UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

"EFECTO DE BARRERAS DE SORGO SOBRE POBLACIONES DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci*) E INCIDENCIA DE VIRUS EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum*) EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA."

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

REINA ARCELY MORAN SOLARES

en el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, febrero de 1994

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DOCTOR ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	ING. AGR. EFRAIN MEDINA GUERRA
VOCAL PRIMERO	ING. AGR. MAYNOR ESTRADA ROSALES
VOCAL SEGUNDO	ING. AGR. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL TERCERO	ING. AGR. CARLOS MOTTA DE PAZ
VOCAL CUARTO	P. A. MILTON ABEL SANDOVAL
VOCAL QUINTO	Br. GERARDO DE LEON MONTENEGRO
SECRETARIO	ING. AGR. MARCO ROMILIO ESTRADA

Guatemala, febrero de 1994

Honorable Junta Directiva
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores:

En cumplimiento a las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tésis titulado:

"EFECTO DE BARRERAS DE SORGO SOBRE POBLACIONES DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci*) E INCIDENCIA DE VIRUS EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum*) EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA."

Como requisito previo a optar el titulo de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,

Reina Arcely Morán Solares

ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODOPODEROSO

A MIS PADRES — José Pedro Morán Alegría
Ma. Teresa Solares de Morán

A MIS HERMANOS — Con cariño

A MIS AMIGOS — Marvin Castillo, Axel López, Juan Carlos Salazar, Vanessa de Say, Celena Carías y Maritza García

A: René Mauricio Ochoa Cuéllar

Filadelfo Pantaleón Marroquín
(En Memoria)

TESIS QUE DEDICO

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

AL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLA

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores: Ph D. Victor E. Salguero é Ing. Agr. MSc. Ariel Ortiz López, por su acertada asesoría y valiosa colaboración en la presente investigación.

Al proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF especialmente a Roberto E. Dubón O., Ing. Agr. MSc. Danilo Dardón A. é Ing. Agr. Luis Calderón; por su colaboración y apoyo.

Al Ing. Agr. Victor Alvarez Cajas é Ing. Agr. Marco Antonio Nájera, por su apoyo.

Al personal técnico y administrativo del ICTA, Región III, Zacapa.

Esta investigación forma parte del proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF, en coordinación con la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE CUADROS EN EL TEXTO

EFECTO DE BARRERAS DE SORGO SOBRE POBLACIONES DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci*) E INCIDENCIA DE VIRUS EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum*) EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA.

THE EFFECT OF SORGUM BARRIERS ON WHITEFLY (*Bemisia tabaci*) POPULATION AND INCIDENCE OF VIRUS ON TOMATO CROP (*Lycopersicon esculentum*) IN THE VALLEY LA FRAGUA, ZACAPA.

RESUMEN

El complejo *Bemisia tabaci* - virus, ha sido en los últimos años el causante de bajos rendimientos en el cultivo de tomate. Esto se debe a los daños ocasionados en la fisiología de la planta y a los altos costos en los que se incurre para su control.

"Las barreras de sorgo dificultan el paso de estos insectos, hacia el cultivo establecido. En este caso, el tomate es protegido durante la fase de mayor desarrollo vegetativo, que es donde ocurre mayor infestación de mosca blanca, la cual ocasiona daños irreversibles". Lo anterior dió márgen para evaluar el efecto de barreras de sorgo sobre poblaciones de mosca blanca e incidencia de virosis.

Se evaluaron distanciamientos de barrera de sorgo a cada 5, 11, 17 y 35 surcos de tomate, y una parcela sin barreras. Estas se establecieron perpendiculares a la dirección predominante del viento (NE-O), por conocerse que la movilidad del insecto es favorecida por la velocidad y dirección del mismo.

El estudio se realizó en la estación experimental del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), finca El Oasis, La Fragua, Zacapa. Se trabajó con el mismo manejo agronómico, con un diseño de bloques al azar, con 4 repeticiones. Las variables medidas fueron: Número de adultos de mosca blanca e incidencia de plantas viróticas.

Los resultados de las variables, fueron analizados utilizando la prueba no paramétrica de Friedman y su respectiva comparación múltiple, con un nivel de significancia del 5 % (27).

Los resultados revelan que: Al establecer barreras de sorgo a cada cinco surcos de tomate, se logra mantener bajas las poblaciones de adultos de B. tabaci, dentro del cultivo, en relación con donde no se usan barreras. El uso de barreras también retarda el aparecimiento de virosis.

Con fines de profundizar más en la investigación y con posibilidades de transferir tecnología; se recomienda tomar en cuenta las barreras de sorgo, a cada cinco surcos de tomate.

1. INTRODUCCION

El cultivo de tomate se ha visto amenazado en los últimos años por el complejo Bemisia tabaci (Gennadius) - virus, el cual ha causado fuertes reducciones en el rendimiento y ha elevado los costos de producción, provocando bajas en la rentabilidad.

Para el Valle de la Fragua, los costos de producción por hectárea, del año 1991 al 92, se incrementaron en un 149 %, así mismo en ese período, el área cultivada de tomate, se redujo en un 73.3 %. (Estrada, F. DIGESA, Zacapa, comunicación personal).

Para combatir B. tabaci, los productores recurren principalmente a la aplicación irracional de plaguicidas sintéticos lo que provoca desequilibrio ecológico, desarrollo de resistencia de las plagas a los productos sintéticos, mayores costos de producción, etc. Además, en la mayoría de los casos no se logra mantener bajas las poblaciones de adultos de B. tabaci, ni se evita el daño que las mismas causan.

Como alternativa, o a veces como complemento al control químico de las plagas, existen otras formas de combate. Una puede ser el uso de barreras físicas que limiten la dispersión de la plaga dentro del campo cultivado. Esta forma parece ser útil en el caso de adultos de B. tabaci y dió origen al planteamiento de ésta investigación, que permitió probar el efecto de barreras de sorgo forrajero sobre los niveles de población de B. tabaci y la incidencia de enfermedades viróticas en el cultivo de tomate, en el Valle de la Fragua, Zacapa.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

En 1980 la producción de tomate (Lycopersicon esculentum) en el Valle de la Fragua, representó el 80 % de la producción nacional (15). En el inicio de la década de los noventas, la producción de tomate para ésta misma zona representó el 60 %. El decrecimiento en la proporción de la producción se debió principalmente a los bajos rendimientos y en algunos casos, a la pérdida total de la producción, ya que dentro del cultivo se manifestó la enfermedad conocida como "acolochamiento". Esta enfermedad viral ha sido la razón para que muchos agricultores abandonen sus áreas de cultivo por la severidad del daño causado y los altos costos en los que se incurre para su combate (Estrada, F. DIGESA, Zacapa, comunicación personal).

El agente causal del acolochamiento es un complejo viral del tipo Gemini, cuyo vector es la mosca blanca, B. tabaci (Gennadius) (1).

El método más generalizado de combate de éste insecto es la aplicación de químicos, pero se realiza en forma irracional. Esto incrementa los costos de producción, desequilibra el sistema ecológico, se desarrolla resistencia a los plaguicidas y hace esta forma de combate ineficaz.

Ante la problemática planteada, conviene buscar alternativas de manejo para B. tabaci. Una de estas alternativas podría ser el uso de barreras vivas, como sorgo forrajero. Esta medida

preventiva dá protección física al obstaculizar la entrada y dispersión de mosca blanca y la diseminación del virus dentro del cultivo. Esto permitiría prolongar la frecuencia de aplicación de productos químicos y por consiguiente disminuir el uso de los mismos.

Esta investigación surgió como parte de las estrategias a seguir en un programa de manejo integrado de mosca blanca *B. tabaci*, que se desarrolla dentro del proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF en el Valle de la Fragua, Zacapa.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 BIOLOGIA DE LA MOSCA BLANCA

3.1.1.1 Taxonomia

Orden:	Homóptera
Familia:	Aleyrodidae
Género:	Bemisia
Especie:	tabaci
Nombre común:	Mosca blanca
Nombre científico:	Bemisia tabaci (Gennadius) (19).

3.1.1.2. Ciclo Biológico

Las moscas blancas presentan una metamorfósis incompleta, pasando por las etapas de huevo, ninfa y adulto. Sin embargo el 4to. estadío ninfal, es considerado como una "pupa" o pseudopupa (24).

Elchelkraut (9) describe la duración del ciclo biológico de B. tabaci, a una temperatura de 24 °C, así:

La etapa de huevo dura aproximadamente 5 días. La hembra oviposita generalmente en el envéz de la hoja, colocando los huevos ya sea en grupos, en círculo ó semicírculo y algunas veces aislados. El huevo es ovalado, con la parte superior terminada en punta y la base redondeada provista de un pedicelo inserto en el tejido de la hoja, en posición vertical.

El primer instar ó crawler (gateador), tiene una duración de 4 días. El crawler (ninfa móvil) se empuja fuera del corión con movimientos alternativos de contracción y expansión del abdomen,

efectuando ligeros movimientos de patas y antenas. El crawler se arrastra hasta encontrar un sitio conveniente para alimentarse y fijarse. El periodo desde la eclosión hasta que se fija puede durar entre una y dos horas.

La ninfa se observa de color blanco verdoso, es de forma eliptica, con la parte distal ligeramente más angosta. Ventralmente es plana y posee dos pares de microsetas cefálicas y un par abdominal. Los ojos están situados en los márgenes cefálicos, los que se observan de color rojo.

