

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
PROGRAMA RECURSOS GENETICOS NICARAGÜENSES**



TRABAJO DE DIPLOMA

INCIDENCIA DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci* Genn)
Y PICUDO (*Anthonomus eugenii* Cano) EN CINCO GENOTIPOS
DE CHILE (*Capsicum* ssp.)

AUTORES:

Br. JORGE ISAAC GUTIÉRREZ ARCE
Br. HAROLD SANTIAGO CAMPOS BALMACEDA

ASESORES:

Ing. MSc. REINALDO LAGUNA MIRANDA
Ing. MSc. ÁLVARO BENAVIDES GONZÁLEZ

MANAGUA, NICARAGUA
DICIEMBRE, 2004

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso creador del cielo y la tierra, por haberme dado fortaleza, perseverancia y sabiduría para culminar con éxito una de mis importantes metas propuestas.

A mis padres, Bertha Arce y Jorge Gutiérrez, quienes con su esfuerzo me brindaron todo el apoyo moral y económico durante mis estudios. Y a mi hermana Diana Gutiérrez por sus consejos y motivación.

A mis abuelos Denis Arce, Tránsito Gutiérrez (q.e.p.d) y especialmente a mi abuelita Socorro Mairena, por sus constantes consejos y oraciones, las que me han ayudado mucho en la vida

A mis tíos, que me apoyaron durante mis estudios brindándome sus sabios y valiosos consejos.

Y a todas aquellas personas que fueron fuente de motivación y ayuda para poder culminar mis estudios universitarios y trabajo de diploma.

Br. Jorge Isaac Gutiérrez

DEDICATORIA

Dedico la culminación de mis estudios y de esta Tesis:

A *Dios* Padre, a su Hijo Jesucristo, y María nuestra Madre, ya que esto es el resultado de sus bendiciones.

A mis padres Blass Santiago Campos Calderón y Sara María Balmaceda Espinoza, de manera especial por haberme apoyado incondicionalmente a lo largo de mi vida, por sus buenos ejemplos, apoyo en mi formación y por ser los pilares de mi vida.

A mis hermanos, por alentar mis esfuerzos en mi formación profesional, especialmente a la Lic Danelia Campos.

A mi compañera de vida Lic. Lennis del Carmen Baltodano Contreras, por todo su amor y comprensión, y a mis queridos y adorados hijos Santiago Alejandro y Samel Eugenia Campos Baltodano, por ser mi fuente de inspiración y superación.

A mis tíos *Lic.* Olympia Campos y el *Ing. Agr.* Manuel Campos, por su motivación y apoyo, permitiéndome dar un paso hacia adelante.

A todos mis amigos que siempre estuvieron conmigo apoyándome y motivándome siempre para salir adelante y ser lo que soy hoy en día.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a mi formación profesional.

Br. Harold Santiago Campos B.

AGRADECIMIENTOS

A *Dios* que nos dió fuerza y sabiduría para culminar nuestros estudios universitarios, por dejarnos sentir que estamos vivos cada día que pasa y que tenemos un deber en este mundo. A tí *Dios* todo poderoso te ofrecemos la cosecha de nuestras vidas y a nuestra Madre la Virgen María.

Al *Ing. M.Sc.* Reinaldo Laguna Miranda y al *Ing. M.Sc.* Alvaro Benavides Gonzáles, por el asesoramiento, por transmitir sus conocimientos, por su apoyo y colaboración, y por el tiempo que nos dedicaron para la realización del presente Trabajo de Diploma.

Al Dr. Oscar Gómez Gutiérrez, por sus acertadas sugerencias y recomendaciones del presente Trabajo de Diploma.

Al MSc. Daniel Querol, por haber suministrado la mayor parte de los genotipos evaluados.

Al Lic. Héctor Ortiz Gutiérrez por su apoyo incondicional para la culminación de este trabajo de tesis.

Al Sr. Virgilio Ordóñez, responsable de campo (REGEN), por su valiosa cooperación en el manejo y cuidado del experimento.

Al Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN) de la Universidad Nacional Agraria (UNA) por facilitarnos el equipo y material para realizar el presente trabajo trabajo.

A nuestros compañeros de clase del quinto año de Ing. Agronómica Generalísta (Grupo 1), quienes nos apoyaron en el establecimiento de nuestro experimento.

A todos los docentes de la Universidad Nacional Agraria que formaron parte de nuestra formación profesional.

Al personal del CENIDA por brindarnos la bibliografía necesaria para la realización del presente estudio, especialmente al Ing. Gabriel López.

Br. Jorge Isaac Gutiérrez Arce
Br. Harold Santiago Campos Balmaceda

CONTENIDO

| | Página |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| ÍNDICE GENERAL | <i>i</i> |
| ÍNDICE DE CUADROS | <i>iii</i> |
| ÍNDICE DE FIGURAS | <i>iv</i> |
| | <i>v</i> |
| ANEXO DE CUADROS | |
| RESUMEN | <i>vi</i> |
| | |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| | |
| II. REVISION BIBLIGRAFICA | 4 |
| 2.1 Diversidad genética de chile | 4 |
| 2.2 Clasificación taxonómica | 4 |
| 2.3 Principales características de las especies de importancia económica | 4 |
| 2.4 Botánica | 5 |
| 2.5 Valor nutricional | 5 |
| 2.6 Necesidades climáticas | 6 |
| 2.7 Suelo | 6 |
| 2.8 Fertilización | 6 |
| 2.9 Malezas | 7 |
| 2.10 Plagas y enfermedades | 7 |
| 2.11 Descripción de las principales plagas, enfermedades y posible manejo | 8 |
| | |
| III. | 15 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | |
| 3.1 Ubicación del experimento | 15 |
| 3.2 Establecimiento del experimento y materiales genéticos | 16 |
| 3.3 Preparación del semillero | 17 |
| 3.4 Preparación del terreno | 17 |
| 3.5 Riego | 17 |
| 3.6 Control de malezas | 17 |

| | | |
|------------|--------------------------------------|-----------|
| 3.7 | Fertilización | 18 |
| 3.8 | Metodología del análisis estadístico | 18 |
| 3.9 | Descripción de variables | 19 |
| 3.9.1 | Número de moscas blancas por planta | 19 |
| 3.9.2 | Incidencia de virosis | 19 |
| 3.9.3 | Severidad de virosis | 20 |
| 3.9.4 | Número de frutos caídos por picudo | 21 |
| 3.9.5 | Número de frutos por planta | 21 |
| 3.9.6 | Número de frutos deformes | 21 |
| 3.9.6.1 | Porcentaje de frutos deformes | 21 |
| 3.9.7 | Rendimiento (kg ha ⁻¹) | 21 |
| IV. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 22 |
| 4.1 | Número de moscas blancas por planta | 23 |
| 4.2 | Incidencia de virosis | 23 |
| 4.3 | Severidad de virosis | 25 |
| 4.4 | Número de frutos caídos por picudo | 26 |
| 4.5 | Número de frutos por planta | 28 |
| 4.6 | Número de frutos deformes | 29 |
| 4.6.1 | Porcentaje de frutos deformes | 29 |
| 4.7 | Rendimiento (kg ha ⁻¹) | 30 |
| IV. | CONCLUSIONES | 32 |
| V. | RECOMENDACIONES | 33 |
| VI. | REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 34 |
| VII | ANEXOS | 36 |

INDICE DE CUADROS

| | | Página |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Cuadro 1. | Valor nutricional de chile dulce (<i>Capsicum annum</i>) y chile picante (<i>C. frutescens</i>) | 5 |
| Cuadro 2. | Propiedades químicas y físicas del suelo del REGEN | 16 |
| Cuadro 3. | Información básica del germoplasma de chile evaluado | 16 |
| Cuadro 4. | Características de los genotipos de chile evaluados | 17 |
| Cuadro 5. | Escala de severidad de los síntomas virales en <i>Capsicum</i> ssp. REDCAHOR, (1999). | 20 |
| Cuadro 6. | Comparación de medias para la variable número de frutos afectados por picudo. | 27 |
| Cuadro 7. | Comparación de medias para las variables número de frutos por planta (FPP), frutos deformes (FD) y rendimiento (REND). | 28 |

INDICE DE FIGURAS

| | <i>Página</i> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Figura 1. Temperatura promedio, precipitación (pp) y humedad relativa (HR). INETER, 2004. | 15 |
| Figura 2. Valores medios y significancia estadística en las fechas (DSH=0.3639) y genotipos (DSH=0.2609) en el número de mosca blanca. Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\infty = 0.05$). | 23 |
| Figura 3. Valores medios y significancia estadística en las fechas (DSH=18.057) y genotipos (DSH=14.139) en la incidencia de virosis. Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\infty = 0.05$). | 25 |
| Figura 4. Valores medios y significancia estadística en las fechas (DSH=9.9582) y genotipos (DSH=18.75) en la severidad de virosis. Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\infty = 0.05$). | 26 |
| Figura 5. Porcentaje de frutos deformes para cada genotipos | 30 |

ANEXOS DE CUADROS

| | | Página |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Cuadro 1A | Modelo estadístico utilizado en las variables número de mosca blanca, incidencia y severidad de virosis. | 37 |
| Cuadro 2A | Valores medios del número de mosca blanca en las interacciones conformadas. | 37 |
| Cuadro 3A | Valores medios de la incidencia (%) en las interacciones conformadas. | 38 |
| Cuadro 4A | Valores medios de la severidad (%) en las interacciones conformadas. | 38 |
| Cuadro 5A | Principales características de las especies de importancia económica. | 39 |

