

Hospedantes de los Potyvirus del melón (*Cucumis melo* L.) en la provincia de Los Santos, Panamá

J. A. HERRERA, J. M. OSORIO, L. C. SALAZAR, O. FERNÁNDEZ (†)

El presente trabajo recoge la determinación de tres importantes virosis del grupo de los Potyvirus que infectan al cultivo del melón de exportación: Papaya ringspot virus-W (PRSV-W), Watermelon mosaic virus-2 (WMV-2) y Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV), en diferentes especies hospedantes naturales recogidas en plantaciones comerciales de cinco parcelas ubicadas en la provincia de Los Santos, Panamá, durante el periodo enero-abril de 1999. En estas parcelas se cultiva el melón bajo el sistema de riego por goteo (con fertirrigación y prácticas de manejo integrado).

En cada parcela se muestrearon cinco cuadrantes de 100 m² cada uno, haciendo un total de 500 m² por parcela. Los cuadrantes se ubicaron en el área de cultivo y en los bordes de la parcela, para abarcar las diferentes comunidades vegetales existentes. Las plantas colectadas en cada cuadrante se identificaron en un 97,2% hasta el nivel de especie y el análisis de las plantas se realizó mediante la técnica DAS-ELISA, para determinar la presencia de los tres virus citados.

Las especies positivas se utilizaron en la inoculación mecánica artificial de melón, verificando de esta manera el resultado. Se identificaron 148 especies de plantas, representadas en 40 familias, en las cinco parcelas. Se determinaron 26 especies, pertenecientes a 11 familias de plantas, positivas por lo menos para uno de los tres virus analizados. Varias especies hospedantes silvestres de estos virus no han sido citadas previamente en la literatura.

La eliminación oportuna de las especies hospedantes alternas, junto con otras prácticas de manejo integrado, puede contribuir a retrasar el desarrollo de la epidemia y reducir las pérdidas producidas por virosis en el cultivo del melón.

(†) En memoria del Dr. Orencio A. Fernández G. (qepd).

J.A. HERRERA. Instituto Agroforestal Mediterráneo, Universidad Politécnica de Valencia, España, Camino de Vera s/n, 46022-Valencia, España. e-mail: joshervs@doctor.upv.es
J.M. OSORIO, L.C. SALAZAR. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá, Panamá. Estafeta Universitaria, Entrega General, Panamá, República de Panamá.
O. FERNÁNDEZ (†). Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, Ciudad del Saber, Clayton, Panamá, 6-4391, El Dorado Panamá, 6A, Panamá

Palabras clave: PRSV-W, WMV-2, ZYMV, Virosis, Hospedantes, ELISA.

INTRODUCCIÓN

El melón (*Cucumis melo* L.) es un cultivo económicamente importante en Panamá con 1449 hectáreas (ha) cultivadas en el 2005 (MIDA, 2005), ocupando la provincia de Los Santos, en el extremo sur de Panamá, el 63,5% de la superficie total cultivada. Las

pérdidas por rechazo en las plantas exportadoras ascienden a 16%, pero además existe otra parte que queda en el campo cuyo estimado es de 24%, haciendo un total de 40%. Uno de los factores de rechazo es el daño ocasionado por enfermedades virales (MIDA, 1998), entre las cuales destacan por ser detectadas con mayor frecuencia las ocasio-

nadas por Papaya ringspot virus-W (PRSV-W), Watermelon mosaic virus-2 (WMV-2) y Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV), pertenecientes al género *Potyvirus*, familia *Potyviridae*, virus RNA monocatenario, de sentido positivo, los cuales presentan partículas flexuosas alargadas (680-900 x 11 nm) y una única especie polipeptídica en la cápsida (AGRIOS, 1997). La infección viral de los *Potyvirus* está a menudo asociada con inclusiones intracelulares, citoplasmáticas y nucleares, en forma de molinillo, de haces y de agregados laminares (SMITH *et al.*, 1992). En California han sido citados estos tres *Potyvirus* (NAMEH *et al.*, 1986), los cuales también se presentan en Panamá, siendo el PRSV-W el virus del melón más común y de mayor importancia en Panamá (GUERRA *et al.*, 1995; GARCÍA, 1997), estimando la incidencia del virus en un 80-90% en las cucurbitáceas, pudiendo ocasionar pérdidas de más del 75% de la producción (FERNÁNDEZ, 1987). Además, estudios realizados en Costa Rica informan que estos tres virus causaron efectos severos en la producción y calidad de los frutos (RIVERA *et al.*, 1993). Los *Potyvirus* son transmitidos de forma no persistente por varias especies de áfidos (PURCIFULL *et al.*, 1984a y 1984b; BLUA and PERRING, 1989; RIVERA *et al.*, 1993). No se ha señalado transmisión por semilla de melón (BLANCARD *et al.*, 1991).

