

494
Arbel
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

ESTUDIO DE LA VIROSIS DEL ALGODONERO (*Gossypium hirsutum* L.) EN EL SALVADOR: TRANSMISION POR SEMILLA DE KENAF (*Hibiscus cannabinus* L), ESCOBILLA (*Sida* sp) Y POR MOSCA BLANCA *Bemisia tabaci* (Gennadius).

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO

PARA OPTAR EL TITULO

INGENIERO AGRONOMO

POR

CARLOS RENE GRANILLO HERNANDEZ

SAN SALVADOR

FEBRERO DE 1970.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

Dr. José María Méndez

SECRETARIO

Dr. José Ricardo Martínez

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO

Ing. Agr. Roberto Molina Castro

SECRETARIO

Ing. Agr. Luis Napoleón Domínguez Miranda.

Tesis
6759

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

JURADO DE TESIS

Ing. Agr. Mario René Arévalo Huila

Ing. Agr. Juan Manuel Menjivar

Ing. Agr. Rafael Granados Vásquez

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre:

ALBERTO GRANILLO MACHUCA

A mi madre:

MARIA HERNÁNDEZ Vda. DE GRANILLO

Con profundo cariño.

A mis hermanas

Con eterna gratitud.

A mis demás familiares.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola y al Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, por proporcionarme la ayuda material para la ejecución de este trabajo.

Al Ing. Michel Desmidts por sus valiosos consejos en la planificación y ayuda en la ejecución de la investigación.

Al Ing. Mario René Arévalo Nuila, maestro y guía de mis estudios.

I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION	1
LITERATURA REVISADA	3
Situación taxonómica de la mosca blanca	3
Importancia económica de la mosca blanca	3
Ciclo biológico	5
Métodos de cría	5
Virus que atacan al algodouero	6
Mosaico del Abutilón	6
Sinónimos	6
Distribución y hospederas	6
Síntomas	7
Transmisión del virus por la mosca blanca.....	8
Transmisión por semilla	8
Arrugamiento del algodouero	9
Distribución y hospederas	9
Síntomas	9
Transmisión	10
Rizado del Algodouero	11
Sinónimos	11
Distribución y hospederas	11
Síntomas	11
Transmisión	13
Enrojecimiento del Algodouero	13
Distribución y hospederas	13
Síntomas	14
Transmisión	15

	Pág.
Descripción de virosis reportadas en El Salvador	16
Relación insecto - virus	16
MATERIALES Y METODOS	18
Localización	18
Etapas del trabajo	18
Etapa preliminar	19
Recolección de material enfermo	19
Formación de colonias	19
Transmisiones preliminares	19
Etapa definitiva	20
Transmisión por semilla	21
Transmisiones con mosca blanca	21
Métodos de transmisión	21
Transmisiones por el Método 1	22
Transmisiones por el Método 2	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
Condiciones ambientales	24
Transmisión por semilla.....	24
Transmisiones utilizando la mosca blanca como vector	25
Transmisiones por el método uno y con fuente de inóculo del campo	25
Transmisiones por el método 2	29
RESUMEN	33
CONCLUSIONES	35
BIBLIOGRAFIA	36

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pág.
1	Transmisión de virus de escobilla virosa del campo a 50 plantas de algodónero, a 50 plantas de escobilla y a 50 plantas de kenaf utilizando mosca blanca con tres días de adquisición de virus y tres días de transmisión, en condiciones de insectario.....	27
2	Transmisión de kenaf viroso del campo a 50 plantas de algodónero utilizando mosca blanca como vector, con tres días de adquisición del virus y tres días de transmisión.....	28
3	Transmisión de virus de kenaf infectado en el laboratorio a algodónero, utilizando mosca blanca que desarrolló la F ₁ en la fuente de virus	30

INTRODUCCION

Desde hace aproximadamente unos 10 años (1) se ha venido observando en plantaciones de algodón, una enfermedad virosa que se ha incrementado - de tal manera que actualmente constituye un factor limitante para la producción. Una enfermedad similar se ha encontrado también en Kenaf (Hibiscus cannabinus) y en otras hospederas silvestres existentes en la zona algodoneira principalmente la escobilla (Sida sp). Es interesante señalar que, el apareamiento de la enfermedad anterior, parece concordar con la presencia de grandes poblaciones de mosca blanca Bemisia tabaci (Gennadius), reportada como un excelente vector del virus de la clorosis infecciosa de las malváceas. (4, 5, 14).

Estos mismos investigadores señalan al Kenaf y a la escobilla como hospederos de una enfermedad virosa, cuya sintomatología parece ser la misma que la observada en El Salvador. Sin embargo, esto no se había confirmado en forma definitiva antes de iniciar el trabajo.

En 1967 Desmidts (8) en un trabajo preliminar logró transmitir por medio de la mosca blanca la clorosis infecciosa de escobilla a algodón, - no así de algodón a algodón. Como este problema había alcanzado grandes proporciones y todavía se suscitaban dudas respecto a la interrelación mosca blanca-escobilla-kenaf-algodón y además era desconocida la procedencia de las infecciones entre una estación y la siguiente, se planteó la necesidad de desarrollar este trabajo que perseguía los objetivos siguientes:

- 1o- Determinar si el virus se transmitía por medio de la semilla en -
escobilla y kenaf.
- 2o- Determinar la posible transmisión del virus por medio de la mosca
blanca de:
 - a) Escobilla a algodónero
 - b) escobilla a escobilla
 - c) escobilla a kenaf
 - d) kenaf a kenaf
 - e) kenaf a algodónero
 - f) algodónero a algodónero.

LITERATURA REVISADA

Situación Taxonómica de la mosca blanca:

Según Russell (20) la mosca blanca del algodón - pertenece a la especie Bemisia tabaci (Gennadius), orden Homóptera, Familia Aleyroidae. Otros investigadores han clasificado este insecto en diferentes géneros y especies, como por ejemplo: Aleyrodes tabaci Gennadius, Aleyrodes inconspícua Quaintance), Bemisia inconspícua (Quaintance), Bemisia costa-limai Bondar, Bemisia signata Bondar, Bemisia bahiana Bondar, Bemisia gossypiperda Mishra y Lamba, Bemisia longispina. Priesner y Hosny, Bemisia goldingi Corbett. RUSSEL (20) haciendo una revisión del género encontró que son sinónimos de Bemisia tabaci (Gennadius), este trabajo es de gran interés ya que existen numerosos reportes de investigación bajo estos sinónimos. Sin embargo, en la literatura revisada de este trabajo aparecerá con el nombre correspondiente al citado por cada uno de los autores.