RESUMEN

Este trabajo se realizó en el período comprendido entre noviembre 2003 y abril 2004, en el área experimental del programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN), de la Universidad Nacional Agraria, ubicado en el km 12 ½ Carretera Norte con el objetivo de evaluar cinco genotipos de chile (*Capsicum* ssp.), a la infestación natural de las principales plagas. Los genotipos evaluados fueron CANICA1, CANICA2, ALFILERILLO, DIENTE PERRO Y MIRASOL; se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA). Las variables evaluadas fueron: incidencia de mosca blanca, incidencia y severidad de virosis, incidencia de picudo, número de frutos por planta, número de frutos anormales y rendimiento (kg ha^{-1}). Para identificar características entre los genotipos, se realizó análisis de varianza y separación de medias (Tukey $\alpha=0.05$). Los resultados indicaron que para todas las variables evaluadas existen diferencias significativas. El mayor promedio de mosca blanca la obtuvo el genotipo CANICA2 y el menor el genotipo MIRASOL. En cuanto a la incidencia de virosis el menor valor lo presentó CANICA1 y el mayor DIENTE PERRO. El genotipo con mayor severidad por infección viral fue MIRASOL y el menor valor promedio en CANICA1. Para la variable número de frutos por planta, los genotipos MIRASOL y ALFILERILLO promediaron los menores y mayores valores promedio, respectivamente. En cuanto a frutos deformes el menor promedio lo obtuvo CANICA1 y el mayor DIENTE PERRO. Los mayores rendimientos fueron alcanzados por los genotipos DIENTE PERRO (944.4 kg ha^{-1}) y CANICA2 (941 kg ha^{-1}) y el menor valor al genotipo ALFILERILLO con un rendimiento de 368.8 kg ha^{-1} .

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de chile (*Capsicum* ssp) pertenece a la familia de las solanáceas. El origen del chile o pimiento se ha establecido por especies; así vemos que *Capsicum annum* (chile dulce) es originario de México, después se encontró en la parte central de Colombia; *Capsicum frutescens* (chile picante) es originario de Mesoamérica encontrándose difundido por la zona de Suramérica (Bayer, 1968).

El género *Capsicum* está compuesto por más de 20 especies de las cuales se reconocen cinco como las formas cultivadas de chile; *Capsicum annum*, *C. frutescens*, *C. baccatum*, *C. chinense* y *C. pubescens* (Bolaños, 1998).

El chile (*Capsicum* ssp) es una hortaliza muy importante por su valor nutritivo, es rico en vitaminas A, C y minerales. Después del tomate y la cebolla, es la hortaliza más importante como alimento y condimento en las distintas comidas de los nicaragüenses. Se estima que el área cultivada de chile dulce en el país es de 415 a 467 hectáreas, encontrándose las principales zonas productoras en Matagalpa y Jinotega (Laguna, 2004). A la fecha se desconocen las cantidades exactas de las áreas sembradas de chile picante (INTA, 2003). Los rendimientos dependen del nivel tecnológico aplicados por los productores, los factores climáticos y de las plagas (CATIE, 1993).

Con excepción de *Capsicum pubescens*, el resto de las especies de chile son exigentes al clima cálido y seco. La germinación y crecimiento de la planta ocurre entre 13 a 30° C y se puede cultivar en un amplio rango de suelos que va desde arcillosos, areno-limosos con un pH óptimo que oscila entre 5.0 y 6.5 (Bolaños, 1998).

El chile contiene alcaloides que funcionan como defensa contra muchas plagas. Uno de dichos alcaloides en chile es la capsicina, responsable del sabor picante de los distintos cultivares y variedades. En los frutos maduros, la capsicina se encuentra únicamente en las capas externas de la placenta y bajo la epidermis (CATIE, 1993).

El fruto del chile presenta distintas formas, colores, sabores, tamaños igualmente diferentes tipos de plantas; estas son atacadas por plagas y enfermedades mermando sus rendimientos y desmejorando la calidad de los frutos (Him, 1999).

La producción de chile en Nicaragua se mantiene amenazada por el picudo de chile (*Anthonomus eugenii*), considerado la plaga más dañina de este cultivo por atacar directamente los frutos y ocasionar pérdidas sustanciales a la producción reduciendo la ganancia de los productores (CATIE, 1993).

El picudo del chile es un insecto clave durante la etapa de floración y fructificación en todas las zonas de producción de la región centroamericana y puede causar pérdidas masivas de frutos, alcanzando a veces el 100% si no se controla (CATIE, 1993).

Otra de las principales limitantes del cultivo de chile lo constituye las altas infestaciones por mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn). El daño más serio que ésta plaga ocasiona es la transmisión de virus, pues es capaz de transmitir varios geminivirus y otros tipos de virus. Las virosis han sido uno de los problemas más severos que en algunos casos ha obligado a abandonar los cultivos como frijol, tomate y chile (Salguero, 1992). Dicho complejo de plagas, mosca blanca y picudo causa importantes pérdidas económicas al reducir los rendimientos, mermar la calidad de los bienes agrícolas producidos y aumentar los costos de producción por el uso intensivo de insecticidas químicos sintéticos. Este último a su vez redundo en una serie de costos ambientales y sociales (Hilje, 1996).

En Nicaragua, en el cultivo de chiltoma (*Capsicum annum*) se reportaron pérdidas de 30-50 % para 1991 -1992, debido a la transmisión de virus (Hilje y Arboleda, 1992).

Con la realización de este trabajo se pretende evaluar cinco genotipos de chile (*Capsicum ssp*), bajo infestación natural de mosca blanca y picudo, con los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Evaluar el comportamiento de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn) y picudo (*Anthonomus eugenii* Cano) en cinco genotipos de chile (*Capsicum ssp*)

Objetivo específico:

- Evaluar el comportamiento poblacional de la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn) en los cinco genotipos de chile.
- Evaluar la incidencia de virosis y severidad de los síntomas en los cinco genotipos de chile.
- Determinar el efecto del ataque del picudo (*Anthonomus eugenii* Cano) sobre el rendimiento en los cinco genotipos de chile.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Diversidad genética de Chile

Probablemente la especie *Capsicum annum* es la más sembrada en el mundo y en la que se encuentran mayor variabilidad genética. El centro de domesticación de esta especie se encuentra en Centro América y México, en este último se han descubierto restos arqueológicos que datan de más de 7000 a C, lo que indica que estas plantas fueron utilizadas por los habitantes de esta región mucho antes del establecimiento de la agricultura (IBPGR, 1983).

2.2 Clasificación taxonómica

División: Angiospermae
Clase : Dicotiledonea
Subclase: Metachlmydeae
Orden: Tubiflorae
Familia: Solanaceae
Género: *Capsicum*
Especie: *annum, frutescens, baccatum, chinense, pubescens*

2.3 Principales características de las especies de importancia económica

Las principales especies cultivadas de Chile presentan características similares en cuanto a su morfología entre las que sobresale el cáliz de los frutos maduros, los cuales son sin constricción anular en unión con el pedicelo (algunas veces irregularmente arrugada), carne del fruto firme, el número de cromosomas para todas las especies es de $2n=24$ con un par de cromosomas acrocéntricos, con excepción de la especie *Capsicum annum* que presenta dos par de cromosomas acrocéntricos (IBPGR, 1983). Algunas características propias de cada especie se presentan Cuadro 5A en Anexos.

2.4 Botánica

El chile es una planta perenne en sus formas silvestres mientras que las especies cultivadas se comportan como anuales en zonas de clima templados y como perennes de corta vida en el trópico. Es una planta semi-leñosa, monoica, dicotiledónea, autogama. Presenta flores pentámeras o hexámeras de color blanco. Su fruto es una baya compuesta por dos o más celdas. El sistema radicular formado por una raíz principal pivotante y numerosas raíces secundarias, alcanza una profundidad media de 0.80-1.20 m. En general presenta un tallo principal con 13 hojas en el cual a partir del tercer nudo aparecerá la primera flor (Bolaños, 1998).

2.5 Valor nutricional

Como se muestra en el Cuadro 1 el chile es una buena fuente de vitaminas A y C. Hay que notar también que el chile picante tiene mayor contenido de caroteno mientras que el chile dulce verde tiene el más alto contenido de vitamina C.

Cuadro 1. Valor nutricional de chile dulce (*Capsicum annum*) y chile picante (*C. frutescens*)

| Componentes | Dulce | | Picante | |
|----------------------|-------|--------|---------|--------|
| | verde | rojo | fresco | seco |
| Agua (ml) | 86.0 | 87.0 | 74.0 | 8.0 |
| Calorías (cal) | 48.0 | 45.0 | 94.0 | 2.9 |
| Proteínas (g) | 2.0 | 2.0 | 4.1 | 15.0 |
| Grasa (g) | 0.8 | 0.8 | 2.3 | 11.0 |
| Fibra (g) | 2.6 | 1.7 | 18.0 | 33.0 |
| Calcio (mg) | 29.0 | 11.0 | 58.0 | 150.0 |
| H. carbono (g) | 10.0 | 9.0 | 18.0 | 33.0 |
| Fósforo (mg) | 61.0 | 47.0 | 101.0 | - |
| Hierro (mg) | 2.6 | 0 | 2.9 | 9.0 |
| β-caroteno (ui) | 180.0 | 4770.0 | 7140.0 | 1000.0 |
| Tiamina (mg) | 0.17 | 0.09 | 0.25 | 0.6 |
| Riboflavina (mg) | 0.15 | 0.1 | 0.2 | 0.5 |
| Niacina (mg) | 2.2 | 0.4 | 2.4 | 12.0 |
| Acido Ascórbico (mg) | 140.0 | 86.0 | 121.0 | 10.0 |

Fuente: Bolaños, 1998

2.6 Necesidades climáticas

Los cultivares picantes de *C. baccatum* y *C. frutescens* son más tolerantes a temperaturas elevadas que *C. annum* (Chile dulce). El cuaje de fruto de chile no ocurre a temperatura inferior a 15 ó sobre 32 °C, encontrándose su óptimo entre 16–21 °C. Por otro lado, la germinación y crecimiento de la planta de chile se da bien entre 13–30 °C, por debajo de 13°C la germinación es lenta, mientras que a 21°C la semilla logra germinar en 12 días y a 25 °C en 8 días (Bolaños, 1998).