Para que ocurra la diseminación de virus transmitidos en forma no persistente es necesario la presencia de fuentes de inóculo primario (MATTHEWS, 1991). THRESH (1981), reconoce a las malezas y a las plantas voluntarias hospedantes de virus que crecen dentro del área de cultivo y alrededores, como fuente importante a partir de las cuales puede ocurrir la introducción de un virus transmitido de forma no persistente al campo de cultivo. Este tipo de transmisión no persistente plantea la necesidad de un control de tipo preventivo dificultando la llegada del vector mediante barreras físicas como el cultivo protegido con plástico, cultivo bajo malla o la utilización, en estos cultivos protegidos, de plásticos y mallas filtrables, ya

que el tratamiento con insecticidas no se muestra eficiente en el control como vector. Se han señalado en la bibliografía otro tipo de medidas como la utilización de plásticos plateados o de acolchados amarillos de los que hay controvertidas opiniones. Sin duda alguna las plantas silvestres pueden constituir un importante reservorio de los agentes virales y su eliminación se hace necesaria por su papel como inóculo primario de estas enfermedades. Se han realizado pocos estudios previos al nuestro para determinar los hospedantes silvestres de estos tres virus en el trópico, como resultado de la transmisión natural de ellos en el campo (UJMAN *et al.*, 1991; VALDIVIA, 1991; SÁNCHEZ *et al.*, 1998). Este trabajo se realizó con el propósito de identificar las especies de plantas hospedantes alternas de los *Potyvirus* del melón en el área de cultivo y alrededores, para incluir su eliminación como componente de un programa de control integrado.

MATERIALES Y MÉTODOS

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

La colecta de las plantas se realizó en el periodo enero-abril de 1999, en parcelas de 30, 40, 65, 30 y 35 ha correspondientes a los corregimientos de La Laja (A), San José (B), La Palma (C), Guánico Abajo (D) y Las Cruces (E), respectivamente, ubicadas en la provincia de Los Santos, en el extremo sur de Panamá (Figura 1), con un total de 200 ha en dichas parcelas.

SELECCIÓN DE LOS CUADRANTES PARA EL MUESTREO

En cada parcela se muestrearon cinco cuadrantes de 100 m² cada uno, haciendo un total de 500 m² por parcela. Los cuadrantes se ubicaron en el área de cultivo y en los bordes de la parcela, abarcando las diferentes comunidades vegetales existentes.

COLECTA DE PLANTAS

La colecta de las plantas se realizó utilizando prensas de madera y papel periódico,

manteniendo las muestras en buen estado hasta su identificación taxonómica. Se colectaron aproximadamente 1000 muestras de plantas dicotiledóneas, con ausencia o presencia de síntomas característicos de la infección por Potyvirus. Los ápices de las plantas se deshidrataron en sílica gel hasta su análisis por ELISA.

IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LAS PLANTAS

Las plantas colectadas, una vez codificadas, fueron identificadas por especialistas de la Universidad de Panamá (UP) y del Smithsonian Tropical Research Institute (STRI), utilizando claves taxonómicas de plantas y herbarios de referencia de estas instituciones. La identificación, a nivel de especie, se realizó en el 97,2% del total de las plantas.

DAS-ELISA

Double-antibody sandwich enzyme-linked immunosorbent assays (DAS-ELISA) fue realizado según lo descrito por CLARK y ADAMS (1977), utilizando placas (High bind ACC 00950) tapizadas previamente con el antisuero comercial (IgG) del PRSV-W (CAB 53500), WMV-2 (CAB 54000) y ZYMV (CAB 77700), e IgG del PRSV-W (ECA 53000), WMV-2 (ECA 54000) y ZYMV (ECA 77700) conjugado con fosfatasa alcalina (Agdia Incorporated, Elkhart, Indiana, USA). Los ápices de las plantas fueron macerados en una proporción 1:10 (p/v) en tampón general de extracción PBST 1X pH 7,4, conteniendo 2% de polivinilpirrolidona (PVP) y 2% de Tween-20.

