

INSECTOS COMO VECTORES DE FITOPATOGENOS Y LA DETERMINACION DE UMBRALES ECONOMICOS DEL DAÑO*

Joaquín F. Larios C.**

INTRODUCCION

En todo programa de manejo integrado de plagas, dentro de las bases para las decisiones de manejo se incluyen umbrales económicos y muestreo. Los primeros requieren el conocimiento de funciones de daño y hasta la fecha sólo se ha considerado el daño directo (o mecánico) de la plaga. Sin embargo, gran cantidad de insectos plagas son vectores de importantes y variadas enfermedades cuyo daño no ha sido considerado.

Este artículo demuestra la necesidad de tomar en cuenta, al determinar el umbral económico, el daño mecánico y el daño por la enfermedad transmitida en aquellos casos de plagas vectores de patógenos, dentro de las cuales se encuentran algunos de los más importantes problemas parasitarios de las plantas cultivadas en Centroamérica y el Caribe.

ASOCIACION INSECTOS - FITOPATOGENOS

Los insectos pueden transmitir todas las clases de agentes infecciosos hasta ahora conocidas: hongos, virus, bacterias, nemátodos, espiroplasmas, rickettsias y micoplasmas. Su papel de transmisores de fitopatógenos en proporciones que permiten el desarrollo de epidemias, es más importante en términos generales en el caso de virus, micoplasmas y espiroplasmas.

* Este material corresponde al capítulo 6 del libro "Manejo Integrado de Plagas Insectiles en Centroamérica: Estado Actual y Potencial Ed. por K. L. Andrews y José Rutilio Quezada (en preparación).

** Asistente de Investigación, Proyecto MIP/CATIE, San Salvador, El Salvador.

Las enfermedades causadas por virus son el problema fitopatológico más importante en el trópico americano, después de las causadas por hongos. Sin embargo, en ciertas zonas ecológicas donde los vectores se ven inhibidos, dichas enfermedades no existen (Wellman, 1972). La relevancia de los insectos vectores de virus, se ilustra con el áfido Myzus persicae que se distribuye mundialmente y tiene un amplio rango de hospedantes. Como plaga no sólo daña los cultivos directamente sino que es capaz de transmitir más de 100 enfermedades en alrededor de 30 diferentes familias de plantas (Van Emden y colaboradores, 1969).

Se han registrado 109 especies de saltahojas (cicadélidos) transmisores de enfermedades y un total de 380 especies de vectores que pertenecen a los siguientes grupos de insectos: Orthoptera 10; Dermaptera 1; Thysanoptera 6; Coleoptera 25; Lepidoptera 4; Diptera 2; Hemiptera 2; Auchenorrhyncha 128; Aleyrodoidea 8; Aphidoidea 186; y Coccoidea 8 (Ossiannilsson, 1966).

El crisomélido Cerotoma trifurcata es vector de importantes enfermedades virales en leguminosas en el trópico (Fulton, Scott y Gámez, 1975). La mosca blanca, Bemisia tabaci, transmite más de 30 diferentes agentes causales de un número todavía mayor de enfermedades fundamentalmente tropicales (Costa, 1960; 1975; y Maramorosch, 1975). En Centroamérica, los insectos desempeñan un importante papel en las epidemias inducidas por los siete virus del frijol reportados en esta región (Gámez, 1977).

La contribución de los insectos a las epidemias de enfermedades fungosas y bacteriales es de menos importancia, porque tienen como medios de dispersión el viento y el agua, los cuales son más activos y abundantes. Hasta 1975 cerca de 50 enfermedades habían sido atribuidas a los micoplasmas, los cuales todos son transmitidos por insectos (González, 1976). En el Cuadro 1 se resumen las principales enfermedades de importancia económica en Centroamérica y el Caribe transmisibles o asociadas significativamente a insectos.

CUADRO 1. Enfermedades de importancia económica en Centroamérica y el Caribe transmisibles o asociadas significativamente a insectos.

A- Enfermedades causadas por virus

Enfermedad y Agente Etiológico	Insecto Asociado o Vector	Nº de la Ref. Bibliográfica
Mosaico de la sandía-virus 1 del mosaico de la sandía	<u>Aphis gossypii</u> <u>Myzus persicae</u>	25, 36, 69, 37, 83
Virus Y de la papa	<u>M. persicae</u>	43, 54, 63
Clorosis infecciosa de las malváceas	<u>B. tabaci</u>	53, 55, 65, 66, 67, 68, 96
Mosaico dorado del frijol	<u>B. tabaci</u>	14, 15, 16, 41, 45, 82
Mosaico de la caña de azúcar	<u>A. gossypii</u> <u>Rhopalosiphum maydis</u> y muchos áfidos más	2, 71, 91
Mosaico del caupí	<u>Ceratomyza ruficornis</u>	38, 49, 50, 61, 81
Mosaico de los cucurbitáceas	<u>A. gossypii</u> y muchos áfidos más	13, 69, 94, 95, 97
Rayado fino del maíz	<u>Dalbulus maydis</u>	44, 47, 80, 91
Hoja blanca del arroz	<u>Sogatona oryzicola</u>	1, 39, 40
Enrollamiento de las hojas de la papa	<u>M. persicae</u>	10, 32, 33
Mancha anular de la papaya	<u>Aphis spiraeicola</u> , <u>M. persicae</u>	3, 35, 36, 72, 86, 87
Mosaico rugoso del frijol	<u>C. ruficornis</u> <u>Diabrotica balteata</u> y <u>D. adelpha</u> <u>Epilachna varivestis</u>	42, 46, 56
Mosaico de la papaya	<u>Aphis nerii</u> , <u>A. gossypii</u> <u>A. spiraeicola</u> y <u>M. persicae</u>	22, 36, 72, 88

¡ FOTOCOPIAS GRATIS !

Reciba trimestralmente dos artículos, GRATIS en fotocopias, seleccionados de "Páginas de Contenido MIP".

UNICOS REQUISITOS:

- Trabajar en actividades de MIP en Centro América y Panamá.
- Enviar noticias sobre eventos, investigaciones en plagas, documentos y otros aportes para el "Boletín Informativo MIP" o la Revista de Divulgación Técnica del Proyecto MIP/CATIE.