2.7 Suelo

El chile se puede cultivar con éxito en muchos tipos de suelos, desde arcillosos a arenoso-limosos, pero los más preferibles son los suelos franco-arenosos, con buen contenido de materia orgánica porque contienen las características más deseadas por el cultivo, como son aireación y buen drenaje. Suelos salinos afectan el cultivo, interfiriendo con su crecimiento normal. Buena nivelación y buen drenaje son condiciones indispensables para tener éxito en el cultivo. El chile se desarrolla bien en suelos cuyos pH sea entre 5.0–6.5 (Bolaños, 1998).

2.8 Fertilización

Este cultivo demanda una fuerte dosis de fertilizantes, por lo que se recomienda abonar con materia orgánica (estiércol seco) durante la preparación del terreno, para posteriormente complementar con una dosis de 200 kg de Nitrógeno, 160 kg de Fósforo y 100 kg de Potasio por hectárea. La fertilización debe hacerse colocando todo el fósforo y el potasio con un tercio de la dosis de nitrógeno.

2.9 Malezas

La competencia entre las malezas y el cultivo de chile reduce drásticamente el rendimiento, especialmente durante los primeros 60 días. El control de malezas puede hacerse por medios químicos y deshierbes oportunos. Cuando se utilizan cultivadoras, la labor debe ser superficial sobre la primera pulgada de suelo, para evitar dañar el sistema radicular de la planta en el área de mayor eficiencia (Bolaños, 1998).

2.10 Plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades pueden ocasionar pérdidas sustanciales en la producción, reduciendo las ganancias de los productores. Las plagas y enfermedades del chile varían durante todo el desarrollo del cultivo, esto refleja las necesidades cambiantes a medida que la planta invierte mayor cantidad de recursos de energía y nutrimentos, ya sea en el crecimiento de sus raíces o de los tejidos vegetativos aéreos, o bien en la producción de flores y el desarrollo de frutos; cada una de estas etapas fenológicas difieren en susceptibilidad a las plagas y enfermedades (CATIE, 1993).

Plagas:

- Afidos (*Aphis gossypii* y *Myzus persicae*)
- Picudo del pimiento (*Anthonomus eugenii*)
- Gallina ciega (*Phytophaga* sp)
- Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)
- Ácaros (*Polyphagotarsonemus latus* y *Tetranychus* sp)
- Gusano cortador y comedor de hojas (*Spodoptera* sp)
- Tortuguilla (*Diabrotica* sp)
- Minador de hojas (*Lyriomiza*, *Agromyza*)

Enfermedades:

- Pudrición basal (*Phytophthora capsici*)
- Marchitez (*Verticilium* sp)
- Marchitez bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *capsici*)
- Mosaico del tabaco (TMV)
- Pudrición apical
- Virus del mosaico del pepino (CMV)
- Mosaico dorado del tomate (MDT)
- Mosaico amarillo del tomate (MAT)

2.11 Descripción de las principales plagas, enfermedades y posible manejo

***Anthonomus eugenii* Cano** (Coleóptero-Curculionidae)

Nombre común: Picudo de la chiltoma, picudo del chile

Descripción y hábito

Huevo: Mide aproximadamente 0.5 x 0.4 mm, son ovoides, blancos, amarillándose antes de la eclosión. Tardan de 2–5 días para eclosionar.

Larva: Las recién emergidas se alimentan de la placenta y de las semillas del fruto en desarrollo, pasando por tres estadios larvales dentro del fruto, donde también empupan. Las larvas del tercer estadio mide de 5–6 mm de longitud, es apoda (sin patas), gris–blancuzca. La duración larval dura de 6–12 días.

Pupa: Después de un periodo pre-pupa que dura de 1–8 días, la larva del tercer estadio empupa dentro del fruto, en una celda excavada con anterioridad. La pupa es blanca, semitransparente, oscureciéndose en las regiones que corresponden a los ojos, el rostro y los elitros, a medida que madura. El periodo de la pupa dura de 3-6 días.

Adulto: Al alcanzar el estado adulto, el picudo del chile es de color mamón pálido y puede quedar adentro de la celda del fruto de unas pocas horas hasta 4 días antes de abrir un agujero al exterior, tiene forma ovalada y su tamaño oscila entre 2–4 mm con

excepción del rostro, cuerpo cubierto por escamas que semejan pelos, de color gris o negruzco.

Daño: El daño principal del picudo de Chile es causado por la alimentación de las larvas dentro del fruto en desarrollo, quienes provocan la aparición de una mancha necrótica que circunda el área donde se encuentran las semillas. Típicamente se encuentran de 1 a 3 larvas en cada fruto infestado. Cuando el ataque es severo se caen las flores, las yemas florales y los frutos inmaduros, también puede ocurrir la maduración prematura y la producción de frutos deformes.

Es un insecto clave durante la etapa de floración y fructificación en todas las zonas de producción de la región centroamericana, excepto en Costa Rica y Panamá; puede causar pérdidas masivas de frutos, a veces alcanzando el 100% si no se controla. El daño causado por las larvas se manifiesta en el reducido número de frutos, su caída precoz, la maduración prematura y la producción de frutos deformes (CATIE, 1993).

Manejo

El control biológico de esta plaga ha sido poco estudiado; de lo que se conoce, dicho control parece ser poco eficaz para mantener la población por debajo de los niveles que son importantes económicamente (CATIE, 1993).

Dado que las larvas no pueden ser controladas una vez que entran en los frutos, el manejo depende del monitoreo cuidadoso de las poblaciones de adultos y de su combate con insecticidas, antes que las hembras ovopositen. Las medidas culturales tales como la siembra temprana o alejada de fuentes de infestación, pueden ayudar a reducir la intensidad o atrasar el inicio de la infestación, pero deben ser suplementadas con programas de monitoreo.

En áreas donde se presente el picudo del Chile, es probable que motive la mayoría de las aplicaciones de insecticidas efectuadas durante el ciclo de cultivo. Estas aplicaciones también afectan a las poblaciones de enemigos naturales y pueden ocasionar brotes

de otras plagas secundarias. El monitoreo del picudo es una medida que permite restringir el uso de insecticidas a los momentos cuando sea estrictamente necesario para evitar daños de importancia económica.

El método de muestreo se basa en recuentos de picudos adultos en los brotes terminales de las plantas, comenzando cuando aparecen los primeros brotes florales. Se consideran brotes terminales a los extremos de las ramas donde se encuentran hojas recién emergidas, botones florales, flores, o frutos recién cuajados. Los recuentos se deben iniciar tan pronto como empiece la floración, un 5% de botones florales es un buen indicador. Ellos deben realizarse dos veces por semana, cuando los picudos sean visibles en los brotes terminales, en horas de la mañana, entre 5:00 a 10:00, o por la tarde, de las 17:00 en adelante. Los picudos no se exponen en tiempo muy soleado, sino que se esconden debajo del follaje o llegan al suelo y lo mismo ocurre al tocar o mover las plantas durante el recuento; de ahí la importancia de evitar que esto suceda. Las aplicaciones de insecticidas contra el picudo del chile deberían realizarse muy temprano en la mañana o muy entrada la tarde, cuando el insecto se encuentre sobre la superficie de la planta. El equipo de aspersion debe ser ajustado para producir gotitas muy finas, para que éstas queden adheridas al cuerpo del insecto. Debido a que es necesario aplicar cuando hay frutos sobre la planta, es preferible emplear insecticidas que no tengan acción sistémica y que no sean de residualidad prolongada. Entre los insecticidas que reúnen estas características están malatión, ciflutrín, carbaril y deltametrina (CATIE, 1993).

Las prácticas de prevención más importantes son aquellas dirigidas a la eliminación de fuentes de infestación o reinfestación. Las plantaciones viejas, más avanzadas y mal manejadas de todo tipo de *Capsicum*, constituyen las fuentes principales de infestación de las siembras nuevas. Si es posible sincronizar las siembras en una zona para que todas entren en floración en el mismo momento, se puede evitar este problema; sin embargo, la mayoría de las zonas productoras del chile en América Central se caracterizan por la falta de sincronización de las siembras; a veces se llega

al extremo de haber siembras de diferentes edades en todos los meses del año (CATIE, 1993).

Existen otras prácticas culturales que el agricultor individual puede emplear para reducir el peligro de la inmigración masiva de picudos adultos a su parcela: cuando existen épocas distintas de siembra, las siembras tempranas usualmente sufren niveles menores de infestación, debido a que la plaga no ha tenido oportunidad de aumentar su población en otras de las zonas; la siembra de una plantación nueva siempre debería hacerse lo más lejos posible de siembras existentes o cultivos abandonados; debe dejarse un período de 2 a 3 meses sin la presencia del cultivo, antes de sembrar un lote vecino; este período es suficiente para interrumpir el ciclo biológico del insecto (CATIE, 1993).

