

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA LEON
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGIA



Evaluación de tres cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*) en la productividad y tolerancia a virosis transmitido por mosca blanca (*Bemisia tabaci*), en el CNRA-Campus Agropecuario, UNAN-León, en el período marzo-julio, 2012.

“Trabajo presentado como requisito previo para obtener el título de Ingeniero en Agroecología Tropical”

Presentado por:

Br. Bismar Alonzo Davis Germán

Br. Juan José Hernández Mejía

Tutores:

M.Sc Jorge Luís Rostrán Molina

M.Sc Miguel Bárcenas Lanzas

León, 10 de Dic. 2012

“A la libertad por la Universidad”

DEDICATORIA

Elevo mi plegaria al Padre celestial, y le doy gracias por haberme dado la vida, fuerza, iluminación, espíritu de superación, capacidad e inteligencia que me permitieron asimilar y desarrollarme durante mis estudios; así como por colocar en mi camino tantas personas que me brindaran su apoyo. Él es la principal razón de mi existencia, la fuente de mis conocimientos y la esperanza de seguir adelante. Le agradezco infinitamente por ser parte de mis logros.

Al finalizar mis estudios superiores dedico con mucho amor y admiracion este estudio experimental a mis padres **Lazaro Davis, Carmen German** y mis hermanos quienes compartieron mis aspiraciones, anhelos y esfuerzos para que pudiera concluir con éxito mis estudios.

He finalizado mi carrera gracias a su apoyo y en ningún momento me dejaron solo, siempre han estado a mi lado alentandome e impulsandome a seguir adelante.

El apoyo y sacrificio de ustedes se sobrepusieron a las limitaciones y adversidades, para ustedes mi amor, respeto e inmenso agradecimiento.

Con mucho amor hoy dedico este trabajo para finalizar mi carrera a ustedes que forman parte de este esfuerzo que es mas suyo que mío, sin ustedes a mi lado hubiese sido más difícil finalizar mis estudios profesionales.

Bismar Alonzo Davis German

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a *Dios* todo poderoso quien es el autor de todos mis logros por darme conocimiento, sabiduría, entendimiento y perseverancia para salir adelante; por la oportunidad de llegar al final de esta etapa de mi vida y abrirme las puertas hacia un futuro mejor, el cual se lo encomiendo a él.

A mis queridos padres *Julio Cesar Hernández Romero y Yolanda de la Concepción Mejía Meléndez de Hernández*, por el apoyo que siempre me han brindado en todos los momentos que viví como estudiante, en mis triunfos y fracasos; los valores tanto morales como espirituales transmitido por ellos, para poder culminar esta carrera con éxito, por ser ustedes mi mayor inspiración para superarme cada día y ser una persona de bien en el futuro.

A mis abuelos que son parte muy especial de mi vida y que su recuerdo siempre vive presente en mi mente y corazón, *Andrea de la Concepción Meléndez de Mejía, Zoila Emelina Romero Vega Vda. De Hernández* [Q.E.P.D], *Francisca Meléndez* [Q.E.P.D] y a *Salomón del Socorro Mejía Medina*, que con sus sabios consejos me han guiado por el camino del bien venciendo obstáculos que se me han presentado en el andar de mi vida, con su apoyo moral y espiritual eh podido culminar con uno de mis grandes sueños, el ser un profesional de bien y terminar esta bonita carrera.

A mis hermanos *Julio Cesar Hernández Mejía, María José Hernández Mejía y Valeria del Socorro Hernández Mejía*, quienes han sido un pilar muy importante en mi formación personal y profesional; son motivo de inspiración y fortaleza para mí.

A todas las personas que de alguna manera contribuyeron en mi formación personal alentándome a seguir adelante en una nueva etapa de mi vida como profesional.

Juan José Hernández Mejía

AGRADECIMIENTO

Deseo extender mis agradecimientos a mis padres quienes son la gran razón de mi existencia y que gracias a ellos seguiré superándome cada día más, venciendo los obstáculos venideros en mi vida profesional.

Deseo extender mis agradecimientos a mis hermanos **William Davis Germán Wilford Davis Germán, Aracely Davis Germán, Ijeska Davis Germán y Jelexy Davis Germán** quienes desde el inicio de mi carrera han compartido mis aspiraciones y siempre han estado presente con su ayuda, asumiendo con amor y cariño su papel de hermanos, haciéndome sentir seguro de que puedo contar con ellos incondicionalmente.

Extiendo mis agradecimientos a mis queridos profesores y tutores **M.Sc Jorge Luis Rostran Molina** y **M.Sc Miguel Bárcenas Lanzas**, por el estímulo y apoyo que me dieron en la realización de este trabajo, fortaleciendo mis conocimientos, espíritu de superación y el deseo de ser mejor profesional y persona.

Mis agradecimiento al CNRA-Campus Agropecuario coordinado por el Ing. **Jose Ernesto Escobar**, y al equipo técnico **M.sc Jorge Luis Rostran Molina, M.sc Miguel Bárcenas Lanzas, Ing. Edwing Alemán**, a los **Sres. Fabio López y Oswaldo Juarez**, por el apoyo y financiamiento de los insumos necesarios en la elaboración de este estudio experimental.

Bismar Alonzo. Davis German.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a *Dios* por haberme dado la oportunidad de culminar con todos mis estudios para llegar a coronar mi sueño el ser un profesional.

Al *M.Sc Jorge Luis Rostrán* por haberme dado el apoyo intelectual y la oportunidad para culminar mi educación profesional.

Al *M.Sc Miguel Bárcenas Lanzas* por todo el apoyo brindado en mi trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (**UNAN-León**) por brindarme la oportunidad de realizar uno de mis grandes sueños, ser un profesional bajo esta alma mater y muy especialmente al personal que labora en el área de la Carrera de Ingeniería en Agroecología Tropical de la UNAN-León.

Al Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura (**CNRA**), coordinado por el *Ing. Jose Ernesto Escobar*, y al equipo técnico *Msc. Jorge Luis Rostran Molina, Msc. Miguel Bárcenas Lanzas, Ing. Edwing Alemán*, al apoyo tecnico de campo los *Sres. Fabio López ,Ramon Martinez y Oswaldo Juarez* por haberme permitido realizar mi investigación en el área de siembra de esta alma mater, y de alguna manera brindar una respuesta hacia los productores de occidente y el público en general mediante mi investigación.

Juan José Hernández Mejía

INDICE

DEDICATORIA	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	9
II. OBJETIVOS	12
2. 1. General	12
2.2. Especificos	12
III. HIPOTESIS	13
IV. MARCO TEORICO	14
4.1. Origen	14
4.2. Taxonomía y Morfología	14
4.3. Descripción botánica	15
4.3.1. Sistema radicular	15
4.3.2. Tallo principal	16
4.3.3. Hoja	16
4.3.5. Fruto	17
4.3.6. La semilla	17
4.4. Importancia económica y distribución geográfica	17
4.5. Requerimientos climáticos	18
4.5.1. Temperatura	18
4.5.2. Humedad	18
4.5.3. Luminosidad	18
4.5.4. Suelos	18
4.6. Manejo Agronómico del cultivo	19
4.6.1. Manejo agronómico	19
4.6.2. Semilleros o Almacigos	19
4.6.3. Preparación del Terreno	20
4.6.4. Trasplante	20
4.4.5. Manejo en campo	21

4.7. Enfermedades y deficiencias	22
4.8. Marco conceptual sobre Mosca blanca y virosis	28
4.9. Taxonomía de la mosca blanca	30
4.10. Generalidades de la mosca blanca	30
4.11. Morfología y biología	31
4.12. Ciclo de vida	31
4.13. Origen, distribución geográfica y plantas hospederas	31
4.14 Importancia de Bemisia tabaci en campo	32
4.15 Síntomas de daño	32
4.16. Virosis transmitida por Bemisia tabaci	33
4.17. Entre otras plagas tenemos	34
4.18. Fertilización	40
4.18.Fertilizantes a aplicar	40
V. MATERIALES Y METODOS	42
5.1. Ubicación del área de estudio	42
5.2. Condiciones agroclimáticas	42
5.3. Tipo de estudio (DCA)	42
5.4. Análisis Estadísticos	43
5.5. Descripción de los cultivares estudiados	43
5.6. Definición de los tratamientos	44
5.7. Etapas del estudio	44
5.8. Población y muestra	49
5.9. Variables a medir	50
VI. RESULTADO Y DISCUSIÓN	53
Galería de fotos	74
VII. CONCLUSIONES	78
VIII. RECOMENDACIONES	79
IX. BIBLIOGRAFÍA	80
X. ANEXOS	84

RESUMEN

Se evaluaron tres cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*) en la productividad y tolerancia a virosis transmitida por Mosca blanca (*Bemisia tabaci*), en el CNRA-Campus Agropecuario, en el periodo marzo-julio 2012. En dicha propiedad se encuentra un túnel el cual lo utilizamos para establecer los semilleros de tomate en bandejas, en campo se utilizó un sistema de riego por goteo debido a que este fue establecido en época seca. El estudio se realizó en condiciones controladas en jaulas en las cuales se inocularon 9 adultos de mosca blanca por repetición, cada jaula representa a una repetición. Se trasplantaron tres plántulas de diferentes variedad en dichas jaulas. Los adultos de mosca blanca utilizadas fueron recolectadas en un cultivo de tomate infestado por virosis en el área de siembra del CNRA, estos adultos fueron liberados dentro de las jaulas con ayuda de tazas entomológicas. Los tratamientos fueron; Línea-7, Peto-98, Padano inoculados y sin inocular. El diseño utilizado fue el Diseño Completamente Aleatorio (DCA). Las variables evaluadas fueron; población de mosca blanca, porcentaje de severidad, altura de las plantas, número de hojas, diámetro del tallo, clorofila, número de flores, número de frutos, peso de los frutos y morfología del fruto. Los resultados demostraron que el cultivar Línea-7 fue el más tolerante a virosis, Peto-98 y Padano son susceptibles a la virosis. Padano inoculado presentó la mayor población de mosca blanca a los 43 DDT. El menor porcentaje de severidad fue Línea-7 inoculado. Existe diferencia significativa al 95% de confiabilidad en las variables población de mosca blanca, Porcentaje de severidad, Altura de la planta, Diámetro del tallo, Número de hojas, Clorofila, Número de flores, Número de frutos y Morfología de frutos. En conclusión Línea-7 presentó la mejor tolerancia a virosis, mayor número de flores, mayor número de frutos, por tal razón, se recomienda el uso de este material como una de las variedades más tolerantes a enfermedades viróticas en áreas que presenten condiciones climáticas similares a las planteadas en este estudio a nivel nacional.

Palabras claves: virus, (*Bemisia tabaci*), severidad, inoculado, Línea-7, Peto-98, Padano, susceptible, tolerancia, morfología del fruto.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) es una hortaliza originaria de Sur América y se encuentra ampliamente distribuida por todo el continente y el mundo. Es la hortaliza más cultivada a nivel mundial. En la actualidad aún se encuentra de forma silvestre en algunas regiones andinas (cultura Inca) del Perú, los investigadores y mejoradores genéticos trabajan para lograr cierto tipo de resistencia a los diferentes problemas fitosanitarios (Rodríguez 1997).

El tomate es de gran importancia económica ya que se cultiva en todo el país. Se destina principalmente para consumo interno y en menor proporción se destina a la exportación a algunos países de Centroamérica como El Salvador. Es un vegetal que proporciona vitaminas A y C en altas cantidades y minerales, principalmente potasio. Los nicaragüenses lo consumen diariamente en ensaladas y salsas, como condimento y en su estado verde se utiliza en encurtidos y conservas pero a nivel de industria de enlatados lo utilizan deshidratados o procesado para sopas, salsas, pastas y jugos (Infoagro 2010).

En Nicaragua el tomate es una de las hortalizas más importantes económicamente debido a la creciente demanda del mercado por verduras frescas. Ocupa uno de los primeros lugares en consumo, producción y comercialización, se cultiva tanto en la zona del Pacífico como en la zona central del país, a gran escala se cultiva en el valle de Sébaco, Jinotega, Estelí, Tisma y Nandaime. Los rendimientos promedios varían de 12,000 a 18,000 kg./ha cultivándose en el país anualmente 4,000 a 5,000 ha. (INTA, 2009). Según (FAO, 2011), En el país, anualmente se cultivan de 5,000 a 5,500 ha con rendimientos promedios de 44,660 kg/ha. El departamento de Matagalpa es la zona de mayor producción de hortalizas en Nicaragua, el cual produce 14,000 toneladas de tomate (FAO 2011).

En nuestro país se cuenta con las condiciones agroclimáticas (suelo, temperaturas y precipitaciones) óptimas para el cultivo de tomates, sin embargo, su área de siembra se ha reducido considerablemente debido a una serie de problemas fitosanitarios, entre ellos los causados por virus (virosis) transmitido por los principales vectores como los áfidos, pulgón (*Aphis gossypii*), Thrips de la cebolla (*Thrips tabaci*) y la mosca blanca, mosquita blanca

(*Bemisia tabaci*), tortuguilla, crisomélidos, mayas (*Diabrotica sp.*), teniendo como táctica de control, la introducción de variedades híbridas tolerantes a enfermedades viróticas (Bustamante, R. 1996) (Vadeagro, edifarm 2011).

En Nicaragua, se cultiva en una amplia diversidad de ambientes, ocupando el primer lugar de la producción hortícola nacional, suministrando la mayor parte de la materia prima a la industria conservera, donde se elabora: puré, salsa, pasta, jugo y embutidos. El potencial de este cultivo en los trópicos es grande y puede ampliarse, generando empleo tanto rural como urbano, aumentando las exportaciones, mejorando la nutrición de las personas e incrementando el ingreso de los agricultores (Villarreal 1982, Cuadra y Ramos 2002).

En el mercado nacional existen híbridos tolerantes a virosis causada por la mosca blanca, 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 del tomate (INTA 2009).

La mosca blanca (*Bemisia tabaci*) fue reconocida por algunos investigadores y agricultores a fines del S. XIX, ha sido limitante en la agricultura mundial a partir de 1970, inicialmente en cultivos bajo invernaderos, es hoy uno de los problemas fitosanitarios más importantes a nivel mundial, el daño puede ser tan severo en los cultivos, que muchos países han constituido coaliciones para la búsqueda de soluciones al problema, destinando importante recursos para la investigación con énfasis en medidas de control biológico y químico (Zelaya M 2004).

Bemisia tabaci puede causar daños como plaga directa cuando sus poblaciones son altas, succionando nutrientes o bien de forma indirecta como vector de virosis. Posee características que la hacen causante de graves problemas en la producción, entre estas características tenemos: su gran plasticidad genética, sus poblaciones se mantienen muy altas en épocas secas, su gran movilidad debido a las dos formas como se desplaza, la primera es migratoria, la cual está determinada por el viento y la otra forma son vuelos cortos que realizan durante el día en áreas de cultivos, así mismo el amplio rango de hospederos de *B. tabaci*, la que se ha asociado al menos con 56 cultivos y 50 especies de plantas silvestres. Se presentan en altitudes entre 0 a 1000

msnm, aunque ha sido reportada a mayores altitudes, se encuentra afectando diversos cultivos sobre todo a las familias: Cucurbitácea, Solanáceas, Fabáceas y Malváceas (Hilje 1996).

La virosis transmitida por mosca blanca en el occidente de Nicaragua, ha provocado enfermedades emergentes que están causando mucha preocupación a pequeños y medianos productores. Es evidente que este problema virótico se ha presentado a nivel mundial (Sampson 2012).

Los síntomas más comunes en plantas susceptibles son enanismo o achaparramiento. Estos síntomas causan una marcada reducción en la productividad de las plantas. Los síntomas en las hojas son: mosaicos, manchas anulares, enrollamiento de hojas, clorosis, rayado, tumores, depresión de frutos y distorsión de tallos (Salazar 2009)

En Nicaragua en los años 70 en el departamento de Masaya específicamente en Tisma se observó una enfermedad en el cultivo de tomate la cual fue atribuida a la presencia de Mosca blanca. En los años 80 se reportaron daños en varios cultivos de importancia alimenticia causados por la virosis transmitida por *Bemisia tabaci*, (Rojas, 2000). En ese mismo año en el valle de Sébaco departamento de Matagalpa se reportaron los primeros daños causados por virosis en el cultivo de tomate. Para los años 90 se reportan reducciones en los rendimientos que alcanzaban del 20% hasta el 100% (Varela 1995). Esta enfermedad se presenta más en las épocas secas y en zonas con alturas de 0 a 1000 msnm (Zelaya M 2004).

II. OBJETIVOS

2.1. GENERAL:

➤ Evaluar el nivel de tolerancia y productividad de tres cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*) al ataque de virosis transmitido por Mosca blanca (*Bemisia tabaci*), bajo condiciones controladas, en el CNRA-Campus agropecuario de la UNAN-León, en el período Marzo-Julio del 2012.

2.2. ESPECIFICOS:

➤ Evaluar el crecimiento de tres cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*) en la tolerancia a virosis transmitido por mosca blanca (*Bemisia tabaci*), bajo condiciones controladas.

➤ Evaluar la severidad del daño causado por virosis transmitida por mosca blanca en tres cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*), bajo condiciones controladas.

➤ Determinar la productividad de tres cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones controladas, al ataque de virosis transmitido por mosca blanca.

III. HIPOTESIS

Ho: Los tres cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*) (Linea-7, Peto-98 y Padano) son susceptibles al ataque de Virosis, transmitido por mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

Ha: Al menos uno de los tres cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*) (Linea-7, Peto-98 y Padano) es tolerantes al ataque de Virosis, transmitido por mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

IV. MARCO TEORICO

Tomate (*Solanum lycopersicum* Mill)

4.1. Origen

El origen del tomate se localiza en las regiones andinas de Sur América que se extiende desde el sur de Colombia, Perú, Bolivia y Ecuador, pero fue en México donde se domesticó, porque crecía como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero para entonces ya había sido llevado a España e Italia en donde servían como alimento. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX, a partir de entonces se comenzó a cultivar comercialmente, inició su industrialización y la diferenciación de las variedades para mesa y para industria. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio, África, y de ahí a otros países asiáticos, y de Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá (INTA 1999).

4.2. Taxonomía y Morfología

Reino: *Plantae*

Subreino: *Tracheobionta*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Subclase: *Asteridae*

Orden: *Solanales*

Familia: *Solanácea*

Subfamilia: *Solanoideae*

Tribu: *Solaneae*

Género: *Solanum*

Espécie: *lycopersicum*

Nombre binomial: *Solanum lycopersicum*

Sinomia: *Lycopersicon esculentum* Mill

([es.wikipedia.org/wiki/Solanum lycopersicum](http://es.wikipedia.org/wiki/Solanum_lycopersicum))

4.3. Descripción botánica

El tomate es miembro de la familia de las Solanáceas, a la que también pertenecen, además la papa, el tabaco, la berenjena y los chiles; cultivado extensamente en los países Andinos, tropicales y subtropicales. Se desarrolla de forma rastrera, semierecta o erecta, dependiendo de la variedad. Es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Se cultiva como anual por razones económicas y comerciales. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas) (INTA 1999).

El tomate está compuesto por una raíz principal o pivotante de las que salen raíces adventicias o fasciculadas, formando un conjunto que puede tener un radio hasta de 1.5m bajo condiciones apropiadas del cultivo algunas raíces pueden profundizar hasta 2m; no obstante, la mayor parte (mayor del 80%) del sistema radicular se localiza entre los 10-45cm de profundidad, raíces adventicias también se forman en la parte inferior de los tallos horizontales o caídos, en contacto con el suelo (Gutiérrez 2004).

4.3.1. Sistema radicular

Está compuesto por una raíz principal, de estas emergen raíces laterales y fibrosas, formando un conjunto que puede tener un radio hasta de 1.5 m., Bajo condiciones apropiadas para el cultivo algunas raíces pueden profundizar hasta 2 m.; no obstante, las plantas que son producidas en vivero y trasplantadas al campo, tienen un sistema radical superficial. Mediante el método de siembra directo, las raíces, que no sufren ningún daño de arranque, alcanzan mayor profundidad, aumentando la resistencia de las plantas a la sequía (Infoagro 2009)

En las plantas de tomate, es muy frecuente la formación de raíces adventicias, en los nudos inferiores del tallo principal, siempre y cuando esas partes estén en contacto con suelo húmedo y se optimicen las condiciones climáticas y agrobiológicas. Las raíces adventicias aumentan la capacidad de absorción de agua y nutrientes de las plantas. Esta es la causa fundamental que determina la necesidad de que se realicen aporques durante el desarrollo de las plantas, lo que se traduce en mayores rendimientos. Las raíces adventicias también se forman en la parte inferior de los tallos horizontales o caídos, en contacto con el suelo (Gómez 1992).

4.3.2. Tallo principal

El tomate posee un tallo herbáceo. En su primera etapa de crecimiento es erecto y cilíndrico y luego se vuelve decumbente y angular. Está cubierto por pelos glandulares, los cuales segregan una sustancia viscosa de color verde-amarillento, con un olor característico que actúa como repelente para muchos insectos. El tamaño viene determinado tanto por las características genéticas de las plantas como por muchos otros factores, encontrándose plantas de porte bajo, con 0.30-0.40 m y de porte alto, que pueden alcanzar hasta 3 m (Boris 2004).

Después que emergen de la séptima a la décima hoja, la planta detiene el crecimiento del tallo principal. En este momento las sustancias originadas en la fotosíntesis pasan de las hojas a las zonas donde inicia el desarrollo floral y de retoños, para dar origen a las ramas laterales que se ubican en las axilas de las hojas del tallo primario.