B- Enfermedades causadas por bacterias

Enfermedad	Agente Etiológico	Insecto Asociado o Vector	Nº de la Ref. Bibliográfica
Moko del banano	<u>Pseudomonas solanacearum</u> raza II, cepa SFR	<u>Trigona</u> spp. <u>Polybia</u> spp. <u>Drosophila</u> spp. y otras	17, 18, 19, 95
Bacteriosis de la yuca	<u>Xanthomonas manihotis</u>	No especificado	21
Pudrición bacterial del tallo de la yuca	<u>Erwinia carotovora</u> var. <u>carotovora</u>	<u>Anastrepha</u> spp.	7, 8, 9, 73, 76

C - Enfermedades causadas por hongos

Pudrición acuosa de la mazorca del cacao	<u>Monilia rozeri</u>	<u>Mesistorhinos tripterus</u>	31
Mal del machete en cacao	<u>Ceratocystis fimbriata</u>	<u>Platypus</u> spp. <u>Xyleborus</u> spp. <u>Xyleborus confusus</u>	28, 64, 93
Pudrición de la bellota del algodón	<u>Colletotrichum indicum</u> , <u>C. gossypii</u> y varios otros	<u>Anthonomus grandis</u>	62, 63
Mancha parda del tallo del cocotero	<u>Ceratocystis paradoxa</u>	<u>Xyleborus perforans</u> <u>X. ferrugineus</u> Picudos del cocotero (varias especies)	27

D- Enfermedades causadas por espiroplasmas, micoplasmas y rickettsias

Achaparramientos del maíz	Espiroplasmas	<u>Dalbulus maidis</u>	4, 5, 6, 26, 85, 90
Arrepollamiento de la papaya (Bunchy top)	Micoplasma	<u>Empoasca papayae</u>	2, 11, 60, 94
Amarillamiento letal del cocotero	Micoplasma	<u>Haplaxius pallidus</u>	77
Enfermedad de Pierce de la vid	Rickettsia	Homopteros (no determinados en Centroamérica)	70, 84

E- Enfermedades causadas por nemátodos

Anillo rojo del cocotero	<u>Rhadinaphelenchus cocophilus</u>	<u>Rhynchophorus palmarum</u> <u>Rhinostomus barbirostris</u>	27, 34, 57, 58, 59
--------------------------	-------------------------------------	--	--------------------

CICLO DE LA ENFERMEDAD

Para que ocurran las enfermedades infecciosas deben darse las siguientes condiciones: debe haber un hospedante susceptible disponible en un estado vulnerable; el agente causal (patógeno) debe estar presente y en una condición capaz de incitar una infección; y el ambiente debe ser favorable para la infección y establecimiento del patógeno en el hospedante. Los tres componentes, ambiente, patógeno y hospedante, interactúan para constituir el "ciclo de la enfermedad" (Fig. 1). Este ciclo se repite con la frecuencia y rapidez que las circunstancias lo permitan y su efecto acumulativo determina la severidad de una epidemia.

El ciclo de cada enfermedad ocurre en dos fases según el sitio que ocupa el patógeno dentro y fuera de la planta. En ambas fases los insectos desempeñan un papel decisivo en muchas enfermedades de gran importancia económica en Mesoamérica por dos razones principales. Primero, las enfermedades infecciosas no pueden ocurrir sin la presencia de inóculo, es decir el patógeno o sus partes (esporas, fragmentos de micelio, partículas virales, etc.) que pueden incitar una infección. Segundo, con excepción de los nemátodos, la mayoría de tipos de inóculo no posee locomoción. Por lo tanto debe trasladarse hasta el sitio de infección por el viento, el agua o los insectos.

RELACIONES HOSPEDANTES - INSECTO - PATOGENO

En el ciclo de la enfermedad, los insectos tienen destacada participación en la inoculación, penetración y reproducción de los patógenos. Estas son fases que se cumplen dentro de la planta (Fig. 1).

Inoculación y penetración

El inóculo puede alcanzar el sitio de infección en el hospedante por sus propios medios, en forma activa, pero generalmente es transportado por algún agente diseminador. El acceso a los tejidos del hospedante se denomina "inoculación". Los virus, espiroplasmas y micoplasmas generalmente son inoculados al interior de las células por insectos vectores. En cambio, los hongos y

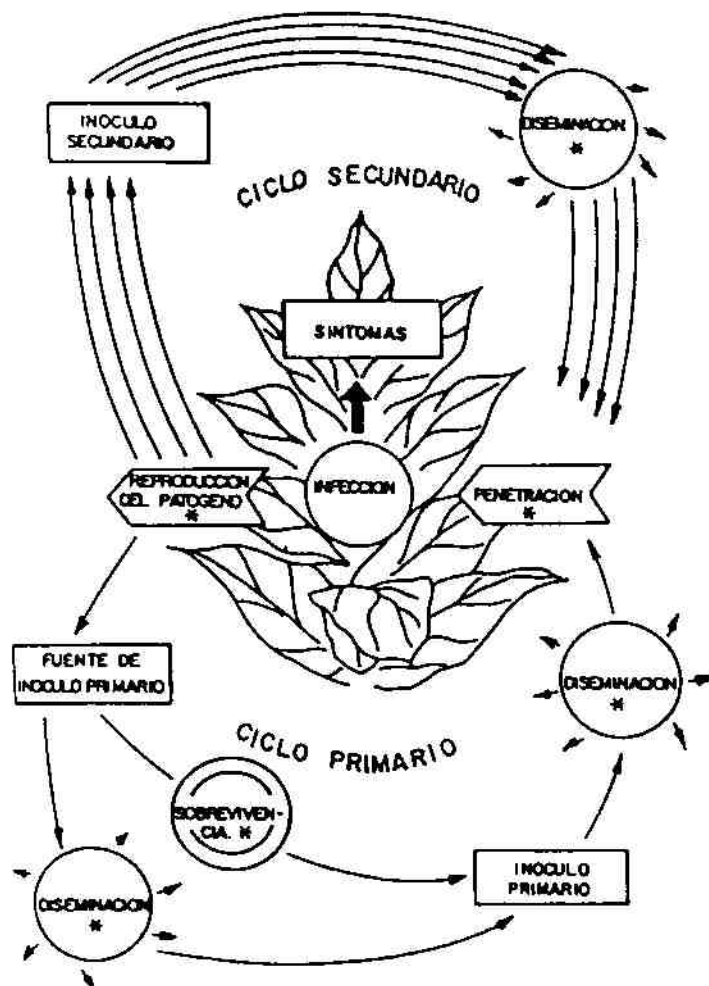


FIGURA 1. CICLOS DE LA ENFERMEDAD. EL CICLO SECUNDARIO, QUE PUEDE SER MULTIPLE, SE PRODUCE MIENTRAS EL HOSPEDANTE ESTE EN CRECIMIENTO ACTIVO Y SUSCEPTIBLE, SIEMPRE QUE EL AMBIENTE SEA PROPICIO. EL CICLO PRIMARIO SE INICIA AL TERMINAR EL CULTIVO O, EN CULTIVOS PERENNES, AL TERMINAR LA EPOCA PROPICIA PARA LA ENFERMEDAD.

las bacterias en su mayor parte son transportados a la superficie del hospedante por el viento y la lluvia. La penetración, que consiste en la ubicación del patógeno dentro del hospedante, puede efectuarse por aperturas naturales, por heridas o directamente a través de la epidermis (Cuadro 2).

