

EVALUACIÓN DE CUATRO VARIEDADES DE TOMATE INDUSTRIAL (*Lycopersicon esculentum*, Mill) EN EL RENDIMIENTO Y TOLERANCIA AL COMPLEJO MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci* Gennadius) – GEMINIVIRUS

Edgardo Jiménez-Martínez¹, Wilber Gutiérrez, Carlos González

¹Ph.D. Entomología, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. km 12 ½ Carretera Norte

E-mail: edgardo.jimenez@una.edu.ni Telef. 2233-1265, Fax: 2233-1267, 2263-2609



RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar cuatro variedades de tomate industrial con el fin de determinar el nivel de rendimiento y la tolerancia al complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*)-GEMINIVIRUS, en el municipio de Ciudad Sandino, Managua en el período comprendido de Diciembre 2007 - Marzo 2008. En este ensayo se evaluaron cuatro variedades de tomate industrial UC-82, Peto-98, INTA-L7, Padano. El estudio se llevo a cabo en la propiedad de la fundación Fénix, en dicha propiedad se encuentra un microinvernadero, el cual lo utilizamos para establecer los semilleros de tomate en bandejas, ya en campo lo que se utilizó un sistema de riego por goteo debido a que este fue establecido en época seca. El diseño que se utilizó fue un diseño semiestructurado el cual constó con la participación de los productores de la zona, las variables evaluadas fueron: población de mosca blanca/pta, % de incidencia de la enfermedad de virosis, % de severidad de la enfermedad de virosis y rendimientos (kg/ha). A los datos obtenidos se les realizó un Análisis de Varianza y una separación de medias utilizando Duncan. Los resultados indicaron que en la variable adultos de mosca blanca/pta, las variedades que presentaron las mayores poblaciones de mosca blanca durante el ciclo del cultivo fueron las variedades Padano e INTA-L7 y las que presentaron menores poblaciones de mosca blanca fueron Peto-98 y UC-82. En

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate four industrial tomato varieties in order to determine total yield and the level of tolerance to the whitefly (*Bemisia tabaci*) – geminivirus complex, the study was carried out in the municipality of Ciudad Sandino, Managua in the period from December 2007 to March 2008. In this trial, four varieties of industrial tomato UC-82, Peto-98, INTA-L7 and Padano were evaluated. The study took place on the fields of the Fenix Foundation. Tomato seedlings of the four varieties were planted under micro-greenhouse conditions, these seedlings were used to establish the experiment in the field. Plants were established under drip irrigation system because of the dry season. The experimental design used for the experiment was a randomized complete block design. The variables taken were: number of whitefly per plant, percentage on incidence and severity of the viral disease and total yields (kg / ha) per plant. Data of each variable were evaluated by an analysis of variance and mean separation using Duncan. Results indicated that the higher number of whitefly adults per plant, were found on Padano and INTA-L7, and the varieties that showed lower number of whitefly per plant were Peto-98 and UC-82. Regarding about the incidence of the viral disease, the variety INTA-L7 presented the lowest percentage of virus symptoms, followed by the variety Padano, Peto-98 and UC-82. In the variable

cuanto a la incidencia de virosis la variedad INTA-L7 fue la que presentó el menor porcentaje, seguida de la variedad Padano y con mayor incidencia Peto-98 seguido de UC-82. En la variable severidad de virosis la mejor fue INTA-L7 seguido de UC-82 y siendo severamente afectadas las variedades Peto-98 y la variedad Padano. En los rendimientos obtenidos las variedades que alcanzaron mejores rendimientos fueron Peto-98 e INTA-L7. A cada una de las variedades se les realizó un análisis económico y de dominancia siendo las variedades Padano y UC-82 los que resultaron dominados por las variedades Peto-98 e INTA-L7 donde podemos decir que la variedad Peto-98 es la que resultó ser más rentable entre las demás variedades.

Palabras clave: Tomate, *Bemisia tabaci*, incidencia, severidad, rendimiento.

virus severity, the cultivar INTA-L7 presented the lowest disease severity followed by UC-82, and Peto-98, the variety Padano showed the highest virus severity. INTA-L7 and Peto-98 resulted with the highest yield compared to UC-82 and Padano. According to the economic analysis, the varieties Padano and UC-82 were dominated by the varieties Peto-98 and INTA-L7.

Keywords: Tomato, *Bemisia tabaci*, incidence, severity, yield.

El cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es una de las hortalizas más importante en el país y a nivel mundial, en la actualidad ocupa unos tres millones de hectáreas en todo el mundo que suponen una producción de casi de 85 millones de toneladas. Los principales cultivadores de este cultivo son Europa, América Central y el Sur. Con producciones de 400 000 y 330 000 t respectivamente en América del sur se obtienen más de 150 t anuales en Argentina, Brasil y Chile a la cabeza de la producción (Ruano & Sánchez, 2002).

En Nicaragua, el cultivo de tomate constituye una actividad de gran importancia económica representa una fuente básica de empleo en las zonas donde se cultiva. En el país se cuenta con condiciones edafoclimáticas óptimas para el cultivo del tomate, sin embargo su área de siembra se ha reducido considerablemente debido a una serie de problemas fitosanitarios, entre los cuales tenemos a los virus y dentro de este grupo tenemos a los geminivirus transmitidos por mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Actualmente la producción de tomate se realiza con variedades para pasta susceptibles a virosis, como son las variedades Río grande, Peto 98, Butter entre otras. En el mercado nacional existen híbridos tolerantes a virosis, pero el costo de la semilla es muy alto, por lo tanto no están al alcance de los pequeños y medianos productores dedicados a este cultivo. Esto ha imposibilitado mejorar la rentabilidad, obligando en muchos casos a los productores a abandonar la producción de este cultivo (Ruíz, 2008). Las principales áreas de producción de tomate en Nicaragua están ubicadas en los departamentos de Matagalpa y Jinotega, particularmente en el valle de Sebaco y Tomatoya. Además se produce en zonas de Estelí, Malacatoya, Tisma y Nandaime aunque en menor escala. Existen

además otras zonas con potencial como el valle de Jalapa, la meseta de Carazo y algunos valles de los departamentos de Boaco y Chontales (INTA, 1999).