Las variedades de tomate cuyo tallo principal y sus ramificaciones terminan en un racimo floral, reciben el nombre de determinadas. Cuando en un grupo, el último racimo de la parte terminal del tallo principal forma en el seno de la última hoja un hijo y continúa el crecimiento del tallo principal, las variedades reciben el nombre de indeterminadas. Generalmente, el grupo de variedades determinadas es más precoz que el de las indeterminadas. Además, en las determinadas se hace una sola recolección, favoreciendo la posibilidad de aplicar hormonas de maduración y métodos de cosecha mecanizada (Hortalizas/ Tomate 2005).

4.3.3. Hoja

Compuesta e imparipinnada, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alterna sobre el tallo. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés y constan de un nervio principal. Los folíolos son peciolados y lobulados irregularmente, pilosos y aromáticos. Las características hereditarias del tomate y las condiciones bajo cultivo determinan el tamaño de las hojas, las peculiaridades de su margen y el carácter de la superficie (Infoagro 2009).

4.3.4. Flor

Es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuesto de forma helicoidal a intervalos de 135°, de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del córtex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (Morales 1999).

4.3.5. Fruto

Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas, que puede alcanzar un peso que oscila entre unos 60 g y 600 g. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona pedúncular de unión al fruto (CIDH 2004).

4.3.6. La semilla

Es pequeña, con dimensiones alrededor de 5x4x2 mm. Su coloración es amarillenta con matiz grisáceo. Su forma puede ser aplanada larga, redondeada y es pubescente (INTA 1999).

4.4. Importancia económica y distribución geográfica

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada. El tomate en fresco se consume principalmente en ensaladas, cocido o frito. En mucha menor escala se utiliza como envinagrado (Silva 1989).

4.5. Requerimientos climáticos: El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto (Boris 2004).

4.5.1. Temperatura

Las temperaturas óptimas de desarrollo oscilan entre 20 y 30°C durante el día y entre 1 y 17°C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35°C afectan la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general. El sistema radicular, la fecundación es defectuoso o nulo. La maduración del fruto está muy influida por la temperatura, de forma que valores cercanos a los 10°C y superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas (Boris 2004).

4.5.2. Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades foliares y el agrietamiento del fruto. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica. También una humedad relativa baja dificultan la fecundación, fijación del polen al estigma debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores (Blancard 1996).

4.5.3. Luminosidad

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna, nocturna y la luminosidad. (Boris 2004).

4.5.4. Suelos

Los suelos fértiles o medianamente fértiles son aptos para cultivar tomate. Suelos con texturas francos arenosos, arcillo arenosos profundos y bien drenados, con buen contenido orgánico y pH de 5.9-6.5. Se puede cultivar desde 0 a 1800 m. sobre el nivel del mar (msnm) (Corpeño 2000).

4.6. Manejo Agronómico del cultivo

4.6.1. Manejo agronómico

Una de las decisiones más importantes para sembrar tomate es la selección de semilla o variedad a utilizar. En principio debe seleccionarse una variedad que tenga buen rendimiento y calidad, además se adapte a la zona. La época de siembra de igual forma se debe considerar aquellas variedades tolerantes al ataque de plagas y enfermedades. Variedades muy susceptibles, además del riesgo de pérdidas que representan, requieren alto uso de insumos y por ende sus costos de producción se incrementan.

4.6.2. Semilleros o Almacigos

Desinfección de bandejas

Desinfectar las bandejas con cloro comercial y agua en baldes, canoas; después de hacer la mezcla el agua debe estar viscosa (alaste) al tacto. Una vez hecha esta mezcla introducir las bandejas de polipropileno por 5-7 segundos; posteriormente lavar las bandejas con agua potable para eliminar la concentración de cloro para evitar la formación de sales insolubles disminuyendo la disponibilidad de nutrientes en la planta (Rostran 2011).

Preparación de sustratos

Se recomienda trabajar con cuatro sustratos en las siguientes proporciones:

- 33% tierra más 33% arena más 33% lombrihumus (sustrato que utiliza un productor)
- 50% Peatmoss (sustrato importado) más 50% cascarilla de arroz carbonizada
- 50% lombrihumus más 50% cascarilla de arroz carbonizada (usada en UNAN-León)
- 33% lombrihumus más 33% cascarilla de arroz carbonizada más 33% Peatmoss

Se procede hacer las mezclas respectivas y se colocan en un piso de cemento, limpio y mediante una pala se mezclan los distintos sustratos hasta obtener una homogeneidad, procediendo además a desbaratar pequeños terrones de lombrihumus; a este sustrato no se agrega agua, ya que la humedad del lombrihumus es adecuada (Bárcenas 2011).

Siembra de bandejas

Se llenan con los diferentes sustratos; para distribuir bien el sustrato en las bandejas, así como el marcado (profundidad de siembra de la semilla en la bandeja), lo que se hace presionando en las celdas con el sustrato por medio de una bandeja igual a la que se ha llenado (Bárcenas 2011).

Riego de bandejas

Posteriormente se colocan las bandejas de forma ordenada y se procede a humedecer el sustrato con una regadera manual; se realizan dos riegos y demostrar el procedimiento para que el mismo sea uniforme. Se conoce la humedad de la bandeja cuando el exceso de agua sale por los orificios del fondo de la misma (Rostran 2011).

4.6.3. Preparación del Terreno

La preparación puede realizarse en forma mecánica, tracción animal o labranza mínima dependiendo de las condiciones que presente el terreno donde se realizará la siembra. Es recomendable realizar operaciones de arado y rastra. Cuando se tienen terrenos con pendientes, es necesario sembrar en curvas a nivel para evitar la erosión del terreno. En terrenos con problemas de inundación o terrenos no nivelados, es necesario hacer un sistema de drenajes que incluyan los drenes interiores y drenes recolectores, realizar las camas altas para brindar mejores condiciones a las plantas y evitar problemas fungosos y bacterianos (Inafom 2007).

4.6.4. Trasplante

Cuando las plantas alcanzan en el semillero (túnel) una altura de 10 a 12 cm, diámetro de tallo más de 0.5 cm y con 3 y 4 hojas verdaderas se considera que están listas para el trasplante, esto ocurre aproximadamente entre los 25-30 días después de la siembra. El día del trasplante se debe regar bien las bandejas. Seleccionar las plantas más sanas, vigorosas y de tamaño similar., colocamos en los hoyos las plantas, evitando causar lesiones en las plantas, tapar bien los hoyos. Realizar sistemas de riego por goteo 2 veces al día (mañana y tarde) (Boris 2004).

4.4.5. Manejo en campo

4.6.5.1. Limpieza de rondas

Esta práctica a menudo no se lleva a cabo por los productores y consiste nada más en tener los alrededores del cultivo limpio de malezas, estas son hospederas de plagas y enfermedades que afectan al cultivo. Es recomendable que se haga una aplicación de pesticidas en los arbustos y árboles de los alrededores para el control de insectos chupadores. Si se tiene malezas de hojas anchas a los alrededores se controlan con herbicidas, puede adicionar insecticida para controlar los insectos que estén en las malezas, esto evitaría que trasladen al cultivo (Gonzales 2008).

4.6.5.2. Tutorado:

Consiste en ponerle un sostén a las plantas para el mejor manejo del cultivo y mayor aprovechamiento de los frutos. El ahoyado y colocación de los tutores se realiza inmediatamente después del trasplante; los tutores deben medir 2.5 metros o más dependiendo de la altura de la variedad a utilizar y deben colocarse con un distanciamiento de 3 metros entre cada uno. Las plantas se sostienen con hileras de alambre galvanizado, hilo fibrilado n° 20, pita de nylon las cuales deben colocarse según el crecimiento de la planta cada 30 centímetros, preferiblemente de color negro para no atraer insectos (Lozano 2010).

4.6.5.3. Aporco:

Se recomienda hacerlo a los 15 o 25 días después del trasplante, para favorecer el desarrollo de raíces en el tallo. Se aprovecha para eliminar malezas y a la vez para incorporar fertilizantes. Debe realizarse con precaución para no causar daño a las raíces y dar paso a las enfermedades. Con esta labor se incentiva a la planta a generar raíces adventicias (Lozano 2010).

4.7. Enfermedades y otras deficiencias

Enfermedades del tomate			
Nombre Común	Agente Causal	Síntomas y Epidemiología	Manejo de la Enfermedad
Mal de Talluelo	<i>Pythium</i> sp., <i>Rhizoctonia</i> sp., <i>Phytophthora</i> sp., <i>Fusarium</i> sp.	<p>Se presenta en semilla, pre y post emergencia de la planta.</p> <p>A nivel de semilla, el hongo invade y pudre el interior de esta.</p> <p>En pre-emergencia el hongo ataca la plántula después de la germinación pero antes de la emergencia.</p> <p>En post-emergencia, la plántula recién emergida presenta volcamiento y es evidente en la zona de la lesión un área más oscura y delgada que el resto del tallo.</p> <p>Esta enfermedad se vuelve problemática en presencia de humedad relativa alta y aireación deficiente.</p>	<p>Use sustrato esterilizado de buena calidad y libre de patógeno.</p> <p>Use semilla certificada de buena calidad.</p> <p>Evite altas densidades de siembra en el semillero.</p> <p>Use agentes de control biológico tales como: <i>Trichoderma</i> sp.</p> <p>Usar fungicida como: Ridomil, Captan y Thiram.</p> <p>De usar sustrato artesanal, asegúrese de esterilizarlo apropiadamente.</p>
Pudrición Blanca en Tomate	<i>Sclerotyum rolfsii</i> , (Clase Deuteromicetes)	<p>Este es un hongo capaz de sobrevivir durante años en el suelo y en tejidos de hospederos. Se presenta como una marchitez general de plantas individuales, atacando el tallo en el área cerca del suelo.</p> <p>En plántula puede causar muerte prematura. En plantas adultas la enfermedad progresa lentamente, primero se observa en el tallo una</p>	<p>Evite el monocultivo rotando tomate con gramíneas como maíz y sorgo.</p> <p>Incorporar rastrojos de cultivos anteriores a través de una buena preparación del suelo.</p> <p>Aplique en el suelo altos niveles de calcio y fertilizantes amoniacales.</p> <p>Use acolchados para evitar el salpique del hongo a las partes inferiores del tallo.</p>

		<p>lesión café oscura, luego la planta presenta apariencia de estrés hídrico y clorosis generalizada.</p> <p>Finalmente la planta se marchita y presenta un micelio blanco algodonoso en el área afectada. Ataca severamente en presencia de alta humedad, altas temperaturas (30-35°C) y suelos ácidos.</p>	<p>Solarice el suelo durante los meses cálidos del año.</p> <p>Use agentes de control biológico como: <i>Trichoderma</i> sp. Aplicado a la semilla o directamente a la base de la planta.</p> <p>Use fungicida protectante como: Clorotalonil.</p>
<p>Marchitez Vascular Bacteriana en Tomate.</p>	<p><i>Ralstonia solanasearum</i> sp.</p>	<p>El inóculo de la bacteria se encuentra en el suelo, sobrevive muy bien en rastrojos de cosechas, pueden infectar diversas malezas las cuales pueden ser portadoras de la bacteria sin mostrar síntomas.</p> <p>La bacteria entra en la planta a través de heridas en las raíces causadas por labores culturales y daños por insectos o nematodos.</p> <p>Posteriormente se mueve sistemáticamente a través del xilema necrosándolo y moviéndose a toda la planta, el patógeno estimula la producción de raíces adventicias.</p>	<p>Limpie y desinfecte los implementos de labranza.</p> <p>Elimine malezas hospederas de la familia solanácea.</p> <p>Evite encharcamiento en las áreas de siembra.</p> <p>No tire los frutos enfermos en fuentes de agua.</p> <p>Utilice plántulas sanas y libres de patógenos.</p> <p>Realice rotación de cultivo con cultivos gramíneos por un periodo de al menos cuatro años.</p>
<p>Pudrición Blanda del Fruto.</p>	<p><i>Erwinia Carotovora</i> sp. (Enterobacteriaceae sp.), <i>E. aroideae</i>, <i>E. chrysanthemi</i>.</p>	<p>Las lesiones en el fruto se pueden apreciar inicialmente como pequeñas lesiones hidroticas (acuosas) de coloración clara a oscura, la cual esta usualmente ubicada cerca de alguna herida o daño causado por algún insecto.</p>	<p>Maneje efectivamente los insectos para evitar daños sobre la cutícula de fruto.</p> <p>Recolecte y destruya los frutos afectados fuera de la parcela.</p> <p>Evite el exceso de fertilización nitrogenada.</p>

		<p>La epidermis del fruto normalmente permanece intacta mientras el fruto podrido cuelga como una bolsa llena de agua, hasta que finalmente se rompe. Esta bacteria sobrevive en el suelo, rastrojo vegetal, a muy baja densidad poblacional en ausencia de hospedero.</p>	<p>Maneje adecuadamente el riego y la ventilación de la parcela.</p> <p>Rote cultivo con maíz, sorgo y soya.</p> <p>Use cobertura para evitar el salpique que disemina la bacteria hacia los frutos.</p>
<p>Peca Bacteriana del Tomate.</p>	<p><i>Pseudomonas syringae</i></p>	<p>Los síntomas iniciales se presentan como manchas pequeñas, oscuras y rodeadas con un halo clorótico.</p> <p>Al progresar la enfermedad las lesiones se diseminan hacia los tallos y pecíolos.</p> <p>Este patógeno sobrevive sobre restos de plantas infectadas o sobre restos de semillas, la bacteria entra a la planta a través de las hojas como puertas de entradas utilizando los estomas y heridas causadas por insectos.</p>	<p>Evite la siembra de plantas susceptible de tomate y chiltoma por al menos dos años.</p> <p>Use semilla certificada, no utilice semillas del ciclo agrícola anterior.</p> <p>Sumerja las semillas a desinfectar en agua calentada a 50°C, por 25 minutos.</p> <p>Reducir actividades de campo con follaje húmedo.</p> <p>Use fungicidas cúpricos de forma preventivos en zona de alta incidencia.</p>
<p>Tizón Tardío</p>	<p><i>Phytophthora infestans.</i></p>	<p>Los síntomas inician con lesiones húmedas de color verde oscuro en las hojas, posteriormente las lesiones se tornan más oscuras. En poco tiempo, el síntoma puede extenderse a todo el foliolo y pedúnculos florales.</p> <p>En frutos, el hongo ocasiona manchas oscuras que lucen húmedas al inicio de la infección, cuando las lesiones se secan puede adquirir una consistencia y apariencia suberizada.</p>	<p>Elimine plantaciones viejas de tomate.</p> <p>Solarice durante cinco semanas residuos de plantaciones viejas bajo un plástico transparente.</p> <p>Elimine hospederos alternos especialmente de la familia de las solanáceas.</p> <p>Rote cultivos no susceptibles al tizón tardío, que no sean de la familia de las solanáceas.</p> <p>Utilice plántulas sanas en el trasplante para evitar la aparición</p>

		<p>La lluvia y el viento son las principales fuentes de diseminación de las esporas, Alta humedad relativa, arriba del 90%, por al menos 24 horas y temperaturas alrededor de 25°C son las condiciones climáticas que favorecen esta enfermedad.</p>	<p>temprana de enfermedades.</p> <p>Use fungicidas tales como Metalaxil, Manzate y Clorotalonil.</p>
Tizón Temprano	<i>Alternaria solani</i>	<p>Los síntomas de esta enfermedad pueden estar presentes en hojas, tallos y frutos. En las hojas comienzan como pequeñas manchas de forma irregular y color marrón.</p> <p>En el tallo, las lesiones de la plántula son pequeñas, oscuras y ligeramente húmedas. Estas lesiones se agrandan hasta formar lesiones circulares con anillos concéntricos. En flores aparecen lesiones necróticas, ennegrecidas. En frutos, la lesión se vuelve necrótica e irregular con abundante crecimiento micelial de color oscuro.</p> <p>Las condiciones óptimas para el desarrollo de esta enfermedad son temperatura entre 24-29°C y alta humedad relativa. Temperaturas mayores a los 30°C son desfavorables para esta enfermedad.</p>	<p>Destruya fuentes de inóculos presentes en el campo, tales como rastrojos de cultivos anteriores y hospederos alternos.</p> <p>Utilice semilla libre del patógeno.</p> <p>Fertilice balanceadamente evitando el exceso del nitrógeno.</p> <p>Evite altas densidades de siembra que promuevan condiciones de humedad en el follaje de la planta.</p> <p>Use fungicidas tales como Mancozeb, Clorotalonil y Azoxistrobina.</p>
Virosis en Tomate	<i>Cucumvirus, Geminivirus, Potivirus, Tobamovirus</i> y <i>Nepovirus.</i>	<p>De ellas los Geminivirus transmitida por mosca blanca es la más importante.</p> <p>La epidemiología de estas enfermedades varían según el modo de transmisión la cual puede ser por vectores,</p>	<p>Use variedades resistentes a virosis.</p> <p>Elimine plantas hospederas de vectores por lo menos seis metros alrededor de la parcela.</p>

		(mosca blanca, trips y áfidos), mecánicas o por semillas. En hojas los síntomas incluyen mosaicos severos, manchas necróticas o bronceado que a veces afecta los pecíolos, además, encrespamiento de las hojas hacia arriba o abajo, amarillamiento y de coloración en los espacios internervales.	Desinfecte las herramientas de trabajo. Programe las fechas de plantación, evitando los periodos en que las poblaciones de vectores son altas. Use insecticidas sistémicos para controlar vectores de virus persistentes.
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(Salazar, W. et, al 2009)

Condiciones abióticas que inducen a:

Nombre común: Rajado del fruto del tomate.

Agente causal: Disponibilidad irregular de agua causando que la epidermis del fruto se rompa alrededor del cáliz. Estos síntomas son más severos cuando periodos seguidos de sequía son seguidos por un periodo de lluvias intensas.

Síntomas: Se presenta cuando los frutos se acercan a la madurez fisiológica. Dependiendo de la variedad si es susceptible o tolerante. Algunos factores que predisponen los frutos a rajarse son altas concentraciones de Nitrógeno y baja concentraciones de Potasio disponible para la planta, defoliación prematura de la planta causadas por enfermedades foliares y periodos irregulares de riego.

Manejo: Mantenga un riego uniforme durante el establecimiento y manejo del cultivo. Evite el exceso de fertilizantes Nitrogenados e incremente fertilizantes ricos en Potasio. Evite el desarrollo de enfermedades foliares, especialmente en el periodo de fructificación. Utilice variedades tolerantes a rajado del fruto.

Nombre común: Deficiencia de Manganeso en tomate.

Agente causal: Este elemento (Mn) participa directamente en la producción fotosintética de oxígeno a partir de agua y está involucrado en la formación de clorofila.

Síntomas: El síntoma más frecuente en la deficiencia de Manganeso es la clorosis internervales, que se presenta en forma de puntos cloróticos continuos, en forma de red clorótica. Adicionalmente pueden aparecer manchas necróticas, los síntomas suelen aparecer en las hojas más jóvenes, aunque también se da el caso que se presenten en hojas viejas.

La deficiencia de Manganeso suele ocurrir en suelos arenosos, turbosos, alcalinos y particularmente en suelos calcáreos. También en suelos con bajo contenido de materia orgánica y pH alto.

Manejo: Use fertilizantes ricos en Manganeso tales como sulfato de Manganeso en presentaciones aplicadas al suelo o al follaje. Evite excesivas aplicaciones de cal al suelo, ya que suelos básicos desfavorecen la absorción de Manganeso por la planta. Evite condiciones de estrés hídrico por la plantas. Regule el pH del suelo.

Nombre común: Pudrición apical en el tomate.

Agente causal: Aparece durante la etapa de producción del tomate y es causada por un desorden fisiológico conocido como pudrición apical. Esta fisiopatía es causada por la deficiencia de calcio, especialmente la deficiencia en la parte apical del fruto.

Síntomas: Inicialmente presenta manchas húmedas en la parte distal del fruto, luego se vuelve oscuro y hundido. En condiciones de alta humedad relativa crecen patógenos oportunistas que causan pudrición blanda, entre los que se destacan el hongo *Rhizopus* sp.

Bajo condiciones de alta salinidad causados por bajos aportes hídricos o utilización de fertilizantes con altos índices salinos (cloruro de potasio, nitrato de amonio, sulfato de amonio),

se ha observado colapso en las conexiones xilémicas en la parte distal de los frutos, causando síntomas de pudrición apical.

Manejo: Utilice camellones de siembra altos en suelos con altos niveles de salinidad. Disminuya al mínimo las aplicaciones de nitrógeno amoniacal, remplazándolas por nitrógeno nítrico. Incremente la frecuencia de riego disminuyendo la duración de los mismos. Enriquezca el suelo con materia orgánica. Procure mantener el pH a 6,5 para facilitar la absorción de calcio. Realice aplicaciones foliares en forma de nitrato o cloruro de calcio (Salazar, W. et, al. 2009).

4.8. Marco conceptual sobre Mosca blanca y virosis

Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Es un insecto chupador del cual existen muchas especies; siendo *Bemisia tabaci* la más difundida y posiblemente la más dañina. Esta plaga es capaz de alimentarse de más de 600 especies de plantas, incluyendo muchos cultivos y malezas. Es la que más afecta el desarrollo de una plantación de tomate, puede atacar desde el semillero, hasta un cultivo en fructificación.