Importancia económica de la mosca blanca:

La mosca blanca se encuentra parasitando muchas especies de plantas pertenecientes a 17 familias, entre las que pueden mencionarse: rosáceas, gramíneas,

compuestas, leguminosas, solanáceas, malváceas y -
otras (1, 14). Los daños que se le atribuyen son: -
Debilitamiento de las plantas por succión de sabia.
Transmisión de virus tales como: Abutilón virus 1
(4, 5, 14, 23, 25), virus del "arrugamiento" del -
algodonero Cotton leaf crumple (9, 16, 25), "rizado"
del algodonero leaf-curl (2, 17, 25), mosaico de las
Euforbiáceas Euphorbia mosaic (2, 3), mosaico de la
yuca Manihot virus 1 (17) y otros que atacan a plan-
tas pertenecientes a las familias antes menciona--
das.

KRAEMER (18) reporta que en Centro América excepto,
Costa Rica, la Bemisia tabaci es la plaga de mayor
importancia del algodonero. No obstante, en El Sal-
vador la mosca blanca se había notado en las plan-
taciones de algodonero, desde hace mucho tiempo, -
pero fue hasta el año de 1960 (1) que se presenta--
ron fuertes invasiones a la salida de las lluvias,
aunque también se han observado ataques tempranos
cuando se presenta alguna sequía. Desmidts (8), com-
probó que infestaciones de mosca blanca en planta-
ciones de algodón en la costa salvadoreña, durante
septiembre pueden causar pérdidas hasta del 32.5%.
Sin embargo cuando los ataques se inician temprano
en agosto, las pérdidas pueden llegar hasta un 95%.

Conviene mencionar que estos ataques en plantaciones comerciales se han observado sólo en condiciones aisladas, no pudiéndose generalizar a todo el país por falta de estudios precisos.

Ciclo Biológico:

Hildebrand citado por ROJAS (21) estudiando el ciclo de vida de la mosca blanca, encontró que tiene cuatro estados: huevo, tres estadios larvarios, pupa y adulto; pero de los tres estadios larvarios sólo el primero es móvil, los términos larva y pupa son mal empleados por este autor, ya que la mosca blanca es un Homóptero en los cuales se reconocen los estados de huevo, ---- ninfa y adulto. COSTA y BENNET (3) reportan que en Brasil se necesitan de 3 a 4 semanas para completar el ciclo; en El Salvador aunque no se ha efectuado un estudio serio del ciclo biológico, en condiciones de insectario dura 21 días aproximadamente.

Métodos de cría:

Existe un método clásico para la formación de colonias libres de virus (16) el cual consiste en recolectar insectos adultos y criarlos sobre un hospedero resistente al virus en estudio. Desmidt* logró establecer colonias recolectando adultos en el campo y reproduciéndolos en el laboratorio, el mismo autor en

*Comunicación personal.

contró que las colonias pueden formarse recolectando hojas de algodónero con ninfas en último estadio y colocándolas como alfombra en una jaula con hospedero.

Virus que atacan al algodónero:

Existen muchos virus reportados en el mundo que atacan al algodónero y que son transmitidos por varios insectos vectores. En este trabajo se hará una descripción de aquellos cuya sintomatología sea similar a la observada en El Salvador, con el objeto de hacer una comparación y tener alguna base para la identificación posterior, de la verdadera naturaleza de la virosis presente en el país. Las diferentes virosis reportadas en la literatura se han denominado: Mosaico del abutilón, arrugamiento, Rizado y enrojecimiento, los cuales se describen en su orden respectivo en los párrafos siguientes:

Mosaico del Abutilón: *

Sinónimos:

Conocido como "Abutilón infectious Variegation Virus" - (Baviur), "Abutilón virus 1", "Marmor abutilón, H". (25).

Distribución y hospederas:

El virus se presentó en 1868 (26) en Europa como una variegación amarillo y verde en varias especies de Abutilón que se hizo popular como planta ornamental. Actualmente se encuentra distribuído en todo el Mundo; en Brasil (5) se presenta como una enfermedad en especies de

escobilla Sida sp, además ha sido reportado atacando: Phaseolus vulgaris, Glycine max Merr, Hibiscus esculentus, Hibiscus cannabinus, Lycopersicum esculentum Mill Cyamopsis tetragonalobus (L.), Nicandra phisaloides, -- Malva parviflora (4, 5, 14, 24, 25), también se reporta en el Gossypium hirsutum, no existiendo entre las variedades de este algodónero ninguna diferencia de susceptibilidad, en cambio las variedades pertenecientes a G. - barbadense se reportan como resistentes.

Síntomas:

(5) Las plantas de algodónero afectadas por este virus presentan una reducción en el tamaño de todas las partes. En las hojas se observa un mosaico amarillo característico y comúnmente se deforman. Las áreas foliares con mosaico, están muchas veces limitadas por las nervaduras y a medida que la planta envejece los síntomas se tornan menos visibles, volviéndose levemente amarillos. Estos mismos síntomas se reportan en otras plantas como: Althoea rosea, Hibiscus esculentus, Sida sp y Phaseolus vulgaris en este último produce el llamado -- "Enanismo abigarrado" reportado en Brasil (7).

En las plantas afectadas, esterilidad parcial o total puede ocurrir. COSTA y CARVALHO (5) afirman que en condiciones de campo en Brasil, la producción puede ser disminuida hasta un 50%, pero sólo en casos aislados, y que

en la mayoría de las plantaciones (12) no se extiende - más allá del 3%. por lo que no se necesitan medidas especiales de control.

Transmisión del virus por la mosca blanca:

Flores, Silberschmidt y Kraemer (14) reportan que Demisia tabaci (Genn) es el vector específico de la clorosis infecciosa de las malváceas, estos autores lograron la transmisión de virus - de tomate a Sida rhombifolia; Costa (4) estudiando la identidad del mosaico común del algodónero y la clorosis infecciosa, demostró que el vector puede transmitir el virus de Sida micrantha Hill a algodónero y con el 40% de efectividad.