El segundo instar dura aproximadamente 4 días; es de forma oval, de color blanco verdoso, cristalino y aplanado al principio, opaco y túrgido al final. En éste instar es posible diferenciar B. tabaci de T. vaporariorum mediante la lingula; ésta es algo hinchada distalmente y termina en punta, está cubierta medianamente por el opérculo. La lingula de T. vaporariorum tiene dos lóbulos distales y no termina en punta.

En el tercer instar, como en el instar anterior, la lingula sirve para diferenciar las ninfas de las de T. vaporariorum cuya lingula es lobulada. Además T. vaporariorum tiene un márgen uniformemente crenulado a diferencia de B. tabaci. Este instar dura 5 días aproximadamente.

El cuarto instar o "Pupa" ocurre después de la tercera muda, la ninfa pasa por dos fases, una inicial durante la cual se alimenta y otra donde deja de hacerlo y sufre algunos cambios morfológicos que es lo que se conoce como pupa. Esta fase dura

aproximadamente 6 días.

El adulto recién emergido es de color blanco debido al polvo cerboso con que se cubre. La cabeza es de forma cónica con la parte más ancha a la altura de las antenas y más angosta en el aparato bucal. La antena es filiforme y consta de 7 segmentos. El aparato bucal es chupador, consta de labro, dos pares de estiletes que representan mandíbulas y maxilas. La hembra se diferencia del macho por su mayor tamaño y por su genitalia.

Elcheldraut (9), manifiesta que la duración del ciclo biológico de las moscas blancas varía según la especie. En B. tabaci el ciclo dura aproximadamente 19 días a temperaturas de 32 °C. La especie vegetal en la cual se desarrolle también tiene cierto efecto; en zanahoria y tomate, el ciclo puede durar un poco más, mientras que en camote es más corto. La temperatura es el factor más determinante en la duración del ciclo, el cual puede prolongarse hasta 73 días a 15 °C. En Venezuela se encontró que el factor que más reduce las poblaciones de B. tabaci, es la precipitación pluvial.

3.1.1.3 Reproducción

Salguero (24), cita que la reproducción de B. tabaci, puede ser sexual ó partenogenética. La reproducción sexual se realiza con la participación del macho y la hembra, en cuyo caso la progenie va a ser de machos y hembras. En forma facultativa existe la posibilidad de que la reproducción se dé

por partenogénesis, es decir, la producción de nuevos individuos sin que la hembra sea fecundada por el macho. En este caso es del tipo arrenotoqui, es decir, que dá lugar únicamente a machos.

La fecundidad de B. tabaci se ve afectada por la temperatura: A 14 °C hay una producción de 14 huevos por hembra; a 25 °C un promedio de 79 y a 32 °C, disminuye a 72 huevos por hembra.

3.1.2 DAÑOS QUE CAUSA B. tabaci

Según Salguero (24), B. tabaci ocasiona tres tipos de daño: Succión directa, fumaginas por excresiones mielosas y transmisión de virus. El daño por succión lo hace al insertar el estilete en el tejido vegetal y succionar la savia. Este daño puede considerarse serio cuando se alcanzan altas densidades de población. Las excresiones mielosas de estos insectos causan dos tipos de problemas: Interferencia con los procesos fotosintéticos normales y/o proliferación de hongos, causando problemas como fumaginas. El daño más serio que B. tabaci ocasiona es la transmisión de virus, principalmente los del grupo gémini y algunos otros fuera de este grupo.

3.1.2.1 Geminivirus

3.1.2.1.1 Características

Los geminivirus se caracterizan por poseer partículas casi isométricas de ARN formando parejas. Con relación al ácido

nucleico, corresponde al ADN de cadena sencilla, con forma circular. Los geminivirus se multiplican en las células floemáticas de las plantas infectadas, específicamente en el núcleo; acumulándose partículas virales que forman masas densas y que en un momento dado, pueden ocupar un volúmen considerable del núcleo (17).

3.1.2.1.2 Transmisión

Las moscas blancas se alimentan en el floema de las plantas, de donde extraen los aminoácidos y carbohidratos necesarios para su supervivencia. La relación de B. tabaci con los geminivirus es del tipo persistente-circulativo, lo que significa que las partículas virales adquiridas por el insecto durante su alimentación circulan dentro de su cuerpo, pasando del intestino a la hemolinfa, hasta llegar a las glándulas salivales. Los geminivirus no se pueden transmitir transováricamente; es decir, de la madre a su prole (17).

3.1.2.1.3 Sintomatología de la enfermedad

El diagnóstico de las enfermedades inducidas por los geminivirus es algo complejo, debido a las características propias del grupo. Los criterios más utilizados para el diagnóstico de dichas enfermedades, estan basados en dos tipos de síntomas: a) Amarillamiento general de la planta afectada al que se suma un enanismo marcado, como sucede con el mosaico dorado del frijol y b) Arrugamiento de las hojas terminales acompañado por enanismo, como es el caso del arrugamiento de la

parte apical del tabaco (17).

La susceptibilidad de las plantas de tomate al geminivirus disminuye a medida que las plantas maduran fisiológicamente. La cantidad y calidad de frutos es afectada así: Severamente si las plantas se infectan durante las primeras siete semanas después de su germinación, moderadamente si las plantas son infectadas entre la 8a. y 9a. semanas y levemente si la infección ocurre después de la 9a. semana de desarrollo (17).

3.1.3 Aspectos Ecológicos de la Plaga

3.1.3.1 Dispersión

Los adultos de mosca blanca tienen dos maneras distintas de vuelo: Corta y larga distancia. El vuelo de corta distancia ocurre debajo del follaje de la planta. Recién emergen los adultos, dejan las hojas bajas y se mueven a las hojas altas para alimentarse y ovipositar (18).

El vuelo de larga distancia ocurre cuando se levantan de la planta hospedera, toman la corriente de aire y flotan pasivamente, dejándose llevar por las corrientes de aire. Esto ocurre principalmente en horas de la mañana (18).

Según Gerling y Horowitz, citados por Salguero (24), la dirección de vuelo de las moscas blancas, es influenciada principalmente por el viento. Dubón, et al (8), encontraron mayores poblaciones de adultos de B. tabaci en las áreas por donde ingresaba el viento a los campos de tomate, mientras que por donde salía, las poblaciones fueron menores.

Estos mismos autores interpretan el vuelo de las moscas blancas, asi: Las moscas blancas remontan vuelo en la fase de dispersión porque son muy receptivas a los rayos UV, vuelan hacia el cielo y se posan en objetos amarillentos después de una larga distancia de vuelo. El vuelo ocurre también si las plantas estan en senescencia o por escasez de plantas hospederas (18).

Husain y Trehan, citados por Lenteren (18) reportan que: A cierta distancia B. tabaci es atraída por el color, siendo éste el factor más importante en la selección de plantas hospederas. El color que más fuertemente las atrae es un amarillo-verde, seguidos en descenso de importancia por amarillo, rojo, anaranjado-rojo, verde obscuro y morado (lila).

Según Mound, citado por éste mismo autor, B. tabaci reacciona a dos rangos de onda: Azul-UV y amarillo. Las ondas cortas de azul-UV, podrían jugar un rol en la conducta de la migración de dicho insecto. Por otro lado, Mound manifiesta que B. tabaci, no es sencible al olor en el momento de seleccionar sus plantas hospederas.

La distribución espacial de B. tabaci está determinada por la inmovilidad de los estados inmaduros y por los hábitos de oviposición de la hembra (9). Ohnesorge, citado por Eichelkraut (9), encontró que las hojas jóvenes son preferidas para oviposición, ésto lo atribuye a una adaptación obvia de la inmovilidad de la ninfa y es que si un individuo es depositado

como huevo en una hoja vieja, corre el riesgo de no desarrollarse si la hoja envejece y muere. Sin embargo, a veces aparecen huevos en hojas más viejas, lo que se atribuye posiblemente a menos viento y mayores temperaturas cerca del suelo o a mejores condiciones de nutrición.

Hilje (16) cita que, los adultos de B. tabaci tienen la capacidad de invadir rápidamente sus cultivos preferidos, favoreciendo su movilidad, la dirección del viento. Ellos desaparecen cuando el cultivo inicia su senescencia. Esto seguramente puede deberse a que las plantas senescentes resulten poco apetecidas por su aspecto o baja calidad nutritiva y migren a otros cultivos ó malezas.

3.1.4 Tipos de Control

3.1.4.1 Control Químico

La práctica más utilizada para el control de mosca blanca, es la aplicación de insecticidas. Para la aplicación de los mismos en forma racional, es necesario seguir ciertos criterios como: El uso preventivo de prácticas no químicas, aplicar criterios de acción, aplicar los productos correctamente, aplicar diversos insecticidas en forma rotativa, usar mezclas racionales de productos, determinar el pH del agua y aplicar modificadores si es necesario (24).

3.1.4.2 Control Cultural

El control cultural comprende múltiples prácticas que pueden

utilizarse para manejar plagas. Este método no elimina totalmente el problema, comparado con una práctica química, en donde el agricultor vé que la población baja de un día para otro. Además no provee al agricultor una visión clara de su efecto, pues no lo elimina, sino que contribuye a reducir el problema. Sin embargo, su uso puede reducir poblaciones de plagas y disminuir la aplicación de productos químicos (24).

Entre las prácticas que pueden realizarse en este tipo de control se mencionan: Manejo en las fechas de siembra, altas densidades, eliminación de malezas, uso de covertores, cultivos ó plantas trampa, eliminación de rastrojos, períodos sin cultivo, rotación de cultivos, cultivos asociados y el uso de barreras vivas.

3.1.4.3 Otros Métodos de Control

Además del control cultural y químico, CATIE (4) menciona:

- Control Biológico: Este tipo de control hace referencia al uso de enemigos naturales (depredadores, parasitoides y patógenos), para el manejo de las plagas.