Se emplearon controles positivos y negativos para el PRSV-W (LPC 53500 y LNC 53500), WMV-2 (LPC 54000 y LNC 54000) y ZYMV (LPC 77700 y LNC 77700) (Agdia Incorporated, Elkhart, Indiana, USA), además de tampón general de extracción (blanco). Alícuotas de 100 μ l de cada muestra y controles fueron añadidas en cada pocillo. Se colocaron 2 repeticiones por placa de cada una de las muestras analizadas, incluyendo los controles. Las placas fueron incubadas toda la noche a 4 °C, y lavadas 6 veces con

tampón PBST 1X pH 7,4, conteniendo 0,8% NaCl y 0,05% Tween-20. Posteriormente, las placas fueron incubadas por 2 h a 37 °C con 100 μ l por pocillo de IgG del PRSV-W, WMV-2 y ZYMV conjugado con fosfatasa alcalina, diluido en tampón PBST 1X pH 7,4, conteniendo 0,2% de albúmina de suero bovino (BSA) y 2% de PVP, preparando el conjugado enzimático 10 min antes de añadir el mismo a los pocillos de la placa. Las placas fueron lavadas nuevamente de la manera descrita anteriormente, e incubadas por 60 min con *p*-nitrofenilfosfato (1 mg ml⁻¹), en 9,7% de dietanolamina pH 9,8. Las placas fueron cubiertas con papel aluminio para evitar su exposición directa a la luz. Lecturas de absorbancia fueron realizadas a los 30, 45 y 60 min de incubación. OD₄₀₅ fue determinada en un lector de ELISA Microwell System 12520 (Organon Teknika Corporation). Las muestras fueron consideradas positivas cuando los valores de absorbancia de ambas repeticiones fue al menos el doble de la absorbancia del control negativo.

TRANSMISIÓN MECÁNICA ARTIFICIAL

Apices de las plantas que resultaron positivas por ELISA a alguno de los virus analizados fueron utilizados en la inoculación mecánica artificial. Los ápices fueron macerados en una proporción 1:10 (p/v) en tampón de inoculación (tampón fosfato Na/K 0,01M pH 7,2 + bisulfito sódico 0,2% + DIECA 0,2%).

Se inocularon 10 plántulas de melón por cada especie de planta positiva a los virus analizados. La inoculación se realizó sobre hojas cotiledonales de las plántulas de melón, previamente espolvoreadas con carbundum (600 mesh). Como control negativo se realizó la inoculación de la manera descrita arriba, pero utilizando solamente tampón de inoculación. Las plántulas inoculadas fueron cubiertas con mallas antiáfidos y mantenidas en condiciones controladas de invernadero. Durante 15 días después de la inoculación (ddi), las plántulas fueron observadas para determinar la presencia de sínto-

mas y establecer el momento óptimo de los análisis. Se colectaron las hojas inoculadas mostrando o no síntomas y se deshidrataron en sílica gel hasta su análisis por ELISA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LAS PLANTAS

Se identificaron un total de 54, 65, 76, 49 y 54 especies, distribuidas en 21, 27, 29, 23 y 26 familias de plantas, en las parcelas ubicadas en los corregimientos de La Laja (A), San José (B), La Palma (C), Guánico Abajo (D) y Las Cruces (E), respectivamente (Cuadro 1). Un mayor número de especies y familias de plantas se identificaron en la parcela C (76 especies). Esto podría explicarse en base a la diferencia en extensión superficial de las parcelas.

IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES HOSPEDANTES DE LOS POTYVIRUS DEL MELÓN

En las parcelas A, B, C, D y E se encontraron 12,96 %, 6,15 %, 15,79 %, 10,2 % y 12,96 % de especies hospedantes, respectivamente, positivas por lo menos para uno de los tres Potyvirus analizados (Cuadro 2). Algunas especies de plantas en las parcelas estudiadas fueron determinadas como hospedantes de un solo virus (PRSV-W, WMV-2 o ZYMV), otras especies lo fueron de dos virus (PRSV-W y WMV-2); sin embargo, ninguna especie resultó hospedante de los tres virus analizados (Cuadro 2). Las plantas de melón colectadas en estas parcelas también mostraron infecciones simples y dobles de PRSV-W y WMV-2 (Cuadro 2), pero tampoco se encontraron infecciones triples como en el caso de las plantas silvestres. Sin