Cuadro 2. Formas de penetración de los fitopatógenos en sus hospedantes.

Clase de agente causal	Forma de Penetración*		
	Por heridas	Por aperturas naturales	Directamente por epidermis
Hongos	+	+	+
Bacterias	+	+	-
Virus	+	-	-
Micoplasmas	+	-	-
Espiroplasmas	+	-	-
Rickettsias	+	-	-

* Muy generalizada: +; no conocida o no habitual: -

Los hongos son los únicos patógenos de plantas que pueden entrar en el hospedante por todas las formas conocidas. En este sentido, los hongos tal vez demuestren una de sus capacidades más versátiles y dinámicas. Algunos penetran por heridas, como los géneros Penicillium en naranjas (Echandi, 1971) y Rhizopus en bellotas de algodónero (Lagiere, 1970). Otros penetran por aperturas naturales, principalmente los estomas. Lo mismo sucede con las bacterias. Posiblemente por esta versatilidad, los hongos han mostrado hasta ahora, menos casos de dependencia de los insectos para llevar a cabo los ciclos de las enfermedades que provocan. Los insectos plagas causan heridas o daños mecánicos que permiten la entrada de todos los demás tipos de agentes causales de enfermedades (Cuadro 1) que de otra manera no podrían penetrar y posteriormente infectar y colonizar los tejidos del hospedante.

Carter (1962) ha hecho la siguiente clasificación de los fitopatógenos transmitidos por artrópodos:

1. Patógenos diseminados sin heridas en la planta
 - a) Diseminación únicamente mecánica
 - b) Diseminación biológica
 - (1) Insectos no obligatoriamente
 - (2) Insectos obligatoriamente

2. Patógenos diseminados por heridas en la planta
 - a) Diseminación mecánica
 - b) Diseminación biológica
 - (1) Insectos no obligatoriamente
 - (2) Insectos obligatoriamente

3. Patógenos diseminados por inyección
 - a) Hongos
 - b) Toxinas
 - c) Virus
 - (1) Biológica - pasando a través del hemocele
 - (a) Sin multiplicación dentro del vector
 - (b) Propagativo, multiplicándose dentro del vector
 - (2) Mecánica

Reproducción del patógeno

Cuando un patógeno ha logrado penetrar, infectar y colonizar los tejidos de la planta, puede eventual o simultáneamente producir unidades de multiplicación y diseminación, llamadas colectivamente propágulos. Cuando se trata de bacterias, micoplasmas, espiroplasmas o virus el crecimiento es lo mismo que multiplicación y se efectúa sin interrupción siempre que dispongan de tejido susceptible. Los hongos y nemátodos por lo general, primero necesitan pasar por un período de crecimiento vegetativo previo a la producción de nuevos propágulos (González, 1976).

La reproducción de los patógenos entonces se efectúa por lo general en los tejidos susceptibles de sus hospedantes. En algunos casos de virus, micoplasmas y espiroplasmas, la reproducción se efectúa también en el organismo del insecto vector, como en el caso de las partículas del virus del enrollamiento de la papa en el áfido *M. persicae* (Smith, 1974). Los virus fitopatógenos de este tipo son llamados propagativos, porque se multiplican en el insecto vector. Los que no lo hacen se llaman virus no propagativos. Ambos tipos son denominados virus circulativos por ser transportados internamente por el vector, a diferencia de los que únicamente son portados en el estilete (Matthews, 1970).

PAPEL DE LOS INSECTOS EN LA EPIDEMIOLOGÍA DE LAS ENFERMEDADES

Los insectos vectores de fitopatógenos tienen su más destacada participación en las fases del ciclo de ciertas enfermedades que se realizan fuera de la planta (Fig. 1). La sobrevivencia y disseminación de muchos patógenos son posibles únicamente con la ayuda de los insectos. Gran cantidad de patógenos logran resistir condiciones ambientales desfavorables, como en la época seca que dura de 3 a 6 meses en grandes áreas de Centroamérica, albergados en el suelo o en el tejido muerto del hospedante. Este es el caso de muchos hongos, bacterias y nemátodos. Diversidad de virus, micoplasmas y espiroplasmas sobreviven en sus insectos vectores, especialmente cuando son transmitidos transovarialmente a la progenie. Como en el ciclo primario (Fig. 1) existe una limitada disseminación de propágulos. Donde más participan los insectos en esta clase de enfermedades es en la sobrevivencia.

El número de nuevas lesiones depende de la eficiente disseminación de la enfermedad. Sin embargo, esta disseminación no es sólo cuestión de movimiento de propágulos. Los componentes hospedante, patógeno y ambiente están involucrados. El hospedante puede ser resistente al insecto transmisor. Por esta razón es posible mejorar las variedades susceptibles a una enfermedad, incorporándoles resistencia a los insectos transmisores del agente causal.

Por otra parte, el ambiente puede ser adverso en ciertos periodos a la actividad del vector, como cuando se presentan lluvias prolongadas. También

pueden disminuir los niveles de población de los vectores, la acción de enemigos naturales con efectos modificadores cruciales sobre el curso de una epidemia.

Con respecto al insecto vector, son importantes ciertas características como la longevidad y su capacidad de inoculación de patógenos circulativos en relación con el número de plantas que pueden ser infectadas por un vector individual. Es posible que la rápida reproducción de los insectos cause una sobrepoblación y migración masiva, la cual incrementaría la dispersión del patógeno y el período de adquisición, incubación y transmisión. Son datos importantes para determinar la factibilidad del uso eficaz de control de vectores por insecticidas.

Los vectores polípagos, como B. tabaci, M. persicae tortuguillas en Centroamérica, son más peligrosos si el patógeno que transmiten tiene muchos hospedantes.

EVALUACION DE DAÑOS POR INSECTOS VECTORES

Una especie de insecto no transmisor de patógenos es capaz de provocar daño directo únicamente, el cual puede llegar a limitar los posibles beneficios de un cultivo, ya sea reduciendo la retención de energía en el producto o afectando la calidad del producto mismo, (Fig. 2). Tal impacto de la población plaga sobre los retornos, puede efectuarse por el ataque sobre el follaje y raíces o sobre el producto mismo, en cuyo caso reduce la calidad y por tanto el precio de venta.