Durante la última década, varios de los cultivos agrícolas entre ellos el tomate en las regiones tropicales y subtropicales han sido severamente afectados por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) que de ser una plaga secundaria, ha pasado a convertirse en la principal plaga agrícola mundial (Jarquín, 2004).

Actualmente se han identificado los biotipos A, B, C, D y G de *B. tabaci*. El biotipo B se encuentra en Nicaragua (Jiménez-Martínez, *et al.*, 2008) y es el que esta más habituado al cultivo del tomate, puede reproducirse en este, además de mostrar mayor capacidad de transmisión de virus, fecundidad, mayor daño directo por alimentación y deterioro fisiológico en varios cultivos. Una de las características de la mosca blanca es su amplio rango de plantas hospederas en que la mosca y los Geminivirus pueden vivir y reproducirse. Dentro de los cultivos preferidos tenemos: Tomate (*Lycopersicon esculentum*.), Fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.), algodón (*Gossypium hirsutum*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), melón (*Cucumis melo*) (Caballero, 1996).

La enfermedad de mayor importancia que afecta al cultivo del tomate en Nicaragua es virosis, causado por los geminivirus transmitidos por *Bemisia tabaci* (Gennadius), Homóptera: Aleyrodidae. Una mosca blanca virulenta puede inocular a una planta sana con 80% de probabilidad en un período de alimentación de 4-6 horas, aumentando hasta 100% de infección después de 12 horas de alimentación. Las enfermedades virales son la mayor limitante en la producción agrícola, especialmente en los países menos desarrollados.

Existen pocas alternativas de manejo para la mayoría de las enfermedades causadas por geminivirus. Las

opciones de manejo incluyen control cultural tales como programas de sanidad, control de las poblaciones del agente vector y uso de cultivares tolerantes. El control de los vectores no ha sido muy efectivo y a menudo es muy difícil la eliminación de plantas viróticas y el uso de cultivares tolerantes son unas de las prácticas de control más efectivas (Ruíz, 2008). Los síntomas de virosis transmitidos por mosca blanca se caracterizan inicialmente por presentar en las plantas un débil mosaico y corrugado en la lamina foliar, posteriormente dicho mosaico y corrugado se generaliza en todas las partes de la planta para luego producir deformaciones en hojas y ramas, que finalmente, en estado avanzado la planta presenta un enanismo y severas deformaciones (Rojas *et al.*, 2000).

Debido a la magnitud de este problema es de considerable importancia que se desarrollen estudios científicos en busca de una solución a dicha situación y brinde a los productores rurales del municipio de ciudad Sandino herramientas para que puedan mejorar su sistema de producción pero sobre todo amigables con el medio ambiente para que así se puedan obtener productos altamente rentables e inoocuos y sobre todo asegurar la sostenibilidad de su producción. Dada la relevancia y la necesidad de resolver este problema se hace necesario desarrollar estudios como la evaluación de diferentes variedades de tomate y su tolerancia al complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Gennadius.) y que de alguna manera el productor siembre variedades apropiadas en su zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio. El estudio se realizó en área de siembra de la Fundación Fénix, ubicada en el municipio de Ciudad Sandino, departamento de Managua, a 12.5 km de la capital entre las coordenadas 12° 01' a 12° 14' Latitud norte y 86° 18' a 86° 25' Longitud oeste, a una altura de 40 msnm, y temperaturas promedios de 25-27 °C, con precipitación promedio anual de 1,100 a 1,350mm, posee un clima subtropical, semi- húmedo (INIFOM, 2008).

El trabajo se desarrolló en la época de apante o riego, bajo condiciones de riego por goteo, entre los meses de diciembre 2007 a Marzo 2008.

Descripción general del estudio. Este estudio se llevó a cabo en la propiedad de Fundación Fénix, en dicha propiedad se encuentra un microinvenadero, el cual utilizamos para establecer los semilleros de tomate en bandejas. Las variedades de tomate utilizadas en el estudio fueron transplantadas al campo a los 28 días

después de la germinación., y se establecieron cuatro surcos por cada variedad de tomate UC-82; Peto-98; INTA-L7 y Padano a una distancia de 1m entre parcela.

Material genético utilizado en el estudio. Las Variedades de tomate industrial utilizado en el estudio, en el municipio de Ciudad Sandino, Managua entre los meses de Diciembre 2007- Marzo 2008 fueron: UC-82, PETO-98, INTA-L7 y PADANO

Descripción de las variedades. UC-82: En el país es la variedad más cultivada, es de tipo industrial, aunque se destina más para el consumo fresco, es de hábito determinado, follaje denso, produce frutos de forma redondo – ovalado, de tamaño mediano con peso promedio de 80 – 90 g/frutos, resistente al transporte y a los patógenos, *Fusarium* y *Verticillium*. Se cosecha a los 70 días después del trasplante, no conviene sembrarla en la época lluviosa debido al follaje denso que dificulta la aireación y facilita la propagación de enfermedades. (Jiménez. E, 2008, comunicación personal).

Peto-98: En la actualidad es una de las variedades más cultivadas por los productores, debido a sus características, el fruto después de la cosecha tiene una buena vida de anaquel, es de tipo roma determinado con un peso promedio de 90 a 100 g, semi-susceptible a geminivirus, su fruto es de color rojo intenso, cuando no es afectada por geminivirus presenta una vida vigorosa para cultivarse en tutores. (Jiménez. E, 2008, comunicación personal).

INTA-L7: Desarrollada por el INTA en el Centro de Desarrollo Tecnológico del Valle de Sébaco (CDT). Fue introducida a Nicaragua en el año 2005 procedente del Centro Mundial de las Hortalizas (AVRDC siglas en inglés) ubicado en Taiwán. Originalmente la línea 7 fue introducida con el nombre de CLN2762-7-19 y es producto del cruce de las variedades (FLA478-6-1-11) X (CLN2498C). Presenta características de tolerancia a geminivirus y buenos rendimientos de fruto, esta variedad presenta el gen de tolerancia TY2, y con peso promedio de 0.39 kg por fruto, con una altura intermedia y con un follaje de densidad intermedia, el color externo del fruto no maduro es verde claro. Actualmente esta variedad se esta distribuyendo comercialmente con el nombre de INTA valle de sébaco el cual está siendo distribuido a los diferentes productores del país a través del INTA. (Ruíz. T, 2009; comunicación personal).

