

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

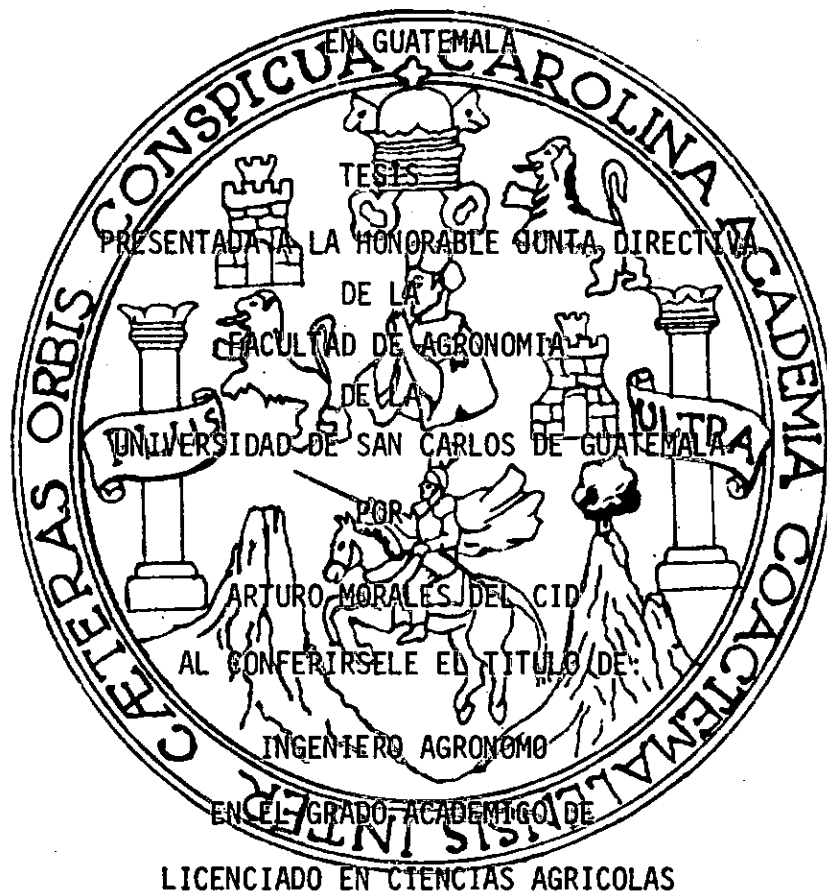
IMPORTANCIA DEL VIRUS DEL MOSAICO DE LA
SANDIA (Citrullus vulgaris S.)
EN GUATEMALA

ARTURO MORALES DEL CID

Guatemala, mayo de 1980

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

IMPORTANCIA DEL VIRUS DEL MOSAICO DE LA
SANDIA (*Citrullus vulgaris* S.)



GUATEMALA, MAYO DE 1980

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

D1
T(463)
C.4

iii

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

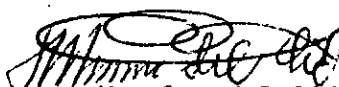
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Conforme a lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, me permito exponer a su consideración, mi Trabajo de Tesis titulado:

"IMPORTANCIA DEL VIRUS DEL MOSAICO DE LA
SANDIA (Citrullus vulgaris S.)
EN GUATEMALA"

El mismo, lo presento como requisito profesional, previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, para su aprobación.

Atentamente,


Arturo Morales del Cid
Perito Agrónomo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia	_____
Asunto	_____

Guatemala, 8 de mayo de 1980

Doctor Antonio Sandoval S.
DECANO
Facultad de Agronomía
USAC.

Señor Decano:

En relación al encargo que me hiciera su despacho con fecha 14 de mayo de 1979; me es muy satisfactorio informarle que he concluido el asesoramiento y la revisión del trabajo de tesis: "IMPORTANCIA DEL VIRUS DEL MOSAICO DE LA SANDIA (*Citrullus vulgaris* S.) EN GUATEMALA", realizado por el Perito Agrónomo Arturo Morales del Cid.

Es importante resaltar que con este trabajo la Facultad de Agronomía se introduce en el campo de la investigación virológica, es por ello que me place indicar que, en mi criterio, esta tesis, cumple con los requerimientos exigidos para ser aprobada.

Atentamente,



Dr. David Monterroso S.
FITOPATOLOGO

Sub-área Protección de Plantas

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LICENCIADO SAUL OSORIO PAZ

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

DE AGRONOMIA

DECANO:	Doctor Antonio Sandoval
VOCAL 1o.:	Ing. Agr. Orlando Arjona
Vocal 2o.:	Ing. Agr. Salvador Castillo
Vocal 3o.:	Ing. Agr. Rudy Villatoro
Vocal 4o.:	P.A. Efraín Medina G.
Vocal 5o.:	Prof. Edgar Franco R.
SECRETARIO:	Ing. Agr. Carlos N. Salcedo

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL
EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Doctor Antonio Sandoval
Examinador:	Ing. Agr. Roderico Chang
Examinador:	Ing. Agr. Ronaldo Prado
Examinador:	Ing. Carlos Amado
Secretario:	Ing. Agr. Carlos N. Salcedo

DEDICATORIA

Dedico este acto

A Dios

Infinitas y humildes alabanzas

A mis padres

M. Dominga del Cid de Morales

Eulalio Morales G.

A mi más grande ayuda, tanto
moral, espiritual como mate-
rial

Rosa C. Guevara de Morales

A mis queridos hijitos

Luis Arturo

y Lupita

A mis hermanos

Todos

A mis amigos

Eduardo

Ottoniel

Mario

William

AGRADECIMIENTO:

Al Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) por su gran colaboración al permitirme realizar parte del presente trabajo en el laboratorio de virología.

Al Dr. David Monterroso Salvatierra por su gran amistad, magnífica colaboración y asesoría para la realización de este trabajo de tesis.

Al Ingeniero Agrónomo Efraín Bran M. por su orientación en la realización de estudios universitarios.

Al Ingeniero Agrónomo Carlos Fernando Estrada Castillo, por el albergue proporcionado a mi familia después del terremoto de 1976.

Al Ingeniero Agrónomo Roberto Ranero Cabarrús, por darme aliento en la continuación de la carrera de Agronomía.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	viii
II. INTRODUCCION.....	1
III. REVISION DE LITERATURA.....	5
IV. MATERIALES Y METODOS	10
1. Importancia de la enfermedad	10
2. Caracterización parcial de agente causal del VMS.	10
2.1 Sintomatología	10
2.2 Transmisión mecánica	11
2.3 Transmisión por áfidos	11
2.4 Transmisión por moscas blancas	12
2.5 Transmisión por semillas	13
2.6 Rango de hospedantes	13
2.7 Propiedades de infectividad del VMS	14
2.8 Inclusiones celulares	15
V. RESULTADOS	16
1. Importancia del virus en estudio	
2. Caracterización parcial del agente causal del virus es- tudiado	18
2.1 Sintomatología de campo.....	18
2.2 Sintomatología de invernadero.....	19
2.3 Transmisión	22
2.4 Propiedades de infectividad de la savia	23

VI. DISCUSION	33
VII. CONCLUSIONES	37
VIII. RECOMENDACIONES	38
IX. LITERATURA CONSULTADA	39
X. APENDICE	43

RESUMEN:

A fines de 1978, se realizó un recorrido por diferentes localidades de la costa sur de Guatemala y con frecuencia se encontraron plantaciones de sandía severamente afectadas por una enfermedad, cuya sintomatología se puede definir como un aclaramiento de las nervaduras secundarias, distorsión de las hojas, bandeo verde oscuro a lo largo de las nervaduras principales, abolsamiento de áreas intervenales, achaparramiento y otros, debido a lo cual se sospechó que se trataba del virus del mosaico de la sandía (VMS).

En entrevistas sostenidas con agricultores de la región afectada, algunos de ellos manifestaron que esa enfermedad ha venido reduciendo sus rendimientos, informando que en los últimos años han tenido pérdidas mayores al 60% y se reduce el área sembrada años tras año.

Ante esta situación y por haberse encontrado apoyo científico profesional adecuado se decidió realizar este primer trabajo sobre virus en plantas con los siguientes objetivos:

- a) Determinar el grado de importancia del virus que afecta la sandía en el área de Taxisco y Placetas del departamento de Santa Rosa, a nivel de reconocimiento.
- b) Caracterizar parcialmente el virus para hacer la propuesta de identificación.
- c) Proponer algunas alternativas para su control.

Por el hecho de que la planta enferma produce frutos en menor número, más pequeños y con sabor amargo o insípidos, se puede considerar dicha enfermedad como de alta importancia para los agricultores de las áreas estudiadas y probablemente esto mismo suceda para el resto de áreas del país en donde se siembra sandía; lo anteriormente anotado, se puede reforzar señalando que el virus tiene una incidencia de 27.5% en Taxisco y de 50% en Placetas.

Cuando se sometieron los datos de las variables, edad e incidencia de la enfermedad, a un análisis de correlación se encontró que el coeficiente de correlación fue de 0.90 para Taxisco y de 0.86 para Placetas. Esto confirma lo observado en el campo en cuanto a la relación que existe entre las variables edad del cultivo e incidencia de la enfermedad.

La presencia de malezas como chalchupa (Euphorbia heterophylla), ayote de caballo (Cucúrbita lundeliana L.) y meloncillo (melothria sp.) todas hospederas del virus en estudio y de los áfidos, son una de las causas más importantes en el desarrollo de las epifitias del VMS en Taxisco y en Placetas.

En la caracterización parcial del virus para hacer la propuesta de identificación, se encontró que el virus en estudio, presenta los síntomas descritos para el VMS en la literatura, causa infección evidente en sandía (Citrullus vulgaris S.), guicoy (Cucúrbita pepo L.), pepino (Cucumis sativus L.) melón (Cucumis melo L.), ayote de caballo (Cucúrbita lundeliana), meloncillo (Melothria sp.) y en siempreviva (Gomphrena globosa L.) produce lesiones locales difusas de forma circular y color necrosado o púrpura; se transmitió

por Myzus persicae S. y Aphis sp.; se transmitió mecánicamente; el punto final de dilución de la savia infectiva de guicoy está entre 10^{-3} y 10^{-4} , su punto térmico de inactivación se encontró entre 65°C y 70°C y su longevidad in vitro se conservó hasta el treceavo día; se observaron inclusiones citoplásmicas amorfas, granulares y toman forma de estrellas cuando se mueve lentamente el micrométrico; ante todas estas evidencias, se concluyó que el virus estudiado en el área de Taxisco y Chiquimulilla, es el virus del mosaico de la sandía (VMS).

