1).

Cuadro 1. Diseño de factores.

<i>Factor A: Densidad de siembra</i>	<i>Factor B: Fechas de muestreo</i>									
	b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	b8	b9	b10
<i>a1</i>	b1a1	b2a1	b3a1	b4a1	b5a1	b6a1	b7a1	b8a1	b9a1	b10a1
<i>a2</i>	b1a2	b2a2	b3a2	b4a2	b5a2	b6a2	b7a2	b8a2	b9a2	b10a2

#### 3.2.1 Descripción de los tratamientos

Tratamiento 1: chiltoma en surcos sencillos, con cuatro camas por tratamiento una sola hilera por cama, a una distancia de siembra de 0.4 m entre planta y 1.3 m entre cama, 65 plantas por cama, 260 plantas por tratamiento y 19,000 plantas por hectárea (Anexo 2).

Tratamiento 2: chiltoma en surcos dobles, con cuatro camas por tratamientos, con dos hileras por cama a una distancia de siembra de 0.35 m entre planta y 1.3 m entre cama, 74 plantas por surco (2 surcos y 148 plantas por cama), 592 plantas por tratamiento y 43,329 plantas por hectárea (Anexo 2).

En cada tratamiento se seleccionaron 16 estaciones fijas al azar, para diferenciar las estaciones de muestro en cada tratamiento se colocó un banderín en cada estación, para el

tratamiento de surcos sencillos los banderines fueron de color amarillo y para el tratamiento de surcos dobles de color azul (Anexo 2).

### **3.3 Material genético**

Chiltoma criollo tres cantos: es una chiltoma ampliamente cultivada en las diferentes zonas del país, se puede sembrar todo el año. El fruto tiene tres cantos o lados, es de superficie lisa, cáscara gruesa y es resistente al transporte (INTA, 2007) (Anexo 4).

### **3.4 Manejo del cultivo**

#### **3.4.1 Preparación de suelo y siembra**

La preparación del terreno en el campo definitivo se hizo de forma manual con azadón, luego se construyeron los camellones de siembra. Posteriormente se instaló el sistema de riego constituido tubos PVC, conectores y cintas de goteo.

#### **3.4.2 Fertilización**

Este cultivo demanda altas dosis de fertilizante (CENTA, 2002), por lo que se abonó con 35 kg de compost (materia orgánica) durante la preparación del terreno, debido a que los elementos críticos en el área donde se estableció el ensayo según el análisis de suelo realizado por el Laboratorio de Suelo y Agua de la Universidad Nacional Agraria son: Fósforo, Calcio, Magnesio, Zinc, Boro y Nitrógeno, que es el elemento faltante en cualquier suelo agrícola (Anexo 1).

Una buena fertilización no implica solamente aplicar el elemento faltante, sino también mantener un balance adecuado entre los elementos, tanto en el suelo como en la fisiología de la planta (Berrios *et al*, 2007; CENTA, 2002). Por ello se realizaron aplicaciones adecuadas para mantener el balance de los nutrientes durante el desarrollo del cultivo y asegurar una mejor producción aproximadamente se aplicó 350 kg/ha de fertilizantes de fórmula completa: 12-30-10 y 18-46-0 más 135 kg/ha de Urea.

Se realizó aplicación de por sistema de riego de muriato de potasio (K<sub>2</sub>O) (0-0-60) recomendado para corregir deficiencias o desbalances de este elemento en el suelo y/o reponer extracciones del mismo por parte de los cultivos, fundamental para obtener un buen peso y llenado en frutos de los vegetales con una dosis aproximada de 65 kg/ha y enraizador Proroot diseñado para inducir y estimular el crecimiento de las raíces y el engrosamiento de

tallos la dosis fue de 2 kg/ha. También se realizó aplicación foliar de Boro 2 l/ha, Magnesio 2 l/ha, Zinc 2 l/ha, Potasio 15 kg/ha y Azufre, 1 l/ha.

### **3.4.3 Amarre**

El cultivo de chiltoma criolla tres cantos requiere amarrarse, con el propósito de evitar la caída y rotura de tallos y ramas.

A los treinta días después del trasplante se colocaron espalderas. Para las espalderas se utilizaron estacas de madera (eucaliptus) de 1.5m de alto, separados a 2.5 entre sí. Las hiladas horizontales de cabuya se colocaron cada 0.25 m de acuerdo al desarrollo del cultivo.

### **3.4.4 Riego**

Se realizó riego por goteo diario, con una hilera de mangueras por cama de la marca Aquadrop170, modelo AQUADROP170 con emisores a una distancia cada 30 cm, presión nominal 10 y caudal nominal 1.1 litro/hora. En el riego por goteo se utilizan tubos plásticos con orificios distribuidos en el surco que humedecen la zona radicular con una dosis de agua controlable. Este tipo de riego se adoptó perfectamente para el ensayo.

### **3.4.5 Manejo de malezas**

Se realizaba control de malezas una vez a la semana con el uso de azadón. Para evitar competencia entre las malezas y el cultivo, también para evitar el desarrollo de malezas hospederas de los insectos y la enfermedad en estudio.

Existen tres momentos críticos o de competencia para controlar las malezas, estos son: En la etapa de desarrollo vegetativo del cultivo, el segundo momento es previo a la floración, siendo ésta más importante, porque el cultivo demanda mayor cantidad de nutrientes y el tercer momento es después del desarrollo de frutos (CATIE, 1993).

### **3.4.6 Aplicaciones de insecticidas**

Para decidir el momento de las aplicaciones del insecticida en el cultivo de chiltoma en condición semiprotegida se realizó monitoreo semanal de mosca blanca de forma visual se muestreaban 80 plantas por tratamiento surcos sencillos y dobles. Los insecticidas usados fueron; Confidor y Actara, ya que son adecuados para reducir las poblaciones de mosca

blanca y tienen menor impacto ambiental; estos productos están formulados para tratamientos de la semilla o para aspersión al follaje (Morales *et al.*, 2006).

Dosis de Confidor: 17 cc/bomba de 20, equivale a 12.5 bombadas de 20 litros por hectárea y 340 cc/ha, las aplicaciones se realizaron cada 14 días alternando con actara.

Dosis de Actara: 8 gramos por bomba de 20 litros de agua, equivalente a 156.25 gramos por hectárea, las aplicaciones se realizaron cada 14 días alternando con confidor.

Las aplicaciones se suspendieron a los 70 ddt, para evitar contaminación del producto al llevarlo al mercado o alguna intoxicación al momento de la cosecha.

### **3.4.7 Cosecha**

La cosecha del cultivo de chiltoma tres cantos en se realizó de forma manual utilizando tijeras y alcohol para desinfectar en cada estación y cajillas plásticas para transportar la chiltoma cosechada.

## **3.5 Variables evaluadas**

### **3.5.1 Identificación del insecto plaga mosca blanca (*Bemisia tabaci* L.)**

Para la identificación morfológica de mosca blanca se colectaron hojas infestadas con pupas de moscas blancas en platos petri, estas, fueron revisadas en la sala de entomología de la UNA, se utilizaron como herramientas, platos petri, viales, pinzas y un microscopio-estereoscópico (VANGUARD-1264SF, SN 009028) (Anexo 8) cuya lente ocular es de 10 x de resolución. (Anexo 9). También se usó alcohol al 70% para preservar adultos de mosca blanca.

La identificación del insecto plaga mosca blanca se realizó con el apoyo del profesor Alex Cerrato responsable del museo entomológico de la UNA y los resultados obtenidos se compararon con las características registradas en la clave de campo para inmaduros de moscas blancas de Centro América por (Caballero, 1994 y Hilje, 1996) (Anexo 8),

### **3.5.2 Monitoreo de ninfas y adultos de mosca blanca**

Para la estimación de las variables, ninfas y adultos de mosca blanca, los datos se tomaron en la etapa vegetativa hasta la reproductiva desde los 31 a 93 ddt del cultivo de chiltoma. En donde se seleccionaron al azar 16 estaciones fijas por tratamiento, en cada estación se

tomaron 5 plantas de chiltoma para ser muestreadas, para un total de 80 plantas por tratamiento.

Se realizó monitoreo semanal y se muestreaba de la parte media hacia los brotes nuevos de la planta, ya que, la mosca blanca tiene preferencia por las hojas jóvenes para la ovoposición (Pereira y Laurentin, 2002), también permanece alimentándose en el envés de las hojas terminales de la planta (Morales *et al*, 2006).

Según Anderson (2005), los adultos de mosca blanca poseen hábitos diurnos y su mayor actividad, la desarrollan de ocho a nueve de la mañana. Por ende, los muestreos se realizaron por la mañana, basada en el conocimiento de la bioecología de la plaga.

A continuación se describe el método de muestreo utilizado en este experimento para ninfas y adultos de mosca blanca recomendado por Hilje (1996):

**Ninfas.** Los recuentos del último instar ninfal y especialmente de los puparios se realizó con el apoyo de una lupa de 10X, ya que los “puparios” son grandes, amarillentos y tienen ojos rojos; sus bordes están levemente despegados de la lámina foliar (Anexo 9).

