

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
SUBDIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA  
PROGRAMA DE POSGRADO

DETERMINACIÓN DE LOS VIRUS DE MELÓN Y SUS MALEZAS  
HOSPEDERAS EN CHOLUTECA, HONDURAS.

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico Académico del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

Magister Scientiae

Por

ALI RAFAEL VALDIVIA TORRES

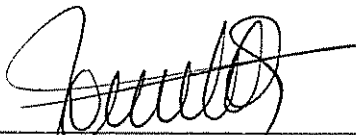
CATIE

Turrialba, Costa Rica  
1991

Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

COMITE ASESOR:




---

Ramón Lastra, Ph. D.  
Profesor Consejero



---

Mario Pareja, Ph. D.  
Miembro del Comité

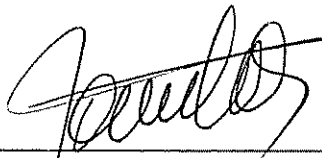


---

Abelinó Pitty, Ph. D.  
Miembro del Comité

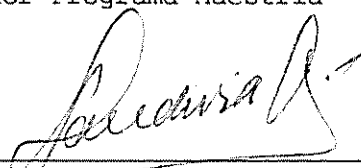
---

Miembro del Comité



---

Ramón Lastra, Ph. D.  
Coordinador Programa Maestría



---

Alí Rafael Valdívía Torres  
Candidato

## DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a aquellas personas que me guardan mucho cariño y amor.

A Dios sobre todo por guiarme en el camino de la sabiduría.

A mi esposa **Gladys Carolina Merlo** por darme amor, cariño, amistad, paciencia y comprensión. También a nuestro futuro heredero "Shamir".

**A mis queridos padres:**

**Estebana Torres y Rafael Valdivia** por ser ellos quienes me ayudaron y educaron con mucho amor y sacrificio.

**A todos mis hermanos y sobrinos.**

A la **Familia Turcios Romero** por considerarme como un miembro más de su hogar en mi estadía en Honduras.

A la **Familia Merlo Romero** por su apoyo decidido e incondicional. A todos ellos con mucho cariño y amor.

**"Con esfuerzo y sacrificio todo se logra".**

**Alí**

## AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su agradecimiento a las siguientes personas e instituciones que colaboraron en este estudio.

A los Dres: Ramón Lastra, Mario Pareja y Abelino Pitty por conformar mi comité asesor. A todos ellos por sus valiosas enseñanzas y sugerencias en la realización de mi trabajo de tesis.

Al Dr. Pedro Ferreira por su valiosa ayuda en los análisis estadísticos.

Al CATIE y a la ODA (Overseas Development Administration) por haberme dado el financiamiento de mis estudios de Posgrado.

Al Dr. Keith L. Andrews por facilitarme su apoyo para la ejecución del estudio en Honduras.

A la Ing. Lorena Lastres MSc., por su apoyo durante la realización del trabajo.

Al Ing. Alfredo Rueda MSc., por el apoyo logístico relacionado con el trabajo.

Al Ing. Pedro Calderón por su valiosa ayuda en el laboratorio.

Al Maestro en Artes Plásticas Darlan Matute por su colaboración.

A los miembros del Proyecto MIP-Cucúrbitas del DPV-EAP por todo el apoyo brindado durante la realización de este trabajo.

A los productores que me permitieron utilizar sus lotes comerciales de melón para la realización del estudio.

A la gran familia del DPV por su apoyo constante.

A mis Profesores del CATIE por sus valiosas enseñanzas.

A mis compañeros de la Promoción 89-91 por todos los momentos compartidos.

## BIOGRAFIA

El autor nació en León, Nicaragua el 20 de agosto de 1961. Hijo de Estebana Torres y Rafael Valdivia ambos de nacionalidad Nicaraguense.

Realizó sus estudios de primaria en la Escuela Ermita de Dolores de la ciudad de León en 1974. Sus estudios de secundaria, en el Instituto Agropecuario y Comercial "Manuel Ignacio Lacayo Terán" (MILT), donde obtuvo los títulos de Bachiller en CC y LL y Técnico en Agricultura y Zootecnia en 1980.

Estudió en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Tegucigalpa, Honduras, donde obtuvo los títulos de Agrónomo en 1984 e Ingeniero Agrónomo con especialidad en Fitoprotección en 1988.

En 1989 ingresó al programa de estudios de posgrado del CATIE, donde obtuvo el título de Magister Scientiae con énfasis en Fitoprotección en septiembre de 1991.

En 1981 laboró como Técnico del Banco Nacional de Desarrollo, Crédito Rural, León, Nicaragua. De 1985-1989 laboró en Investigación-extensión en el Departamento de Protección Vegetal de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

## INDICE

Pág.

|  |      |
|--|------|
| RESUMEN.....   | v    |
| SUMMARY.....   | vi   |
| LISTA DE CUADROS.....  | vii  |
| LISTA DE FIGURAS.....  | viii |
| I. INTRODUCCION.....   | 1    |
| II. REVISION DE LITERATURA.....                                      | 5    |
| 2.1 Generalidades e importancia del melón.....                       | 5    |
| 2.2 Generalidades e importancia de los virus.....                    | 6    |
| 2.2.1 Generalidades del Cucumber Mosaic Virus<br>(CMV).....          | 12   |
| 2.2.2 Generalidades del Watermelon Mosaic Virus<br>(WMV).....        | 13   |
| 2.2.3 Generalidades del Squash Mosaic Virus<br>(SQMV).....           | 15   |
| 2.2.4 Generalidades del Zucchini Yellow Mosaic<br>Virus (ZYMV).....  | 16   |
| 2.2.5 Generalidades de los geminivirus.....                          | 17   |
| 2.3 Generalidades e importancia de las malezas.....                  | 18   |
| III. MATERIALES Y METODOS.....                                       | 20   |
| 3.1 Campo.....   | 20   |
| 3.1.1 Trampeo de áfidos.....   | 23   |
| 3.1.2 Muestreo de porcentaje de áfidos y<br>virosis en el melón..... | 24   |
| 3.1.3 Estimación del rendimiento.....                                | 25   |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.2   | Invernadero y Laboratorio.....  | 25 |
| 3.2.1 | Trasmisión mediante áfidos.....   | 25 |
| 3.2.2 | Trasmisión mecánica.....  | 27 |
| 3.2.3 | Inoculaciones con malezas viróticas.....  | 28 |
| 3.2.6 | Estudio de malezas hospederas.....  | 29 |
| 3.2.5 | Diagnóstico de virus de cucurbitáceas.....  | 31 |
| 3.2.4 | Hibridación de ácidos nucleicos.....  | 31 |
| 3.3   | Variables evaluadas.....  | 32 |
| 3.4   | Análisis estadístico.....   | 33 |
| IV.   | RESULTADOS Y DISCUSION.....   | 36 |
| 4.1   | Campo.....  | 36 |
| 4.1.1 | Identificación de áfidos y mosca blanca...  | 36 |
| 4.1.2 | Trampeo del número de áfidos.....   | 37 |
| 4.1.3 | Relación entre promedio de áfidos,<br>incidencia y porcentaje de plantas<br>viróticas de melón..... | 40 |
| 4.1.4 | Rendimiento.....  | 49 |
| 4.2   | Invernadero y Laboratorio.....  | 49 |
| 4.2.1 | Análisis mediante ELISA de las<br>inoculaciones con malezas viróticas.....                          | 49 |
| 4.2.2 | Análisis de virus presentes en malezas<br>hospederas mediante ELISA.....                            | 57 |
| 4.2.3 | Diagnóstico de virus de Cucurbitáceas<br>mediante ELISA.....  | 60 |
| 4.2.4 | Análisis de hibridación de ácidos<br>nucleicos.....   | 69 |

|      |                        |    |
|------|------------------------|----|
| V.   | CONCLUSIONES.....      | 70 |
| VI.  | RECOMENDACIONES.....   | 71 |
| VII. | LITERATURA CITADA..... | 72 |



VALDIVIA T., A.R. 1991. Determinación de los virus de melón y sus malezas hospederas en Choluteca, Honduras. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, C. R. 76 p.

Palabras claves: virus, ELISA, hibridación de ácidos nucleicos, malezas hospederas, áfidos, inoculaciones, epidemiología, infecciones simple y compuestas, pérdidas, melón. Choluteca, Honduras.

## RESUMEN

El estudio se realizó de noviembre de 1990 a abril de 1991 en Choluteca, Honduras. Los objetivos fueron determinar los virus que están afectando lotes comerciales de melón, identificar las malezas hospederas de virus de cucurbitáceas y asimismo identificar los insectos vectores y determinar la distribución de las poblaciones de vectores así como su papel en la transmisión viral. La metodología fue recolectar información de las labores agrícolas, trapeo de áfidos, conteos de incidencia de áfidos y plantas viróticas de melón en cuatro localidades hasta los 56 días después de la siembra (dds) del melón. Usando malezas con síntomas de virus se inocularon en forma mecánica y con áfidos (*Aphis gossypii*) libres de virus plántulas de melón y zapallo. Se recolectaron 10 muestras de plantas de melón con síntomas de virus en 11 localidades y de malezas en los alrededores de dichos campos. Las muestras de cada campo se analizaron mediante la técnica de ELISA. Se realizó análisis de hibridación de ácidos nucleicos para geminivirus utilizando dos sondas: Hd-207 de Virus del Mosaico Dorado del frijol (BGMV) y PJB-1 del Virus Chino del Tomate (CdTV).

Los virus CMV, WMV1, WMV2 y ZYMV fueron detectados mediante ELISA. Los rangos de infecciones de virus simple en melón fueron WMV1 (36-100%), CMV (0-90%), ZYMV (0-46%) y WMV2 (0-30%). Las infecciones compuestas más comunes fueron CMV-WMV1 y WMV1-WMV2, sin embargo, se encuentran todo tipo de combinaciones de virus. Las especies *Boerhavia erecta*, *Cucumis melo*, y *Cucurbita pepo* resultaron ser hospederas de CMV, WMV1 y WMV2. *Cleome viscosa* con CMV y ZYMV, *Malva spp.* con WMV1, *Margaranthus solanacearum* con CMV y WMV2, *Amaranthus spinosus* con WMV2 y ZYMV, y *Cucumis anguria* con WMV1 y WMV2. Solamente la especie *C. pepo* fue hospedera de todos los virus probados. Mediante la hibridación de ácidos nucleicos no se pudo detectar la presencia de geminivirus en las malezas analizadas. Sin embargo, hay varias malezas mostrando síntomas típicos de geminivirus que con la presencia de mosca blanca *Bemisia tabaci* puede agravarse el problema potencial en la región.

Aphis gossypii fue el único vector de virus de cucurbitáceas y B. tabaci está presente como vector potencial de geminivirus. El número de áfidos fue relativamente bajo en Apacilagua # 1 y 2 y Orocuina. En la zona de Tapaire # 1 se detectaron 45 y 29 áfidos a la entrada y salida del viento (7 dds). Las plantas con síntomas viróticos en Apacilagua # 1 y 2 y Orocuina se observaron a los 28 dds y en Tapaire # 1 a los 14 dds. Un ataque temprano de virosis en el cultivo de melón causó 100% de pérdida del lote en Tapaire # 1, por lo que se incorporó después de los 28 dds. El porcentaje de virosis al final del cultivo en Apacilagua # 1 fue 12%, Apacilagua # 2 14%, Orocuina 68% y Tapaire # 1 93%. La estimación de pérdidas de frutas con síntomas de virus (falta de redecilla, malformación y ampollado) en Apacilagua # 1 fue 16%, Apacilagua # 2, 50% y Orocuina 64%.

VALDIVIA T., A.R. 1991. Determination of melon virus and their host weeds in Choloteca, Honduras. Thesis Mag. Sc. CATIE, C.R. 76 p.

Key words: virus, ELISA, hybridization of nuclei acid, host weeds, aphids, inoculations, epidemiology, simple and mixed infections, losses, melon, Choloteca, Honduras.

#### SUMMARY

This study was carried out from November, 1990 to April, 1991 in Choloteca, Honduras. The objectives were to determine viruses which are affecting commercial melon fields, identify host weeds of viruses in cucurbits, and also to identify vector insects and determine the distribution of their populations and their role in virus transmission. The methodology was to collect information about agricultural practices, aphid trapping and counting as well as counting diseased melon plants in four sites up until 56 days after planting (dap). Small melon and squash plants were inoculated mechanically with extracts from weeds showing viral symptoms and with virus free aphids (*Aphis gossypii*) which were allowed to probe on the weeds. Later, 10 melon plant samples with symptoms and weeds were collected in 11 sites, and were tested using the ELISA technique. Hybridization analyses of nucleic acid for geminivirus were done using two probes: Hd-207 of Bean Golden Mosaic Virus (BGMV) and PJB-1 of Chinese Tomato Virus (CdTV).

The viruses CMV, WMV1, WMV2 and ZYMV were detected with ELISA. Simple melon viruses infections were WMV1 (36-100%), CMV (0-90%), ZYMV (0-46%) and WMV2 (0-30%). The most common mixed infections were CMV-WMV1 and WMV1-WMV2; however, all virus combinations were found. The species *Boerhavia erecta*, *Cucumis melo*, and *Cucurbita pepo* were found to be host for CMV, WMV1 and WMV2. *Cleome viscosa* had CMV and ZYMV. *Margaranthus solanacearum* had CMV and WMV2, *Amaranthus spinosus* had WMV2 and ZYMV, and *Cucumis anguria* had WMV1 and WMV2. The specie *C. pepo* was the only host detect for all of the viruses tested. It was not possible to detect the presence of geminivirus in the weeds showing typical symptoms of geminivirus using nucleic acid hybridization, and presence of the whitefly (*Bemisia tabaci*) and with geminivirus symptoms can aggravate the potencial problem in the region.

*Aphis gossypii* was the only vector of cucurbits viruses found in the melon, and *B. tabaci* was present as a potencial geminivirus vector. The number of aphids was relatively low in Apacilagua # 1 and 2 and Orocuina. Forty five and 29 aphids were detected up wind and down wind (7dap) in the Tapaire # 1 zone. Plants with viral symptoms in Apacilagua #

1 and 2 and Orocuina were observed at 28 dap and in Tapaire # 1 at 14 dap. An early attack of viruses in the melon crop caused 100% damage in the Tapaire # 1 plot and the crop was plowed down at 28 dap. The percentage of viruses at the end of cropping in Apacilagua # 1 was 12%, Apacilagua # 2-14%, Orocuina-68%, and Tapaire # 1-93%. An estimate of fruit losses due to viral symptoms (lack of net, malformation and blistering) in Apacilagua # 1 was 16%, Apacilagua # 2-50%, and Orocuina-64%.

## LISTA DE CUADROS

|   | Pág. |
|---|------|
| Cuadro # 1. Número de aplicaciones de insecticidas en <u>C. melo</u> en cuatro localidades. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.....  | 22   |
| Cuadro # 2. Correlaciones del incremento del porcentaje de virosis con el número de áfidos y la incidencia, considerados con una y dos semanas antecedentes para cada localidad. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991..... | 46   |
| Cuadro # 3. Porcentaje de virus de cucurbitáceas transmitidos mecánicamente y con áfidos de diferentes especies de malezas y localidades. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.....  | 52   |
| Cuadro # 4. Porcentaje de transmisión de virus de Cucurbitáceas mecánicamente y con áfidos por localidad, Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.....  | 55   |
| Cuadro # 5. Porcentaje de transmisión de virus de Cucurbitáceas mecánicamente y con áfidos por especie. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.....  | 55   |
| Cuadro # 6. Especies y familias de malezas y porcentaje de virus. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.....  | 57   |
| Cuadro # 7. Ocurrencia de infecciones de virus simple y compuestas en 11 localidades de la región melonera. Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.....   | 60   |

## LISTA DE FIGURAS

|   | Pág. |
|---|------|
| Figura # 1. Posición geográfica de la región melonera. Choluteca y Valle, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.....   | 21   |
| Figura # 2. Número de áfidos capturados por trampa en <u>C. melo</u> a la entrada y salida del viento en cuatro localidades. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991..... | 37   |
| Figura # 3. Promedio de áfidos capturados y porcentaje de plantas viróticas de <u>C. melo</u> en cuatro localidades. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.....         | 41   |
| Figura # 4. Porcentaje de incidencia de áfidos y plantas viróticas en <u>C. melo</u> en cuatro localidades. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.....                  | 43   |
| Figura # 5. Regresiones del porcentaje de virosis y el número de áfidos acumulados en cuatro localidades. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.....                    | 45   |
| Figura # 6a. Porcentaje de infecciones de virus simple por localidad. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.....  | 62   |
| Figura # 6b. Porcentaje de infecciones de virus simple por localidad. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.....  | 62   |
| Figura # 6c. Porcentaje de infecciones de virus simple por localidad. Choluteca y Valle, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.....  | 63   |
| Figura # 6d. Porcentaje de infecciones de virus compuestos por localidad. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.....  | 63   |
| Figura # 6e. Porcentaje de infecciones de virus compuestos por localidad. Choluteca y Valle, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.....  | 65   |
| Figura # 6f. Porcentaje de infecciones de virus compuestos por localidad. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.....  | 65   |

## I. INTRODUCCION

El cultivo de melón (Cucumis melo L.), ha alcanzado precios muy altos en el mercado internacional, principalmente en la época en que los países de gran producción no presentan las condiciones climáticas favorables al cultivo. Esto es beneficioso para la región de Centroamérica y Panamá ya que en ese período se puede sembrar melón en dos fechas, obteniéndose excelentes producciones, buena calidad y aceptación en el mercado de los Estados Unidos y Europa.