Con los resultados obtenidos de la investigación se recomienda efectuar ensayos para fechas de siembra con el objeto de escapar a la incidencia del virus, estudio de la dinámica poblacional de los insectos vectores, ensayo con aceites para control en el campo mismo, ensayos para ver el efecto del virus sobre la formación y calidad del fruto en presencia de Giberelinas y ensayo de variedades.

Como medidas de control actual se puede recomendar las siembras en fechas tempranas octubre-noviembre; eliminación de las malezas, chalchupa, ayote de caballo y meloncillo; aplicación moderada de insecticidas, siembras en sitios lejanos a siembras de tabaco.

IMPORTANCIA DEL VIRUS DEL MOSAICO DE LA SANDIA
(Citrullus Vulgaris S.) EN GUATEMALA

I. INTRODUCCION:

Guatemala es un país que posee diversidad de climas y suelos; por ello, nuestra agricultura puede diversificarse en gran escala. Actualmente se cultivan en nuestro país hortalizas de climas frío, templado y cálido; en las regiones cálidas, se ha incrementado recientemente el cultivo de Cucurbitáceas, especialmente de la sandía. Este cultivo ha constituido un recurso de mucha importancia para los horticultores, se cosecha en grandes cantidades durante la época más cálida del año, contiene un alto porcentaje de agua y azúcares, y por lo tanto, cuenta con buen mercado tanto nacional como internacional.

La sandía requiere suelos franco-arenosos, limosos, con buen contenido de materia orgánica y p. H. de 6 a 7, crece bien en climas tropicales y subtropicales con alturas que oscilan entre 0 y 4000 pies sobre el nivel del mar, que tengan un ambiente seco y cálido (8). Estas condiciones ecológicas las reúnen extensas áreas en Guatemala, tales como los departamentos de Chiquimula, Zacapa, El Progreso, Jutiapa, Santa Rosa y Escuintla. En Santa Rosa podemos mencionar los municipios de Chiquimulilla, Guazacapán y Taxisco; en la parte Sur-oriental de Chiquimulilla está ubicada la aldea Placetas, en donde se produce sandía en cantidades considerables, el cultivo se realiza aprovechando la humedad existente en el suelo después de la época lluviosa, a este sistema de aprovechamiento de la humedad natural del suelo se le denomina "cultivo de humedad".

A fines de 1978, se realizó un recorrido por diferentes localidades de la costa sur de Guatemala y con frecuencia se encontraron plantaciones de sandía severamente afectadas por una enfermedad, cuya sintomatología se puede definir así: Aclaramiento de las nervaduras secundarias, distorsión de las hojas, angostamiento de los ápices de las hojas, bandeo verde oscuro a lo largo de las nervaduras principales, abolsamiento de áreas intervenales, achaparramiento y otros, debido a lo cual se sospechó que se trataba del virus del mosaico de la sandía (VMS).

En entrevistas sostenidas con agricultores de la región afectada, algunos de ellos manifestaron que esa enfermedad ha venido reduciendo sus rendimientos grandemente, informando que en los últimos años han tenido pérdidas mayores al 60% . Ante esta situación y por la carencia de información al respecto en nuestro país, se consideró de mucha importancia realizar el presente estudio.

Al momento de presentar la inquietud de realizar esta investigación, se tuvieron algunas dificultades para que se aceptara el proyecto, debido al criterio de que "Sin contar con un microscopio electrónico y una ultracentrífuga no es posible realizar un estudio confiable sobre la tipificación virótica". Sin embargo, los trabajos de investigación en virus se han venido desarrollando desde 1886, cuando Mayer definió a los virus como "Contagio vivo fluído" (10); por otro lado Ross (16), indica que los datos obtenidos en estudios de rango de hospedantes y de sintomatología, pueden ser considerados suficientes para una identificación práctica de virus; sin embargo, Gates y Bronskill, indican que la variabilidad debido a condiciones

ambientales ha sido considerada como un punto práctico contrario a lo anterior, pero, consideran que esta dificultad, hace algún tiempo que ha sido vencida con el uso de las facilidades modernas para hacer crecer a las plantas de prueba bajo condiciones controladas (6). Además de la sintomatología y el rango de hospederos, existen otras pruebas muy importantes para la identificación de virus, tales como: los modos de transmisión con la savia por contacto, por la semilla y el polen, a través de la tierra, (nemátodos y hongos) por insectos, mediante injerto y por cúscuta; las pruebas de infectividad de la savia después de tratamiento por calor durante 10 minutos, la dilución y su longevidad en el laboratorio; observaciones de las inclusiones intracelulares en el microscopio compuesto (2, 10).

En Guatemala no se ha hecho ningún estudio sobre enfermedades causadas por virus en ningún cultivo a no ser aquellas experiencias que se han tenido de técnicos extranjeros que llegan a nuestro país a tomar muestras para ser procesadas en sus países de origen o donde efectúen sus estudios, pero cuyos resultados experimentales escapan a la posible aplicación en nuestro medio, debido a que se quedan en los archivos en los mismos países de donde proceden.

En consecuencia de lo planteado anteriormente y debido a que se encontró el apoyo científico profesional adecuado, se decidió realizar este primer trabajo sobre virus en plantas, con los siguientes objetivos:

a) Determinar el grado de importancia del virus que afecta la sandía en el área de Taxisco y Placetas del Departamento de Santa Rosa, a nivel de reconocimiento.

b) Caracterizar parcialmente el virus para hacer la propuesta de identificación.

c) Proponer algunas alternativas para su control.

II. REVISION DE LITERATURA

1. Importancia económica del virus del mosaico de la sandía.

El VMS ha sido, señalado repetidamente como uno de los principales agentes etiológicos del mosaico en Cucurbitáceas. Los daños que ocasiona son variables y dependen principalmente de la época de infección y la especie y variedad sobre las que está actuando (13).

Se menciona que en Florida en el año 1962, causó la peor epifitía produciendo pérdidas variables entre el 40% y el 90% en los rendimientos de sandía, melón, calabaza y pepino. Nelson (11), al estudiar la incidencia de la enfermedad en función de la época de infección de algunos virus de las Cucurbitáceas, encontró que al inocular melones (Var. Cantaloupus) con VMS cuando las guías tenían entre 60 y 120 cm., se produjo una reducción del peso fresco de las plantas del orden del 50%, y una disminución moderada del tamaño de los frutos y de su contenido en sólidos solubles. Infecciones posteriores produjeron reducciones de rendimiento de menor consideración, aunque los síntomas presentes fuesen de gran intensidad. Este mismo autor posteriormente (12), trabajando con el mismo virus, señaló que no obtuvo diferencias al comparar el número promedio y el peso promedio de frutos formados por plantas de melón que fueron inoculadas al tener dos hojas, con otras que lo fueron al alcanzar sus guías 5 cm. de largo; en cambio, sí señaló diferencias entre el peso de plantas enfermas con respecto al de las plantas testigo sanas y en el número promedio del total de frutos y de frutos comerciables por planta, pero no en el peso promedio de los mismos. Thomas (20), mencionó una reducción de rendimiento de 53 a 63% en calabaza y del 40% en

zapallo en infecciones tempranas con VMS; por otro lado, las infecciones tardías no produjeron reducción de rendimiento y en pepino, aún frente a ataques tempranos, no observó reducción de rendimiento. Demski y Chalkley en 1972 (3), estudiaron en calabaza el efecto obtenido al infectar plantas de diferentes estados de desarrollo y observaron que las infecciones tempranas, medias y tardías disminuyen los rendimientos en un 43, 28 y 9% respectivamente. Lo más importante fue la reducción de calidad, que determinó una disminución del 100% y 70% del valor comercial del producto, para los casos de infecciones tempranas y tardías respectivamente. Posteriormente, los mismos autores, realizaron un ensayo para estudiar el efecto del VMS en sandía y constataron reducciones de rendimiento del 73% frente a infección realizada tempranamente (guías de 1 metro) y de un 19% en infección tardía (frutos visibles en las plantas). Foster, en 1965 (5), midió la producción de néctar en flores hermafroditas de melón, de plantas infectadas con diversos virus de Cucurbitáceas. El virus del mosaico del pepino (Cucumber Mosaic Virus, CMV) redujo en 68% la cantidad de néctar; el virus del mosaico de la calabaza (Squash Mosaic Virus, SqMV) en un 53% y las razas 1 y 2 del virus del mosaico de la sandía (Watermelon mosaic Virus, WMV) en un 37% y 26% respectivamente. La reducción de néctar según el mencionado autor, podría indirectamente, ser causante de la disminución de rendimiento, debido al menor atractivo que tienen las flores para las abejas que son las principales polinizadoras de esa especie.

El VMS fue encontrado en Ontario Canadá en 1975, afectando pepino en invernadero, los frutos eran deformados y con hinchazones, mientras que las hojas mostraron un mosaico fino uniforme (6).

2. Características y propiedades del virus.

2.1 Sintomatología:

Smith (19), indica que los síntomas producidos por el VMS en sandía son principalmente: leve clorosis, achaparramiento, deformación y presencia de coloraciones mal combinadas que consisten en bandas verdes a lo largo de las venas o en vejigas y ampollas verde intenso, posee áreas intervenales levemente cloróticas. Los ápices de las hojas frecuentemente largos, angostos, algunas veces retorcidos como cordones de zapato, especialmente en las variedades comerciales de pepino (Cucúrbita pepo). Pinto (15), encontró que los frutos de melón de las plantas atacadas, muestran alteraciones en su reticulación, originándose superficies lisas y amarillentas, su sabor dulce se pierde por lo que resultan frutos insípidos y de poco valor comercial. En las hojas se presenta un mosaico y una deformación de las mismas, las guías desarrollan poco por lo cuál las yemas vegetales y las yemas florales quedan muy juntas.

2.2. Transmisión:

Según Smith (19), el VMS se transmite mecánicamente, por su parte Pinto (15), encontró este virus en melón y confirma que se transmite en forma mecánica. En el campo se ha encontrado que el VMS tiene la característica de ser transmitido por vectores los cuales son los áfidos como el Myzus persicae S. y posiblemente otras especies (19). Pinto (15), efectuó las pruebas de transmisión con pulgones de la especie Myzus persicae S. realizándolos con éxito.

2.3 Rango de hospederos:

Según Smith (19), el VMS puede infectar las siguientes plantas:

Cucúrbita pepo melopepo Alef, Cucúrbita máxima Duch, Cucúrbita moschata Duch, Cucumis sativus L., Cucumis melothria péndula D., Lagenaria siceraria Standl, Luffa Chylíndrica Roem, y Luffa aegyptiaca. Por su parte, Pinto (15), estableció el siguiente rango de hospederos: Cucumis melo L., Cucumis sativus L., Cucúrbita ficifolia Buech, Cucúrbita pepo L. Cucúrbita máxima Poir, Cucúrbita mixta Pong, Citrullus vulgaris Schard, Lagenaria siceraria (Mol) Standl, y Luffa Chylíndrica Roem. En un estudio realizado por Gates en Ontario Canadá (6), logró provocar infección diferencial en los siguientes cultivos: Citrullus lanatus 'Crimson Sweet', Cucumis sativus 'National Pickling', Phaseolus vulgaris 'Bountiful' Chenopodium amaranticolor y Comphrena globosa.