Los daños indirectos que las plagas pueden causar consisten en las enfermedades o pudriciones en las que participan microorganismos (Fig. 2). Ambos daños indirectos tienen importancia económica y por ello, deben medirse y sumarse a los daños directos. En la Fig. 3, se ilustran las consecuencias de estas consideraciones sobre el nivel de equilibrio y el umbral económico de un insecto plaga vector de una enfermedad, tomando en cuenta el daño directo solamente (fig. 3A) y el daño directo más el indirecto (Fig. 3B). En estas figuras se observa el punto o posición de equilibrio general.

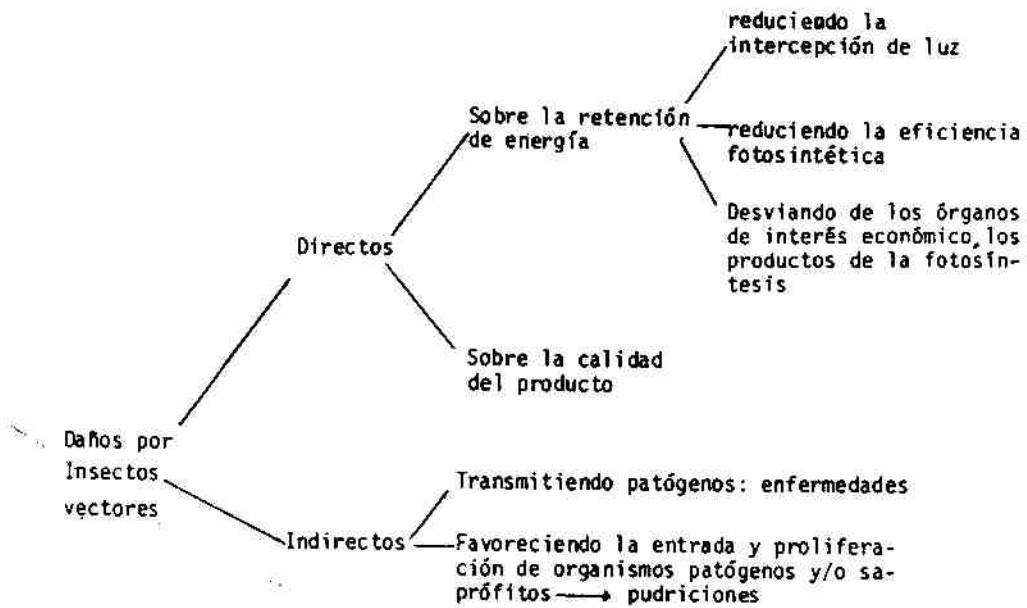


Fig. 2. TIPOS DE DAÑOS CAUSADOS POR INSECTOS PLAGA VECTORES DE FITOPATOGENOS.

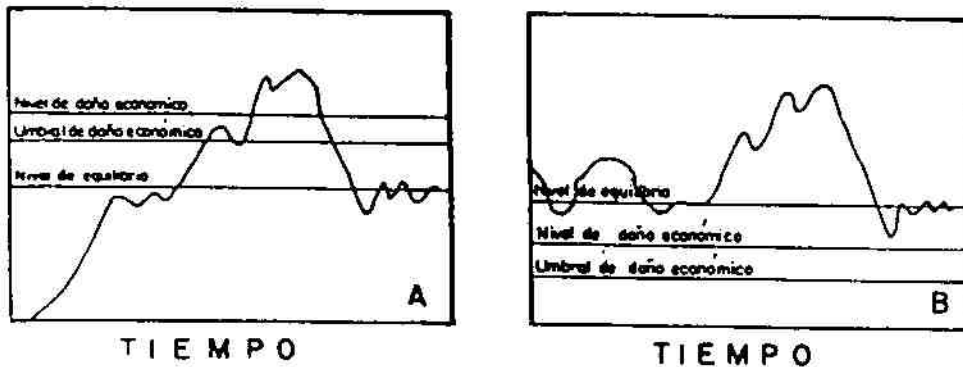


FIGURA 3. RELACION ENTRE EL NIVEL DE EQUILIBRIO, Y EL UMBRAL ECONOMICO DE DAÑOS HIPOTETICOS DE UNA POBLACION DE INSECTO VECTOR CONSIDERANDO EL DAÑO DIRECTO EN A Y EL DAÑO DIRECTO MAS EL INDIRECTO EN B (DAÑO MECANICO + DAÑO POR LA ENFERMEDAD TRANSMITIDA).

Esa posición está generalmente por debajo del umbral económico. Cuando se incluye en la función el daño indirecto causado por la enfermedad transmitida (Fig. 3B), la posición de equilibrio, por su definición, no se altera, pero el nivel de umbral económico podría bajar sensiblemente, por debajo del nivel de equilibrio. Esta situación plantea problemas más difíciles de resolver, porque exige mayor eficacia de las prácticas de manejo, intensifica su frecuencia y por ende aumenta los costos de control. Estos dos aspectos se ven sustancialmente afectados por las plagas que pueden transmitir una o más enfermedades. Cada insecto es doblemente dañino: como plaga y por las enfermedades asociadas a él. Esto obliga a mejorar el tipo y la precisión del muestreo y a volver más estricto el umbral económico.

Evaluación de pérdidas en el rendimiento

Se ha visto como cambian los valores de niveles de población que determinan el daño económico y el manejo de una plaga transmisora de enfermedades. Pero ¿cómo es alterado el efecto en el rendimiento con cada nivel de población? Cuando se trata de una plaga de follaje, no del producto, muchos estudios coinciden en que en las primeras etapas de desarrollo de la población, en el hospedante, no causan daños detectables en el rendimiento (Fig. 4A). El lado izquierdo de la curva indica que, hasta cierto nivel de población no hay efecto en el rendimiento. Con una plaga transmisora de una enfermedad cambia la función al tipo mostrado en la Fig. 4B en que es menos probable que haya niveles de población detectables y económicamente despreciables. Esto podría provocar la necesidad económica de aplicar medidas profilácticas o de control según el calendario, siempre y cuando exista la enfermedad que la plaga transmite (reservorios o focos primarios de infección).