En Honduras el área de siembra de melón se ha incrementado desde las primeras siembras en 1975 hasta 1991. El área sembrada en la temporada 89-90 fue de 4080 ha y en la temporada 90-91 fue de alrededor de 5040 ha, un incremento de 960 ha (19%) (Pretto, R. Comunicación personal 1991<sup>1</sup>). El incremento en el área sembrada ha favorecido los problemas de insectos plagas y enfermedades los cuales ocasionan pérdidas importantes al cultivo.

Ultimamente, la virosis ha tomado mayor importancia y en años pasados ha causado pérdidas de hasta 100% en algunos lotes. La familia de las cucurbitáceas son hospederas de una gran variedad de virus que atacan al melón, tales como el virus del mosaico del pepino (CMV), virus del mosaico de la

---

<sup>1</sup> Gerente de la Asociación de Productores Exportadores de melón de Honduras.

sandía 1 y 2 (WMV1 y WMV2), virus de mosaico del zapallo (SQMV), virus del mosaico amarillo del zucchini (ZYMV) y virus de la mancha anular del tabaco (VMAT)). Estos virus han sido relacionados con diferentes áfidos vectores y plantas hospederas alternas al cultivo.

En Centroamérica, a pesar que el cultivo ha venido sufriendo grandes pérdidas por problemas fitosanitarios, todavía no se ha podido desarrollar un buen plan de manejo integrado de plagas. El manejo del cultivo varía de acuerdo al tipo de productor. El ambiente de producción está cambiando por el alto costo de la mano de obra y de la fitoprotección actual del cultivo, estos costos están elevándose tanto que pueden acarrear una crisis en este renglón del cultivo (Lastres, L. comunicación personal, 1990<sup>2</sup>). Generalmente un cultivo entra en fase de crisis después de estar varios años en la fase de explotación, bajo un uso fuerte de plaguicidas. Las aplicaciones de plaguicidas son más frecuentes a medida que se agravan los problemas con el fin de obtener un control efectivo de las plagas y vectores. Los tratamientos se inician más tempranos y se extienden hasta la época de cosecha. Sin embargo la experiencia demuestra que las plagas resurgen más rápidamente a medida que incrementan los niveles de productos. Esto se

---

<sup>2</sup> Coordinadora del Proyecto MIP-Melón de la EAP en Honduras.



debe a una combinación de resistencia a plaguicidas, resurgencia de plagas y plagas secundarias que causan grandes incrementos en los costos de producción (Smith 1969).

Los agricultores hondureños han visto con gran preocupación que cada año aumentan los problemas asociados a plagas insectiles y enfermedades, especialmente aquellas transmitidas por insectos como la virosis. Las mayores zonas productoras de melón son Choluteca y Valle, en las cuales la aparición de la virosis ha tomado gran importancia debido a las pérdidas ocasionadas tanto en calidad como en cantidad.

El problema está generalizado a nivel centroamericano, iniciandose estudios para identificar los virus presentes en melón en Honduras, Guatemala, El Salvador y Costa Rica.

Las malezas como hospederos alternos de virus juegan un papel muy importante en la epidemiología viral el cual no está siendo reconocido por los productores. Posiblemente, los problemas que están surgiendo con la virosis en el melón estén relacionadas con presencia de malezas reservorias de virus y cultivos en estados más avanzados en las zonas adyacentes, sirviendo como fuente de inóculo para las nuevas siembras. A nivel de la región melonera de Honduras, este estudio es uno de los primeros que se realiza con el propósito de determinar cuales son las malezas que puedan

estar jugando un papel importante como hospederos alternos de los virus de melón. Una vez identificadas las malezas que actúan como reservorio de virus y los insectos vectores responsables de transmitirlos al melón, se podría diseñar estrategias para un mejor manejo de los problemas de virosis en este cultivo. Por la naturaleza de los virus y sus vectores, el manejo de este problema debe ser un esfuerzo combinado utilizando varios tipos de prácticas que sean integradas en la región y adoptadas por todos los productores de melón.

Debido a la gran importancia que representa la industria melonera en Honduras y los problemas que se están presentando el estudio se planteó los siguientes objetivos principales:

1. Determinar los virus presentes en el cultivo de melón en la región melonera de Honduras.
2. Identificar las malezas hospederas que actúan como reservorios de virus que afectan el melón e identificar los virus presentes en las mismas.
3. Identificar los insectos vectores de virus asociados al cultivo de melón en la región de Choluteca, Honduras.
4. Determinar la distribución de las poblaciones de vectores así como su papel en la transmisión viral.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades e importancia del melón.

El melón Cucumis melo L., pertenece a la familia Cucurbitáceae, es una especie vegetal con alto polimorfismo, de crecimiento anual, de tallos lisos o estriados con pubescencia suave y zarcillos simples (León 1987). Hay 40 o más especies no cultivadas de Cucumis spp., indígenas de los trópicos y subtropicos de Africa (Whitaker y Davis 1962; León 1987).

El melón por ser de clima trópicos y subtropical es un cultivo que se produce bien en nuestro medio, ya que se presentan las condiciones ideales para su crecimiento y desarrollo. Su importancia en la región radica en que este se puede sembrar en la época seca o de baja precipitación siempre que se le provea de riego adecuado. Este cultivo tiene la ventaja adicional que aprovecha el uso de la mano de obra de la zona en una época del año que no hay mucho trabajo, al mismo tiempo genera ganancias al productor y entradas de divisas a los países.

## 2.2 Generalidades e importancia de los virus.

En la actualidad se conocen alrededor de 20000 virus y casi cada mes se descubren otros nuevos (Agrios 1988). Más o menos un cuarto de todos los virus conocidos atacan y causan enfermedades a las plantas. Un virus puede infectar una o muchas plantas diferentes y cada especie de planta puede ser atacada por varias clases de virus. Los virus más simples consisten de ácidos nucleicos, ya sea ácido ribonucleico (RNA) o ácido desoxiribonucleico (DNA) y una cubierta externa de proteína llamada cápsida (Agrios 1988). Los virus son parásitos obligados multiplicándose sólo en las células vivas de las plantas hospederas, utilizando los mecanismos de síntesis celulares.

La translocación y movimiento de los virus en las plantas tiene relación con las clases de tejidos: 1) el virus está restringido al parénquima, 2) el virus está restringido al floema, 3) ocurre en ambos parénquima y floema y 4) el virus está aparentemente confinado al xilema. El movimiento de las partículas virales, el cual se lleva a cabo a través de las plasmodesmas al inicio es lento debido al paso del virus de célula a célula, sin embargo cuando las partículas virales alcanzan el tejido conductor el movimiento viene a ser más rápido viajando hacia la raíz por el xilema y luego subiendo al ápice por el floema o sea moviéndose en forma

pasiva utilizando los mecanismos de distribución de metabolitos en las plantas. El movimiento de los virus es más rápido en dirección a la utilización y almacenamiento de los nutrientes y más lento en la dirección opuesta (Smith 1972).

La transmisión de los virus mediante insectos puede ser de dos tipos, implicando una relación afin entre sí: 1) virus no-persistente, el vector es capaz de tomar el virus de una planta enferma en un corto tiempo (minutos) pero pierde rápidamente la capacidad de trasmitirlo (minutos). La relación del virus y el vector es temporal y 2) virus persistente, involucra una relación del virus y el vector. El vector debe alimentarse de la planta enferma por mayor tiempo (horas) y luego de un período de incubación en el vector en una a dos semanas puede ser trasmitido por varios días (virus circulativo) o por toda la vida del vector (propagativos) (Pirone y Harris 1977; Fry 1982; Lastra 1987).

Las relaciones entre virus patogénicos y sus plantas hospederas han sido investigadas por décadas, determinándose interrelaciones específicas y complejas (Pirone y Harris 1977). De igual manera las relaciones entre los virus patogénicos y sus vectores han sido estudiadas por muchos años, aunque tal vez no tan intensivamente como los virus y sus plantas hospederas (Irwin y Ruesink 1986).

Si el virus es adquirido por el vector de una manera no-persistente, la adquisición es normalmente a través de sondeos cortos en plantas infectadas por virus en un tiempo de 15-30 segundos. En una situación natural o en un campo agrícola el áfido pasa a las plantas probando su palatabilidad pudiendo ser infectadas con virus solamente mediante este proceso (Irwin y Ruesink 1986).

La diseminación de las formas aladas de los áfidos se inicia cuando los vientos tienen velocidades mayores de 3 km/hora, una vez en el aire estos son arrastrados por las corrientes de aire y no pueden controlar la dirección de vuelo y el aterrizaje, en consecuencia su distribución, longitud de vuelo, dirección, altitud, etc., está determinada por los vientos. Otro tipo de diseminación se realiza a corta distancia en donde el vuelo del áfido es importante para la difusión viral (Heathcote 1957; Adlerz 1974a).

La epidemiología de enfermedades virales en una área determinada puede ser un fenómeno altamente complejo, involucrando hospederos silvestres, cultivos comerciales e insectos diferentes (Duffus 1971). La epidemia causada por CMV y otros virus transmitidos por áfidos en una manera no-persistente depende de la abundancia del reservorio de virus, abundancia de vectores y la proximidad del inóculo al campo de cucúrbitas (Nelson y McKittrick 1969). Estos factores

juegan un papel clave en la dispersión, por lo que deben ser considerados cuando se implementen medidas de manejo y control de las enfermedades virales (Sherf y Macnab 1986; Zitter y Simons 1980).

El control de las malezas hospederas de CMV puede resultar en un buen control del virus, pero las aplicaciones de insecticidas para el control de áfidos vectores es ineficaz, debido a que la muerte del insecto no es lo suficientemente rápida para evitar que pruebe la planta y de esta forma pueda transmitir el virus, pues no matan al vector antes de que se alimente y transmita el virus al cultivo (Sherf y Macnab 1986).

Una alta incidencia de mosaico en melón cantaloupe no necesariamente provoca la pérdida del cultivo (Nelson *et al.* 1962). Las infecciones tempranas causan efectos muy severos en el rendimiento de melón, sin embargo, infecciones tardías causan poco daño (Nelson 1962).

Lastra (1987) señala que la susceptibilidad a un virus disminuye a medida que la planta crece. De igual manera, Rivas (1989) observó que en las plantas de sandía infectadas después de los 48 dds la incidencia de virus fue menor que en

las infecciones tempranas. Infestaciones de 1-10 áfidos/hoja son suficientes para ocasionar infecciones superiores al 50% de incidencia de virosis en el campo (Rivas 1989).

Cuando los virus son transmitidos por áfidos en forma no-persistente, las malezas juegan un papel importante como reservorios de virus a distancias no mayores de 50 a 100 m (Lastra 1987).

El WMV1 y WMV2 son transmitidos por áfidos. Ambos virus infectan y producen síntomas similares en cucúrbitas, pero ninguno infecta al tabaco (Nicotiana glutinosa) (Webb et al. 1965). Otros estudios han demostrado que WMV2 tiene un amplio rango de hospederos aparte de las cucúrbitas, mientras que el rango de hospederos de WMV1 está principalmente limitado a cucúrbitas (Webb y Scott 1965). El WMV1 y WMV2 se pueden presentar en infecciones mixtas con CMV en la misma planta hospedera (Nelson et al. 1962).

La severidad de los síntomas causados por el WMV está estrechamente relacionada con altas temperaturas. A mayor temperatura se alcanza más pronto una mayor concentración del virus en la planta y se reduce el periodo de incubación, manifestándose los síntomas en 7-8 días (Urias y Rodríguez 1986). Los síntomas han sido más severos conforme aumenta la temperatura (20, 25, 30 y 35 °C). La transmisión del WMV por



medio de *Myzus persicae* resultó ser más eficaz a 20 y 25 °C. A temperaturas menores (15 y 20 °C) el áfido puede retener el virus hasta 6 horas disminuyendo su capacidad de retención conforme aumenta la temperatura (Urias y Rodríguez 1986).

Se considera que la fuente más importante de virus son en general las plantas infectadas. Un amplio rango de hospederos provee oportunidades mucho más grandes para una amplia distribución y perpetuación de los virus de una temporada a otra que un limitado número de hospederos (Duffus 1971). Broadbent *et al.* (1949) reportan que la principal fuente del virus amarillo de la remolacha es la misma remolacha. En melón, podría ocurrir lo mismo en las zonas meloneras donde se cultiva. Adicionalmente, las malezas pueden servir como reservorios de virus e insectos (Duffus 1971).

El rango de factores que pueden ser explotados en un programa de control de virus debe ser regional. Con el entendimiento de estos factores es probable que el programa de control sea aún más efectivo, seguro y barato con simples cambios en las prácticas agronómicas (Gibbs *et al.* 1986).

### 2.2.1 Generalidades del Cucumber Mosaic Virus (CMV).

El virus del mosaico del pepino pertenece al grupo cucumovirus. Infecta alrededor de 34 familias de plantas incluyendo dicotiledoneas y monocotiledoneas, tanto plantas anuales, bianuales como perennes así como malezas de la familia cucubitáceas y otras familias, flores y ornamentales (Sherf y Macnab 1986). También, el CMV afecta el tomate, frijol lima, remolacha, banano, maíz dulce, ground cherry y camote. El CMV tiene un amplio rango de hospederos, Price en 1940 registró 191 especies susceptibles en 40 familias mientras, Komuro en 1973 infectó plantas de 39 familias (citados por Francki *et al.* 1979).

El CMV es transmitido en forma no-persistente por más de 60 especies de áfidos, variando la eficiencia con las especies de áfidos y las plantas hospederas (Francki *et al.* 1979).

Una a dos semanas después de la inoculación del CMV pueden aparecer los síntomas en plantas jóvenes. Los síntomas se desarrollan más rápidamente a temperaturas entre 26.1 y 31.7 °C que a temperaturas entre 16.1 y 23.9 °C (Sherf y Macnab 1986). La temperatura también influencia la concentración del inóculo de CMV en melón, siendo más alta a

29.4 °C y más baja a 40 °C. La severidad de los síntomas está relacionada en parte a la concentración del virus en la planta enferma (Sherf y Macnab 1986).

### 2.2.2 Generalidades del Watermelon Mosaic Virus (WMV).

Estos virus pertenecen al grupo de los Potyvirus. El virus anillado de la papaya (PRSV = WMV1) y el WMV2 es transmisible mecánicamente y por numerosas especies de áfidos en una manera no-persistente en un rango reducido de hospederos. Muchas cepas de este virus pertenecen a uno de los dos tipos principales, los cuales son serológicamente muy parecidos. El tipo P (que infecta papaya) causa enfermedad en papaya y cucúrbitas. El tipo W (= WMV1) causa enfermedad en sandía y otras cucúrbitas pero no afecta papaya (Purcifull *et al.* 1984a).

Quince especies dicotiledoneas de las familias Caricaceae, Chenopodiaceae y Cucurbitaceae han sido infectadas experimentalmente por aislamientos del tipo P, siendo la papaya y las cucúrbitas reportadas como hospederos naturales (Purcifull *et al.* 1984a). El tipo W infecta 38 especies pertenecientes a once géneros de la familia Cucurbitáceae y también dos especies de Chenopodiaceae siendo los hospederos naturales de importancia económica

zapallo, sandía, pepino y melón. El aislamiento de PRSV procedente de Guadalupe infecta a varias cucúrbitas (Purcifull *et al.* 1984a).

El PRSV (= WMV1) es transmitido en forma no-persistente por numerosas especies de áfidos. Los aislamientos del tipo P son transmitidos por 21 especies de 11 géneros, incluyendo *M. persicae* y *A. gossypii*. Los aislamientos del tipo W son transmitidos por 24 especies de 15 géneros, incluyendo *M. persicae*, *Aulacorthum solani*, *Aphis craccivora* y *Macrosiphum euphorbiae* (Purcifull *et al.* 1984a). El minador *Liriomyza sativae* transmitió dos líneas del tipo W de zapallo a zapallo en invernadero, pero con frecuencias de transmisión baja.

El mosaico de la papaya, causado por PRSV, no debe ser confundido con el causado por el virus del mosaico de la papaya, el cual es un potexvirus. Los dos virus pueden ser diferenciados por la morfología de las partículas, tipo de inclusiones y pruebas serológicas (Purcifull *et al.* 1984a).

El WMV2 causa mosaicos y moteados en melón, pepino, calabaza, zapallo y sandía y reduce la producción de fruta y calidad en zapallo y otras cucúrbitas (Purcifull *et al.* 1984b). Ocurre naturalmente en varias leguminosas, malvaceas, chenopodiaceas, plantas ornamentales y

cultivadas. Más de 160 especies de dicotiledoneas de 23 familias son susceptibles (Grogan *et al.* 1959; Nelson y Tuttle 1969; Purcifull *et al.* 1984b).