**Adultos.** Se realizó recuento directo en el follaje por ser bastante confiable, donde se volteaban las hojas para revisar el envés sin ahuyentar las moscas blancas.

### **3.5.3 Incidencia de virosis transmitida por mosca blanca**

Los síntomas fueron el único medio para aproximarse a la caracterización de las enfermedades causadas por virosis en el cultivo. En general los síntomas, aislados o combinados que se observaron fueron: mosaico amarillo brillante, moteado clorótico, clorosis del margen de las hojas, enrollamiento foliar, curvamiento de la hoja hacia abajo (epinastia), otras deformaciones como abultamientos o ampollamientos, reducción del área foliar, enanismo, abscisión floral, y frutos pequeños. Estos síntomas se manifiestan directamente en la reducción del rendimiento y por lo tanto, en pérdidas económicas (Hilje y Arboleda, 1992 y Sepúlveda *et al*, 2005) (Anexo 10).

Para medir la incidencia de virosis, se contó el número de plantas con síntomas virales desde los 34 hasta los 109 ddt del cultivo de chiltoma. Se calculó el porcentaje de incidencia de virosis por estación, utilizando la fórmula propuesta por (Van Der Plank, 1963 y CIAT, 1987):

$$\% \text{ de incidencia} = \frac{\text{No de plantas con síntomas de virosis}}{\text{No de plantas muestreadas}} * 100$$

### 3.5.4 Tasa de virosis transmitida por mosca blanca

La tasa de virosis mide la velocidad de la epidemia, por lo que puede considerarse un velocímetro de la enfermedad, ya que indica el grado de incremento de la virosis por unidad de tiempo (Día, Semana o Año) en una población de plantas (Achicanoy, 2000).

La tasa de la enfermedad de virosis se midió tomando los datos de incidencia de virus en cada fecha de muestreo, utilizando la fórmula siguiente:

$$rM = 1/t_2 - t_1 * [\ln(1/(1-y_2)) - \ln(1/(1-y_1))]$$

Dónde r: tasa promedio de enfermedad, t<sub>2</sub>: periodo final de la enfermedad o muestreo 2, t<sub>1</sub>: periodo de inicio de la enfermedad o muestro 1, ln: logaritmo natural, y: proporción de la enfermedad (incidencia) 1: máximo de área susceptible (Achicanoy, 2000).

### 3.5.5 Área Bajo la Curva de Progreso de Virosis (ABCPV) transmitida por mosca blanca

Con los datos de incidencia se construyeron las curvas de progreso de la enfermedad, ya que, es uno de los mejores métodos para comparar epidemias. (ABCPV), es la cantidad de enfermedad existente entre dos observaciones de tiempo (Achicanoy, 2000).

Dicha área se calculó mediante integración trapezoidal y se expresa en unidades de porcentaje de virosis-días o proporción de virosis-días, así:

$$ABCPE = \sum_{i=1}^{n-1} \left( \frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

Dónde:  $\sum$  = sumatoria de n observaciones, i = iésima observación, y<sub>i</sub> = proporción de enfermedad (incidencia) afectada en la iésima observación, t<sub>i</sub> = tiempo (días) después del trasplante en la iésima observación (Vanderplank, 1963; Hernández y Montoya, 1987 y Achicanoy, 2000).

### **3.5.6 Ajuste de modelos epidemiológicos de virosis transmitida por mosca blanca**

La selección del modelo más apropiado, se determinó en forma analítica; y se realizó mediante el análisis de regresión de mínimos cuadrados. Se graficaron los valores transformados de virosis, mediante los logit, expo, gompit y monit contra el tiempo (t) para cada modelo (logístico, exponencial, gompertz o monomolecular), se obtuvo el coeficiente de determinación  $R^2$ , el cual represento la proporción de la variación total presente en los valores y se explicó por la ecuación de regresión. El modelo seleccionado fue el que presento el mayor  $R^2$  (Vanderplank, 1963; Hernández y Montoya, 1987 y Achicanoy, 2000) (Anexo 11).

### **3.5.7 Rendimiento kg/ha del cultivo de chiltoma tres cantos en los tratamientos surcos sencillos y dobles en condición semiprotegida**

Para obtener los datos de rendimiento se tomaron 3 cosechas a partir de los 70 ddt hasta los 110 ddt, de acuerdo a lo que se producía en cada estación correspondiente a cada tratamiento. Se pesó el total de frutos por estación para obtener el peso en kilogramo, los frutos recolectados por cada estación correspondiente de cada tratamiento, se pesaron utilizando una balanza digital. Se pesó el fruto de calidad comercial (punto de madurez comercial), con un tamaño aproximado de 8cm de largo por 5cm de ancho, que no presentara daño por patógenos (deformaciones), danos por insectos o daños mecánicos.

### **3.5.8 Presupuesto parcial**

Este método se utilizó para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y los beneficios de los tratamientos evaluados (CIMMYT, 1988).

En el análisis se utilizaron únicamente los costos que varían de los tratamientos surcos sencillos y dobles.

### **3.5.9 Dominancia**

Se tomaron los costos variables de cada tratamiento y los costos variables que se encontraron por debajo de los costos totales de producción en los tratamientos, se consideró como tratamiento dominado (CIMMYT, 1988).

Este se realizó una vez obtenido los datos de rendimiento en el que se ordenaron los tratamientos de menor a mayor de acuerdo a los costos totales variables.

### **3.5.10 Tasa de retorno marginal (TRM)**

Indicó exactamente cómo los beneficios netos de la inversión aumentaron al incrementar la cantidad invertida y reveló lo se ganó en promedio e este experimento, al comparar la práctica en tratamiento de surcos sencillos y dobles.

Para analizar la tasa de retorno marginal se tomó en cuenta ambos tratamientos surcos sencillos y dobles, colocando los beneficios netos de menor a mayor con sus respectivos costos variables, obteniendo el beneficio neto marginal (BNM) al restar el menor beneficio neto a su inmediato superior, lo mismo para el incremento en los costos variables marginales. La tasa de retorno marginal se obtuvo de dividir el incremento marginal de los beneficios netos entre el incremento marginal de los costos variables, multiplicado el cociente por cien (CIMMYT, 1988).

### 3.6 Análisis de los datos

Los datos de cada variable fueron comparados haciendo un análisis de normalidad con SPSS v.20, posteriormente fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA) con el programa estadístico Infostat. Si se encontraba diferencia significativa en el ANDEVA. El nivel de significancia usado en el análisis fue al ( $P = 0.05$ ).

Según Vanderplank (1963); Hernández (1987) y Achicanoy (2000), el análisis de las epidemias, es el aspecto más importante, en la selección del modelo matemático apropiado para describir el progreso de la enfermedad, por ello se siguieron algunos pasos:

**Primero:** se cuantifico el progreso de virosis en las diferentes evaluaciones, se expresó en forma acumulativa y se graficó contra el tiempo a fin de diseñar una curva de progreso de virosis.

**Segundo:** se analizaron los valores de la proporción de virosis en cada una de las lecturas realizadas, durante el transcurso de la epidemia.

**Tercero:** se calcularon los modelos colocando los datos de proporción de virosis contra el tiempo ( $t$ ), y mediante análisis de regresión lineal simple  $y = b_0 + b_1x$ , y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ).

Dónde:  $y$  e  $x$ =variables,  $b_0 + b_1$ = son constantes, que facilitan la tendencia de la enfermedad.

Luego se hicieron comparaciones en los rendimientos de cada tratamiento y se determinó la rentabilidad de los tratamientos sometiendo los datos a un análisis económico de las variables agronómicas mediante un análisis de presupuesto parcial, dominancia y tasa de retorno marginal a través de la metodología del CIMMYT (1998).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Ocurrencia poblacional de mosca blanca (*Bemisia tabaci* L.) en el cultivo de chiltoma en los tratamientos surcos sencillos y dobles en condición semiprotegida

Se comparó la ocurrencia poblacional de mosca blanca en 2 tratamientos de chiltoma en surcos sencillos y dobles desde los 30 hasta los 93 ddt. Se observó que las poblaciones de mosca blanca se presentaron desde la primera fecha de muestro, pero, a partir de los 51 ddt las poblaciones de mosca blanca aumentaron de forma progresiva a través del tiempo manteniendo su nivel poblacional por encima del nivel crítico en ambos tratamientos surcos sencillos y dobles con más de 1 ninfa y 1 adulto de mosca blanca por planta. Después de los 51 ddt el tratamiento que mostró el nivel más bajo de población fue el tratamiento de surcos dobles donde se encontró a los 58 ddt, 0.6 adultos de mosca blanca por planta. (Figura 2).

Cabe destacar que no se encontró literatura que mencione directamente que el nivel crítico de mosca blanca es uno por planta, pero, según Morales *et al*, (2006) para mosca blanca en entomología no se usa el término “umbral de acción”, por ser uno de los vectores de virosis más importantes en hortalizas, por ello se tomó la decisión de establecer un nivel crítico de una mosca blanca por planta.