- Dentro de los enemigos naturales podemos mencionar a Encarcia tabacivora (familia Aphelinidae) como parasitoide de B. tabaci y miembros de las familias Lygacidae y Miridae, como depredadores.

- Control Legal: Consiste en mandos gubernamentales o intergubernamentales que señalan a los agricultores el

empleo de ciertas técnicas o que eviten el uso de otras.

- Control Etológico: Consiste en el uso de distintos dispositivos químicos ó físicos que afectan el comportamiento de los insectos, tales como las trampas con feromonas y el uso de atrayentes y repelentes.

- Control Fitogenético: Este hace referencia al uso de cultivares resistentes o tolerantes a las plagas.

- Control Autocida: Se ejemplifica con el uso de las liberaciones masivas de insectos estériles o de poblaciones genéticamente degradadas para reducir la reproducción y sobrevivencia de las poblaciones normales de una plaga.

3.2 Marco Referencial

3.2.1 Uso de Barreras Vivas

El combate mediante prácticas agrícolas o culturales, es uno de los más promisorios, especialmente en relación al manejo de las virosis. Actúa mediante interferencia y distracción de la plaga.

Los métodos de interferencia pueden operar dificultando al insecto la selección de su cultivo favorito. También pueden actuar obstaculizando la invasión al cultivo, mediante la siembra de barreras vivas alrededor o dentro del mismo. Los métodos de distracción pueden funcionar mediante la siembra de otros cultivos o de plantas silvestres, asociados con el cultivo

de interés (policultivos, cultivos trampa, etc.) (5).

El uso de barreras vivas por medio de sorgo forrajero, maíz, zacate Johnson y otras especies vegetales; ha sido utilizado durante mucho tiempo para evitar los daños, principalmente de áfidos y moscas blancas. Los áfidos limpian su estilete al chupar en la planta que está sirviendo de barrera y cuando entra al campo de tomate, lleva su estilete limpio. En el caso de la mosca blanca, el sorgo funciona como barrera física, al dificultar el paso del insecto al cultivo. Las barreras ayudan a proteger las plantas los primeros 70 días, con porcentajes de infección menores al 30%, por el efecto único de las barreras (1). Además de constituir una barrera para la mosca blanca, puede tener efectos positivos para el cultivo, evitando la pérdida de humedad, al obstaculizar el paso del viento (24).

En estudios realizados en el Valle de Sébaco, Managua, sobre barrera de sorgo en semilleros de tomate, se encontró que en los semilleros rodeados de sorgo, hubo menos inmigración de mosca blanca; así también en los semilleros rodeados de sorgo y frijol las poblaciones fueron menores que en semillero tradicional de tomate (7).

En un estudio realizado en Brazil sobre la influencia de barreras de sorgo, a diferentes distancias, circulando parcelas de tomate como barrera para adultos de mosca blanca, se redujo significativamente la densidad de adultos de B. tabaci. A medida que la distancia de barreras fueron aumentadas, se observó un

incremento del 41.8 % de población de adultos de mosca blanca (10).

En La India, Sastry, et al citados por Gravena (10), encontraron efectos benéficos en el uso de bordes con Sorghum bicolor con relación a B. tabaci y el virus TYLCV en tomate.

3.2.2 Referencias de trabajos sobre barreras en cultivos, en Guatemala.

En el Departamento de Zacapa, en una parcela de validación y transferencia de tecnología en tomate, se encontró que el uso de trampas y barreras de sorgo, redujo poblaciones de mosca blanca, en relación al no uso de estas (22).

Calderón (3), en una evaluación del uso de barreras de sorgo alrededor del cultivo de tomate; realizada en el Depto. de Zacapa, encontró que la barrera de sorgo sí es eficiente reduciendo las poblaciones de mosca blanca, en relación a una parcela en donde no existía barrera.

En el Departamento del Quiché, se observó que al usar sorgo forrajero como barrera viva y okra como cultivo trampa dentro del cultivo de tomate, los daños en proporción de plantas de tomate viróticas, fueron menores que donde no se establecieron estos cultivos; además, la sintomatología de la enfermedad, se observó con dos semanas de rezago (25).

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Contribuir en el desarrollo de un programa de control integrado de B. tabaci en el cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum).

4.2 Específicos

1 Determinar si existen diferencias significativas, en cuanto a poblaciones de adultos de B. tabaci, dentro de los distintos distanciamientos de barreras estudiados.

2 Determinar si la distribución de las poblaciones de B. tabaci decrece, a medida que se incrementa el número de barreras de sorgo, establecidas perpendicularmente a la dirección del viento.

3 Determinar si con el uso de barreras de sorgo se logra disminuir la incidencia de plantas viróticas en el cultivo de tomate.

5. HIPOTESIS

El uso de barreras de sorgo disminuye significativamente la incidencia del complejo B. tabaci-Virus, en el cultivo de tomate.

6. METODOLOGIA

6.1 Area Experimental y Fecha de Ejecución

El presente estudio se realizó en el Centro de Investigación y Producción Agrícola El Oasis, del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), localizado en el Valle de La Fragua, del Departamento de Zacapa, a 14°57'05" Latitud Norte y 89°32'05" Longitud Oeste; de febrero a junio de 1993.

Cruz, De La (6), enmarca al Valle de la Fragua dentro de la zona de vida Monte Espinoso sub-Tropical, la vegetación natural está constituída mayormente por arbustos y plantas espinosas, las predominantes son: Cactus sp., Pereskia sp., Cordia alba, Oso sp., Jaquinia sp., Bucida macrostachys y Acasia farnesiana.

La temperatura media anual varía entre 24.0 y 26.8 °C, con precipitación pluvial de 400 a 600 mm anuales, localizado a una elevación de 180 a 400 msnm.

Simons et al (26), clasifican los suelos del área dentro de la serie Chicaj. Son suelos de textura arcillosa, negros y con una capa superficial de aproximadamente 50 cm. Son de topografía plana y tienen un subsuelo de semipermeable a impermeable. Las series predominantes en la región son: Chiquimula, Teculután, Chicaj, Zacapa, Sinanaque y Tempisque.

6.2 Metodología Experimental

La hipótesis planteada se probó a través de un experimento, cuyos detalles se presentan a continuación.

6.2.1 Tratamientos

El experimento incluyó cinco tratamientos:

6.2.1.1 Barrera de sorgo cada 5 surcos de tomate (7 surcos de sorgo por parcela).

6.2.1.2 Barrera de sorgo cada 11 surcos de tomate (4 surcos de sorgo por parcela).

6.2.1.3 Barrera de sorgo cada 17 surcos de tomate (3 surcos de sorgo por parcela).

6.2.1.4 Barrera de sorgo cada 35 surcos de tomate (2 surcos de sorgo por parcela).

6.2.1.5 Sin barrera (Testigo)

Cada unidad experimental contó con un total de 37 surcos. Dependiendo del tratamiento, los surcos de barrera de sorgo sustituyeron surcos de tomate dentro de cada unidad experimental, tal como se indica en los tratamientos.

6.2.2 Unidad Experimental

El área total del experimento fué de 7326 m2. Cada bloque contó con un área de 1831.5 m2 (4 bloques en total).

La parcela bruta midió 11 metros de ancho por 33.3 metros de largo, o sea un área de 366.3 m2. La razón de utilzar éste tamaño de parcela, fué para que los adultos de mosca blanca tuvieran su mayor expresión, tomándose en cuenta que: Los adultos de mosca blanca en la fase de dispersión, se levantan,

dejándose llevar por las corrientes de aire hasta que son atraidas por las plantas hospederas; principalmente por la receptividad a los rayos UV, que tienen íntima relación con los colores verde-amarillentos.

El área de la parcela neta fué de 162 m2 o sea que se consideraron los 18 surcos centrales de la parcela bruta para la toma de datos.

Para determinar el comportamiento de la población de mosca blanca ante la presencia de varias barreras, se tomó el tratamiento barreras cada 5 surcos de tomate.

6.2.3 Diseño Experimental

Se utilizó el diseño bloques al azar; con 4 repeticiones.

Se buscaba bloquear la dispersión de adultos de mosca blanca y considerando que ésta dispersión, se vé influenciada por la dirección del viento, el establecimiento de la barrera de sorgo fué perpendicular a la dirección del mismo.

Los bloques (repeticiones), se ubicaron en el campo en forma no secuencial, de tal manera que los tratamientos, tuvieran la misma oportunidad de penetración del viento (ver anexo 6 "A").

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Yij = U + Ti + Bj + Eij$$

de donde:

Yij = Variable respuesta de la ij-ésima unidad experimental

U = Efecto de la media general

Ti = Efecto del i-ésimo tratamiento

Bj = Efecto del j-ésimo bloque

Eij = Error experimental en la ij-ésima unidad experimental

6.2.4 Variables de Respuesta

Número de adultos de mosca blanca/planta

Incidencia de plantas viróticas

6.2.5 Toma de Datos

El método de muestreo utilizado fué el sistemático con inicio al azar (2). Para realizarlo se dividió el área neta de la unidad experimental dentro del total de muestras a tomar (54), para definir cuantas plantas quedarían entre una muestra y otra (distancia).

- **Número adultos de mosca blanca:**

La unidad muestral la constituyó una hoja compuesta "rama", la que fué tomada de la parte central de la planta.

Por cada tratamiento se muestrearon 54 hojas compuestas de tomate. Para la lectura de adultos de mosca blanca, se levantó cuidadosamente la hoja y se contaron todos los adultos que se encontraron en el envéz de la misma: Los datos fueron anotándose en hojas de registro previamente elaboradas (ver anexo 7 "A"). El muestreo fué en horas de la mañana (iniciándose a las 7:00 am).