Padano: Esta variedad es de uso industrial, actualmente muy utilizada por los productores ya que esta presenta una buena característica o vida de anaquel, posee altura intermedia, follaje denso, fruto ovalado, esta variedad fue introducida al país en los años 1980 procedente de Honduras y Guatemala, predecesora de la variedad UC-82. (Jiménez-Martínez E.S., 2008, comunicación personal).

Diseño experimental. El estudio se basó en el establecimiento de un experimento semiestructurado sin repeticiones, debido a que no se realizó en una estación experimental ni tampoco estuvo al cuidado de la parte agronómica de los investigadores ya que el enfoque del proyecto es exclusivamente participativo, haciéndose solamente una comparación entre parcelas.

Manejo del Experimento

Establecimiento de semillero en el microinvernadero. Para el establecimiento del semillero de tomate en el microinvernadero (construido con tela de mosquitero), utilizamos bandejas de polietileno conteniendo cada una 105 conos (de 1 pulgada cuadrada de ancho por 2 de fondo) las que fueron desinfectadas en un barril (de 50 galones) con cloro al 5 %, utilizando 200ml de cloro por barril. Después las bandejas fueron rellenas con sustrato de Lombrihumus, depositando una semilla de tomate por cono, en total se utilizaron 25 bandejas para obtener 2 625 plantas de todas las variedades evaluadas.

Preparación del terreno. La preparación del terreno se realizó 15 días antes del trasplante, de forma mecánica utilizando azadón y machete, se establecieron 16 surcos en total, los que fueron divididos entre las 4 variedades de tomates, con una distancia de un 1m entre surco y 25cm entre planta.

Trasplante. El trasplante se realizó a los 28 días después de haber sembrado las semillas de tomate, las plantas se colocaron a una distancia de 0.25m entre planta y 1m entre surco, obteniendo así una densidad de 1 920 plantas en toda el área sembrada (510m²) equivalente a 37 647.05 pta/ha. Un día antes de la siembra se desinfectó el terreno con Phyton® para prevenir el ataque de hongos de suelo.

Manejo del cultivo en etapa de campo

Manejo agronómico

Manejo de malezas. El manejo de malezas en el cultivo se realizó de forma mecánica con el uso de azadón. Se

realizaron cuatro limpiezas en todo el ciclo del cultivo, con intervalos de 15 días, realizando la primera limpieza a los 15 días después del trasplante (DDT), dejándose el rastrojo en los callejones con el objetivo de mantener húmedo el suelo, debido a que este estudio se realizó en la época seca.

Aporque. El aporque se realizó en dos ocasiones durante toda la etapa del cultivo, una a los 20 días después del trasplante y la otra a los 45 días, esta práctica les permite a las plantas tener un mejor anclaje, mejor aprovechamiento de nutrientes, buena aeración e impide la competencia con las malezas.

Riego. El cultivo se estableció bajo condiciones de riego por goteo. El cual estaba compuesto por un tubo de PVC y mangueras de polietileno, este tubo tenía una salida principal de 5 pulgadas, a la vez de este surgían otras salidas (mangueras) secundarias, las que estaban colocadas en los surcos, teniendo una distancia entre orificio de 25 cm, el riego se realizaba por la mañana y por la tarde, todos los días hasta la etapa de fructificación debido a que los costos de este sistema eran muy altos y para disminuir los costos se utilizó el riego con regadera hasta la cosecha y de igual manera se regaba por la mañana y por la tarde.

Entutorado y Amarre. Es necesario usar algún tipo de soporte que evite el contacto del follaje, y principalmente de los frutos con el suelo; por esta razón se utilizó el sistema de toturado de espaldera, el cual consistió en establecer una línea de diez tutores por surco con una altura de 2.5m y 10 cm de diámetro por tutor, unidos entre sí con alambre de amarre, para luego sujetar a la planta con sondaleza sobre la línea de tutores.

Fertilización. La fertilización se realizó aplicando productos foliares como también incorporados al suelo. Los foliares utilizados fueron Tacrehumic® con una dosis de 1 kg para toda la parcela experimental, calcio y potasio, y entre los fertilizantes incorporados al suelo tenemos urea al 46 % y triple 20.

Manejo fitosanitario de las plagas Para el manejo de las plagas y enfermedades se utilizaron dosis de productos tales como: Nim para repeler algunos insectos de la familia pentatomidae, Rimpirofos®, Javelin® para gusano del fruto, y algunos fungicidas para prevenir enfermedades como el mal del talluelo como lo fue Phyton®.

Cosecha. La cosecha se realizó a finales del mes de febrero a los 83 DDT estas se realizaron en horas de la mañana recolectando frutos de cada variedad, al final se sacaba el total de cosecha en cajillas y se pesaban, para obtener el peso por cada variedad para luego ser transportados al mercado.

Variables evaluadas. Número de adultos de mosca blanca por planta. Para determinar las poblaciones de *Bemisia tabaci* por planta, se realizó un recuento semanal para los cuales se seleccionaron cinco sitios al azar por parcela, en cada sitio se tomaron veinte plantas para un total de cien plantas muestreadas por cada variedad. Se revisó toda la planta rama por rama, esta labor se realizó semanalmente por la mañana. (Jiménez. E, 2008, comunicación personal).

Tolerancia al complejo mosca blanca-Geminivirus. Incidencia de virosis. Se entiende como incidencia, en número de unidades de plantas afectadas expresadas en porcentaje, la incidencia es una variable exacta y fácil de medir, sin embargo esta variable no indica la magnitud de la enfermedad en términos de tejido afectado, basta con una pequeña porción de tejido afectado para considerarla como una planta con síntoma de la enfermedad.

Para la toma de datos de la incidencia, se realizaron muestreo semanalmente, y para recolectar estos datos se utilizaron las mismas plantas que se tomaron para el muestreo de mosca blanca.