El WMV2 es transmitido en una manera no-persistente por 38 especies de áfidos de 19 géneros, incluyendo *A. citricola*, *A. craccivora*, *A. gossypii*, *A. solani*, *M. euphorbiae*, *M. persicae* y *Toxoptera citricidus* (Purcifull *et al.* 1984b; Adlerz 1974b; Lecoq y Pitrat 1985).

### 2.2.3 Generalidades del Squash Mosaic Virus (SQMV).

El virus del mosaico del zapallo pertenece al grupo de los Comovirus. Este virus fue descrito por Freitag (1956) y Lindberg *et al.* (1956) citados por Cambell (1971). Las plantas infectadas con SQMV pueden mostrar síntomas o no. Posiblemente fue introducido en la semilla importada del hemisferio oeste. Su rango de hospederos naturales está limitado a Cucurbitáceas, familia que posee la mayoría de las especies susceptibles. Experimentalmente infecta especies de otras familias tales como Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Hydrophyllaceae, Leguminosae y Umbelliferae (Freitag (1956) citado por Cambell 1971).

Es transmitido por coleópteros de la familia Chrysomelidae, tales como Diabrotica ssp. y Acalymma ssp. Estos necesitan periodos de alimentación de 5 minutos para adquirir el virus, y su retención en el insecto depende del tiempo de adquisición (Cambell 1971). Este virus es frecuentemente transmitido en la semilla de varias cucúrbitas, pero comercial y experimentalmente se ha reducido a más o menos el 1%, sin embargo, se han reportado transmisiones de más del 94%.

#### 2.2.4 Generalidades del Zucchini Yellow Mosaic Virus (ZYMV).

El virus del mosaico amarillo del zucchini pertenece al grupo de los potyvirus, siendo transmitido moderadamente a un gran rango de hospederos. Experimentalmente se ha transmitido en especies de las familias Aizoaceae, Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Cucurbitaceae, Labiatae, Leguminosae, Ranunculaceae, Scrophulariaceae, Solanaceae y Umbelliferae. Es transmitido en forma no-persistente por A. citricola, A. gossypii, M. persicae y M. euphorbiae. A. gossypii y M. persicae tienen frecuencias de transmisión de 80% en un período de adquisición de 3 minutos (Lisa y Lecoq 1984).

### 2.2.5 Generalidades de los geminivirus.

Los geminivirus son un grupo relativamente nuevo de virus con partículas geminadas y transmitidos por mosca blanca y cicadélidos afectando varias plantas cultivadas y malezas. En Estados Unidos, se reportan geminivirus asociados exclusivamente al melón, los cuales causan un severo amarillamiento foliar o rojizo y enanismo en las plantas infectadas. Son transmitidos por mosca blanca Bemisia tabaci. Estas características son parecidas a las descritas para "lettuce infectious yellows virus" (Brown y Nelson 1986).

La mayoría de los virus transmitidos por moscas blancas reconocidos en Norte América pertenecen al grupo de los geminivirus (Brown 1990). Típicamente estos virus tienen un rango de hospederos relativamente restringido. Los geminivirus transmitidos por mosca blanca infectan cucúrbitas, leguminosas y solanáceas como el tomate y el chile; malvaceas como el algodón y especies euphorbiaceas (Brown 1990). Para el manejo de los virus transmitidos por mosca blanca se deben indentificar sus hospederos, así como una buena identificación de los virus (Brown 1990).

### 2.3 Generalidades e importancia de las malezas.

Una planta es considerada una maleza dependiendo no solamente de sus características, sino también de su relativa importancia económica con referencia a otras plantas y al hombre (Duffus 1971).

Los problemas de malezas aumentan cuando una especie de planta o grupo de especies interfieren con las actividades del hombre, su salud o su gusto (Fryer 1979 citado por Holzner 1982). Una definición ecológica de maleza dice que son plantas colonizadoras con la habilidad especial de tomar ventaja del ambiente disturbado por el hombre (Holzner 1982). La introducción a un estudio botánico de malezas define a las malezas como plantas adaptadas a los habitats hechos por el hombre y que interfieren allí con las actividades del hombre. Hay muchas especies de plantas colonizando que hasta ahora no han interferido con las actividades del hombre y que todavía no se pueden llamar malezas (Holzner 1982).

Es por eso que la eliminación de malezas no necesariamente reduce la incidencia de virus en el cultivo, ésta medida puede incrementar la enfermedad ya que induce al vector a moverse de las malezas al cultivo y también hace al cultivo más atractivo para la colonización de insectos



vectores (Maelzer 1986). Las malezas y las plantas voluntarias de la cosecha del cultivo anterior vecino al cultivo mismo proveen un refugio para vectores y virus (Thresh 1981, citado por Maelzer 1986).

### III. MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó durante el período de noviembre de 1990 a abril de 1991 en cultivos de melón, (Cucumis melo L.) localizadas en el departamento de Choluteca, Honduras, el cual está ubicado en los 13°47' Norte y 88°24' Oeste. Los sitios experimentales están ubicados a una altura de 60 msnm (Figura 1). Las temperaturas promedios de octubre de 1990 a marzo de 1991 fueron de 24 °C la mínima y de 34 °C la máxima. La precipitación promedio fue 67 mm/mes. Los suelos de la zona son franco-areno-arcilloso, franco arcillo-arenoso y franco-arenoso.

#### 3.1 Campo.

Cuatro lotes comerciales de melón fueron estudiados en tres localidades, dos lotes en Apacilagua (denominados Apacilagua # 1 y Apacilagua # 2), uno en Orocuina y uno en Tapaire (denominado Tapaire # 1), durante la segunda época de siembra de melón de riego, de febrero a abril de 1991.

El suelo se preparó mediante un pase de arado y dos pases de rastra y surcado. Las camas de siembra se hicieron de 1.60 x 0.30 m de altura sobre el nivel del suelo,

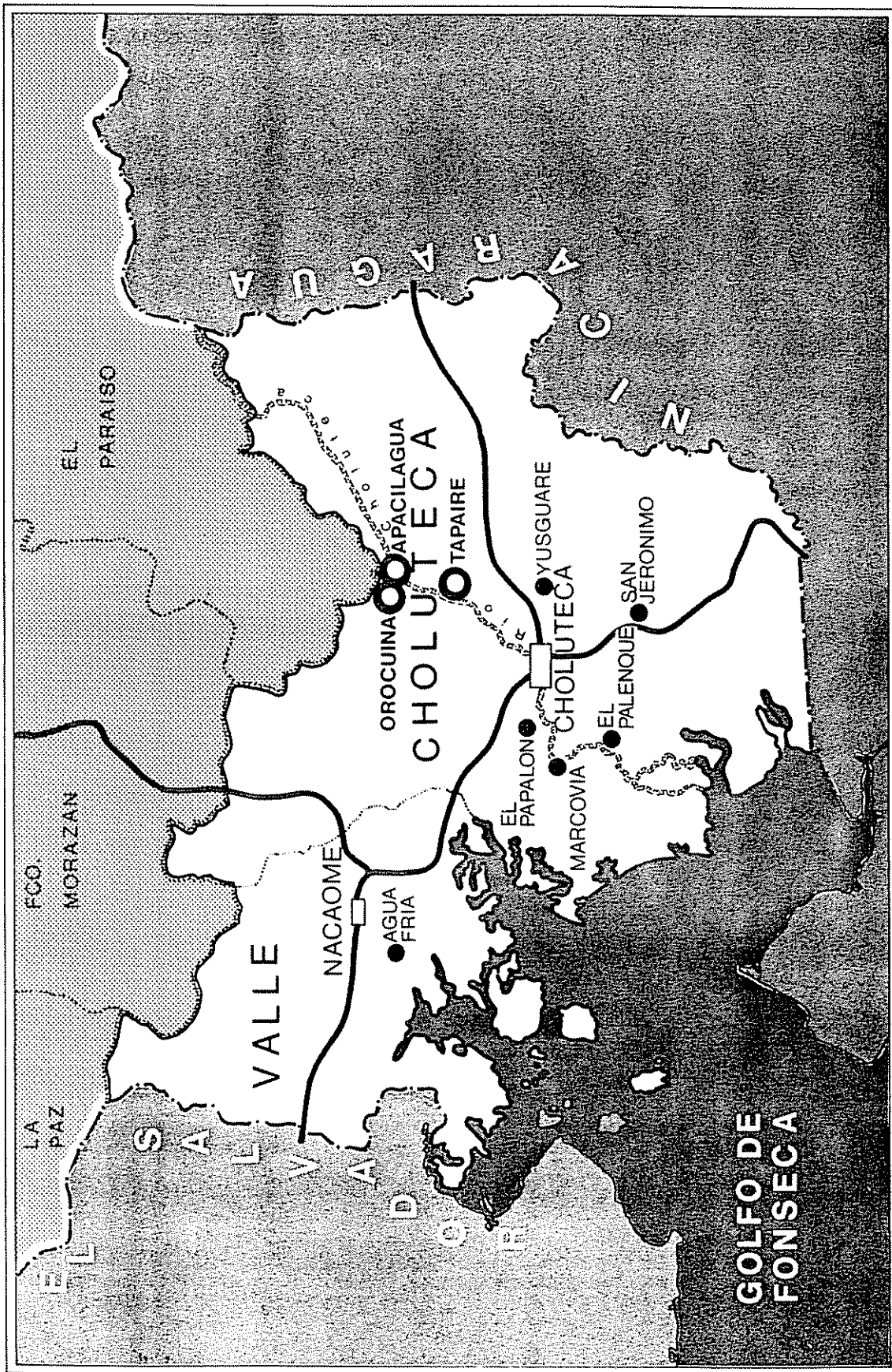


Figura # 1. Posición geográfica de la región melonera. Choluteca y Valle, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.

fertilizándose con 64 kg/ha de 18-46-0 al momento del surcado. Se sembraron manualmente dos surcos en los bordes de cada cama, depositándose una semilla cada 0.25-0.30 m.

Los lotes fueron sembrados con el híbrido "Mission" de ASGROW Co., el 31 de enero en Apacilagua # 1 y 2, del 10 al 14 de febrero en Orocuina y del 6 al 8 de febrero en Tapaire # 1. Las prácticas agronómicas y fitosanitarias siguieron el criterio de los productores, y de igual forma las recomendaciones técnicas.

Las aplicaciones de plaguicidas para el control de áfidos variaron según la localidad, sin embargo es una práctica normal del agricultor aplicar más de un producto (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número de aplicaciones de insecticidas en C. melo en cuatro localidades. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.

| Insecticida  | Localidades       |                   |          |                |
|--------------|-------------------|-------------------|----------|----------------|
|              | Apacilagua<br># 1 | Apacilagua<br># 2 | Orocuina | Tapaire<br># 1 |
| Metamidophos | 4                 | 3                 | 5        | -              |
| Oxamil       | 2                 | 1                 | 2        | -              |
| Fosfamidon   | 2                 | 1                 | -        | -              |
| Dimetoato    | 1                 | -                 | -        | 1              |
| Metomyl      | 1                 | -                 | 1        | -              |
| Permetrina   | -                 | 1                 | -        | -              |

- = No se aplicaron.

En Apacilagua # 1, se aplicó metamidophos a los 14, 19, 35 y 55 días después de la siembra (dds), oxamil (22 y 43 dds), fosfamidon (22 y 33 dds), dimetoato (48 dds) y metomyl (55 dds). En Apacilagua # 2, se aplicó metamidophos (6, 15 y 26 dds), dimetoato (29 dds), permetrina (54 dds) y oxamil (60 dds). En Orocuina se aplicó metamidophos (5, 9, 30, 36 y 38 dds), oxamil (9 y 38 dds) y metomyl (38 dds) respectivamente. En Tapaire # 1 solamente se aplicó dimetoato para el control de áfidos a los 8 dds.

### 3.1.1 Trampeo de áfidos.

Para evaluar las poblaciones de áfidos se colocaron en cada lote, al momento de la siembra dos trampas sobre una base de madera, a una altura de 25 a 30 cm sobre el suelo. Las trampas eran recipientes plásticos redondos de color amarillo de 16 cm de diámetro por 8 cm de profundidad. Una trampa fue colocada a 20 m del borde del campo sembrado del lado de la entrada prevalente del viento y la otra trampa a 50 m de la trampa anterior en dirección a la salida del viento. Cada trampa se llenó con una mezcla de 50% de agua y 50% de etilenoglicol con el fin de reducir la evaporación del agua y permitir que, al caer los insectos, cayeran al fondo del recipiente. Las trampas fueron revisadas semanalmente cambiándose la mezcla agua:etilenoglicol cada dos semanas y contándose el número de áfidos atrapados. Los

conteos se realizaron a los 7, 14, 21, 28, 35, 43, 50 y 56 dds en los lotes de Apacilagua # 1 y 2 y Orocuina. En el lote de Tapaire # 1 solamente se muestreó hasta los 43 dds debido a que dicho cultivo fue incorporado por la alta incidencia de virosis en el melón. Los áfidos fueron recolectados, preservados y llevados en frascos con alcohol al 70% al laboratorio para su identificación en el Centro de Diagnóstico del Departamento de Protección Vegetal de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP). Los análisis de Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay (ELISA) se realizaron en la EAP.

### 3.1.2 Muestreo de porcentaje de áfidos y virosis en el melón.

Para evaluar el porcentaje de áfidos y plantas viróticas de melón se revisaron semanalmente al azar 50 plantas del cultivo en un círculo de 50 m de diámetro alrededor de cada trampa. En Apacilagua # 1 y 2 y Orocuina se contó el número de plantas con áfidos alados y no alados y el número de plantas viróticas a los 7, 14, 21, 28, 35, 43, 50 y 56 dds. En Tapaire # 1, el muestreo se hizo hasta los 28 dds. Al mismo tiempo, muestras de hojas viróticas del cultivo de melón fueron recolectadas con el propósito de identificar por métodos de laboratorio los primeros virus presentes. Las muestras fueron guardadas en bolsas

plásticas en congelador a  $-20^{\circ}\text{C}$  y posteriormente analizadas mediante la técnica de "Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay" (ELISA) (Voller *et al.* 1979).

### 3.1.3 Estimación del rendimiento.

El porcentaje de frutos dañados por virosis se estimó en tres de los cuatro lotes de estudio con el propósito de determinar el efecto de los virus sobre la calida y el rendimiento. Se contaron los frutos con síntomas de virus en 100 m lineales en 20 sitios (de 5 m lineales de largo cada uno) por lote en cada localidad, determinándose el porcentaje de frutos afectados por virus (falta de reddecilla, deformaciones, etc.).

## 3.2 Invernadero y Laboratorio.

### 3.2.1 Transmisión mediante áfidos.

Afidos libres de virus se utilizaron para realizar la transmisión de virus a plántulas de melón y zapallo se usaron áfidos (*A. gossypii*) libres de virus. Las colonias se iniciaron con insectos del campo y se multiplicaron en el invernadero. Los áfidos usados en el experimento de transmisión provenían de colonias mantenidas en el laboratorio en jaulas. Estos áfidos se alimentaron en

plantas sanas de melón y zapallo cambiándolos de plantas durante una semana para asegurarse de tener áfidos libres de virus para el proceso de inoculación.

Los áfidos provenientes de crías libres de virus fueron sometidos a un período de ayuno de 20-30 minutos, seguido de 20-30 minutos de alimentación en las malezas viróticas. Estos áfidos fueron pasados luego con un pincel, a plántulas de melón o zapallo sanas (estado cotiledonal) para que se alimentasen. Una vez finalizado el período de inoculación (minutos), los áfidos se eliminaron con una aplicación del insecticida deltametrina

Durante las primeras pruebas se pudo observar que el estilete del áfido *A. gossypii* se rompe al transferirlo con pincel, lo que motivó que para la segunda y tercera inoculación se realizara una modificación del método de transferir los áfidos. Se cortaron hojas con áfidos libres de virus y se dejaron sobre la maleza virótica por 12-15 horas para que los áfidos se pasaran a estas y así lograr mejor alimentación de los áfidos. Después éstos volaron a las plántulas de zapallo para su inoculación, observándose de 3-9 áfidos/plántula. Los áfidos fueron eliminados con una aplicación del insecticida deltametrina después de la inoculación.



### 3.2.2 Transmisión mecánica.

La inoculación mecánica de virus se realizó utilizándose muestras de las mismas malezas usadas en la inoculación con áfidos. Hojas de las malezas fueron maceradas en un mortero con solución tampon como buffer fosfato 002 M y pH 7.0. Todo el procedimiento se llevó a cabo a 4 °C durante la maceración. La inoculación del macerado se hizo frotando un hisopo de algodón mojado en el extracto conteniendo los virus sobre el cotiledón de la plántula de melón o zapallo previamente espolvoreado con carborundum con el fin de producir lesiones que facilitarían la penetración del virus. Para las pruebas de inoculación se utilizaron 10 plántulas de melón y/o zapallo en estado cotiledonal. En el melón silvestre se usaron 10 y 15 plántulas. Como testigo, se hizo inoculación mecánica con sólo el buffer como un testigo, usándose un hisopo de algodón mojado en la solución tampon y frotándolo sobre un cotiledón con carborundum. Las plántulas inoculadas fueron colocadas en las jaulas a la media sombra y se observaron a los 12, 15, 22 y 30 días después de la inoculación (ddi). Una vez finalizado el período de observación de las plantas inoculadas se recolectaron muestras de plantas inoculadas mostrando o no síntomas se guardaron en bolsas plásticas en el congelador a -20 °C para luego analizarlas mediante la técnica de ELISA.