La mosca blanca es un pequeño insecto chupador que puede causar grandes daños en los cultivos, al sacar alimento de la planta y transmitir enfermedades, igual que los mosquitos chupan sangre de los animales y de las personas, transmiten enfermedades (viroticas). Es un insecto chupador del cual existen muchas especies, siendo *Bemisia tabaci* la más difundida y posiblemente la más dañina (Morales, 2010 & CATIE, 1990).

Reconocimiento

Los huevos son elípticos, alargados 0,2- 0,3 mm con un pedicelo corto en la base. La hembra pone los huevos individualmente o en pequeños grupos, insertando el pedicelo en el envés de las hojas. Este estadio dura entre 7 y 15 días (King & Saunders 1984). Las ninfas son de color amarillo-pálido o amarillo verdoso y pasan por 4 estadios. El primer estadio posee apéndices y es el único móvil; razón por la que las ninfas de este estadio son llamadas gateadoras y se mueven distancias muy cortas encontrando un sitio apto para su alimentación (Kranz et, al. 1991) los demás son generalmente redondos-ovalados y sésiles como escamas. Los adultos son color blanco y miden aproximadamente 2 mm., tienen dos pares de alas, vuelan rápidamente cuando se

perturban y generalmente habitan en el envés de las hojas. La relación hembra: macho en el campo es normalmente 1-2:1 (Byrne y Bellows, 1991), (CATIE 1990).

Muestreo y Niveles Críticos

Debido a que la mosca blanca es vector principal de muchos virus, se utiliza un nivel crítico de cero tolerancia, especialmente en cultivos recién trasplantados y que son destinados a la exportación. En el monitoreo de adultos se usan trampas rectangulares o cilíndricas de color amarillo con una sustancia pegajosa. Las ninfas se encuentran en el envés de las hojas, pero no es muy fácil observarlas a simple vista.

Control Cultural

En áreas con problemas de virus, las medidas para reducir la infestación incluyen las vedas, fechas de siembra (evitar sembrar en época seca), destrucción de rastrojos, eliminación de malezas, siembra alejada de campos viejos, rotación de cultivos (preferible con gramíneas), barreras vivas, coberturas al suelo, cultivos trampa, buena nutrición y semilleros cubiertos con mallas finas los primeros 30 días; siembra de plántulas en tuneles.

Control Fitogenético

Actualmente existen variedades con resistencia a algunos virus como el TMV (Virus del Mosaico del tabaco), TYLCV (Virus de la hoja enrollada amarilla del Tomate), TSWV (Virus de la marchites del tomate) (Virus del manchado del tomate).

Control Biológico

Existen muchos enemigos naturales nativos que ayudan a reducir las poblaciones de esta plaga. Ejemplo de éstos han sido detectados en Honduras, identificando por lo menos doce especies de avispitas parasitoides (*Hymenoptera: Aphelinidae* y *Platygastridae*) que afectan en el tercer estadio ninfal de *B. tabaci*, entre ellas nueve especies son del género *Encarsia*, siendo las más comunes *E. pergandiella* y *E. nigricephala*, además una especie de *Eretmocerus*.

En León-Nicaragua, específicamente en el Campus agropecuario se reproducen los controladores biológicos como; *Chrysoperla externa* depredador de *B. tabaci* (Cano E, 2011).

En los EE.UU. se vende comercialmente *Encarsia formosa*, para uso en invernaderos. También se puede utilizar hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Verticillium lecanii*, disponibles en Honduras y Nicaragua (Cano E, 2011).

4.9. Taxonomía de la mosca blanca

Cuadro 1. Clasificación de la Mosca blanca.

Reino	Animal
Sub-reino	Invertebrados
Phyllum	Artrópodo
Sub Phyllum	Mandibulata
Clase	Insecta
Orden	Homóptera
Familia	Aleyrodidae
Género	Bemisia
Especie	Tabaci
N. Común	Mosca blanca

Fuente: KIMBAL, (1982) y METCALF et. al., (1966).

4.10. Generalidades de la mosca blanca

El daño directo e indirecto provocado por la presencia de *B. tabaci* ha crecido durante los últimos años hasta convertirse en el factor clave de la producción de varios cultivos en Centro América y principalmente en zonas bajas y secas, especialmente en tomate, chile, frijol y algodón. La producción de tomate es de gran importancia económica para el país, está seriamente amenazada por la presencia y daño de mosca blanca. Además de ser un factor decisivo en la producción de este cultivo, existe el peligro que la Mosca Blanca por su plasticidad genética y capacidad de adaptación a diferentes regiones y plantas hospederas se extiende a otros cultivos y se establezca como portador de nuevas enfermedades viróticas, proceso que puede observarse ya en el cultivo de melón, sandía y pepino.

4.11. Morfología y biología

La Mosca Blanca (MB) presenta una metamorfosis incompleta (con ciertas irregularidades) y pasa por seis estadios: huevo, gateador (I. instar), dos estadios ninfales sésiles (II y III instar), pupa (4. Instar) y el adulto o imago (Gill, 1990).

Todos los estadios habitan en el envés de las hojas. El adulto es el único estado del insecto que es capaz de emigrar hacia nuevas plantas en tanto que los estados inmaduros permanecen todo el tiempo en la hoja (Salguero 1993).

4.12. Ciclo de vida

Después de abandonar el pupario los adultos expanden sus alas. Poco tiempo después los adultos machos y hembras comienzan a cubrirse así mismo con la cera blanca segregada por las glándulas del insecto. El apareamiento inicia entre 12 horas y 2 días después de la emergencia. Los adultos copulan varias veces durante su vida. El periodo de preoviposición varía según las épocas del año y puede durar desde 8 horas hasta 4-5 días (Byrne y Bellow 1991).

La longevidad de los adultos es muy variable y depende en primer lugar de las condiciones climáticas y alimenticias. Los machos son siempre de vida corta, viven alrededor de 9 a 27 días con un promedio de 13 días y las hembras de 38 a 74 días con un promedio de 62 días (Kranz et, al. 1984, citado por Karl W, Mario R 1994).

4.13. Origen, distribución geográfica y plantas hospederas

La mosca blanca (MB) es originaria del sur de Asia (India y Pakistán). Se encuentra actualmente distribuida en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Kranz et al. 1982 & Becker et, al. 1992). Su hábitat se extiende alrededor del planeta entre 30° de latitud norte y sur, no obstante recientemente se ha observado que las poblaciones de esta especie sobrepasan estos límites (FHIA, 1992).

B. tabaci tiene un círculo muy amplio de hospederas, entre los cuales se pueden señalar: Malváceas (algodón), Papilionáceas (cacahuete, frijol), Solanáceas (tomate, chile),

Convolvuláceas (camote), Euforbiáceas (yuca), Cucurbitáceas (pepino, melón). Se reporta que este insecto polífago ataca más de 500 especies de 74 familias botánicas (Serra 1992).

4.14 Importancia de *Bemisia tabaci* en campo

Estudio realizado por Morales en el 2012, reporta que el principal problema causado por la mosca blanca ocurre cuando esta transmite enfermedades causadas por virus, siendo el daño mayor entre más joven están las plantas.

Por la importancia de la magnitud y del daño que ocasiona la Mosca blanca, es uno de los principales vectores y/o transmisores de la virosis en el tomate, es un insecto que generalmente ocasiona su daño de dos formas:

1. Succiona o chupa la savia de las hojas por el envés, pero también se puede encontrar en el haz o cara superior de las hojas y en los frutos. Se alimentan del floema, aunque prefieren los tejidos jóvenes. El adulto mide aproximadamente 2 mm de largo y ½ mm de ancho, es de color blanco.
2. El daño más importante que ocasiona *Bemisia tabaci*, consiste en ser vector o transmisor de virus que causa la virosis en el cultivo de tomate y otras solanácea. El hábito de alimentación de *B. tabaci* puede ser polífogas por esta razón se alimentan y pueden hospedarse en cualquier tipo de vegetal de preferencia especies de hojas anchas (Villela 1999).

4.15 Síntomas de daño

Las ninfas y los adultos succionan los elementos nutritivos de las plantas y provocan así trastornos en el desarrollo vegetativo, causando disminuciones en el rendimiento y en la calidad de los frutos cosechados. (Bellows, 1991; citado por Karl W y Mario, R. 1994).

Las densidades de M.B pueden alcanzar enormes daños irreversibles, causando clorosis de las hojas, arrugamiento de las hojas, caída prematura del fruto, defoliación y muerte de la planta (Karl, W. & Mario, R. 1994).

Cuadro 2. Listado de algunos virus* que son transmitidos por *Bemisia tabaci* en el cultivo de Tomate.

Nombre Común	Siglas de identificación
Virus del enrollamiento amarillo del tomate	TYLCV
Virus del mosaico dorado del tomate	TGMV
Virus del mosaico amarillo del tomate	TYMV
Virus del enanismo amarillo del tomate	TYDV
Virus del enanismo necrótico del tomate	TNDV
Virus chino del tomate	CDTV

Fuente: Villela, (1999). (Salazar, W. et, al. 2009)

(Salazar, W. et, al. 2009), plantea que el nombre común de la enfermedad que trasmite la mosca blanca es virosis en tomate y el agente causal es Geminivirus, siendo el más importante en este rubro.

La transmisión de enfermedades por la mosca blanca ocurre principalmente en las tierras bajas y valles, a alturas hasta los 1.000 metros sobre el nivel del mar. En épocas cálidas y secas, la mosca blanca puede causar daño a mayores alturas. La virosis transmitida por la Mosca blanca es de tipo persistente y no pueden ser transmitidos mecánicamente (Morales 2010).

4.16. Virosis transmitida por *Bemisia tabaci*

Principalmente transmite virus del tipo Geminivirus, de los cuales hay gran diversidad de acuerdo a su respectivo hospedero; se mencionarán aquí únicamente los de importancia económica para el cultivo del tomate: Mosaico del tomate, Mosaico amarillo del tomate, ambos con mayor ocurrencia en Nicaragua; Encrespamiento amarillo de la hoja del tomate, con mayor ocurrencia en Nicaragua y Centro América (Rojas 2000).

La diseminación de infecciones virales a través del tejido vegetal se lleva a cabo a través de dos rutas diferentes. La primera conocida como movimiento lento o célula a célula, este se lleva a cabo por medio de los plasmodesmos (los cuales son tejidos citoplasmáticos que conectan a las células vivas individuales permitiendo el movimiento entre ellas, los cuales deben ser modificados por los virus) y generalmente es a corta distancia. El segundo tipo es rápido, a larga distancia y es a través del tejido vascular específicamente por medio del floema (a través de los

cuales se transportan rápidamente a diferentes lugares de la planta). Estudios realizados indican que los virus son capaces de moverse en el floema junto con los alimentos procesados por la fotosíntesis proveniente de los estratos superiores de la planta.

Los virus una vez dentro del tejido de la planta expresan proteínas que incrementan hasta diez veces más el diámetro de los plasmodesmos facilitando el movimiento de las partículas virales. Cuando los virus se han movilizadado de un lugar distante a otro, estos abandonan los tejidos vasculares y colonizan las células adyacentes al tejido vascular comenzando de nuevo a moverse de célula a célula.

La velocidad en que los virus se traslocan de las hojas al tallo se ha medido en diferentes virus y hospederos. En el caso del Virus X de la Papa (PVX) y el Virus del enrollamiento de la Hoja (PLRV) inoculados en hojas de plantas de tomatillo (*Physalis* sp), les tomó 40-48 h moverse de las hojas al tallo. Al Virus Y de la Papa (PVY) le tomó varias horas más para traslocarse de las hojas al tallo (Salazar 2009).

4.17. Entre otras plagas tenemos

Pulgones o áfidos (*Aphis* sp.)

Los áfidos o pulgones, son insectos chupadores que viven normalmente en las malezas, rastrojos y cultivos cercanos, desde donde son traídos por el viento o pueden volar pasivamente e invadir los cultivos de tomate cercanos. Estos insectos son atraídos por colores de onda larga, particularmente el verde amarillento o el color amarillo que es el preferido.

Los factores abióticos como la temperatura, la lluvia y la humedad relativa influyen en la sobrevivencia y reproducción de los áfidos. La ninfa y el adulto chupan savia de las hojas, brotes, tallo y flores. Al mismo tiempo inyectan saliva tóxica, que produce corrugado en las hojas, es decir, que se enrollan y encrespan. Este daño causa una reducción en el vigor de la planta, achaparramiento, marchitez y caída de las hojas.

Los áfidos excretan mielecilla, que es producida por el exceso de savia ingerida, las secreciones del áfido causa una mielecilla. Son vectores de varios virus, entre ellos los del tipo “no

persistente” como el CMV (*Cucumber mosaic virus*), PRSV (*Papaya ring spot virus*), mosaico rugoso y mosaico del tabaco, los cuales se han convertido en una gran limitante en la producción.

Reconocimiento

Este insecto tiene un ciclo de vida de tres etapas: huevo, ninfa y adulto, todas se desarrollan en las partes aéreas de las plantas. Dependiendo de la especie, los áfidos pueden variar de color desde amarillo, verde amarillo, rosado, verde gris, verde azulado a negro verdoso. Las ninfas y los adultos, son pequeños, de cuerpo suave en forma de pera, con un par de sifones en la parte posterior (final del abdomen), y antenas moderadamente largas. Los adultos pueden ser alados o sin alas, y se reproducen por partenogénesis en climas calientes, pero también sexualmente en regiones templadas.

Muestreo y Niveles Críticos

Se recomienda que desde el trasplante hasta el inicio de la floración se revise el cultivo por lo menos tres veces por semana. Los muestreos deben hacerse revisando 50 plantas completas por lote hasta que las plantas tengan 6 hojas. Luego de esa edad se muestrearán solamente 2 yemas, 2 hojas tiernas o brotes y 2.5 hojas por planta.

Los niveles críticos van a variar dependiendo de la implementación o no de prácticas culturales como siembras de barreras rompe vientos o bordas y raleo de plantas viróticas, utilice un nivel crítico de 0.8 áfidos alados/planta y 0.5 colonias/planta. El nivel crítico sin prácticas culturales será de 0.3 áfidos alados/planta y 0.5 colonias/planta.

Control Cultural

Se recomienda eliminar rastrojos, malezas hospederas del virus y del insecto, evitar sembrar al lado de lotes viejos, evitar cultivos escalonados o comenzar la siembra en el último lote contra el viento y seleccionar variedades precoces. También utilizar altas densidades de plantas para poder ralear las viróticas, utilizar barreras vivas o rompevientos para evitar la entrada de los áfidos al lote, utilizar mulch, plástico. Los cultivos sembrados durante la época lluviosa son menos afectados y la rotación de cultivos ayuda mucho a disminuir poblaciones.

Control Biológico

Existen muy buenos depredadores de áfidos, entre ellos las mariquitas: *Coleomegilla maculata*, *Cycloneda sanguínea*, *Hippodamia convergens* (Coleóptera: *Coccinellidae*), *Allograpta oblicua*, *Toxomerus* sp., y otras especies de *Syrphidae* (Díptera) y *Chrysoperla externa* (Neuróptera: *Chrysopidae*). De los parasitoides, los más comunes son *Lysiphlebus testaceipes* y *Diaeretiella larapae* (Hymenoptera: *Braconidae*). Estas dos últimas e *Hippodamia convergens* están disponibles comercialmente en Norte América.

También existen hongos entomopatógenos que podemos utilizar para su control, sin afectar depredadores ni parasitoides, dentro de estos podemos mencionar *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*, disponibles en Centro América.

Minador de la hoja (*Liriomyza sativae*)

Es una especie ampliamente conocida como plaga secundaria. Se ha demostrado que se producen brotes de la misma plaga por el uso indiscriminado de insecticidas, especialmente los de amplio espectro. El daño principal es ocasionado por la larva, que forma minas y galerías al alimentarse y desarrollarse dentro de la hoja. Las hojas más viejas a menudo son atacadas primero. En ataques severos provoca que las hojas se sequen y se caigan. Los adultos también pueden causar daño al alimentarse, lo que se manifiesta en puntos sobre la superficie de la hoja, que sirven de entrada a bacterias y hongos. Ataques fuertes de *L. sativae* en los cultivos se pueden presentar en los cotiledones desde los primeros días de germinación.

Reconocimiento

El adulto es una mosca pequeña de unos 2 mm de longitud, de color negro con manchas amarillas sobre el tórax, las patas y abdomen. Los huevos son ovalados, de color blanquecino y muy pequeños; son puestos entre la epidermis. Las larvas son ápodas y de color anaranjado; pueden medir de 1-2 mm de largo y pasan por 4 estadíos. Las larvas minan las hojas, se alimentan del tejido entre las dos epidermis, dejando una huella espiral o serpentina que presenta una coloración verde claro; después de la salida de la larva, la huella se torna café. La larva busca el suelo para empupar o lo hace sobre la hoja. La pupa es de color amarillo anaranjado, tornándose chocolate en su etapa más avanzada.

Muestreo

Se recomienda que al momento de revisar otras plagas también se observe la presencia de minas frescas con larvas, poniendo énfasis en las hojas viejas o maduras. También se pueden utilizar trampas de color amarillo. En tomate se recomienda observar 50 hojas por lote y al encontrar 5 larvas por planta u hoja, se recomienda tomar una medida de control.

Control Cultural

Si siembra escalonado, inicie su siembra en el último lote en la posición contra el viento, la utilización de trampas amarillas puede ayudar a reducir poblaciones de adultos en el campo. Mantener buena humedad en el suelo ayuda a reducir la eclosión de adultos, la utilización de plásticos para cubrir el suelo también reduce las poblaciones de adultos e incorporar los cultivos después de la cosecha, son medidas que aportan a disminuir los daños de minadores.

Control Biológico

Dentro de los enemigos naturales de la mosquita minadora podemos mencionar algunas especies de parasitoides como: *Neochrysocharis diastatae* (Eulophidae), *Opius dissitus*, *Opius dimidiatus* (Braconidae), *Disorygma pacifica*, *Ganaspidiu mutilis* (Figitidae) y *Halticoptera circulus* (Pteromalidae).

Tortuguilla (*Diabrotica* sp.)

Producen el daño en tres formas:

- 1.** Las larvas habitan en el suelo y se alimentan de las raíces, hipocotilos. Si el daño ocurre durante la germinación, las hojas cotiledonares, al abrirse, presentan perforaciones que se parecen el daño del adulto; las plantas se retrasan en su crecimiento. Cuando atacan plantas germinadas, las hojas basales toman un color amarillo, se marchitan y las plantas se atrasan en su desarrollo.
- 2.** Los adultos se alimentan del follaje, dejan huecos grandes y redondos en las hojas y reducen la capacidad de fotosíntesis.
- 3.** Los adultos son vectores mecánicos de enfermedades virales y transmiten enfermedades fungosas.

Los huevos son puestos individualmente o en grupos de 12 huevos en el suelo, cerca de las raíces de la planta hospedera o abajo de los residuos vegetales. A los 6 a 8 días eclosionan y las larvas pasan 3 instares en el suelo por un periodo de 11 a 14 días.

Las hembras pueden poner huevos después de 1 ó 2 semanas y producen cerca de 800 huevos en su vida. Los adultos son muy móviles; por eso, pueden transmitir enfermedades rápidamente en el campo.

Reconocimiento

Los huevos y larvas se encuentran en el suelo. Los huevos miden 1 mm de largo, son anaranjados y ovalados con las superficies reticuladas. Las larvas son delgadas y de color blanco con la cabeza y el último segmento del abdomen de color café. Llegan a medir unos 10 mm cuando están completamente desarrolladas. Tienen 3 pares de patas torácicas y carecen de propatas. La pupa es cremosa con ojos cafés; se pueden ver en la pupa las características del adulto desarrollándose. Los adultos miden 4.5 a 5.5 mm de largo. Tienen antenas filiformes en ambos sexos. El color de *Diabrotica balteata* puede variar, pero usualmente es amarillento con 3 bandas verdosas en los élitros.

Muestreo

Para larvas de *Diabrotica* sp., se recomienda empezar los muestreos una vez que comienzan las lluvias o cuando el suelo tenga buena humedad; el volumen de suelo a tomar debe ser de 30x30 y 20 cm de profundidad, repitiendo el muestreo en un mínimo de 25 sitios por hectárea. No se han establecido niveles críticos para las larvas de *D. balteata* en esta etapa, pero existen recomendaciones que al encontrar poblaciones de por lo menos 2 larvas por muestra, ameritará una aplicación. Así mismo, en los suelos con alto historial de daño se recomienda tomar alguna medida de control preventiva.

Control Cultural

La buena preparación del suelo ayuda a destruir larvas y pupas presentes. Al mismo tiempo esta práctica puede ayudar a exponer las larvas al sol y a los enemigos naturales. Se recomienda

mantener el lote y sus alrededores limpio de malezas antes de la siembra. La eliminación de las malezas hospederas, especialmente gramíneas, ayuda a reducir poblaciones de *Diabrotica sp.*, al igual que las malezas que sirven de refugio a enfermedades virales, El manejo de malezas dentro del surco ayuda a reducir el daño.

Gusanos perforadores del fruto (*Helicoverpa zea*)

La oviposición de los huevos de esta plaga se hace de manera individual (de uno en uno) sobre la planta de tomate. Las larvas son de color verde, café pardo o rosado con rayas indefinidas longitudinales y puntos negros con pelos que alcanzan 4 mm de largo. La pupa tiene color café brillante y se desarrolla en el suelo. El adulto tiene las alas delanteras de color café a verde con rayas transversales oscuras y las alas traseras de color más pálido.