Valverde *et al*, (1993), determinaron el movimiento estacional de mosca blanca en el año, para lo cual revelan tres picos altos que ocurren entre los meses de noviembre-diciembre, marzo-abril, agosto-septiembre en El Valle de Sebaco, coincidiendo dicho estudio, ya que se observó un aumento de las poblaciones a los 51 ddt (Febrero 17) manteniendo las poblaciones por encima del nivel crítico hasta los 93 ddt (Marzo 31) (Figura 2).

Por lo tanto, este estudio se realizó en época de verano, durante este período se presentan las condiciones óptimas para el desarrollo poblacional de mosca blanca y uno de los factores son las altas temperaturas (Figura 1), según Barroso (1998), Ruiz y Medina (2001), las poblaciones de mosca blanca se incrementan inevitablemente durante el verano sobrepasando el nivel crítico con más de una mosca blanca por planta.

La ocurrencia poblacional de mosca blanca ha venido marcada por el factor migración (Balcaza, 1999), ya que tiene la capacidad de invadir hasta 200 km de radio (Deying *et al*, 2006) y donde se estableció el estudio existían parcelas de hortalizas cerca e incluso a menos de 100 metros de la casa malla la cual se hallaba sin techo y tiene una altura de 2.5 metros.

Según Pereira y Laurentin (2001), la mosca blanca se mueve en la dirección del viento, puesto que a estas alturas los adultos no tienen ninguna protección y son arrastrados fácilmente por corrientes de viento, siendo ésta quizás la forma de infestación en el cultivo. Una vez dentro del cultivo consigue protección del viento en los estratos inferiores donde puede desplazarse por sus propios medios. Por otra parte el mismo hombre sirve como medio de transporte de la plaga y posiblemente al abrir la puerta de la casa malla facilita la entrada de la mosca blanca al cultivo.

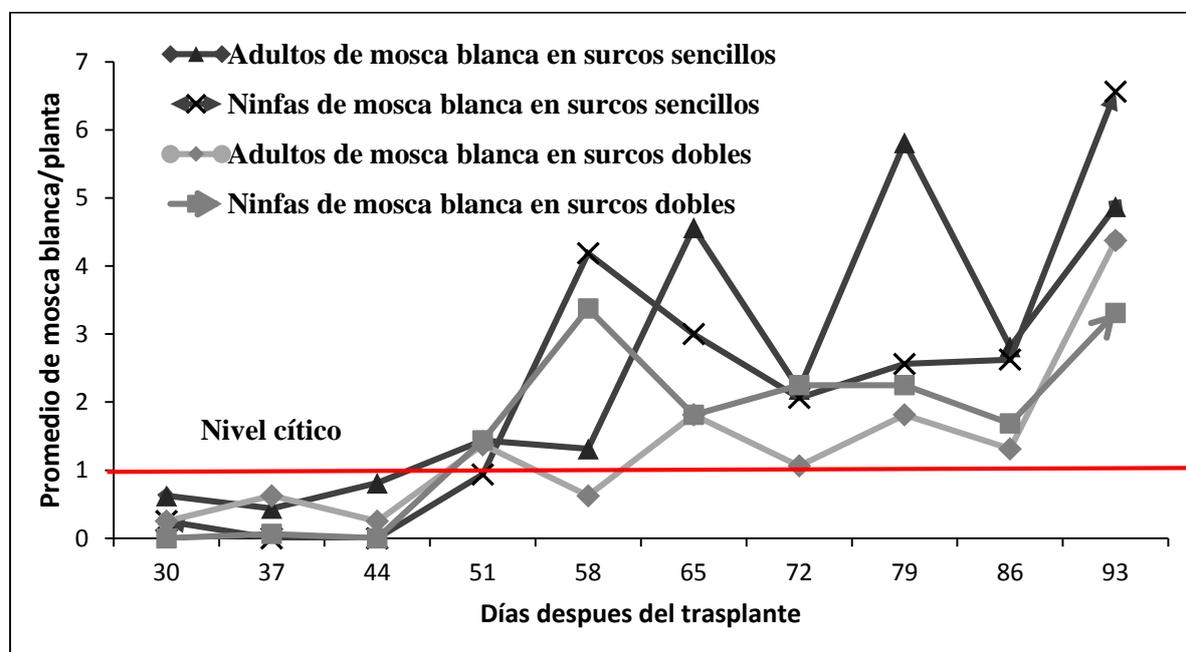
Los resultados obtenidos del análisis de varianza para adultos de mosca blanca indican que existen diferencias significativas en la interacción ddt\*tratamiento, dicha interacción tiene efecto sobre las poblaciones de adultos de mosca blanca (Anexo 12). Donde de 10 fechas de muestreo 7 de ellas presentaron promedios más altos a los (30, 44, 65, 72, 79, 86 y 93 ddt) en el tratamiento de surcos sencillos, correspondiente a la etapa de floración y fructificación.

A partir de los 51 ddt la ocurrencia poblacional de mosca blanca se mantuvo por encima del nivel crítico, el cual muestra un aumento poblacional a través del tiempo (Figura 2). Según Mendoza (2002), las etapas de floración y fructificación no son consideradas críticas, pero, las altas poblaciones de mosca blanca pueden presentar efectos sumatorios por el daño indirecto como vector y el daño directo succión de savia, que pueden ocasionar grandes pérdidas económicas.

El análisis de varianza realizado para ninfas de mosca blanca indica que existen diferencias significativas para la interacción ddt\*tratamientos (Anexo 13). Dicha interacción tiene efecto sobre las poblaciones de mosca blanca, ya que, a partir de los 51 ddt se observó un aumento poblacional en ambos tratamientos manteniéndose por encima del nivel crítico con más de una mosca blanca por planta, pero en el tratamiento de surcos sencillos, fue el que tuvo el mayor número poblacional de mosca blanca a través del tiempo con promedios más altos a los (58, 65, 79, 86 y 93 ddt), correspondiente a la etapa de floración y fructificación (Figura 2).

El análisis realizado de la ocurrencia poblacional de mosca blanca indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos ( $\alpha = 0.05$ ), donde el tratamiento de surcos dobles refleja las poblaciones más bajas con 2 adultos y 1.62 ninfas de mosca blanca por planta, comparado con el tratamiento de surcos sencillos (Cuadro 2).

Para el manejo de mosca blanca se realizaron aplicaciones de insecticidas; confidor y actara cada 14 días después del trasplante alternando estos productos, se utilizó un nivel crítico de una mosca blanca por planta para aplicar el insecticida correspondiente, siempre se aplicó después de realizar los muestreos semanales.



**Figura 2.** Ocurrencia poblacional de adultos y ninfas de mosca blanca por planta en los tratamientos surcos sencillos y dobles en el cultivo de chiltoma, en El Centro Experimental El Plantel, Masaya. Enero a Abril, 2015.

**Cuadro 2.** Comparación de la ocurrencia poblacional de adultos y ninfas de mosca blanca a través del tiempo en los tratamientos surcos sencillos y dobles.

Número de adultos y ninfas de mosca blanca por planta		
Tratamiento	Medias de adultos ± ES	Medias de ninfas ± ES
Chiltoma en surcos sencillos	2.5±0.2338	2.25±0.24
Chiltoma con surcos dobles	2±0.1549	1.62±0.1576
N	160	160
CV	104.91	198.23
(F;df;P)	(17.41;285;0.0001)	(9.34;285;0.0025)

**ES= Error Estándar**

**N= Numero de datos utilizados en el análisis**

**P= Probabilidad ( $\alpha$ )**

**C.V= Coeficiente de variación**

**F= Fisher calculado**

**df= Grados de libertad de error**

## 4.2 Porcentaje de incidencia de virosis transmitida por mosca blanca

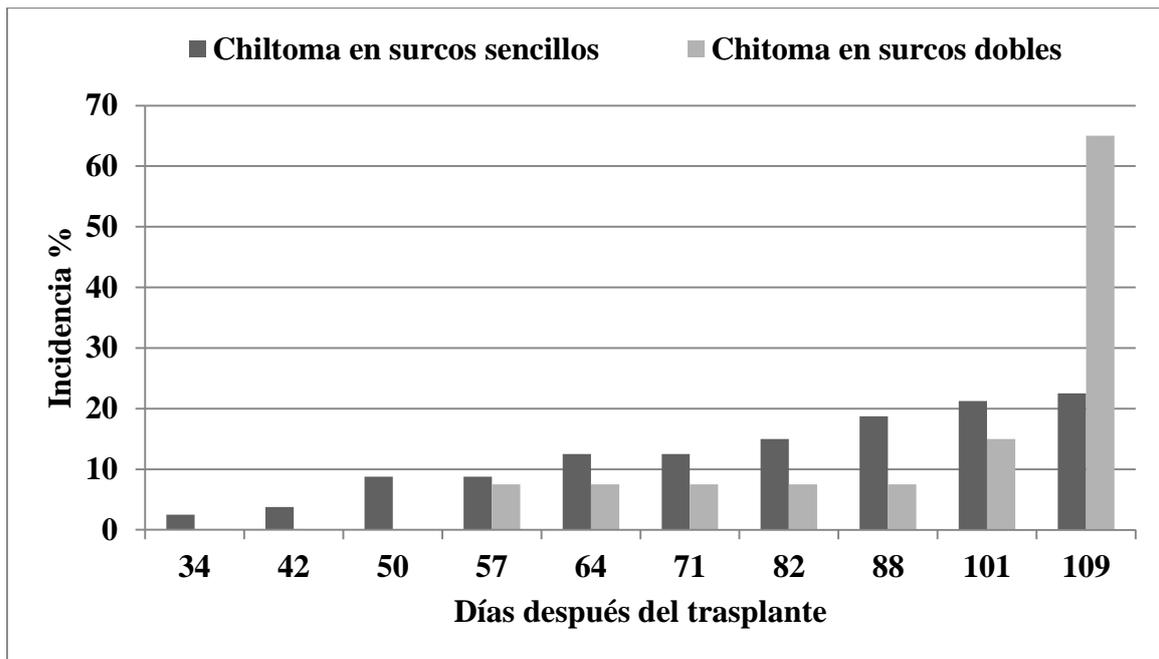
Se comparó la incidencia de virosis en el cultivo de chiltoma en los tratamientos surcos sencillos y dobles a través del tiempo, en el período comprendido entre Enero a Abril 2015 (Figura 3).