Estudio de caso: la mosca blanca en algodónero

La mosca blanca, B. tabaci es transmisora de diversos virus, muy abundante en los trópicos especialmente en Centroamérica y el Caribe (Bird, 1975; Granillo et al, 1975; Pierre, 1973; Schmutterer, 1977). El daño inducido por B. tabaci puede ser directo e indirecto. Los daños directos son: a) competencia con la planta por productos de síntesis; b) destrucción o daño de numerosas células en los sitios de punción y en la trayectoria de sus estiletes en los tejidos

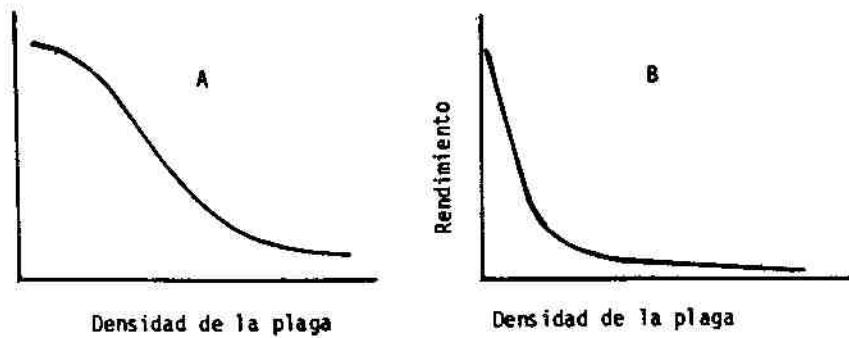


Fig. 4. EL RENDIMIENTO DE UN CULTIVO EN FUNCION DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DE UNA PLAGA DEL FOLLAJE QUE NO TRANSMITE NINGUNA ENFERMEDAD EN A y EN FUNCION DE LA DENSIDAD POBLACIONAL DE UNA PLAGA QUE SI TRANSMITE UNA ENFERMEDAD EN B.

foliares; c) inducción a la planta de un efecto tóxico que incluye un aclareo generalizado de las venas (Costa, 1960).

Los daños indirectos que causa la mosca incluyen: a) transmisión de virus; b) diseminación en ciertos casos de bacterias y hongos; c) permiten el desarrollo de mohos de hollín (fumaginas) del tipo Fumago sobre las excreciones (Costa, 1960).

Con esta clasificación de daños y las funciones que las explican, es posible ilustrar, con un estudio de caso, el cambio de niveles de daño económico sufrido por el algodón afectado por mosca blanca y el virus de la clorosis infecciosa que ella transmite habitualmente en Centroamérica (Schmutterer, 1977). La función que relaciona la densidad de población de mosca blanca y las pérdidas de cosecha está dada por:

$$Y = 6 \log (x+1) \quad (1)$$

donde x = ninfas/hoja

Y = % de reducción de rendimiento de semilla de algodón obtenida por Mound (1966).

La función que relaciona el daño por el virus de la clorosis infecciosa que transmite la mosca blanca es:

$$Y = 0.442X$$

donde x = % de plantas infectadas (2)

Y = % de pérdidas en rendimiento

0.442 = constante.

Una planta infectada en los primeros 50 días produce un 55.8% con respecto a una planta sana (Larios, 1978; Van Endem, 1969).

En estudios efectuados en 1976, 1977 y 1978 en la zona costera de El Salvador, se encontraron las interrelaciones entre mosca blanca e incidencia de virosis en algodónero presentadas en el Cuadro 3 (Larios, 1979).

CUADRO 3. Daños directos e indirectos de la mosca blanca, *B. tabaci*, en algodónero en El Salvador.

Año	DAÑO DIRECTO		DAÑO INDIRECTO		
	Nº ninfas por hoja* (x ₁)	% reducción en el rendimiento ** (A)	% infección por virus * (x ₂)	Reducción en el rendimiento*** (B)	Total de pérdidas (A+B)
1976	43	6.4	5.7	2.5	8.9
1977	177	48.5	2.7	1.2	49.7
1978	40	6.4	21.1	9.3	15.7

* A los 70 días de edad

** Según ecuación $y = 6 \log (x_1+1)$

*** Según ecuación $y = 0.442 x_2$

Si se asume un costo de control de \$60.00, una reducción del daño del 80%, un rendimiento potencial de 2564 Kg/ha (40 qq/mz.), se tienen los beneficios y niveles económicos presentados en el cuadro 4, según se incluya el daño mecánico únicamente o se agreguen los daños por infección del virus transmitido. Del cuadro se desprende claramente como cambia el criterio de control (umbral económico), según el criterio puramente entomológico y el criterio integral del daño directo o mecánico, más la enfermedad transmitida por la mosca blanca.

En 1976 no se habría justificado ningún control al tomar en cuenta sólo el daño directo, pero al sumar las pérdidas por el grado de infección virosa, la relación beneficio/costo se eleva a 1.62, determinando la necesidad de controlar. En ese año se registró un promedio de 43 moscas/hoja y las pérdidas más importantes (164 kg/ha) se debieron al daño por alimentación. La enfermedad clorosis infecciosa únicamente redujo los rendimientos en 64.6 kg/ha. Lo contrario fue el caso de 1978 en el que con similar infestación (40 moscas/hoja) se perdieron 164.1 kg/ha por alimentación del insecto y 239 kg/ha por el daño indirecto (Cuadro 4). En 1976 y 1977 el daño mecánico determinó aplicar medidas de combate; en 1978 el daño indirecto obligó a aplicarlas.

CUADRO 4. Nivel de daño económico y relación beneficio/costo de control de *B. tabaci* en algodónero, según se considere el daño mecánico de la plaga, el daño por el agente transmitido o ambos (Larios, 1979).

Año		Pérdidas kg/ha	Valor de las pér- didas \$/ha	Beneficio del Control**	Relación beneficio/ costo***
1976	Daño mecánico (a)	164.0	86.92	69.52	1.16
	Daño por en- fermedad (b)	64.6	34.24	27.39	0.46
	Daño total (a+b)	<u>228.6</u>	<u>121.16</u>	<u>96.91</u>	<u>1.62*</u>
1977	Daño mecánico (a)	1243.50	659.00	527.20	8.78*
	Daño por la en- fermedad (b)	30.77	16.30	13.04	0.22
	Daño total (a+b)	<u>1274.27</u>	<u>675.30</u>		<u>9.00*</u>
1978	Daño mecánico (a)	164.10	86.97	69.58	1.16
	Daño por la en- fermedad (b)	239.22	126.79	101.43	1.69*
	Daño total (a+b)	<u>403.32</u>	<u>213.76</u>	<u>171.01</u>	<u>2.85*</u>

* Casos en que se justificaría aplicar algún control (relación beneficio/costo significativamente > 1).