El daño en las plantas lo ocasiona la larva al atacar el follaje, pero principalmente los frutos verdes en desarrollo, dejando cavidades circulares, generalmente cerca del pedúnculo. Este gusano se puede controlar fácilmente en sus primeros tres estadíos larvales, pero se torna muy difícil su control después.

Reconocimiento

Los adultos son mariposas de color gris y presentan en las alas anteriores marcas negras en una banda ancha transversal. Las alas posteriores son de color blanco perla, son un manchón gris o café. Las hembras ponen los huevos individualmente o en pequeños grupos en el suelo húmedo o en el follaje inferior de las plántulas, estos son blancos y globulares.

Control Cultural

La preparación buena y oportuna del suelo ayuda a reducir una gran parte de las larvas y pupas presentes, en cultivos con riego permanente el desarrollo de la larva se ve afectado, la eliminación de malezas con bastante tiempo antes de la siembra, ayuda a prevenir la presencia de larvas en el campo.

Control Biológico

Se reportan parasitoides larvales pertenecientes a la familia Tachinidae; además se reportan adultos del orden Hymenoptera; *Braconidae* e *Ichneumonidae*, atacando pupas y adultos, y *Trichogramma* controlando huevos de esta plaga.

4.18. Fertilización

En el primer período vegetativo la planta utiliza muy poco los nutrientes del suelo, pues representa sólo de 5 a 7% de la cantidad total extraída. La fase de mayor extracción es la de fructificación, por lo que para ello las plantas deben tener disponible adecuadas cantidades de nutrientes. (Morales 1999)

4.18. Fertilizantes a aplicar

Los macro elementos primarios constituyen la base de las plantas y por tal razón es necesario restituirlos al suelo como consecuencia de sus pérdidas. Por la complejidad de los suelos existen diferentes tipos de fertilizantes a aplicar que pueden ser simples, es decir que solo constan de un nutriente, como la Urea 46%, excelente fuente de N, y compuestos que pueden ser binarios (18-46-0) y ternarios (10-30-10).

Las fórmulas y las cantidades de nutrientes a aplicar en tomate en las zonas tropicales varían mucho en cada país, debido a la posible riqueza de los suelos y a la disponibilidad de los elementos nutritivos. Se ha establecido que para la producción de una tonelada de frutos de tomate se extraen del suelo 3.31 kg de Nitrógeno (N), 1.14 kg de Fósforo (P_2O_5) y 4.39 kg de Potasio (KO_2) (Cárdenas, J. Buschting, W. 2004).

En Nicaragua no se tienen fórmulas de fertilizantes establecidas para tomate, que hayan sido producto de la investigación. Sin embargo, a nivel de producción, las fórmulas completas más usadas son 15-15-15, 12-24-12 y 10-30-10. Las cantidades usadas oscilan entre 400 y 600 kg/ha más 200-300 kg/ha de sulfato de amonio o su equivalente en urea 46%.

La más recomendada es fosfato de amonio de 2 a 6 qq/Mz antes de la siembra dependiendo del número de plantas por manzana, 2 a 4 qq de fertilizante completo 12-30-10 y elementos menores.

Es recomendable realizar de 2 a 3 aplicaciones de fertilizante foliar (Súper Green, Wuxal o Bayfolán).

No debe usarse fuertes dosis de abonos en el semillero. Se debe tomar en cuenta que la totalidad del abono debe aplicarse antes de que empiece la maduración de los frutos del primer racimo, exceptuando los suelos ligero arenoso. Todo el abono debe aplicarse antes de la fructificación en tomate industrial (INTA, 1999 & CNRA, 2010).

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en el área del CNRA (Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura, Campus Agropecuario de la UNAN-León), ubicado del Km 91 entrada a la Ceiba 1.5 km al este, en el municipio de León, entre las coordenadas 12° 26`norte y 86° 53`oeste (Google earth 2011), (imagen satelital N°1).

5.2. Condiciones agroclimáticas

La zona tiene un clima tropical de sabana, estación seca pronunciada entre los meses de noviembre a abril y una estación lluviosa de los meses de mayo a octubre. Temperatura promedio entre los 27°C a 29°C, con temperatura máxima de 35 °C a 40 °C en el mes de abril y mínima 28 °C a 30 °C en los meses de diciembre a enero. La humedad relativa promedio se presenta entre 67% cuando se registran las altas temperaturas y 89% cuando se registran las mayores precipitaciones. Vientos predominantes del noreste al suroeste, con velocidades promedios de 1.8 a 9.36 km/h. La precipitación promedio anual de 1,385mm. Con una altitud de 90 msnm. Suelos francos arenosos con pH del de 6.9 (Rostran 2011; Bárcenas 2012).

5.3. Tipo de estudio (DCA)

Es un diseño en el cual los tratamientos son asignados completamente al azar a las unidades experimentales (individuos, grupos, parcelas, jaulas, animales, insectos, etc.) (Ostle, 1981). Debido a su aleatorización absoluta, es convenientes que se utilicen unidades experimentales homogéneas: animales de la misma edad, del mismo peso, similar estado fisiológico; parcelas de igual tamaño, de manera de disminuir la magnitud del error experimental, ocasionado por la variación intrínseca de las unidades experimentales (Monzón, 1972). Es un diseño que no impone restricciones tales como bloqueo o agrupamiento en la distribución de los tratamientos a las unidades experimentales (Pedroza 1988)

Es el diseño apropiado para experimentos de laboratorios, invernaderos, animales de granjas, aves, conejos, cerdos, etc., en donde se puede garantizar la homogeneidad relativa del material experimental (Ostle, 1981 & Monzón D, 1972).

5.4. Análisis Estadísticos

Los datos se registraron y digitaron por medio del gestor de datos (EXCEL). Se realizó un análisis estadístico, utilizando el programa estadístico “Statistical Program for Social Sciences” (SPSS 15.0). A cada una de las variables registradas en el estudio se les realizó un análisis de varianza (ANDEVA), posteriormente se realizaron comparaciones múltiples de medias según Tukey con nivel del 95% de confiabilidad. Los resultados son presentados en cuadros y gráficos.

5.5. Descripción de los cultivares estudiados

INTA-L7: Producida por el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agrícola (INTA) en el centro de desarrollo tecnológico del Valle de Sébaco. Fue introducida en Nicaragua en el año 2005 procedente del centro mundial de las hortalizas ubicada en Taiwán. Presenta características tolerantes a virosis y buen rendimiento del fruto, con un peso promedio de 0.39 kg/fruto, desarrolla una altura intermedia y el color del fruto no maduro es verde claro. Actualmente esta variedad se está 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 (Ruiz T, 2009), (Sampson 2012).

Peto-98: En la actualidad es una de las variedades muy cultivada por los productores debido a sus características, el fruto después de la cosecha tiene una buena vida de anaquel; posee un peso promedio de 90 a 100 g. semi-susceptible a virosis, su fruto es de color rojo intenso (Jiménez. E, 2008).

PADANO: Esta variedad es de uso industrial, 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 (Jiménez. E, 2008).

5.6. Definición de los tratamientos

Tratamientos	Descripción
Inoculados con Mosca blanca Línea 7 Peto 98 Padano	Cada tratamiento consta de tres jaulas. Cada jaula contiene tres plantas inoculadas con 9 adultos de mosca blanca
Testigos (sin inocular) Linea-7 Peto-98 Padano	A este tratamiento no se inoculó mosca blanca, cada jaula representa una repetición.

El estudio fue de 6 tratamientos y 3 repeticiones (cada jaula representa una repetición), se sembraron 3 plantas/jaula, con distancia de 0.40 metros/planta, la densidad poblacional de la investigación fue de 27 plantas (población inoculada) más la parcela testigo con 27 plantas sin inoculación, el total fue de 54 plantas evaluadas. Cada una de las repeticiones se rotularon de acuerdo al tratamiento correspondiente.

Construcción de estructuras de protección o jaulas

Las dimensiones de las jaulas fueron; 1.5 m. de largo por 1.5 m. de alto por 0.80 m. de ancho. Los materiales utilizados son: reglones de madera (5.08 cm de ancho por 5.08 cm de grueso por 150 cm de largo respectivamente), clavos (de 2.54, 5.08 y 7.62 cm (respectivamente), las estructuras de madera se forraron con malla o tela de mosquitero, con bisagras y aldabas; se construyeron con martillos, sierras eléctricas. Como parte de la reutilización de residuos las cintas de riego por goteo en descarte se utilizaron para reforzar las jaulas y clavos de 2,54 cm para dar mejor soporte ante los fuertes vientos de los meses secos (marzo y abril) en León Nicaragua.

5.7. Etapas del estudio

1) Producción de las plántulas en el túnel

Antes de la siembra las bandejas fueron desinfectadas con agua y cloro al 1%, diluido en una tina para desinfectar bandejas. Se preparó el sustrato (casca de arroz carbonizada más lombrihumus) en proporción de 1:1; para la siembra se utilizaron bandeja de 128 celdas. Para asegurar el número de plántulas a utilizar en el trasplante se sembraron dos semillas por celdas de cada cultivar. Posteriormente se tapó con papel periódico y se guardó en una cámara oscura

esperando que germinaran y posteriormente trasladar al túnel en donde se le brindó manejo de plántulas en bandejas (CNRA 2010).

2) Sustrato utilizado

Se mezcló en el piso de concreto limpio (cascarilla de arroz carbonizada mas lombrihumus), hasta obtener buena homogeneidad en proporción 1:1 (CNRA 2010).

3) Manejo fitosanitario

Se aplicó *Trichoderma* en dosis de 2 g/Lt. de agua con el fin de evitar enfermedades fungosas (Mal del talluelo causado por *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*) en las semillas y plántulas. Esta práctica se realizó dos veces, el día de la siembra en bandejas y a los 15 días después de la siembra en bandejas con la misma dosis tratando de obtener las mejores plántulas para llevarlos a campo con buen desarrollo, capaces de tolerar condiciones adversas (CNRA 2010).

4) Riego de bandejas

Se colocaron las bandejas de forma ordenada y se procedió a humedecer el sustrato con una regadera manual; se realizaron cuatro veces al día (dos por la mañana y dos por la tarde). Dejando lo más húmedo posible para que las raíces de las plántulas sean capaces de profundizar lo suficiente (CNRA 2010).

5) Fertilización

Se realizó la primera aplicación de fertilizante a los 10 días después de la siembra en bandeja. El fertilizante foliar utilizado fue MAP, formulación 12 -61-0, en dosis de 1.5 g/Lt. de agua diluido en la regadora con capacidad de 10 litros.

A los 15 días se aplicó nuevamente fertilizante, formulas compuestas 12-61-0 más Urea-46%, en proporción 1:1, con dosis de 1.5 g/Lt. de agua. A los 20 días después de la siembra en bandeja se realizó la tercera aplicación de 12-61-0 más urea en proporción de 1:1 con dosis de 2 g/ Lt. de agua. A los 25 días después de la siembra en bandeja se realizó la última aplicación de fertilizante 12-61-0 más urea en proporción de 1:1 con dosis de 2.5 g/Lt. (CNRA, 2010).

6) Manejo del experimento en campo

a) Preparación del suelo antes de la siembra

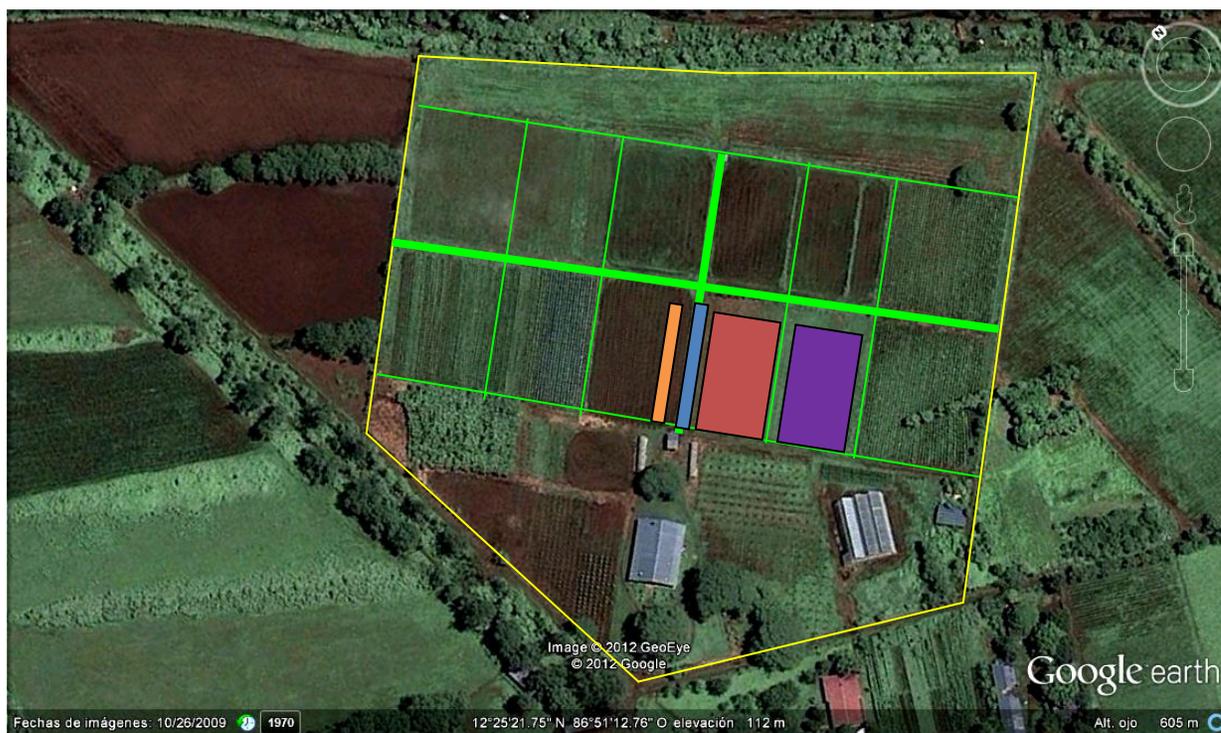
La preparación del suelo se ejecutó 6 días antes del trasplante, el 04 de abril del 2012. La limpieza del área se realizó de forma manual con machetes y palas, estacas, y mecate.

Los camellones se realizaron de forma manual con palas, azadones, machetes, cinta métrica, estacas, mazos y martillos. Las dimensiones de los camellones fueron de 0.20 m de alto por 0.50 m de ancho por 1.5 m de largo. Esto se realizó con el propósito de evitar encharcamientos en tiempos de lluvias que puede ser factor que propicie las enfermedades fungosas como tizón temprano, mal del talluelo etc. Posteriormente se colocaron los postes de tutores (130 cm de largo y 6.35 cm de diámetro).

b) Ubicación de las jaulas

Las jaulas fueron ubicadas en un área de siembra de 100 m² colindando con una parcela de maíz (cultivo en etapa de floración y fructificación) y una parcela de yuca (cultivo en etapa de cosecha) en el CNRA. Cabe destacar que la distancia entre jaula fue de 1 m.

Imagen N° 1. Área de producción del Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura (CNRA), Google earth, 2012.



- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Área de establecimiento del experimento 100 m ² |  Cultivo de maíz |
|  Cultivo de Yuca |  Cultivo tomate |

c) Riego

El cultivo se estableció bajo condiciones de riego por goteo. El cual está compuesto por un pozo principal que a través de una bomba abastece a todo el área de siembra del CNRA, en el lote del cultivo de Maíz hay una llave que a partir de ésta surgen las cintas de riego con 0.35 m de distancia entre gotero, dirigidas propiamente sobre los camellones.

En el camellón objetivo efectuamos un orificio en la superficie del suelo en cada extremo de las jaulas para lograr pasar la cinta de riego desde la primera jaula hasta la última y de esta manera suministramos agua en las plantas. Se proporcionó riego por una hora en la mañana y una hora en la tarde.

d) Trasplante

El trasplante se realizó 5 días después de la fertilización edáfica, es decir, el 11 de abril del 2012, ubicando tres plántulas de la misma variedad en cada jaula, correspondiente a cada tratamiento, la distribución de los tratamientos (jaulas) fue aleatorio. Las plántulas se trasplantaron a los 30 días después de haberse sembrado en bandejas. Con un promedio de 6 hojas verdaderas.

e) Inoculación de adultos de mosca blanca

Se estima que 0.5 mosca blanca en promedio por planta es el nivel crítico (Morales, 2010). Sin embargo, el presente estudio estuvo basado en evaluar la resistencia de estos tres cultivares a la virosis transmitido por *Bemisia tabaci* es por tal razón que se inocularon tres adultos de mosca blanca por planta para obtener mayor eficiencia.

Para la inoculación de los adultos de mosca blanca, se colectaron en un cultivo de tomate (en etapa de floración) establecido en el CNRA, con síntomas característicos de virosis y con altas poblaciones de Mosca blanca. Estos adultos de mosca blanca fueron recolectados con 9 tazas entomológicas. Una vez que se obtuvo la cantidad de mosca blanca a utilizar en cada tratamiento inoculado, se procedió a la inoculación dentro de las jaulas, evitando el menor daño posible. La inoculación se realizó 2 días después del trasplante (2 DDT).

f) Manejo de malezas

El manejo de malezas en el cultivo se realizó de forma manual en la parte interna de las jaulas, en las rondas se realizó con machete y azadón.

Se efectuaron cinco limpiezas, la primera a los 15 DDT, la segunda a los 25DDT, la tercera a los 35 DDT, la cuarta a los 45 DDT y la última a los 60 (DDT), dejando los rastrojos fuera de las jaulas para evitar posibles enfermedades fungosas y/o bacterianas (CNRA, 2010).

g) Tutorado

Es necesario usar algún tipo de soporte que evite el contacto del follaje con el suelo, para evitar enfermedades fungosas y bacterianas principalmente en los frutos; por esta razón se utilizó el sistema de tutorado, el cual consistió en fijar dos estacas con 1.5 m de altura y 0.10 m de

diámetro en cada extremo de las jaulas, se utilizaron hilos fibrilado N° 20 para sujetar a las plantas (Gonzalez C. , 2012).

El primer amarre se realizó a los 10 DDT, el segundo a los 20 DDT, el tercero a los 32 DDT, el cuarto a los 45 DDT, el último a los 60 DDT.

h) Fertilización

La primera aplicación se realizó dos días después de la preparación del suelo se aplicó fórmulas comerciales compuestas 15-15-15 (91 g) más 0-0-60 (163.7 g.) con dosis de 14.15 g/jaulas.

A los 15 DDT se realizó la segunda aplicación Urea-46 % (130 g) más 12-61-0 (100 g.) más 0-0-60 (200 g) con dosis de 23.88 g/jaula. La tercera aplicación se realizó a los 30 DDT con dosis de 30.21 g/jaula. La cuarta se realizó a 45 DDT con dosis de 40 g/jaula y la última aplicación fue a los 65 DDT con dosis de 46.4 g/jaula (CNRA 2010).

Cabe mencionar que también se aplicó Potasio Maq a los 80 DDT con dosis de 4 ml/Lt. de agua, este último es un fertilizante foliar para reforzar a la aplicación edáfica (Torrez 2003).

i) Manejo fitosanitario:

Se realizaron dos aplicaciones de Caldo bordelés a los 35 y 40 DDT con dosis de 10 gr. de Cal más 10 g. de cobre y 20 g. Cal y 20 de cobre respectivamente, diluidos en cinco litros agua, para prevenir hongos y bacterias.

A los 45 DDT se aplicó SCORE 25 EC (Difenaconazole) en dosis de 30 ml/bombada, de 20 Lt. Es un fungicida específico para el control de tizón temprano (*Alternaria solani*), antracnosis (*Colletotrichum sp*), enfermedades en tomate (Blancard 1996).

5.8. Población y muestra

El tipo de muestreo realizado fue sistemático, el cual consiste en tomar datos con frecuencia de muestreo de una vez por semana en las mismas plantas, en todas las etapas del ciclo fenológica de los cultivares evaluados en horas de 7 a 9 de la mañana.

5.9. Variables a medir

➤ **Dinámica poblacional de mosca blanca:** Para determinar las poblaciones de *Bemisia tabaci* por planta, se realizaron recuentos de adultos de mosca blanca en cada cultivar de los tratamientos inoculados y se obtuvo el promedio estadístico para el número de adultos/plantas. Se procedió a muestrear las plantas inoculadas con mosca blanca con la ayuda de un espejo el cual nos facilitaba el recuento de los insectos que se encontraban en el envés de las hojas sin ser perturbados y así hacer un recuento mas específico y tener un error de recuento mínimo, Este muestreo se realizó una vez por semana, en horas tempranas de la mañana (7- 9 am) y así las moscas blancas no se encontraban en constante movimiento, facilitándonos el recuento.

➤ **Severidad de la enfermedad:** Se evaluó de forma visual contabilizando las hojas con síntomas y daños causados por virosis, con seis estratos diferentes desde la parte del tallo en la superficie del suelo hasta la parte más alta (ápice) del área dañada por cada planta (Vander 1963).