COSTA Y DENNET (3) en las transmisiones de Sida rhombifolia a Sida rhombifolia, sólo obtuvieron resultados positivos en el 16.1% de las plantas estudiadas. COSTA citado por SMITH (25) logró transmitir el virus a Phaseolus vulgaris, Glycine max, Althoea rosea, hibiscus cannabinus, Hibiscus esculentus, Cyamopsis tetragonolabus(L) y Nicandria Physaloides, ésta junto con el frijol son talvez más susceptibles que el algodónero y algunas especies de Sida sp(4). La transmisión de frijol a frijol rara vez fue lograda(7). Estudios posteriores(5) demostraron que el vector puede adquirir el virus en especies de género Sida sp; pero no puede transmitirlo de algodónero a algodónero.

Transmisión por semilla:

El virus no es transmitido por semilla de: algodón(5), frijol (7), Sida sp(15, 23), se han obtenido casos positivos de trans

misión en Lavatera arborea L. y algunos híbridos de Abutilón -
 en: la transmisión por semilla parece ser escasa, según -----
 LINDEMUTH citado por SILBERSCHMIDT (23). Transmisión por injer-
 to se logró en Sida sp y Abutilón pero no a otros géneros de -
 malváceas (23). Transmisión mecánica sólo se ha obtenido en ra-
 ros casos, puede hacerse cuando se utiliza Malva parviflora co
 mo planta de ensayo con inóculos obtenidos en Malva y Sida sp.

Arrugamiento del Algodonero "Leaf Crumple virus".

Distribución y Hospederas:

Parece estar confinado el Sureste de California, en la
 Literatura Revisada no se encontró ningún rango de hos-
 pederas; en intentos preliminares para infectar otras -
 plantas distintas a algodónero (25) se obtuvieron resul-
 tados negativos.

Síntomas:

La sintomatología de la enfermedad de varias especies y
 variedades de Gossypium fue estudiado por ERWIN y MEYER
 (11) que estudiando el comportamiento de las variedades
 Acala 4-42, Deltapine, Glandless y R 15 (Experimental) -
 de G. hirsutum reportan que las hojas afectadas mues-
 tran doblamiento hacia abajo en forma de copa, mostrán-
 dose más arrugadas que las normales, las venas son dis-
 torsionadas, engrosadas y muchas veces más claras cuan-
 do son vistas a través de la luz, síntomas de mosaico -
 pueden ser observados, las hojas infectadas muestran --

inicialmente un color azul verde más intenso que lo -- normal, en hojas senescentes manchas rojas con áreas - cloróticas intervenales y bandas verdes de las venas - son ocasionalmente notadas. En condiciones de Laborato^{rio} al poder plantas afectadas sufren acortamiento y en grosamiento de entrenudos, induciendo un amacollamiento, pero en condiciones de campo, las plantas infectadas son ligeramente mayores que las sanas. Las flores son ligera^{mente} fruncidas y arrugadas. Las brácteas en la base lle^{gan} a ser asimétricas, con venas hinchadas y dobladas, - las cápsulas o bellotas son más puntiagudas y desigua^{les} que las normales. Algunas variedades de G. herbaceum son susceptibles, sólo la variedad "Wightianum" fue resis^{tente}, variedades de G. thurberi son afectadas severamen^{te}, pero las de G. arboreum fueron inmunes o altamente - resistentes, los síntomas en G. barbadense son similares a los producidos en Acala 4-42 con excepción de que mu^{chas} hojas afectadas se doblan ligeramente hacia arriba y son menos arrugadas.

Transmisión:

LAIRD y DICKSON (16) reportan que el virus Leaf crumple es transmitido de algodón a algodón por Bemisia tabaci (Genn), por otra parte DICKSON, JOHNSON y LAIRD (9) re^{portan} que el virus pued ser transmitido por Bemisia - inconspícua (Quaint.) y Trialeurodes abutilonea (Holdeman),

pero sólo puede ser transmitido por adultos ya que formas inmaduras no pueden adquirir el virus. Transmisión por inoculación mecánica no ha sucedido, pero resultados positivos se han obtenido por injerto, la transmisión por semilla no ha sido comprobada.

Rizado del Algodonero "Leaf-Curl"

Sinónimos:

Conocido como Gossypium Virus 1, Smith; Rugè-gossypii, Cotton leaf crinkle(25).

Distribución y hospederas:

El virus parece estar confinado a Sudán y Nigeria, Smith(25) - reporta que el virus se encuentra atacando muchas variedades de Gossypium barbadense en general a Sea Island y Sakel. Los algodonereros americanos son menos susceptibles, mientras que los Asiáticos parecen ser altamente resistentes. El virus también ataca a otras malváceas como: Hibiscus esculentus L; ---- Hibiscus cannabinus L; Hibiscus sabdariffa L; Althoea rosea, - Malvaviscus arboreus Lab. y probablemente a especies del género Sida sp, Urena lobata, Abutilón sp.

Síntomas:

En la variedad Sakel de Gossypium barbadense, los primeros síntomas aparecen en las hojas jóvenes, que desarrollan engrosamiento en las venas secundarias, comenzando en un número de puntos que tienden a juntarse gra

dualmente hasta que todas las venas son afectadas; estas hojas son pequeñas excesivamente arrugadas y rizadas en los bordes, ya sea hacia arriba o hacia abajo, si una hoja enferma es vista contra la luz, las venas engrosadas son de un color verde oscuro en vez de traslúcidas como son las normales, en Sakel se producen ----- enations*, las hojas viejas se conservan normalmente.

En Gossypium hirsutum produce un mosaico, el primer -- síntoma de la infección es el aclaramiento de las venas, la vena principal aparece más ancha que lo normal mostrando una ligera clorosis, lo cual tiende a encontrarse cerca de los lados, después de varios días las áreas cloróticas se incrementan en tamaño y aparecen más numerosas, de modo que la hoja comienza a motearse de una manera uniforme, su color varía desde un verde pálido hasta un amarillo pálido casi blanco; las manchas cloróticas se fusionan y pueden llegar a cubrir más de la mitad de la hoja. Las cuales llegan a ser asimétricas con los márgenes arrugados, el haz presenta algunas veces - apariencia abultada. En plantas afectadas hay una tendencia a un crecimiento agrupado debido al acortamiento de entrenudos.