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{Total de plantas con síntomas de virosis}}{\text{Número total de plantas muestreadas}} \times 100$$

Severidad de virosis. Se entiende por severidad, a la porción de tejido de plantas afectadas expresado en porcentaje de área total, o mejor dicho, se refiere a la medida de cuanto de la planta o cuanto de tejido de la planta se encuentra afectada por la enfermedad. (Jiménez. E, 2008, comunicación personal).

La severidad, a diferencia de la incidencia, es una medida visual y subjetiva; por lo tanto esta sujeta a variaciones y errores de agudeza visual del evaluador. Para la toma de datos de severidad se realizaron muestreos semanales, y para recolectar estos datos se utilizaron las mismas plantas que se tomaron en el muestreo de mosca blanca. Para recolectar los datos de severidad de virosis nos basamos en la escala de severidad para plantas con síntomas virales, propuesta por REDCAHOR, modificada por Rojas (2000) y modificadas por Jiménez-Martínez (2006).

Escala de severidad para plantas afectadas por virus transmitidos por *B. tabaci*.

Grado	Severidad (síntomas)
0	No hay síntomas.
1	Débil mosaico y corrugado en la lámina foliar en las hojas nuevas
2	Mosaico y corrugado de las hojas generalizado.
3	Mosaico, corrugado y deformación de hojas y ramas
4	Enanismo y deformación severa

Para obtener el porcentaje de severidad se utilizó la fórmula planteada por Vander Plank (1963).

$$S = \frac{\sum i}{N (VM)} \times 100$$

Donde:

- S = Porcentaje de severidad
- $\sum i$ = Sumatoria de valores observados
- N = Número de plantas muestreadas
- VM = Valor máximo de la escala.

Rendimiento (kg ha⁻¹)

Estimación de cosecha. La estimación de cosecha se realizó de acuerdo a la producción de cada variedad, realizándose un corte semanal, los frutos fueron contados, pesados y clasificados, el peso se obtuvo en gramos y luego se convirtieron en kilogramos por hectárea.

Análisis económicos. Los resultados que se obtuvieron en el experimento de campo fueron sometidos a un análisis económico, para determinar la rentabilidad de las variedades evaluadas o simplemente para determinar la variedad con mayor retorno económico. Todo tratamiento recomendado en la producción debe ajustarse a los objetivos y circunstancia de los productores (Aleman, 2004). Los pasos para elaborar el análisis económico son los siguientes:

Presupuesto parcial. Se comenzó por recolectar los costos que varían (costos de INTA -L7, costos de Peto-98, etc.) de una variedad a otra con el fin de obtener los costos y beneficios, luego se calculó el rendimiento y el precio unitario para luego calcular los beneficios brutos, a esto se le resto los costos variables para obtener el beneficio neto. (CYMMYT, 1998).

Análisis de dominancia. Basados en el análisis de presupuesto parcial se procedió a realizar el análisis de dominancia. Este se efectuó ordenando las variedades de menor a mayores costos que varían, dominando los que tienen beneficios netos menores o iguales y costos variables mayores que cualquier otra variedad.

Tasa de retorno marginal (TRM). Para realizar la tasa de retorno marginal se tomó en cuenta las variedades no dominadas, comenzando por la variedad de menor costo y se procedió paso a paso a la variedad que le siguió en escala ascendente, colocando los beneficios netos de menor a mayor con sus respectivos costos variables (CV), obteniendo el beneficio neto marginal 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 (TRM) se obtuvo de dividir el incremento marginal de los beneficios netos entre el incremento marginal de los costos variables, multiplicado el cociente por cien. La TRM indicó la cantidad de dinero obtenido por cada dólar invertido. (CYMMYT, 1998).

Análisis estadísticos. A cada una de las variables registradas en el estudio se les realizó un análisis de varianza (ANDEVA, PROC, GLM en SAS), y a los ANDEVA que resultaron con probabilidades significativas ($P \leq 0.05$) se les realizó una prueba de separación de medias por medio de la prueba de DUNCAN.

RESULTADOS

Fluctuación poblacional de mosca blanca. Se comparó la fluctuación poblacional de mosca blanca en cuatro variedades de tomate industrial (Figura, 1). Se observó que mosca blanca se presentó a partir de la primera fecha de muestreo 11 de diciembre en la variedad Peto-98 y en las variedades INTA-L7, Padano y UC-82 se observaron a partir de la fecha 19 de diciembre. la variedad Peto-98 presentó su mayor pico poblacional en la fecha 17 de enero con 2.05 moscas por planta, la variedad INTA-L7 presentó su mayor pico poblacional el 27 de diciembre con 1.9 moscas por planta, la variedad Padano presentó su mayor pico poblacional en la fecha 24 de enero con 2.47 moscas por planta, en cambio las poblaciones de moscas en la variedad UC-82 se observó que fueron bajas en comparación con las otras variedades presentando su mayor pico poblacional

en la fecha 07 de febrero con 1.54 moscas por plantas. Al realizar el análisis de varianza para comparar la ocurrencia poblacional de mosca blanca en todas las variedades, se encontró diferencia significativas con una probabilidad de ($P= 0.0001$) y al realizar la separación de medias con DUNCAN se encontró que la variedad Peto-98 presentó las menores poblaciones con 1.25 moscas blancas por plantas (Tabla, 1).

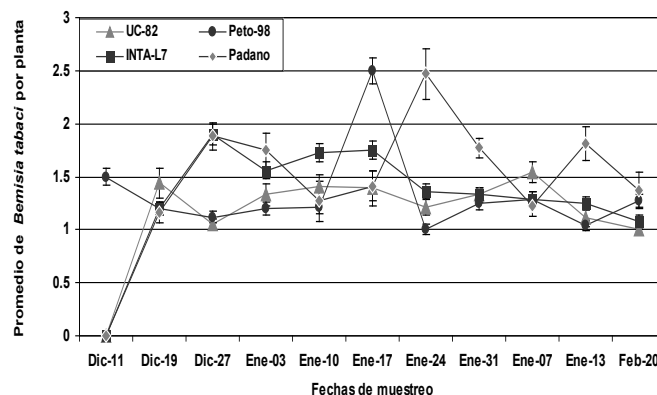


Figura 1. Fluctuación poblacional de *Bemisia tabaci* en cuatro variedades de tomate industrial, en Ciudad Sandino, Managua, 2007-2008.