Escala propuesta para la evaluación de virosis causada por mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en tomate. (www.abcagro.com)

Puntaje	Severidad de síntomas	(%)Incidencia por planta	Rendimiento
1	Imperceptibles	0	Excelentes frutos con maduración uniforme, sin alteraciones de tamaño
2	Hojas nuevas con mosaico leve	1-10	Bueno. Calidad de frutos no afectada
3	Hojas nuevas con mosaico leve. Lamina levemente corrugada	11-25	Reducción moderada. Calidad de frutos no afectada
4	Hojas nuevas y lamina con mosaico y corrugamiento moderado	26-40	Reducción moderada, frutos de menor tamaño
5	Todo el follaje con mosaico y corrugamiento	41-60	Reducción notoria. Frutos de baja calidad (tamaño y coloración)
6	Lamina con mosaico y corrugamiento	61-75	Escaso rendimiento comercial
7	Mosaico y corrugamiento intensos; ramas	76-90	Sin rendimiento comercial
8	Mosaico y corrugamiento intensos; ramas deformes; hojuelas pequeñas; lámina doblada hacia arriba.	91-99	Sin rendimiento comercial
9	Los mismos síntomas anteriores, mas enanismo	100	Sin rendimiento comercial

Los síntomas de virosis más comunes en tomate son:

- ✓ Curvamiento de la hoja, Raquitismo, Clorosis (Ioannou, 1985).

Variables agronómicas:

➤ **Número de hojas por plantas:** Se contabilizaron las hojas de cada cultivar en todo el ciclo fisiológico del cultivo y se obtuvo el promedio de hojas por planta, cabe describir que esta actividad se realizó semanalmente a partir de las primeras hojas verdaderas después de los 15 DDT.

- **Altura de las plantas:** Se midió de la superficie del suelo hasta el ápice de las hojas más altas, utilizando cinta métrica, estas mediciones se realizaron semanalmente en todo el ciclo del cultivo.
- **Diámetro del tallo:** Las medidas se realizaron a los 2 centímetros (cm) de la superficie del suelo con el aparato Vernier (pie de rey), la unidad de medida fue en (mm).
- **Concentración de clorofila:** Se evaluó el rendimiento de clorofila en cada tratamiento semanalmente haciendo uso del aparato llamado clorofilómetro con marca FIELDSCOUT la unidad de medida utilizada en este aparato fue mol/cm².
- **Número de flores/plantas:** Se realizaron recuentos de botones florales por plantas, dejando señalizado para los nuevos recuentos, este muestreo se realizaba dos veces por semana, los días martes y jueves por la mañana.
- **Número de frutos/plantas:** Se efectuaron los recuentos de frutos por plantas, solo se contaban los frutos nuevos formados y se realizaba el recuento una vez por semana y después se obtuvo el promedio estadístico (frutos/plantas), se clasificaron por categorías de grande, mediano, pequeño, además se tomaron en cuenta los frutos deformes, malos, buenos.
- **Peso, longitud y diámetro de frutos:** Se procedió a cortar los frutos que tenían más del 50% de madurez y este muestreo se realizó una vez por semana, y la unidad de medida utilizada para medir la longitud y diámetro del fruto fue en (cm). En el peso la metodología consistió en pesar los frutos de cada planta se sumó y posteriormente se obtuvo el promedio estadístico de Kg/planta. la medición se realizó en una balanza electrónica del CNRA-Campus agropecuario, se hacía una sola toma de datos cada vez que se hacía el corte de los frutos y se comparó el rendimiento en Kilogramo (Kg) en los cultivares de tomate.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultado 1. Comportamiento del crecimiento en los cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*)

1) Variable Altura (cm).

En el gráfico N° 3, se ilustra la altura (cm) de los tratamientos, podemos observar que el tratamiento Línea-7 testigo obtuvo el mayor crecimiento a partir de los 36 DDT con un promedio de 60 cm/planta, alcanzando un promedio de altura máximo de 98 cm/planta a los 85 DDT, seguido por el tratamiento Padano testigo que obtuvo un promedio de 57 cm/planta a los 36 DDT, y el promedio máximo de 85 cm/planta lo presentó a los 78 DDT, como un tercer lugar lo obtuvo Peto-98 testigo con promedio de 55 cm/planta a los 36 DDT y un promedio de altura máxima de 76 cm/planta. Línea-7 inoculado mostró su máximo pico de crecimiento a los 78 DDT con un promedio de 54 cm/planta, debido a que presenta el gen de tolerancia a virosis TY2 (INTA 2005).

Cabe destacar que los tratamientos Peto-98 inoculado y Padano inoculado murieron a los 43 DDT debido al alto porcentaje de severidad de virosis transmitida por la Mosca blanca (*Bemisia tabaci*), (fotos N° 19, 22, 27 a 30 respectivamente).

Al realizar el análisis de varianza en los datos de altura se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos a un nivel del 95% de confiabilidad. (Anexo 1. Tabla 1). Se realizó la prueba de subconjuntos homogéneos según Tukey el cual nos muestra que Línea-7 fue el mejor tratamiento (Anexo 1. Tabla 2)

Resultados obtenidos en este estudio muestran que el tratamiento Línea-7 inoculado fue el único de los tratamientos inoculados que llegó a su etapa final de cosecha, es evidente la capacidad de tolerancia de la variedad (INTA 2005).

Las variedades Peto-98 y Padano son semi-tolerantes a la virosis (E. Jimenez, 2008). Los resultados alcanzados en este estudio confirman que estas variedades son susceptibles a la virosis transmitida por la Mosca blanca en el CNRA ubicado en el occidente de Nicaragua.

Los virus tienen un genoma de ADN de simple banda que se duplican usando moléculas intermedias de ADN doble banda dentro de las células vegetales. Este proceso impide el desarrollo vertical de la planta afectando en todo el sistema fisiológico, que en días provocaría la fulminación de las plantas o sus huéspedes. La manifestación de los virus se lleva a cabo en todas partes de la plantas, puede moverse fácilmente a través del xilema y floema provocando enmascarar los síntomas visuales (Obregon 2004).

Los virus de plantas son incapaces de romper la cutícula y la pared celular, por lo que penetran el citoplasma de la célula de manera pasiva a través de las heridas causadas por daño mecánico por tal razón son llamados organismos oportunistas, una vez que penetran dentro de las plantas huésped. Los virus remueven las capas de proteínas que protege sus ADN una vez que entran al citoplasma de las plantas. Los virus que poseen ARN sufren traslación en el citoplasma y producen proteínas virales que son requeridas para completar su ciclo de vida (Torres, E, 2009).

Según (Salazar W, 2009 & Rojas 2003) los síntomas más comunes de la virosis son: enanismo o achaparramiento. En este estudio se ha comprobado que las plantas afectadas por virosis mantienen un crecimiento prematuro, es decir, su desarrollo es tardado o casi nulo, es una de las características principal de esta enfermedad en los cultivares de tomate.

Cabe comentar que los virus son parásitos obligados (Rivera, 2007), es por tal razón que desarrollan sus ciclos de vida dentro de las células de sus huéspedes, en condiciones adversas son capaces de vivir en estados de latencias, es esta la magnitud de sus comportamiento en los cultivares objetivos, mientras las plantas de tomate toleren el ataque de los virus la manera de afectarlos estará dada por el tiempo, a más tiempo los virus tienden a evolucionar más pronto y presentarse de manera progresiva. (Bolaños 1996).

1.

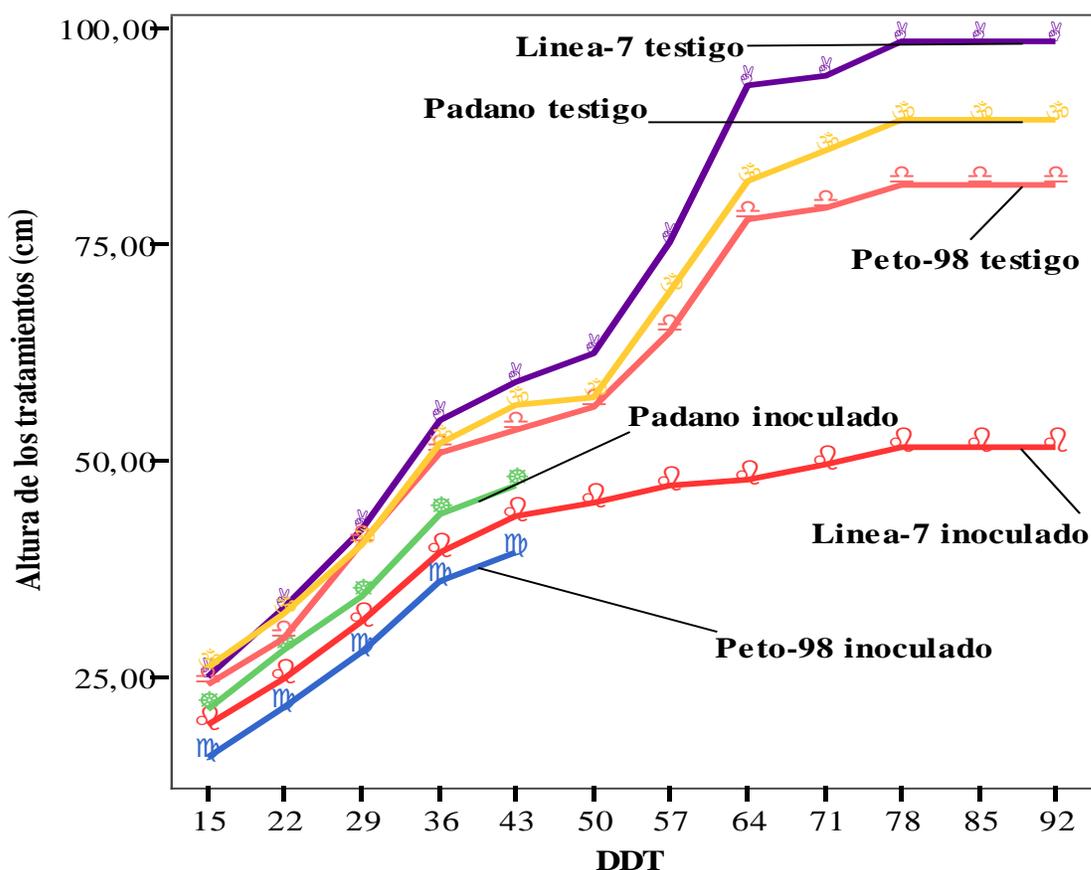


Gráfico 1. Altura de las plantas (cm) de los tratamientos en los cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*), en el CNRA-Campus Agropecuario de la UNAN-León, durante el periodo Marzo-Julio 2012.

2. Variable Número de hojas

En el gráfico N° 2, se muestra el comportamiento de la emisión de hojas en el período (abril-julio), el tratamiento Línea-7 testigo alcanzó un mayor número de hojas con promedio de 78 hojas/planta a los 92 DDT seguido por Padano testigo con un promedio de 72 hojas/ a los 92 DDT, como un tercer lugar lo obtuvo el tratamiento Peto-98 testigo con promedio de 65 hojas/planta, en cambio Línea-7 inoculado obtuvo un promedio de 35 hojas/planta, el tratamiento con menor hojas fue Peto-98 inoculado con un promedio de 24 hojas/plantas a los 43 DDT, basta mencionar que los tratamientos Peto-98 inoculado y Padano inoculado murieron a los 43 DDT

debido al severo daño ocasionado por virosis transmitido por mosca blanca (fotos N° 19 a 22 y de 27 a 30).

A los 78 DDT el tratamiento línea-7 testigo presento el mejor promedio con 80 hojas/plantas, seguido por padano testigo con promedio de 76 hojas/planta, mientras que peto-98 testigo obtuvo un promedio de 69 hojas/planta, y el tratamiento línea-7 inoculado fue el más bajo con promedio de 35 hojas/plantas.

Al realizar el análisis de varianza a un nivel de 95% de confiabilidad se observó que hay diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 2. Tabla 3). La prueba de subconjuntos homogéneos con Tukey ilustra que los tratamientos Linea-7, peto-98 y padano testigo lograron los mayores números de hojas (Anexo 2. Tabla 4).

Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que los síntomas de virosis en las hojas de tomate son; cloróticas, amarillentos, encrespamientos, marchitadas, por tanto la emisión de hojas es retardada a medida que los daños son más severos. Según (Bárcenas, 2011) la infestación de virosis en los cultivares de tomate está en dependencia de la población de los vectores. Para (Torres, 2009), los síntomas virales en tomate son fáciles de detectar (mosaicos, enanismo, manchas anulares, rayados, tumores).

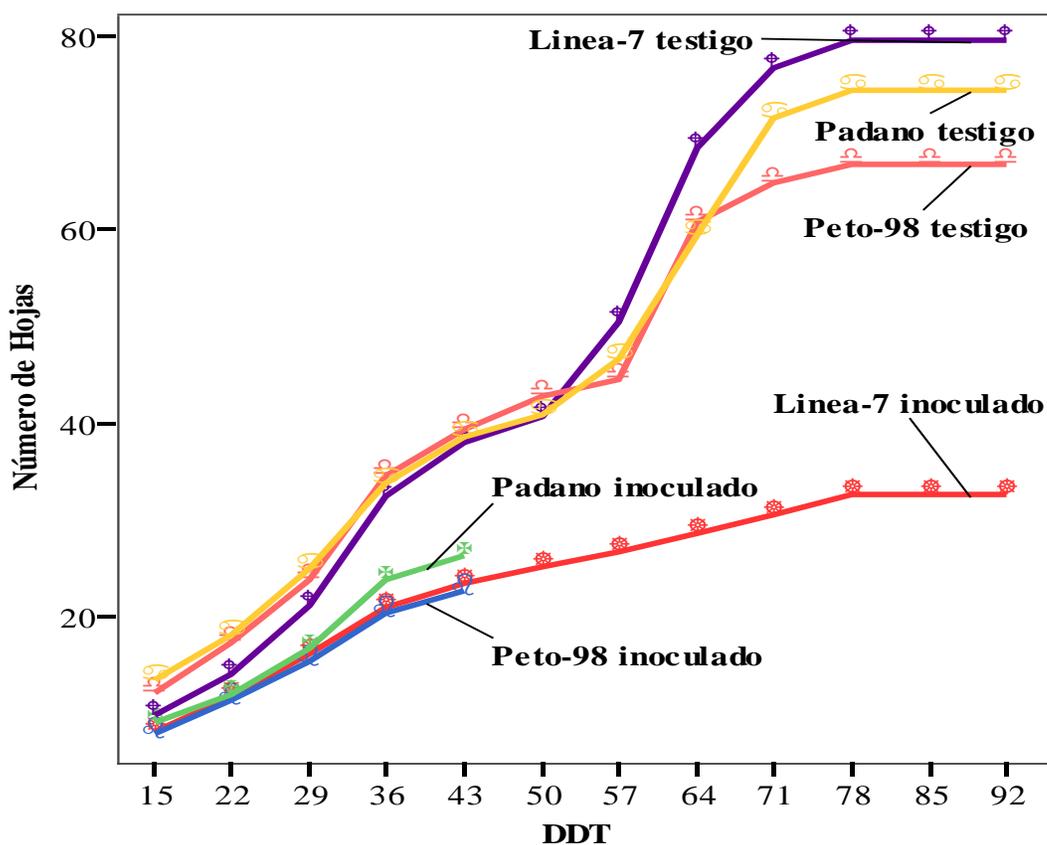


Gráfico 4. Número de Hojas por planta de los tratamientos en los cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*), en el CNRA-Campus Agropecuario de la UNAN-León, durante el período Marzo-Julio 2012.

3. Diámetro del tallo (cm)

El gráfico N° 5, muestra el diámetro del tallo de seis tratamientos, se observa que a los 22 DDT los tratamientos Peto-98 y padano testigo obtuvieron los mejores resultados con 0,40 cm cada uno respectivamente, mientras que padano inoculado, línea-7 inoculado y línea-7 testigo mostraron un promedio de 0,30 cm, en cambio el tratamiento Peto-98 inoculado obtuvo el promedio más bajo con 0,20 cm, a los 43 DDT el mejor promedio lo obtuvo Peto-98 testigo con 0,90 cm, seguido por Linea-7 testigo y Linea-7 inoculado con 0,80 con cada uno respectivamente.

A los 78 DDT el tratamiento Linea-7 testigo obtuvo el mejor crecimiento con 2,25 cm/planta, los tratamientos Padano y Peto-98 testigo alcanzaron promedios de 1,80 cm y 1,50 cm respectivamente, sin embargo, Linea-7 inoculado obtuvo el menor crecimiento con 1,43 cm/planta.

Al realizar el análisis de varianza a un nivel de 95 % confiabilidad se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos. (Anexo 3. Tabla 5). La prueba de subconjuntos homogéneos con Tukey ilustra que los mejores tratamientos fueron Linea-7, Padano y Peto-98 testigo (Anexo 3. Tabla 6).

El diámetro del tallo es un dimensional horizontal que resulta del crecimiento y desarrollo de la planta como consecuencia de la formación de nuevas células, procedentes de la expansión de todas las células que constituyen en la asimilación de nutrientes adquiridos a través del proceso de fotosíntesis (Wild. 1992). El tamaño del tallo viene determinado tanto por las características genéticas de las plantas como por otros factores (bióticos y abióticos), (Miranda 1990).

Cuando los virus colonizan los tejidos de las plantas estas producen sustancia tóxicas que envuelven a las células vivas como las producidas por la asimilación de nutrientes en las plantas y por ende el crecimiento del tallo es afectado desde un principio hasta provocar la muerte de las mismas. Los virus al utilizar los nutrientes de las plantas como sus medios de transporte inhiben el crecimiento del tallo de las mismas, cuando se rompen las células del plasmodesmo las plantas tienden a usar sus energías para poder seguir con sus ciclo (Miranda 1990).

Los resultados obtenidos en esta investigación datan que una planta sana sin provocación alguna de enfermedades viróticas transmitida por mosca blanca puede expresar al máximo su potencial genético, sin embargo, cuando ocurre lo contrario como la infestación de virosis las plantas no son capaces de expresar su potencial rendimiento.

En el 2008 Gutiérrez W, evaluó 5 variedades tomate y reportó crecimientos promedios de 2,50 cm/planta en el Valle de Sébaco. Estos resultados son superiores a los nuestros, se debe a la diferencia en cuando a condiciones agroclimáticas. Sin embargo (Maynor 2011), alcanzo

promedios de 1,20 cm a los 45 DDT. Estos resultados son similares a los obtenidos en esta investigación. Es aquí donde se explica que el desarrollo de una planta está dada por muchos factores entre ellas tenemos (plagas insectiles, enfermedades, factores abióticos), etc.

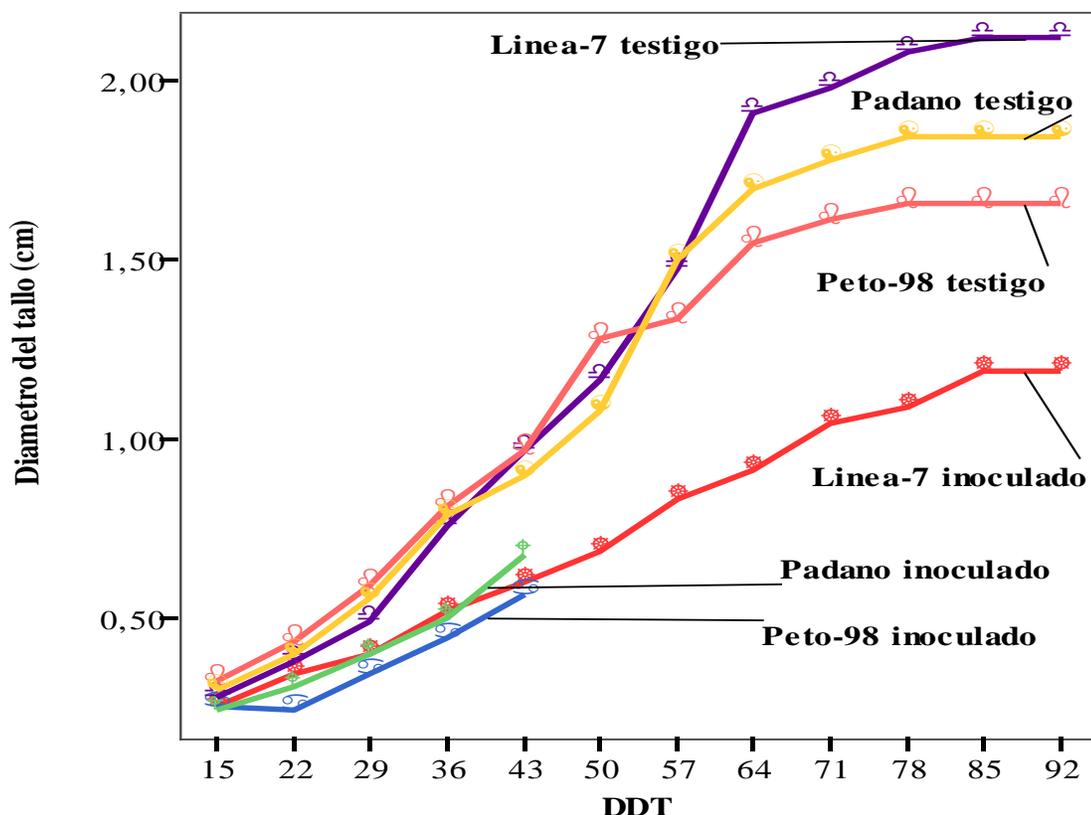


Gráfico 3. Diámetro del tallo en centímetros de los tratamientos en los cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*), en el CNRA-Campus Agropecuario de la UNAN-León, durante el periodo Marzo-Julio 2012.