** Reducción de daño del 80%

*** Costo de control es \$60

CONCLUSIONES

Es evidente que los insectos están íntimamente asociados a muchas e importantes enfermedades, ya sea como vectores o como agentes que posibilitan la penetración de patógenos. En ambos casos, son daños que ocasionan pérdidas de interés económico y que por lo tanto deben de evaluarse y tomarse en cuenta en los cálculos de umbrales de daño económico. Estos factores son básicos en la toma de decisiones para la aplicación de medidas de control en cualquier programa de MIP, por lo que se sugiere incluir junto con el muestreo de plagas, el muestreo de plantas enfermas por efecto de los vectores para considerar este componente en los modelos de manejo de plagas.

LITERATURA CITADA

1. ACUÑA GALE, J., RAMOS LEDON, L. y LOPEZ CARDET, Y. 1958. Sogata oryzicola Muir, vector de la enfermedad virosa hoja blanca del arroz en Cuba. Agrrotecnia 1958:23-24.
2. ADSUAR, J. 1946. Transmission of papaya bunchy top by a leafhopper of genus Empoasca. Science 103:316.
3. _____. 1947. Studies on virus diseases of papaya (Carica papaya) in Puerto Rico. I. Transmission of papaya mosaic. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 31:248-256.
4. ANCALMO, O. y DAVIS, W. C. 1961. Achaparramiento (Corn Stunt). Plant Disease Reporter 45:281.
5. _____. 1962. Estudios realizados con el achaparramiento del maíz en El Salvador. En: Reunión Anual del Proyecto Cooperativo Centroamericano, 8a., San José, Costa Rica, 1962. [Actas]. [s.n.t.]. pp. 79-82. 5 ref.
6. _____. 1962. Labor desarrollada en El Salvador en relación con el vector del achaparramiento del maíz. In: Reunión Anual del Proyecto Cooperativo Centroamericano, 8a., San José, Costa Rica, 1962. [Actas]. [s.n.t.]. pp. 83-85.
7. BELLOTTI, A. C. 1977. Cassava production systems. En: Centro Internacional de Agricultura Tropical. Annual Report 1976. Cali, Colombia. pp. B1-B76.
8. _____. 1978. An overview of cassava entomology. En: Cassava Protection Workshop, Cali, Colombia, 1977. Proceedings. Edited by T. Brekelbaum, A. Bellotti and J. C. Lozano. Cali, Colombia, CIAT. pp. 29-39.
9. _____. y PEÑA, J. E. 1978. Studies on the cassava fruit fly Anastrepha sp. In Cassava Protection Workshop, Cali, Colombia, 1977. Proceedings. Edited by T. Brekelbaum, A. Bellotti and J. C. Lozano. Cali, Colombia, CIAT. pp. 203-208.
10. BERROCAL, B. E. 1963. Estudio del virus del enrollamiento de las hojas de la papa en Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 75 p.
11. BIRD, J. y ADSUAR, J. 1952. Viral nature of papaya bunchy top. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 36:5-11.
12. _____. 1961. Inoculation of sugarcane plants with the mosaic virus using the airbrush. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 45:1-7.
13. BIRD, J. y WELLMAN, F. L. 1962. A mosaic disease of musaceous crops in Puerto Rico. Phytopathology 52:286. (resumen)
14. _____. PEREZ, J. E., ALCONERO, R.; VAKILI, N. G. y MELENDEZ, P. L. 1972. A white-fly transmitted golden-yellow mosaic virus of Phaseolus lunatus in Puerto Rico. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 56:64-74.
15. _____. SANCHEZ, J. y VAKILI, N. G. 1973. Golden yellow mosaic of beans (Phaseolus vulgaris) in Puerto Rico. Phytopathology 63(12): 1435.
16. _____. SANCHEZ, J., RODRIGUEZ, R. L. y JULIA, F. J. 1975. Rugaceous (whitefly transmitted) viruses in Puerto Rico. In Bird, J. y Maramorosh, E. eds. Tropical diseases of legumes. New York, Academic Press. pp. 3-25.
17. BUDDENHAGEM, I. W. 1962. An insect-spread bacterial wilt epiphytotic of bluggoe banana. Nature 194(4824):164-165.

18. _____. 1964. La antracnosis del plátano "cachaco" en Colombia is really bacterial wilt caused by Pseudomonas solanacearum. Turrialba (Costa Rica) 14(2):100.
19. _____. y KELMAN, A. 1964. Biological and physiological aspects of bacterial wilt caused by Pseudomonas solanacearum. Annual Review of Phytopathology 2:203-230.
20. CARTER, W. 1962. Insects in relation to plant disease. New York, Interscience. p. 5.
21. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, (CIAT). 1975. Annual report 1974. Cali, Colombia. 253 p.
22. COOK, A. A. 1972. Virus diseases of papaya. Agricultural Experimental Station of Florida. Bulletin n° 750. 19 p.
23. COSTA, A. S. 1960. White flies as virus vectors. In Maramorosch, K. ed. Viruses, vectors and vegetation. New York, Interscience. pp. 95-119.
24. _____. 1975. Increase in the populational density of Bemisia tabaci a threat of widespread virus infection of legume crops in Brazil. In Bird, J. y Maramorosch, K. eds. Tropical diseases of legumes. New York, Academic Press. pp. 27-49.
25. COUDRIET, D. L. 1962. Efficiency of various insects as vectors of cucumber mosaic and watermelon mosaic viruses in cantaloups. Journal of Economic Entomology 55:519-520.
26. DAVIS, E. E. y WOOLEY, J. E. Spiroplasma: motile, helical microorganisms associated with corn stunt disease. Phytopathology 63(3):403-408. 20 ref.
27. DEAN, CH. G. 1977. Problems of the coconut palm in Central America with special reference to El Salvador. San Salvador, El Salvador, CENIA. p. 78 (mimeograf.)
28. DELGADO, J. C. y ECHANDI, E. 1965. Evaluación de la resistencia de especies y clones de cacao al mal del machete provocado por Ceratocystis fimbriata. Turrialba (Costa Rica) 15(4):286-289.
29. ECHANDI, E. 1971. Manual de laboratorio para fitopatología general. México, Herrero. s.p.
30. EMDEN, H. F. VAN., EASTOP, V. F., HUGHES, R. D. y WAY, M. J. 1969. The ecology of Myzus persicae. Annual Review of Entomology 14:197-270.
31. ENRIQUEZ, G. A. y SORIA V., J. 1977. Mejoramiento genético para resistencia a cinco enfermedades de cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 35 p.
32. ESPINOZA, A. M. y GAMEZ, R. 1977. Utilización de métodos histológicos y de infectividad en el diagnóstico del virus del enrollamiento de las hojas de la papa. Fitopatología 12(2):59-68.
33. _____. y GAMEZ, R. 1977. Incidencia del virus del enrollamiento de las hojas de papa en lotes comerciales de semilla en Costa Rica. Fitopatología 12(2):97-98.
34. FENWICK, D. W. 1968. Red-ring disease of the coconut palm. In Smart, G. C. Jr. y Perry, V. G. eds. Tropical helminthology. Gainesville, University of Florida Press. pp. 38-48.
35. FERNANDEZ VALIELA, M. V. 1969. Introducción a la fitopatología. 3 ed. Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. pp. 222-229.
36. FISCHER, M. O. DE y GALINDO A., J. 1978. Virosis del papayo (Carica papaya) en México. Fitopatología 13(1):5. (resumen).