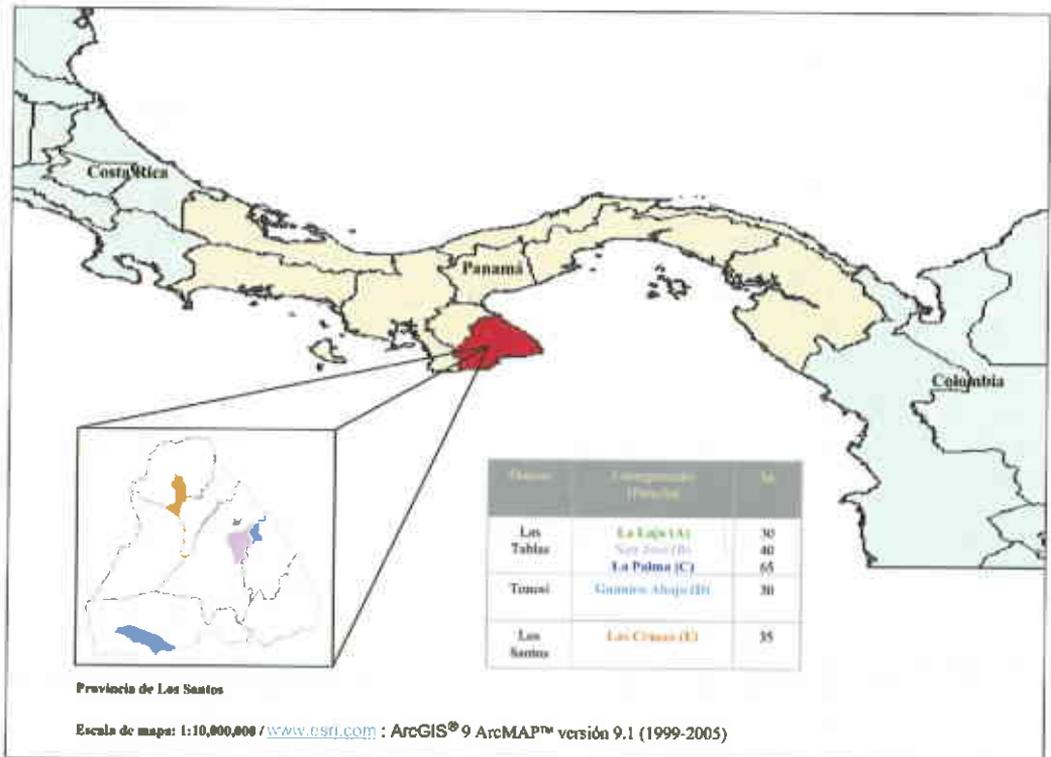


Figura 1: Provincia de Los Santos, Panamá (parcelas A. La Laja, B. San José, C. La Palma, D. Guánico Abajo, E. Las Cruces).

Cuadro I. Especies de plantas identificadas en las parcelas.

Familia	N. científico	Parcela*				
		A	B	C	D	E
Acanthaceae	<i>Blechnum brownei</i> Juss.	x	x	x	x	
	<i>Elytharia imbricata</i> (Vahl) Pers.					x
	<i>Justicia comata</i> (L.) Lam.	x			x	
	<i>Nelsonia brunelloides</i> (Lam.) Kuntze			x		
	<i>Ruellia inundata</i> H.B.K.	x	x	x		x
	<i>Trichanthera gigantea</i> (H. & B.) Nees in DC.			x		
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspersa</i> L.	x	x	x	x	x
	<i>Alternanthera paraniichtoides</i> St. Hil.	x	x		x	
	<i>Amaranthus dubius</i> Mart.			x		x
	<i>A. spinosus</i> L.	x	x	x	x	x
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i> (Bert. & Balb.) Skeels			x		
	<i>Spondias mombin</i> L.	x		x	x	
	<i>S. purpurea</i> L.			x	x	
Asclepiadaceae	<i>Asclepias curassavica</i> L.			x	x	
	<i>Sarcostemma clausum</i> (Jacq.) R. & S. in l.	x				
Asteraceae	<i>Baltimora recta</i> L.			x		x
	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.					x
	<i>Elephantopus mollis</i> H.B.K.			x		
	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.			x		
	<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich. in Pers.) DC.	x	x	x		
	<i>Melanthera aspera</i> (Jacq.) Small.					x
	<i>Millieria quinqueflora</i> L.					x
	<i>Simsia panamensts</i> Rob. & Brett.					x
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.			x		
	<i>Spiracantha cornifolia</i> H.B.K.			x		
	<i>Synedrella nodiflora</i> (L.) Gaertn.					x
	<i>Tridax procumbens</i> L.			x	x	
	<i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less.					x
<i>V. patens</i> H.B.K.					x	
Boraginaceae	<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) R. & S.			x		
	<i>Heliotropium indicum</i> L.		x	x	x	x
	<i>H. procumbens</i> Mill.					x
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.		x			
Caesalpinaceae	<i>Bauhinia glabra</i> Jacq.			x		
	<i>B. pauletia</i> Pers.	x				
Capparidaceae	<i>Cleome pilosa</i> Benth.			x		
	<i>C. viscosa</i> L.					x x
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.			x		
Carvophyllaceae	<i>Arenaria lanuginosa</i> (Mich.) Rohrb. in Mart.			x		