2.4 Propiedades de infectividad de la savia:

Anderson en 1954, citado por Smith (19), dice que las propiedades del VMS son: a) punto térmico de inactivación, de 55°C a 65°C; b) punto final de dilución, de 1:10000 a 1:30000 y c) longevidad in vitro, de 9 a 10 días en condiciones de laboratorio. En México, Pinto (15), encontró que la savia infectiva tiene las siguientes propiedades: el punto térmico de inactivación está comprendido entre los 55°C y los 60°C, el punto final de dilución quedó comprendido entre 10^{-4} y 10^{-5} y la longevidad in vitro, entre 9 y 10 días. Gates and Bronskill (6), sostienen que la savia infectiva se inactiva de 50°C a 65°C.

2.5 Inclusiones intracelulares.

Peña (14), sostiene que las inclusiones características del VMS son del tipo cristalinas y amorfas; por otro lado, Rubio (18), determinó que el VMS

produce inclusiones que se consideran características para su identificación rápida, como es la estructura en forma de estrellas.

3. Control.

Torres (21), intentó controlar esta enfermedad mediante la aplicación de aceite, por ejemplo, en el caso de la calabacita encontró que aplicando cada 7 días logró retardar la epifitía; por otro lado, Monterroso (9), trabajando en invernadero, encontró que aplicando citrolina al 1% sobre el follaje de plantas de calabaza y después colocando áfidos virulíferos sobre ellas, no se transmitió el virus. Estas experiencias nos indican que este tratamiento puede darse hasta cierto punto como una medida para evitar que el vector transmita el virus en el campo.

III. MATERIALES Y METODOS

1. Importancia de la enfermedad.

Las enfermedades virales de las plantas son muy numerosas y a menudo causan pérdidas severas; solamente los hongos superan a los virus en cuanto a su importancia como fitopatógenos. Ciertas características de los virus, como lo íntimo de su asociación con la planta y el papel preponderante de los vectores en su diseminación, hacen que las enfermedades virales difieran de las fungosas y bacterianas en muchos aspectos (7).

Para determinar el grado de incidencia de este virus en las áreas de Placetas y Taxisco, ambas del departamento de Santa Rosa, se realizó un muestreo dirigido, ante la ausencia de un marco-lista ó un marco-área. En enero de 1979 se muestrearon 10 plantaciones en Placetas. Para ello, se utilizó el siguiente procedimiento: Partiendo de la orilla de cada plantación, se tomaron el sexto y el décimo surcos, de cada uno de éstos se examinaron detenidamente 10 matas consecutivas partiendo de la sexta sobre el surco (ver figura No. 1). Luego del conteo se entrevistó al agricultor utilizando una boleta con los datos indispensables como son: localidad, sitio, número de plantas enfermas, edad del cultivo, distancias de siembra, aplicaciones de pesticidas, variedad y área cultivada (Anexo No. 1).

2. Caracterización parcial del agente causal del VMS.

2.1 Sintomatología.

La descripción de la sintomatología en sandía se realizó aprovechando el muestreo de campo. A través de los trabajos de invernadero se determinó la sintomatología en sandía, guicoy, pepino, melón, ayote de caballo, meloncillo y siempreviva.

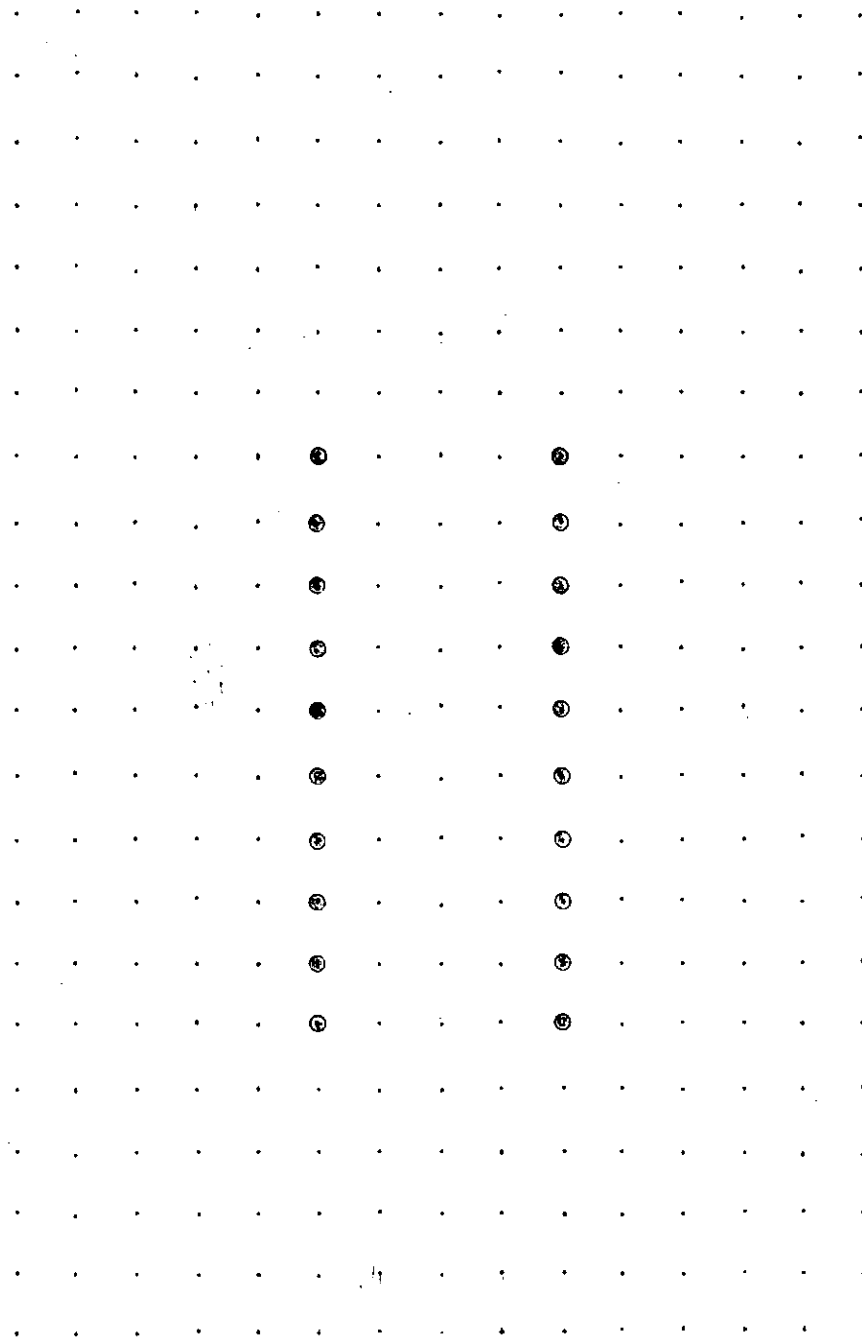


Fig.No. 1

METODO DE MUESTREO DE LAS PARCELAS
PARA ESTIMAR LA INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD.

2.2 Transmisión mecánica:

Los aislamientos se mantuvieron por transmisión mecánica, sobre plantas de guicoy variedad suchini (Cucúrbita pepo Vr. suchini) en el invernadero, donde la temperatura osciló entre 18 y 35°C. La transmisión mecánica se efectuó macerando muestras de hojas enfermas en un mortero al que se había añadido una solución amortiguadora de fosfato ácido de potasio al 1%, en proporción de 10 mililitros de solución por cada gramo de hojas y después centrifugado a 15 mil revoluciones por minuto durante 10 minutos. El extracto se frotaba con hisopo sobre las hojas sanas espolvoreadas previamente con vidrio molido y luego se lavaban con agua destilada; estas pruebas se llevaron a cabo repetidas veces durante el año. La savia extraída se centrifugó en una centrífuga del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) a 15 mil revoluciones por minuto durante 10 minutos para una mayor clarificación y buscar así un porcentaje de transmisión más alto.

2.3 Transmisión por áfidos.

Se colectaron áfidos (Myzus sp.) a partir de plantas de rosal los cuales se consideran libres del virus en estudio por dos fuertes argumentos: a) la distancia taxonómica entre el rosal y la sandía y b) la diferencia ecológica de los medios. Luego, antes de cada prueba, los áfidos se dejaban padecer hambre durante 4 horas mediante confinamiento en cajas de petri limpias (proceso de ayuno), y se trasladaban a plantas hospedantes, con síntomas bien definidos, para la adquisición dejándolos allí durante 2-5 minutos. Se colocaban grupos de 5 áfidos sobre la hoja de la planta de ensayo (sana), durante un día al final del cuál se aplicaba insecticida. Otro sistema de transmisión

por vectores utilizado en el ensayo, consistió en alimentarlos artificialmente; así: a) después de coleccionar pulgones del rosal (Myzus sp.) se confinaban durante 4 horas en cajas de petri limpias; b) hojas de guicoy enfermas con el virus en estudio se molieron en solución de K_2PO_4 (fosfato ácido de potasio) al 1 por ciento, en una proporción de 10 centímetros cúbicos de la solución por gramo de hojas, el extracto se pasó por una manta de cielo (gasa) para eliminar el material grueso, el filtrado se guardó en un frasco-gotero; c) se utilizaron dos anillos de vidrio colocados uno sobre el otro en una superficie lisa y plana, el extremo inferior del anillo superior se cubrió con una membrana de parafilm estirada de manera que la posición de ésta era entre ambos anillos; d) en el anillo inferior se confinaron, en cada prueba, 20 áfidos hambrientos y sobre la membrana de parafilm se vertieron 0.4 mililitros de savia infectiva; e) cuando los pulgones tomaron una posición de alimentación de adquisición a través del parafilm durante 5 minutos, se trasladaron a plantas sanas encerradas en jaulas por un período de alimentación de inoculación de 24 horas, al final del cual se aplicaba insecticida. Con este sistema de alimentación artificial de áfidos, se hicieron pruebas en 4 especies de Cucurbitáceas: sandía, guicoy, melón y pepino; si los áfidos se alimentaban con savia de cualquiera de estas especies se trasladaban en grupos de 5 por planta, a cada una de las 4 especies; por ejemplo, cuando se alimentaban con savia de sandía, inmediatamente se trasladaban a sandía, guicoy, melón y pepino.