***Bemisia tabaci* Genn** (Homóptera: Aleyrodidae)

Nombre común: Mosca blanca

Descripción y hábito

Huevo y ninfa: Los huevos eclosionan en 5 días, seguidos por tres etapas de ninfas (3-6; 3 y 2 días respectivamente) y luego un estadio de pupa (2-4 días) y emergencia de los adultos, que pueden vivir varias semanas.

Adulto: Son pequeños insectos blancos de 1–2 mm de longitud, con el aspecto de polilla. Tienen dos pares de alas, cubiertas de cera fina. *B. tabaci* es vector de un geminivirus del tomate en América Central. Las hojas nuevas se encrespan y la planta sufre un achaparramiento durante el ciclo vegetativo, muchos frutos se quedan verdes y pequeños, sin llegar a madurar.

Se le conoce principalmente como plaga de estación seca, con un punto máximo a fines de febrero y muestra un incremento poblacional durante el veranillo de medio año. Es una plaga muy difundida en América Central en algodón, tabaco, frijol y tomate irrigado. Aparentemente es un vector de virus en todos estos cultivos. Su primera

aparición se registró durante el ciclo algodonero de 1961-62 en El Salvador; en 1964 apareció en Honduras y en 1965 en Guatemala y Nicaragua.

Se producen numerosas generaciones por año, con un ciclo de vida cercano a 21 días. *B. tabaci* se encuentra en el Chile en la época seca, especialmente durante la siembra bajo riego. Los adultos se encuentran alimentándose en el envés de las hojas y vuelan cuando son perturbados, pero el único daño que causa al Chile dulce en América Central es la transmisión de un geminivirus, probablemente el mosaico amarillo del tomate. La planta tiene que ser infectada en una etapa temprana para que haya una disminución del rendimiento como consecuencia de la acción del virus y la etapa más crítica son las primeras cinco semanas del cultivo, pero un problema común es el trasplante al campo de plántulas ya infestadas por el virus en el semillero dada su eficiencia como vector, pocos adultos de *B. tabaci* son suficientes para infectar con virus muchas plantas (Hilje, 1996).

Manejo

Hilje y Arboleda (1992), describen algunas prácticas de manejo enfocado específicamente a *B. tabaci*. Sin embargo, muchas de ellas se podrían utilizar para otras especies. Antes de discutir algunas que podrían incluirse en estrategias para combatir a dicha plaga, conviene remarcar sistemáticamente, algunos datos biológicos de *B. tabaci* y los virus que transmite:

- Los adultos de *B. tabaci* permanecen “protegidos” en el envés de las hojas durante toda su vida.
- Tienen una gran capacidad para desarrollar resistencia a los insecticidas.
- Muestran gran plasticidad genética para desarrollar biotipos y adaptarse a condiciones nuevas o adversas.
- Tienen hábitos migratorios, colonizando constantemente nuevos campos de cultivo.
- Tanto el vector como el virus presentan múltiples hospedantes ya sean estas plantas cultivadas o malezas.
- Se debe evitar que el virus llegue a las plantas sanas que se quieren proteger.

- La protección debe ser temprana pues si los virus infectan la planta en sus primeros días de desarrollo, la producción se reducirá drásticamente.

Considerando estos elementos, a continuación se analizará cuales de las prácticas podrían integrarse en programas de manejo de este problema.

Control cultural

Dentro de esta categoría existen múltiples prácticas que podrían ser útiles contra *B. tabaci*. Sin embargo estos métodos presentan el problema de que el agricultor no percibe claramente su efecto, pues no eliminan, si no que apenas contribuyen a aminorar el problema. Cuando se trate de transferir tecnología de este tipo, se debe aclarar que tendrá que ayudarse con otras prácticas, pues el control cultural solo ayudará a retardar la aplicación de otras medidas del manejo. Dentro de este control se contemplan prácticas como:

- Fecha de siembra.
- Uso de barreras vivas.
- Altas densidades.
- Eliminación de malezas.
- Uso de coberturas.
- Cultivos asociados.
- Cultivos o plantas trampa.
- Eliminación de rastrojos.
- Períodos sin cultivo.
- Rotación de cultivos.

Control biológico

Existen muchos depredadores, parasitoides y algunos hongos entomopatógenos de las moscas blancas. Gerling (1990) reporta 36 especies de depredadores para *B. tabaci*, dentro de las que se incluyen 10 especies de coccinélidos, 8 de neurópteros y 12 de ácaros.

Variedades resistentes

Esta práctica ha tenido éxito principalmente para combatir hongos, bacterias y virus. En aquellos casos en que no se puede combatir al vector, la resistencia al virus es la única opción para controlar el problema.

Control legal

Muchas de las prácticas mencionadas podrían en un momento dado tratar de legislarse para obligar a los productores a utilizarlas y así lograr una disminución del problema a un nivel más amplio.

Control químico

Este es el método de combate más generalizado contra la mosca blanca. Sin embargo, sus aplicaciones se hacen en forma irracional la mayoría de las veces.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del Experimento

El experimento se estableció en el área experimental del Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN) adscrito a la Universidad Nacional Agraria, ubicado en Managua en el kilómetro 12 ½ carretera norte. La localidad se ubica geográficamente a 12° 08' latitud norte y 86° 10' longitud oeste, a una altura de 56 msnm, los suelos pertenecen a la serie la calera, presentando una textura franco franco-arcilloso, con un pH de 7.8 a 8.5 y una pendiente de 0-2 %. La Figura 1 muestra el comportamiento de las variables climáticas en las cuales se desarrolló el cultivo.

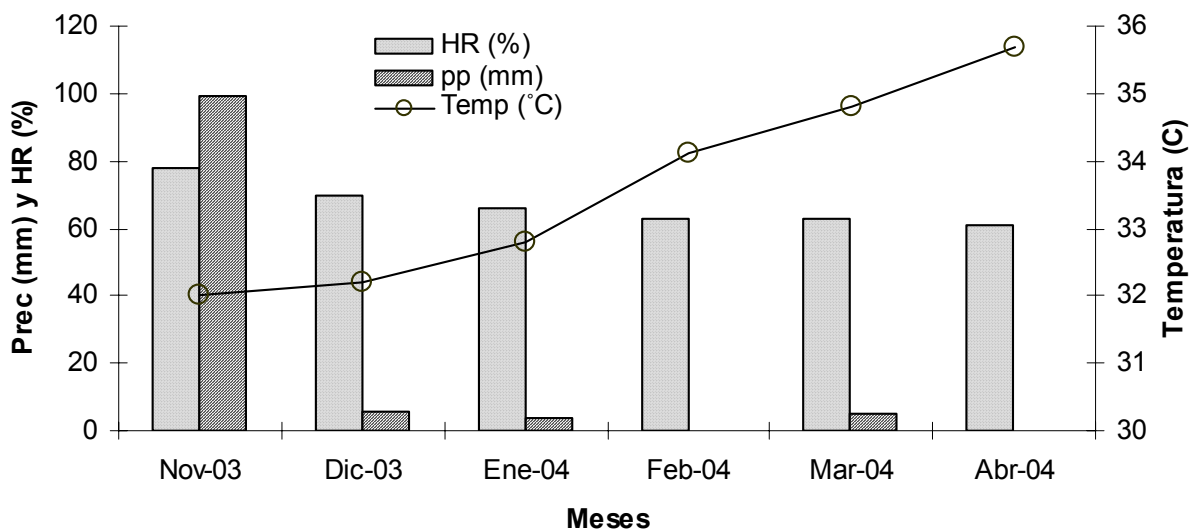


Figura 1. Temperatura promedio, precipitación (pp) y humedad relativa (HR). INETER, 2004.

Cuadro 2. Propiedades químicas y físicas del suelo del REGEN

| Característica | |
|----------------------|---------|
| pH | 7.5–8.5 |
| Materia orgánica (%) | 3.63 |
| Nitrógeno (meq) | 0.180 |
| Fósforo (meq) | 1.30 |
| Potasio (meq) | 1.74 |
| Calcio (meq) | 15.5 |
| Magnesio (meq) | 8.6 |
| C.I.C | 0.097 |

Fuente: Laboratorio de suelo y agua (UNA, 1992)

3.2 Establecimiento del experimento y materiales genéticos

El experimento se estableció en noviembre del 2003, en un diseño de Bloques Completo al Azar (BCA) con cuatro repeticiones. Se evaluaron cinco tratamientos (genotipos). Cada uno de ellos se estableció en un surco de 5 m de longitud compuesto por 10 plantas, de las cuales se consideró a seis planta como parcela útil por tratamiento, a una distancia de 0.5 m entre planta y 1 m entre surco y una distancia entre cada bloque de 2 m, para un área total de 144 m².