### 3.2.3 Inoculaciones con malezas viróticas.

Las muestras de plantas viróticas de melón fueron recolectadas y etiquetadas en el campo en cada fecha de muestreo, almacenadas en el congelador a  $-20^{\circ}\text{C}$  y luego analizadas mediante la técnica de ELISA, utilizando las muestras de melón con síntomas de virus y las muestras provenientes de las inoculaciones mecánicas y mediante áfidos. Se usó la metodología de doble sandwich para CMV, WMV1, WMV2 y SQMV y el método indirecto para ZYMV sugerida por AGDIA Inc., Elkhart, Indiana, USA 1991, (Voller *et al.* 1979; Bar-Joseph y Garnsey 1981).

Todas las pruebas inmunoenzimáticas se basan en la unión de un antígeno o un anticuerpo conjugado con una enzima (peroxidasa), con lo que se tiene un conjugado con actividad inmunológica y enzimática de los componentes. La técnica de ELISA varía de acuerdo con el objetivo del análisis, siendo las más conocidas el método indirecto para ensayos de anticuerpos y el método de "Sandwich de doble anticuerpo" para la medición de antígenos (Zavala 1985).

Se usaron testigos positivos de CMV, WMV1 y WMV2 suministrados por R. Lastra<sup>3</sup> y WMV1 suministrado por C. Rivera<sup>4</sup>. También se usaron testigos sanos de plántulas de melón, zapallo y plántulas sanas correspondientes a las malezas viróticas encontradas en los campos meloneros.

Las reacciones de ELISA fueron evaluadas visualmente. Una muestra fue considerada positiva al virus si el color varió al compararlo con los controles provenientes de plantas sanas, testigo positivo y el buffer. La evaluación también se realizó utilizando el lector MINIREADER II a 490 nm en el CATIE, Turrialba, Costa Rica.

#### 3.2.4 Estudio de malezas hospederas.

Las malezas hospederas de virus de melón se transplantaron en noviembre-diciembre de 1990 hasta abril de 1991 con el fin de preservar estas malezas para trabajos futuros en el laboratorio. Las malezas se transplantaron a los 45-50 días antes de la siembra de segunda (de riego), a los 40 y 60 dds en Apacilagua, Orocuina y en Tapaire # 1.

---

<sup>3</sup> Virólogo de CATIE, Costa Rica.

<sup>4</sup> Viróloga de la UCR, Costa Rica.

Malezas con síntomas viróticos encontradas en los bordes y dentro del cultivo de melón fueron trasplantadas a maceteros plásticos de 19 cm de diámetro por 15 cm de altura, trasladándolas al invernadero de Choluteca y a la EAP en el Valle de El Zamorano. En el invernadero, las malezas se utilizaron como fuente de inóculo para las inoculaciones mecánicas y con áfidos de plántulas de melón y zapallo.

Las especies que mostraron síntomas viróticos en el campo fueron recolectadas siendo estas: Cleome viscosa L. (Capparaceae= Capparidaceae), Boerhavia erecta L. (Nyctaginaceae), Malva spp. (Malvaceae), Sida acuta L. (Malvaceae) y Amaranthus spinosus L. (Amaranthaceae). Además se trasplantó meloncillo silvestre con síntomas de virus Cucumis melo L. (Cucurbitáceae) de la localidad de Agua Fria en el departamento de Valle. Las malezas trasplantadas se encontraban en todas las etapas de desarrollo.

Las plántulas fueron aisladas mediante jaulas de 1.0 x 0.70 x 0.70 m forradas con tela de malla blanca fina y un lado cierre de velcro para abrir y cerrar la jaula con el fin de evitar que otros insectos pudieran contaminarlas una vez inoculadas con virus. Los maceteros se llenaron con tierra orgánica proveniente de compostera. Se sembraron

dos o tres semillas de melón híbrido "Mission" y una de zapallo var. "Caserta" en maceteros plásticos de 12 cm de diámetro por 8 cm de altura, dejando una plántula por macetero para ser inoculada.

### 3.2.5 Diagnóstico de virus de cucurbitáceas.

Para el diagnóstico de los virus de la región melonera en cada localidad se recolectaron diez muestras de melón con síntomas de virus. Se guardaron en bolsas plásticas en un congelador a  $-20^{\circ}\text{C}$  y se analizaron posteriormente mediante la técnica de ELISA. Las localidades muestreadas fueron Apacilagua # 1, Apacilagua # 2, Orocuina, Tapaire # 1, Tapaire # 2, Yusguare, El Papalón, Marcovia, San Jerónimo y El Palenque en Choluteca y Agua Fría en Valle, con el propósito de diagnosticar la incidencia de virosis.

### 3.2.6 Hibridación de ácidos nucleicos.

Las pruebas para detectar geminivirus se realizaron mediante un análisis de hibridación de ácidos nucleicos para determinar la presencia de geminivirus en muestras de malezas viróticas usando 0.1 g de tejido en 1.0 ml de Tris (pH 8.0). Las muestras fueron tratadas con

cloroformo+alcohol isoamílico y centrifugadas en proporciones iguales a la muestra para separar los ácidos nucleicos de otros componentes de las plantas.

Para realizar la visualización de las hibridaciones en el análisis de ácidos nucleicos de las malezas se utilizó la metodología sugerida para PhotoGene™ (Bethesda Research Laboratory s.f.).

En los análisis de hibridación de ácidos nucleicos se usaron dos sondas suministradas por J. Brown<sup>5</sup>:

- 1) Hd-207: Virus del Mosaico Dorado del Frijol (BGMV) y
- 2) PJB-1 : Virus Chino del Tomate (CdTV).

Para el análisis de geminivirus se usaron sondas marcadas con biotina para detectar su presencia junto con testigos positivos, siguiendo la metodología descrita anteriormente.

### 3.3 Variables evaluadas.

Las variables que se examinaron en el campo fueron identificar los insectos vectores capturados en las trampas,

---

<sup>5</sup> Viróloga de la Universidad de Arizona, USA.

contar el número de áfidos capturados por trampa, porcentaje de plantas de melón con áfidos y el porcentaje de plantas con síntomas de virus.

En el estudio de inoculación y análisis de laboratorio, se determinó el porcentaje de muestras positivas con ELISA para cada uno de los virus a partir del material proveniente de plantas inoculadas tanto en forma mecánica como con áfidos. Las pruebas de ELISA se realizaron para cinco virus diferentes: 1) CMV, 2) WMV1, 3) WMV2, 4) SQMV y 5) ZYMV.

-Identificar las especies de malezas como hospederas de virus de melón.

### 3.4 Análisis estadístico.

En el análisis estadístico de los datos de campo se realizaron análisis de regresión entre:

- 1) promedio del número de áfidos capturados y el porcentaje de plantas con virus.
- 2) el porcentaje promedio de plantas con áfidos y el porcentaje de plantas con virus.

También se realizaron análisis de correlaciones del porcentaje de virosis con el número de áfidos y la incidencia considerando una y dos semanas antecedentes (LNUM, L2NUM, LINCI, L2INCI).

Se hicieron análisis de varianza usando un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo en parcelas divididas, para los porcentajes de virus transmitidos en la inoculación mecánica y con áfidos para cada uno de los virus detectados en las malezas trasplantadas. También pruebas 't' entre localidades y especies. Se utilizó el paquete estadístico de SAS Institute Inc. (1988).



## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Campo.

#### 4.1.1 Identificación de áfidos y mosca blanca.

Los áfidos recolectados en las diferentes localidades pertenecen a la especie Aphis gossypii (Glover) (Homoptera-Homoptera: Aphididae), siendo este un vector de los virus que afecta el melón. La literatura reporta que A. gossypii transmite más de 50 virus de plantas (Blackman y Eastop 1985). A. gossypii se reproduce bien en altas temperaturas como las que se presentan en Cholulteca (temperatura mínima de 24 °C y máxima de 34 °C). El hospedero principal donde se observaron crías importantes de este insecto fue Cordia dentata (Lauraceae) que es una planta leñosa utilizada como cerco vivo en la zona y sirve de hospedero a A. gossypii. Al mismo tiempo se identificó Aphis nerii en la maleza Calotropis procera el cual ha sido reportado como vector de otros virus, pero dicho áfido no se encontró asociado con el cultivo de melón. Adultos de mosca blanca se recolectaron e identificaron como Bemisia tabaci (Gennadius), por R. Caballero<sup>e</sup>, siendo este insecto es un vector potencial de geminivirus. La presencia de B. tabaci en la zona puede dar

---

<sup>e</sup> Estudiante de Maestría de Kansas State University 1991.

origen a problemas similares como los que están ocurriendo en melón, lechuga y tomate en Estados Unidos y en tomate en México (Brown 1990).

#### 4.1.2 Trampeo del número de áfidos.

El número de áfidos capturados varió en los cuatro lotes según las prácticas agronómicas y al manejo fitosanitario realizado por cada uno de los productores de melón. En Apacilagua # 1 y 2 y Orocuina el número de áfidos capturados por trampa fue de 0 en la dirección de entrada y salida del viento, mientras en Tapaire # 1 fue de 45 y 29 áfidos respectivamente, a los 7 dds (Figura 2). Esta diferencia se explica porque en Tapaire # 1 en el sentido de la dirección de entrada del viento se encontraba un lote vecino con melón de mayor edad (un mes), este cultivo facilitó el aumento de la población y la migración de los áfidos al lote bajo estudio a medida que el melón de mayor edad iba siendo menos atractivo para los mismos.

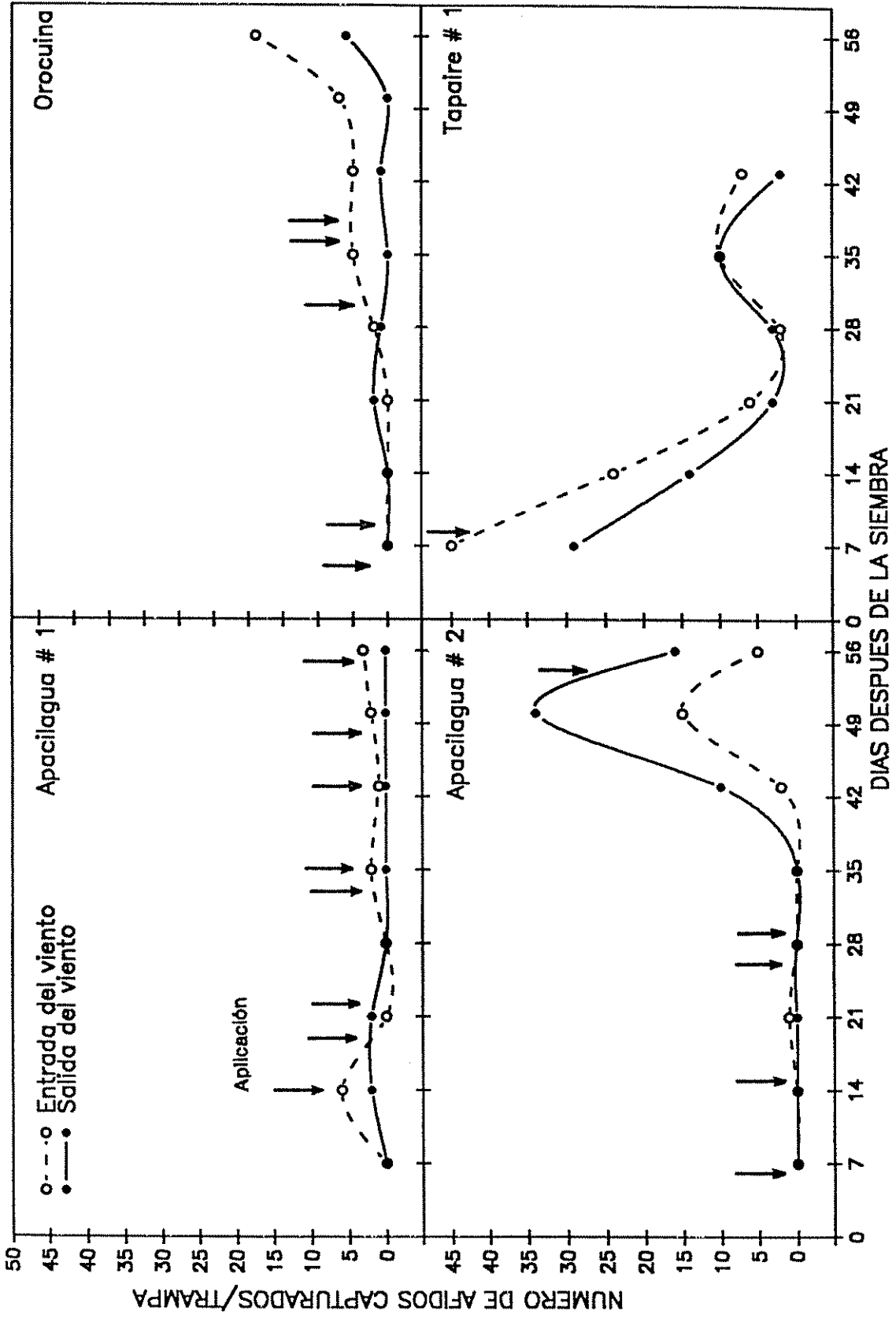


Figura # 2. Número de áfidos capturados por trampa en C. melo a la entrada y salida del viento en cuatro localidades. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.

En Apacilagua # 1 el número de áfidos capturados fue mayor a la entrada que a la salida del viento. El número de áfidos alados fue posiblemente influenciado por las aplicaciones de insecticidas (metamidophos, oxamil, fosfamidon, metomyl y dimetoato) al cultivo en las diferentes fechas (Figura 2).

En Apacilagua # 2, el número de áfidos capturados fue menor a la entrada que a la salida del viento. Esto fue debido a la gran variabilidad en la dirección de entrada del viento, las características microclimáticas del lote y las aplicaciones tardías de insecticidas en las últimas fechas (Figura 2). Al mismo tiempo el cultivo ya no era muy atractivo por la quemazón casi total del follaje causada por el minador de la hoja (*Liriomyza spp.*).

En Orocuina, el número de áfidos capturados fue mayor a la entrada que a la salida del viento. Las altas poblaciones de áfidos probablemente se deban al aumento de la población de áfidos y a la migración de áfidos del lote vecino que tenía dos semanas más que el lote en estudio, lo cual causó posiblemente, el aumento de virosis (Figura 2).

En Tapaire # 1, el número de áfidos capturados al inicio del cultivo fue más alto a la entrada que a la salida del viento. Las altas poblaciones de áfidos se deben a que

se encontraba un lote vecino de melón de aproximadamente un mes de edad mayor que el lote en estudio (Figura 2). Esto favoreció el aumento y la migración de áfidos al cultivo ya que estaba ubicado en la dirección de entrada del viento y también por la falta de atención del productor.

El manejo de enfermedades puede ser facilitado por el conocimiento del período de tiempo en el cual es necesario la protección del cultivo. Cuando la infección con ZYMV ocurre en las etapas vegetativas y en la floración temprana el rendimiento se reduce, sin embargo cuando la infección ocurre después de que se han formado los frutos, el rendimiento no es afectado significativamente (Blua y Perring 1989). La entrada temprana de un número de áfidos virulíferos a los lotes jóvenes de melón pueden causar la pérdida parcial o total del melón, por lo que el melón se debe proteger en las etapas tempranas del cultivo.

#### 4.1.3 Relación entre el promedio de áfidos, incidencia y porcentaje de plantas viróticas de melón.

El promedio de áfidos capturados y porcentaje de plantas viróticas fue diferente en Apacilagua # 1 y 2, Orocuina y Tapaire # 1. Las poblaciones de áfidos fueron muy bajas, apareciendo dos semanas más tarde de la llegada

de los áfidos los síntomas de virus en el cultivo (Figura 2 y 3). En Tapaire # 1 la aparición de virosis se observó una semana después (14 dds) de la llegada de los áfidos (Figura 2 y 3). El porcentaje de virosis aumentó drásticamente a partir de los 28 dds con la llegada de los áfidos al cultivo. Posiblemente, la llegada de altas poblaciones de áfidos viróticos del cultivo de melón en cosecha provocaron la pérdida total del cultivo. El número de áfidos capturados en las trampas de Apacilagua # 1 y 2 fue muy bajo, lo que coincide con el bajo porcentaje de virosis en el melón.