Cuadro 1. Especies de plantas identificadas en las parcelas. (Continuación)

Familia	N. científico	Parcela ^a				
		A	B	C	D	E
Commelinaceae	<i>Murdannia nudiflora</i> (L.) Brecht.			x		
Convolvulaceae	<i>Evolvulus nummularis</i> (L.) L.					x
	<i>Ipomoea</i> sp.					x x
	<i>I. batatoides</i> Choisy	x		x		
	<i>I. hederifolia</i> L.			x		
	<i>I. trifida</i> (HBK.) G Don	x				
	<i>Jacquemontia pentantha</i> (Jacq.) G Don				x	
	<i>J. tannifolia</i> (L.) Griseb.			x	x	
Cucurbitaceae	<i>Cucumis melo</i> L.	x	x	x	x	x
	<i>C. sativus</i> L.	x	x	x	x	x
	<i>Momordica charantia</i> L.			x	x	x
Eleocarpaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.					x
Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i> sp.	x				
	<i>A. alopecuroidea</i> Jacq.					x
	<i>Caperonia palustris</i> (L.) St Hil.	x	x	x	x	x
	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.			x	x	x
	<i>C. hypericifolia</i> (L.) Millsp.	x	x	x		
	<i>C. hyssopifolia</i> (L.) Small			x	x	x
	<i>C. thymifolia</i> (L.) Millsp.	x		x		
	<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur. subsp. <i>urens</i>	x	x	x	x	x
	<i>Croton argenteus</i> L.					x
	<i>C. hirtus</i> L' Her.	x	x	x	x	
	<i>C. lobatus</i> L.			x		
	<i>C. trinitatis</i> Millsp.				x	
	<i>Euphorbia cyathophora</i> Murr.					x
	<i>Jatropha curcas</i> L.	x	x		x	x
	<i>J. gossypifolia</i> L.	x	x	x		x
<i>Phyllanthus niruri</i> L.					x	
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong.	x					
	<i>S. jamaicense</i> Sw					x
Flacourtiaceae	<i>Casearia corymbosa</i> H.B.K.			x		
Gentianaceae	<i>Schultesia hisianthoides</i> (Griseb.) B & II. ex Hemsl.					x
Labiatae	<i>Hyptis capitata</i> Jacq.			x	x	x
	<i>H. mutabilis</i> (A. Rich.) Briq.	x	x			
	<i>H. obtusiflora</i> Presl ex Benth.					x
	<i>H. spicigera</i> Lam.					x
	<i>H. verticillata</i> Jacq.			x	x	
	<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze					x
	<i>Ocimum campechianum</i> Mill.					x
Lamiaceae	<i>Mentzelia aspera</i> L.			x		
Loganiaceae	<i>Spigelia anthelmia</i> L.				x	x

Cuadro 1. Especies de plantas identificadas en las parcelas. (Continuación)