Cuadro 3. Información básica del germoplasma de Chile evaluado

| Nº | Genotipos | Código | Procedencia | Pungencia |
|----|--------------|--------|-------------|--------------|
| 1 | CANICA1 | CAN1 | Pakistán | Picante |
| 2 | CANICA2 | CAN2 | Pakistán | Picante |
| 3 | ALFILERILLO | ALFI | Perú | Semi-picante |
| 4 | DIENTE PERRO | DIEN | Nicaragua | Picante |
| 5 | MIRASOL | MIRAS | México | Semi-picante |

Fuente: Rodríguez y Rivera, 2004

Cuadro 4. Características de los genotipos de chile evaluados

| Característica | CAN1 | CAN2 | ALFI | DIENT | MIRAS |
|-----------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| Hábito de crecimiento | Compacto | Compacto | Postrado | Erguido | Erguido |
| Posición del fruto | Erguido | Erguido | Erguido | Declinado | Declinado |
| Forma del fruto | Ovalado | Ovalado | Alargado | Alargado | Cónico |
| Días a floración (dds) | 80 | 80 | 80 | 110 | 70 |
| Días a fructificación (dds) | 97 | 97 | 92 | 125 | 110 |

Fuente: Rodríguez y Rivera, 2004
dds=días después de la siembra

3.3 Fase de semillero

Los genotipos fueron sembrados en bandejas plásticas de 60 x 40 cm utilizando como sustrato humus de cachaza. En esta etapa las plántulas permanecieron por cinco semanas hasta el trasplante definitivo.

3.4 Fase de campo

La preparación del terreno se realizó de forma manual (chapoda, limpia y preparación de surcos con azadón). Una vez preparados los surcos se realizó el trasplante de los genotipos.

3.5 Riego

El riego se efectuó dos veces por semana en horas de la mañana. La irrigación se realizó a través del uso de aspersores.

3.6 Control de malezas

El control de malezas se realizó cada 15 días en la etapa de campo, el cual consistió en el arranque de maleza con azadón. La primera limpia se realizó a los 16 días después del trasplante (ddt).

3.7 Fertilización

En la etapa de campo se realizó una sola fertilización al momento del transplante, con una dosis de 4 onzas de humus de cachaza por planta. El fertilizante se aplicó al fondo del surco.

3.8 Metodología del análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos se realizó empleando los programas Excel y SAS. Los datos de cada variable fueron sometidos al análisis de varianza (ANDEVA). Con el objetivo de determinar las categorías estadísticas en los niveles de cada factor y para cada variable evaluada se procedió a realizar la prueba de rangos múltiples de Tukey ($\alpha=0.05$), y se determinó su criterio de comparación o mínima diferencia estadística (DSH), tanto en los efectos principales como en los tratamientos.

El ANDEVA para un Diseño en Bloques Completos al Azar se realizó en base al siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \xi_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = es el efecto del j -ésima observación en el i -ésimo genotipo de Chile

μ = es la media poblacional a estimarse a partir de los datos del experimento

τ_i = es el efecto del i -ésimo genotipo de Chile

β_j = es el efecto de la j -ésima repetición

ξ_{ij} = es el error experimental

Los datos de mosca blanca, severidad e incidencia de virosis fueron sometidos a una transformación según metodología de Steel & Torrie (1989):

$$Y = \sqrt{X + 0.5}$$

En donde:

X representa a la variable original, se le suma 0.5 y se extrae la raíz cuadrada. Al adicionársele 0.5 a la raíz, los valores de cero tomaron un valor en el análisis estadístico. **Y** es el resultado y el valor al cual se hicieron los análisis estadísticos. Los valores indicados en los cuadros del texto son los valores sin transformar.

El modelo aditivo lineal utilizado en estas variables se presenta en el Cuadro 1A en Anexos.

3.9 Descripción de variables

3.9.1 Número de moscas blancas por planta

Este dato se empezó a tomar a partir de los 21 ddt, los cuales se realizaron una vez por semana hasta los 96 ddt. Se revisaron 6 plantas en cada tratamiento por repetición para un total de 24 plantas por las 4 repeticiones.

3.9.2 Incidencia de virosis

La toma de datos se inició a los 40 ddt y se continuaron una vez por semana hasta los 100 ddt. Se revisaron 6 plantas en cada tratamiento por repetición para un total de 24 plantas por las 4 repeticiones, se revisaba toda la planta.

3.9.3 Severidad de virosis

La toma de datos se inició a los 40 ddt, se realizaron una vez por semana hasta los 100 ddt. Se revisaron 6 plantas en cada tratamiento por repetición para un total de 24 plantas por las 4 repeticiones. Cada planta se clasificó según el grado de severidad que presentaron. Para calcular el porcentaje de severidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$S = \frac{\sum_i x_i}{N(VM)} 100$$

Donde:

- S** = Severidad
 \sum_i = Sumatoria de valores observados
N = Número de plantas muestreadas
(VM) = Valor máximo de la escala

Cuadro 5. Escala de severidad de los síntomas virales en *Capsicum* ssp. REDCAHOR, (1999).

| Puntaje | Severidad (Síntomas) |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | No hay síntomas visibles. |
| 2 | Débil mosaico en las hojas. |
| 3 | Débil mosaico en las hojas nuevas y suave corrugado de la lámina. |
| 4 | Mosaico y corrugado de la lámina foliar y daño moderado en las hojas nuevas. |
| 5 | Mosaico y corrugado de las hojas generalizado. |
| 6 | Mosaico y corrugado de la lámina intensos. |
| 7 | Mosaico y corrugado de la lámina intensos, ramas deformadas. Disminución en el tamaño de las hojuelas. |
| 8 | Mosaico y corrugado de la lámina intensos, ramas deformadas. Disminución en el tamaño de las hojuelas. Láminas dobladas hacia arriba. |
| 9 | Las plantas muestran los síntomas anteriores más enanismo. |

Nota: El agente causal de la infección viral no fue identificado en el laboratorio

3.9.4 Número de frutos caídos por picudo

Para cuantificar el daño se recolectaron los frutos caídos por planta, se revisaron 6 plantas en cada tratamiento por repetición para un total de 24 plantas. El primer muestreo se realizó a los 69 ddt una vez por semana hasta los 120 ddt.

3.9.5 Número de frutos por planta

Se revisaron 6 plantas en cada tratamiento por repetición para un total de 24 plantas, se contabilizó el número de fruto por planta.

3.9.6 Número de frutos deformes

Para obtener el número de frutos deformes se tomó una muestra de 50 frutos al azar por genotipo cosechado, y se contabilizó el número frutos deformes los cuales fueron afectados por picudo.

3.9.6.1 Porcentaje de frutos deformes

Se determinó tomando en cuenta el porcentaje que representa el número de frutos deformes sobre el total de la muestra (50 frutos por genotipos, tomado al azar) de frutos sanos y deformes. Luego sumamos el total de frutos sanos y deformes de cada bloque dividido entre total de bloques, para obtener el total de frutos sanos y deformes por genotipo.

3.9.7 Rendimiento (kg ha^{-1})

Para obtener los datos de rendimiento se realizó una sola cosecha de chile a los 140 ddt, únicamente se seleccionaron 6 plantas en cada tratamiento por repetición para un total de 24 plantas por las 4 repeticiones, se recolectaron frutos verdes y maduros, se pesó el total de frutos por plantas para obtener el peso en gramo y posteriormente convertirlos a kg ha^{-1} .

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Número de moscas blancas por planta

Los resultados obtenidos del análisis de varianza realizado para mosca blanca muestran que existen diferencias altamente significativas, tanto entre los genotipos evaluados ($P=0.0003$), como entre fecha ($P=0.0001$) y para la interacción fecha*genotipo ($P=0.0004$). En el Cuadro 2A en Anexos se presentan las interacciones conformadas de los factores principales.

Los adultos de mosca blanca invaden las parcelas rápida y continuamente son favorecidos por la dirección del viento, y dependiendo de las cercanías de los cultivos o plantas silvestres donde se reproduzcan (Arias e Hilje, 1993b).

En la Figura 2 se puede observar el efecto significativo de los efectos principales (fecha y genotipos), el cual muestra la fluctuación poblacional de *B. tabaci*, a través del tiempo. Al realizar la prueba de separación de medias según Tukey, se observó que el muestreo realizado a los 21 ddt se diferenció estadísticamente con el resto de evaluaciones, esto se debe a que esta etapa corresponde al período crítico del cultivo. Por otro lado, a los 36 ddt el número de moscas blancas disminuyó hasta alcanzar el menor valor a los 96 ddt. Los adultos de *B. tabaci* desaparecen cuando el cultivo inicia senescencia, lo cual puede deberse a que las plantas resultan poco atractivas por su aspecto y su baja calidad nutritiva para permanecer en ellas, por lo que las moscas migran hacia otros cultivos o malezas (Rosset, 1990). De igual manera, *B. tabaci* se encuentra en el Chile en la época seca, especialmente durante las siembras bajo riego. Los adultos se encuentran alimentándose del envés de las hojas y vuelan cuando son perturbados (CATIE, 1993).

Para el factor genotipo, el mayor número de mosca blanca se presentó en CANICA2 con promedio de 1.63, mientras que MIRASOL exhibió menor promedio con 1.22 individuos (Figura 2).