* Enations: crecimientos, proliferaciones en forma de hoja secundaria en el envés de otra.

El Kenaf Hibiscus cannabinus es una hospedera diferencial de este virus, los síntomas son conspicuos, existiendo -
 enations y las venas son extremadamente gruesas y retor-
 cidas en el envés. Las hojas quedan pequeñas y rizadas -
 hacia arriba. Unas semanas después que la planta ha sido
 infectada, las áreas intercostales llegan a ser amari---
 llas, quedando las venas con un color verde oscuro, mos-
 trando las hojas un mosaico aparente. Las plantas infec-
 tadas pueden combinar los factores encrespamiento, riza-
 do y mosaico.

Transmisión:

En 1930 Kirkpatrick citado por Bawden (2) encontró que -
 el rizado de la hoja del algodónero era transmitido por
Bemisia tabaci (Genn), otros autores dicen que los insec-
 tos vectores son: Bemisia gossypiperda Mishra y Lamba ci-
 tado por Leach (17) y Bemisia goldingi (25). Las moscas -
 blancas transmiten el virus de algodóneros Sakel afecta-
 dos a Sakel sanos. No se ha logrado la transmisión por
 semilla y poco se conoce acerca de las propiedades del
 virus.

Enrojecimiento del Algodonero:

Distribución y hospederas:

El virus es reportado en Brasil (5) y puede afectar a -
Gossypium hirsutum y Gossypium barbadense, Hibiscus ---

cannabinus, Sida micrantha Hill, Sida rhombifolia y ---
Pavonia sp.

Síntomas (6):

Los primeros síntomas de enrojecimiento producidos por virus se presentan en las primeras tres ó cuatro hojas verdaderas, siendo precedidas por manchas cloróticas -- verde pálido o amarillo, estas áreas cloróticas van tornándose rojizas con la acción de la luz, en ciertas hojas todo el limbo lo adquiere con excepción de las nervaduras principales y pequeñas áreas paralelas a ésta; las hojas formadas después de que aparecen los primeros síntomas pueden presentar una coloración verde normal, pareciendo que ha habido una recuperación, pero cuando las plantas envejecen muchas llegan a mostrar el enrojecimiento. Los síntomas en las hojas aparecen generalmente en las áreas limitadas por las nervaduras, plantas adultas pueden botar las hojas con enrojecimiento y formar una nueva vegetación a partir de las yemas axilares, al principio las hojas son aparentemente normales, pero posteriormente presentan los síntomas.

Las plantas afectadas tienen un crecimiento retardado, permaneciendo de menor tamaño. Los síntomas de enrojecimiento de las hojas causado por virus son semejantes a la deficiencia de Magnesio, en hojas afectadas por el -

virus, el contenido de Magnesio puede llegar a ser de 30 a 40% menos que lo normal. Las pérdidas pueden llegar a un 50% cuando hay infecciones a inicio de ciclo, pero en la generalidad de los casos se estima en un 10%.

Transmisión:

La enfermedad es transmitida de plantas enfermas a sanas por Aphis gossypii el cual lo puede transmitir por toda la vida, no se ha logrado transmitir por otras especies de pulgón. Resultados negativos se han obtenido en la transmisión por semilla. Es de hacer notar que el enrojecimiento puede ser ocasionado por las siguientes causas: 1o.- Hongos causantes de la pudrición del tallo de la planta cuando está completamente desarrollada; -- 2o.- Broca del algodnero; 3o.- Daños causados por insectos y ácaros; 4o.- Quemaduras de sol; 5o.- Exceso de humedad en el suelo; 6o.- Deficiencia de elementos principalmente K y Mg; 7o.- Senescencia de la planta.

Otros virus que atacan al algodnero son reportados en Filipinas (10), Brasil (5) y Texas (22), pero sus daños -- son de poca importancia económica y muchos datos en --- cuanto a hospederas e insectos vectores, son ignorados, y la sintomatología descrita para cada uno de ellos no se ha observado en El Salvador.

Descripción de virosis reportadas en El Salvador:

Muy poco se ha investigado sobre estos aspectos, siendo muy es casa la literatura existente. Mena (19) reporta que los sínto-- mas típicos en algodónero son: hojas acarrujadas de tamaño pe-- queño, chapas y bellotas deformes y pequeñas, mostrando la --- planta un achaparramiento general. Otros autores (13) mencionan que en El Salvador es posible encontrar un complejo viroso, pe ro los síntomas de mosaico en las plantas afectadas son bien - definidos. En cuanto a la transmisión los autores mencionados afirman que el virus es transmitido al algodónero por mosca -- blanca de hospederas como: Escobilla (Sida sp.), Kenaf y malvá-- ceas silvestres. Transmisión por semilla de algodónero no se - efectúa (13).

Relación Insecto-virus:

BAWDEN (2) afirma que los virus transmitidos por mosca blanca - parecen tener la misma relación en cuanto al período de: adqui sición, transmisión, retención y latencia, con la única excep-- ción del mosaico de las Euforbiáceas que puede ser adquirido - en 30 minutos (3). El virus es adquirido por el insecto adulto, aunque la ninfa puede adquirirlo como en Rizado "leaf-curl" y Mosaico de Euforbiáceas "Euphorbia mosaic" siendo en este últi mo caso, las ninfas menos eficientes como vectores que los --- adultos. El vector es capaz de albergar diferentes virus simul táneamente (27) y puede causar infección en huéspedes sanos --- susceptibles al respectivo virus en el mismo día y puede conti nuar haciéndolo sin volver a la fuente de virus. Estos virus -

son contenidos en el sistema circulatorio(2) aunque no hay -
evidencia que se multipliquen en el cuerpo; tampoco se conoce
la transmisión transovarial.