Los síntomas asociados a virus fueron clasificados en diferentes intensidades de mosaico, enanismo, hojas alargadas, manchas foliares, deformaciones de fruto, anillos cloróticos hojas y frutos (Anexo 10). Todos estos síntomas coinciden con los mencionados por la literatura para pimiento (Sepúlveda *et al*, 2005 y Apablaza *et al*, 2003).

Los resultados de virosis en base a incidencia por sintomatología visible para los tratamientos surcos sencillos y dobles en las diferentes fechas de muestreo, indican que desde los 34 a los 101 ddt, la incidencia de virosis fue mayor en el tratamiento de surcos sencillos, pero a los 109 ddt se observó en el tratamiento de surcos dobles un aumento de 65% de incidencia de virosis y el tratamiento de surcos sencillos presentó una incidencia de 22.5% (Figura 3). El porcentaje de virosis se presentó de manera progresiva en el tiempo, coincidiendo con Bolaños (1996), la incidencia de virosis aumenta paulatinamente a través del tiempo.

Este aumento en la incidencia de virosis a los 109 ddt pudo ser originada precisamente por el aumento en la población de mosca blanca, ya que, a partir de los 68 ddt, al iniciar el período de cosecha a los 70 ddt se dejó de aplicar insecticida.

También se le atribuye este acontecimiento inesperado de incidencia de virosis a los 109 ddt al período de incubación que pasan los virus después de ser transmitidos por la mosca blanca que puede ser de 12 a 20 días indicándonos que la infección pudo iniciar entre los 85 y 90 ddt.



**Figura 3.** Porcentaje de incidencia de virosis en los tratamientos de surcos sencillos y dobles en chiltoma, en El Centro Experimental El Platel-Masaya, en el período comprendido entre Enero a Abril, 2015.

#### 4.1 Tasa de virosis transmitidas por mosca blanca

Se realizó el análisis de la tasa de virosis, con el propósito de conocer la velocidad de desarrollo de virosis a través del tiempo en las diferentes fechas de muestreo en el cultivo de chiltoma con dos densidades de siembra surcos sencillos y dobles en condición semiprotegida, al someterlo a análisis de varianza (ANDEVA), se encontró que no existen diferencias significativas (Anexo 14), con medias de 0.13 y 0.11 de la tasa de virosis en los tratamientos surcos sencillos y dobles (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Comparación de la tasa o velocidad de virosis a través del tiempo en los tratamientos surcos sencillos y dobles.

Tasa o velocidad de virosis por tratamiento	
Tratamiento	Medias $\pm$ ES
Chiltoma en surcos sencillos	0.13 $\pm$ 0.023
Chiltoma con surcos dobles	0.11 $\pm$ 0.20
N	32
CV	211.55
(F;df;p)	(4;14;0.0654)

**ES= Error Estándar**

**N= Numero de datos utilizados en el análisis**

**C.V= Coeficiente de variación**

**F= Fisher calculado**

**df= Grados de libertad de error**

**P= Probabilidad ( $\alpha$ )**

## 4.2 Área Bajo la Curva de Progreso de Virosis (ABCPV) transmitida por mosca blanca

Se realizó el análisis del Área Bajo la Curva de Progreso de Virosis (ABCPV) de la tasa de virosis, con el propósito de conocer la velocidad de desarrollo de virosis a través del tiempo en las diferentes fechas de muestreo en el cultivo de chiltoma con dos densidades de siembra surcos sencillos y dobles en condición semiprotegida, al someterlo a análisis de varianza (ANDEVA), se encontró que no existen diferencias significativas (Anexo 15), con medias de 32.87 para surcos sencillos y 40.87 (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Comparación del Área Bajo la Curva de Progreso de Virosis (ABCPV) a través del tiempo en los tratamientos surcos sencillos y dobles.

ABCPV	
Tratamiento	Medias ± ES
Chiltoma en surcos sencillos	32.87±6.76
Chiltoma con surcos dobles	40.87±4.56
N	32
CV	71.08
(F;df;p)	(0.71;14;0.4129)

**ES= Error Estándar**

**N= Numero de datos utilizados en el análisis**

**C.V= Coeficiente de variación**

**F= Fisher calculado**

**df= Grados de libertad de error**

**P= Probabilidad ( $\alpha$ )**

#### **4.2.1 Ajuste de modelos epidemiológicos de virosis transmitida por mosca blanca**

Se realizaron ajustes de los modelos epidemiológicos para determinar cuál es el más apropiado para este estudio si el, exponencial, monomolecular, logístico o gompertz (Anexo 16).

La selección del modelo epidemiológico, se determinó después de realizar un análisis de regresión de mínimos cuadrados. Se graficaron los valores transformados de la enfermedad mediante los modelos: logístico, gompertz, monomolecular y exponencial contra el tiempo (t), se obtuvo el coeficiente de determinación  $R^2$  y cuadrado medio del error (Anexo 16)

El modelo monomolecular obtuvo el mayor  $R^2$  de 0.770985 y 0.6644 y el menor cuadrado medio del error 0.01820797 y 0.15074927 en los tratamientos surcos sencillos y dobles (Anexo 16), lo que indica que es el más apropiado para describir el progreso de la enfermedad de virosis en chiltoma (Vanderplank, 1963; Achicanoy, 2000 y Hernández y Montoya, 1987).

El análisis adecuado de los modelos, permite entender las condiciones que se presentan en el campo; como y cuando se produce el progreso de la enfermedad, facilita también el uso de métodos de prevención de la enfermedad y fundamentalmente permite optimizar las estrategias de control y formular otras alternativas para reducir el incremento de la enfermedad (Achicanoy, 2000).

### **4.3 Correlación de Pearson para mosca blanca y virosis en el cultivo de chiltoma con dos densidades de siembra en condición semiprotegida**

Se realizó análisis de correlación de las poblaciones de mosca blanca con incidencia de virosis, tasa de virosis y ABCPV, en los tratamientos surcos sencillos y dobles en condición semiprotegida (Anexo 17).

Los resultados obtenidos muestran que existe correlación positiva entre las poblaciones de mosca blanca y la tasa de crecimiento de virosis con valores de 0.86 para adultos de mosca blanca, tasa de virosis 0.99 con ninfas de mosca blanca -0.3, al correlacionar los datos poblacionales de mosca blanca e incidencia de virus se muestra una alta correlación entre vectores y virus (Anexo 17).

Según Morales *et al*, (2006). Se necesitan de 1 a 5 insectos por planta para causar daño a una variedad susceptible y de 5 a 10 veces esa cantidad para afectar una variedad tolerante, pero la variedad criolla tres canto, según el INTA (2006), es tolerante al ataque de virosis, pero nuestros resultados muestran que la densidad poblacional de mosca blanca fue determinante en el desarrollo de la infección viral, porque al aumentar la población de mosca blanca hubo un aumento de las plantas con síntomas de virosis. Coincidiendo con estudios realizados por Morales *et al*, (2006), en donde afirman que la incidencia de virus dependerá del número de insectos (mosca blanca) virulíferos que visitan cada planta.