2.4 Transmisión por moscas blancas.

También se utilizaron moscas blancas (Bemisia sp.) en las pruebas de transmisión del virus en estudio por vectores, éstas se recolectaban en el

área de Placetas a partir de plantas de sandía enfermas con el virus, se trasladaban en bolsas de polietileno al invernadero, se introducían en jaulas junto con el material de ensayo cultivado en macetas. En estas pruebas se utilizaron 10 macetas con tres plantas cada una, de sandía, melón, guicoy y pepino y en ellas permanecían los insectos durante 5 días al final de los cuales se aplicaba insecticida.

2.5 Pruebas de transmisión por semillas:

En suelo tratado con formalina al 5%, contenido en 8 macetas colocadas dentro del invernadero, se cultivaron 50 plantas de sandía provenientes de semillas de la variedad Charleston Gray colectadas en áreas donde la incidencia del virus es alta. Esta prueba se realizó con el fin de comprobar si el virus en estudio es capaz de transmitirse a través de la semilla.

2.6 Rango de hospederos.

En el invernadero fueron objeto de estudio las siguientes especies de plantas:

- 2.6.1 Familia Cucurbitáceas: sandía (Citrullus vulgaris Var. Charleston Gray), guicoy (Cucúrbita pepo Var. Suchini), melón (Cucumis melo Var. Smith Perfection), pepino (Cucumis sativus Var. Poinset), ayote de caballo (Cucúrbita ludeliana), ayote (Cucúrbita máxima), chilacayote (Cucúrbita ficifolia), pashte (Luffa chylíndrica) y meloncillo (Melothria sp.);
- 2.6.2 Familia Solanáceas: tomate (Lycoperscicum sculeritum), tabaco (Nicotiana glutinosa) y vuélveteloco o chamico (Datura stramonium);

2.6.3 Familia Amarantháceas: siempreviva (Gomphrena globosa);

2.6.4 Familia Euphorbiáceas: chalchupa o pascueta (Euphorbia heterophylla L.).

Todas estas especies fueron inoculadas mecánicamente con savia infectiva de sandía y con vectores prealimentados en plantas con los síntomas claros. Las pruebas se repitieron cuatro veces durante el año (5 plantas de cada especie se ensayaron en cada vez).

2.7 Propiedades de infectividad del VMS.

Los procedimientos seguidos para determinar el punto final de dilución, el punto térmico de inactivación y la longevidad invitro fueron los siguientes:

2.7.1 Punto final de dilución.

Se maceró en un mortero, tejido de guicoy de 20 días después de inoculado y que presentaba síntomas claros del virus en estudio. El extracto se filtró a través de manta de cielo (gasa) para obtener el inóculo. Con pipeta se tomó un mililitro del extracto y se vertió en un tubo de ensayo que contenía 9 mililitros de agua destilada y así obtener la dilución de 10^{-1} . Este tubo se agitó y de él se tomó con pipeta un mililitro y se vertió en un segundo tubo de ensayo conteniendo 9 mililitros de agua destilada y así obtener una dilución de 10^{-2} y así sucesivamente se procedió hasta obtener una dilución de 10^{-6} . Luego de obtenidas las diluciones se procedió a inocular mecánicamente 20 plantas de guicoy sembradas en vasos. Para evitar contaminaciones se procedió a inocular por la mayor dilución 10^{-6} , luego 10^{-5} , etc. hasta el testigo el cual no se diluyó.

2.7.2 Punto térmico de inactivación.

De la savia infectiva se vertieron 2 mililitros en cada uno de 10 tubos de ensayo. Luego, se sometieron en baño de maría por pares a temperaturas de 50°C, 55°C, 60°C, 65°C y 70°C durante 10 minutos. Luego, de los tratamientos por calor se pasó cada par de tubos a agua fría para suspender inmediatamente la acción del calor. Inmediatamente después, se inocularon 20 plantas de guicoy para cada dos tubos en las hojas cotiledonales; las inoculaciones se realizaron en orden descendente iniciándose por el tratamiento de mayor temperatura (70°C).

2.7.3 Longevidad in vitro.

En cada uno de 8 tubos de ensayo se vertió savia infectiva en cantidad de 2 mililitros, se taparon y guardaron en el laboratorio, a los 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 y 15 días de guardada se sacó un tubo y se inocularon 20 plantas de guicoy en sus hojas cotiledonales.

2.8 Inclusiones celulares.

Se trató de observar inclusiones intracelulares citoplásmicas. Para ello se levantó con una hoja de afeitar la epidermis del envés de las nervaduras de hojas de guicoy enfermas, se pusieron los cortecitos en formalina al 5% durante 20 minutos para su fijación, se pasaron a congo rojo donde estuvieron 10 minutos y luego a agua destilada. Finalmente, se colocaron en una laminilla y se les puso el cubreobjetos e inmediatamente después se llevaron al microscopio compuesto (10 X y 40X).

IV. RESULTADOS

1. Importancia del virus en estudio:

De acuerdo al muestreo dirigido (Anexo No. 1), realizado en un total de 40 sitios en campos de cultivo de sandía en el área de estudio, se puede inferir que no tiene influencia ni la extensión cultivada por localidad, ni la variación en el distanciamiento y sistema de siembra sobre la incidencia del virus en estudio. En cuanto a la variedad de sandía se encontró que los agricultores sólo cultivan la Charleston Gray y utilizan, año con año, únicamente semilla certificada, la ausencia de otras variedades en el muestreo no permite establecer la relación del virus estudiado en lo referente a otras variedades de sandía con la incidencia del virus. Se encontró, además, que la totalidad de las plantaciones muestreadas era fertilizada en el momento de la siembra con abono completo y durante el crecimiento de la planta, con fertilizantes foliares, además eran asperjadas con insecticidas y fungicidas, estimándose que estas aplicaciones tampoco tienen alguna influencia en la incidencia de la enfermedad por ser generalizadas. Sin embargo, sí se encontró que la edad del cultivo tiene una relación muy estrecha con el porcentaje de incidencia de la virosis, pues en observaciones tardías se comprobó que el virus se generalizó a casi todas las plantas de sandía. Al comparar la edad del cultivo con el número de plantas enfermas, se puede notar que el promedio de plantas atacadas con el virus es de 2.75 a la edad de 55.7 días, para el área de Taxisco; mientras que para Placetas, los promedios son de 5 plantas enfermas a los 47.7 días.

Al someter los datos de las dos variantes, edad e incidencia de la enfermedad, a un análisis de correlación, se encontró que el coeficiente de correlación fue de 0.90 para Taxisco, de 0.86 para el área de Placetas. Lo anterior confirma la observación hecha en el campo referente a la íntima relación de las variables, edad e incidencia, y cuando se sometieron los datos de ambas localidades al análisis, el coeficiente de correlación fue de 0.82. Ahora bien, existen algunas diferencias entre las áreas de Placetas y Taxisco que pueden explicar este fenómeno, en primer lugar, en Placetas las plantaciones de sandía están aledañas a plantaciones de tabaco y como se sabe, las Solanáceas son hospederas de áfidos los cuales, como se demostrará más adelante, son transmisores del virus estudiado; en segundo lugar, las siembras en Taxisco son realizadas más temprano que en Placetas; se supone entonces que como resultado de estos dos aspectos, se tiene que las plantaciones fueron más severamente afectadas por el virus en Placetas que en Taxisco. Por otro lado se sabe que conforme avanza el tiempo se va quedando sola la sandía en el campo, aún las malezas se secan, razón de más para que la edad del cultivo y la incidencia del virus estén íntimamente relacionados (ver anexo No. 5).

Como se puede ver en el anexo No. 5 el promedio de plantas enfermas de 2.75 para Taxisco y de 5.00 para Placetas corresponden a una incidencia de 27.50% y de 50% respectivamente. Si se toma en cuenta que la planta enferma produce sus frutos en menor número, más pequeños y con un sabor amargo o insípido, se puede considerar como de alta importancia esta enfermedad para los agricultores de las áreas estudiadas y probablemente esto mismo sucede para el resto de áreas del país en donde se siembra sandía.

2. Caracterización parcial del agente causal del virus estudiado.

2.1 Sintomatología de campo:

2.1.1 En sandía: El virus en estudio sobre la sandía (Citrullus vulgaris Schard) provocó una leve clorosis en las hojas, achaparramiento de la planta, deformación, formación de bandas verde oscuras a lo largo de las nervaduras principales, ampollamiento verde oscuro en áreas intervenales. Los ápices de las hojas con frecuencia se tornaron alargados, angostos y a veces retorcidos. Los frutos se presentan de forma diferente a la típica, son más pequeños, con la superficie corrugada, cada planta produce pocos y el sabor es amargo o insípido.

2.1.2 En ayote de caballo (Cucúrbita ludeliana): esta planta cuando se encuentra ya sea dentro o fuera de la plantación de sandía, muestra un ligero abolsamiento en el haz de las hojas, bandeo tenue verde oscuro a lo largo de las nervaduras principales alternando con pequeñas áreas cloróticas de forma circular, los bordes de las hojas tienden a levantarse, angostamiento de los ápices, también los entrenudos se presentan cortos haciendo más estrecha la distancia entre las hojas.

2.1.3 En meloncillo (Melothria sp.): en el haz de las hojas de plantas enfermas, se presenta un ampollamiento de color verde oscuro y un bandeo del mismo color a lo largo de las nervaduras principales, también manifiesta pequeñas manchas cloróticas y los bordes dirigidos hacia arriba.

2.1.4 En chalchupa (Euphorbia heterophylla). La chalchupa constituye un hospedero muy perseguido por los áfidos, pues, se pudo observar que, en el campo, estas plantas eran completamente invadidas por estos insectos. Las hojas mostraban pequeñas manchas cloróticas alternando con el color verde propio de las hojas; achaparramiento de la planta y entrenudos cortos.

2.2 Sintomatología de invernadero y rango de hospedantes.

2.2.1 En sandía (Citrullus vulgaris Var. Charleston Gray). Cuando estas plantas eran inoculadas en sus hojas cotiledonales, aparecía en las segundas hojas verdaderas un aclareo de las nervaduras secundarias, lo cuál sucedía de 10 a 15 días después de inoculaciones satisfactorias; en los siguientes pares de hojas, se observaba un ampollamiento de áreas intervenales, manchas cloróticas en su lámina y a lo largo de las nervaduras principales mostraba franjas de color verde oscuro; los ápices se tornaban angostos y retorcidos; los entrenudos se tornaban cortos provocando el achaparramiento de la planta. (Ver foto No. 1).