Porcentaje de incidencia de virosis. Se comparó el porcentaje de incidencia de daño de virosis transmitida por *Bemisia tabaci*, en cuatro variedades de tomate industrial desde los 42 días después del transplante (DDT), hasta los 77DDT (Figura, 2). El gráfico muestra que a los 42ddt las variedades que presentaron menor porcentaje de incidencia fueron las variedades INTA-L7, Peto-98 y UC-82 con un 41, 42 y 43% respectivamente y la variedad que presentó el mayor porcentaje de incidencia de virosis fue Padano con un 68%. A los 77ddt se observó que las variedades que presentaron el menor porcentaje de incidencia de virosis fueron Padano e INTA-L7 con un 92 y 96% respectivamente. Por el contrario las variedades Peto-98 y UC-82 presentaron un 100% de incidencia de virosis. Al realizar el análisis de varianza a la incidencia de virosis transmitida por *Bemisia tabaci*, se encontró diferencias significativas entre las cuatro variedades de tomates con una probabilidad de ($P = 0.0116$) siendo la variedad INTA-L7 la que presentó el menor porcentaje con 69.16 %, seguido de la variedad Padano con 78.16 (Tabla, 2).

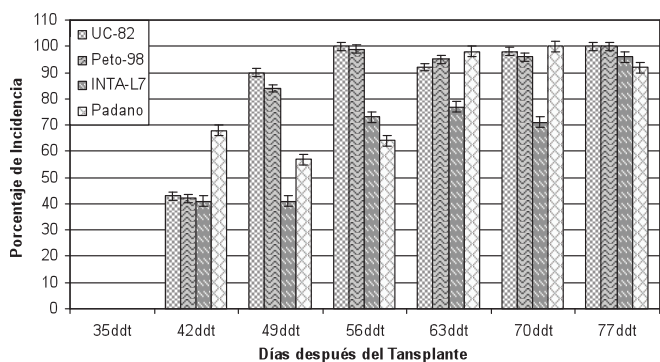


Figura 2. Comparación del porcentaje de incidencia de virosis transmitida por mosca blanca en cuatro variedades de tomate industrial, en Ciudad Sandino, Managua, 2007-2008.

Porcentaje de severidad de virosis. Se comparó el porcentaje de severidad de virosis transmitida por *Bemisia tabaci*, en cuatro variedades de tomate industrial desde los 42 días después del transplante (DDT) hasta los 77 DDT (Figura, 3). Se observó que a los 42 ddt la variedad que presentó el menor porcentaje de severidad fue INTA-L7 con 10.75 %, seguido de la variedad UC-82 con 12.25 %, sin embargo las variedades Peto-98 y Padano fueron las que presentaron los mayores porcentajes de severidad con un 15.75 y 22 % respectivamente. A los 77 ddt la variedad INTA-L7, y Padano fueron las que presentaron el menor porcentaje de severidad con un 58.5 y 63 %, en cambio las variedades Peto-98 y UC-82 presentaron los mayores porcentajes de severidad con 66.5 y 69.5 % respectivamente. Al realizar el análisis de varianza a los porcentajes de severidad de virosis se encontró diferencias significativas con Probabilidades ($P = 0.0173$) siendo la variedad INTA-L7 la que presentó el menor porcentaje de severidad de virosis con 30.60 % (Tabla).

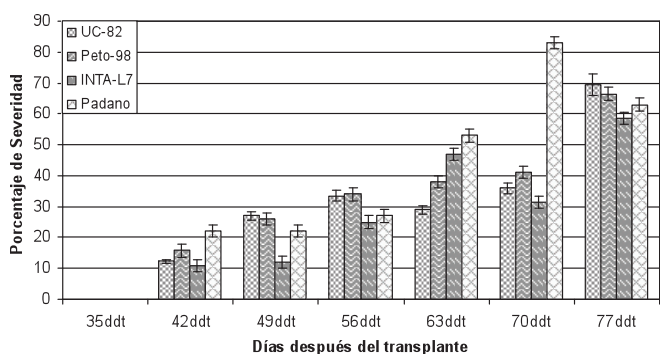


Figura 3. Comparación del porcentaje de severidad de virosis transmitida por mosca blanca en cuatro variedades de tomate industrial, en Ciudad Sandino, Managua, 2007-2008.

Tabla 1. Análisis de varianza de severidad de virosis transmitida por *Bemisia tabaci* y fluctuación poblacional de *Bemisia tabaci* en cuatro variedades de tomate industrial, en el municipio de Ciudad Sandino, Managua entre los meses de Diciembre 2007 a Marzo 2008.

Variable	% de Severidad de Virosis	Población de mosca blanca
Variedades	Medias*± ES	Variedades Medias*± ES
INTA-L7	30.60 ± 3.33 a	Peto-98 1.25 ± 0.003 a
UC-82	35.00 ± 3.55 ab	UC-82 1.28 ± 0.03 ab
Peto-98	36.00 ± 2.98 ab	INTA-L7 1.45 ± 0.04 ab
Padano	43.69 ± 4.12 b	Padano 1.71 ± 0.05 b
C.V	53.14179	C.V 53.06719
P	0.0173 (S)	P 0.0001(S)
F;df	2.38; 116	F; df 25.06;116

CV = Coeficiente de variación ES = Error estándar
 F = Fisher calculado df = Grados de libertad
 P = Probabilidad según DUNCAN S = Significativo
 * = Medias con la misma letra no difieren estadísticamente

Rendimiento. Se comparó el rendimiento (kg ha^{-1}) para cada uno de las cuatro variedades de tomate industrial (Figura, 4). Las variedades Peto-98 e INTA-L7 obtuvieron los mayores rendimientos con 7 138.39 y 6 008.92 kg ha^{-1} respectivamente. En cambio la variedades UC-82 y Padano obtuvieron los menores rendimientos con 5 062.5 y 4 406.6 kg ha^{-1} respectivamente.