MATERIALES Y METODOS

Localización:

El trabajo se realizó de Agosto de 1968 a Enero de 1969 en la Estación Agrícola Experimental de Santa Cruz Porrillo, en un insectario con techo de plástico, dividido en catorce compartimientos de 1.70 x 1.70 x 2.1 mts.

Etapas del trabajo:

Para la ejecución, el trabajo se dividió en dos etapas: Etapa preliminar o primera etapa y etapa definitiva o segunda etapa. La etapa preliminar consistió en lo siguiente: recolección de material enfermo del campo, adquisición de habilidad y destreza necesarias para la formación de colonias y el manejo de insectos en condiciones de insectario. Simultáneamente se efectuaron transmisiones con el vector, determinando los períodos de adquisición y transmisión y el reconocimiento de los síntomas que se presentaron.

En la etapa definitiva, con base a la experiencia obtenida en la etapa preliminar se trató de averiguar si el virus se transmitía por semilla y además se trató de determinar la efectividad de la mosca blanca como vector, utilizando tres hospederas como fuente de inóculo: escobilla, kenaf y algodónero. Se trató de transmitir el virus de escobilla a kenaf, a algodónero y a escobilla. También se verificaron las mismas pruebas de kenaf a kenaf y a algodónero. Por otra parte, se establecieron pruebas de transmisión de algodónero a algodónero.

Con el objeto de comprobar si los síntomas obtenidos en las plantas en el insectario, eran los mismos que se presentaban en el campo,

se hicieron transmisiones tomando dos fuentes de inóculo: plantas enfermas tomadas directamente del campo y plantas enfermas obtenidas en el insectario.

Etapa preliminar.

Recolección de material enfermo:

Con el objeto de obtener fuente de inóculo del campo, se recolectaron plantas de escobilla y kenaf que mostraban síntomas aparentes de virosis y se trasplantaron a macetas en el insectario. También se recolectaron semillas de plantas de escobilla y kenaf con los síntomas señalados anteriormente, para efectuar las pruebas de transmisión del virus por la semilla.

Formación de colonias:

Para el desarrollo de la investigación fue necesario la formación de dos tipos de colonias de mosca blanca: unas que estuvieran libres de virus y otras que fueron virulíferas. El método empleado para la formación de estas colonias consistió en la recolección de hojas de algodón con ninfas en último estadio, las que posteriormente se introdujeron a una jaula de .50 x .50 x 1 mts., las hojas fueron colocadas en la superficie de la jaula y en la superficie de la maceta.

Para la formación de colonias libres de virus, se emplearon como hospederos plantas sanas de algodón y escobilla. También se empleó escobilla virosa para la formación de colonias virulíferas. Logrado el establecimiento de las colonias se continuó con las transmisiones preliminares.

Transmisiones preliminares:

Con el objeto de conocer el tiempo necesario para la adquisición

y transmisión del virus, así como también para determinar los síntomas se efectuaron transmisiones de escobilla a algodnero, usándose la mosca blanca como vector.

Se probaron dos métodos para pasar los vectores de plantas de escobilla virosa a plantas sanas de algodnero. El primer método consistió en trasladar los insectos utilizando un colector de succión, el que fue descartado debido al excesivo maltrato de los insectos y a la alta mortalidad que se observó.

El segundo método consistió, en trasladar los insectos uniendo las jaulas que contenían los insectos virulíferos, con las que contenían las plantas sanas de algodnero, las jaulas con insectos vectores, se cubrieron con una manta oscura en todo su alrededor, excepto, en el lado que coincidía con la otra jaula, donde se encontraban las plantas por inocular, para que los insectos migraran hacia la luz. Este método resultó efectivo y se continuó usando en todas las pruebas que se practicaron.

Durante el desarrollo de esta primera etapa del trabajo, se tomaron los siguientes datos: período de adquisición y de transmisión; caracterización, lectura y evolución de síntomas en las plantas inoculadas.

Cumplidos los objetivos anteriores se procedió a efectuar la segunda etapa o etapa definitiva del experimento.

Etapa definitiva:

Con la experiencia obtenida anteriormente se verificó esta etapa, la cual consistió en realizari pruebas de transmisión: por -

semilla y utilizando la mosca blanca como vector.

Transmisión por semilla:

Las semillas obtenidas de plantas de escobilla enfermas recolectadas en el campo fueron sembradas en almácigos, en un compartimiento del insectario. Así mismo las semillas de kenaf enfermo - se sembraron en macetas, se colocaron 10 semillas por maceta aislándolas en un compartimiento del insectario.

Para evitar interferencias con insectos y otros parásitos, las - plantas fueron tratadas con insecticida sistémico al momento de la siembra y veinte días después de nacidas. Se efectuaron observaciones diariamente durante 49 días.

Transmisiones con mosca blanca:

El inóculo que se utilizó para efectuar las transmisiones con el vector, consistió en primer lugar de plantas enfermas de escobilla y de kenaf (variedad Guatemala 51), colectadas directamente - en el campo y en segundo lugar de plantas de kenaf de la misma - variedad y algodón (variedad Stoneville 7 A) infectados en el insectario. En todos los casos, las transmisiones se hicieron cuando las plantas alcanzaron los 30 días de edad, utilizando 50 --- plantas para cada transmisión y aproximadamente 50 vectores por planta.

Métodos de transmisión:

Los métodos usados en las transmisiones con el vector fueron dos: en el primer método se usaron vectores con tres días de adquisición e igual período de transmisión; a éste se le denominó méto-

do 1; en el segundo método se emplearon vectores que habían completado una generación (F_1) en la fuente de virus y con un tiempo de transmisión de tres días, a este método se le llamó método 2.

Transmisiones por el Método 1:

Las transmisiones realizadas por este método fueron de dos tipos: utilizando inóculo obtenido en el campo y utilizando inóculo obtenido en el insectario.

Cuando se tomó como fuente de inóculo la escobilla virosa colectada en el campo, las transmisiones se hicieron en la siguiente dirección: escobilla a algodón; escobilla a kenaf; escobilla a escobilla. Tomando como fuente de inóculo el kenaf enfermo colectado en el campo, se hicieron las siguientes transmisiones: kenaf a kenaf; kenaf a algodón.

Cuando se utilizó como fuente de inóculo plantas algodón enfermas obtenidas en el insectario se efectuó la transmisión de algodón únicamente.