2.2.2 En güicoy, (Cucúrbita pepo Var. Suchini). Cuando se inocularon plantas de güicoy en estado de hojas cotiledonales, aparecieron los primeros síntomas de 10 a 15 días después de inoculaciones adecuadas; estos síntomas consistían en: pequeñas manchas cloróticas en zonas intervenales de las segundas hojas verdaderas; ampollamiento verde intenso en áreas intervenales, alternando con las manchitas cloróticas en cuarto par de hojas, además, se observaba claramente la reticulación de las nervaduras secundarias; bandea-

do verde oscuro a lo largo de las nervaduras principales y los márgenes dirigidos hacia arriba en el quinto par de hojas; deformación completa de hojas jóvenes de plantas adultas, hojas con ápices delgados y retorcidos dando la apariencia de cordones y la de estar rotas; entrenudos reducidos produciendo el achaparramiento de las plantas. (Ver foto No. 2).

2.2.3 En melón, (Cucumis melo Var. Smith Perfection). Después de 10 a 15 días de inoculaciones adecuadas realizadas en hojas cotiledonales aparecían manchas cloróticas pequeñas en el segundo par de hojas verdaderas, pero en menor cantidad que las observadas en guicoy; leve aclaramiento de las nervaduras secundarias en el tercer par de hojas; deformación en las siguientes hojas; poco desarrollo de las guías las cuales tendían a levantarse; ampollamiento verde intenso en las hojas, principalmente en el haz.

2.2.4 En pepino (Cucumis sativus Var. Poinset). Después de 8 días de efectuadas las inoculaciones, se manifestaban los síntomas de la siguiente manera: aclareo de las nervaduras secundarias mostrando claramente todas las reticulaciones; pequeñas manchas cloróticas circulares en áreas intervenales; ampollamiento verde intenso alternando con manchitas amarillentas; ápices delgados como cordones retorcidos aparentando estar rotos; guías con tendencia a dirigirse hacia arriba; entrenudos cortos achaparrando la planta. (Ver foto No. 3).

2.2.4 En ayote de caballo (Cucúrbita lundeliana). A los 10 días de inoculadas, las plantas mostraban abolsamiento verde oscuro en el haz de las hojas y círculos cloróticos pequeños; bordes dirigidos hacia arriba. Síntomas menos claros en esta planta que en las anteriores. (Ver foto No. 4).

2.2.6 En meloncillo (Melothria sp.). Unicamente se observó un ampollamiento verde oscuro del área intervenal del haz de las hojas, entrenudos estrechos; hojas con bandas verde intenso a lo largo de las nervaduras principales y los bordes dirigidos hacia arriba.

2.2.7 En siempreviva (Gomphrena globosa). Se presentaron lesiones locales difusas, de forma circular color necrosado o púrpura.

Estos síntomas surgían de 8 a 15 días después de inoculadas adecuadamente las plantas.

2.2.8 En chilacayote (Cucúrbita ficifolia), pashte (Luffa chylíndrica) y ayote (Cucúrbita máxima) no hubo ninguna manifestación de síntomas del virus.

2.2.9 En tomate (Lycopersicum sculentum), chamico o vuélveteloco (Datura stramonium) y tabaco (Nicotiana glutinosa). En estas Solanáceas no hubo manifestación sintomatológica del virus en estudio, a pesar de los intentos que se hicieron para transmitirlo.

2.2.10 En chalchupa o pascua silvestre (Euphorbia heterophylla), no hubo manifestación alguna de síntomas que pudieran atribuirse al virus en estudio.

En base a la información precedente se puede indicar que el rango de hospedantes es el siguiente: sandía, guicoy, pepino, melón, ayote de caballo, meloncillo y siempreviva, mientras que, aquellas que no presentaron evidencia de infección son: tomate, tabaco, ayote, chilacayote, pashte, vuélveteloco y chalchupa. (Ver Cuadro No. 1).

2.3 Transmisión

2.3.1 Transmisión mecánica: El virus en estudio se transmitió mecánicamente en el invernadero, a las siguientes especies: sandía, guicoy, pepino, melón, ayote de caballo, meloncillo y siempreviva. Los síntomas en cada una de estas especies se manifiestan de 10 a 15 días después de inoculadas en forma adecuada en hojas cotiledonales; pero se logró con mayor facilidad en plantas de guicoy. Todos los intentos de transmitir este virus, por inoculación mecánica en tabaco, vuélveteloco, tomate, ayote, chilacayote, pashte y chalchupa, fallaron no obstante todos los esfuerzos realizados con el fin de transmitirlo.

2.3.2 Transmisión por áfidos: Los áfidos de las especies Myzus persicae y Aphis sp., transmitieron el virus bajo estudio en las siguientes especies: sandía, guicoy, pepino, melón, ayote de caballo y meloncillo en invernadero. Los síntomas aparecían de 10 a 15 días después de inoculadas en hojas cotiledonales. En las restantes especies del ensayo, tabaco, tomate, vuélveteloco, ayote, chilacayote, pashte, chalchupa, a excepción de la siempreviva, en la cuál no se probó, no se transmitió el virus a través de áfidos, no obstante haberlo intentado por tres veces en plántulas de dos días de nacidas.

2.3.3 Transmisión por moscas blancas: En pruebas de invernadero se intentó tres veces la transmisión del virus en estudio por moscas blancas (Bemisia sp.), todas las especies vegetales bajo estudio no mostraron ningún síntoma de virus, a pesar de haber realizado inoculaciones en plántulas con hojas cotiledonales.

2.3.4 Transmisión por semilla: El virus estudiado, no se transmitió a través de semillas provenientes de frutos de sandía enfermos con este virus. Las plantas nacieron, crecieron florecieron y envejecieron sin manifestar síntoma alguno de virus, cuando se cultivaron en invernadero.

2.4 Propiedades de infectividad de la savia.

2.4.1 Punto final de dilución: Se tuvo infección con la savia del virus problema en las plantas de guicoy que se inocularon con las diluciones de 10^0 , 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} y no se observaron síntomas cuando se trataron con diluciones de 10^{-4} , 10^{-5} y 10^{-6} ; por lo tanto, el punto final de dilución quedó comprendido entre los tratamientos de 10^{-3} y 10^{-4} . (Ver Cuadro No.2).

2.4.2 Punto térmico de inactivación. Las plantas de guicoy inoculadas con savia infectiva tratada a 50, 55, y 60°C., presentaron síntomas del VMS, mientras que no ocurrió lo mismo con los tratamientos de 65 y 70°C (Ver Cuadro No. 3).

2.4.3 Longevidad in vitro. El virus estudiado conservó su infectividad el treceavo día, puesto que desde el catorceavo día ya no hubo infección en las plantas de guicoy. (Ver Cuadro No. 4).

2.5 Inclusiones celulares.

En el microscopio compuesto (10X y 40X), se observaron inclusiones citoplásmicas, amorfas y granuladas (al mover lentamente el micrométrico tomaban forma de estrellas), (Ver Fig. No. 2). Mientras que en montajes preparados de hojas provenientes de plantas sanas no se observó la presencia de ninguna estructura de este tipo.

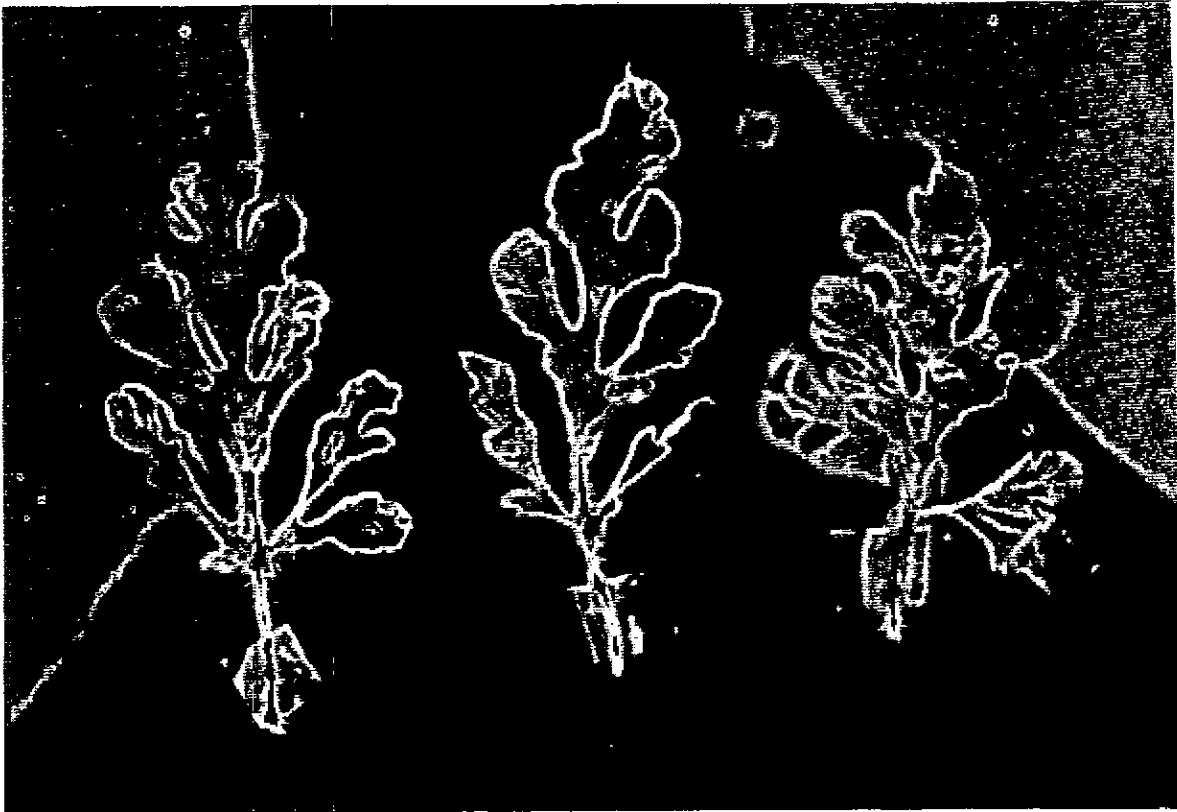


Foto No. 1. Hojas de Sandía con síntomas del virus en estudio,
transmitido mecánicamente en el Invernadero de la
Facultad de Agronomía.