37. FISCHNER DIAZ, F. A. 1973. Identificación y distribución del virus 1 del mosaico de la sandía en El Salvador. *SIADES (El Salvador)* 2(3-4):28-31.
38. FULTON, J. P., SCOTT, H. A. y GAMEZ, R. 1975. Beetle transmission of legume viruses. In Bird, J. y Maramorosch, K. ed. *Tropical diseases of legumes*. New York, Academic Press. pp. 123-131.
39. GALVEZ E., G. E., THURSTON, H. D. y JENNINGS, P. R. 1960. Transmission of hoja blanca of rice by the plant hopper, *Sogatodes cubana*. *Plant Disease Reporter* 44:394.
40. GALVEZ E., G. E. 1968. Transmission studies of the hoja blanca virus with highly active virus-free colonies of *Sogatodes oryzicola*. *Phytopathology* 58(6):818-821. 9 ref.
41. _____ y CASTAÑO J., M. 1976. Purification of the whitefly-transmitted bean Golden Mosaic Virus. *Turrialba (Costa Rica)* 26(2):205-207.
42. _____, CARDENASA, M., KITAJIMA, E. W., DIAZ CH., A. J. y NIETO C., M. P. 1977. Purification, serology, electron microscopy and properties of the Ampollado Strain of Bean Rugose Mosaic Virus. *Turrialba (Costa Rica)* 27(4):343-350.
43. GAMEZ, R. 1962. Una enfermedad virosa de los chiles causada por el virus Y de la papa. *Revista de Biología Tropical (Costa Rica)* 10: 91-97.
44. _____. 1969. A new leafhopper-borne virus of corn in Central America. *Plant Disease Reporter* 53(12):929-932.
45. _____. 1971. Los virus del frijol en Centroamérica. I. Transmisión por mosca blanca (*Benisia tabaci* Genn.) y plantas hospedantes del virus del mosaico dorado. *Turrialba (Costa Rica)* 21(1):22-27.
46. _____. 1972. Los virus del frijol en Centro América. II. Algunas propiedades y transmisión por crisomélidos del virus del mosaico rugoso del frijol. *Turrialba (Costa Rica)* 22(3):249-257. 19 ref.
47. _____. 1973. Transmission of rayado fino virus of maize (*Zea mays*) by *Dalbulus maidis*. *Annals of Applied Biology* 73(3):285-292.
48. _____. 1977. Las enfermedades virales como factores limitantes en la producción del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en América Latina. *Fitopatología* 12(1):24-26.
49. GONZALEZ, C., MORENO, R. GAMEZ, R. 1975. Identification, incidence and distribution of a virus of bean (*Vigna sinensis*) in Costa Rica. *Proceedings of the American Phytopathological Society* 2:75. (resumen C-13).
50. _____, MORENO, R., RAMIREZ, P. y GAMEZ, R. 1976. Los insectos crisomélidos como vectores de virus de leguminosas. In *Reunión Anual del Programa Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios*, 22a., San José, Costa Rica, 1976. Memoria. [s.n.t.]. v. 1, pp. L32/1-2. 7 ref.
51. GONZALEZ, L. C. 1976. Introducción a la fitopatología. Revisión de Eddie Echandi. San José, Costa Rica, IICA. 148 p. (IICA. Libros y Materiales Educativos no. 29).
52. GONZALEZ, V. y GAMEZ, R. 1974. Algunos factores que afectan la transmisión del virus del rayado fino del maíz por *Dalbulus maidis* De Long & Wolcott. *Turrialba (Costa Rica)* 24(1):51-57.

53. GRANILLO, C. R. 1973. La mosca blanca Bemisia tabaci (Genn) como vector de virus del algodónero Gossypium hirsutum L. en El Salvador. SIADES (El Salvador) 2(2):31-34.
54. _____, ANAYA, M. y DIAZ, A. 1973. Los virus del chilé dulce (Capsicum annum L.) en El Salvador. SIADES (El Salvador) 2(3-4): 32-36.
55. _____, DIAZ, A. J., ANAYA, M. y BERMUDEZ DE PAZ, C. A. 1975. Diseases transmitted by Bemisia tabaci in El Salvador. In Bird, J. y Maramorosch, K. eds. Tropical diseases of legumes. New York, Academic Press. pp. 51-53.
56. _____, DIAZ, A. J., ANAYA, M. y JIMENEZ, G. E. A new virus disease of beans transmitted by chrysomelid beetles. In Bird, J. y Maramorosch, K. eds. Tropical diseases of legumes. New York, Academic Press. pp. 115-117.
57. HAGLEY, E. A. C. 1962. The palm weevil, Rhynchophorus palmarum L., a probable vector of red ring disease of coconuts. Nature 193(4814): 499.
58. _____. 1963. The role of the palm weevil, Rhynchophorus palmarum L., as a vector of red-ring disease of coconuts. I. Results of preliminary investigations. Journal of Economic Entomology 56(3): 375-380.
59. _____. 1965. The mechanism of transmission of Rhadinaphelenchus cocophilus by the palm weevil, Rhynchophorus palmarum. Phytopathology 55(1):117-118.
60. HAQUE, S. Q. y PARASRAM, S. 1973. Empoasca stevensi, a new vector of bunchy top disease of papaya. Plant Disease Reporter 57(5):412-413.
61. _____. y PERSAD, G. C. 1975. Some observations on the seed transmission of beetle-transmitted cowpea mosaic virus. In Bird, J. y Maramorosch, K. eds. Tropical diseases of legumes. New York, Academic Press. pp. 119-121.
62. LAGIERE, R. 1970. Contribution a l'étude des pourritures des capsules du cotonnier en El Salvador. Coton et Fibres Tropicales 25(3):361-373.
63. LAIRD JUNIOR, E. F. y DICKSON, R. C. 1963. Tobacco etch virus and potato virus in peper, their host plants and insect vectors in Southern California. Phytopathology 53:48-52.
64. LARA E., F. y SHENEFELT, R. D. 1965. Some Scolytidae and Platypodidae associated with cacao in Costa Rica. Turrialba (Costa Rica) 15(3): 169-177.
65. LARIOS, J. F., FISCHNALER, F., BONILLA, P. y LARA, E. W. 1977. Influencia de algunos vectores epidemiológicos en el control de la clorosis infecciosa de las malváceas en algodónero en El Salvador. Proceedings of the American Phytopathological Society 4:178. (resumen)
66. LARIOS, J. F. 1979. Niveles críticos de insectos que transmiten fitopatógenos: el caso de mosca blanca (Bemisia tabaci Genn.). Turrialba 29(4):237-241.
67. _____, SANDOVAL, S. O., LARA, E. W., PEREZ, F. B. y GARCIA, J. M. 1978. Analysis of the spread of infections chlorosis virus from wildweed hosts to cotton fields. Phytopathology News 12(12):265.
68. _____, FISCHNALER, F., BONILLA, P. y LARA, E. W. 1978. Interrelationship between the activity of whiteflies (Bemisia tabaci Genn) and the incidence of infectious chlorosis virus in cotton in El Salvador. Phytopathology News 12(12):265.