Se adoptó esta forma de muestreo, porque en estudios realizados por la diciplina de Protección Vegetal del ICTA, sobre Metodologías de Muestreo para Mosca Blanca, concluyeron que es la más apropiada (8).

La frecuencia de muestreo fué de 8 dias, realizando la primera lectura 2 días después del trasplante (ddt), hasta que se tuvo un total de 8 lecturas.

- **Plantas Viróticas:**

Mediante observación directa, dentro de la parcela neta se hizo un conteo semanal de las plantas que presentaban síntomas de acolochamiento, iniciando con las lecturas a los 8 ddt, hasta que se registró el cien por ciento de la plantación dañada.

Las características que se tomaron en cuenta para identificar una planta con síntomas de virosis fueron: Cambios en la coloración del follaje (amarillamiento y bordes con coloración lila), hojas enrolladas y quebradizas y achaparramiento.

6.2.6 Análisis de la Información

Las variables número de adultos de mosca blanca e incidencia de plantas viróticas, fueron sometidas a una prueba estadística no paramétrica, utilizando el Análisis de Varianza de Dos clasificaciones por rangos de Friedman, con un nivel de significancia del 5 % (27).

Debido a que hubo diferencias significativas entre tratamientos, se procedió a realizar la comparación múltiple para la prueba de Friedman (27), para determinar cuál de los tratamientos evaluados era estadísticamente mejor.

Para determinar si la dispersión de B. tabaci disminuía a medida que el número de barreras de sorgo aumentaba, en relación al bloqueo del viento, se realizó un análisis de varianza para responder al planteamiento en el objetivo 2.

Para la elaboración de las figuras de la variable adultos de mosca blanca, se tomaron los promedios de los datos registrados en las ocho lecturas.

La variable incidencia de plantas viróticas se expresó en términos de porcentaje. Para el cálculo se utilizó la fórmula siguiente:

$$\% \text{ De Plantas Viróticas} = \frac{\text{\# de Plantas Enfermas}}{\text{\# Total de Plantas}} \times 100$$

El sorgo, por ser un producto que tiene un valor económico, se le estimaron los costos para establecer este tipo de práctica. Asi mismo se calculó su rentabilidad.

6.3 MANEJO AGRONOMICO DEL EXPERIMENTO

6.3.1 Preparación del Terreno

Se realizó un paso de arado y dos de rastra pesada en forma cruzada para mejorar la aireación y retención de humedad del suelo, eliminar insectos y malezas del mismo; posteriormente se surqueó, ésto con ocho días de anticipación al establecimiento de la barrera.

6.3.2 Establecimiento de la Barrera de Sorgo

La semilla de sorgo utilizada fué el híbrido de sorgo forrajero ICTA HF-88, cuyas características son: Crecimiento rápido, tallos delgados, jugosos y dulces; alcanza alturas que van de los 2.70 a 2.85 metros (12).

El sorgo se sembró al chorrío, 45 días antes del trasplante del tomate. La altura de barrera al momento del trasplante era de aproximadamente 1.50 metros.

A los 60 días de su siembra, se le realizó un corte de panoja para evitar que la semilla cayera al suelo y la misma al germinar, se convirtiera en maleza para el tomate.

55 días después del trasplante de tomate, el sorgo se cortó al raz, por considerarse que había cumplido con la función para el cual fué establecido; se hicieron manojos con un peso promedio de 20 lbs., los que se vendieron a los agricultores de la zona a un precio de Q1.50 cada uno (ver anexo 5 "A").

6.3.2.1 Desinfestación del Suelo

Al momento de la siembra del sorgo se aplicó sobre el surco:

Volatón granulado (Foxim), y sobre la semilla se aplicó Folidol (Methyl-paration) para evitar el daño ocasionado por hormigas (Cuadro 1).

6.3.2.2 Fertilización

Al momento de la siembra se aplicó fórmula 15-15-15 y a los 25 días de la emergencia se aplicó 46-0-0, colocados al fondo del surco y en bandas (Cuadro 1).

CUADRO 1 Insumos utilizados en la barrera, según tratamientos en el cultivo de tomate, 29/02/93 al 19/04/93, La Fragua, Zacapa.

TRATAMIENTOS	SEMILLA kg/ha	15-15-15 kg/ha	VOLATON kg/ha	FOLIDOL cc/ha	46-0-0 kg/ha
BARRERA C/5	85.5	16.62	3.91	500	22.19
BARRERA C/11	45.0	8.75	2.06	270	11.68
BARRERA C/17	31.5	6.12	1.44	190	8.18
BARRERA C/35	18.0	3.50	0.82	100	4.67

6.3.2.3 Riego

Se aplicó el primer riego al momento de la siembra, continuándose éstos cada 8 días, coincidiendo con el riego del cultivo de tomate.

6.3.3 **Semillero de Tomate**

6.3.3.1 Material de Tomate utilizado

Se utilizó el híbrido Zenith, cuyas características son: Fruto alargado y hábito de crecimiento determinado. El ciclo de trasplante a cosecha es de 70 días y el rendimiento promedio es de 1500 cajas por manzana (13).

6.3.3.2 Preparación del Semillero

La colocación de la semilla de tomate en el semillero, se hizo a los 29 días después de sembrada la semilla de sorgo. Previamente se levantó una mesa de suelo, el cual se mulló completamente, se desinfectó con bromuro de metilo a razón de 3 libras por 30 m2 de suelo y se cubrió con nylon por espacio de 2 días. Seguidamente se destapó y se picó el suelo para suministrarle aireación, efectuándose la siembra al día siguiente.

La densidad de siembra en el semillero fué de aproximadamente 80 plantas por hilera de un metro. La distancia entre hileras fué de 10 cm, contándose con 800 plantas/m2. Se necesitaron aproximadamente 23,000 plantas para el ensayo.

La semilla se cubrió con 2 mm de tierra y se recubrió con granza de arroz. La granza se desinfectó con Benomil (Benlate), en dósis de 12.5 cc por 12 litros de agua para evitar la contaminación por hongos.

El semillero se cubrió con tela espuma, para protegerlo de plagas, principalmente de la mosca blanca; por lo que no fué necesaria la aplicación de insecticidas durante este período.

6.3.3.3 Riego

El semillero se regó todos los días por las mañanas, suspendiéndose 1 día antes del trasplante para que las plantas resistieran al cambio definitivo. El semillero se destapó un

día antes del trasplante y se asperjó con Endosulfán (Thiodán) en dósis de 25 cc/bomba de 16 litros de agua. Una hora antes del trasplante, se hizo un riego profundo para facilitar el arranque de las plántulas.

6.3.4 **Campo Definitivo**

6.3.4.1 Trasplante

El trasplante de tomate se efectuó 21 dias después de establecido el semillero. Después de arrancadas las plántulas, las raices se sumergieron en una solución de 25 cc de Benomil (Benlate) y 11 litros de agua, para prevenir enfermedades fungosas.

Los distanciamientos de siembra fueron de 0.90 mts entre surcos y 0.30 mts. entre plantas.

6.3.4.2 Riegos

El sistema de riego utilizado fué por gravedad. Se efectuó el primero el dia del trasplante y se continuó con intervalos de 8 dias; suspendiéndose los mismos al momento de la cosecha.

6.3.4.3 Fertilización

La primera fertilización del cultivo se hizo a los 8 ddt. Se aplicó fórmula 15-15-15 a lo largo y al fondo del surco a razón de 380 kg/ha. La segunda fertilización se hizo con 46-0-0, a razón de 129.6 kg/ha, a los 25 ddt.

6.3.4.4 Control Fitosanitario

A los 8 ddt se aplicó Volatón 500 (Phoxim) a la base del

tallo, en dósis de 3.0 lt/ha para contrarrestar el daño ocasionado por gallina ciega (Phyllophaga sp.).

Se determinó aplicar insecticidas dentro del cultivo establecido, para evitar que si ingresaban adultos de mosca blanca, éstos colonizaran y a la vez, enmascararan los resultados que semanalmente se iban a registrar. Se programó fumigar dos veces por semana (martes y viernes), pero en vista de las altas poblaciones de mosca blanca y la tendencia que seguían dentro de los tratamientos, se tomó la decisión de implementar una aplicación más por semana, a partir de los 18 ddt.

Los días miércoles se aplicó Endosulfán (Thiodan) en dósis de 1.42 lt/ha y la mezcla de Butocarboxim (Drawin) + Fenpropathrin (Herald), se aplicó los dias lunes y viernes, en dósis de 1.42 y 0.71 lt/ha respectivamente. Las aplicaciones fueron iguales para todos los tratamientos.

Se efectuaron cuatro limpias con azadón: Al momento de la primera y segunda fertilización y a los 18 y 48 ddt. En cada limpia se hizo el aporque respectivo.

Las malezas más agresivas fueron: Coyolillo (Cyperus sp.), pasto Jhonson (Sorghum halepense) y verdolaga (Portulaca sp.).

A los 26 ddt se aplicó el fungicida Ridomil 70WP (Metalaxil) en dósis de 2.0 kg/ha., por presentarse dentro del cultivo sintomatología de Alternaria sp.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Efecto de Barreras de Sorgo sobre Poblaciones de Adultos de Mosca Blanca.

La presencia de adultos de mosca blanca en el cultivo de tomate se detectó un día posterior al trasplante del mismo, observándose de una manera generalizada entre los tratamientos.