Foto No. 2. Hojas de guicoy con síntomas del virus en estudio, transmitido mecánicamente en el invernadero de la Facultad de Agronomía.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca General

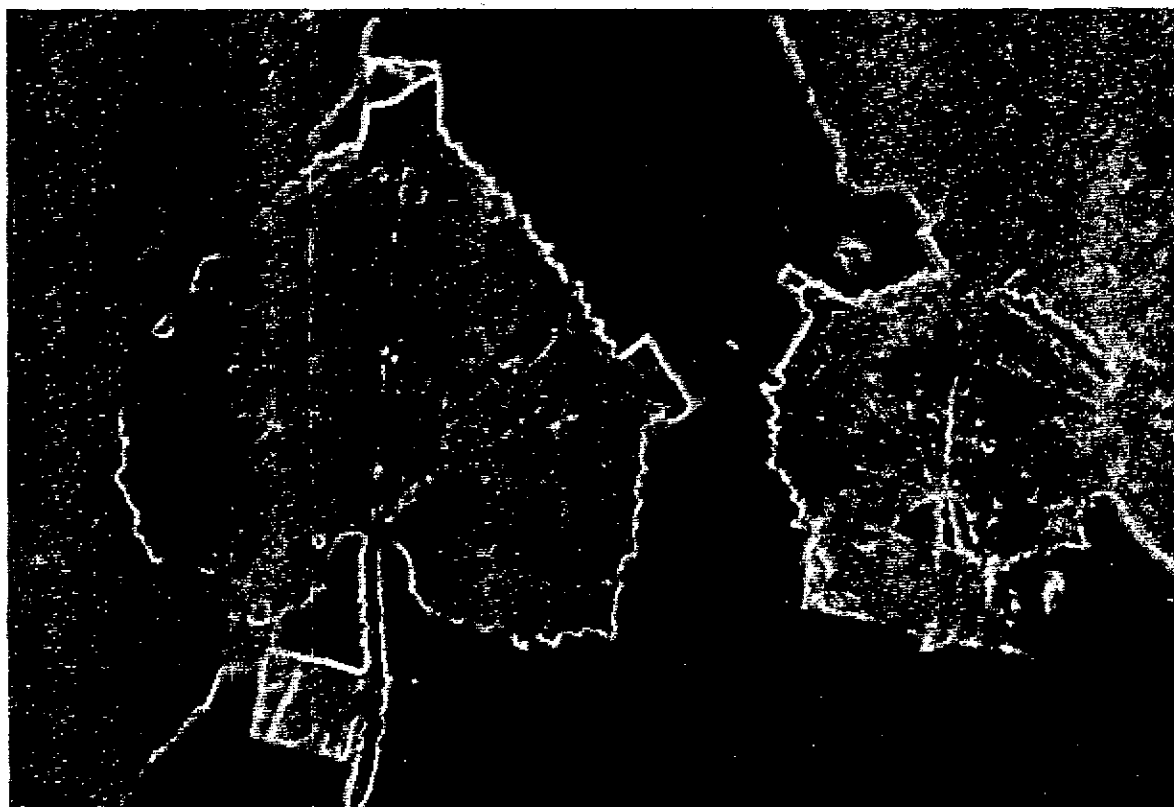


Foto No. 3. Hojas de pepino con síntomas del virus en estudio, transmitido mecánicamente en el invernadero de la Facultad de Agronomía.

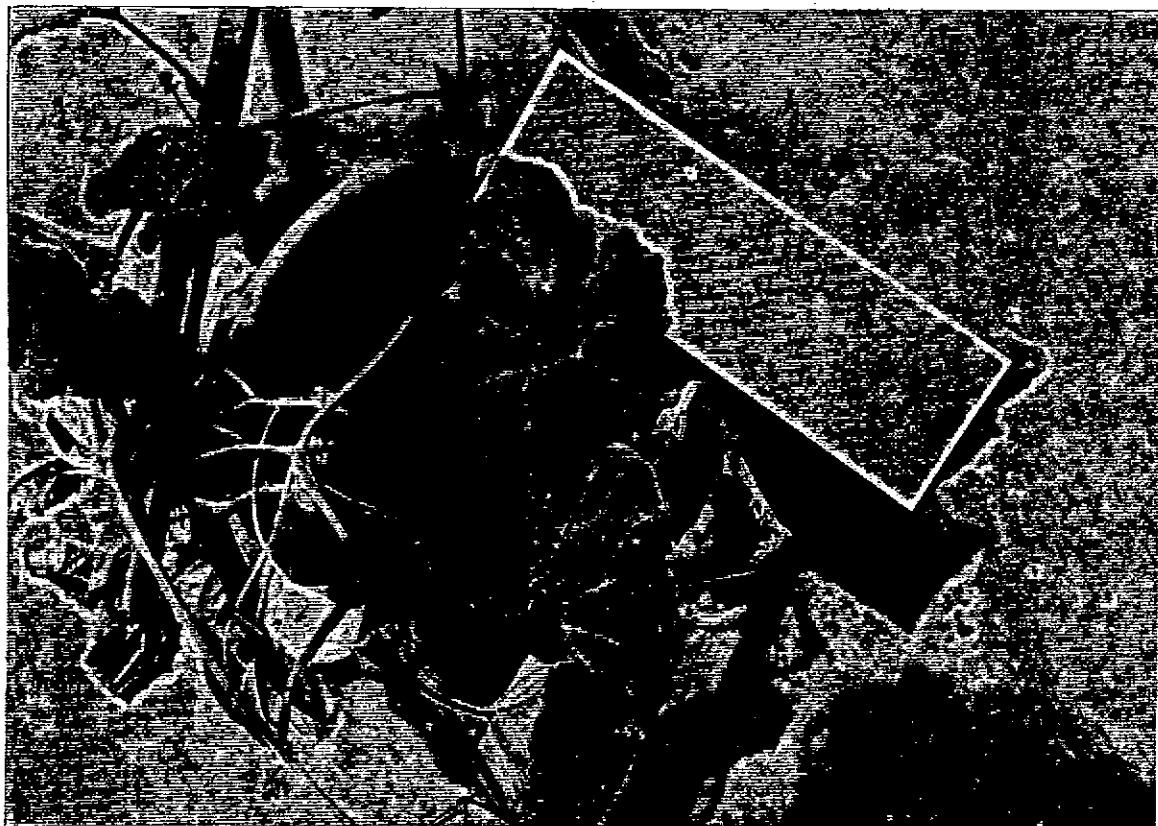


Foto No. 4. Plantas de ayote de caballo con síntomas del virus en estudio, transmitido por áfides en el invernadero de la Facultad de Agronomía.

CUADRO No. 1. RANGO DE HOSPEDEROS Y REACCION QUE PRESENTA CADA UNO DE ELLOS AL INOCULARSE CON EL AGENTE CAUSAL DEL MOSAICO DE LA SANDIA.

Plantas inoculadas	Síntomas	Proporción de plantas infectadas
<u>Citrullus vulgaris</u> Schard	Mosaico y enanismo	18/20
<u>Cucumis melo</u> L.	" "	16/20
<u>Cucúrbita pepo</u> L.	" "	20/20
<u>Cucumis sativus</u> L.	" "	15/20
<u>Cucúrbita lundeliana</u>	" "	9/20
<u>Melothria</u> sp.	" "	10/20
<u>Gomphrena globosa</u> L.	Lesiones locales difusas	18/20
<u>Licopersicum sculentum</u>	No presentaron síntomas	0/20
<u>Nicotiana glutinosa</u> L.	No presentaron síntomas	0/20
<u>Cucúrbita máxima</u>	No presentaron síntomas	0/20
<u>Cucúrbita ficifolia</u> Bouche	No presentaron síntomas	0/20
<u>Datura stramonium</u> L.	No presentaron síntomas	0/20
<u>Luffa Chylíndrica</u> Roem	No presentaron síntomas	0/20
<u>Euphorbia heterophylla</u>	No presentaron síntomas	0/20

El numerador indica el número de plantas con síntomas.

El denominador indica el número de plantas inoculadas.

CUADRO No. 2. DILUCION MAXIMA EN LA QUE SE CONSERVA LA INFECTIVIDAD
DEL AGENTE CAUSAL DEL MOSAICO DE LA SANDIA.

Dilución	Plantas inoculadas	Plantas con síntomas
10^{-0}	20	20/20
10^{-1}	20	18/20
10^{-2}	20	5/20
10^{-3}	20	1/20
10^{-4}	20	0/20
10^{-5}	20	0/20
10^{-6}	20	0/20

CUADRO No. 3 RESULTADOS DE LOS TRATAMIENTOS CON CALOR DE LA SAVIA INFECTIVA
PARA DETERMINAR EL PUNTO DE INACTIVIDAD TERMICA DEL AGENTE CAU-
SAL DEL MOSAICO DE LA SANDIA.

Temperatura	Plantas inoculadas	Plantas con síntomas
50°C	20	8
55°C	20	6
60°C	20	3
65°C	20	0
70°C	20	0

CUADRO No. 4. RESULTADOS DE LA INACTIVACION "IN VITRO" DE LA SAVIA CONTENIENDO EL AGENTE CAUSAL DEL MOSAICO DE LA SANDIA, MANTENIDA A TEMPERATURA DEL LABORATORIO (22°C).

Tratamiento	Plantas inoculadas	Plantas con síntomas
0 días	20	20
1 día	20	19
2 días	20	15
3 días	20	11
5 días	20	3
7 días	20	2
9 días	20	3
11 días	20	2
12 días	20	2
13 días	20	1
14 días	20	0
15 días	20	0

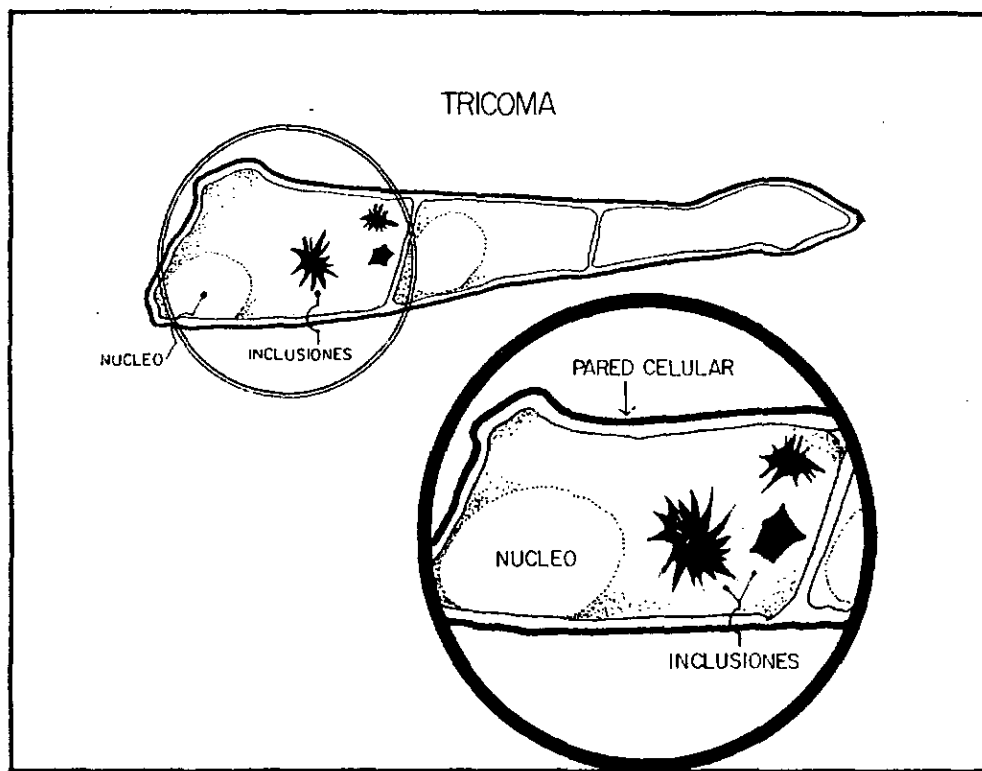


Figura No. 2. Inclusiones celulares observadas al microscopio (10X y 40X) en montaje preparado a partir de la epidermis de la nervadura central en hojas de guicoy atacadas por el virus en estudio. (El dibujo presentado fue preparado a partir de varias observaciones).