4. Concentración de clorofila (mol/cm²)

El gráfico N° 4, ilustra la concentración de clorofila en mol/cm², el tratamiento línea-7 testigo mostró la mayor concentración de clorofila con 315 mol/cm² a los 29 DDT y el más bajo 240 mol/cm² lo presentó a los 92 (DDT), seguido por Peto-98 testigo este alcanzó 300 mol/cm² a los 43 DDT y 235 mol/cm² se observó a los 92 DDT, los resultados más bajos lo presentaron Padano, Línea-7 y Peto-98 inoculado con (185, 145 y 130) Mol/cm², respectivamente a los 43 DDT.

Al momento de realizar el análisis de varianza se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos a un nivel del 95% de confiabilidad, (Anexo 4. Tabla 7). La prueba de subconjuntos homogéneos con Tukey demuestra que Línea-7, Padano y Peto-98 testigo con (280,66, 277,00 y 272,28) respectivamente obtuvieron los mejores resultados (Anexo 4 Tabla 8).

Los resultados de este estudio muestran que los tratamientos inoculados fueron atacados severamente por virosis ocasionado por mosca blanca, como se observa en el gráfico Padano y Peto-98 inoculado murieron a los 43 DDT, esto se debe a la susceptibilidad de estos cultivares el ataque de virosis.

Las plantas utilizan la clorofila o pigmento fotosintético ya que tiene la capacidad de absorber energía de la luz solar, especialmente la luz roja, y cederla para la elaboración (síntesis) de hidratos de carbono (almidón) a partir de dos compuestos disponibles en el medio agua (H_2O) y dióxido de carbono (CO_2). (Pelletier y Caventou 1817). Las plantas afectadas por virosis pierden su capacidad de realizar el proceso de fotosíntesis ya que sus mecanismos fisiológicos no están funcionando al cien por ciento.

En los resultados obtenidos en este estudio podemos ilustrar que los virus se movilizan por todos los órganos del tejido de las plantas como es el caso del movimiento a larga distancia que utilizan a través del floema de la planta y por ende influyen en el proceso fotosintético, el efecto de estos síntomas de virus (clorosis y amarillamiento de hojas) fueron evidentes en las plantas inoculadas que presentaron daños severos de virosis, sin embargo las plantas testigos no presentaron efecto alguno de los síntomas antes mencionados Los resultados de la fotosíntesis son interrumpidos por los virus se diseminan por todo el follaje de la planta.

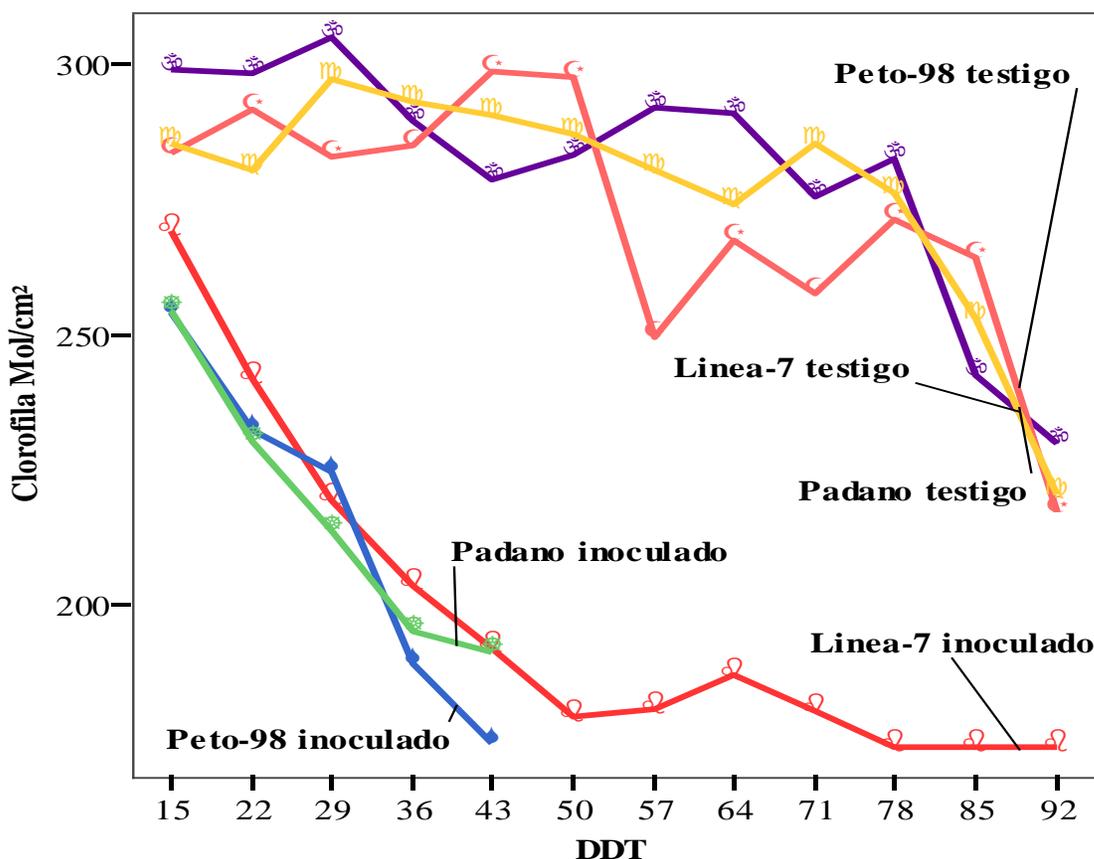


Gráfico 4. Comportamiento de clorofila en Mol/cm² de los tratamientos en los cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*), en el CNRA-Campus Agropecuario de la UNAN-León, durante el periodo Marzo-Julio 2012.

5. Número de flores/plantas

El gráfico N° 5, ilustra el número de flores en los tratamientos de tomate (*Solanum lycopersicum*), los primeros datos se tomaron a los 22 DDT, en la primera muestra se refleja que Peto-98 y Padano testigo obtuvieron los mejores resultados con un promedios de (10 y 9 flores/planta) respectivamente, seguido de Linea-7 testigo con 7 flores/planta, mientras que los tratamientos Linea-7, Peto-98 y Padano inoculado obtuvieron promedios de 4 flores/plantas respectivamente.

A los 50 DDT Peto-98 testigo supero numéricamente a todos los tratamientos alcanzando un promedio de 55 flores/plantas, seguido por Padano y Línea-7 testigo con (52 y 39 flores/planta) respectivamente, Línea-7 inoculado obtuvo un promedio de 27 flores/planta, cabe mencionar que Peto-98 y Padano inoculado murieron a los 43 DDT.

A los 71 DDT Línea-7 testigo obtuvo el mayor promedio con 61 flores/plantas, mientras que Padano y Peto-98 testigo alcanzaron promedios de (56 y 54 Flores/planta) respectivamente, en cambio Línea-7 inoculado obtuvo un promedio de 38 flores/planta.

Al realizar el análisis de varianza a un nivel del 95 % confiabilidad se observa que existen diferencias significativas entre los tratamientos. (Anexo 5. Tabla. 9). La prueba de subconjuntos homogéneos con Tukey nos dice que los mejores tratamientos fueron Peto-98, Padano y Línea-7 testigo (Anexo 5. Tabla. 10).

La formación de flores inicia cuando la planta cambia de la fase vegetativa a la reproductiva y está determinado por la genética de la planta, fertilización y las condiciones ambientales sin embargo, en las plantas infectadas por virosis se da una formación abundante de flores pero estas no llegan a cuajar y se produce un alto índice de aborto floral (Rojas, 2003 & Rodríguez, et, al. 1997), Los cultivares Padano y Peto-98 mostraron los primeros botones florales esto indica que son de ciclo fisiológico corto, en cambio, Línea-7 presenta un alargado ciclo fisiológico.

Peto-98 y padano inoculado presentaron buena cantidad de flores por planta antes de su muerte a los 43 DDT, sin embargo no completaron su madures fisiológica, Línea-7 inoculado sufrió una gran pérdida por aborto floral después de los 50 DDT cuando la severidad de virosis aumentaba. Es característica de la enfermedad inducir a las plantas a tener muchas flores que no forman frutos (Rojas, 2003 & Sampson, 2012).

La virosis se comporta como sistémico en toda la planta utilizando sus medios de transporte como es el xilema a través del cual llega a las partes más baja como es el tallo y el floema por medio de este último llega a las partes más altas como son las hojas y el ápice. Los virus son capaces de establecerse fácilmente una vez estando en las plantas (Salazar 2009)

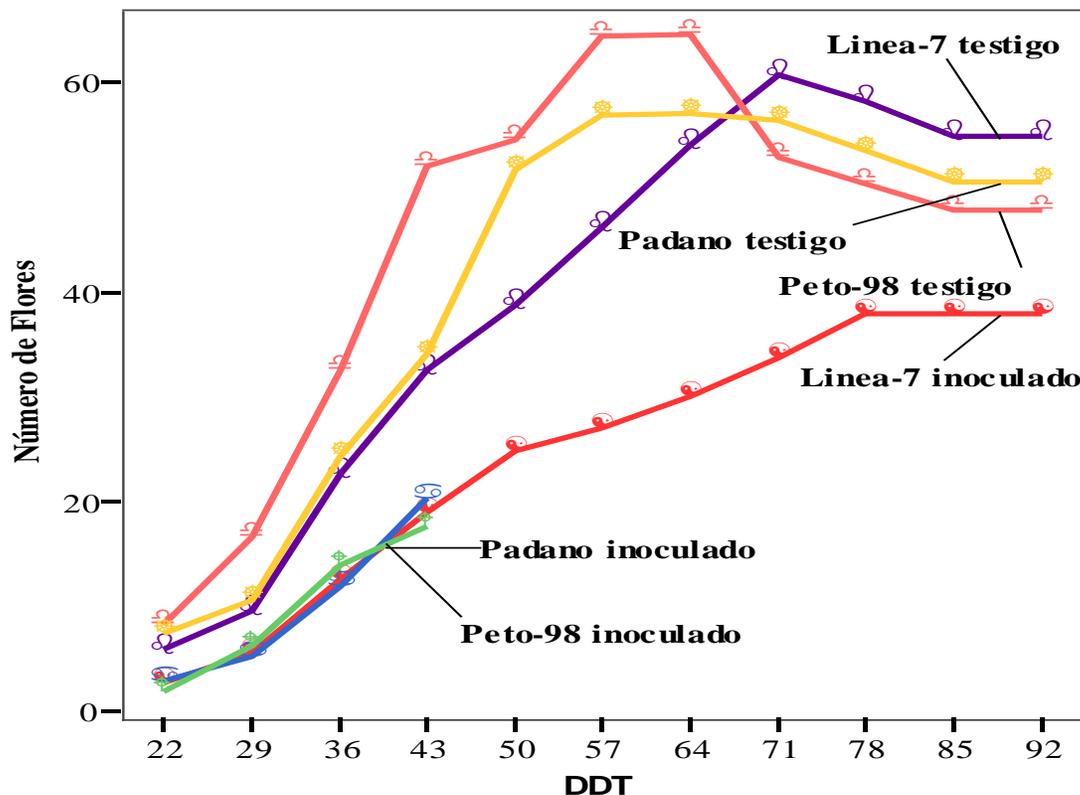


Gráfico 5. Número de flores en los tratamientos de los cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*), en el CNRA-Campus Agropecuario de la UNAN-León, durante el periodo Marzo-Julio 2012.

6. Densidad poblacional de mosca blanca

En el gráfico 6, se observa la densidad poblacional de mosca blanca (de aquí en adelante MB) (*Bemisia tabaci*) en tres tratamientos de tomate industrial (*Solanum lycopersicum*). La inoculación fue de 3 adultos/planta. Se observó que la población de *B. tabaci* creció a partir de los 22 días después del trasplante (DDT) en el tratamiento línea-7 inoculado se presentaron en menor cantidad con promedio de 4,5 MB/plantas, Peto-98 inoculado presentó 6 MB/planta y Padano inoculado que presentó el mayor promedio con 7 MB/planta.

Al realizar el análisis de varianza para comprobar la población de mosca blanca en los tres tratamientos inoculados, se encontró que existe diferencia significativa al 95% de confiabilidad.

Al realizar la prueba de subconjuntos homogéneos según Tukey (Anexo 6.Tabla 11), se ilustra que Padano inoculado a los 43 DDT presentó las poblaciones más altas en promedio de 42.09 MB/ planta y por fecha de muestro, como resultado final (ver galería de fotos 27 a 30), esto se debe a que esta variedad posee características morfológicas que atraen a mosca blanca (Ortiz, 2012). La mosca blanca tiene mayor preferencia por plantas vigorosas, sanas y con muchos brotes tiernos (Quiroz 1994).

Línea-7 inoculado presentó su mayor pico poblacional a los 85 DDT con 130 MB/planta, sin embargo Padano inoculado obtuvo la mayor población a los 43 DDT con 75 MB/planta, en cambio Peto-98 a los 43 DDT presentó la mayor población con 58 MB/Planta. Cabe mencionar que estos dos tratamientos murieron a los 43 DDT, debido al ataque severo de virosis ocasionado por mosca blanca (Fotos N° 19 a 22 y de 27 a 30). La variedad Línea-7 demuestra que tiene resistencia y tolerancia a virosis transmitida por la mosca blanca (Fotos N° de 8 a 14).

(Alvarenga, 1998, & Karl W. Sponagel, 1994) explican que el ciclo de vida de *B. tabaci* en condiciones de laboratorio a 26 °C y 80% de humedad relativa dura 19,2 días. Experiencias de (Ortiz, 2012 & Palmieri, 2000), define que la densidad de la mosca blanca va a depender de factores como, estación del año, precipitaciones, tipo de hospedero, dirección del viento. Según (Hilje, 1993 & Avila, 2002), las altas o bajas poblaciones de mosca blanca en las parcelas de tomate, están influenciadas por condiciones ambientales, una de las principales es la dirección del viento debido a su movimiento migratorio.

Los resultados alcanzados en este estudio realizado en el CNRA-Campus agropecuario, ubicado en el occidente de Nicaragua son similares a las experiencias de (Ávila, 2002 & Palmieri, 2000). Los factores como; época seca, altura de 90 msnm, las temperaturas promedio de 30 a 35 °C, humedades relativas bajas, con promedio de vientos de 2 a 9 km/h. son fundamentales para el crecimiento poblacional de *Bemisia tabaci* (Gonzales 2008).

Experiencias del equipo técnico del CNRA en los años 90 reflejan que la mosca blanca tenía otros comportamientos y hábitos principalmente el crecimiento poblacional, capacidad y elasticidad genética (Bárceñas 2011). Cabe explicar que *B. tabaci* ha evolucionado a medida que

pasan los años, son capaces de adquirir resistencia para lograr su reproducción, la agresividad de su diseminación (por el viento o por medio de sus vuelos cortos), además, es evidente que con el tiempo surgen nuevos hospederos debido a su habilidad de adaptación a los medios agrícolas. Hace 20 años o quizás 10 años las poblaciones eran inferiores a las de ahora esto es evidencia de la acelerada evolución que viene realizando la mosca blanca en nuestro país (Zelaya 2004).

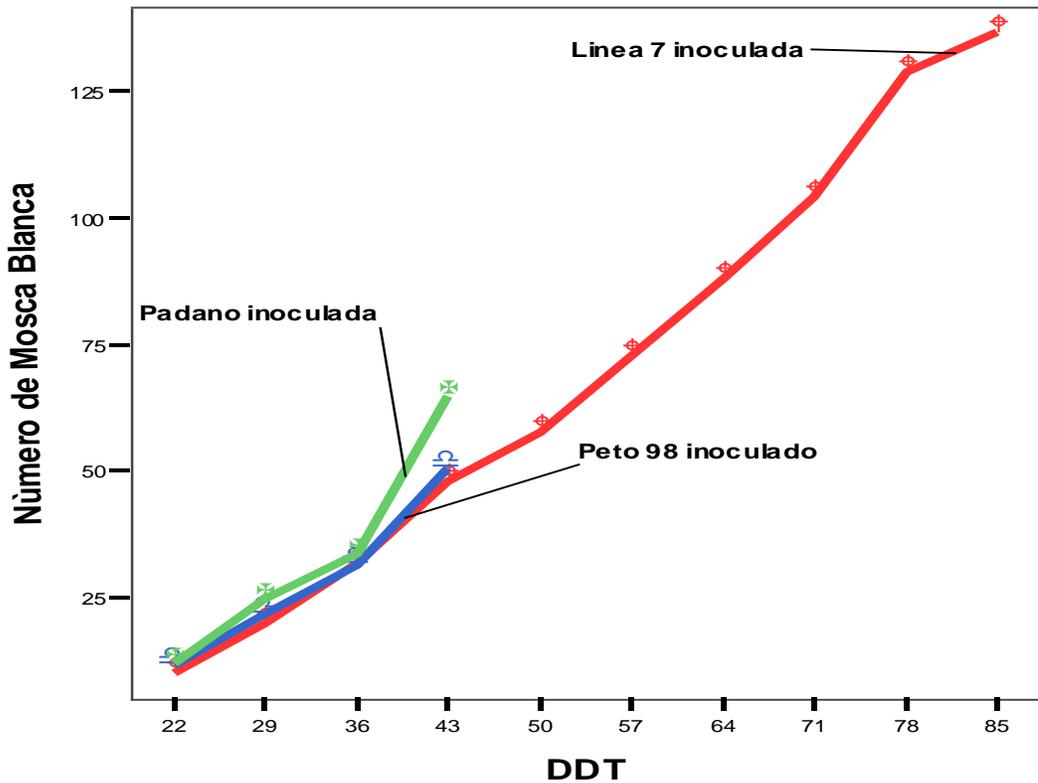


Gráfico 6. Crecimiento poblacional de Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en los tratamientos inoculados de tomate (*Solanum lycopersicum*), en el CNRA-Campus Agropecuario de la UNAN-León, durante el periodo Marzo-Julio 2012.

7. Porcentaje de severidad

En el gráfico N° 7, Se ilustra el nivel de severidad de la virosis transmitida por mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en tres cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*) en 85 DDT. Se observó que a los 15 DDT Linea-7 inoculado presentó un escaso promedio de 2.2 % de severidad, sin embargo, Peto-98 inoculado presentó un promedio de 7,2 %, en cambio Padano inoculado presentó el mayor promedio con 9,4 % de severidad.

A los 43 DDT Línea-7 inoculado presento síntomas en todos los estratos con promedios hasta de 26% de severidad en cambio Peto-98 inoculado y Padano inoculado murieron alcanzando promedios de 100% de severidad en todos los estratos. (Fotos N° 19 a 22 y de 27 a 30) respectivamente. A los 85 DDT Línea-7 inoculado presento altos síntomas de severidad alcanzando promedios de 68 % y 52.3 % en el primero y segundo estratos respectivamente, los síntomas de virosis se presentaron en todos los estratos en este tratamiento. La variedad Línea-7 logró llegar a su etapa final de cosecha a los 85 DDT, tolerando el daño causado por virosis.

Al realizar el análisis de varianza a los tratamientos inoculados se encontró diferencias significativas a un nivel del 95% de confiabilidad. (Anexo 7. Tabla 12). La prueba de subconjuntos homogéneos según Tukey ilustra que Línea-7 inoculado presento el menor porcentaje de severidad de virosis con 26.30 % promedio de los seis estratos en todo el ciclo fisiológico del cultivo (Anexo 7. Tabla 13).

La propagación del virus a través del tejido vegetal se lleva a cabo por dos rutas diferentes. La primera conocida como movimiento lento o célula a célula, este se lleva a cabo por medio de los plasmodesmos (tejidos citoplasmáticos que conectan a las células vivas individuales) al penetrar el virus provoca distorsiones y modificaciones que generan la muerte precoz y agónica de las células de las plantas. Generalmente es a corta distancia (Zelaya 2004).

El segundo tipo es rápido, a larga distancia y es a través del tejido vascular específicamente por medio del floema. Los virus pueden transportarse junto con los alimentos procesados por la fotosíntesis, afectando todos los procesos metabólicos de la planta (Salazar 2009).

Los virus dependen de los ribosomas de la célula huésped para reproducirse, carecen de las enzimas necesarias para cumplir la cadena respiratoria. Esto quiere decir que los virus no se dividen ni producen algún tipo de estructura reproductora especializada como las esporas, sino que inducen a las células hospedantes a que formen más partículas virales (M. Rosales, 2003).

Por tal razón las variedades de los años 80`s y 90`s no son capaces de tolerar el ataque de la virosis ahora, estos resultados generan nuevos descubrimientos o estrategias de manejo de esta

enfermedad en tomate, además, promueve que los investigadores busquen la manera de disminuir los costos de producción generando nuevas variedades capaces de tolerar a la virosis el ejemplo principal es Línea-7.

En el 2008 la Universidad Nacional Agraria (UNA-Managua) (Gonzalez C.;Gutiérrez.W 2008) señalaron que la variedad línea-7 obtuvo los mejores resultados en cuanto a tolerancia a virosis transmitido por mosca blanca, con 30.60% de severidad, comparada con las otras variedades de tomate. En este estudio Línea-7 presentó mejores resultados en comparación con las otras variedades, debido al gen de resistencia que posee esta variedad, las condiciones ambientales de este estudio son más semejantes al nuestro, es por tal razón que los resultados son similares en ambos experimentos.

Las variedades Peto-98 y Padano son susceptibles, se debe a los espacios existentes entre moléculas que forman el tejido de la planta, como los estomas en las hojas, estos espacios favorecen la penetración del virus, sin embargo, cuando una planta es compacta y fuerte no posee suficiente espacios para que el virus penetre los tejidos con facilidad (Sampson 2012). Podemos exponer que a medida que pasan los años la evolución de la virosis es inevitable, los costos de producción son elevados y la búsqueda de prototipos y/o variedades más resistentes contra la virosis es un proceso continuo.