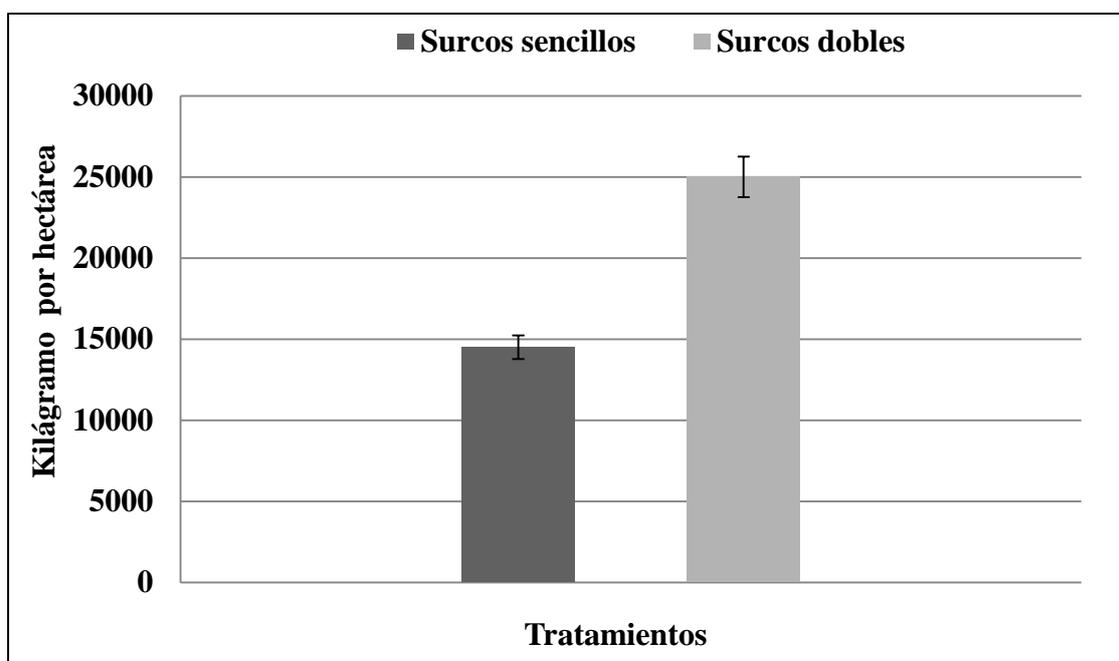
Ascencio *et al*, (1999), la incidencia de virosis en el cultivo depende del número de moscas blancas capaces de transmitirlo que ingresan al campo, ya que los principales virus transmitidos por mosca blanca no son transmitidos por semilla sexual.

Además la mosca blanca es vector de una gran diversidad de virus de los tipos Begomovirus de la familia Geminiviridae (Anderson, 2005). La población de mosca blanca se mantuvo por encima del nivel crítico después de los 51 ddt, con poblaciones considerables para ocasionar una infección.

#### 4.4 Comparación del rendimiento (kg/ha) de la chiltoma en los tratamientos evaluados

Para obtener los datos de rendimiento de la chiltoma, se realizaron 3 cosechas, estas fueron realizadas a los 60, 80 y 100 ddt.

El mayor rendimiento con 25008 kg/ha, se obtuvo en el tratamiento de surcos dobles y el tratamiento de surcos sencillos obtuvo el rendimiento más bajo 14501.75 kg/ha (Anexo 18). Siendo el tratamiento de surcos dobles el que presentó menor número poblacional de mosca blanca y los niveles más bajos de incidencia de virosis con excepción de los 109 ddt (Figura 5). Según CATIE (1993) el rendimiento es el resultado del efecto combinado de muchos factores tanto genéticos, como ecológicos (plagas y enfermedades), así como de la interacción del genotipo con el medio ambiente.



**Figura 4.** Rendimiento total de los tratamientos (surcos sencillos y dobles) de chiltoma en El Centro Experimental El Plantel, Masaya, 2015.

## 4.5 Análisis económico de los tratamientos

### 4.5.1 Presupuesto parcial

A través del análisis del presupuesto parcial se determinó que los mayores costos variables los presentó el tratamiento de surcos dobles con 2114.07 US \$ dólares/ha. Los mayores beneficios netos los presentó también el tratamiento de surcos dobles con 22306.40 US \$ dólares/ha. (Cuadro 3).

En el análisis del presupuesto parcial, el tratamiento surcos sencillos obtuvo los menores costos variables, debido a la mínima utilización de mano de obra y el tratamiento de surcos dobles se utilizaba prácticamente el doble de cada producto o insumo.

**Cuadro 3.** Presupuesto parcial evaluado en dólar para cada uno de los tratamientos surcos sencillos y dobles en cultivo de chiltoma tres cantos en El Centro Experimental El Plantel, Masaya, en el período comprendido de Diciembre 29/2014 y Abril 2015.

<b>Concepto</b>	<b>Chiltoma en surcos sencillos</b>	<b>Chiltoma en surcos dobles</b>
<b>Rendimiento kg/ha</b>	14501.75	25008.08
<b>Rendimiento Ajustado al 10%. kg/ha</b>	13051.6	22507.3
<b>Precio de campo \$kg/ha</b>	1.085	1.085
<b>Beneficios brutos de campo \$/kg</b>	14161.00	24420.42
<b>Costos variables</b>		
<b>Vivero</b>		
<b>Materiales (Malla antiviral Nylon y tubos PVC)</b>		
	146.91	235.64
<b>Mano de obra para elaborarlo D/H</b>	43.64	65.45
<b>Establecimiento del cultivo, amarre, limpia y aporque</b>		
<b>Materiales (Estacas, Lienza o cabulla)</b>		
	213.02	258.50
<b>Mano de obra para aplicarlo D/H</b>	218.36	316.70
<b>Manejo de plagas y enfermedades y Fertilización</b>		
<b>Plaguicidas (insecticidas, fungicidas, bactericidas)</b>		
	280.95	415.13
<b>Mano de obra para aplicarlo D/H</b>	81.82	109.10

---

<b>Fertilizantes (N-P-K + Urea, muriato de potasio, prorooot, Boro, Magnesio, Zinc, Potasio y Azufre)</b>	378.18	550.00
<b>Mano de obra para aplicarlo D/H</b>	128.18	163.64
<b>Total C.V</b>	1491.05	2114.07
<b>Beneficio neto</b>	12729.95	22306.40

---

**Tasa de cambio según Banco Central de Nicaragua (BCN): 28.2918 (NIOXUSD)**

---

#### **4.9.1 Análisis de dominancia**

El análisis de dominancia indica que el tratamiento de surcos sencillos resultó ser dominado por el tratamiento de surcos dobles (Cuadro 4). El tratamiento de surcos sencillos resultó dominado (D), porque a pesar de haber obtenido menores costos variables, el tratamiento de surcos sencillos presentó menor beneficio neto (BN) (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Análisis de dominancia para cada uno de los tratamientos surcos sencillos y dobles en cultivo de chiltoma tres canto en El Centro Experimental El Plantel, Masaya, en el período comprendido de Diciembre 29/2014 y Abril 2015.

---

<b>Tratamientos</b>	<b>Total Costos Variables \$/ha</b>	<b>Beneficio Neto \$/ha</b>	<b>Dominancia</b>
<b>Surcos sencillo</b>	1491.05	12729.95	D
<b>Sucos dobles</b>	2114.07	22306.40	ND

---

**D: Dominado, ND: No dominado**

#### 4.9.2 Tasa de retorno marginal (TRM)

El análisis de la tasa de retorno marginal nos indica que el productor al pasar del tratamiento surcos sencillos a dobles obtendrá un retorno de 1537 %, es decir que por cada dólar más invertido el ganará 15.37 dólares. Por tanto, es una opción económicamente rentable, debido a que es mayor que la tasa de retorno mínima aceptable. Según el CIMMYT (1998), la tasa de retorno mínima aceptable para el agricultor es entre 50% y el 100%.

**Cuadro 5.** Tasa de retorno marginal (TRM) para cada uno de los tratamientos surcos sencillos y dobles en cultivo de chiltoma tres canto en El Centro Experimental El Plantel, Masaya, en el período comprendido de Diciembre 29/2014 y Abril 2015.

<b>Tratamiento</b>	<b>CV</b>	<b>CM</b>	<b>BN</b>	<b>BNM</b>	<b>TRM</b>
<b>Surcos Sencillo</b>	1491.05	623.02	12729.95	9576.45	1537 %
<b>Surcos dobles</b>	2114.07		22306.40		

**CV: Costos variables, CM: Costo marginal, BN: Beneficio neto**

**BN: Beneficio neto marginal, TRM: Tasa de retorno marginal**

## V. CONCLUSIONES

El cultivo de chiltoma en condición semiprotegida y sembrada en surcos dobles aumenta los rendimientos, disminuye el porcentaje de daño de virosis y la ocurrencia de mosca blanca.

La incidencia de virosis está relacionada al número de ninfas y adultos de mosca blanca presentes en el cultivo de chiltoma en los tratamientos surcos sencillos y dobles en condición semiprotegida.

Los parámetros de progreso de virosis, Tasa y Área Bajo la Curva de Progreso de Virosis en el cultivo de chiltoma en condición semiprotegida tienen igual comportamiento al sembrarlo en surcos sencillos y dobles.

Al describir el progreso de virosis en el cultivo de chiltoma en condición semiprotegida sembrada en surcos sencillos y dobles el modelo epidemiológico que más se ajusta es el monomolecular.

El cultivo de chiltoma en condición semiprotegida y sembrado en surcos dobles aumenta la producción y proporciona mayor beneficio neto y una alta tasa de retorno marginal.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda que al realizar estudios de mosca blanca relacionados con virosis en el cultivo de chiltoma, se cuente con metodologías como la PCR para dar diagnósticos precisos que permitan tomar las acciones pertinentes a cada problema, ya que, el diagnóstico presuntivo de virosis se hace difícil por la presencia de más de un virus infectando a las plantas complica la identificación basado solo en síntomas visuales.