V. Discusión

A pesar de que la incidencia del virus cuando se realizó la encuesta fue de 27.5% para Taxisco y de 50% para Placetas, en las últimas observaciones de campo, se encontró que el virus se generalizó a todas las plantas de sandía, aún en aquellas plantaciones que inicialmente eran poco afectadas. Esto probablemente se debió a que a medida que transcurre el tiempo, baja el número de malezas hospedantes de áfidos que transmiten el virus y por otro lado el follaje se va haciendo denso en los sandiales en donde se van a albergar dichos insectos, causando como consecuencia la diseminación en los campos de sandía. Aparte de esto, generalmente, los cultivadores de sandía, aplican cantidades considerables de insecticidas periódicamente y esto provoca en los áfidos una irritación que los vuelve más activos picando y contaminando mayor número de plantas antes de morir. Otro aspecto que contribuye a la propagación de la enfermedad, lo constituye el hecho de que los productores de sandía acostumbran hacer siembras escalonadas y siembras asociadas de melón, pepino y sandía, lo cuál permite la existencia de una fuente de inóculo primario de donde el virus es transmitido principalmente por Aphys sp., hacia las nuevas siembras de sandía.

Es importante señalar el hecho de que en los campos de sandía crecen dos malezas que siendo Cucurbitáceas hospedan a los áfidos y que además son hospederos del virus; sin embargo, los agricultores no le dan importancia a esta situación que a la luz de nuestro análisis de campo constituye la principal fuente de inóculo para el desarrollo de las epifitias del virus tanto en Placetas como en Taxisco.

En base a lo anterior, se puede resaltar que las principales acciones para el control de este virus en el campo es de orden cultural, así se pueden enumerar los siguientes: la eliminación de las malezas que pueden albergar áfidos, la siembra en épocas tempranas dentro del período en el que es posible realizar este cultivo, no asociar este cultivo con ninguna otra Cucurbitácea y fundamentalmente la eliminación del ayote de caballo (Cucurbita lundeliana) y del meloncillo (Melothria sp.) que son reservorios tanto de los áfidos como del mismo virus.

Por otro lado la literatura reporta el posible control del virus mediante las aplicaciones de aceite (9 y 21), ya que se argumenta que el aceite forma una capa que lava el virus del estilete y de esta manera se libra a la planta de ser infectada; sin embargo, hace falta hacer más investigación a este respecto. También en otros cultivos se ha visto que en cierto modo la aplicación de Giberelinas da un efecto positivo en la recuperación del rendimiento de plantas enfermas con virus (17).

Cuando se iniciaron las inoculaciones en el invernadero de la Facultad de Agronomía con el fin de caracterización e identificación del virus en estudio, el cuál fue aislado de sandía cultivada en Placetas, se tuvo mucha dificultad en la transmisión, pues se llegaba únicamente a un nivel de 5%; esto sucedía en inoculaciones mecánicas; aparte de algunos otros factores no controlables, probablemente, este bajo nivel de transmisión fue provocado por inhibidores provenientes de la savia de la sandía, formados al oxidarse en el momento de la preparación del inóculo. Este fenómeno coincide con lo encontrado por Demski y Chalkley en la estación experimental de Georgia (3). El

poder inhibidor de la savia de sandía se logró evitar cuando se utilizó guicoy como fuente de inóculo. De todas formas, este fenómeno no es posible explicarlo, fue necesario hacer las transferencias consecutivas del virus durante 11 meses, renovando 11 veces el material de guicoy para alcanzar un 80% de transmisión. De esta manera fue posible romper el porcentaje tan bajo, el cuál se mantuvo en 5% cuando se usó sandía como fuente de inóculo; subió a 25% en las primeras inoculaciones usando guicoy como fuente de inóculo y finalmente se logró porcentajes de 80 al 100%.

Tomando en consideración los trabajos realizados por diversos autores en relación a los virus que afectan la sandía, se consideran como posibles agentes causales, al virus del mosaico de la calabaza, el virus del mosaico del pepino y el virus del mosaico de la sandía (15).

La posibilidad de que se tratara del virus del mosaico de la calabaza (VMC), quedó descartada cuando se demostró que el virus en estudio es transmitido por los áfidos Aphis sp. y Myzus persicae, mientras que el virus del mosaico de la calabaza es transmitido por insectos de los géneros Diabrotica spp. y Acalymma spp. (15).

La posibilidad de que se tratara del virus del mosaico del pepino (VMP), quedó plenamente descartada al fallar todos los intentos de transmitir el virus en estudio, tanto mecánicamente como a través de áfidos a plantas de la familia Solanácea (tabaco, tomate) (6).

Aparte de lo anterior también las propiedades de ineffectividad del virus estudiado al compararse con la de VMC y del VMP nos sirven para aclarar

su identidad. Así el virus del mosaico de la calabaza tiene un punto de dilución límite de 10^{-6} , una longevidad "in vitro" de 48 días y el punto máximo de inactivación térmica es de 75°C ; el virus del mosaico del pepino tiene una longevidad "in vitro" de 48 días, su punto térmico de inactivación de $60-70^{\circ}\text{C}$; el virus en nuestro estudio presentó una longevidad "in vitro" de 13 días, un punto de dilución límite de 10^{-4} y un punto térmico de inactivación entre 60 y 65°C . Las características encontradas en el virus estudiado coinciden con las propiedades del VMS reportado en la literatura (15, 19).

Otra prueba más que nos indica que nuestro virus es el VMS es el hecho de que provocó lesiones locales difusas al ser inoculado sobre Gomphrena globosa, planta usada como diferencial en estudios de VMS (6).

Aparte de esto se constató que el virus estudiado no se transmitió por semilla característica que señala la literatura como propia del VMS.

Una sólo evidencia negativa tenemos y es el hecho de que Luffa Chylíndrica, Cucúrbita máxima y Cucúrbita ficifolia están reportadas en la literatura dentro del rango de hospedantes y en nuestro estudio no presentaron evidencias de la enfermedad cuando fueron inoculadas en el invernadero. Claro que esto no niega de que se trate de VMS sino, más bien sobre la posibilidad a creer de que se trate de una variante del VMS la que está causando estragos en Placetas y Taxisco.

Finalmente las inclusiones celulares encontradas en la epidermis de plantas con el virus en estudio nos demuestran claramente que se trata del VMS.

VI. CONCLUSIONES:

- 1 - Dadas las características de síntomas, propiedades de infectividad de la savia, rango de hospedantes, inclusiones celulares y transmisión mecánica y por áfidos, se puede concluir que el virus en estudio es el virus del mosaico de la sandía.
- 2 - El VMS tiene una incidencia de 27.5% en Taxisco y de 50% para Placetas.
- 3 - El VMS causa disminución en el tamaño y pérdida de sabor, en el fruto de la sandía.
- 4 - Existe una relación muy estrecha ($r = 0.8$), entre la edad de la plantación y la incidencia del virus.
- 5 - La presencia de malezas como la chalchupa (Euphorbia heterophylla L.) que es una hospedera de áfidos, el ayote de caballo (Cucúrbita lundeliana) y el meloncillo (Melothria sp.) hospederos del virus y de los áfidos, son una de las causas más importantes en el desarrollo de las epifitias del VMS en Placetas y Taxisco.

VII RECOMENDACIONES:

- 1 - Se recomienda que se continúe con la investigación sobre el VMS en nuestro país en relación, principalmente, a los temas siguientes:
 - a - Ensayos de fecha de siembra para escapar a la incidencia del virus.
 - b - Estudio de la dinámica poblacional de los insectos vectores.
 - c - Ensayo con aceites para el control en el campo mismo.
 - d - Ensayo para ver el efecto del virus sobre la formación y calidad del fruto en presencia de Giberelinas.
 - e - Ensayo de variedades.
- 2 - Como medidas de control actual se recomiendan los siguientes:
 - a - Siembra en fechas tempranas octubre - noviembre
 - b - Eliminación de las malezas, chalchupa (Euphorbia heterophylla L), ayote de caballo (Cucúrbita lundeliana) y meloncillo (Melothria sp.)
 - c - Aplicación moderada de insecticidas
 - d - Siembra en localidades lejanas a las de siembra de tabaco

IX. LITERATURA CONSULTADA

1. ANNUAL REPORT of the agricultural experiment stations,
Florida, for the year ending june 30, 1962. Rev.
Appl. Mycol. No. 43:61. 1964.
2. BOS, L. La investigación sobre las virosis de las plantas
en los países en desarrollo: medios posibles para mejo-
rarlas. Boletín Fitosanitario de la FAO 24 (4):
109-118. 1976.
3. DEMSKI, J. W. y CHALKLEY, J. H. Effect of watermelon mosaic
virus on yield and marketability of summer squash. Plant
Dis. Repr. 56 (2): 147-150. 1972.
4. ----A virus inhibitor in watermelon and its effects on infection
with four cucurbit viruses. Plant Dis. Repr. No. 61:
167-171. 1976
5. FOSTER, R. E., LEVIN, M. D. y MCGREGOR, S. E. Nectar production
by muskmelons infected with four mosaic viruses. Ann. Soc.
Hort. Sci. No. 86: 433-435. 1965.
6. GATES, L. F. and BRONSKILL, J. F. Occurrence of watermelon mo-
saic virus in Glashouse cucumbers in southwestern Ontario.
Plant Dis. Repr. No. 60: 964-966. 1972.
7. GONZALEZ, L. C. Introducción a la fitopatología. San José, Cos-
ta Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1977.
148 p.