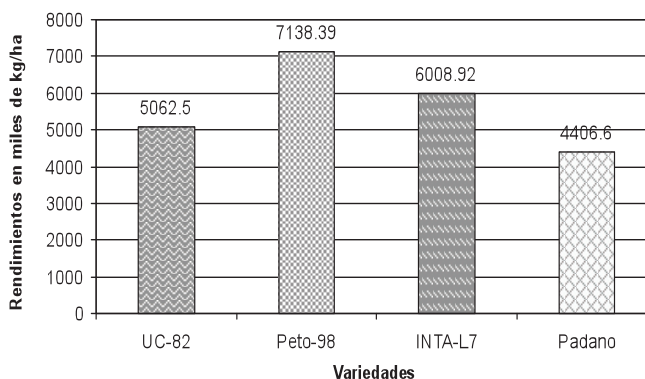


Figura 4. Rendimientos en kg ha^{-1} de cuatro variedades de tomate industrial evaluadas en Ciudad Sandino, Managua, 2007-2008.

Valoración económica. A través del análisis del presupuesto parcial se encontró que los mayores costos variables los presentó la variedad INTA-L7 con 585 dólares, seguido por la variedad Peto-98 con 576 dólares, Padano con 179 dólares, y la variedad UC-82 con 369 dólares (Tabla, 2).

La variedad que presentó los mayores beneficios netos fue la variedad Peto-98 con 638 dólares y la variedad que presentó los menores beneficios neto fue Padano con 179 dólares (Figura, 5).

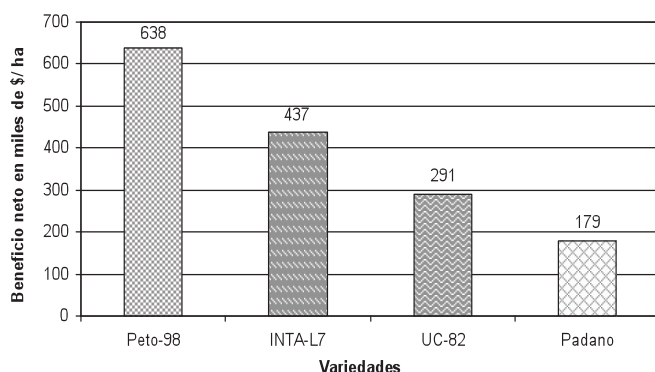


Figura 5. Comparación de los beneficios netos (\$/ha) obtenidos en cada una de las variedades de tomate industrial, evaluadas en Ciudad Sandino, Managua, 2007-2008.

Tabla 2. Presupuesto parcial para cada una de las variedades de tomate industrial evaluadas, en el municipio de Ciudad Sandino, Managua entre los meses de Diciembre 2007 a Marzo 2008.

Rubro	UC-82	Peto-98	INTA-L7	Padano
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	5 063	7 138	6 009	4 407
Rendimiento ajustado (10%)	4 556	6 425	5 408	3 966
Precio de campo por kg de tomate	0.2	0.2	0.2	0.2
Ingreso Bruto	861	1 214	1 022	749
Costos Variables para productos				
Costos de Semilla	15	21	30	15
Control Botánico	205	205	205	205
Control Químico	253	253	253	253
Costos Variables para mano de obra				
Costos de las aplicaciones	97	97	97	97
TOTAL Costos Variables	570	576	585	570
Beneficio Neto	291	638	437	179

Precio de venta por kg de tomate: 0.1715 \$/kg
 Cambio oficial del dólar: C\$ 19.00

Análisis de dominancia. De acuerdo al análisis de dominancia realizado, se encontró que las variedades dominadas fueron UC-82 y Padano, ya que presentaron los beneficios netos más bajos con costos variables altos en comparación con las otras variedades (Tabla, 3).

Tabla 3. Análisis de dominancia para cada una de las variedades evaluadas de tomate industrial, en el período comprendido entre Diciembre 2007 a Marzo 2008.

Varietades	Costos Variables	Beneficio neto	Dominancia
Peto-98	576	639	ND
INTA-L7	585	437	ND
UC-82	370	291	D
Padano	179	179	D

Tasa de Retorno Marginal (TRM). Los resultados del análisis de la TRM indican que la variedad más rentable fue INTA-L7, ya que presentó una tasa de retorno marginal de 1 340 % siendo estos beneficios mayores a los que aportaron las demás variedades en estudio, esto significa que por cada dólar invertido el agricultor recupera el dólar y obtiene una ganancia de 13.4 dólares, por lo tanto esta es la variedad más recomendable que debe utilizar el agricultor para mejorar sus ingresos económicos (Tabla, 4).

Tabla 4. Tasa de Retorno Marginal (TRM) para cada una de las variedades de tomate industrial evaluadas, en el municipio de Ciudad Sandino, Managua entre los meses de Diciembre 2007 y Marzo del año 2008.

Varietades	CV	CVM	BN	BNM	TRM
INTA-L7	585		437		1 340%
Peto-98	575	15	638	201	

CV : Costos Variables
 CVM : Costos Variables Marginales
 BN : Beneficio Neto
 BNM : Beneficio Neto Marginal

DISCUSIÓN

En los últimos años se ha dado mucha importancia al desarrollo de programas de mejoramiento para resistencia a begomovirus, por lo que en la actualidad, una solución posible para el manejo de virosis es por medio del uso de cultivares resistentes a geminivirus (Ruíz, 2008).

Según los resultados obtenidos en este estudio, el número total de mosca blanca fue mayor en la variedad Padano comparado con las otras variedades evaluadas. Probablemente se debe a que esta variedad posee características morfológicas que atraen a mosca blanca. Según Quiros *et al.*, (1994) la mosca blanca tiene mayor preferencia por plantas vigorosas, sanas y con muchos brotes tiernos ya que estos son más ricos en azúcares y nitrógeno.