Simultáneamente a lo anterior, se efectuaron las transmisiones por el método 2.

Transmisiones por el Método 2:

La fuente de inóculo utilizada en este método fue kenaf virosa - obtenido en el insectario y las transmisiones realizadas por este método fueron las siguientes: kenaf a kenaf y kenaf a algodón. En esta etapa definitiva se observó diariamente la sintomatología de las plantas con el objeto de determinar el período de in-

cubación y además de observar la evolución de síntomas. Se siguió el criterio de tomar como planta virosa aquella que mostrara los síntomas encontrados en la etapa inicial.

También se hicieron observaciones diarias de temperatura y humedad relativa en el insectario.

RESULTADOS Y DISCUSION

La presentación de los datos obtenidos en este trabajo se hará siguiendo el orden que a continuación se detalla: condiciones ambientales, transmisión del virus por semilla, transmisión con la mosca blanca por el método uno, transmisión con la mosca blanca por el método dos.

Condiciones ambientales:

En el insectario durante los meses de diciembre y enero la temperatura osciló entre 39.7 y 19.4°C con un promedio de 26.7°C. La humedad relativa osciló entre 40 y 70%, con un promedio de 66.5%. En la Zona de Santa Cruz Porrillo, la temperatura osciló entre 36.3 y 19.0°C con un promedio de 26.1%. La humedad relativa osciló entre 35% y 26% , con un promedio de 65.5%(12).

Transmisión por semilla:

En un total de 398 plantas de kenaf Hibiscus cannabinus y 1211 de escobilla Sida sp., no se logró la transmisión del virus por semilla. Estos resultados concuerdan con los reportados por KUNKEL (15) y SILBERSCHMIDT (23) en Brasil quienes no obtuvieron la transmisión del virus por semilla de escobilla trabajando en condiciones similares. Según el resultado anterior, se puede afirmar: que las nuevas infecciones del virus en la siguiente estación, se obtienen de las plantas enfermas que sobreviven la estación seca, o de plantas que permanecen en condiciones favorables de humedad, como son: los canales de riego, orillas de ríos y otros depósitos de agua, o también de otras hospederas silvestres que han lo

grado sobrevivir bajo las mismas condiciones. Además parece ser que el único medio posible de transmisión es por insectos, en donde la mosca blanca juega un papel preponderante. La aseveración anterior se basa también en los resultados obtenidos por SILBERSCHMIDT (23), quien no logró transmitir el virus por procedimientos mecánicos.

Transmisiones utilizando la mosca blanca como vector:

Transmisiones por el método uno y con fuente de inóculo del campo:

Cuando se utilizó como fuente de inóculo plantas de escobilla enfermas, recolectadas directamente del campo, se logró la transmisión del virus a plantas de algodón (Variedad Stoneville 7 A). Se observó que el período de incubación del virus, varió de 10 a 42 días, al final de este período se obtuvo un total de 40 plantas enfermas, lo que representó el 80% de las plantas inoculadas.

Los síntomas observados fueron los siguientes: Mosaico en las hojas jóvenes, con enrollamiento hacia el haz y a medida que las plantas envejecían los síntomas de mosaico se generalizaban y el enrollamiento de las hojas se invertía hacia el envés. También se observaron acortamientos de las nervaduras principales y una reducción en el tamaño de las hojas. Las plantas presentaron un menor tamaño que las normales, debido al acortamiento de los entrenudos, además la producción fue casi nula. Estos síntomas son similares a los del mosaico común del algodón, descritos por COSTA (4) en Brasil y también concuerdan con síntomas observados

en plantaciones de algodón en El Salvador.

Cuando se inoculó de escobilla a kenaf se logró transmitir el virus, en una forma rápida, ya que a los 4 días, todas las plantas inoculadas presentaron los síntomas de la enfermedad. Los síntomas observados inicialmente fueron los siguientes: en las hojas jóvenes se presentó arrugamiento con deformación de las venas, - también se observaron manchas amarillas en las venas y áreas intervenales. En las hojas viejas las deformaciones de las venas - desaparecieron y las manchas amarillas, en algunos casos crecieron hasta cubrir toda la hoja. Estos últimos síntomas daban a la planta un aspecto amarillo brillante; sin embargo, en las otras plantas los síntomas de mosaico prevalecieron durante todo el -- tiempo que duró el ensayo.

Las proliferaciones o crecimientos, que se ha reportado en el -- envés de las hojas de plantas de kenaf, infectadas por el virus del rizado del algodón Gossypium virus 1 no se observaron en este caso. Esto hace concluir que el virus con que se trabajó no era el Gossypium virus 1 descrito por Smith(25) y reportado por Kraemer(18).

Cuando se hicieron las inoculaciones de plantas de escobilla, - se logró transmitir el virus con un período de incubación que - osciló entre 9 y 14 días. En esta prueba se logró el 60% de infección a los 14 días, no observándose posteriormente aparecimiento de síntomas. El porcentaje de transmisión, obtenido en este caso fue superior al reportado por COSTA y BENNET(3) en Brasil, quienes lograron transmisiones solamente del 16.1%. Es necesario men

cionar que estos autores trabajaron con una sola especie Sida -- rhombifolia. En el Cuadro 1 se reúnen los datos concernientes a este tipo de pruebas que se acaban de describir.

Cuadro 1.- Transmisión de virus de escobilla virosa del campo a 50 plantas de algodón, a 50 plantas de escobilla y a 50 plantas de kenaf utilizando mosca blanca con tres días de adquisición del virus y tres días de transmisión, en condiciones de insectario.