8. MARTINEZ, O. A. Estudio sobre la pudrición apical en la sandía. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1973. 43 p.
9. MONTERROSO S., D. Informe general de los viajes de estudio. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura, 1976. 173 p.
10. ----De la investigación en la Facultad de Agronomía. Periódico Avance No. 4. GEA-77, Facultad de Agronomía, Guatemala; Septiembre 1979.
11. NELSON, M. R. Effect of mosaic viruses on cantaloupes. Phytopathology No. 52: 363-364. 1962.
12. ----The relationship of mosaic virus diseases to grown blight of cantaloup. Phytopathology No. 54 (4): 460-465. 1969.
13. NOME, S. E. MARTH, G. J. y GIORDA. Disminución de la productividad de plantas de "zapallito de tronce" (Cucúrbita máxima Duch) Var. zapallito (Carr. Millan) infectadas con el virus del mosaico de la sandía, raza 2 (Watermelon Mosaic Virus-2). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina. En: IDIA No. 321-324. 1974. 7 p.
14. PEÑA IGLESIAS, A. y AYUSO GONZALEZ, P. Identificación y estudio de una estirpe WMV-2 del virus del mosaico de la sandía (Watermelon Mosaic Virus) como causa de la enfermedad llamada en España mosaico del melón. España. Ministerio de Agricultura. Monografía No. 20. 1972. 135 p.

15. PINTO C., B. Virosis del melón (Cucumis melo L.) en el Estado de Morelos. Tesis Maestría. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, 1977. 35 p.
16. ROSS, A. F. Identification of plant viruses on plant virology. Editado por M. K. Corbett y H. D. Sisler. Florida, University of Florida Press, 1964. p. 68-92.
17. ROSSELL S., C. E. Efecto de Giberelina en el cuaje y rendimiento del fruto en dos variedades de tomate (Lycopersicum esculentum M.) tipo pasta. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 1979. 41 p.
18. RUBIO H., M. Inclusion bodies. En: Principles and techniques in plant Virology. Editado por C. I. Kado y Y. O. Agrawal. Nueva York, Van Nostrand Reinhold Co., 1972. p. 62-75.
19. SMITH, K. M. A textbook of plant virus diseases. Third Edition. Londres, T. & A. Constable Ltd., 1972. p. 72
20. THOMAS, W. Watermelon mosaic virus, a disease of cucurbits in New Zealand. The incidence and economic importance of watermelon mosaic virus. N. Z. Jl. Agri. Res. 14 (1): 242-247. 1971.
También hay resumen en Rev. Plant. Path. No. 50:606. 1971.
21. TORRES, G. B. Pruebas con aceites para el control del mosaico deformante de la calabacita. Tesis Maestría. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, 1972. 45 p.

Vo. Bo.

Cristina de Cabrera

Cristina de Cabrera
Documentalista



APENDICE

Localidad	Sitio	No. Plantas enfermas	Edad Cultivo	Distancias de las siembras	Aplicaciones	Variedad	Area Total
1	A	2/10	33 días	2.5 x 2.5 metros	Fung. I. Fer.	Ch. Gray	6 manzanas
	B	0/10	33 días	" " "	" " "	" "	" "
2	A	5/10	60 días	" " "	" " "	" "	5 manzanas
	B	2/10	60 días	" " "	" " "	" "	" "
3	A	4/10	70 días	" " "	" " "	" "	3.5 manzanas
	B	4/10	70 días	" " "	" " "	" "	" "
4	A	5/10	64 días	3 x 4 varas	" " "	" "	18 manzanas
	B	4/10	64 días	" " "	" " "	" "	" "
5	A	4/10	60 días	2.5 x 25 metros	" " "	" "	4 "
	B	5/10	60 días	" " "	" " "	" "	4 manzanas
6	A	4/10	60 días	" " "	" " "	" "	3 manzanas
	B	4/10	60 días	" " "	" " "	" "	" "
7	A	0/10	56 días	" " "	" " "	" "	6 manzanas
	B	2/10	56 días	" " "	" " "	" "	" "
8	A	2/10	64 días	" " "	" " "	" "	20 manzanas
	B	3/10	64 días	" " "	" " "	" "	" "
9	A	2/10	40 días	3 x 4 varas	" " "	" "	15 manzanas
	B	0/10	40 días	" " "	" " "	" "	" "
10	A	0/10	50 días	3.0 x 2.0 varas	" " "	" "	3 manzanas
	B	3/10	50 días	" " "	" " "	" "	" "

Total: 83.5 manzanas

Taxisco 5/1/79

Fung. = fungicidas
 I = Insecticidas
 Fer. = Fertilizantes
 Ch. = Charleston

ANEXO No. 1.

Localidad	Sitio	No. de Plantas enfermas	Edad del Cultivo	Distancias de las siembras	Aplicaciones	Variedad	Area Total
1	A	10/10	32 días	3.5 x 3.5 varas	Fung. I. Fer.	Ch. Gray	6 manzanas
	B	10/10	32 días	" " "	" " "	" "	" "
2	A	5/10	46 días	2.5 x 2.5 metros	" " "	" "	3 manzanas
	B	6/10	46 días	" " "	" " "	" "	" "
3	A	2/10	43 días	3.5 x 3.5 varas	" " "	" "	4 manzanas
	B	1/10	43 días	" " "	" " "	" "	" "
4	A	8/10	52 días	2.5 x 2.5 metros	" " "	" "	5 manzanas
	B	7/10	52 días	" " "	" " "	" "	" "
5	A	2/10	50 días	3 x 3 metros	" " "	" "	2 manzanas
	B	5/10	50 días	" " "	" " "	" "	" "
6	A	1/10	30 días	2.2 x 2.2 metros	" " "	" "	1 manzana
	B	0/10	30 días	" " "	" " "	" "	" "
7	A	5/10	69 días	3.5 x 3.5 metros	" " "	" "	3 manzanas
	B	5/10	69 días	" " "	" " "	" "	" "
8	A	9/10	60 días	2.3 x 2.7 metros	" " "	" "	1 manzana
	B	7/10	60 días	" " "	" " "	" "	" "
9	A	3/10	45 días	2.3 x 2.3 metros	" " "	" "	6 manzanas
	B	1/10	45 días	" " "	" " "	" "	" "
10	A	7/10	50 días	3 x 3 varas	" " "	" "	4 manzanas
	B	6/10	50 días	" " "	" " "	" "	" "

Total: 36 manzanas

PLACETAS 14/1/79

Fung. = fungicidas
I = Insecticidas
Fer. = Fertilizantes
Ch. = Charleston

ANEXO 2. SINTOMATOLOGIA DE LOS VIRUS DE CUCURBITACEAS

Plantas Indicadoras	V.M.C.	V.M.P.	V.M.S.-1	V.M.S.-2	V. L.C.
<u>Chenopodium amaranticolor</u>	-	L.L.	-	L.L.	L.L.
<u>Vigna sinensis</u>	-	L.L.	-	-	---
<u>Cucúrbita pepo</u>	L.S	L.S	L.S.	L.S.	---
<u>Cucumis sativus</u>	L.S	L.S.	L.S.	L.S.	L.S.
<u>Citrullus vulgaris</u>	L.S	L.S.	L.S.	L.S.	L.S.
<u>Cucumis melo</u>	L.S	L.S	L.S.	L.S.	L.S.
<u>Nicotiana tabacum</u>	-	L.L.	-	-	---
<u>N. glutinosa</u>	-	L.L.	-	-	---
<u>Spinace oleracea</u>	---	L.S.	L.S.	L.S.	---
<u>Gomphrena globosa</u>	---	L.S.	L.L.	L.L.	---
<u>Beta bulgaris</u>	---	L.S	-	-	---
<u>Lavatera trimestris</u>	---	---	---	L.S.	---
<u>Luffa acutangula</u>	---	---	L.S.	---	---

V.M.P = virus del mosaico del pepino. V.M.C. = virus del mosaico de la calabaza,

V.M.S.-1 = virus del mosaico de la sandía variante 1., V.M.S.-2 = virus del mosaico de la sandía variante 2 y V.L.C.= virus lante de las cucurbitáceas.

L.L. = lesiones locales, L.S. = lesiones sistémica, - = no se transmite, --- = no han reportado lesiones.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

ANEXO No. 3 PROPIEDADES DE INFECTIVIDAD DE LOS VIRUS DE LAS
CUCURBITACEAS.

Propiedades	Virus del		
	Mosaico de la calabaza	Mosaico del pepino	Mosaico de la sandía
Inactivación por dilución	10^{-6}	10^{-4}	10^{-4} a. 3×10^{-4}
Inactivación <u>in vitro</u>	6 semanas	6 días	9 días
Inactivación térmica	75°C	60-70°C.	55-60°C.

ANEXO No. 4. PROPIEDADES DE LOS VIRUS DE CUCURBITACEAS

Propiedades	Virus del mosai- co de la cala- baza	Virus del mo- saico del pe- pino	Virus del mosaico de la sandía
Forma	isométrica	isométrica	alargada y flexible
Tamaño	----	28-30 mu	746-751 mu
Transmisión mecánica	+	+	+
Transmisión por semilla	+	+(1)	----
Transmisión por pulgones	+	+	+
Transmisión por Coleópteros	+	-	-

(1) = en melón

+ = positiva

- = negativa

---- = no hay evidencias

ANEXO No. 5

RELACION ENTRE LA EDAD DEL CULTIVO Y LA INCIDENCIA DEL VIRUS
EN ESTUDIO

PARA TAXISCO:

																					$\bar{X}$
X	2	0	5	2	4	4	5	4	4	5	4	4	0	2	2	3	2	0	0	3	2.75
Y	33	33	60	60	70	70	64	64	60	60	60	60	56	56	64	64	40	40	50	50	55.70

PARA PLACETAS:

X	10	10	5	6	2	1	8	7	2	5	1	0	5	5	9	7	3	1	7	6	5.00
Y	32	32	46	46	43	43	52	52	50	50	30	30	69	69	60	60	45	45	50	50	47.70

X = NUMERO DE PLANTAS ENFERMAS.

Y = EDAD EN DIAS.

COEFICIENTES DE CORRELACION (r):

1. ECUACION
$$r = \frac{\sum X Y}{\sqrt{\sum X^2 \cdot \sum Y^2}}$$

2. Para Taxisco: $r = 0.90$

3. Para Placetas: $r = 0.86$

4. Para ambas localidades: $r = 0.82$

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

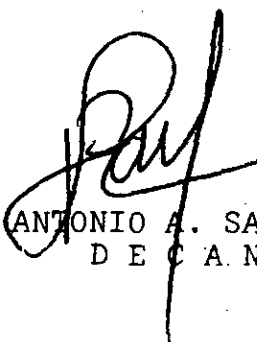
GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRIMASE"



DR.  ANTONIO A. SANDOVAL S.
D E C A N O