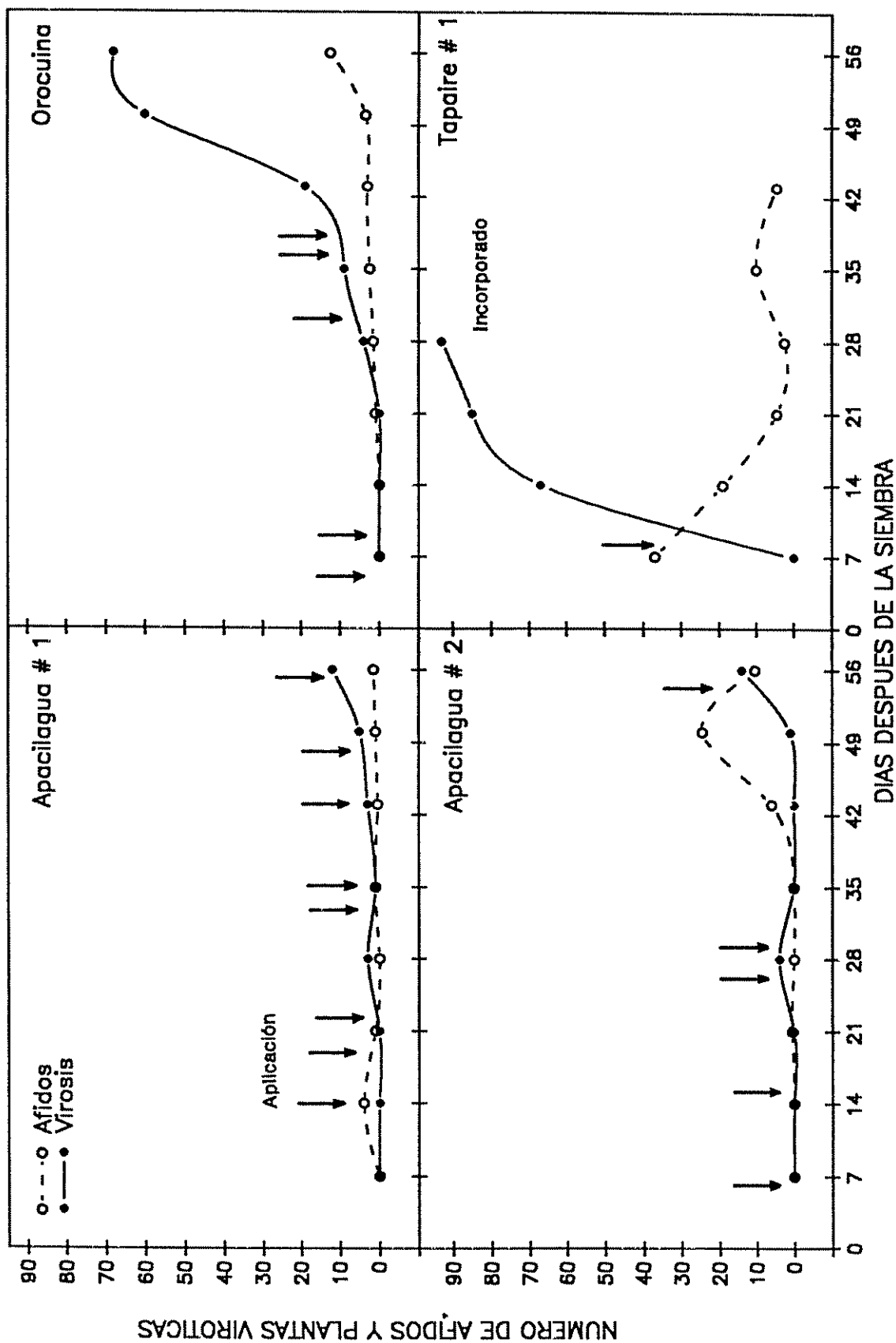


Figura # 3. Promedio de áfidos capturados y porcentaje de plantas viróticas de *C. melo* en cuatro localidades. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.

El porcentaje de plantas de melón con áfidos y de plantas viróticas fue bajo en Apacilagua # 1, excepto a los 14 dds (Figura 4). El porcentaje de plantas con áfidos y virosis fue baja en Apacilagua # 1 y 2 en las primeras etapas del cultivo, lo que ayudó a que el porcentaje de virosis no fuera muy elevado. Sin embargo, donde la incidencia de áfidos era mayor, la virosis fue más alta, tal como ocurrió en Orocuina y en Tapaire # 1. La mayor infestación con áfidos facilitó el incremento de la virosis, observándose mayor reducción del rendimiento (Figura 4). Además en Tapaire # 1, la virosis (28 dds) provocó probablemente la destrucción total del cultivo, el cual fue incorporado después de los 28 dds (Figura 3 y 4).

La influencia del número de áfidos sobre la virosis generalmente se manifiesta en los síntomas de virus observados una o dos semanas después en el cultivo de melón. Un gráfico que muestra esta relación desde el inicio del cultivo hasta los 56 dds se presenta en la Figura 3. La virosis medida como el número de plantas infectadas es un fenómeno que crece o se mantiene constante a lo largo del tiempo, siendo su crecimiento función del número de áfidos que migran al cultivo y de otras características ambientales. Las fluctuaciones decrecientes del número de plantas viróticas medidas como el número de plantas infectadas en una semana específica, observadas en la Figura 3 se deben al método de medición por muestreo.



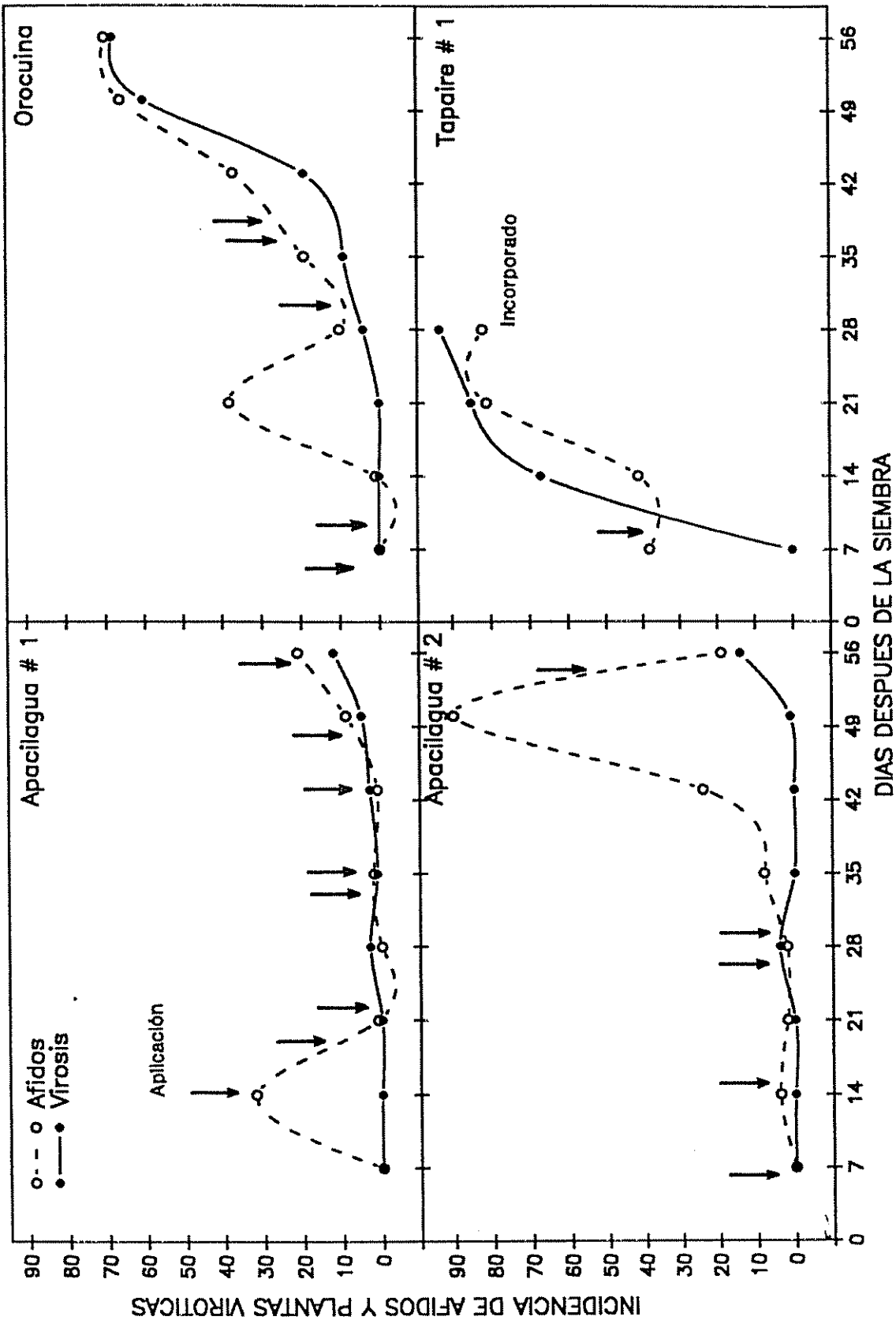


Figura # 4. Porcentaje de incidencia de áfidos y plantas viróticas en C. melo en cuatro localidades. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.

Se ajustaron regresiones con siete observaciones en cada sitio, excepto en Tapaire # 1 donde sólo se observaron tres datos en el tiempo. Se ajustaron modelos de tipo lineal resultando todos ellos significativos y en general con buen ajuste (Figura 5). La pendiente de la regresión ajustada en Orocuina ( $b = 6.38$ ) es significativamente mayor que la de los otros tres sitios, lo cual es explicable debido a la presencia de un cultivo vecino de mayor edad al lote en estudio que actuaba como una fuente de inóculo.

También se estudiaron regresiones por sitios entre incremento de tasas de infección, o incremento de virosis en función del número de insectos una o dos semanas antes (LNUM y L2NUM). Estas regresiones fueron en general no significativas con la excepción de aquellas correspondientes al sitio de Apacilagua # 2. Los coeficientes de regresión ajustados fueron todos positivos (aunque solo dos significativos) mostrando un crecimiento de la infección con respecto al número de áfidos observados una o dos semanas antes.

Al calcular las correlaciones de Pearson y realizar las pruebas de hipótesis habituales para dichos coeficientes se observan significancias destacándose entre ellas las de

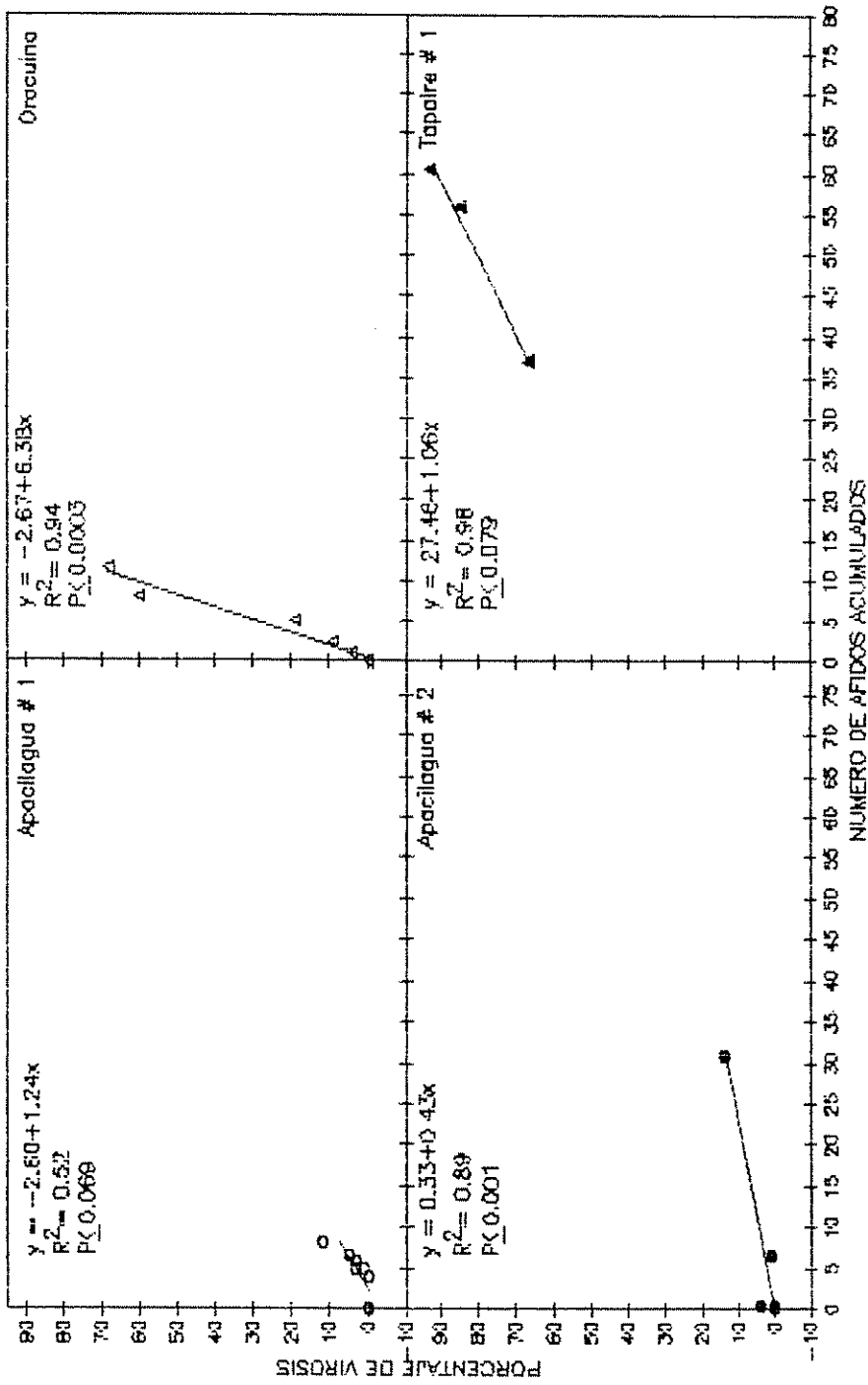


Figura # 5. Regresiones del porcentaje de virosis y el número de áfidos acumulados en cuatro localidades. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.

Apacilagua # 2 y del total (Cuadro 2). Notése que estas pruebas asumen independencia entre las observaciones, lo cual no es válido en este caso por tratarse de series cronológicas de datos. Por tal motivo estas pruebas de hipótesis fueron repetidas utilizando la metodología de Quenouille (1949) citado por Hannan (1955). Las pruebas realizadas por sitio no dieron significativas. Sin embargo, al analizar los datos como un único conjunto, se observó una significancia al 10% ( $P \leq 0.10$ ) entre incremento de virosis y número de áfidos dos semanas antes. Esto indica que los síntomas de virosis están apareciendo dos semanas más tarde después de que los áfidos están llegando al cultivo de melón. Además de los resultados antes expuestos se concluye que hay una buena correlación entre el incremento de áfidos y la cantidad de plantas viróticas, observándose una relación directa con la llegada de los áfidos y la virosis que aparece en el cultivo de melón.

**Cuadro 2. Correlaciones del incremento del porcentaje de virosis con el número de áfidos y la incidencia, considerados con una y dos semanas antecedentes para cada localidad. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.**

| Variable | Localidades |            |          |         |        |
|----------|-------------|------------|----------|---------|--------|
|          | Apacilagua  | Apacilagua | Orocuina | Tapaire | Total  |
|          | # 1         | # 2        |          | # 1     |        |
| LNUM     | 0.01        | 0.90**     | 0.63     | 0.95    | 0.77** |
| L2NUM    | 0.11        | 0.87*      | 0.60     | —       | 0.36   |
| LINCI    | -0.03       | 0.89**     | 0.38     | -0.68   | 0.38*  |
| L2INCI   | 0.17        | 0.90*      | 0.14     | —       | 0.43*  |

Las significancias colocadas corresponden a las pruebas de hipótesis habituales para coeficientes de Pearson.

En las localidades en estudio la prevalencia del virus WMV1 osciló entre 36% y 89% y del CMV entre 0% y 64%. La presencia de estos dos virus en infecciones simples o en combinaciones es muy común en un mismo hospedero y en las áreas de producción de melón, tal como lo reportado por Nelson *et al.* (1962). El bajo porcentaje de virosis en el melón en Apacilagua # 1 y 2, posiblemente se debió a infecciones primarias provocadas por las migraciones de áfidos virulíferos al cultivo. Las aplicaciones de insecticidas sistémicos o de contacto ayudaron a reducir la incidencia de áfidos y la diseminación de los mismos dentro del cultivo. Posiblemente, estos factores fueron claves para la reducción de la virosis en el cultivo.

En Orocuina, a pesar de las prácticas de raleo temprano y frecuente de plantas viróticas de melón y aplicaciones localizadas de insecticidas para el control de áfidos, el porcentaje de virosis fue mayor al final. Posiblemente se debió a la presencia de un lote vecino más viejo que sirvió como fuente de inóculo primario de áfidos y virosis. Igualmente en Tapaire # 1, la presencia de un lote de melón en cosecha situado en la dirección de la entrada del viento fue, probablemente, la causa de la pérdida total del cultivo después de los 28 dds.