Se recomienda aplicar la tecnología de surcos dobles para el cultivo de chiltoma tres cantos en condiciones semiprotegidas, ya que resultó ser más rentable con rendimientos más altos y una tasa de retorno marginal más elevada, además la ocurrencia de mosca blanca e incidencia de virosis no fueron una limitante para el desarrollo del cultivo.

## VII. LITERATURA CITADA

- Anderson, P. 2005. Whitefly and Whitefly-Borne Viruses in the Tropics: Building a Knowledge Base for Global Action. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT (9586940748). Cali. CO. 351 p.
- Achicanoy, H. 2000. Descripción cuantitativa de las epidemias de las plantas. Vol.53, No.1, p.941-968. 2000. Medellin, CO.
- Apablaza, J; Apablaza, R. y Moya, E. 2003. Determinación de virosis e insectos vectores en malezas aledañas a cultivos hortícolas. Ciencia e Investigación Agraria 30(3):175-186.
- Asencio, J; Monsalve, Z; Pruna, M. y Díaz, R. 1999. Los Geminivirus. Revista Mexicana de fitopatología. p 113-126.
- Balcaza, L. 1999. Degradación de suelos de invernáculo. Boletín Hortícola N° 24. INTA - UNLP. Fertilización de Pimiento. Buenos Aires, Argentina.
- Barroso J; Carnero, A. y Espino, A. 1998. Resultados preliminares de la lucha integrada sobre pepino en Canarias. Laguna. Tenerife.
- Berríos, M; Belmar, C. y Tjalling H. 2007. Guía de Manejo de Nutrición Vegetal de Especialidad. Pimiento. (En Línea). MX.
- Boaz, G. 2011. Curso de agricultura protegida. (En Línea). MX. Citado 12 Noviembre 2015. Disponible en:  
<http://www.fps.org.mx/divulgacion/attachments/article/924/Curso%20de%20agricultura%20protegida%202012.pdf>.
- Bolaños, A. 1998. Introducción a la oleicultura. Edit. Universitaria Estatal a Distancia. 380p. (En Línea). San José, CR.
- Bayer Environmental Science. 2006. Cunfidor 20 LS. (En Línea). Consultado el 26 de Marzo 2016. Disponible en:  
<http://www.gardencenterejea.com/fotos/productos/detalle/3657101Confidor20LS.pdf>

- Caballero, R. 1994. Clave de campo para inmaduros de moscas blancas en Centroamérica (Homoptera: Aleyrodidae). Escuela Agrícola Panamericana, Departamento de Protección Vegetal, Sección de Entomología. El Zamorano (Honduras). 4 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1993. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de chile dulce. Programa de mejoramiento de cultivos tropicales. Turrialba, CR. 168 p.
- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2002. Programa de innovación en hortalizas: Guía técnica. Cultivo de chile dulce. SV. 51 p.
- \_\_\_\_\_. 2007. Guía Técnica. Chile dulce. SV.
- CEVAS (Centro Experimental Valle de Sébaco). 1998. Guía técnica del tomate. Sébaco, Matagalpa. P 7-8
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Cali, CO.
- \_\_\_\_\_. 2006. Manejo integrado de enfermedades de plantas causadas por virus transmitidos por mosca blanca. 43 pp. Cali, CO.
- CYMMYT (Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos Económicos. Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente. D.F. ME. CIMMYT. P. 79
- (CCII) Centro de Cooperación Internacional de Israel (MASHAV); USAID/Universidad Estatal de Michigan (MSU) y IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2005. Manual Agrotécnico para el Cultivo Hortícola Intensivo en Nicaragua. (En Línea). Managua, NI. Consultado 26 de Febrero 2015. Disponible en: [www.bio-nicas.info/info/bilimoteca/Shany2005](http://www.bio-nicas.info/info/bilimoteca/Shany2005)
- Copa, A; Anzoátegui, T, Morales, F; Martínez, A; Castaño, M; Velasco, A. y Hernández, M. 2005. Primer registro de mosca blanca del biotipo B de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemíptera: Aleyrodidae). BO.

- Cruz L. y Arauz S. 2004. Estudio epidemiológico del complejo mosca blanca-geminivirus en cultivos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y chiltoma (*Capsicum annuum* L.) en el Valle de Sébaco, Matagalpa y el Valle San Cristóbal, Managua. Tesis (Ing. En sistemas de Protección Agrícola y Forestal). Managua, NI. UNA. Facultad de Agronomía. 66 p.
- Cruz, R. 1998. Evaluación Agronómica de cinco cultivares de pimiento dulce (*Capsicum annuum* L.) sembrados en la estación experimental “Raúl González” del valle de Sébaco, Matagalpa. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. P. 41
- Deying, M.; Gorman, K.; Devine, G.; Luo, W. and Denholm, I. 2006. The biotype and insecticide-resistance status of whiteflies, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), invading cropping systems in Xinjiang Uygur Autonomous Region, Northwestern China. *Crop Protection* 26:612-617. Xinjiang, CN.
- Gutiérrez, J; Campos, H. 2004. Incidencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) y picudo (*Anthonomus eugenii* Cano) en cinco genotipos de chile. Tesis. Managua NI. UNA (Universidad Nacional Agraria). 39p.
- Hernández, T. y Montoya, R. 1987. Epidemiología cuantitativa de algunas enfermedades de cultivos tropicales. (En Línea).
- Hilje, L. y Arboleda, O. 1993. Las moscas blancas (Homóptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. CATIE (Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza), Turrialba, CR. 67p.
- Hilje, L. 1996. Metodología para el estudio de y manejo de mosca blanca y geminivirus. CATIE. Turrialba, CR. Unidad de fitoprotección. p150.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2004. Cultivo y comercialización del tomate de mesa en túneles. Managua, NI. 37 p.
- \_\_\_\_\_. 2007. Guía práctica para la exportación de chiltoma a Estados Unidos. (En Línea). Managua, NI.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2009. Promedios de Temperatura (°C), Precipitación (mm) y Humedad relativa (HR %) en El Centro Experimental El Plantel, Tipitapa, Managua, NI.

- \_\_\_\_\_ 2015. Promedios de Temperatura (°C) y Precipitación (mm) en El Centro Experimental El Plantel, Tipitapa, Managua, NI.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2004. Guía MIP en el cultivo de la chiltoma. Managua, NI.
- \_\_\_\_\_ 2004. Manejo integrado de plagas. Cultivo de chiltoma. Managua, NI, 1<sup>ra</sup> edición, 32 p.
- \_\_\_\_\_ 2006. Guía tecnológica de chiltoma. Managua, NI. 44 p.
- \_\_\_\_\_ 2007. Variedad de chiltoma “Criolla tres cantos”. Managua, NI. 46p.
- Jaramillo, J; Rodríguez, V; Guzmán, M; Zapata, M. y Rengifo, T. 2007. Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Tomate Bajo Condiciones Protegidas.
- Jiménez, E. y Rodríguez, O. 2014. Insectos plagas de cultivos en Nicaragua. 1<sup>ra</sup> ed. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 226 pp.
- Juárez, P; Bugarín, R; Castro, R; Sánchez-Monteón, A; Cruz-Crespo, E; Juárez, C; Alejo, G. Y Baloís, R. 2011. Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. ISSN 2007-0713. Nayari, MX.
- Lugo, O; Guzmán, M; García, R. y Félix, J. (2001). Geminivirus Transmitidos por Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*) en Tomate, en el Valle Agrícola de Culiacán, Sinaloa. Unidad Culiacán, Apdo. Postal 32-A, Culiacán, Sin., CP 80129. Culiacán, MX.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2007. Agrocadena Regional. Cultivo Chile Dulce. (En línea). SV.
- Mayorga, C. 2010. Caracterización de la cadena productiva de hortalizas bajo techo en El Salvador. Plan de Agricultura Familiar. SV.
- Mendoza, R. 2002. Diagnóstico de la entomofauna en el cultivo de tomata (*Lycopersicon sculentum* Mill) y manejo de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) gusano del fruto, a través de Nim 80 (*Azadirachtha indica*) Dipel (*Bacillus thuringiensis*) y Filitox en el municipio de Estelí en época de apante. Managua, Nicaragua. p25.