Las poblaciones alcanzaron niveles altos por encima de lo esperado, pues en la temporada anterior, Dubón (8) reportó un máximo de 2.5 adultos por planta y en éste experimento, a los 2 ddt se había alcanzado un promedio de 7 adultos por planta.

Con el fin de observar el efecto de las barreras de sorgo a través del tiempo, se presenta en forma gráfica, el promedio de adultos de mosca blanca B. tabaci, a lo largo del período del cultivo. Se observa que, la mayor infestación del insecto plaga (7 mb/planta) ocurre entre los primeros 15 ddt (ver figura 1). Este fenómeno coincide con la fase de mayor crecimiento de la planta, en donde ésta, aún no ha alcanzado su madurez fisiológica. A partir de esta fecha, el promedio de adultos por planta baja considerablemente, lo que puede atribuirsele al efecto del insecticida aplicado con menor intervalo de tiempo o bién al movimiento del insecto hacia otros cultivos o malezas por presentarse infección hasta del 70 % dentro de la plantación (ver figura 3).

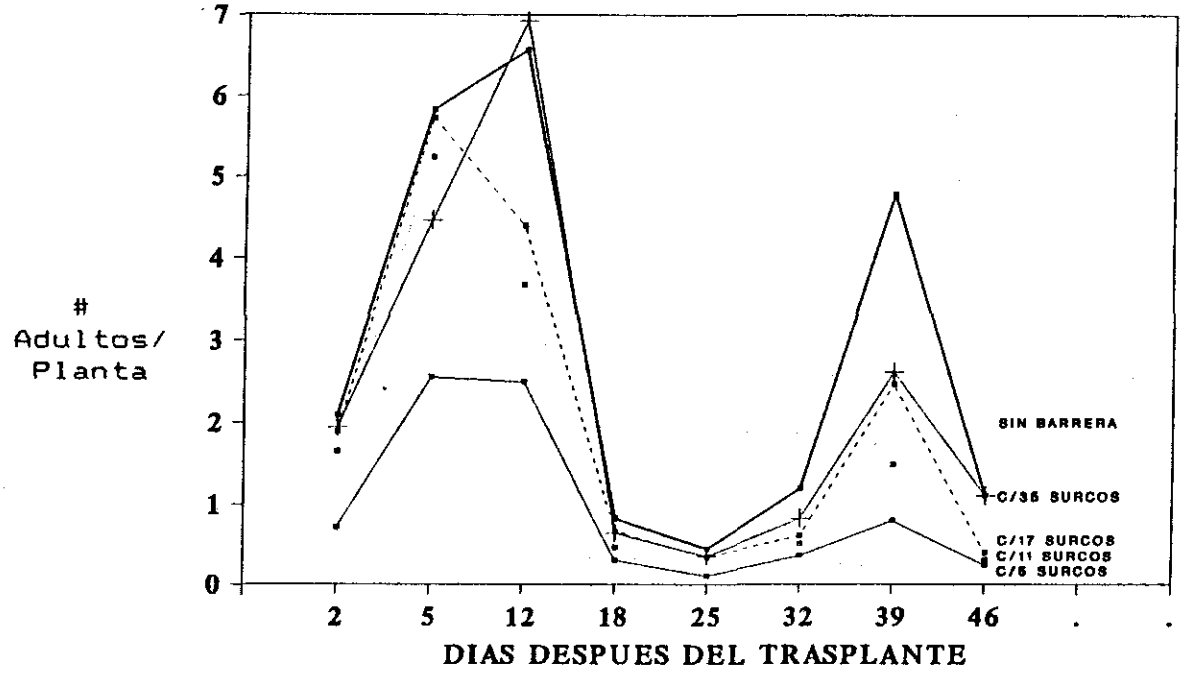


Figura 1 Efecto de distanciamientos de barreras de sorgo sobre poblaciones de B. tabaci en el cultivo de tomate. La Fragua, Zacapa 1993.

Del análisis estadístico realizado (ver anexo 1 "A"), se deduce que existen diferencias significativas entre tratamientos, por lo que se realizó la prueba de comparación múltiple para la prueba de Friedman, la cual indica que el tratamiento barreras a cada 5 surcos de tomate, supera a los demás, con relación al menor número de mosca blanca por planta (ver cuadro 2).

Cuadro 2 Resúmen de la comparación múltiple para la prueba de Friedman de la Variable Número de Adultos de Mosca Blanca/planta.

Barreras de Sorgo	TOTAL RANGO	GRUPO (5% Signific.)
Cada 5 surcos de tomate	4	A
Cada 11 surcos de tomate	8	AB
Cada 17 surcos de tomate	14	BC
Cada 35 surcos de tomate	17	BC
Sin barrera (testigo)	17	C

La tendencia en mantener menor nivel de población de adultos de mosca blanca, siempre se observó donde se establecieron barreras de sorgo. En la figura 2, se puede apreciar que existen diferencias significativas entre los tratamientos, en relación al promedio de adultos de mosca blanca por planta, observándose que la tendencia en mantener menor éste número a lo largo del cultivo, se manifestó siempre donde los distanciamientos de barrera fueron menores.

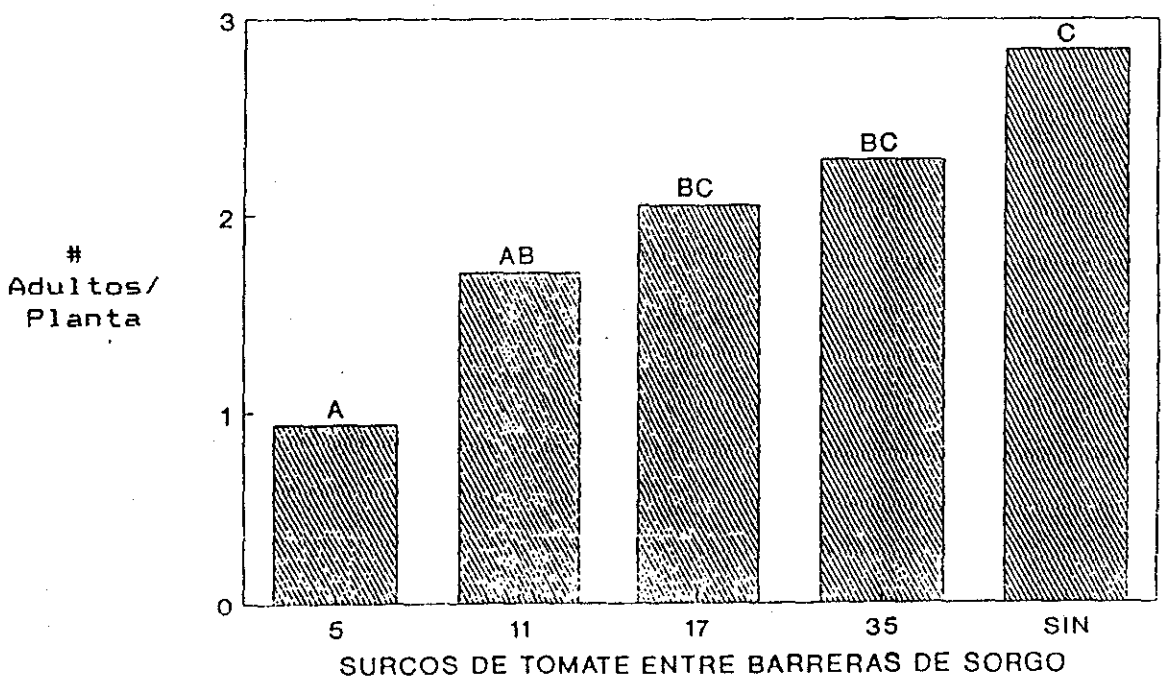


Figura 2 Efecto de distanciamientos de barreras de sorgo sobre poblaciones de B. tabaci en el cultivo de tomate, y su significancia, La Fragua, Zacapa 1993.

Las barreras a cada cinco surcos de tomate registraron 67 % menos adultos de mosca blanca, con respecto al tratamiento sin barreras. La proporción de adultos de mosca blanca aumentó, a medida que se incrementó el distanciamiento entre barreras.

Lo anterior confirma lo reportado por Gravena (10), Calderón (3) y otros, que el uso de barreras vivas son efectivas en dificultar la dispersión de adultos de mosca blanca, manteniendo bajos los niveles de poblaciones en el cultivo que se proteje, en éste caso, el tomate.

El crecimiento desmesurado de las poblaciones de adultos de mosca blanca, en la época en que se llevó a cabo el experimento, tuvo efectos negativos para la mayoría de cultivos establecidos en la zona.

Amplias áreas de cultivo de tomate fueron abandonadas y hubo fuerte invasión de éste insecto hacia cultivos de melón y otros que aún no se reportaban como hospederos (almendro y plántulas de maíz).

7.2 Efecto de Múltiples Barreras en Relación al Viento, sobre Adultos de Mosca Blanca por planta.

La distribución de las poblaciones de adultos de mosca blanca es uniforme dentro de las sub-parcelas de tomate, aunque existan más barreras de sorgo (ver anexo 2 "A").

Los adultos de B. tabaci, son fuertemente atraídos por los colores amarillo-verdoso. En vuelos de larga distancia inicialmente se levantan de la planta hospedera y aprovechan las

corrientes de aire para desplazarse. En éste trabajo se esperaba que, al tener mayor número de barreras, de alguna manera les dificultara la selección del cultivo y por consiguiente, las poblaciones de adultos de mosca blanca fueran mayores en las parcelas bordes, o sea por donde entra el viento (y con él, los adultos de mosca blanca) y que disminuirían conforme las barreras se alejaran de dicho borde, lo cual no ocurrió.