Cuando una planta es afectada por virosis, no se puede hacer nada por evitar el daño, aun que se acabe con toda la mosca blanca o se aumente la fertilización (Morales, 1999). La severidad siempre se presenta de manera progresiva en el tiempo (Bolaños 1996). Los resultados obtenidos en esta investigación son similares y coherentes con los resultados en la UNA-Managua (Gonzalez C.;Gutiérrez.W 2008). Los daños que causa la virosis transmitido por *Bemisia tabaci* son muy severos por lo tanto es difícil remediarlo, una vez que esta enfermedad infecta a los cultivos es irreversible.

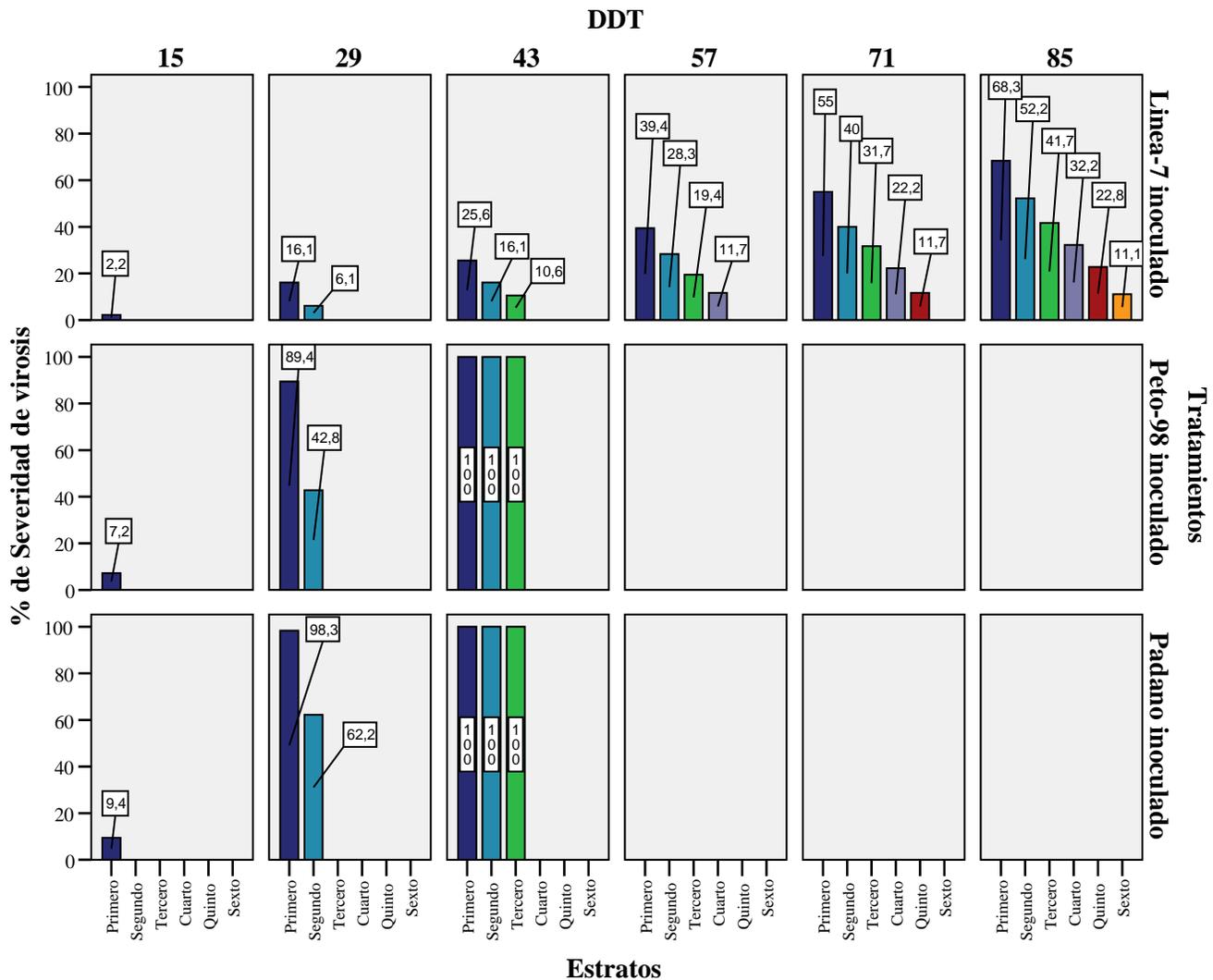


Gráfico 7. Porcentaje (%) de severidad de virosis por estratos de los tres tratamientos inoculados de tomate (*Solanum lycopersicum*), en el CNRA-Campus Agropecuario de la UNAN-León, durante el periodo Marzo-Julio 2012.

8. Número de frutos y peso de frutos (Kg)

El gráfico N° 8, ilustra el número y peso de los frutos en (Kg/planta), realizada a los 71 DDT en los tratamientos Peto-98 y Padano testigo y posteriormente Línea-7 testigo, Línea-7 inoculado y a los 85 DDT.

Línea-7 testigo alcanzó el mayor número de frutos cosechados a los 92 DDT con un promedio de 12 frutos/planta y el menor número de frutos a los 106 DDT con 6 frutos/planta. Peto-98 testigo con un rendimiento promedio de 9 frutos/plantas a los 78 DDT y el menor de 3,8 frutos/plantas a los 92 DDT, seguido de Padano testigo que presentó su mayor pico de rendimiento a los 78 DDT con promedio de 10 frutos/planta y el menor promedio lo presentó a los 92 DDT con 5 frutos/planta, en cambio, Línea-7 inoculado con su mayor productividad a los 92 DDT con promedio de 7 frutos/planta y el mínimo a los 106 DDT con 2 Frutos/planta.

Padano testigo logró el mayor rendimiento con 1,93 Kg/ planta como máximo a los 78 DDT y 1,08 kg/planta a los 92 DDT el cual fue su última cosecha, Línea-7 testigo alcanzó su peso promedio más alto de 1,75 kg/planta a los 92 DDT y el promedio más bajo lo presentó en la primera cosecha con 0,96 Kg/planta a los 85 DDT, en cambio Peto-98 testigo logró su promedio más alto a los 78 DDT con 1,25 kg/planta y el más bajo fue de 0,36 kg/planta en su primer cosecha, por último Línea-7 inoculado obtuvo el rendimiento más bajo en su última cosecha con un promedio de 0,22 kg/planta a los 106 DDT.

Al realizar el análisis de varianza en los datos de número y peso de frutos se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos a un nivel del 95% de confiabilidad. (Anexo 8. Tabla. 14). La prueba de subconjuntos homogéneos con Tukey para el número de frutos, ilustra que Línea-7 testigo obtuvo el mayor número de frutos (Anexo 8. Tabla 15).

La prueba de subconjuntos homogéneos con Tukey para el peso de frutos nos dice Padano y Línea-7 testigo (1,46 y 1,39 Kg/planta respectivamente) alcanzaron los mejores rendimientos, mientras que Peto-98 testigo 0,80 Kg/planta ocupa el segundo lugar y Línea-7 inoculado 0,42 Kg/planta fue el más bajo (Anexo 8. Tabla. 16).

Con los resultados logrados podemos relatar que Padano testigo obtuvo un peso promedio de 0.22 kg/fruto, seguido de Línea 7 testigo, Peto 98 testigo y Línea 7 inoculado (0.15, 0.11, 0.088Kg/fruto respectivamente).

La fructificación es un parámetro que define el rendimiento en los cultivares, en los cuales se combinan factores de gran importancia tanto genéticos, ecológicos como la presencia insectos plagas, enfermedades (Bervis, 1983 & Álvarez, 1984). Peto-98 y Padano testigo se cosecharon a los 71 DDT, de las variedades evaluadas siendo estas las más precoces. Son variedades de ciclo corto y rendimientos aceptables brindando las condiciones más óptimas en campo. Sin embargo, Línea-7 se cosechó a los 85 DDT, esto indica que es de ciclo fisiológico largo (González, 2012 & INTA, 2005).

Los síntomas más comunes en frutos son; rayados, pequeños, cloróticos (Salazar, 2009 & Rojas, 1992). Línea-7 inoculado no fructificó lo suficiente, produciendo frutos pequeños, deformados, rayado, sin madurar homogéneamente esto se debe a la infección causada por virosis.

En este estudio se observó que Padano testigo fue el mejor rendimiento con 1,46 Kg/planta, este es el promedio general de los resultados obtenidos en todo el ciclo fisiológico de los cultivares. Línea-7 alcanzó rendimientos de 1,39 Kg/planta, mientras que Peto-98 testigo 0,80 Kg/planta.

El rendimiento de Línea-7 inoculado 0,42 Kg/planta (5,949.72 Kg/ha) son menores a otros estudios realizados por la UNA-Managua en el 2008, en el cual Peto-98 y Línea-7 obtuvieron rendimientos de 7,138.39 y 6,008.92 kg/ha respectivamente, en cambio Padano fue el más bajo con 4,406.6 kg /ha. En el 2002 Rodríguez y Morales obtuvo rendimientos Peto-98 (16 350.79 kg/ha) y Padano (9 783.03 kg/ha). Diez años antes a nuestro estudio la manifestación de virosis en tomate era inferior a la de ahora. Cabe mencionar que los resultados alcanzados en los tratamientos testigos no se comparan con los estudios antes mencionados debido a que no fueron sometidos a infección de virosis.

Los resultados obtenidos en los tratamientos testigos se deben a la diferencia entre la capacidad de reproducción de plantas sanas y plantas infectadas, una vez que el virus infecta a la planta esta se vuelve irreversible.

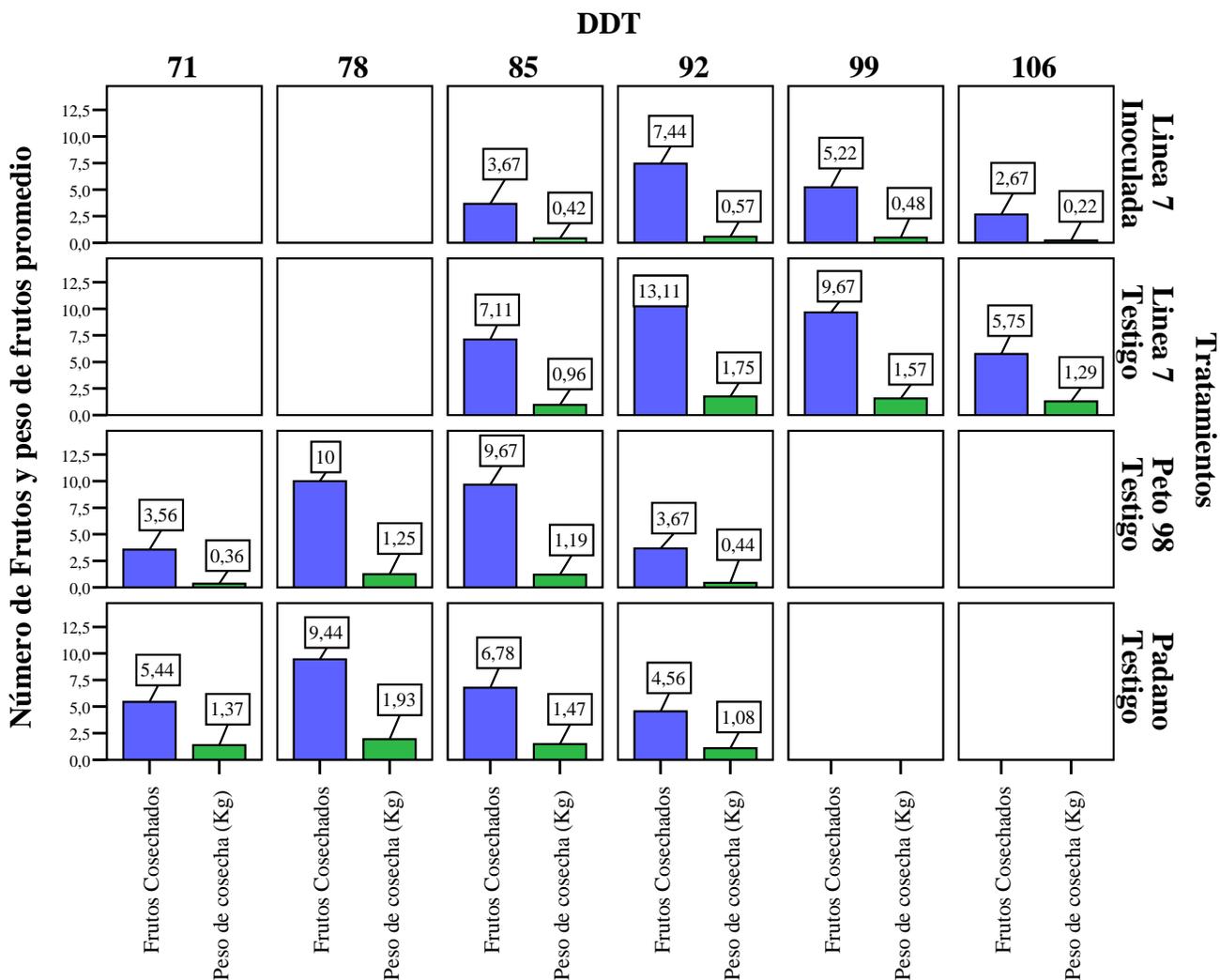


Gráfico 8. Número de frutos cosechados y peso de los frutos (Kg) de los tratamientos en los cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*), en el CNRA-Campus Agropecuario de la UNAN-León, durante el periodo Marzo-Julio 2012.

9. Longitud y Diámetro del fruto (cm)

El gráfico N° 9, lustra la longitud y diámetro del fruto en centímetro (cm) en los tratamientos de los cultivares de tomate (*Solanum Lycopersicum*) Padano testigo logró la mayor longitud y diámetro (morfología) con 6,75 y 5,26 cm/fruto en la primera cosecha a los 71 DDT y su menor morfología lo presento a los 92 DDT con 6,04 y 4,85 cm/fruto.

Linea-7 testigo que se cosecho a partir de los 85 DDT, alcanzó la mayor (morfología) con 6,16 y 5,71 cm/fruto a los 92 DDT y su menor morfología lo presentó a los 106 DDT, con 5,93 y 4,55 cm/fruto. Peto-98 testigo obtuvo su mayor longitud y diámetro a los 78 DDT con 5,53 y 4,77 cm/fruto, su menor longitud y diámetro lo presentó a los 92 DDT con 5,31 y 4,35 cm/fruto. Por último el menor Linea-7 inoculado logrando su máximo longitud y diámetro a los 99 DDT con 4,71 y 3,54 cm/fruto.

Al realizar el análisis de varianza para la variable longitud y diámetro del fruto se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos a un nivel del 95% de confiabilidad (Anexo 9. Tabla 17).

La prueba de subconjuntos homogéneos para la longitud del fruto con Tukey ilustra que Padano testigo con (6,52 cm/fruto) es el mejor seguido por Linea-7 testigo (6,07), Peto-98 testigo (5,46) y por ultimo Linea-7 inoculado con (4,62) siendo este el tratamiento con menor longitud (Anexo 9. Tabla 18).

La prueba de subconjuntos homogéneos para el diámetro del fruto con Tukey ilustra que Padano y Línea-7 testigo con promedios de (5,16 y 5,09 cm/fruto respectivamente) son los mejores, Peto-98 testigo (4,51) y Linea-7 inoculado (3,48) es el tratamiento con menor diámetro (Anexo 9. Tabla 19).

Los resultados obtenidos en este estudio son similares a los reportados por (E. Jimenez, 2008) Padano es una variedad que posee buen tamaño de frutos y buena vida anaquel, los medianos agricultores de Nicaragua lo conocen por el tomate manzana o tomate de meza. Sin embargo los clientes lo prefieren porque es de buen tamaño.

Según (Gonzalez 2011) Linea-7 es un cultivar que produce frutos de tamaño promedio pero tiene buen rendimiento. En el presente estudio se pudo observar que los frutos de este cultivar son ovalados y el color del fruto no maduro es verde claro. En cambio (Sampson, 2012) reporta que Peto-98 produce frutos aceptables para la industrialización cuando no es afectado por virosis u

otra enfermedad, nuestros resultados confirman las conclusiones de las referencias antes mencionadas.

Los resultados observados en este tratamiento se asemejan a las conclusiones que brindan algunos estudios como; (Zelaya M, 2004). (Gutiérrez W, 2008). Las plantas se tomate que presentan daños severos ocasionados por virosis hacen abortos de frutos, los frutos son pequeños, la madurez no es homogénea, los frutos no tienen buen gusto.

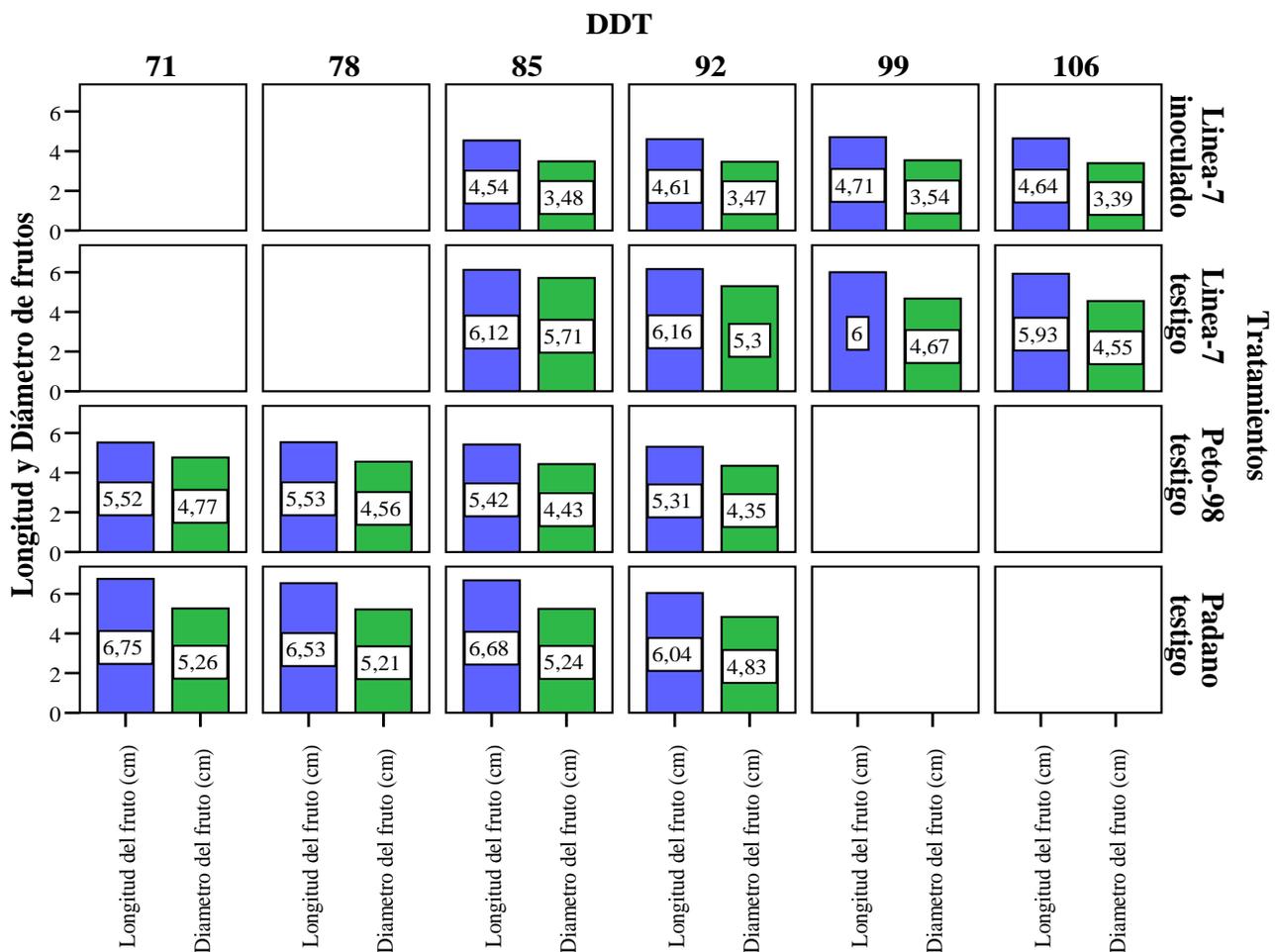


Gráfico 9 Longitud y Diámetro de los frutos en (cm) en los tratamientos de tomate (*Solanum lycopersicum*), en el CNRA-Campus Agropecuario de la UNAN-León, durante el periodo Marzo-Julio 2012.

Galería de fotos ilustrando el proceso de infestación de virosis en tomate.

Fotos del tratamiento Linea-7 testigo.