Al realizar el análisis de varianza a la fluctuación poblacional de *Bemisia tabaci* se encontró diferencias significativas siendo la variedad Peto-98 la que presentó la menor población de mosca blanca comparada con las otras variedades. Las Variedades INTA-L7 y Padano presentaron los mayores promedios debido a que a la par de estas se encontraba establecido un cultivo de pepino el cual sirvió de hospedero a mosca blanca. En general se observa que las poblaciones de mosca blanca fueron relativamente bajas comparados con otros estudios realizados, por ejemplo Chavarría, (2004) reporta promedios máximos de 17.7 moscas por planta y mínimos de 5.2 moscas por planta. Probablemente las bajas poblaciones de moscas blancas en nuestro estudio se debe a que durante toda la etapa del cultivo se presentaron factores climáticos adversos como fuertes vientos. Según Hilje, (1993) las altas o bajas poblaciones de mosca blanca en las parcelas de tomate, están influenciadas por condiciones ambientales.

En lo que se refiere a la incidencia y la severidad de virosis transmitida por mosca blanca, en el presente estudio se observó que la ocurrencia de esta enfermedad se comportó diferente en las cuatro variedades de tomate industrial evaluadas. La variedad INTA-L7 durante todo el ciclo del cultivo presentó el menor porcentaje de incidencia con 69.16% y 30.60% de severidad, comparada con las otras variedades de tomate industrial, probablemente se debe a que esta variedad posee características de tolerancia a geminivirus. Pero para los dos casos (incidencia y severidad) los porcentajes obtenidos fueron altos en comparación con Rodríguez & Morales, (2007) y Chavarría & Rizo, (2009) quienes evaluaron protección físicas y químicas de semilleros de tomate contra el complejo de mosca blanca, encontrando porcentajes de virosis bajos con incidencias de 14 y 48.75% y con severidad de 8 y 23.79%, respectivamente. Probablemente los altos porcentajes de incidencia y severidad en nuestro estudio se debe a que no realizamos manejo a las poblaciones de mosca blanca en el campo. Según Hilje, (1993) pocos adultos de *B. tabaci* pueden diseminar la virosis rápida y eficientemente.

La Universidad Nacional Agraria (UNA) ha realizado estudios con variedades de tomate encomendados a la búsqueda de genotipos tolerantes a los Geminivirus. Olivas, (1996) en Santa Lucía, Boaco evaluó cuatro variedades de tomate y dos manejos agronómicos contra el complejo *Bemisia tabaci*-geminivirus, encontró que bajo el manejo MIP, las variedades UC-82 y UC-85 resultaron con bajos niveles de incidencia y severidad a los virus y un alto rendimiento por manzana. Lago y Miranda, (1996) evaluaron seis variedades de tomate en el valle de Sébaco obteniendo como resultado que la variedad UC-82, presentó aceptables niveles de tolerancia al complejo mosca blanca-geminivirus. También el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) en el año 2006, realizó trabajos de evaluación de tolerancia a geminivirus con cultivares introducidos por el Centro mundial de las hortalizas (AVRDC) de Taiwán, donde la línea CLN 2762-246-7-19 (INTA-L7) además de presentar tolerancia a la enfermedad produjo alto rendimiento comercial, con frutos de buena aceptación en el mercado (Ruíz, T, 2009; comunicación personal).

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 (González y Bervis, 1983). En este estudio se observó que la variedad de tomate que presentó el mayor rendimiento fue Peto-98 con 7 138.39 kg ha⁻¹, seguido de la variedad INTA-L7 que presentó un rendimiento de 6 008.92 kg ha⁻¹. Estos rendimientos fueron bajos en comparación con otros estudios realizados, Chavarría, (2004) obtuvo rendimientos máximos de 29 065 kg ha⁻¹ y mínimos de 16 999 kg ha⁻¹. Rodríguez & Morales (2007) obtuvieron rendimientos máximos de 16 350.79 kg ha⁻¹ y mínimos de 9 783.03 kg ha⁻¹.

Los bajos rendimientos en nuestro estudio probablemente se debe a que los porcentajes de incidencia y severidad de virosis fueron altos en comparación con los otros estudios, estos bajos rendimientos también se debe a que durante a etapa de corte y selección de frutos estos presentaban el ataque de culillo negro, que probablemente se dio por la deficiencia de agua y una deficiencia de calcio.

En el presupuesto parcial se toman en consideración los costos asociados con la decisión de usar o no un tratamiento, estos son costos que permiten diferenciar un tratamiento del otro y se denominan costos que varían, y se llaman así porque varían de un tratamiento a otro (Reyes, 2002). En el presente estudio también se realizó un análisis económico basado en un presupuesto

parcial, a través del cual se pudo determinar que las variedades de tomate INTA-L7 y Peto-98 presentaron los mayores beneficios netos al obtener los mejores rendimientos en comparación con las variedades UC-82 y Padano (Figura, 5).

Se realizó un análisis de dominancia a las variedades de tomate industrial evaluadas, resultando las variedades UC-82 y Padano dominadas ya que presentaron los menores ingresos netos y mayores costos que las otras variedades en estudio, por lo tanto estas dos variedades de tomate se excluyeron del análisis de la tasa de retorno marginal (TRM). Según González y Obregón, (2007) el análisis de la tasa de retorno marginal nos indica lo que el agricultor puede esperar ganar en promedio con su inversión cuando se decide cambiar una práctica por otra; sin embargo, no se puede tomar una decisión respecto a un tratamiento y recomendarlo sin saber la tasa de retorno que sería aceptable para el agricultor. Según el CIMMYT (1998), la tasa de retorno mínima aceptable para el agricultor es entre 50% y el 100%. Al realizar el análisis de la tasa de retorno marginal a las variedades que resultaron no dominadas INTA-L7 y Peto-98 se obtuvo una tasa de retorno marginal de 1,324 % es decir que por cada dólar invertido al pasar de variedad INTA-L7 a Peto-98 el agricultor espera ganar un promedio de 13.24 dólares por lo tanto la opción es rentable económicamente debido a que es mayor que la tasa de retorno mínima aceptable.

CONCLUSIONES

Las variedades Peto-98 y UC-82, presentaron las menores fluctuaciones poblacionales de *Bemisia tabaci* ya que se encontró menor número de mosca blanca comparado con las variedades INTA-L7 y Padano.