#### 4.1.4 Rendimiento.

El rendimiento de melón en Apacilagua # 1 y 2 y Orocuina tuvo pérdidas ocasionadas por virus de 16%, 50% y 64% respectivamente. En Apacilagua # 2, el daño por virosis en la fruta se hizo más visible debido posiblemente a factores tales como la misma virosis, la falta de riego y a patógenos asociados al suelo. La falta de riego causó un estrés en la planta de melón lo cual favoreció las poblaciones de áfidos, lo que aumentó paulatinamente el porcentaje de virosis al final del cultivo. En Orocuina, posiblemente el efecto de la virosis, asociado al ataque de nemátodos hizo su efecto más drástico por lo que se encontraron frutos más pequeños y con síntomas de virus.

#### 4.2 Invernadero y Laboratorio.

##### 4.2.1 Análisis mediante ELISA de las inoculaciones con malezas viróticas.

A los 45-50 das en la inoculación mecánica y con áfidos, los análisis mediante la técnica de ELISA resultaron negativos para todos los virus probados: CMV, WMV1, WMV2, SQMV y ZYMV. Sin embargo, se observaron en

algunas plantas inoculadas mecánicamente y con áfidos ciertas deformaciones y reducciones de tamaños de las primeras hojas verdaderas del melón.

Algunos factores que posiblemente interfirieron con la transmisión, fueron: a) las mismas características de la planta de melón que se considera pobre como planta indicadora de síntomas de virus; b) los daños en el estilete de los áfidos al momento de pasarlos al melón; y c) el efecto de la temperatura del ambiente ya sea directo o indirecto que puede inactivar el virus o reducir la eficiencia del vector.

Posiblemente, hay otros factores asociados que estén interfiriendo con el proceso de inoculación mecánica como con áfidos. El tiempo de alimentación de los áfidos y la preferencia y no preferencia cuando están bajo condiciones de invernadero.

Aunque a los 40 dds la inoculación fue diferente, los síntomas observados a los 45-50 das siempre fueron iguales. A los 40 dds se cambió el modo de transferir los áfidos para la inoculación y se usó zapallo en vez de melón. Con estos cambios se lograron detectar más muestras positivas al ser analizadas con ELISA.

El hecho de detectar muestras positivas en la transmisión mecánica y con áfidos demuestra que estas malezas pueden jugar un papel muy importante como fuente de hospederos alternos de los virus de melón (Cuadro 3).

A los 60 dds, tanto con inoculación mecánica como con áfidos aumentaron las muestras positivas con C. viscosa, B. erecta y C. melo. Pero en la inoculación con áfidos las muestras positivas fueron similares a la inoculación a los 40 dds. Con la especie C. melo el éxito de transmisión de virus mecánicamente y con áfidos fue más alto.

En el Cuadro 3, se pueden observar los porcentajes de transmisión de los virus de Cucurbitáceas obtenidos en forma mecánica y con áfidos. La especie C. melo de Agua Fría tuvo los mayores porcentajes de transmisión de los diferentes virus. Esto significa que aunque no se haya logrado una transmisión exitosa con áfidos, los virus pueden ser transmitidos de una forma no-persistente por los áfidos vectores. Por lo tanto, las diferentes especies de malezas encontradas con virus representan una fuente importante como hospederos alternos de los virus de Cucurbitáceas en la región melonera.



Se considera que la fuente más importante de virus son las plantas infectadas. Un amplio rango de hospederos provee oportunidades mucho más grandes para una amplia distribución y perpetuación de los virus de una temporada a otra que un limitado número de hospederos (Duffus 1971). Broadbent et al. (1949) reportan que la principal fuente del virus amarillo de la remolacha es la misma remolacha. Por lo tanto, en melón puede ocurrir lo mismo en las zonas meloneras donde se cultiva. Las malezas pueden servir como reservorios de ambos virus e insectos (Duffus 1971).

Cuadro 3. Porcentaje de virus de cucurbitáceas transmitidos mecánicamente y con áfidos de diferentes especies de malezas y localidades meloneras. Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.

| Especie                       | I N O C U L A C I O N |      |      |      |      |                   |      |      |      |      |
|-------------------------------|-----------------------|------|------|------|------|-------------------|------|------|------|------|
|                               | M E C A N I C A       |      |      |      |      | C O N A F I D O S |      |      |      |      |
| y                             | CMV                   | WMV1 | WMV2 | SQMV | ZYMV | CMV               | WMV1 | WMV2 | SQMV | ZYMV |
| Localidad                     | %                     |      |      |      |      |                   |      |      |      |      |
| <u>Cleome viscosa</u>         |                       |      |      |      |      |                   |      |      |      |      |
| Apacilagua                    | 0                     | 10   | 0    | 0    | 35   | 0                 | 0    | 0    | 0    | 5    |
| Orocuina                      | 5                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Tapaire                       | 5                     | 5    | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0    |
| <u>Boerhavia erecta</u>       |                       |      |      |      |      |                   |      |      |      |      |
| Apacilagua                    | 10                    | 15   | 15   | 0    | 45   | 0                 | 0    | 5    | 0    | 20   |
| Orocuina                      | 0                     | 0    | 0    | 0    | 15   | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Tapaire                       | 5                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0    | 0    | 0    | 5    |
| <u>Malva spp.</u>             |                       |      |      |      |      |                   |      |      |      |      |
| Apacilagua                    | 0                     | 5    | 0    | 0    | 0    | 5                 | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Orocuina                      | -                     | -    | -    | -    | -    | -                 | -    | -    | -    | -    |
| Tapaire                       | 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0    |
| <u>Amaranthus spinosus</u>    |                       |      |      |      |      |                   |      |      |      |      |
| Apacilagua                    | 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0    | 0    | 0    | 10   |
| Orocuina                      | 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Tapaire                       | 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0    | 0    | 0    | 10   |
| <u>Cucumis melo silvestre</u> |                       |      |      |      |      |                   |      |      |      |      |
| Agua Fría                     | 55                    | 28   | 55   | 0    | 27   | 10                | 13   | 0    | 0    | 5    |

CMV = Virus del mosaico del pepino  
 WMV1 = Virus del mosaico de la sandía 1  
 WMV2 = Virus del mosaico de la sandía 2  
 SQMV = Virus del mosaico del zapallo  
 ZYMV = Virus del mosaico amarillo del zucchini.  
 - = No se analizaron muestras.

En el análisis de varianza se detectó diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.005$ ) para localidad y ( $P \leq 0.0001$ ) para especie en la inoculación mecánica. En la inoculación con áfidos se detectó diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.013$ ) para localidad y ( $P \leq 0.004$ ) para especie.

En la prueba 't' para los virus de la localidad de Apacilagua se detectaron diferencias significativas ( $p=0.05$ ) siendo el ZYMV diferente de CMV, WMV1 y WMV2 en la inoculación mecánica y con áfidos respectivamente (Cuadro 4). En Orocuina no se detectaron diferencias significativas ( $p=0.05$ ) siendo igual la inoculación mecánica y con áfidos. En Agua Fría se detectaron diferencias significativas ( $p=0.05$ ) siendo diferente el CMV y WMV2 de WMV1 y ZYMV en la inoculación mecánica y en la inoculación con áfidos el ZYMV fue diferente de CMV, WMV1 y WMV2. En Tapaire # 1 solamente se detectó diferencia significativa ( $p=0.05$ ) para el ZYMV. (Cuadro 4).

En la especie *B. erecta* la transmisión del ZYMV fue diferente significativamente ( $p=0.05$ ) del CMV, WMV1 y WMV2 tanto en la inoculación mecánica como con áfidos. En *C. viscosa* solamente fue diferente el WMV2 en la inoculación mecánica y ninguna diferencia con áfidos. En *C. melo* el CMV y WMV2 fue diferente de WMV1 y ZYMV en la inoculación

mecánica y CMV y WMV1 diferente de WMV2 y ZYMV con áfidos. En *A. spinosus* solamente fue diferente el ZYMV en la inoculación con áfidos (Cuadro 5).

El porcentaje de transmisión de virus fue mayor mecánicamente y con áfidos en Agua Fría que el resto de las localidades y aún mismo entre especies. Esto señala que en la localidad de Agua Fría el *C. melo* es una de las especies más importante como hospedero alternativo de virus de cucurbitáceas, no descartando que puedan hallarse otras malezas como hospederas alternas. En las otras localidades, a pesar de que los porcentajes de transmisión fueron menores, las otras especies juegan un papel importante como hospederos alternos de virus. La fuente de inóculo está más distribuida entre las diferentes especies que se encuentran en el campo, dándole mayores probabilidades a los insectos vectores para que puedan tomar y transmitir los virus al cultivo de melón. Por lo tanto, los productores deben de tomar en cuenta las malezas presentes en sus campos y más aún aquellas malezas detectadas como hospederas de virus de cucurbitáceas. Esto con el propósito de poder reducir la fuente de inóculo de los diferentes virus y así los insectos vectores tendrán menos oportunidad de tomar el virus al alimentarse de ellas y migrar a los campos de melón.

Cuadro 4. Porcentaje de transmisión de virus de cucurbitáceas mecánicamente y con áfidos por localidad. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.

| Localidad  | M E C A N I C A |       |       |       | % | C O N A F I D O S |       |      |      |
|------------|-----------------|-------|-------|-------|---|-------------------|-------|------|------|
|            | CMV             | WMV1  | WMV2  | ZYMV  |   | CMV               | WMV1  | WMV2 | ZYMV |
| Apacilagua | 2.5a            | 7.5a  | 3.7a  | 20.0b |   | 1.2a              | 0.0a  | 1.2a | 8.7b |
| Orocuina   | 1.7a            | 0.0a  | 0.0a  | 5.0a  |   | 0.0a              | 0.0a  | 0.0a | 0.0a |
| Agua Fria  | 55.0a           | 28.0b | 55.0a | 27.0b |   | 10.0a             | 13.0a | 0.0b | 5.0b |
| Tapaire    | 2.5a            | 1.2a  | 0.0a  | 0.0a  |   | 0.0a              | 0.0a  | 0.0a | 3.7b |

(p=0.05) Tratamientos seguidos por la misma letra no son diferentes significativamente.

Cuadro 5. Porcentaje de transmisión de virus de cucurbitáceas mecánicamente y con áfidos por especie. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.

| Especie            | M E C A N I C A |       |       |       | % | C O N A F I D O S |       |      |      |
|--------------------|-----------------|-------|-------|-------|---|-------------------|-------|------|------|
|                    | CMV             | WMV1  | WMV2  | ZYMV  |   | CMV               | WMV1  | WMV2 | ZYMV |
| <i>B. erecta</i>   | 5.0a            | 5.0a  | 5.0a  | 20.0b |   | 0.0a              | 0.0a  | 1.7a | 8.3b |
| <i>C. viscosa</i>  | 3.3ab           | 5.0ab | 0.0a  | 11.7b |   | 0.0a              | 0.0a  | 0.0a | 1.7a |
| <i>C. melo</i>     | 55.0a           | 28.0b | 55.0a | 27.0b |   | 10.0a             | 13.0a | 0.0b | 5.0b |
| <i>Malva spp.</i>  | 0.0a            | 2.5a  | 0.0a  | 0.0a  |   | 2.5a              | 0.0a  | 0.0a | 0.0b |
| <i>A. spinosus</i> | 0.0a            | 0.0a  | 0.0a  | 0.0a  |   | 0.0a              | 0.0a  | 0.0a | 6.7b |

(p=0.05) Tratamientos seguidos por la misma letra no son diferentes significativamente.

#### 4.2.2 Análisis de virus presentes en malezas hospederas mediante ELISA.

Seis especies de las malezas recolectadas se detectaron infectadas con CMV, cinco con WMV1, seis con WMV2, una con SQMV y una con ZYMV (Cuadro 6).

Las especies Boerhavia erecta, Cleome viscosa, Cucumis melo, Curcubita pepo, Calotropis procera y Margaranthus solanacearum resultaron positivas para CMV. La especie B. erecta, Malva spp., C. melo, C. pepo, y Cucumis anguria tenían WMV1. B. erecta, C. melo, A. spinosus, C. pepo, C. anguria y M. solanacearum fueron positiva con WMV2. La especie Cucurbita pepo fue positiva con SQMV. Las especies positivas con ZYMV fueron B. erecta, C. viscosa, A. spinosus y C. pepo. La especie C. pepo fue positiva con todos los virus probados (Cuadro 6).

Las especies B. erecta, C. viscosa, Malva spp., Sida acuta, C. melo y E. herophylla en los alrededores de los campos meloneros siempre mostraron síntomas viróticos. Las primeras cuatro especies fueron las más comunes en los bordes y canales de riego. B. erecta, C. viscosa y A. spinosus se presentaron en mayores poblaciones dentro y fuera del campo de cultivo.

Cuadro 6. Especies y familias de malezas y porcentaje de virus.  
Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.

| Especie                          | Familia        | CMV | WMV1 | WMV2 | SQMV | ZYMV | % |  |
|----------------------------------|----------------|-----|------|------|------|------|---|--|
|                                  |                |     |      |      |      |      |   |  |
| <i>Boerhavia erecta</i>          | Nyctaginaceae  | 39  | 44   | 39   | 0    | 29   |   |  |
| <i>Cleome viscosa</i>            | Capparaceae    | 24  | 0    | 0    | 0    | 22   |   |  |
| <i>Malva spp.</i>                | Malvaceae      | 0   | 50   | 0    | 0    | 0    |   |  |
| <i>Sida acuta</i>                | Malvaceae      | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |   |  |
| <i>Cucumis melo silvestre</i>    | Cucurbitaceae  | 8   | 33   | 25   | 0    | 0    |   |  |
| <i>Amaranthus spinosus</i>       | Amaranthaceae  | 0   | 0    | 24   | 0    | 55   |   |  |
| <i>Cucurbita pepo</i>            | Cucurbitaceae  | 67  | 83   | 67   | 33   | 33   |   |  |
| <i>Momordica charantia</i>       | Cucurbitaceae  | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |   |  |
| <i>Luffa cylindrica</i>          | Cucurbitaceae  | 0   | 0    | 0    | 0    | -    |   |  |
| <i>Cucumis anguria</i>           | Cucurbitaceae  | 0   | 50   | 50   | 0    | -    |   |  |
| <i>Calotropis procera</i>        | Asclepiadaceae | 33  | 0    | 0    | 0    | 0    |   |  |
| <i>Margaranthus solanacearum</i> | Solanaceae     | 33  | 0    | 33   | 0    | -    |   |  |
| <i>Euphorbia heterophylla</i>    | Euphorbiaceae  | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |   |  |
| <i>Passiflora spp.</i>           | Passifloraceae | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |   |  |

CMV = Virus del mosaico del pepino

WMV1 = Virus del mosaico de la sandía 1

WMV2 = Virus del mosaico de la sandía 2

SQMV = Virus del mosaico del zapallo

ZYMV = Virus del mosaico amarillo del zucchini.

- = No se analizaron muestras.

Las especies Momordica charantia, Luffa cylindrica y Calotropis procera además de ser asintomáticas se encontraban con menores poblaciones en los cercos y campos aledaños al cultivo.

Las especies B. erecta, C. viscosa, Malva spp., C. melo y C. pepo posiblemente jueguen un papel muy importante como hospederos alternos de los virus de Cucurbitáceas. Tal es el caso de C. melo, C. pepo, Musa spp., Luffa spp., M. charantia y otras especies que han sido reportadas como hospederas de CMV y WMV (USDA 1966; Sherf y Macnab 1986). También Malva parviflora ha sido reportada como hospedera de WMV2 (Sherf y Macnab 1986); M. parviflora y Malva sylvestris han sido reportadas con "Malva Yellow Vein mosaic" (MYVM) (USDA 1966).

En las otras malezas que no se detectaron virus en ésta ocasión, probablemente lleguen a alcanzar más importancia en el futuro, pues muchas malezas pertenecen a familia Cucurbitáceae afines al cultivo de melón que ya han sido reportadas con uno o más virus (USDA 1966). Los virus detectados más frecuentemente en las malezas fueron CMV, WMV1, WMV2 y ZYMV por lo que existe la posibilidad que estos vayan apareciendo en las otras especies no encontradas positivas en este estudio.



#### 4.1.5 Diagnóstico de virus de Cucurbitáceas mediante ELISA.

De las 11 localidades muestreadas, se encontraron 8 con CMV, 11 con WMV1, 6 con WMV2 y 4 con ZYMV. En ninguna de las localidades se detectó SQMV, pero si se detectó el WMV1 en todas las localidades (Cuadro 7).

Las infecciones de virus simple más comunes en forma aislada fue WMV1 con 100% y CMV con 72% y WMV2 con 55%. De las infecciones compuestas, los comunes fueron CMV-WMV1 con 72% y WMV1-WMV2 con 55% de todas las localidades (Cuadro 7).