Días después de inoculación	No. plantas que presentaron síntomas de virosis			% de plantas virosas		
	Algodón-	Escobilla-	Kenaf	Algodón-	Escobilla-	Kenaf
4	-	-	50	-	-	100%
9	-	3	50	-	6	
10	2	5	50	4	10	
11	2	11	50	4	22	
12	2	16	50	4	32	
14	2	30	50	4	60	
15	5	30	50	10	60	
20	11	30	50	22	60	
22	16	30	50	32	60	
24	23	30	50	46	60	
26	28	30	50	56	60	
31	32	30	50	64	60	
35	34	30	50	68	60	
38	38	30	50	76	60	
42	40	30	50	80	60	
49	40	30	50	80	60	

Al analizar el Cuadro 1 se observa que utilizando la misma fuente de inóculo los períodos de incubación del virus fueron muy variables en algodónero y escobilla, en cambio en kenaf fue únicamente de 4 días y el 100% de las plantas inoculadas mostraron síntomas de virosis, esto nos hace concluir que el kenaf es mejor hospedero del virus que la escobilla y el algodónero. Cuando se inoculó de kenaf a algodónero se logró transmitir el virus con un período de incubación que varió entre 5 y 34 días. Al final de este período se observó que el 100% de las plantas estaban infectadas, tal como puede observarse en el Cuadro 2.-

Cuadro 2.- Transmisión de kenaf viroso del campo a 50 plantas de algodónero utilizando mosca blanca como vector, con tres días de adquisición del virus y tres días de transmisión.

Días después de inoculación	Total de plantas virosas	% de plantas virosas
5	1	2
7	5	10
10	7	14
12	13	26
14	18	36
16	26	52
17	32	64
24	36	72
27	40	80
29	43	86
31	48	96
34	50	100

Cuando se inoculó de kenaf a kenaf, se logró transmitir el virus en una forma rápida, igual que en la transmisión de escobilla a kenaf ya que a los 4 días el 100% de las plantas estaban infectadas.

Los síntomas observados en este caso fueron semejantes a los que obtuvieron en la transmisión de escobilla a kenaf.

No se logró transmitir el virus cuando se inoculó de algodón a algodón. Estos resultados corroboran los obtenidos por --- Desmidts (8) en El Salvador y son similares a los reportados por Costa (4) en Brasil, para el mosaico común del algodnero.

Transmisiones por el Método 2:

Por este método se logró transmitir el virus de kenaf a algotnero y el período de incubación varió entre 8 y 24 días. - Al final del cual el 100% de las plantas inoculadas presentaron síntomas de virosis. La evolución de estos síntomas pueden observarse en el Cuadro 3.-

Cuadro 3.- Transmisión de virus de kenaf infectado en el laboratorio a algodónero, utilizando mosca blanca que desarrolló la F₁ en la fuente de virus.

Días después de inoculado	Total de plantas virosas	% de plantas virosas.
8	2	4
10	4	8
11	9	18
12	15	30
14	25	50
15	31	62
16	40	80
17	42	84
18	46	92
21	48	96
24	50	100

También se logró la transmisión de kenaf a kenaf con un período de incubación de 4 días, lográndose que el 100% de las plantas inoculadas fueran infectadas.

En las dos pruebas anteriores los síntomas observados fueron similares a los que se obtuvieron con el método 1 y que ya fueron descritos.

Al analizar los Cuadros 2 y 3 se observa que en la transmisión de kenaf a algodónero por el método 2, se logró el 100% de plantas viróticas a los 24 días, en cambio en la

transmisión por el Método 1 el 100% de plantas virosas se obtuvo a los 34 días, esto indica que el vector es más efectivo para transmitir virus, cuando desarrolla la F₁ sobre kenaf viroso, esto posiblemente se deba a que haya adquisición por la ninfa del vector, y exista período de incubación del virus en la mosca blanca al momento de inocular. Teniendo en cuenta los períodos de incubación y porcentaje de infección podríamos decir que el kenaf es un excelente hospedero del virus, en cambio la Sida sp y algodónero parecen mostrar cierta tolerancia. Al comparar los síntomas obtenidos con los reportados en otros lugares, todo parece indicar que nos encontramos ante el virus del Abutilón reportado en Brasil.

En base a las observaciones hechas en el campo y en el insectario parece ser que la mosca blanca prefiere para su desarrollo a plantas jóvenes de kenaf pero a medida que la planta envejece ya no es un hospedero ideal para el vector, pero sí lo es del virus, tal como lo demuestran los resultados de las transmisiones resumidas en los Cuadros 1, 2 y 3.

En base a lo anterior se puede afirmar que en las plantaciones comerciales de kenaf, las infecciones por el virus ocurre cuando las plantas están pequeñas. Lograda la infección inicial la diseminación a toda la plantación, ocurre en una forma rápida; de esta manera el kenaf se constituye en un

gran peligro para las plantaciones de algodón, porque al envejecer el kenaf, la mosca migra hacia el algodón inoculándole el virus al alimentarse.

Las infecciones del virus en algodón pueden lograrse por medio de moscas blancas que provengan directamente de la es cobilla virosa u otras hospederas silvestres infectadas. --- También puede ocurrir que algún porcentaje de las moscas pro venientes de los hospederos silvestres no sea virulíferas, - pero al migrar tengan que alimentarse de plantas de kenaf vi rosas, convirtiéndose de esta manera portadores del virus. - Como estos vectores no aceptan al kenaf como hospedero, mi-- gran hacia el algodón, se alimentan de él diseminando de esta manera el virus.

RESUMEN

Para tratar de esclarecer las interrelaciones que podrían tener -- las virosis que atacan al kenaf, algodónero y escobilla en El Salvador -- se desarrolló este trabajo planteando los siguientes objetivos: investigar si el virus se transmitía por semilla de Sida sp y kenaf Hibiscus --- cannabinus. Investigar si la mosca blanca Bemisia tabaci (Gennadius) actuaba como vector del virus.

Para la transmisión del virus por semilla, éstas se recolectaron de plantas de escobilla y kenaf que presentaban virosis, se sembraron en el insectario en donde fueron observadas por 49 días.

Se hicieron transmisiones con mosca blanca usando las variedades -- Guatemala 51 de kenaf y Stoneville 7A de algodónero; los métodos de inoculación fueron dos: 1o.- Vectores adultos con tres días de adquisición e igual período de transmisión; 2o.- Vectores que habían completado un ciclo (F₁) en la fuente de virus con un tiempo de transmisión de tres días.

Los resultados fueron los siguientes: No se logró transmisión de -- virus por semilla de kenaf y escobilla. Se logró transmitir el virus -- con el vector de escobilla a: escobilla, algodónero y kenaf, de kenaf a: kenaf y algodónero, no lográndose la transmisión de algodónero a algodónero.