Familia	N. científico	Parcela*				
		A	B	C	D	E
Malvaceae	<i>Malachra alceifolia</i> Jacq	x	x	x	x	x
	<i>Malvastrum americanum</i> (L.) Torr.	x	x	x		x
	<i>Sida acuta</i> Burm	x	x	x	x	x
	<i>S. rhombifolia</i> L.	x			x	
	<i>Wissadula periplocifolia</i> (L.) Presl.	x		x	x	
Mimosaceae	<i>Acacia</i> sp.			x		
	<i>A. collinsii</i> Saff.	x	x	x		x
	<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	x		x		
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.			x		x
	<i>Mimosa pudica</i> L.	x	x	x	x	x
	<i>M. somnians</i> II & B ex Willd.			x		
Moraceae	<i>Ficus americana</i> Aubl.					x
Onagraceae	<i>Ludwigia affinis</i> (D C.) Hara	x			x	x
	<i>L. erecta</i> (L.) Hara			x	x	
	<i>L. leptocarpa</i> (Nutt.) Hara				x	
Papilionaceae	<i>Aeschynomene americana</i> L.	x	x	x	x	
	<i>Alysicarpus vaginalis</i> (L.) DC			x	x	
	<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.	x	x	x	x	x
	<i>Centrosema pascuora</i> Mart. ex Benth	x		x		x
	<i>C. plumieri</i> (Pers.) Benth	x				
	<i>C. pubescens</i> Benth	x	x			x
	<i>Cologania biloba</i> (Lindl.) Nichols	x	x			
	<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.			x		
	<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC			x	x	x
	<i>Diphysa robinoides</i> Benth. in Benth. & Oerst.					x
	<i>Indigofera lespedezioides</i> H.B.K.			x		
	<i>I. mucronata</i> Spreng			x		
	<i>Macroptilium atropurpureum</i> (DC.) Urb.					x
	<i>Rhynchosia minima</i> (L.) DC	x				
<i>Senna obtusifolia</i> (L.) Irwin & Barneby.	x		x	x	x	
	<i>Vigna</i> sp.					x
Polygalaceae	<i>Polygala paniculata</i> L.					x
	<i>P. violacea</i> Aubl emend Marq			x		
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.		x		x	x
Rosaceae	<i>Licania arborea</i> Seem		x			
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC.		x			
	<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.				x	
	<i>Richardia scabra</i> L.	x				
	<i>Spermacoce densiflora</i> (DC.) Alain			x		
	<i>S. latifolia</i> Aubl.	x	x			x
	<i>S. tenuior</i> L.			x		x

Cuadro 1. Especies de plantas identificadas en las parcelas. (Continuación)

Familia	N. científico	Parcela*				
		A	B	C	D	E
Sapindaceae	<i>Serjania atrolineata</i> Sauv. & Wright			x		
	<i>S. cornigera</i> Turcz.	x				
	<i>S. paniculata</i> HBK	x				x
Scrophulariaceae	<i>Buchnera pusilla</i> HBK	x			x	
	<i>Capraria biflora</i> L.			x		
	<i>Russelia sarmentosa</i> Jacq.		x			x
Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> (Dierb.) D'Arcy & Eshb	x		x		
	<i>Physalis angulata</i> L.	x	x	x	x	x
	<i>Solanum acerifolium</i> H. & B. ex Dun.	x		x		
	<i>S. lanceifolium</i> Jacq.		x			x
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	x	x	x	x	x
	<i>Melochia lupulina</i> Sw.		x			
	<i>M. melissifolia</i> Benth.		x			x
	<i>M. nodiflora</i> Sw.		x		x	
	<i>Waltheria indica</i> L.	x	x	x		
Tiliaceae	<i>Corchorus hirtus</i> L.			x		
	<i>C. orinocensis</i> HBK.	x	x	x	x	x
	<i>Triumfetta lappula</i> L.	x	x			
Umeraceae	<i>Piriqueta cistoides</i> (L.) Meyer ex Steud.			x		x
Urticaceae	<i>Laportea aestuans</i> (L.) Chew.					x
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.			x	x	x
	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Br. ex Britt. & Wils.	x				
	<i>L. americana</i> L.		x			
	<i>Priva lappulacea</i> (L.) Pers.					x
Violaceae	<i>Hybanthus attenuatus</i> (Schult.) Schulze.					x
Vitaceae	<i>Cissus sicyoides</i> L.	x				
	<i>Vitis tiliifolia</i> H. & B. ex R. & S. in L.					x

embargo, en trabajos anteriores realizados en parcelas de melón de la provincia de Los Santos, Panamá, citan casos de infecciones triples de estos virus (GARCÍA, 1997), lo mismo que en Costa Rica (RIVERA *et al.*, 1993) se señala infecciones mixtas con estos tres virus en melón con relativa frecuencia. La diversidad de hospedantes alternos de virus en la parcela C fue mayor que en las

otras parcelas y predominó un mayor número de especies silvestres hospedantes de PRSV-W y un número similar de especies hospedantes de WMV-2 y ZYMV (Cuadro 2). En la parcela A, predominó un mayor número de especies silvestres hospedantes de WMV-2, seguido de PRSV-W. No se determinó especies hospedantes de ZYMV. En la parcela B, se identificaron igual número

ro de especies hospedantes de PRSV-W y WMV-2. No se determinó especies hospedantes de ZYMV en esta parcela. En la parcela D, predominó un mayor número de especies silvestres hospedantes de PRSV-W, seguido de WMV-2. No se determinó especies hospedantes de ZYMV. En la parcela E, predominó un mayor número de especies silvestres hospedantes de WMV-2, seguidas de PRSV-W y ZYMV. Varias especies de plantas hospedantes, no citadas previamente en la literatura, fueron identificadas para los Potyvirus descritos anteriormente (Cuadro 2).