Cuadro 7. Ocurrencia de infecciones de virus simple y compuestas en 11 localidades de la región melonera de Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.

| LOCALIDAD     | INFECCIONES SIMPLE |      |      |      | INFECCIONES COMPUESTAS |             |             |             |              |              |              |  |
|---------------|--------------------|------|------|------|------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--|
|               | CMV                | WMV1 | WMV2 | ZYMV | CMV<br>WMV1            | CMV<br>WMV2 | CMV<br>WMV2 | CMV<br>ZYMV | WMV1<br>WMV2 | WMV1<br>ZYMV | WMV2<br>ZYMV |  |
| Apacilagua #1 | +                  | +    | -    | -    | +                      | -           | -           | -           | -            | -            | -            |  |
| Apacilagua #2 | -                  | +    | -    | -    | -                      | -           | -           | -           | -            | -            | -            |  |
| Orocuina      | +                  | +    | -    | -    | +                      | -           | -           | -           | -            | -            | -            |  |
| Tapaire #1    | +                  | +    | +    | +    | +                      | +           | +           | +           | +            | +            | +            |  |
| Tapaire #2    | +                  | +    | +    | +    | +                      | +           | +           | +           | +            | +            | +            |  |
| Marcovia      | +                  | +    | +    | +    | +                      | -           | +           | +           | +            | +            | +            |  |
| Yusquare      | -                  | +    | -    | +    | -                      | -           | -           | -           | -            | +            | -            |  |
| El Papalón    | +                  | +    | -    | -    | +                      | -           | -           | -           | -            | -            | -            |  |
| Agua Fria     | +                  | +    | +    | -    | +                      | +           | +           | -           | +            | -            | -            |  |
| Sn Jerónimo   | +                  | +    | +    | -    | +                      | +           | +           | -           | +            | -            | -            |  |
| El Palenque   | -                  | +    | +    | -    | -                      | -           | -           | -           | +            | -            | -            |  |
| TOTAL (n=11)  | 8                  | 11   | 6    | 4    | 8                      | 4           | 5           | 3           | 6            | 4            | 3            |  |

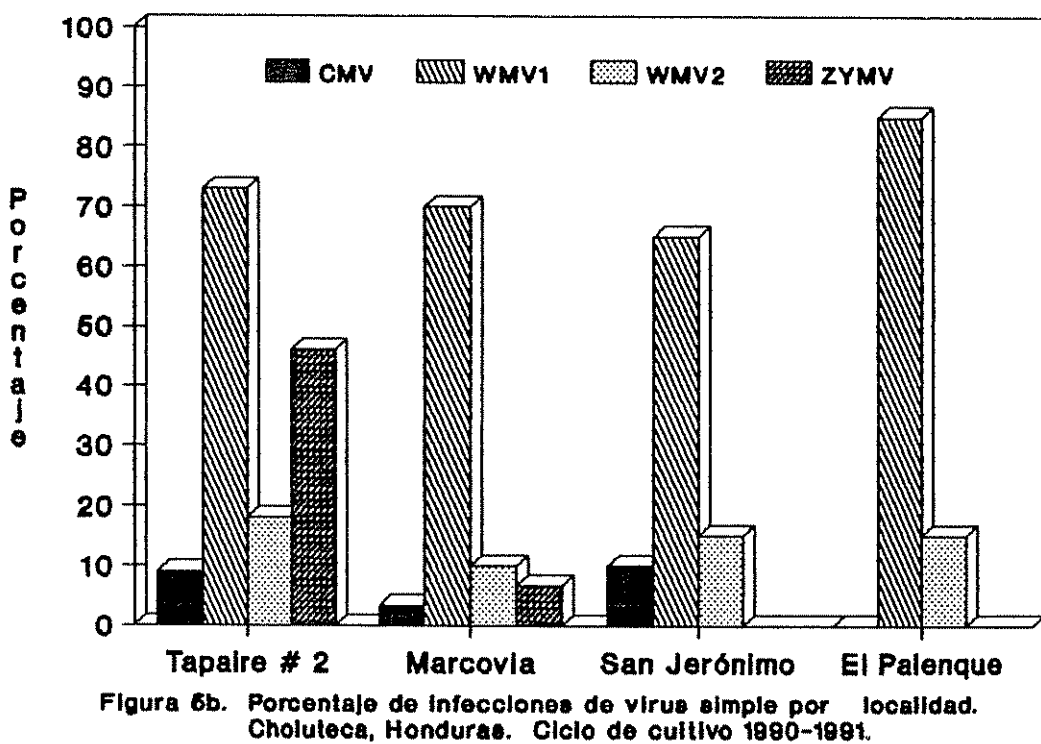
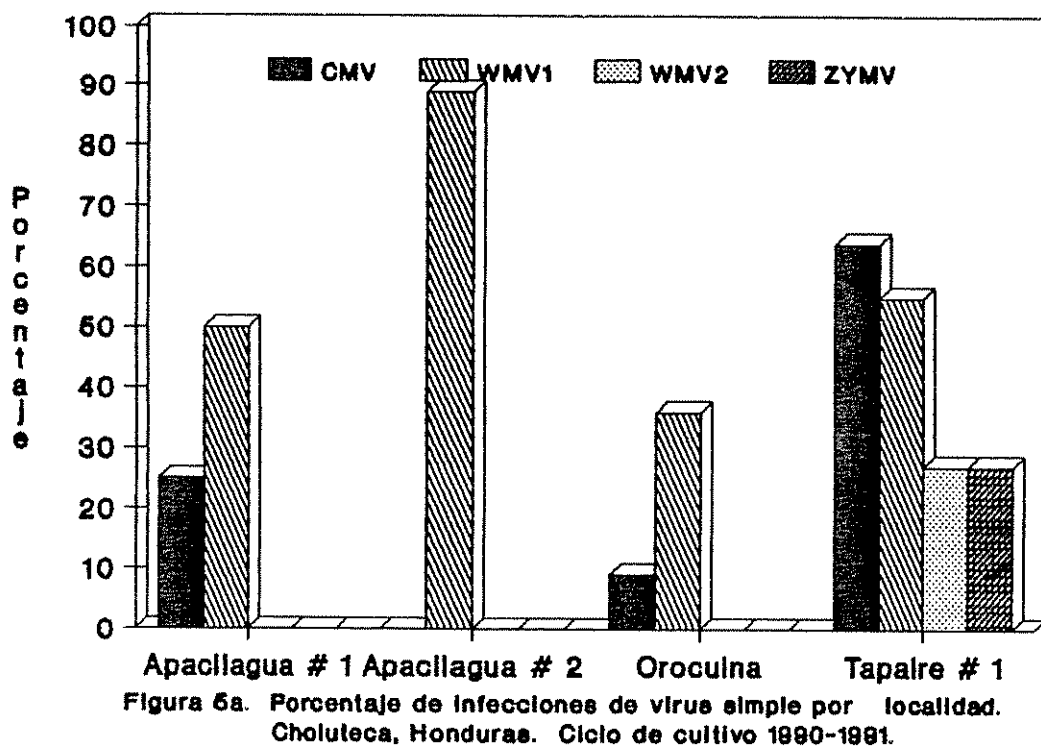
n= 10 muestras con síntomas de virus por localidades.

- + = Virus está presente
- = Virus no está presente
- CMV = Virus del mosaico del pepino
- WMV1 = Virus del mosaico de la sandía 1
- WMV2 = Virus del mosaico de la sandía 2
- ZYMV = Virus del mosaico del zapallo
- ZYMV = Virus del mosaico amarillo del zucchini.

Los virus determinados en infecciones simple en Apacilagua # 1 y Orocuina fueron CMV y WMV1; en Apacilagua # 2, 89 % con WMV1. En cambio en Tapaire # 1, los cuatro virus fueron determinados, siendo los más comunes CMV con 64% y WMV1 con 55% (Figura 6a).

En Tapaire # 2 y en Marcovia fueron detectados CMV, WMV1, WMV2 y ZYMV respectivamente (Figura 6b). En San Jerónimo CMV, WMV1 y WMV2 y en El Palenque WMV1 y WMV2. Los virus más comunes fueron el WMV1 con un rango de 65 a 85% y el WMV2 con un rango de 10 a 18% de las plantas infectadas (Figura 6b).

En Yusguare fueron detectados WMV1 y ZYMV, en El Papalón CMV y WMV1 y en Agua Fria CMV, WMV1 y WMV2, (Figura 6c). El virus más común fue WMV1 con 80% en Yusguare y en El Papalón con 100%. En Agua Fria, los virus más comunes fueron CMV con 90% y WMV1 con 80% (Figura 6c).



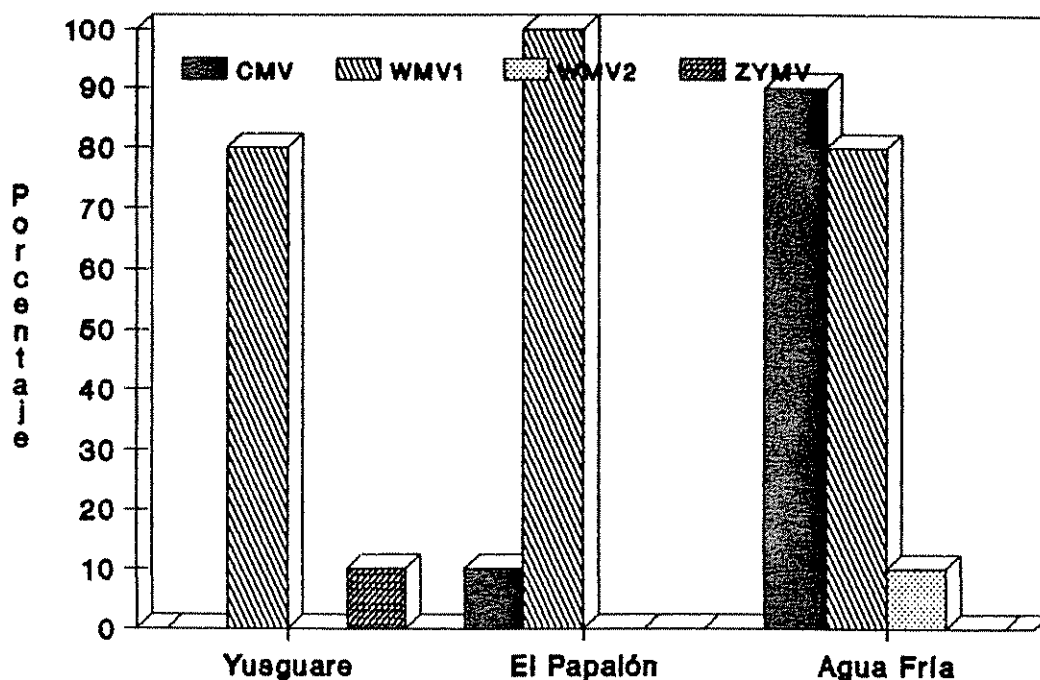


Figura 5c. Porcentaje de infecciones de virus simple por localidad. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1980-1991.

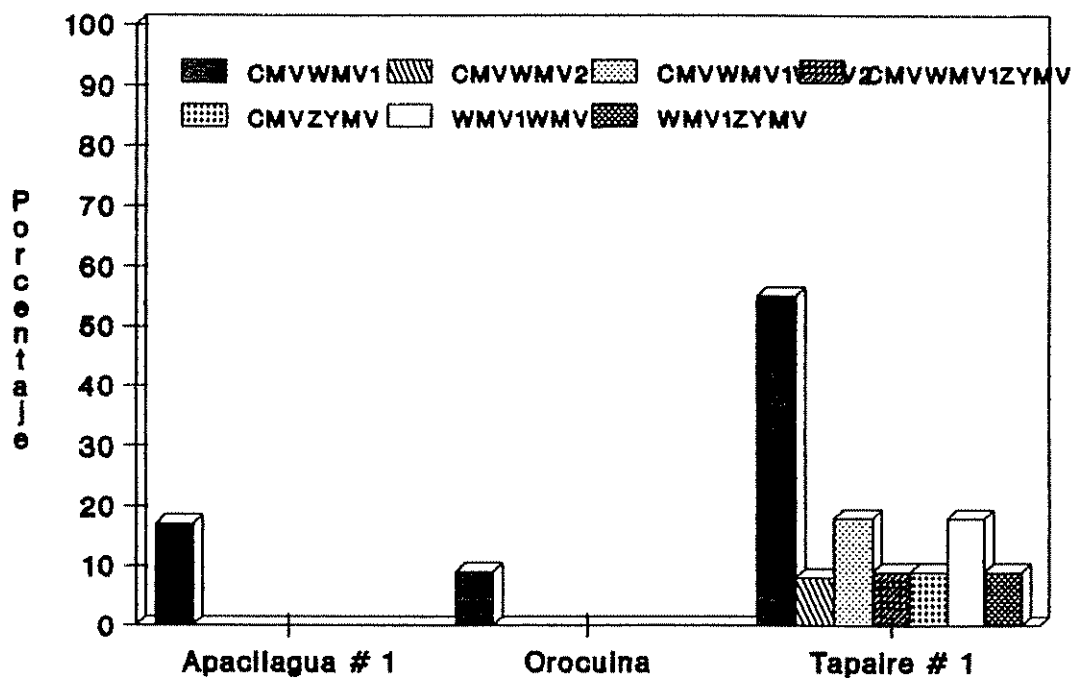


Figura 5d. Porcentaje de infecciones de virus compuestos por localidad. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1980-1991.

Los virus detectados en infecciones compuestas en Apacilagua # 1 y Orocuina fueron únicamente CMV-WMV1, mientras que en Tapaire # 1 se detectó un mayor número de infecciones compuestas. La más común de las infecciones compuestas fue 55% con CMV-WMV1 en Tapaire # 1 (Figura 6d).

En Tapaire # 2 los virus detectados en infecciones compuestas fueron WMV1-ZYMV con 46% (Figura 6e). Al igual que en Tapaire # 1 (Figura 6d) se observa mayor número de infecciones compuestas similares a Tapaire # 2. En Agua Fría solamente 80% con CMV-WMV1 y CMV-WMV1-WMV2 (Figura 6e).

En Yusguare solamente se detectó WMV1-ZYMV, en Marcovia fueron detectados varios virus en infecciones compuestas. El WMV1-WMV2 en Marcovia y en El Palenque. En El Papalón y San Jerónimo CMV-WMV1 (Figura 6f).

Cuatro de los cinco virus analizados se detectaron en la región melonera. Las infecciones simple en melón variaron en un rango de 36-100% con WMV1; 0-90% con CMV; 0-46% con ZYMV y 0-30% con WMV2.

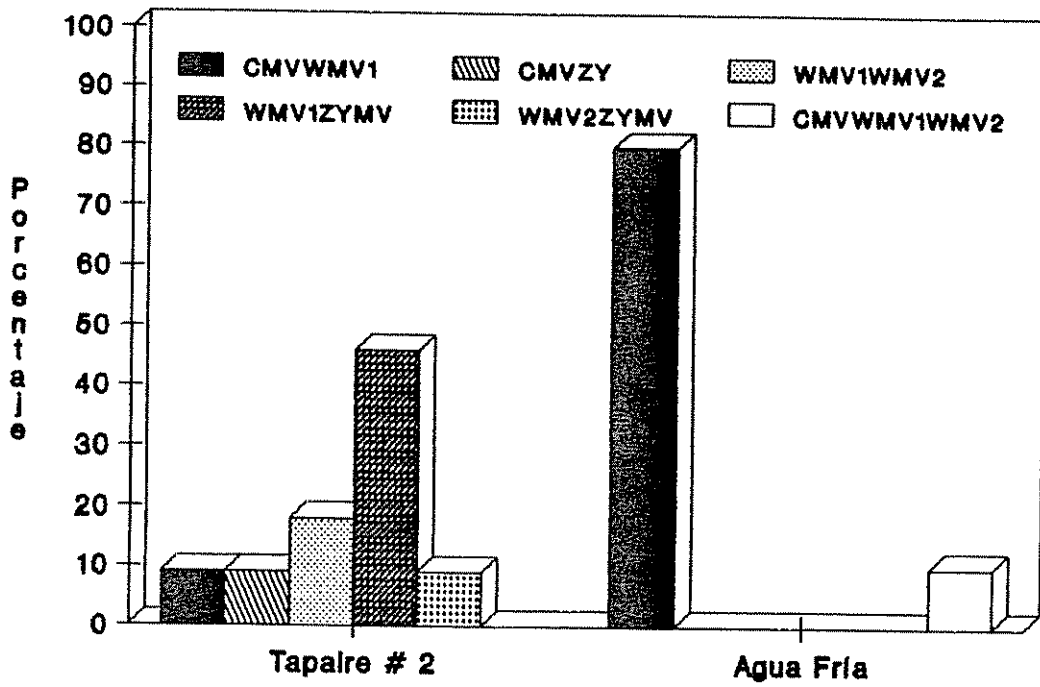


Figura 6e. Porcentaje de infecciones de virus compuestos por localidad. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.