69. LASTRA, P. 1968. Occurrence of cucurbit viruses in Venezuela. *Plant Disease Reporter* 52(2):171-174.
70. LEE, R. F. y FELDMAN, A. W. 1978. Immunofluorescence for detection of rikettsialike bacteria in grape affected by Pierce's disease, almond affected by almond leaf scorch, and citrus affected by young tree decline. *Phytopathology News* 12(12):265.
71. LIU, L. J., ELLIS, T. O. y ARCENFAUX, G. 1965. Diseases of sugarcane and their control at Central Romana. *In* Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, 12^a, Puerto Rico, 1965. Proceedings. [s.n.t.]. pp. 1226-1231.
72. LOPEZ, P. O. 1972. Identificación de las virosis de la lechosa (Carica papaya L.) en Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía (Venezuela)* 6:5-36.
73. LOZANO, J. C. 1978. General considerations on cassava pathology. *In* Cassava Protection Workshop, Cali, Colombia, 1977. Proceedings. Edited by T. Brekelbaum, A., A. Bellotti and J. C. Lozano. Cali, Colombia, CIAT. pp. 17-27.
74. MARAMOROSCH, K. 1975. Etiology of whitefly-borne diseases. *In* Bird, J. y Maramorosch, K. eds. *Tropical diseases of legumes*. New York, Academic Press. pp. 71-78.
75. MATTHEWS, R. E. P. 1970. *Plant virology*. New York, Academic Press. 760 p.
76. MATTOS C., L. y LOZANO, J. C. 1978. Pudrición del tallo de la yuca. *Fitopatología* 13(1):31. (resumen)
77. MENA TASCÓN, E. y MARTINEZ LOPEZ, G. 1977. Identificación del insecto vector de la marchitez sorpresiva de la palma africana (Elaeis guineensis Jacq.). *Fitopatología Colombiana* 6(1):214.
78. MOUND, L. A. 1965. Effect of whitefly on cotton in the Sudan Gezira. *Empire Cotton Growing Review* 42:290-294.
79. OSSIANILSSON, F. 1966. Insects in the epidemiology of plant viruses. *Annual Review of Entomology* 11:213-232.
80. PANIAGUA, R. y GAMEZ, R. 1976. El virus del rayado fino del maíz; estudios adicionales sobre la relación del virus y su insecto vector. *Turrialba (Costa Rica)* 26(1):39-43.
81. PEREZ, J. E. y CORTES-MONLLOR, A. 1970. A mosaic virus of cowpea from Puerto Rico. *Plant Disease Reporter* 54(3):212-216.
82. PIERRE, R. E. 1973. Observations on the golden mosaic of bean (Phaseolus vulgaris L.) in Jamaica. *In* Bird, J. y Maramorosch, K. eds. *Tropical diseases of legumes*. New York, Academic Press. pp. 55-60.
83. PINTO C., B. y GALINDO A., J. 1978. Virosis del melón en el Estado de Morelos. *Fitopatología* 13(1):18. (resumen).
84. RAJU, B. C., GOHEEN, A. C., LOWE, S. K. y NYLAND, G. 1978. Pierce's disease of grapevines in Central America. *Phytopathology News* 12(12):267.
85. RICO DE CUJIA, L. M. y MARTINEZ LOPEZ, G. 1976. El achaparramiento de maíz en la Sabana de Bogotá. *Noticias Fitopatológicas* 5(2): 74-78.

86. SANCHEZ DE LUQUE, C. y MARTIN Z L., G. 1976. Algunas observaciones sobre el virus de la mancha anular de la papaya en Colombia. *Noticias Fitopatológicas* 5(2):62-73.
87. _____ y SALAZAR C., R. 1975. Identification of possible sources of resistance to papaya ringspot virus in *Carica papaya* L. *Proceedings of the American Phytopathological Society* 7:79. (resumen C-32)
88. SCHAEFERS, G. A. 1969. Aphid vectors of the papaya mosaic viruses in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 53(1):1-13.
89. SCHMUTTERER, H. 1977. Plagas y enfermedades del algodón en Centroamérica. Eschburn, Alemania, Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ). s.p.
90. SMITH, D. L. y NIEDERHAUSER, J. S. 1958. Occurrence of corn stunt virus in Central America and Colombia. *Plant Disease Reporter* 45:512.
91. SMITH, K. M. 1972. *A Textbook of plant virus diseases*. 3 ed. London, Longman. pp. 491-492.
92. _____. 1974. *Plant viruses*. 5 ed. London, Chapman and Hall. pp. 97-98.
93. SORIA V., J. y SALAZAR, C. 1965. Pruebas preliminares de resistencia a *Ceratocystis fimbriata* en clones e híbridos de cacao. *Turrialba (Costa Rica)* 15(4):290-295.
94. STORY, G. E. y HALLIWELL, R. S. 1969. Association of a mycoplasma-like organism with the bunchy-top disease of papaya. *Phytopathology* 59(9):1336-1337.
95. STOVER, R. H. 1972. *Banana, plantain and abaca diseases*. Kew, England, Commonwealth Mycological Institute. pp. 198-207.
96. TARR, S. A. J. 1964. *Virus diseases of cotton*. Kew, England, Commonwealth Mycological Institute. 23 p.
97. WAITE, B. H. 1960. Virus diseases of bananas in Central America. *Proceedings of Caribbean Region of the American Society of Horticultural Science* 4:26-30.
98. WELLMAN, F. L. 1972. *Tropical american plant diseases*. New Jersey, Scarecrow Press. p. 125.