Entre las especies de plantas infectadas con virus se determinó para PRSV-W 16 especies, representadas en ocho familias no citadas previamente como hospedantes (Amaranthaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Labiatae, Malvaceae y Papilionaceae); para WMV-2 nueve especies y para ZYMV dos especies (Cuadro 2). La aparición de nuevas especies hospedantes no debe sorprender debido a los pocos estudios realizados con este propósito en una región tan rica en diversidad vegetal como lo es el trópico. Pocos estudios similares al presente se han realizado para determinar los hospedantes silvestres de estos tres virus en el trópico como resultado de la transmisión natural de ellos en el campo (ULLMAN *et al.*, 1991; VALDIVIA, 1991; SÁNCHEZ *et al.*, 1998). No todas las especies colectadas en este trabajo fueron positivas por ELISA para los virus analizados. Las especies negativas podrían ser hospedantes naturales de otros virus no estudiados en este trabajo, o los síntomas no estar asociados a ninguna infección viral, o la concentración de virus en la planta era menor a los límites de detección del método utilizado. La mayor diversidad de hospedantes de virus en la parcela C parece tener relación con la diversidad vegetal encontrada en dicha parcela. La diferencia en diversidad de especies hospedantes puede deberse a factores climáticos y bióticos, al uso que se le ha dado a la tierra en años anteriores y a diferencias en el manejo cultural (JÜRGENS, 1985). La diversidad, abundancia y permanencia de algunas

especies parece garantizar la subsistencia de los tres virus estudiados, aunque no exista el cultivo del melón en el campo. La presencia de estos virus y la diversidad de hospedantes determinadas en las zonas de estudio son un riesgo potencial para el cultivo del melón en Panamá, ya que han sido citados efectos severos en la producción de cucurbitáceas causados por estos virus en otras regiones del mundo (MAKKOUK y LESSEMANN, 1980; PURCIFULL *et al.* 1984a y 1984b; BLUA and PERRING, 1989).

TRANSMISIÓN MECÁNICA ARTIFICIAL DE MELÓN CON LAS ESPECIES DE PLANTAS QUE MOSTRARON REACCIÓN POSITIVA POR ELISA

Las plántulas de melón inoculadas con el extracto de los ápices de las especies de plantas que resultaron positivas por ELISA a los Potyvirus analizados, presentaron deformaciones y reducciones de tamaño de las primeras hojas verdaderas. Sin embargo, algunas resultaron negativas al realizársele la prueba de ELISA (Cuadro 3). Posiblemente, hay otros factores asociados que estén interfiriendo con el proceso de transmisión mecánica artificial entre los cuales podrían estar los ambientales. Por estas razones, no se pueden descartar totalmente estas especies de plantas como hospedantes alternas de virus.

Es necesario realizar otras pruebas complementarias para descartar o comprobar esta posibilidad.

La metodología utilizada en este trabajo permitió identificar la diversidad de plantas silvestres en diferentes comunidades vegetales (Cuadro 1), determinar entre ellas aquellas especies de plantas hospedantes silvestres de los virus estudiados e identificar nuevas especies silvestres como hospedantes de virus (Cuadro 2). La mayoría de las especies silvestres y especies cultivables citadas previamente en otros trabajos como hospedantes del PRSV-W, WMV-2 y ZYMV han sido identificadas experimentalmente en invernadero mediante pruebas de transmisión mecánica artificial y pruebas de transmisión con áfidos vectores hacia plantas indicadoras. La

Cuadro 2. Especies de plantas con reacción positiva a ELISA a los Potyvirus del melón en las parcelas estudiadas.