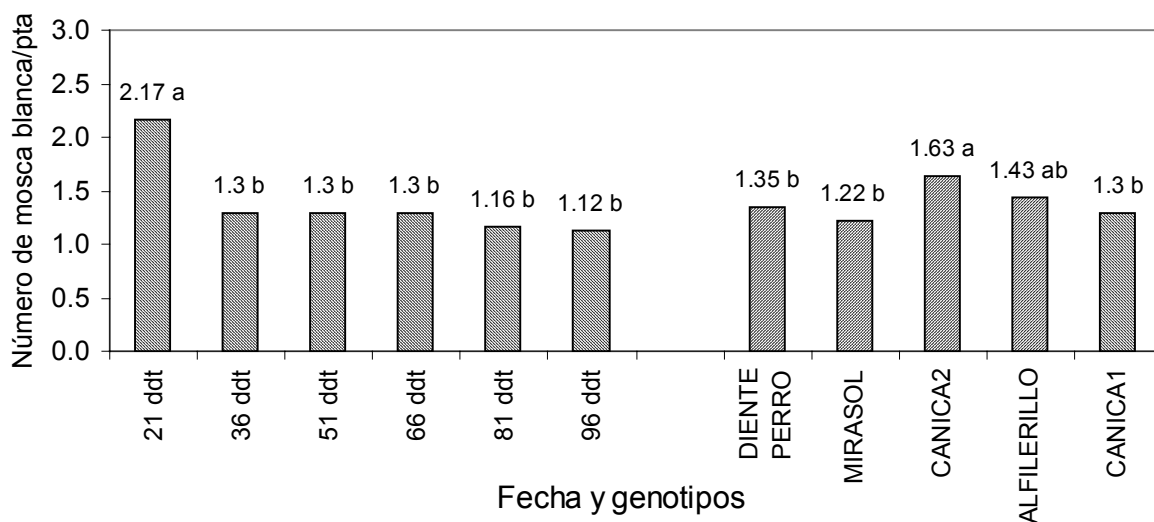


Figura 2. Valores medios y significancia estadística en las fechas (DSH=0.3639) y genotipos (DSH=0.2609) en el número de mosca blanca. Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$).

4.2 Incidencia de virosis en los genotipos evaluados

El ANDEVA realizado para conocer la incidencia de virus demostró efecto significativo entre las fechas ($P= 0.0001$) y entre genotipos ($P= 0.0003$), no así para la interacción fecha*genotipo, lo que indica que ambos factores actuaron de forma independiente (Cuadro 3A en Anexos).

Según el CATIE (1993), la tasa de dispersión de los virus dentro de una plantación está asociada con la población de vectores y la concentración de virus en las plantas enfermas.

En la Figura 3 se puede observar las diferencias estadísticas en las fechas de muestreo de la incidencia. Al realizar la separación de medias de rangos múltiples según Tukey, la menor expresión viral se presentó a los 40 ddt, con un 46% de incidencia; a partir de esta

fecha hubo incremento en los muestreos evaluados. La incidencia de la enfermedad viral se expresa progresivamente en el tiempo, y está en dependencia del grado de tolerancia (Bolaños, 1998).

El genotipo CANICA1 mostró la menor incidencia (74 %), seguido por ALFILERILLO (77%); asimismo, la mayor incidencia la obtuvo el genotipo DIENTE PERRO con 93% (Figura 3). Según Rodríguez y Rivera (2004), la incidencia en los materiales pudo deberse a que los genotipos con menor incidencia ofrecieron mayor tolerancia a la enfermedad. Por otro lado, Bolaños (1996) indica que la aparición de los primeros síntomas de virosis en las plantas susceptibles se aprecia varias semanas después de la inoculación del virus.

Se puede señalar que la incidencia de virosis apareció en todos los genotipos en menor o mayor grado, por lo tanto no se requiere de gran cantidad de adultos de moscas blancas para que se haya observado presencia de la enfermedad. Lo anterior es señalado por Hilje (1993) cuando expresa que pocos adultos de *B. tabaci* son suficientes para infectar con virus muchas plantas.

Estudios realizados por Chavarría (2004), en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*), mostraron resultados similares en cuanto al comportamiento del dicho complejo mosca blanca–virosis. Dicha especie pertenece a la misma familia del cultivo en estudio, por lo que la plaga antes mencionada desarrolla un comportamiento similar.

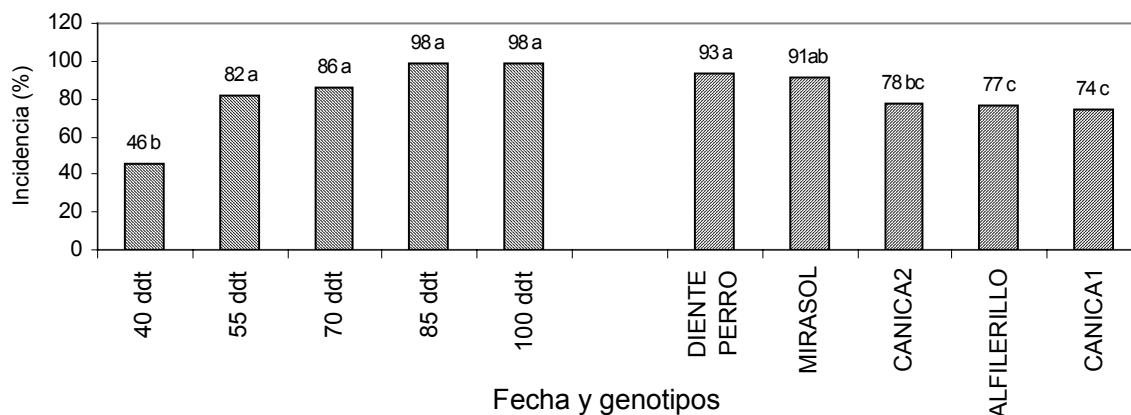


Figura 3. Valores medios y significancia estadística en las fechas (DSH=18.057) y genotipos (DSH=14.139) en la incidencia de virosis. Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$).

4.3 Severidad de virosis en los genotipos evaluados

Los resultados obtenidos del análisis de varianza indican diferencias altamente significativas entre fechas ($P=0.0001$) así como entre genotipos ($P=0.0001$); por el contrario, la interacción fecha*genotipo no mostró efecto significativo, lo que indica que los factores son independientes entre sí, demostrando que la severidad de los síntomas virales presentados por los genotipos no está determinado por la fechas evaluadas.

Al realizar la separación de medias (Tukey) para severidad, el genotipo CANICA1 mostró el menor porcentaje de severidad con un valor del 35% (Figura 4). Resultados similares obtuvieron Rodríguez y Rivera (2004) en el genotipo CANICA. El genotipo CANICA2 mostró porcentaje de severidad del 55%. MIRASOL presentó el mayor grado de severidad (66%), mostrando síntomas severos de la enfermedad (Figura 4).

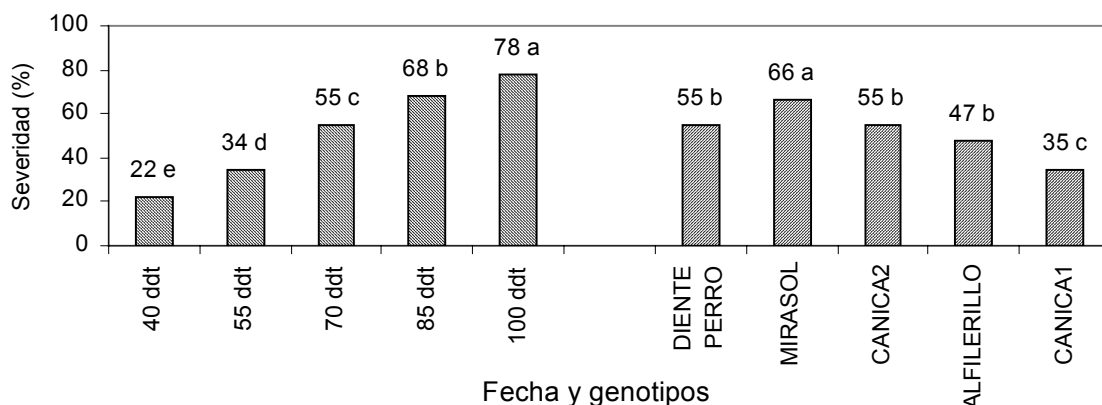


Figura 4. Valores medios y significancia estadística en las fechas (DSH=9.9582) y genotipos (DSH=18.75) en la severidad de virosis. Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\infty = 0.05$).

Para el factor fecha, los primeros síntomas de la enfermedad se expresaron a los 40 ddt con 22% de severidad; a partir de esta fecha su comportamiento fue de manera progresiva hasta los 100 ddt que correspondió a la última fecha de muestreo alcanzando el mayor porcentaje de severidad con 78% (Figura 4). Bolaños (1996), indica que la incidencia y la enfermedad viral siempre se presenta de manera progresiva en el tiempo.

4.4 Número de frutos caídos por picudo

El picudo del chile (*A. eugenii* Cano) es considerado la plaga más importante de este cultivo por los productores, causa la caída prematura de los frutos y baja los rendimientos hasta un 70%. En parcelas experimentales sin tratamientos, se contabilizó hasta un 90% de frutos perdidos a causa de infestación temprana (Laguna, 1999).

El ANDEVA realizado demostró que no existen diferencias entre las repeticiones, en cambio si se encontraron entre los genotipos evaluados en las fechas de muestreo, con la excepción de las dos últimas fechas (Cuadro 6).

El mayor número de frutos caídos por picudo fue a los 69 ddt (Cuadro 6). En esta fecha el mayor ataque se manifestó en todos los genotipos, esto se debió a la mayor producción de frutos. Según CATIE (1993), el mayor impacto de la plaga se produce durante las etapas de floración y fructificación, en donde el adulto oviposita en los botones florales, las larvas se desarrollan dentro del fruto perjudicando el número de fruto, su caída precoz, la maduración prematura y la producción de frutos deformes.