7.3 Incidencia de plantas viróticas

El desarrollo de la enfermedad fué bastante rápido en los primeros días de desarrollo de la planta. 65 % de la plantación de tomate, presentó síntomas de acolochamiento aproximadamente a los 21 ddt. A partir de los 28 ddt, en casi todos los tratamientos se alcanzó el 100 % de incidencia de virosis.

Barreras a cada 5 surcos de tomate reveló un pequeño decremento en éste porcentaje; le sigue el de barreras a cada 35, pareciendo tener menor incidencia éste, que donde se establecieron barreras con menor distancia; aunque 28 ddt al igual que los otros tratamientos, alcanzó el 100 % de la plantación dañada. Lo que puede argumentarse es, que en los primeros ddt no hubo el máximo de infestación en éste tratamiento, con respecto a los demás y de alguna manera, retardó en manifestarse la sintomatología del virus en las plantas de tomate.

Se encontró una relación directa entre adultos de mosca blanca e incidencia de virosis; es decir, que a mayor número de adultos de mosca blanca, mayor es la incidencia de plantas viróticas y viceversa. En el tratamiento barreras a cada 5 surcos de tomate, se registró menor población de adultos de mosca blanca y a la vez, menor incidencia de virósis.

Es importante aclarar que: Aún no está determinado con exactitud, el número de adultos de mosca blanca/planta, con capacidad de infectar y provocar daños económicos.

En general los resultados indican que, con poblaciones altas de mosca blanca (hasta 7 mb/planta), el uso de barreras más la aplicación de insecticidas en la forma en que se hizo, no son suficientes para evitar niveles de infección económicos. Sin embargo, podrían haberse logrado resultados más optimistas, si desde el inicio, las aplicaciones de químicos se hubieran hecho tres veces por semana. Esto indica que aunque las barreras disminuyen las posibilidades de infestación, no la evitan, y que el uso de insecticidas complementan su control.

La incidencia de plantas viróticas sigue una tendencia similar a los de la variable adultos de mosca blanca por planta, es decir, el tratamiento barreras de sorgo a cada 5 surcos de tomate, presenta menor cantidad de plantas con síntomas de virósis, en relación con los demás tratamientos (ver cuadro 3).

Cuadro 3 Resúmen de la comparación múltiple para la prueba de Friedman de la Variable Incidencia de Virosis.

Barreras de Sorgo	TOTAL RANGOS	GRUPO (5% Signific.)
Cada 5 surcos de tomate	5	A
Cada 11 surcos de tomate	14	B
Cada 17 surcos de tomate	16	BC
Cada 35 surcos de tomate	8	ABC
Sin barrera (testigo)	17	CD

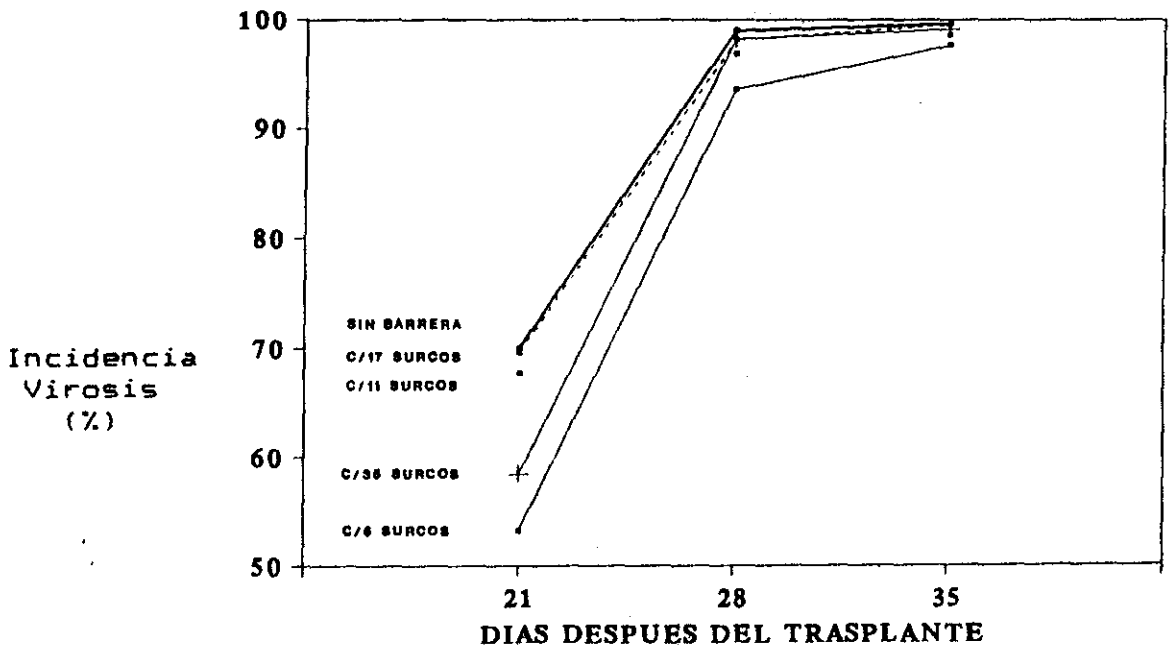


Figura 3 Comportamiento de la proporción de plantas con virosis en el cultivo de tomate, según los tratamientos, La Fragua, Zacapa 1993.

- **Rendimiento de tomate**

La floración del cultivo fué escasa o casi nula. Esto podría atribuirse a que el desarrollo fisiológico de la planta fué anormal debido a que el acolochamiento se presentó antes de que el cultivo entrara a la fase de floración, al ataque severo y

temprano de B. tabaci al cultivo, a las altas temperaturas alcanzadas (hasta de 40.0 grados centígrados) en la época en que se manejó este experimento (ver anexo 4 "A") o bién a la combinación de éstos factores.

La formación de fruto fué escasa a tal grado que el rendimiento fué extremadamente bajo. Lo anterior se fundamenta con lo que cita Lastra (17), quién reporta que la calidad y cantidad de frutos es afectada severamente si las plantas se infectan durante las primeras siete semanas después de su germinación. La media más alta registrada fué de 0.037 tm/ha en el tratamiento barreras a cada 5 surcos de tomate.

- **Observaciones adicionales**

Las barreras de sorgo tuvieron otros efectos positivos sobre el cultivo de tomate.

Las plantas de tomate próximas a la barrera, conservaron por mayor tiempo mejor estado fisiológico; esto fué observado con más frecuencia, en donde las barreras de sorgo se establecieron con distancias más cortas.

Se presume que la situación observada podría deberse a la proyección de la sombra de la barrera, disminuyendo con ello la evapotranspiración o bién distracción del insecto en la selectividad del alimento y de ésta manera no ser infectada la planta. Este efecto fué también reportado por Calderón (3) quién encontró que las plantas cercanas a la barrera permanecieron con mejores condiciones fisiológicas y de éstas se obtubo mejor producción.

Fué notorio que cuando se registró mayor temperatura y por consiguiente mayor resequedad en el suelo, los síntomas de virósis en las plantas se agudizaron.

El tratamiento más promisorio fué el de intercalar un surco de sorgo a cada cinco surcos de tomate, pués en él se logró la menor población de adultos de B. tabaci, menor incidencia de virosis y fué el único que produjo cosecha de tomate. Esto da márgen para proponer que en futuros estudios sobre el combate de B. tabaci, se incluya el tratamiento de barreras de sorgo a cada cinco surcos de tomate, y ver la factibilidad de transferir tecnología en éste sentido.

Por otro lado, el sorgo, en éste caso, compensó los costos que genera al establecer barreras (ver anexo 5 "A").

8. CONCLUSIONES

El uso de barreras de sorgo ayudó a reducir niveles de población de mosca blanca y la incidencia de virosis, por lo que se acepta la hipótesis planteada.

El tratamiento con menores poblaciones de mosca blanca (2.5 moscas blancas/planta) e incidencia de plantas viróticas, fué el de barreras a cada 5 surcos de tomate.

Los niveles de población de adultos de mosca blanca fueron tan altos en la etapa de mayor crecimiento de la planta, que infectó la plantación, antes de alcanzar la floración y por consiguiente la fructificación.

Bajo alta presión de mosca blanca (7 mb/planta) y altas temperaturas (40.0 °C), el uso de barreras de sorgo más la aplicación de insecticidas en la forma que se hizo, no es suficiente para controlar este problema.

9. RECOMENDACIONES

Como una alternativa en la prevención de adultos de mosca blanca hacia el cultivo de tomate, se recomienda el uso de barreras de sorgo con la integración de otras prácticas.

Se recomienda que en futuras investigaciones sobre mosca blanca, se incluyan las barreras a cada 5 surcos de tomate, por haber obstruído de mejor manera, la entrada de adultos de mosca blanca.

Se recomienda detectar los periodos críticos del tomate, ante la incidencia de virosis, para la protección del cultivo y umbrales de acción, para tener mejores espectativas en la obtención de rendimiento de fruto.

10. BIBLIOGRAFIA

1. AVILA, J.; POZO, O. 1991. Manejo del vector: una estrategia para el control de virosis en el cultivo de chile. México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Folleto Técnico no.6. 20 p.

2. BARFIELD, C. 1989. El muestreo en el manejo integrado de plagas. En: Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Ed. por K. L. Andrews; J. R. Quezada. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. p. 145-162.

3. CALDERON, L. Evaluación de la eficiencia de la barrera de sorgo en el control de las poblaciones de mosca blanca (Bemisia tabaci). 7 p.
Presentado en: Manejo Integrado de Plagas en Tomate: fase II, 1992-1993. Guatemala.

4. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. PROYECTO REGIONAL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba, C. R. 138 p.

5. --------. 1992. Plan de acción regional para el manejo de las moscas blancas en América Central y El Caribe. Turrialba, C. R. 27 p.

6. CRUZ, J.R. DE LA. 1976. Clasificación de las zonas de vida en Guatemala: basada en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 24 p.

7. DELGADILLO, B.; ZAMORA, M. 1992. Efecto del cultivo trampa y barrera vegetal sobre la inmigración de mosca blanca hacia el semillero de tomate. En: Jornada Científico-Técnica sobre el cultivo de tomate (1992, Managua, Nicaragua). Resumenes de Exposiciones Presentadas. Managua, Nicaragua, Estación Experimental Valle de Sébaco. s.p.

8. DUBON, R.; SALGUERO, V. 1993. Metodología para muestrear mosca blanca en tomate. En: Manejo Integrado de Plagas en Tomate: fase I: 1991-1992. Informe Técnico. Guatemala, Proyecto de Desarrollo Agrícola. p. 52-74.

9. ELCHELKRAUT, K. 1987. Biología, aspectos ecológicos y cría masal de Bemisia tabaci (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 89 p.

10. GRAVENA, S. 1984. Manejo integrado da mosca blanca Bemisia tabaci (Gennadius, 1889) em cultivares de tomateiro de crescimento determinado visando reducao de virose do mosaico dourado. Brasil, EMBRAPA. p. 36-41.

11. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 1984. Tecnología recomendada para el cultivo del tomate. Guatemala. s.p.

12. --------. 1989. ICTA-HF-88 nuevo sorgo híbrido para forraje. Guatemala. s.p.

13. --------. 1990. Recomendaciones técnicas agropecuarias para los departamentos de Zacapa, Chiquimula, El Progreso e Izabal. Guatemala. 134 p.

14. --------.: CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1990. Gusano del tomate; prevenga su daño en forma segura y económica. Guatemala, ICTA. 8 p.

15. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE COMERCIALIZACION AGRICOLA. 1980. Boletín técnico de comercio exterior. Guatemala. s.p.

16. HILJE, L.: et al. 1993. Las moscas blancas en Costa Rica. En: Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y El Caribe. Ed. por L. Hilje; O. Arboleda. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 58-63.

17. LASTRA, R. 1993. Los geminivirus: un grupo de fitovirus con caracteristicas especiales. En: Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y El Caribe. Ed. por L. Hilje; O. Arboleda. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 16-19.

18. LENTEREN, J. VAN; NOLDUS, L. 1990. Whitefly plant relationships: behavioural and ecologycal aspects. En: Whiteflyes: their bionomics, pest status and management. Great Britain, Athenaeum Press. p. 47-90.

19. LOPEZ, O. 1983. Estudio del control integrado de plagas clave en el cultivo del tomate (Lycopersicum esculentum), en el valle de La Fragua, Oasis, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 169 p.

20. METCALF, C.L. ; FLINT, W. P. 1966. Insectos destructivos e insectos útiles; sus costumbres y su control. Trad. por Alonso Blackaller Valdez. México, CECSA. 1208 p.

21. MIYARES, R. 1986. Paquete de programas en lenguaje basic para pruebas estadísticas no paramétricas usuales. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 382 p.

22. MORALES, J.; DARDON, D. 1992. Parcela MIP de validación y transferencia en tomate. En: Seminario Taller, Causas, Consecuencias y Manejo del Acolochamiento en Tomate (1992, Guatemala). Guatemala, Proyecto de Desarrollo Agrícola. p. 17.

23. RIVERA, O. 1989. Demología de Bemisia tabaci (Homóptera: Aleyrodidae) en el cultivo del algodón en Tiquisate, Escuintla, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 51 p.

24. SALGUERO, V. 1993. Perspectivas para el manejo del complejo mosca blanca - virosis. En: Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y El Caribe. Ed. por L. Hilje; O. Arboleda. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 20-26.

25. SILVESTRE, T. 1992. Evaluación de alternativas para el control de mosca blanca en el cultivo de tomate, en parcelas "MIP". En: Seminario Taller, Causas, Consecuencias y Manejo del Acolochamiento en Tomate (1992, Guatemala). Guatemala, Proyecto de Desarrollo Agrícola. p. 14.

26. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado S. Guatemala, José de Pineda Ibarra. p. 531-532.

27. WAYNE, D. 1978. Applied nonparametric statistics. Boston, Georgia State University. p. 223-253.

Vo. Bo. Rolando Barrios.

APENDICE

Cuadro 1 "A" Análisis de Varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman.

VARIABLE: Número de adultos de mosca blanca/planta.
(Diferentes distanciamientos de barrera)
Cultivo de tomate 6/3/93 al 19/4/93, La Fragua, Zacapa.

TRATAM. / BLOQ.	1 c/5 st	2 c/11 st	3 c/17 st	4 c/35 st	5 Sin Barr
I	42.25	74.92	139.12	205	145.38
II	54.38	81.50	124.88	94	103.62
III	52.25	72.0	79.62	101.12	99.62
IV	54.5	85.75	92.88	94	266.88
Rj	4	8	14	17	17
Rj2	16	64	196	289	289

Σ Rj2 = 854

Ho. Todos los tratamientos son iguales

* $X^2_c = \frac{12}{120}(854) - 72 = 13.4$ $\qquad X^2_t = 9.49$ α 0.05

Ho. = Se rechaza
Es decir, existen diferencias significativas entre tratamientos.

PRUEBA DE T CORRESPONDIENTE A LA PRUEBA DE FRIEDMAN

		SB 17	c/35 17	c/17 14	c/11 8	c/5 4
c/5	4	13*	13*	10*	4 NS	0
c/11	8	9NS	9NS	6NS	0	
c/17	14	3NS	3NS	0		
c/35	17	0	0			
Sin B	17	0				

RECHAZAR SI: $|Rj-Rj| \geq t\sqrt{\frac{bk(k+1)}{6}}$

Significancia al 5 % = 9.17

Tratamientos	Sin barrera	Barr c/35	c/17	c/11	c/5
				A	A
	B	B	B	B	

Cuadro 2 "A" Análisis de Varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman

VARIABLE: Número de adultos de mosca blanca/planta.
(Evaluación hecha en las sub parcelas = Tratamiento 1)
Cultivo de tomate 6/3/93 al 19/4/93 La Fragua, Zacapa.

TRATAM. / BLOQ.	1 1 Barre	2 2 Barre	3 3 Barre	4 4 Barre	5 5 Barre	6 Barr
I	6.5	6.3	7.25	7.6	7.12	7.4
II	5.1	8.1	14.0	13.5	7.4	6.9
III	8.8	9.4	12.4	5.8	9.5	6.5
IV	10.0	10.6	8.2	9.6	6.6	8.4
Rj	11	15	18	16	12	12
Rj2	121	225	324	256	144	144

Σ Rj2 = 1214

Ho. Todos los tratamientos son iguales

$$X^2_c = \frac{12}{168}(1214) - (3 \times 4 \times 7) = 2.71 \qquad X^2 t_{\alpha 0.05} = 11.07$$

Ho. = Se acepta
Es decir, no existen diferencias significativas entre tratamientos.

* FORMULA

$$X^2 c = \frac{12}{NK\ (K + 1)} (\ Rj^2\ ) - 3N\ (K + 1)$$

En donde N = Bloques y K = Tratamientos

$X^2 t$ = (K -1) gl y nivel de significancia

REGLA DE DECISION:

Si $X^2 c \geqslant X^2 t$ RECHAZAR

Cuadro 3 "A" Análisis de Varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman

VARIABLE: Incidencia de plantas viróticas.
Cultivo de tomate 6/3/93 al 19/4/93, La Fragua, Zacapa.

TRATAM. / BLOQ.	1 c/5 st	2 c/11 st	3 c/17 st	4 c/35 st	5 Sin Barr
I	348	431	450	403	444
II	306	330	390	292	336
III	181	320	250	267	299
IV	255	343	353	259	363
Rj	5	14	16	8	17
Rj2	25	196	256	64	289

Σ Rj2 = 830

Ho. Todos los tratamientos son iguales

* $X^2_c = \frac{12}{120}(830) - 72 = 11$ $\qquad X^2_t = 9.49$ ($\alpha_{0.05}$)

Ho. = Se rechaza
Es decir, existen diferencias significativas entre tratamientos.