La variedad INTA-L7, fue la que presentó mayor tolerancia a la incidencia y severidad de virosis transmitida por mosca blanca en comparación con las variedades Peto-98, UC-82 y Padano.

Las variedades Peto-98 e INTA-L7 presentaron los mejores rendimientos en comparación con las variedades UC-82 y Padano. De la comparación económica realizada, las variedades que resultaron más rentables fueron INTA-L7 y Peto-98.

RECOMENDACIONES

Seguir evaluando otras variedades de tomate, tanto en el municipio de Ciudad Sandino, Managua como en otras zonas productoras del país, para demostrar que el uso de variedades tolerantes es efectivo para el manejo del complejo de mosca blanca-Geminivirus.

Capacitar a los productores en la adopción de variedades tolerantes para dar una respuesta efectiva al problema que causa este insecto a todas las zonas productoras del país.

En base al estudio realizado y a los resultados obtenidos en el estudio, se puede recomendar el uso de INTA-L7 como una de las variedades tolerantes, ya que este tratamiento alcanzó el menor porcentaje de incidencia y severidad de virosis y presenta uno de los mejores rendimientos.

Realizar este estudio en otras épocas de siembra y zonas del país para comprobar si el comportamiento de estas variedades es similar.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al pueblo y Gobierno de Suecia por el apoyo económico brindado a los investigadores de la UNA a través de los fondos PACI y a la **Fundación Fénix** por habernos permitido realizar dicha investigación en su propiedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alemán, F. 2004. Análisis Económicos de Experimentos de Campo. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. p. 143-156.
- Caballero, R. 1996. Metodología para el estudio y manejo de mosca blanca y Geminivirus. Ed. Hilje. L. Turrialba. Costa Rica. p. 1-10.
- Chavarría, S. M. R. 2004. Evaluación de cinco líneas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en relación al complejo mosca blanca - geminivirus bajo infecciones naturales en la zona del pacífico de Nicaragua. 41p.
- Chavarría, A. J. y Rizo, A. F. 2009. Evaluación de cinco alternativas de protección físicas y químicas de semilleros de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) contra el ataque del complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) – geminivirus, en Tisma, Masaya. Tesis Ing. ISPAF. Managua, NI, UNA.56p.

- CYMMYT (Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo). 1998. La formulación de recomendaciones a partir de datos Económicos. Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. ME. D.F. CIMMYT. P. 79.
- González, M y Bervis, L. 1983. Efectos de diferentes niveles y formas de aplicación de nitrógeno en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del Maíz (*Zea Mays*) en labranza cero y en condiciones de riego. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. P. 30.
- González, J. & Obregón, H. 2007. Evolución de alternativas de protección físicas y químicas de semillero de chiltoma (*Capsicum annum* L.) contra el ataque del complejo de mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Gennadius)- Geminivirus. Tesis Ing. ISPAF. Managua, NI, UNA. 69p.
- Hilje, L. 1993. Un esquema porcentual para el manejo de integrado de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate. Manejo Integrado de plagas Turrialba, CR 29:51-57.
- INIFOM Ficha Municipal Nombre del Municipio Ciudad Sandino (en línea), Ocotal, Nicaragua. Consultado el 16 Diciembre del 2008. Disponible en: http://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/MANAGUA/ciudad_sandino.pdf
- INTA, 1999. (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Cultivo del Tomate. Guía Tecnológica. Ed. Henner Obregón, N° 22. Managua Nicaragua. p. 55.
- Jarquín, D, 2004: Evaluación de cuatro variedades de tomate (*Lycopersicum 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. 73p.
- Jimenez-Martinez. E.S., 2008. Evaluación de alternativas de protección física y química de semilleros de chiltoma (*Capsicum annum*, L.) contra el ataque del complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Genn.) – Geminivirus. La Calera, año 8, no. 11, Pp.29-38.
- Lago Barcnas, M. A.; Miranda Ortiz, F. 1996. Evaluación de seis variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo un Manejo MIP para el complejo mosca blanca-geminivirus en el valle de Sébaco, Tesis Ing. Agr. Managua, NI, UNA.51p.
- Olivas Rivera, M. 1996. Evaluación agronómica de cuatro variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) con dos técnicas diferentes para el manejo de mosca blanca *Bemisia tabaci* y geminivirus, Santa Lucía, Boaco, Tesis Ing. Agr. Managua, NI, UNA.66p.
- Quiros, C. A.; Ramírez, O., Hilje, L. 1994. Participación de los productores en adaptar y evaluar tecnologías de semilleros contra la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), en tomate. Manejo Integrado de Plagas. Turrialba, Costa Rica. p.1-7.
- Reyes, H. M. 2002. Análisis Económico de Experimentos Agrícolas con Presupuestos Parciales: Re-enseñando el uso de este enfoque. LA CALERA; Año 2, N° 2.p.41.
- Rodríguez, S. V. H. y Morales B. J. L. 2007. Evaluación de alternativas de protección físicas y químicas de semilleros de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) contra el ataque de del complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Gennadius)- Geminivirus y su efecto en el rendimiento, en el municipio de Tisma, Masaya. 76p.
- Rojas, A.; Kvarheden, A. y Valconnen. J. P. T. 2000. Geminivirus infesting tomato crop in Nicaragua. Plant. Disc. 89. p 843-846.
- Ruano Bonilla, S.; Sánchez, I. 2002. Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería: Hortalizas aprovechables por sus frutos. Grupo OCEANO. Barcelona, ES. MMII EDITORIAL OCEANO. p 632-636.
- Ruíz Laguna, J. L. 2008. (En línea) Validación de líneas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) tolerantes a geminivirus en los departamentos de Matagalpa y Jinotega, durante las épocas de primera, postrera y riego del año 2008, consultado el 22 de Enero, 2009, Managua, Nicaragua. Disponible en: <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/protocolos/1ra-2008-inta-centro-norte/avt-pro-tomatevirus2008.doc>.
- Vanderplank, E. J. 1963. Plants diseases: Epidemiology and control. New York. Academia press. 69p.