Al realizar la prueba de separación de medias (Tukey) el genotipo ALFILERILLO demostró el mayor valor promedio de frutos caídos con 20.42 (69 ddt), y el promedio más bajo lo presentó MIRASOL con 1.77 frutos caídos (69 ddt). A partir de esta fecha los promedios de frutos caídos fueron disminuyendo paulatinamente a través del tiempo. A los 120 ddt el promedio de frutos caídos descendió, siendo el genotipo ALFILERILLO el que obtuvo el de mayor promedio (1.97 frutos caídos) el genotipo MIRASOL en esta fecha no presentó frutos caídos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comparación de medias para la variable número de frutos afectados por picudo.

| Genotipo | Días después del trasplante | | | | | |
|----------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 69 | 78 | 83 | 90 | 97 | 120 |
| CANICA1 | 16.57ab | 5.6b | 2.47b | 1.37ab | 0.75a | 1.15a |
| CANICA2 | 9.97b | 7.82b | 3.4b | 2.15ab | 0.75a | 0.82a |
| ALFILERILLO | 20.42a | 18.62a | 11.45a | 3.85a | 2.02a | 1.97a |
| DIENTE PERRO | 2.16c | 1.8b | 1.33b | 1.66ab | 0.33a | 1.66a |
| MIRASOL | 1.77c | 2.9b | 1.57b | 0.62b | 0.25a | 0a |
| Bloque | 0.1599 ^{NS} | 0.6819 ^{NS} | 0.5301 ^{NS} | 0.5848 ^{NS} | 0.9152 ^{NS} | 0.0744 ^{NS} |
| Genotipo | 0.0001 ^{**} | 0.0001 ^{**} | 0.0018 [*] | 0.0338 [*] | 0.055 ^{NS} | 0.0809 ^{NS} |
| DSH | 7.56 | 6.69 | 6.57 | 3.21 | 1.78 | 2.08 |
| R ² | 0.90 | 0.89 | 0.77 | 0.61 | 0.56 | 0.64 |

Promedio con igual letra no difieren estadísticamente (Tuckey $\alpha= 0.05$)

NS = No significativo, * = Significativo al 5 %, **= Significativo al 1 %

DSH = Es la mínima significancia estadística de Tukey

4.5 Número de frutos por planta

El análisis de varianza (Cuadro 7) para la variable número de frutos por planta demuestra que hay diferencias significativas entre genotipos ($P= 0.0013$).

El mayor promedio de frutos lo presentó el genotipo ALFILERILLO con un 53.6 frutos por plantas, en segundo lugar CANICA2 y DIENTE PERRO con promedios de 35.7 y 30.8 frutos por plantas, respectivamente (Cuadro 7). El menor promedio se observa en los genotipos CANICA1 y MIRASOL con 22.2 y 13.0 frutos por planta, respectivamente. El mayor promedio de frutos por plantas pudo deberse a que el genotipo ALFILERILLO presentó el mayor número de racimos florales que el resto de los genotipos.

El rendimiento es un parámetro utilizado para medir el potencial productivo en los cultivares, en el que se combinan factores de importancia como la floración y el número de racimos florales los cuales no son determinantes pero si influyen en la fructificación (Álvarez y González, 1984).

Cuadro 7. Comparación de medias para las variables número de frutos por planta, (FPp), frutos deformes (FD) y rendimiento (REND).

| Genotipo | FPp | FD | REND |
|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| CANICA1 | 22.2 b | 11.5 b | 597.6 ab |
| CANICA2 | 35.7 ab | 18.2ab | 941.7 a |
| ALFILERILLO | 53.6 a | 23.7 ab | 368.8 b |
| DIENTE PERRO | 30.8 ab | 32.6 a | 944.4 a |
| MIRASOL | 13.0 b | 26.0 ab | 838.8 ab |
| Bloque | 0.3687 ^{NS} | 0.2648 ^{NS} | 0.0878 ^{NS} |
| Genotipo | 0.0013 * | 0.0117* | 0.0103 * |
| DMS | 23.142 | 15.331 | 502.64 |
| R ² | 0.79 | 0.7 | 0.73 |

Promedio con igual letra no difieren estadísticamente (Tuckey $\alpha= 0.05$)

NS = No significativo, * = Significativo al 5 %, **= Significativo al 1 %

DSH = Es la mínima significancia estadística de Tukey

4.6 Frutos deformes

El ANDEVA realizado mostró que no existe diferencia significativa entre bloque, pero sí entre genotipos. ($P= 0.0117$) (Cuadro 7).

Según la prueba de separación de media por Tukey, realizado al 95% de confianza, demuestra que el genotipo DIENTE PERRO mostró significativamente un mayor número de frutos deformes en comparación con CANICA1 el cual mostró los menores valores para esta variable. El resto de genotipos no difirió significativamente de ambos materiales (Cuadro 7). El número de frutos deformes influye negativamente en el aspecto productivo y económico, ya que a medida que esta variable aumenta, las pérdidas productivas y económicas son mayores.

4.6.1 Porcentaje de frutos deformes

En la (Figura 5) se presenta el porcentaje total de frutos deformes de la muestra para cada genotipo. El mayor porcentaje de frutos deformes lo presenta el genotipo DIENTE PERRO y el menor porcentaje de frutos deformes el genotipo CANICA1.

Esta afectación de frutos deformes en este estudio probablemente fue causada por el ataque de picudo o severidad de virosis, ya que ambos factores influyen en la calidad del fruto.

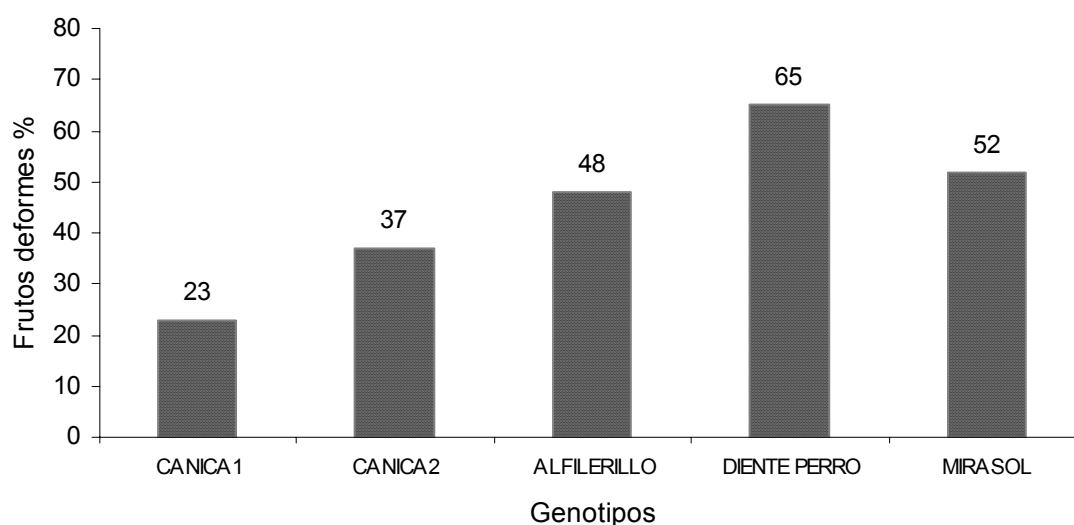


Figura 5. Porcentaje de frutos deformes para cada genotipos

4.7 Rendimiento kg ha^{-1}

El análisis de varianza realizado demostró que existen diferencias significativas entre los genotipos evaluados ($P= 0.0103$) (Cuadro 7).

Los genotipos DIENTE PERRO y CANICA2 presentaron los mayores rendimientos con 944.4 y 941.7 kg ha^{-1} , respectivamente, superando significativamente al genotipo ALFILERILLO quien obtuvo el menor rendimiento (Cuadro 7). Dicho genotipo aunque mostró el mayor número de frutos por planta, no obtuvo el mayor rendimiento debido a las densidades de sus frutos; según Rodríguez y Rivera (2004), este presenta longitud media de fruto de 3.35 cm , diámetro medio de fruto de 0.95 cm , peso medio de fruto de 1.23 g y volumen medio de fruto de 1.63 ml . Por el contrario los genotipos DIENTE PERRO y CANICA2 superan a ALFILERILLO en cuanto a los descriptores antes descritos.

Cabe señalar que el genotipo DIENTE PERRO fue el más afectado por incidencia de virosis, mayor promedio de frutos deformes, porcentaje medios de frutos por planta y baja incidencia por picudo. En cambio ALFILERILLO demostró incidencia y severidad de virosis baja, fue el más afectado por el ataque de picudo pero obtuvo el mayor número de frutos por planta.

Huerres y Carballo (1998) expresan que los factores que determinan el rendimiento pueden manifestarse en características morfológicas pero también en otras como: resistencia a plagas y enfermedades, o a la adaptación a factores ambientales.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio, se considera lo siguiente:

- La población de mosca blanca fue afectada por el genotipo y la fecha de muestreo. El mayor número de moscas blancas por planta se obtuvo en la primera fecha de muestreo especialmente en el genotipo CANICA2.
- Los genotipos CANICA1 y ALFILERILLO presentaron la menor incidencia y severidad de virosis, el genotipo DIENTE PERRO la mayor incidencia, y el genotipo MIRASOL fue el más susceptible a la virosis.
- El mayor grado de ataque por picudo fue mostrado por ALFILERILLO y el menor por MIRASOL. Los genotipos DIENTE DE PERRO Y MIRASOL presentaron el mayor número de frutos deformes, contrario a CANICA1 que mostró el menor porcentaje.
- El mayor número de frutos por planta lo obtuvo el genotipo ALFILERILLO; y el menor número el genotipo MIRASOL. Los mayores rendimientos lo presentaron los genotipos DIENTE PERRO y CANICA2, y el menor rendimiento el genotipo ALFILERILLO.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir evaluando los genotipos, y concretar estudios sobre adaptación, producción; y resistencia a plagas y enfermedades del chile en otras zonas productoras del país y en diferentes épocas de siembra.
- Se sugiere evaluar otros genotipos con resistencia a virosis y picudo del chile, y aprovechar los materiales más sobresalientes y utilizarlos en programas de mejoramiento.
- Realizar trabajos de investigación en los que se incluya la identificación de los virus que atacan al cultivo del chile en Nicaragua, ya que constituyen uno de los mayores problemas del cultivo.