- Medina, Z. 1999. Control biológico integrado de mosquita blanca en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca, MX. Tesis. Oaxaca, MX. ITA no. 23.
- Morales, F. and Anderson, P. 2006. The emergence and dissemination of whitefly-transmitted geminiviruses in Latin America. *Archives of Virology*. 146:415–441.
- Moreno, A; Aguilar, J. y Luévano, A. 2011. Características de la agricultura protegida y su entorno en México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, Torreón, MX.
- Naranjo, S; Cañas, L. y Ellsworth, P. 2004. Mortalidad de *Bemisia tabaci* Genn. en sistema de cultivos múltiples. Arizona, USA, The Ohio State University, Department of Entomology University of Arizona, Department of Entomology. Arizona, US.
- Orellana, B; Escobar, B; Morales, B; Méndez, S; Cruz, V; Castellón, H. y CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2004. Guía técnica. Cultivo chile dulce. La libertad, SV. 50 p.
- Ortiz, G. 2009. Agricultura Protegida Subsecretario SEDARH. San Luis Potosí, MX.
- Pereira, C. y Laurentin, H. 2001. Hábitos de vuelo de moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en Venezuela. Vol. 16(1): 47-57. Portuguesa, VE.
- Pereira, C. y Laurentin, H. 2002. Patrón de distribución y muestreo de estados inmaduros de mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) Homoptera: Aleyrodidae en ajonjolí. Vol. 14(3): 145-152. Portuguesa, VE.
- Rodríguez B. y Osejo, M. 2004. Evaluación de 5 tratamientos para el manejo del acaró (*Poliphagotarsonemus latus*, Backs) en el cultivo de la chiltoma (*Capsicum annum*, L.) (Tesis) Ingeniería en Sistemas de Protección Agrícola y Forestal. Managua, NI. UNA (Universidad Nacional Agraria) 30 p.
- Ruiz, J. y Medina, J. 2001. Avances en el manejo integrado de *Bemisia tabaci* en tomate y chile en Oaxaca, MX.
- Santos, B; Obregon-Olivas, H. y Salomé-Donoso, T. 2010. Producción de Hortalizas en Ambientes Protegidos: Estructuras para la Agricultura Protegida. Publicación HS1182. Parrales, MX.

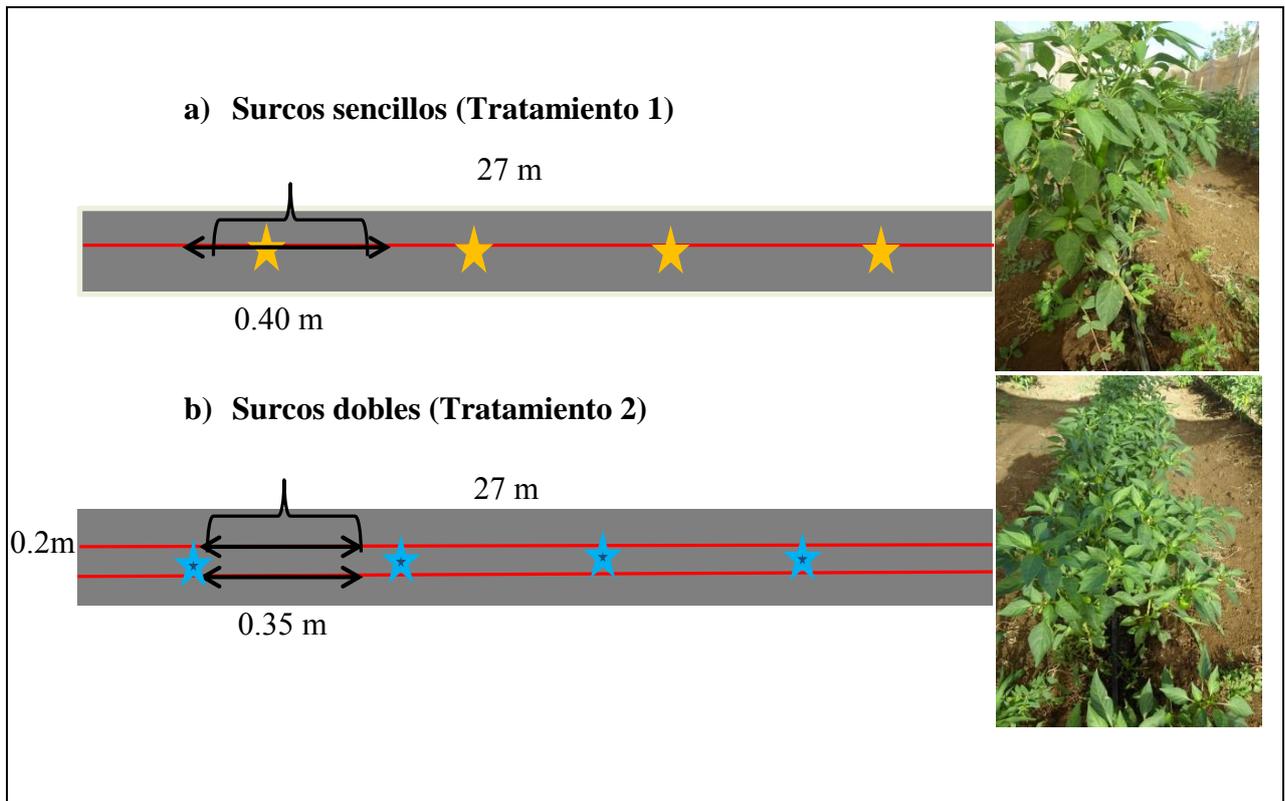
- Santos, B; Melián, V; Perera S; Trujillo, L; Solaz, C. y Amador, S. 2009. Guía de lucha contra plagas de Hortalizas. (En Línea). MX.
- Sepúlveda, P; Larraín, P; Quiroz, C; Rebufel, P. y Graña, F. 2005. Identificación e Incidencia de Virus en Pimiento en la Zona Centro Norte de Chile y su Asociación con Vectores. Agric, Tec. (En Línea). Santiago, CL. ISSN 0365-2807.
- Sevilla, E. y Rodríguez. E. 2009. Evaluación de alternativas químicas y botánicas para el manejo del ácaro blanco (*Poliphagotarsonemus latus*, Bank.) en chiltoma (*Capsicum annum* L.), Tisma, Masaya. NI.
- Syngenta. 2012. ACTARA 25 WG. Consultado el 26 de Marzo 2016. Disponible en: <http://www3.syngenta.com/country/cl/cl/soluciones/proteccioncultivos/Documents/Etiquetas/Actara25WG.pdf>
- Valverde, L. Sánchez, J; Lezama, M; Montenegro, D; Guaharay, F. 1993. Ecología de la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) en el valle de Sébaco. Managua, NI. P64-65.

## **VIII. ANEXO**

**Anexo 1. Características físicas y químicas donde se estableció el ensayo, casa malla del Centro Experimental El Plantel, Km 30 de la carretera Tipitapa – Masaya, 2015.**

PH	Mg (%)	N (%)	P-disp.	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	Ppm			Textura
											Arcilla	Limo	Arena	
6,08	3,16	0,158	7,37	2,1	24,3	9,60	21,80	5,60	2,64	84,30	32,6	48	20,4	Franco Arcilloso

**Anexo 2. Ilustración de las parcelas experimentales.**



**Anexo 3. Ilustración E. Hernández tomando datos en campo.**



**Anexo 4. Ilustración de plantas y frutos de chiltoma criollo tres cantos.**



**Anexo 5. Ilustración del insecticida Confidor 25 LS.**



**CONFIDOR®:** es una marca comercial de un insecticida 1-(6-cloro-3piridilmetil)-N-nitromidazolidin-2- y lidene amina, del grupo químico de los Cloronicotinilos producido por la empresa Bayer. Su formulación es 200g/l SL (concentración soluble), su modo de acción es sistémico selectivo y de contacto. De acuerdo con la clasificación toxicológica pertenece a la categoría III (poco peligrosos) (Anexo 5) (Bayer, 2006 y Morales *et al*, 2006).

**Características:** El Confidor es un insecticida sistémico selectivo, de contacto e ingestión recomendado para el control de insectos chupadores, además posee un efecto inhibitor de la alimentación del insecto. Es de largo efecto residual y especialmente efectivo en el control de insectos chupadores. Después de su aplicación es incorporado rápidamente por la planta y presenta distribución acropétala (Bayer, 2006 y Morales *et al*, 2006).

## Anexo 6. Ilustración del insecticida Actara 25 WG.



**ACTARA®:** es una marca comercial de un insecticida 3-(2-cloro-1,3-tiazol-5-ilmetil)-5-metil-1, 3,5-oxadiazinan-4-ilidennitroamina), Tiametoxam pertenece al grupo químico de los neonicotinoides, marca registrada de una compañía del grupo Syngenta. Su formulación es 250 g/kg WG (granulos dispersables), su modo de acción es sistémico. De acuerdo con la clasificación toxicológica pertenece a la categoría IV (no ofrece peligro) (Anexo 6) (Syngenta 2012).

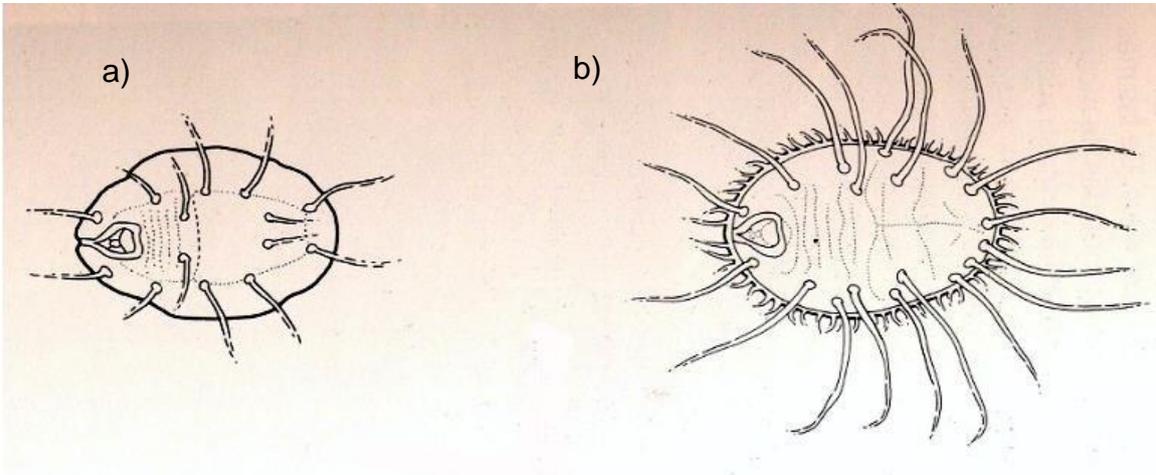
**Características:** Actara es un insecticida de amplio espectro, con actividad sistémica, para uso vía foliar y al suelo (radicular) y de largo efecto residual. El insecto muestra actividad estomacal, de contacto y tranlaminar, afectando su sistema nervioso. Es altamente activo sobre insectos chupadores y masticadores tales como ácaros, pulgones, afidos, mosca blanca, trips, entre otros (Syngenta 2012).