De este trabajo se concluye que la virosis tipo mosaico observada en kenaf y algodón tienen como principal fuente de origen la escobilla, aunque también pueden existir otros hospederos del virus. El kenaf fue

el mejor hospedero del virus, en cambio, no fue el mejor hospedero de la -
mosca blanca, en las plantas aquí estudiadas; sinembargo el kenaf en condici
ciones de campo al igual que el algodónero parecen ser solamente víctimas
del ataque de la enfermedad. La forma de diseminación del virus es principi
palmente por mosca blanca.

CONCLUSIONES

- 1o.- De este trabajo se concluye que la virosis tipo mosaico observadas en kenaf y algodón tienen como principal fuente de origen la escobilla.
- 2o.- El kenaf fue el mejor hospedero del virus, en cambio, no fue el mejor hospedero de la mosca blanca, en las plantas aquí estudiadas; - sin embargo el kenaf en condiciones de campo al igual que el algodo nero son solamente víctimas del ataque de la enfermedad. De acuerdo a lo aquí estudiado, la forma de diseminación del virus es princi-- palmente por mosca blanca.

BIBLIOGRAFIA

- ✓(1) BRITO LARA, M. y BAREKET, G. Control de plagas del algodónero. Santa Tecla. El Salvador. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Publicación Especial No. 1. 1968. pp. 81-90.
- ◀ (2) BAWDEN, F. C. Plant viruses and virus diseases. New York. Ronald Press. 1963. pp. 138-139.
- (3) COSTA, A. S. y BENNET, C. W. White fly transmitted mosaic of Euphorbia prunifolia. *Phytopathology* 40(3): 266-283. 1950.
- (4) COSTA, A. S. Idetidade entre o mosaico común do algodoeiro e a clorose infecciosa das malvaceas. *Bragantia*. Brasil 13(9): ----- XXIIII-XXVII. 1954.
- (5) COSTA, A. S. y CARVALHO, A. M. Molestias de virus do algodoeiro. Boletín Técnico do Instituto Agronomico do Estado do Sao Paulo ----- 41(5): 45-62. 1962.-
- (6) COSTA, A. S. y SAUVER, H. F. G. Vermelho do algodoeiro. *Bragantia* Brasil 13(20): 237-246. 1954.
- (7) COSTA, A. S. Tres virosis de los frijoles transmitidos por moscas blancas en Sao Paulo, Brasil. *Boletín Fitosanitario*. FAO. ----- 13(6): 121-130. 1965.
- (8) DESMIDTS, M. Comprobación de la mosca blanca Bemisia tabaci Genn. - como vector del mosaico del algodónero, sintomatología y pérdidas observadas. In. Mesa Redonda sobre el combate de las pla--

gas y el uso de insecticidas en El Salvador. Santa Tecla Feb. 1968. Santa Tecla, El Salvador, Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. 1969.

- (9) DICKSON, R. C. JOHNSON, M. McD y LAIRD, F. Jr. Leaf-crumple a virus disease of cotton. *Phytopathology* 44(): 479-480. 1954.
- (10) ESCOBER, J. T. ABATI, J. A. y Bergonia H. T. A new virus disease of cotton in the Philipinas.
- (11) ERWIN, C. D. y MEYER, R. Symptomatology of the leaf-crumple disease in several species and varieties of Gossypium and variation of the causal virus. *Phytopathology* 51(7): 472-477. 1961.
- (12) EL SALVADOR. Servicio Meteorológico Nacional. Almanaque Salvadoreño, San Salvador. 1968.-
- (13) EL SALVADOR. Cooperativa Algodonera Salvadoreña. Departamento de Investigaciones. Resultados obtenidos y proyectos de investigaciones futuras. San Salvador. Documento No. 37. 1966. pp. ---- 21-23.
- (14) FLORES, E. SILBERSCHMIDT K. KRAEMER, M. Observacoes de "Clorose -- infecciosa" das Malvaceas en tomateiros do campo. *O. biologico* 26(4): 65-69. 1960.
- (15) KUNKEL, L. O. Transmisión of Sida mosaic by grafting. *Phytopathology* 20(): 129-130. 1930.

- (16) LAIRD, E. F. y DICKSON R. C. Insect transmission of the leaf-crumple virus of cotton. *Phytopathology* 49(6): 324-327. 1959.
- (17) LEACH, J. G. Insect transmission of plant diseases. New York, McGraw Hill. 1940. pp. 367-369.
- (18) KRAEMER, P. Serious increase of cotton whitefly and virus transmission in Central America. *Journal of Economic Entomology* 59(6) p. 131. 1966.
- (19) MENA, J. A. Combate de plagas en el algodonoero. *Agricultura en El Salvador* 7(4-6): 3-8. 1966.
- (20) RUSSELL, L. M. Synonyms of Bemisia tabaci (Gennadius) Homoptera, ----- Aleyrodidae. *Bulletin of the Brooklyn Entomological Society* ----- 52(5): 122-123. 1967.
- X (21) ROJAS ZENDEJAS, A. Mecanismos de transmisión de enfermedades virales por insectos. *Fitófilo* (5): 29-48. 1965.
- (22) ROSEBERG, D. W. A new virus disease of cotton in Texas. *Plant disease reporter* 41(9): 726-729. 1957.
- (23) SILBERSCHMIDT, K. Estudos sobre a transmissao experimental de "Clorose infecciosa" das malvaceas. *Arquivos do Instituto Biologico - (Brasil)* 14: 105-156. 1943.
- (24) SILBERSCHMIDT, K. Observacoes suplementares sobre a transmissao experimental de "Clorose infecciosa" das malvaceas. *Arquivos do --*

Instituto Biológico(Brasil) 16: 49-64. 1945.

- (25) SMITH, K. M. A Textbook of plant virus diseases. 2a. Ed. Boston, --
Little Brown, 1957. pp. 2-3. 189-191.
- (26) SMITH, K. M. Virus de los Vegetales. Traducción de la segunda edi--
ción inglesa por Lia G. Ratto. Buenos Aires, Argentina, ACME --
Agency. 1950. pp. 13-17.
- (27) VARMA, P. M. Ability of the white-fly to carry more than one virus
simultaneously. Current Science 29(9): 317-318. 1955.