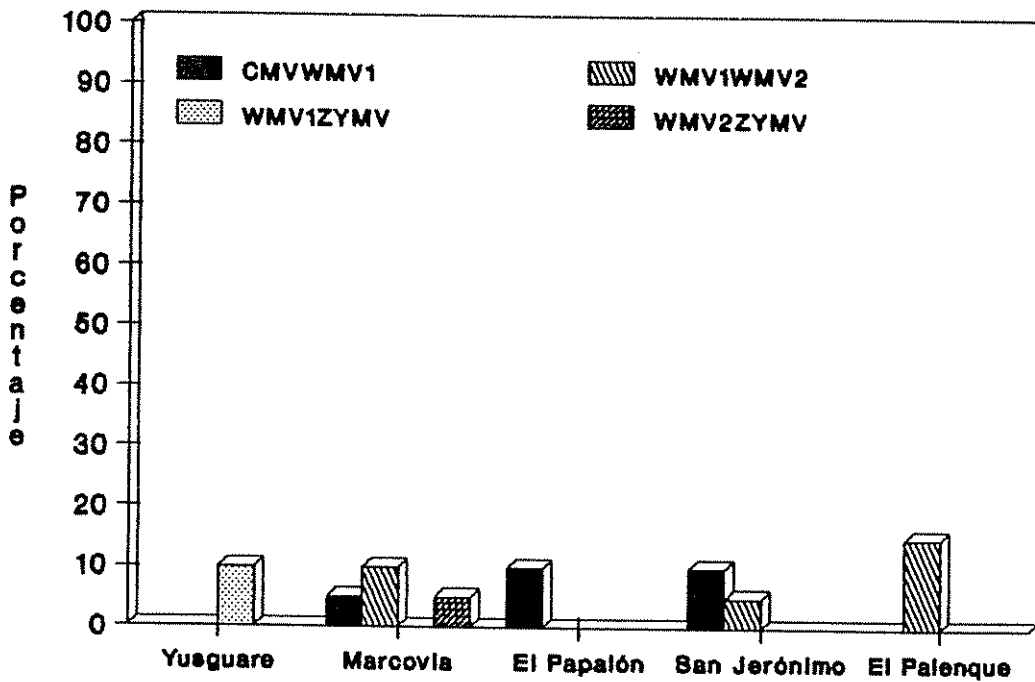


Figura 6f. Porcentaje de infecciones de virus compuestos por localidad. Choluteca, Honduras. Ciclo de cultivo 1990-1991.

Se determinó que el WMV1 está ampliamente distribuido en la región melonera, mientras que WMV2 y CMV están en menor proporción que el resto de los virus. Webb y Scott (1965) reportan que WMV2 tiene un amplio rango de hospederos a parte de las cucúrbitas, mientras que WMV1 está limitado a las cucúrbitas, siendo probablemente, las cucúrbitas silvestres junto con los rastrojos del cultivo los principales hospederos del WMV1.

La presencia de uno o más virus de cucurbitáceas posiblemente se deba a las características propias de cada localidad. La presencia de uno a varios virus en la zona cambia con el tiempo, tal es el caso que algunos virus pueden aumentar su prevalencia y en otros casos disminuir. En Hawaii se reporta un cambio dramático en 20 años durante los cuales PRSV-W, WMV2 y CMV estaban ampliamente distribuido (Shanmugasundaram *et al.* 1969). Ultimamente el WMV2 no ha sido detectado en cucúrbitas y el CMV está decayendo, siendo ahora el 60% de las infecciones en cucúrbitas por ZYMV (Ullman *et al.* 1991). Posiblemente, los factores que están influenciando la incidencia son numerosos y variados, incluyendo variaciones en plantas como hospederos alternos, la presencia y eficiencia de los áfidos vectores y las interacciones de virus en las plantas infectadas (Davis y Mizuki 1987). En 1990, se reportaron otros virus que estaban presentes en la zona como el virus del mosaico amarillo del



frijol (BYMV), el clover yellow vein virus (CYVV) y geminivirus. Por esto no se debe descartar la presencia de otros virus en la zona. En el caso de las siembras escalonadas o siembras con diferencias en edades, la falta de incorporación de los rastrojos y la ubicación de los lotes de siembra (nuevos y viejos en el caso del gran agricultor en mayor proporción que el pequeño agricultor) favorecen las infecciones secundarias de los virus. Como se observa en el Cuadro 6, las infecciones de virus simple y compuestas varían en cada una de las localidades. Cambios similares han sido observados en California, donde PRSV-W y CMV estuvieron ausentes en un reconocimiento en 1981, siendo observados ahora en muestreos recientes (Nameth *et al.* 1986).

Posiblemente, una de las alternativas más sencillas de disminuir los problemas de virus es que los mismos productores se pongan de acuerdo en las fechas de siembra e incorporación de los rastrojos. Esto facilitaría, aún más el manejo de los problemas fitosanitarios del cultivo de melón en la región.

#### 4.2.3 Análisis de hibridación de ácidos nucleicos.

Los geminivirus no pudieron ser detectados en las malezas probadas. Pero se identificaron algunas especies de malezas con el potencial de ser hospederas de geminivirus y su vector mosca blanca que lo trasmite, por ejemplo S. acuta y Malva spp., reportadas en la literatura.

Al realizar análisis de detección de virus en las malezas se presentan una serie de inconvenientes en el proceso de extracción de los ácidos nucleicos. Las malezas poseen en su constitución una serie de sustancias químicas tales como los compuestos fenólicos que presentan la propiedad de precipitar e inhibir algunas enzimas (Domínguez 1973) debido a las reacciones de oxidaciones que se producen. Los taninos por ejemplo pueden ser hidrolizados fácilmente en un medio alcalino o ligeramente ácido, dicha hidrolización puede ocurrir en forma espontánea durante la extracción y purificación de estos (Van Soest et al. 1985). Estas sustancias hacen difícil el éxito en la extracción de los ácidos nucleicos para lograr la hibridación.

## V. CONCLUSIONES

1. Los virus detectados mediante la técnica de ELISA fueron CMV, WMV1, WMV2 y ZYMV. En ninguna de las localidades se detectó SQMV.
2. Las infecciones de virus simple en melón fueron WMV1 (36-100%), CMV (0-90%), ZYMV (0-46%) y WMV2 (0-30%). Las infecciones compuestas más prevalentes fueron CMV-WMV1 y WMV1-WMV2 (53%).
3. En la prueba de hibridación de ácidos nucleicos no se pudo detectar la presencia de geminivirus en las malezas. Sin embargo, estaban presentes algunas especies con síntomas característicos inducidos por geminivirus y que han sido reportadas como hospederas anteriormente.
4. Las especies Boerhavia erecta, Cleome viscosa, Cucumis melo, Cucurbita pepo y Calotropis procera resultaron hospederas de CMV. Malva spp. con WMV1, C. melo y Cucumis anguria con WMV1 y WMV2. Margaranthus solanacearum con CMV y WMV2. Amaranthus spinosus con WMV2 y ZYMV. Solamente la especie Cucurbita pepo fue hospedera de todos los virus probados mediante ELISA.
5. Aphis gossypii fue el único insecto vector de virus de Cucurbitáceas en la zona estudiada y Bemisia tabaci está presente como un vector potencial de geminivirus.
6. El número de áfidos capturados fue relativamente bajo en Apacilagua # 1 y 2 y Orocuina. En la zona de Tapaire #

1 donde las poblaciones fueron altas 7 dds se reflejó en la pérdida total del cultivo.

7. Las plantas con síntomas de virosis en Apacilagua # 1 y 2 y Orocuina se observaron a los 28 dds y en Tapaire # 1 a los 14 dds, entre una y dos semanas después de la aparición de los áfidos respectivamente.
8. El lote de Tapaire # 1 se perdió en un 100% por la transmisión temprana de virus por la llegada de los áfidos virulíferos al melón, incorporándolo después de los 28 dds.
9. El porcentaje final de virosis en melón en Apacilagua # 1 12%, Apacilagua # 2 14%, Orocuina 68% y Tapaire # 1 93%.
10. Las pérdidas estimadas de frutas con síntomas de virus en Apacilagua # 1 fueron 16%, Apacilagua # 2 50% y Orocuina 64%.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda manejar las malezas hospederas de virus en el período en que no hay melón sembrado.
2. Probar diferentes prácticas de manejo y control de las malezas hospederas para reducir la incidencia de virosis en el cultivo.
3. Integrar a los productores por localidad para manejar fechas de siembra e incorporación de rastrojos al mismo tiempo.
4. Continuar con el diagnóstico de virus, malezas hospederas e insectos vectores debido a la gran variabilidad que pueden presentar de una temporada a otra en la región.

## VII. LITERATURA CITADA

- ADLERZ, W.C. 1974a. Wind effects on spread of watermelon 1 from local virus sources to watermelon. J. Econ. Entomol. 67:361-364.
- ADLERZ, W.C. 1974b. Spring aphid flights and incidence of watermelon mosaic viruses 1 and 2 in Florida. Phytopathology 64:350-353.
- AGRIOS, G.N. 1988. Plant pathology. 3<sup>rd</sup>. ed. San Diego, California, USA. Academic Press, Inc. 803 p.
- BAR-JOSEPH, M.; GARNSEY, S.M. 1981. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA): Principles and applications for diagnosis of plant viruses. Orlando, Florida, USA. Academic Press, Inc. p. 35-59.
- BETHESDA RESEARCH LABORATORIES. s.f. Photogene nucleic acid detection system: Instruction manual. Bethesda. 26 p.
- BLUA, M.J.; PERRING, T.M. 1989. Effect of zucchini yellow mosaic virus on development and yield of cantaloupe (*Cucumis melo*). Plant Disease 73:317-320.
- BLACKMAN, R.L.; EASTOP, V.F. 1985. Aphids on the world's crops. An identification guide. John Wiley & Sons. P. 226.
- BROADBENT, L.; CORNFORD, C.E.; HULL, R.; TINSLEY, T.W. 1949. Overwintering of aphids, especially *Myzus persicae* (Sulzer), in root clamps. Ann. Appl. Biol. 36:513-524.
- BROWN, J.K. 1990. Virus epidemics threaten vegetable production. American Vegetable Grower (March).
- BROWN, J.K.; NELSON, M.R. 1986. Whitefly-borne viruses of melons and lettuce in Arizona. Phytopathology 76(2):236-239.
- CAMBELL, R.N. 1971. Squash mosaic virus. CMI/AAB. Descriptions of plant viruses. No. 43.
- DAVIS, R.F.; MIZUKI, M.K. 1987. Detection of cucurbits viruses in New Jersey. Plant Disease 71:40-44.
- DOMINGUEZ, A. 1973. Métodos de investigación fitoquímicas. México. Limusa. p. 23-58.

- DUFFUS, J.E. 1971. Role of weeds in the incidence of virus diseases. *Ann. Rev. Phytopathology* 9:319-340.
- FRANCKI, R.I.B.; MOSSOP, D.W.; HATTA, T. 1979. Cucumber mosaic virus. CMI/AAB. Descriptions of plant viruses. No.213.
- FRY, W.E. 1982. Epidemiology: Influence of the biotic environment. *IN: Principles of plant disease management.* Orlando, Fla. Academic Press. p. 67-82.
- GIBBS, A.; SKOTNICKI, A.; SKOTNICKI, M. 1986. Plant virus control strategies: future prospects. *IN Plant Virus Epidemic: Monitoring, modelling and predicting outbreaks.* Eds. by G.D. McLean; R.G. Garrett; W.G. Ruesink. N.Y. USA. Academic Press. p. 513-521.
- GROGAN, R.G.; HALL, D.H.; KIMBLE, K.A. 1959. Cucurbit mosaic viruses in California. *Phytopathology* 49:366-376.
- HEATHCOTE, G.D. 1957. The comparison of yellow cylindrical flat and water traps and Johnson suction traps, for sampling aphids. *Ann. Appl. Biol.* 45:133-139.
- HOLZNER, W. 1982. Concepts, categories and characteristics of weeds. *IN Biology and ecology of weeds.* W. Holzner y M. Numata eds. Dr. W. Junk Publishers The Hague. London. p. 3-20.
- IRWIN, M.E.; RUESENK, W.G. 1986. Vector intensity: A product of propensity and activity. *IN Plant Virus Epidemic: Monitoring, modelling and predicting outbreaks.* Eds. by G.D. McLean; R.G. Garrett; W.G. Ruesink. N.Y. USA. Academic Press. p. 13-33.
- LASTRA, R. 1987. La virología vegetal en el contexto del manejo integrado de plagas. *IN Fundamentos y componentes del Manejo Integrado de Plagas. Artículos selectos del curso "Filosofía y componentes del manejo integrado de plagas".* CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico (Costa Rica) No. 136:82-91.
- LECOQ, H.; PITRAT, M. 1985. Specificity of helper-component-mediated aphid transmission of three potyviruses infecting muskmelon. *Phytopathology* 75:890-893.
- LEON, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. San José, C. R. IICA. No. 84:390-393.

- LISA, V.; LECOQ, H. 1984. Zucchini yellow mosaic virus. CMI/AAB. Descriptions of plants viruses. No. 282.
- MAELZER, D.A. 1986. Integrated control of insects vectors of plant virus diseases. IN Plant Virus Epidemic. Monitoring, modelling and predicting outbreaks. Eds. by G.D. McLean; R.G. Garrett; W.G. Ruesink. N.Y. USA. Academic Press. p. 483-512.
- NAMETH, S.T.; DODDS, J.A.; PAULUS, A.O.; LAERMMLLEN, F.F. 1986. Cucurbits viruses of California: An ever-changing problem. Plant Disease 70:8-12.
- NELSON, M.R. 1962. Effect of mosaic viruses on cantaloupes. (Abst). Phytopathology 52:363-364.
- NELSON, M.R.; ALLEN, R.M.; TUTTLE, D.M. 1962. Distribution, prevalence and importance of some cantaloupe virus diseases in southwestern Arizona. Plant Disease Reprtr. 46(9):667-671.
- NELSON, M.R.; MCKITTRICK, R.T. 1969. Epidemiology of cucumber mosaic and other virus diseases of lettuce in Arizona. Plant Disease Reprtr. 53:27-29.
- NELSON, M.R.; TUTTLE, D.M. 1969. The epidemiology of cucumber mosaic and watermelon mosaic 2 of cantaloupes in an arid climate. Phytopathology 59:849-856.
- PIRONE, T.P.; HARRIS, K.F. 1977. Nonpersistent transmission of plant viruses by aphids. Ann. Rev. Phytopathology 15:55-73.
- PURCIFULL, D.E.; HIEBERT, E.; EDWARDSON, J.; GONSALVES, D. 1984a. Watermelon mosaic virus 2. CMI/AAB. Descriptions of plant viruses. No. 292.
- PURCIFULL, D.E.; HIEBERT, E.; EDWARDSON, J. 1984b. Watermelon mosaic virus 2. CMI/AAB. Descriptions of plant viruses. No. 293.
- HANNAN, E.J. 1955. An exact test for correlation between time series. Biometrika 42(3,4):316-326.
- RIVAS PLATERO, G.G. 1989. El virus 2 del mosaico de la sandía (WMV-2), fluctuación poblacional de vectores y su presencia en El Salvador. MIP (Costa Rica). No. 12:12-20.
- SHANMUGASUNDARAM, S.; ISHII, M.; GILBERT, J.; NAGAI, H. 1969. Cucurbit virus studies in Hawaii. Plant Disease Reprtr. 53:70-74.



- SHERF, A.F.; MACNAB, A.A. 1986. Vegetable diseases and their control. 2nd edic. John Wiley & Sons. N.Y. 728 p.
- SMITH, K.M. 1972. A textbook of plant virus diseases. 3rd ed. N.Y. Academic Press. 684 p.
- SMITH, R.F. 1969. Patterns of crop protection in cotton ecosystems. IN Proceedings of cotton symposium on insect and mite control problems in California. Berkeley. 6 p.
- URIAS M., C.; RODRIGUEZ M., R. 1986. Efecto de la temperatura sobre la biología de Myzus persicae (Aphididae) y su potencial como vector del virus mosaico de la sandía. Chapingo, México. Agrociencia No. 66:111-126.
- ULLMAN, D.E.; CHO, J.J.; GERMAN, T.L. 1991. Occurrence and distribution of cucurbit viruses in the Hawaiian Islands. Plant Disease 75:367-370.
- USDA. 1966. Plant pests of importance to North American Agriculture. Index of plant viruses diseases. Washington, D.C. Agriculture Handbook # 307. p. 297-388.
- VAN SOEST, P.; REDD, D.; HORVATH, P. 1985. Tannins. IN Analysis of forages and fibrous food: A laboratory manual for animal science G13. Eds. Van Soest, P.; Robertson, J. Cornell University.
- VOLLER, A.; BIDWELL, D.E.; BARTLETT, A. 1979. The enzyme linked immunosorbent assay (ELISA). A guide with abstracts of microplate applications. Dynatech Laboratories, Inc. The Zoological Society of London. London. 125 p.
- WEBB, R.E.; BOHN, G.W.; SCOTT, H.A. 1965. Watermelon mosaic viruses 1 and 2 in southern and western cucurbit production areas. Plant Disease Reprtr. 49(6):532-535.
- WEBB, R.E.; SCOTT, H.A. 1965. Isolation and identification of watermelon mosaic viruses 1 and 2. Phytopathology 55:895-900.
- WHITAKER, T.W.; DAVIS, G.N. 1962. Cucurbits. Botany, cultivation, and utilization. N.Y. Interscience Publishers, Inc. p. 2, 4-5.

ZAVALA QUINTANA, T.E. 1985. El uso de la técnica de ELISA para detectar virus en el Programa Nacional de Papa del INIA. Toluca, México. s.p.

ZITTER, T.A.; SIMONS, J.N. 1980. Management of viruses by alteration of vector efficiency and by cultural practices. Ann. Rev. Phytopathology 18:289-310.