PRUEBA DE T CORRESPONDIENTE A LA PRUEBA DE FRIEDMAN

		SB 17	c/17 16	c/11 14	c/35 8	c/5 5
c/5	5	12*	11*	9	3 NS	0
c/35	8	9NS	8NS	6NS	0	
c/11	14	3NS	2NS	0		
c/17	16	1NS	0			
Sin B	17	0				

RECHAZAR SI: $|Rj-Rj| \geq t \sqrt{\frac{bk(k+1)}{6}}$

Significancia al 5 % = 9.17

Tratamientos	Sin barrera	Barr c/35	c/17	c/11	c/5
		A			A
	B	B	B	B	
	C	C	C		
	D				

Cuadro 4 "A" Promedio de datos climáticos, Estación La Fragua, Zacapa. Periodo marzo-abril 1993

Precipitación (mm)	Viento (km/h)	Temperatura Máxima	Temperatura Media
0.8	3.2	36.04	28.4
0	3.6	32.6	26.8
0	5.4	33.32	25.88
0	4.9	35.24	27.66
0	4.6	35.88	29.4
0	3.2	39.76	33.22
0	4.2	37.7	32.64
0.6	2.2	37.18	31.24
0	4.2	37.0	29.9
0	4.0	35.6	29.8
0	5.1	36.32	29.5

INSIVUMEH

Cuadro 5 "A" COSTOS EN Q/HA, AL ESTABLECER BARRERAS DE SORGO, LA FRAGUA, ZACAPA

BARRERA DE SORGO A CADA 5 SURCOS DE TOMATE		
INSUMOS		Q 796.32
85.5 kg de semilla a Q8.25/kg	Q 705.38	
16.62 kg de 15-15-15 a Q1.60/kg	Q 26.59	
22.19 kg de Urea a Q 1.27/kg	Q 28.18	
3.91 kg de Volatón a Q 3.88/kg	Q 15.17	
0.5 lt de Folidol a Q 42.00/lt	Q 21.00	
MANO DE OBRA		Q 300.00
Siembra 5 jornales a Q15.00 c/u	Q 75.00	
Riegos 5 jornales a Q15.00 c/u	Q 75.00	
Corte de panoja 5 jornales	Q 75.00	
Corte del forraje 5 jornales	Q 75.00	
COSTO TOTAL		Q1,096.32

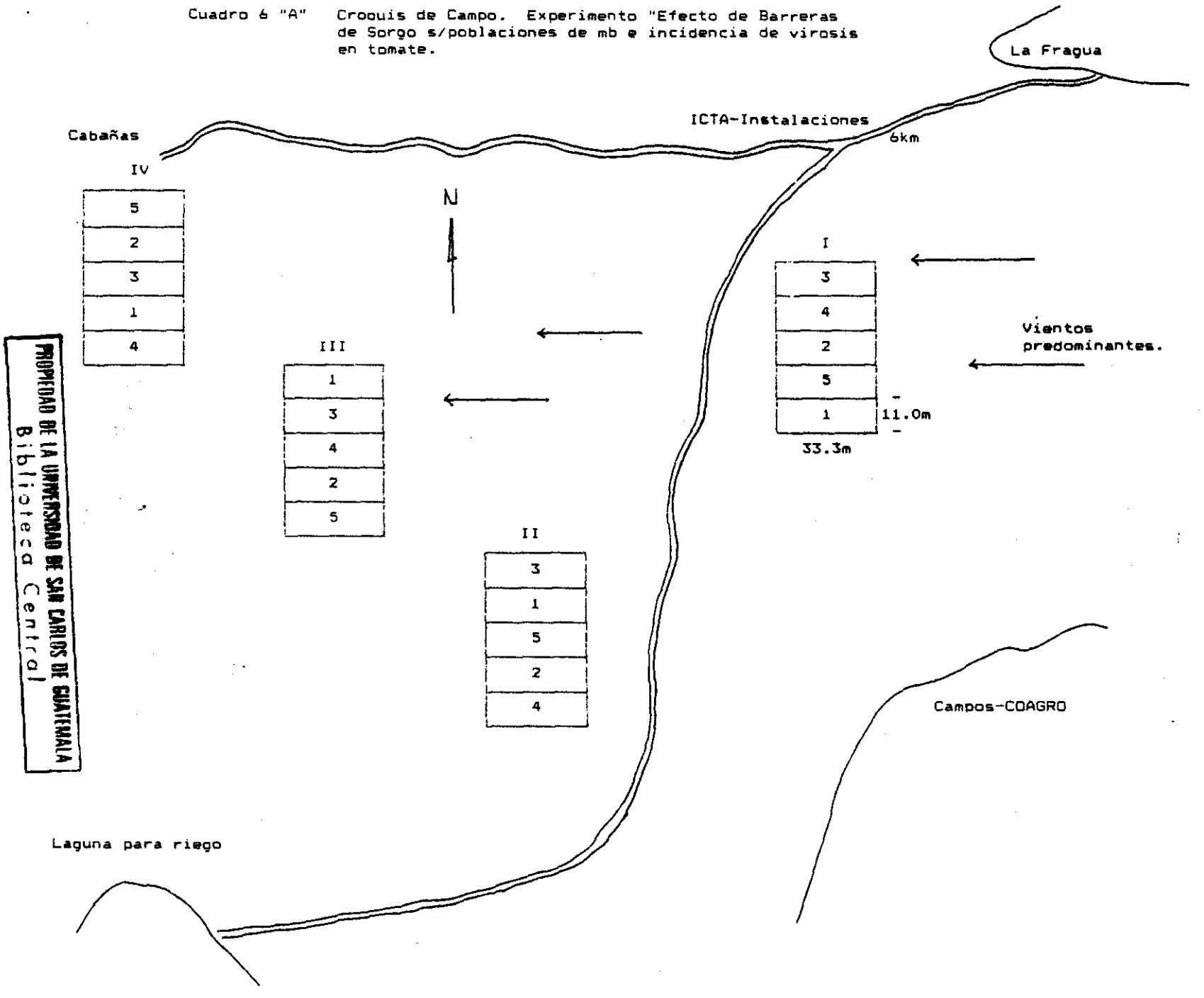
BARRERA DE SORGO A CADA 11 SURCOS DE TOMATE		
INSUMOS		Q 419.41
45.0 kg de semilla a Q8.25/kg	Q 371.25	
8.75 kg de 15-15-15 a Q1.60/kg	Q 14.00	
11.68 kg de Urea a Q 1.27/kg	Q 14.83	
2.06 kg de Volatón a Q 3.88/kg	Q 7.99	
0.27 lt de Folidol a Q 42.00/lt	Q 11.34	
MANO DE OBRA		Q 210.00
Siembra 3 jornales a Q15.00 c/u	Q 45.00	
Riegos 5 jornales a Q15.00 c/u	Q 75.00	
Corte de panoja 3 jornales	Q 45.00	
Corte del forraje 3 jornales	Q 45.00	
COSTO TOTAL		Q629.41

continuación cuadro 5 "A"

BARRERA DE SORGO A CADA 17 SURCOS DE TOMATE		
INSUMOS		Q 293.63
31.5 kg de semilla a Q8.25/kg	Q 259.88	
6.12 kg de 15-15-15 a Q1.60/kg	Q 9.79	
8.18 kg de Urea a Q 1.27/kg	Q 10.39	
1.44 kg de Volatón a Q 3.88/kg	Q 5.59	
0.19 lt de Folidol a Q 42.00/lt	Q 7.98	
MANO DE OBRA		Q 165.00
Siembra 2 jornales a Q15.00 c/u	Q 30.00	
Riegos 5 jornales a Q15.00 c/u	Q 75.00	
Corte de panoja 2 jornales	Q 30.00	
Corte del forraje 2 jornales	Q 30.00	
COSTO TOTAL		Q458.63

BARRERA DE SORGO A CADA 35 SURCOS DE TOMATE		
INSUMOS		Q 167.41
18.0 kg de semilla a Q8.25/kg	Q 148.50	
3.50 kg de 15-15-15 a Q1.06/kg	Q 5.60	
4.67 kg de Urea a Q 1.27/kg	Q 5.93	
0.82 kg de Volatón a Q 3.88/kg	Q 3.18	
0.1 lt de Folidol a Q 42.00/lt	Q 4.20	
MANO DE OBRA		Q 120.00
Siembra 1 jornal a Q15.00 c/u	Q 15.00	
Riegos 5 jornales a Q15.00 c/u	Q 75.00	
Corte de panoja 1 jornales	Q 15.00	
Corte del forraje 1 jornales	Q 15.00	
COSTO TOTAL		Q287.41

Cuadro 6 "A" Croquis de Campo. Experimento "Efecto de Barreras de Sorgo s/poblaciones de mb e incidencia de virosis en tomate.



Cuadro 7 "A" Hoja para toma de datos. Experimento "Efecto de Barreras de Sorgo s/poblaciones de mosca blanca e incidencia de virus en tomate, La Fragua, Zacapa.

FECHA_____ REPETICION_____ A/1_____

TRATAMIENTO 1 (SORGO A CADA 5 SURCOS DE TOMATE)

PAR-CELA	PLANTAS 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TO-TAL	$\bar{X}$
1												
2												
3												
4												
5												
6												

TRATAMIENTO 2 (SORGO CADA 11 SURCOS DE TOMATE)

1												
1												
2												
2												
3												
3												

TRATAMIENTO 3 (SORGO CADA 17 SURCOS DE TOMATE)

1												
1												
1												
2												
2												
2												

TRATAMIENTO 4 (SORGO CADA 35 SURCOS DE TOMATE)

1												
1												
1												
1												
1												
1												

TRATAMIENTO 5 (SIN SORGO)

1												
1												
1												
1												
1												
1												

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

Sem. 003-94

LA TESIS TITULADA: "EFECTO DE BARRERAS DE SORGO SOBRE POBLACIONES DE MOSCA BLANCA (Bemisia tabaci) E INCIDENCIA DE VIRUS EN EL CULTIVO DE TOMATE (Lycopersicon esculentum) EN EL VALLE DE LA FRAGUA ZACAPA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: REINA ARCELY MORAN SOLARES

CARNET No: 84-15692

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Salvador Sánchez
Ing. Agr. Samuel Córdova
Ing. Agr. Luis Morán

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Ariel Ortíz
A S E S O R

Dr. Víctor Salguero
A S E S O R

Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
DIRECTOR DEL IIA.

FACULTAD DE AGRONOMIA, USAC
DIRECCION
Instituto de Investigaciones Agronómicas

I M P R I M A S E

Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
D E C A N O

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DECANO
FACULTAD DE AGRONOMIA

APARTADO POSTAL 1545 – 01901 GUATEMALA, C. A.
TELEFONO 769794 – FAX (5022) 769770

c.c. Control Académico
Archivo
/prr.