VII. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Álvarez, M y González, M.1984.** Análisis de correlación entre diferentes variables morfológicas y el peso del fruto de un grupo de variables de tomate. INCA. Vol. 6. No. 3. Revista del mes. La Habana, Cuba. P 579-588.
- Arias; R y Hilje, L. 1993 b.** Actividad diaria de los adultos *B. tabaci* Genn, en el tomate y hospedantes alternos del insecto. Manejo integrado de plaga. Costa Rica, No. 28, p 20-25.
- Bayer, A. 1968.** Correo Fitosanitario. Editora Farbenfabriken Bayer. Departamento Fitosanitario. Alemania Occidental.
- Bolaños, A. 1996.** Germoplasma, p 42-50. In: L. Hilje (ed). Metodología para el estudio y manejo de mosca y geminivirus. CATIE. Unidad de Fitoprotección. Turrialba, Costa Rica.
- Bolaños, A. 1998.** Introducción a la Agricultura. Primera edición, San José, Costa Rica. Editorial Universitaria Estatal a Distancia. 380p.
- CATIE 1993.** Guía para el manejo integrado de plagas de cultivo de chile Dulce. Centro Agronómico tropical de investigación y Enseñanza. Programa de mejoramiento de cultivos tropicales MIP Turrialba. Costa Rica. p. 168.
- Chavarria, M. 2004.** Evaluación de cinco líneas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en relacion al complejo mosca blanca – geminivirus bajo infección natural en la zona del pacifico de Nicaragua. Tesis. Ing. Agro. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua. 41 p
- Gerling, D. 1990.** Natural enemies of whtelies: predators and parasitoids. In D. Gerling. Ed. Whiteflies. Their bionomics, pest status and management. Newcastle. UK. Athenaeum. pp. 147-185
- Hilje, L 1993.** Un esquema conceptual para el manejo de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate. MIP Costa Rica p. 29; 51-57
- Hilje, L 1996.** Metodología para el estudio y manejo de mosca blanca y geminivirus Turrialba, Costa Rica. CATIE-1996 p. 50
- Hilje, L y Arboleda, O. 1992.** Las moscas blancas en Nicaragua.Las mosca blancas (Homópteras: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe.CATIE. Turrialba, San José, Costa Rica. p 54
- Him, P. 1999.** Evaluación de recursos genéticos de chiles o pimientos (*Capsicum spp*) en Panamá. In: REDCAHOR (Red Colaborativa de investigación y desarrollo de las hortalizas para América Central). Resultados de Investigación 1998-1999. San José, Costa Rica. p 57 – 60
- Huerres, C y Carballo, N 1998.** Cultivo del tomate y pimiento In Horticultura. Puebla y Educación. La Habana, Cuba. P. 1-30.
- IBPGR .1983.** Genetic Resources of Capsicum. AGPG, IBPGR. Rome. 99p.

- INETER, 2004.** Tabla climática de Resumen Mensual. Estación Experimental Aeropuerto. Managua.
- INTA, 2003.** La Prensa. Campo & Agro. Lunes 16 junio, 2003. p 11B
- Laguna, G. T. 2004.** Manejo integrado de plagas. Cultivo de la Chiltoma. Guía MIP. Managua, Nicaragua. PASA-DANIDA. 32 p
- Laguna, G.T. 1999.** Caracterización y evaluación de germoplasma de chile (*Capsicum spp.*), a la resistencia del picudo del chile en Nicaragua. En: REDCAHOR (Red Colaborativa de Investigación y Desarrollo de las Hortalizas para América Central). Resultados de Investigación 1998 – 1999. San José, Costa Rica. p 46 – 56
- REDCAHOR, 1998– 1999.** INFORME. Red Colaborativa de investigación y desarrollo de las hortalizas para América Central. San José, Costa Rica. IICA.236 p
- Rodríguez, A y Rivera, H. 2004.** Caracterización y evaluación preliminar de 14 accesiones de chile (*Capsicum spp.*). Tesis. Ing. Agro. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua. Marzo .69 p
- Rosset, P. 1990.** Estimación de pérdidas e identificación del geminivirus transmitido al tomate por mosca blanca (*Hemisia tabaci Genn*), en Costa Rica. Manejo integrado de plagas No. 15 Costa Rica p. 24-34.
- Salguero, V.1992.** Perspectivas para el manejo del complejo mosca blanca – virosis. Las mosca blancas (Homópteras: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. CATIE. Turrialba, San José, Costa Rica. p 20
- Steel & Torrie, 1989.** Bioestadística: Principios y procedimientos. Segunda Edición. Edit. McGraw-Hill. México, D. F. 622 p.
- Universidad Nacional Agraria, 1992.** Laboratorio de suelo y agua.

VIII. ANEXOS

Cuadro 1A. Modelo estadístico utilizado en las variables número de mosca blanca, incidencia y severidad de virosis.

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \tau_i + \varepsilon_{ik} + \alpha_j + (\tau\alpha)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

De donde:

| | |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Y_{ijk} | Es el valor medio de las observaciones medidas en los distintos tratamientos |
| μ | Es el efecto de la media poblacional |
| β_k | Es el efecto del k-ésimo bloque |
| τ_i | Es el efecto de la i-ésima fecha de muestreo |
| ε_{ik} | Es la varianza para para evaluar al bloqueo y las fechas de muestreo |
| α_j | Es el efecto del j-ésimo genotipos de chile |
| $(\tau\alpha)_{jk}$ | Es el efecto de la i-ésima fecha de muestreo y el j-ésimo genotipos |
| ε_{ijk} | Es la varianza para para evaluar los genotipos y la interacción fecha*genotipo |

Cuadro 2A. Valores medios del número de mosca blanca en las interacciones conformadas.

| Genotipos | Días después del trasplante | | | | | |
|--------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 21 | 36 | 51 | 66 | 81 | 96 |
| CANICA1 | 1.6 | 1.1 | 1.4 | 1.2 | 1.1 | 1.1 |
| CANICA2 | 3.2 | 1.3 | 1.4 | 1.3 | 1.2 | 1.1 |
| ALFILERILLO | 2.4 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1.1 |
| DIENTE PERRO | 1.9 | 1.4 | 1.3 | 1.2 | 1.0 | 1.1 |
| MIRASOL | 1.5 | 1.1 | 1.0 | 1.2 | 1.3 | 1.0 |
| DSH | 0.7978 | | | | | |

DSH= Diferencia mínima significativa de Tukey ($\alpha=0.05$)

Cuadro 3A. Valores medios de la incidencia (%) en las interacciones conformadas.

| Genotipos | Días después del trasplante | | | | |
|--------------|-----------------------------|-------|---------|-------|-------|
| | 40 | 55 | 70 | 85 | 100 |
| CANICA1 | 25.0 | 62.4 | 83.3 | 100.0 | 100.0 |
| CANICA2 | 45.8 | 79.1 | 73.3 | 95.8 | 95.8 |
| ALFILERILLO | 33.3 | 79.1 | 79.1 | 95.8 | 95.8 |
| DIENTE PERRO | 66.6 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| MIRASOL | 62.4 | 91.6 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| DSH | | | 40.2773 | | |

DSH= Diferencia mínima significativa de Tukey ($\alpha=0.05$)

Cuadro 4A. Valores medios de la severidad (%) en las interacciones conformadas.

| Genotipos | Días después del trasplante | | | | |
|--------------|-----------------------------|------|---------|------|------|
| | 40 | 55 | 70 | 85 | 100 |
| CANICA1 | 16.6 | 21.7 | 28.2 | 42.5 | 65.2 |
| CANICA2 | 28.1 | 36.9 | 54.6 | 73.1 | 82.0 |
| ALFILERILLO | 20.8 | 34.7 | 46.7 | 60.6 | 74.0 |
| DIENTE PERRO | 19.7 | 35.7 | 66.0 | 74.6 | 76.4 |
| MIRASOL | 26.3 | 42.5 | 80.9 | 89.7 | 91.4 |
| DSH | | | 28.6841 | | |

DSH= Diferencia mínima significativa de Tukey ($\alpha=0.05$)

Cuadro 5A. Principales características de las especies de importancia económica.

| Características | <i>Capsicum annum</i> | <i>Capsicum frutescens</i> | <i>Capsicum chinense</i> | <i>Capsicum baccatum</i> | <i>Capsicum pubescens</i> |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Flores | Solitarias en cada nudo | Solitaria en cada nudo | Dos o más flores por nudo | Solitaria en cada nudo | Solitarios en cada nudo |
| Posición del pedicelo | Declinado | Erectos | Erecto | Erecto | Erecto |
| Color de la corola | Blanca lechosa | Blanca grisácea | Blanca verdosa | Blanca | Púrpura |
| Lóbulos de la corola | Generalmente compacto | Ligeramente resolutos | Generalmente compacto | Ligeramente resolutos | Compactos |
| Color de la semilla | Paja | paja | paja | paja | oscuro |