**Anexo 7. Ilustración de microscopio-estereoscópico de la marca VANGUAR utilizado para la identificación de mosca blanca en la sala de entomología de la UNA.**



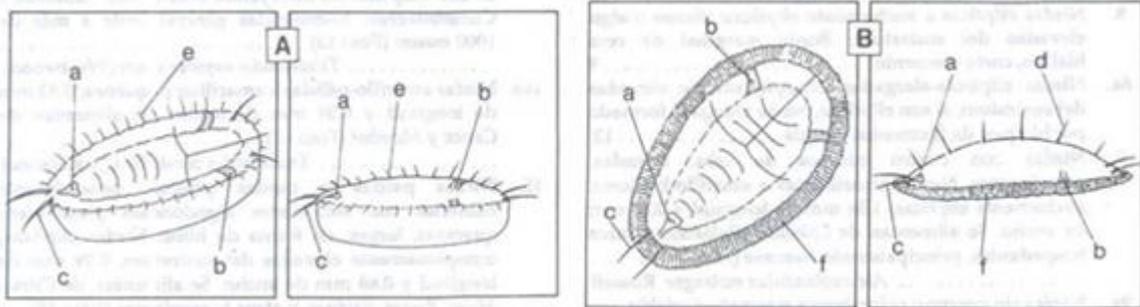
**Anexo 8. Ilustración de clave para inmaduros de *Bemisia tabaci* Genn.**

**1. Características morfológicas utilizadas en la clave (Caballero, 1994)**



Ninfas de mosca blanca: a) *Bemisia tabaci*, b): *Trialeurodes vaporariorum*.

**2. Características morfológicas utilizadas para identificar ninfas de *Aleyrodidae* planas (A) y elevadas al sustrato (B) Hilje (1996).**



A. Ninfa elevada del sustratum. B. Ninfa plena, no elevada del sustratum. a. Orificio vasiforme; b. surcos traqueales; c. setas caudales; d. Setas dorsales; e. Borde marginal de cera forma de ilamentos; f. Borde marginal de cera uniforme.

Anexo 9. Ilustración de lupa de 10X utilizada para observar ninfas de mosca blanca en campo.



**Anexo 10. Ilustración de plantas de chiltoma con síntomas de virosis.**



**Anexo 11. Ecuaciones de modelos epidemiológicos.**

<b>Modelos</b>	<b>Ecuación diferencial (dy/dt=)</b>	<b>Ecuación integrada (y=)</b>	<b>Forma linealizada</b>
Exponencial	$r_E y$	$y_0 \exp(r_E t)$	$\ln(y) = \ln(y_0) + r_E t$
Monomolecular	$r_M(1-y)$	$1 - [(1-y_0)\exp(r_M t)]$	$\ln[1/(1-y)] = \ln[1/(1-y_0)] + r_M t$
Logístico	$r_L y(1-y)$	$1/[1 + \exp(-\{\ln[y_0/(1-y_0)] + r_L t\})]$	$\ln[y/(1-y)] = \ln[y_0/(1-y_0)] + r_L t$
Gompertz	$r_G y[-\ln(y)]$	$\exp[\ln(y_0) \exp(-r_G t)]$	$-\ln[-\ln(y)] = -\ln[-\ln(y_0)] + r_G t$

**Fuente: Van Der Plank (1963); Achicanoy (2000) y Hernández (1987).**

**Anexo 12. Análisis de Varianza (ANDEVA) de adultos de mosca blanca.**

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	973.12	34	28.62	7.06	<0.0001
<b>Repetición</b>	111.99	15	7.47	1.84	0.0290
<b>ddt</b>	634.76	9	70.53	17.41	<0.0001
<b>Tratamientos</b>	103.51	1	103.51	17.41	<0.0001
<b>ddt*Tratamientos</b>	122.86	9	13.65	3.37	0.0006
<b>Error</b>	1154.76	285	4.05		
<b>Total</b>	2127.89	319			
	CV 104.91 %	R <sup>2</sup> 0.46			

FV: Fuente de variación, SC: Suma de cuadrados, gl; grados de libertad, CM: Cuadrado medio, F: Fisher calculado, CV: Coeficiente de variación, R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación.

**Anexo 13. Análisis de Varianza (ANDEVA) de ninfas de mosca blanca.**

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	910.61	34	26.78	7.84	<0.0001
<b>Repetición</b>	17.67	15	1.68	0.35	0.9898
<b>ddt</b>	778.90	9	86.54	25.35	<0.0001
<b>Tratamientos</b>	31.88	1	31.88	9.34	0.0025
<b>ddt*Tratamiento</b>	82.15	9	9.13	2.67	0.0054
<b>Error</b>	973.02	285	3.41		
<b>Total</b>	1883.62	319			
	CV 95.52 %	R <sup>2</sup> 0.48			

FV: Fuente de variación, SC: Suma de cuadrados, gl; grados de libertad, CM: Cuadrado medio, F: Fisher calculado, CV: Coeficiente de variación, R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación.

**Anexo 14. Análisis de Varianza (ANDEVA) de la tasa de virosis transmitida por mosca blanca.**

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	0.18	15	0.01	1.20	0.3680
<b>Repeticiones</b>	0.14	14	0.01	1.00	0.4984
<b>Tratamientos</b>	0.04	1	0.04	4.00	0.0654
<b>Error</b>	0.14	15	0.01		
<b>Total</b>	0.32	29			
	CV 211.55 %	R <sup>2</sup> 0.56			

FV: Fuente de variación, SC: Suma de cuadrados, gl; grados de libertad, CM: Cuadrado medio, F: Fisher, CV: Coeficiente de variación, R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación.

**Anexo 15. Análisis de Varianza (ANDEVA) del Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad de Virosis (ABCPEV).**

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	17398.58	15	1159.91	1.69	0.1664
<b>Estaciones</b>	367.50	19	19.34	1.76	0.1507
<b>Tratamientos</b>	488.36	1	488.36	071	0.4129
<b>Error</b>	9600.83	15	685.77		
<b>Total</b>	26999.41	29			
	CV 71.08 %	R <sup>2</sup> 0.64			

FV: Fuente de variación, SC: Suma de cuadrados, gl; grados de libertad, CM: Cuadrado medio, F: Fisher calculado, CV: Coeficiente de variación, R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación.

**Anexo 16: Ajuste de incidencia de virus con modelos epidemiológicos exponencial, monomolecular, logístico y gompertz.**

<b>Modelos</b>	<b>Tratamiento Surcos Sencillos</b>		
	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Cuadrado Medio del Error</b>	<b>r</b>
<b>Exponencial</b>	0.431138	0.01137426	
<b>Monomolecular</b>	0.770985	0.01820797	0.013769
<b>Logístico</b>	0.412508	0.35367644	
<b>Gompertz</b>	0.416388	0.07719728	
	<b>Tratamiento Surcos Dobles</b>		
	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Cuadrado Medio del Error</b>	<b>r</b>
<b>Exponencial</b>	-0.2117	0.09322175	
<b>Monomolecular</b>	0.6644	0.15074927	0.1183
<b>Logístico</b>	0.0073	0.08255629	
<b>Gompertz</b>	0.1488	0.13062095	

**Anexo 17. Correlación de Pearson para adultos y ninfas de mosca blanca y parámetros de progreso de la enfermedad**

	<b>ADMB</b>	<b>r (monit)</b>	<b>NFMB</b>	<b>ABCPE</b>
<b>ADMB</b>	-	0.86	0.01	0.17
<b>r (monit)</b>	-0.03	-	0.99	0.86
<b>NFMB</b>	0.48	-0.3	-	0.11
<b>ABCPE</b>	0.25	0.03	0.24	-

ADMB: Adultos de mosca blanca; NFMB: Ninfas de mosca blanca; r (monit): Masa de la enfermedad (Monociclica); ABCPE: Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad

**Anexo 18. Rendimiento (kg/ha) del cultivo de chiltoma en los tratamientos surcos sencillos y dobles.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento total kg/ha</b>
<b>Surcos sencillos</b>	<b>14501.75</b>
<b>Surcos dobles</b>	<b>25008.1</b>