Testigo 15 DDT



Testigo 29 DDT



Testigo 43 DDT



Testigo 57 DDT



Testigo 85 DDT



Testigo 76 DDT



Testigo 71 DDT

Fotos del tratamiento Linea-7 inoculado



15 DDT



29 DDT



43 DDT



43 DDT



85 DDT



71 DDT



57 DDT

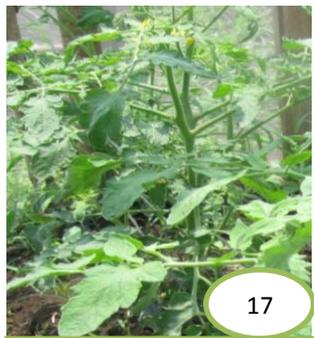
Fotos del tratamiento Peto-98 testigo



15 DDT



29 DDT



43 DDT



60 DDT

Fotos de tratamiento Peto-98 inoculado



15 DDT



29 DDT



43 DDT



60 DDT

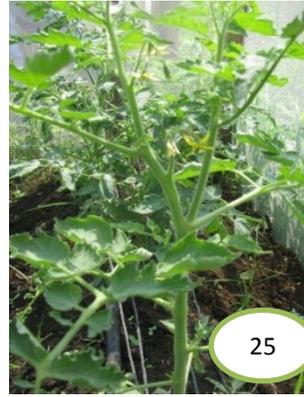
Fotos del tratamiento Padano testigo



15 DDT



29 DDT



43 DDT



60 DDT

Fotos del tratamiento Padano inoculado



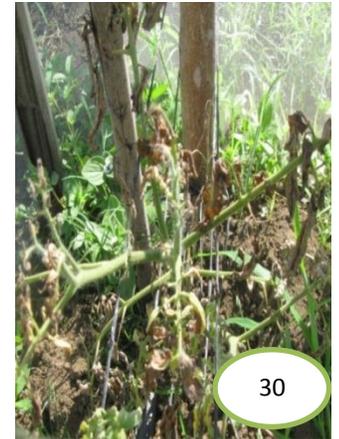
15 DDT



29 DDT



43 DDT



60 DDT

VII. CONCLUSIONES

- El tratamiento Línea-7 testigo alcanzó el mayor desarrollo fenológico en comparación a los demás tratamientos. Los tratamientos Peto-98 y Padano inoculado murieron a los 43 DDT.
- Los tratamientos Peto-98 inoculado y Padano inoculado no finalizaron su ciclo productivo por el ataque severo de virosis transmitida por mosca blanca, a los 43 DDT el porcentaje de severidad alcanzó el 100% en estos cultivares este resultado explica que son variedades susceptibles a virosis transmitido por mosca blanca (*Bemisia tabaci*)
- El tratamiento Línea-7 inoculado finalizó su ciclo reproductivo a pesar que fue afectado severamente por virosis transmitida por mosca blanca, esto explica que Línea-7 presenta el gen de tolerancia TY2(es uno de los tres genes descritos que más se han empleado en los programas de mejoramiento), el porcentaje de severidad en este cultivar alcanzó el 26 % en promedio general en los 6 estratos realizados. la tolerancia de este cultivar.
- En los recuentos de densidad poblacional de *B. tabaci*, esta alcanzó hasta de 130 adultos/planta, sin embargo esto no fue suficiente para evitar la producción de este cultivar.
- El tratamiento Línea-7 testigo presentó el mayor número de frutos cosechados en comparación con los tratamientos Padano y Peto-98 testigo, sin embargo, fue el tratamiento Padano testigo quien obtuvo el mayor peso de los frutos.

VIII. RECOMENDACIONES

- En base a los resultados obtenidos, se puede recomendar el uso de la variedad INTA-Línea 7 como una de las variedades tolerantes a virosis transmitida por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), Linea-7 finalizó su ciclo productivo aun siendo afectado por los daños de virosis y presenta buen rendimiento

- Capacitar a los productores en la adopción de la variedad INTA L7 para contra restar los problemas de virosis causados por *B. tabaci* en el departamento de León-Nicaragua.

- Seguir evaluando otras variedades de tomate, tanto en el Occidente de León como en otras zonas productoras del país, para demostrar que el uso de variedades tolerantes es efectivo para el manejo de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y el problema de virosis.

- Dejar de usar los cultivares Peto-98 y Padano por ser muy susceptibles al complejo mosca blanca.

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

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. A, D. Miranda. (1990). comportamiento agronomico e industrial de cinco variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en el valle de sebaco. Managua, Nicaragua: isca.
2. A Rojas, A. K. (2000). *Geminiviruses infecting tomato crops in Nicaragua*. Recuperado el 23 de abril de 2012
3. Avila, A. L. (2002). *Mosca blanca*. Recuperado el 16 de Agosto de 2012, de biologia y control de la mosca blanca.
4. Bárcenas, M (9 de Agosto de 2011). Maestro en Fitoprotección. (J. Hernández, B. davis Entrevistador)
5. Bervis, M. G. (1983). *Efecto de diferentes niveles y formas de aplicacion de nitrogeno en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maiz (Zea mays) en labranza cero y en condiciones de riego*. Managua: P. 30.
6. Blancard, D. (1996). Enfermedades del Tomate. *La Prensa, España*, pág. 212.
7. Boris, C. (2004). *Manual del cultivo de tomate*. Recuperado el 18 de julio de 2011, de [www.fintrac.com/docs/..manual_del_cultivo de tomate_web.pdf](http://www.fintrac.com/docs/..manual_del_cultivo_de_tomate_web.pdf)
8. Bustamante, P. R. (1996). *identificacion de geminivirus en metodologia para el estudio y manejo de mosca blanca y geminivirus*. Costa rica- catie: ed.luko hilje. turrialba.
9. Caballero, R. (1996). *identificaiion de mosca blanca en metodologia para el estudio y maneja de la mosca blanca*.
10. Campos, L. d. (1994). *evaluacion de dos arreglos y tres densidades de siembra sobre la poblacion de adultos de mosca blanca y el acolchamiento en el cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum Mill)*. Guatemala : la fragua, zacapa.
11. Catie. (1990). *Guia para el manejo integrado del cultivo de tomate*. Costa rica: serie tecnica.
12. *Centro de coopacion internacional de israel (mashav).usaid/universidad estatal del michigan* . (2005). Michigan.
13. Dupuy, L. S. (1990). *Whitefiy in tomato and proposed control in the dominican republic* .Recuperado el 13 de marzo de 2012, de *proceeding of the interamerican society for tropical horticulture: anual meeting, Kingston, Jamaica*.
14. E. Jimenez, W. G. (2008). *Evaluacion de cuatro variedades de tomate industrial (Lycopersicon esculentum, Mill) en el rendimiento y tolerancia al complejo mosca*

- blanca (*Bemisia Tabaci Gennadius*)-Geminivirus. *Entomologia, Universidad Nacional Agraria*. Managua, Nicaragua.
15. G. W. Winsor, J. N. (1957). *Rep. Glasshouse Crops, Messing 1958*. Recuperado el 12 de Mayo de 2011, de Studies on potash/nitrogen ratio in nutrient solution, using trickle irrigation equipment.
 16. Gonzalez, A. (4 de Octubre de 2011). Instituto Nicaraguense de Tecnologia Agricola (INTA-Leòn), Extencionista. (Juan Hernandez. B. Davis, Entrevistadores)
 17. Gonzalez, C. (10 de Abril de 2012). Supervisor en calidad agricola del ingenio Monterosa, El viejo-Chinandega. (Juan Hernandez. B. Davis, Entrevistadores)
 18. Gutierrez, C. (2004). *Guia MIP en el cultivo de tomate. Managua, Nicaragua*. Recuperado el 14 de Marzo de 2012
 19. Hilje, L. (1993). *un esquema porcentual para el manejo integrado de la mosca blanca (Bemisia tabaci) en el cultivo de tomate*. Recuperado el 15 de febrero de 2012, de manejo integrado de plagas turrialba.
 20. *Hortalizas/tomate*. (agosto de 2004). *Recuperado* el 10 de Julio de 2012, de infoagro: <http://www.infoagro.com>
 21. *Hortalizas/ Tomate*. (2005). *Recuperado* el 12 de Febrero de 2012, de abcagro: www.abcagro.com
 22. *Inafom*. (2007). *Recuperado* el 15 de Enero de 2012, de www.inafom.ni
 23. *Instituto de investigacion agropecuaria*. (2009). *Recuperado* el 2 de abril de 2012, de situacion virológica en tomate en la provincia parinacota en nuevos virus que afectan al cultivo: virosis en tomate
 24. Jesus, L. C. (1994). *evaluacion de dos arreglos y tres densidades de siembra sobre la poblacion de adultos de mosca blanca y el acolchamiento en el cultivo de tomate*. Guatemala, a.
 25. Jimenez, E. M. (2008). *evaluacion de alternativas de proteccion fisica y quimica de semilleros de chiltoma (Capsicum annum) contra el ataque del complejo mosca blanca- geminivirus*. *Recuperado* el 3 de mayo de 2012
 26. Jorge, L. (1987). *botanica de los cultivos tropicales*. *Recuperado* el 14 de abril de 2012, de instituto interamericano de cooperacion para la agricultura, San Jose, Costa Rica.
 27. Karl W. Sponagel, M. R. (1994). *Estrategias probadas de manejo del complejo fitosanitario mosca blanca/virus gemini en la produccion de tomate*. La Lima.

28. Lozano, J. (2010). *Guia para el cultivo de tomate*. Recuperado el 24 de septiembre de 2011, de *guia-para-vultivar-tomate- estados unidos*: www.slideshare.net
29. *Manejo integrado de plagas, cultivo de tomate*. Managua, Nicaragua. (enero de 2004). Recuperado el 15 de febrero de 2012
30. *Manual del cultivo de tomate*. (octubre de 2008). Recuperado el 13 de enero de 2012, de *chemonic internacional*.
31. M Lagos Barcenas, F. M. (1996). *evaluacion de seis variedades de tomate (Lycopersicon esculentum mill) con dos tecnicas diferentes para el manejo de mosca blanca (Bemisia tabaci)*. Recuperado el 14 de abril de 2012
32. M Shany, S. c. (junio de 2005). *Manual agrotecnico para el cultivo horticola intensivo en Nicaragua*. Recuperado el 15 de febrero de 2012
33. M. Rosales, R. R. (julio de 2003). *Seleccion de cultivares nativos de tomate (Lycopersicon esculentum L). Resistencia y/o tolerancia a geminivirus*. Recuperado el 14 de marzo de 2012
34. Matamoros, A. (1990). *el tomate de industria* . Recuperado el 12 de julio de 2012, de *tecnicas y variedades en la mecanizacion para su recolecta, agricola vegetal*.
35. Medina, R. R. (1997). *cultivo de tomate 2da. edicion*. . *mundi prensa*, 13-20.
36. Monzon, D. (1972). *Diseños experimentales Ira. Ed. Editorial Venezuela. 240 p.* Recuperado el 13 de agosto de 2012
37. Morales, F. (1999). *Cultivo de tomate. Guia tecnologica*. Managua: Ed. IMPASA 22.
38. Moreno, L. (11 de Julio de 2012). *Docente de laboratorio de hongos, Campus aropecuario. (Juan Hernandez. B. Davis, Entrevistadores)*
39. Obregon, M. Z. (2004). *Evaluacion del comportamiento de cinco variedades de tomate (Lycopersicon esculentum Mill) ante el ataque del complejo mosca blanca-geminivirus en la region central del pais*. Managua.
40. Ortiz, M. (21 de Marzo de 2012). *Responsable de Laboratorio de Cria, Entomologia, Campus Agropecuario. (Juan Hernandez. B. Davis, Entrevistador)*
41. Ostle, B. (1981). *estaistica aplicada. 7ma reimpression. Editorial LIMUSA*. . Mexico D.F.
42. Pedroza, H. (1988). *Fundamentos de experimentacion agricola*. Managua: centro de estudios de ecodesarrollo para el tropico.
43. R Cruz, F. A. (1996). *evaluacion de nueve cultivares de tomate de consumo fresco (Lycopersicon esculentum mill) en el valle de sebaco*. Matagalpa: tesis de ing agronomo. fagra.

44. Rivas, G. (1994). Geminivirus transmitido por mosca blanca (*Bemisia tabaci*). *boletín informativo. catie, alajuela. Costa rica.*
45. Rojas, A. (1992). *virosis en tomate, generalidades en jornadas científicas del cultivo de tomate, managua Nicaragua.* Recuperado el 14 de abril de 2012
46. Rostran, J. L. (9 de Mayo de 2011). Maestro Abonos Organicos (CNRA). (Juan. Hernandez. B. Davis, Entrevistadores)
47. Salazar, W. (2009). *Insectos y plagas en hortalizas: una guía para su identificación y manejo en campo.* Leon, Nicaragua: 1 ra. ed.
48. Sampson, O. (28 de Febrero de 2012). Instituto Nicaraguense de Tecnología Agrícola, extencionista. (Juan Hernandez. B Davis, Entrevistadores)
49. Sukhantme, V. P. (1963). *metodos estadisticos para investigadores agricolas.* edicion en español. fonde de agricultura economica.
50. Tjalling, H. (2006). *SQM-CROP KIT TOMATO L-ES.* Recuperado el 15 de Abril de 2012, de www.sqm.com
51. Torrez, A. J. (2003). *evaluacion de dosis de NPK con fertirriego en el cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum mill) informe tecnico anual.* INTA. Managua: pp38.
52. *Un esquema porcentual para el manejo integrado de la mosca blanca (Bemisia tabaci) en el cultivo de tomate.* (1993). Recuperado el 12 de julio de 2012, de Manejo integrado de plagas turrialba.
53. Villareal, R. (1982). *Instituto interamericano de cooperacion para la agricultura, San Jose, Costa rica.* Recuperado el 14 de abril de 2012
54. *Wikipedia.* (s.f.). Recuperado el 26 de julio de 2011, de La enciclopedia libre. *Solanum lycopersicum:* es.wikipedia.org/wiki/solanum_lycopersicum.
55. Wilber Salazar, B. B. (2009). *enfermedades de hortalizas, una guía para su identificación y manejo en campo.* Leon.
56. Wild, A. (1992). *Mundi-prensa.* Recuperado el 25 de Enero de 2012, de Condiciones del suelo y del desarrollo de la planta.

X. ANEXOS

Tabla 1. Anova para la variable altura.

ANOVA

Altura (cm)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	105207,617	5	21041,523	50,643	,000
Intra-grupos	206912,143	498	415,486		
Total	312119,760	503			

Tabla 2. Prueba de subconjuntos homogéneos según Tukey para la variable altura.

Altura (cm)

HSD de Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05		
		1	2	3
Peto-98 inoculado	45	28,1556		
Padano inoculado	45	34,8889	34,8889	
Linea-7 inoculado	90		39,9444	
Peto-98 testigo	108			60,1204
Padano testigo	108			64,1111
Linea-7 testigo	108			69,4815
Sig.		,354	,672	,067

Tabla 3. Anova para la variable N° de hojas.

ANOVA

N° Hojas

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	91502,054	5	18300,411	49,647	,000
Intra-grupos	183568,446	498	368,611		
Total	275070,500	503			

Tabla 4. Prueba de subconjuntos homogéneos con Tukey para el número de hojas.

N° Hojas

HSD de Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
Peto-98 inoculado	45	15,69	
Padano inoculado	45	17,69	
Linea-7 inoculado	90	22,50	
Peto-98 testigo	108		45,08
Padano testigo	108		47,61
Linea-7 testigo	108		49,26
Sig.		,274	,782

Anexo
3.

Estadístico

Tabla 5. Anova para la variable Diámetro del tallo.

ANOVA

Diámetro (cm)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	51,448	5	10,290	38,574	,000
Intra-grupos	132,841	498	,267		
Total	184,289	503			

Tabla 6. Prueba de subconjuntos homogéneos con Tukey para la variable Diámetro del tallo.

Diámetro (cm)

HSD de Tukey^{a, b}

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
Peto-98 inoculado	45	,3711	
Padano inoculado	45	,4267	
Linea-7 inoculado	90	,5578	
Peto-98 testigo	108		1,0741
Padano testigo	108		1,1278
Linea-7 testigo	108		1,1944
Sig.		,254	,728

Tabla 7. Anova para la variable Clorofila.

ANOVA

Clorofila

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	537021,298	5	107404,260	85,499	,000
Intra-grupos	625589,202	498	1256,203		
Total	1162610,5	503			

Tabla 8. Prueba de subconjuntos homogéneos con Tukey para la variable Clorofila.

Clorofila

HSD de Tukey^{a, b}

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
Linea-7 inoculado	90	202,66	
Peto-98 inoculado	45	214,89	
Padano inoculado	45	216,89	
Peto-98 testigo	108		272,28
Padano testigo	108		277,00
Linea-7 testigo	108		280,66
Sig.		,155	,716

Tabla 9. Anova para la variable N° de flores.

ANOVA

N° Flores					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	65235,093	5	13047,019	40,138	,000
Intra-grupos	140749,244	433	325,056		
Total	205984,337	438			

Tabla 10. Prueba de subconjuntos homogéneos con Tukey para el número de flores

N° Flores

HSD de Tukey ^{a,b}				
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05		
		1	2	3
Padano inoculado	34	10,35		
Peto-98 inoculado	31	11,19		
Linea-7 inoculado	77		22,42	
Linea-7 testigo	99			39,84
Padano testigo	99			41,14
Peto-98 testigo	99			44,71
Sig.		1,000	1,000	,700

Tabla 11. Prueba de subconjuntos homogéneos con Tukey para la variable densidad poblacional de mosca blanca.

Densidad M.B

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
HSD de Tukey ^{a,b} Peto 98 inoculado	45	34,71	
Padano inoculado	45	42,09	
Linea 7 inoculado	90		69,88
Sig.		,531	1,000

Tabla 12. Análisis de varianza del % severidad de virosis.

ANOVA

(%) de Severidad por estrato

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	40438,459	2	20219,229	23,606	,000
Intra-grupos	105353,009	123	856,529		
Total	145791,468	125			

Tabla 13. Prueba de subconjuntos homogéneos con Tukey para la variable (%) de severidad.

(%) de Severidad por estrato

HSD de Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
Línea-7 inoculado	54	26,30	
Peto-98 inoculado	36		57,50
Padano inoculado	36		66,25
Sig.		1,000	,373

Tabla 14. Anova para Número y Peso de frutos.

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Frutos Cosechados	Inter-grupos	305,722	3	101,907	13,220	,000
	Intra-grupos	1079,167	140	7,708		
	Total	1384,889	143			
Peso de cosecha (Kg)	Inter-grupos	26,398	3	8,799	66,706	,000
	Intra-grupos	18,336	139	,132		
	Total	44,733	142			

Tabla 15. Prueba de subconjuntos homogéneos para el número de frutos cosechados según Tukey.

Frutos Cosechados

HSD de Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05		
		1	2	3
Línea-7 inoculado	36	4,75		
Padano testigo	36		6,56	
Peto-98 testigo	36		6,72	
Línea-7 testigo	36			8,86
Sig.		1,000	,994	1,000

Tabla 16. Prueba de subconjuntos homogéneos con Tukey para peso de frutos (Kg).

Peso de cosecha (Kg)

HSD de Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05		
		1	2	3
Linea-7 inoculado	36	,4239		
Peto-98 testigo	36		,8082	
Linea-7 testigo	35			1,3946
Padano testigo	36			1,4634
Sig.		1,000	1,000	,854

Tabla 17. Anova para las variables longitud y diámetro de los frutos.

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Longitud del fruto (cm)	Inter-grupos	410,348	3	136,783	829,296	,000
	Intra-grupos	156,691	950	,165		
	Total	567,040	953			
Diámetro del fruto (cm)	Inter-grupos	362,131	3	120,710	25,979	,000
	Intra-grupos	4409,560	949	4,647		
	Total	4771,691	952			

Tabla 18. Prueba de subconjuntos homogéneos con Tukey para la variable longitud del

Longitud del fruto (cm)

HSD de Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05			
		1	2	3	4
Linea-7 inoculado	171	4,6275			
Peto-98 testigo	229		5,4607		
Linea-7 testigo	318			6,0726	
Padano testigo	236				6,5297
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

fruto.

Tabla 19. Prueba de subconjuntos homogéneos con Tukey para la variable diámetro del fruto.

Diámetro del fruto (cm)

HSD de Tukey^{a,b}

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05		
		1	2	3
Linea-7 inoculado	171	3,4801		
Peto-98 testigo	228		4,5140	
Linea-7 testigo	318			5,0947
Padano testigo	236			5,1627
Sig.		1,000	1,000	,987

Anexo 11. Proceso de establecimiento del experimento



18

Construcción de la jaula



32

Envoltura de la jaula



33

Jaula terminada



34

Del viejo a león



35

Del viejo a león



36

Surco para jaulas



37

Tesista Juan Hernández



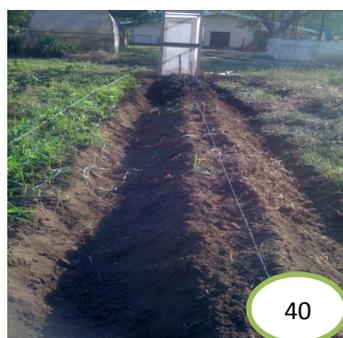
38

Tesista Bismar Davis



39

Primer jaula instalada



40

Vista opuesta de la jaula



41

Jaula instalada



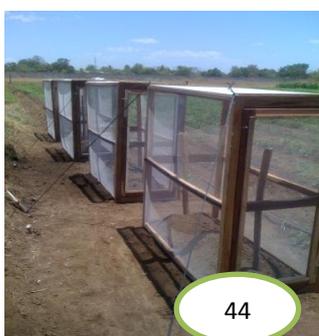
42

Desinfección de tutores



43

Jaulas con tutores



44

Jaulas con tutores



45

18 jaulas instaladas



46

Tesista trasplantando



47

Tesista trasplantando



48

Tomate con virosis



49

Tesista inoculando



50

Inoculando



51

Planta de tomate jaula



52

Experimento



53

Tesista Bismar



54

Tesista Juan