Familia	PRSV-W**					WMV-2**					ZYMV-2**				
	Parcela***														
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
Amaranthaceae															
* <i>Achyranthes aspera</i> L.	x			x				x		x	x				
* <i>Amaranthus spinosus</i> L.			x												
Asteraceae															
* <i>Sarcostemma clausum</i> (Jacq) R. & S. in L.										x					
Asteraceae															
* <i>Balimora recta</i> L.														x	
* <i>Melampodium divaricatum</i> (Rich. in Pers) DC.			x												x
* <i>Vernonia patens</i> H. B. K.					x										
Boraginaceae															
* <i>Heliotropium indicum</i> L.					x										
* <i>H. procumbens</i> Mill.															x
Convolvulaceae															
* <i>Evolvulus nummularis</i> (L.) L.					x										
* <i>Ipomoea batatoidea</i> Choisy.			x												
Cucurbitaceae															
* <i>Cucumis melo</i> L.	x	x	x	x				x		x	x				
* <i>C. sativus</i> L.		x													
Euphorbiaceae															
* <i>Caperonia palustris</i> (L.) St. Hil.	x														
* <i>Chamaesyce hypericifolia</i> (L.) Millsp.			x												
* <i>C. hyssopifolia</i> (L.) Small										x					
Labiatae															
* <i>Hyptis capitata</i> Jacq.		x	x	x				x							
* <i>H. mutabilis</i> (A. Rich.) Briq.										x					
* <i>H. obtusiflora</i> Presl. ex. Benth.				x											
* <i>H. spicigera</i> Lam.				x											
* <i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze				x											
* <i>Ocimum campechianum</i> Mill.				x											
Malvaceae															
* <i>Malachra alceaefolia</i> Jacq.										x					
* <i>Malvastrum americanum</i> (L.) Torr.										x					
* <i>Wissadula periplocaifolia</i> (L.) Presl.					x										
Papilionaceae															
* <i>Indigofera mucronata</i> Spreng.				x											
Solanaceae															
* <i>Solanum lanceaefolium</i> Jacq.															x

*No informada previamente en la literatura como hospedante de los virus citados, **PRSV-W: Papaya ringspot virus-W (PRSV-W); Watermelon mosaic virus-2 (WMV-2); Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV). ***Figura 1: Provincia de Los Santos. Panamá (parcelas A, La Laja, B, San José, C, La Palma, D, Guánico Abajo, E, Las Cruces).

presencia de virus ha sido detectada, principalmente, mediante la sintomatología que éstos inducen en las plantas (MERRIT and TUTTLE, 1969; MAKKOUK and LESSEMANN,

1980; LISA *et al.*, 1981; ADLERZ *et al.*, 1983; XU and BARNETT, 1984; DAVIS and MIZUKI, 1987; WANG *et al.*, 1992). En este trabajo, a diferencia de los anteriores, se utilizó el

Cuadro 3. Transmisión mecánica artificial de melón con el extracto de los ápices de las especies de plantas con reacción positiva a Potyvirus. Resultado de la prueba de ELISA.

Familia	PRSV-W*	WMV-2*	ZYMV-2*
Amaranthaceae			
<i>Achyranthes aspersa</i> L.	+	+	
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	+		
Asclepiadaceae			
<i>Sarcostemma clausum</i> (Jacq.) R. & S. in L.		+	
Asteraceae			
<i>Baltimora recta</i> L.		+	
<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich in Pers) DC.	+		-
<i>Vernonia patens</i> H B K.	+		
Boraginaceae			
<i>Heliotropium indicum</i> L.	+		
<i>H. procumbens</i> Mill.			+
Convolvulaceae			
<i>Evolvulus nummularis</i> (L.) L.	+		
<i>Ipomoea batatoides</i> Choisy.	+		
Cucurbitaceae			
<i>Cucumis melo</i> L.	+	+	
<i>C. sativus</i> L.	+		
Euphorbiaceae			
<i>Caperonia palustris</i> (L.) St. Hil.	+		
<i>Chamaesyce hypericifolia</i> (L.) Millsp.	+		
<i>C. hyssopifolia</i> (L.) Small.		+	
Labiatae			
<i>Hyptis capitata</i> Jacq.	+	-	
<i>H. mutabilis</i> (A. Rich.) Briq.		+	
<i>H. obtusiflora</i> Presl ex Benth.	+		
<i>H. spicigera</i> Lam.	+		
<i>Marxipanthus chamaedrys</i> (Vahl.) Kuntze.	+		
<i>Ocimum campechianum</i> Mill.	+		
Malvaceae			
<i>Malachra alceaefolia</i> Jacq.		+	
<i>Malvastrum americanum</i> (L.) Torr.		+	
<i>Wissadula periplocifolia</i> (L.) Presl.	+		
Papilionaceae			
<i>Indigofera mucronata</i> Spreng.	+		
Solanaceae			
<i>Solanum lanceifolium</i> Jacq.		+	

***PRSV-W: Papaya ringspot virus-W (PRSV-W); Watermelon mosaic virus-2 (WMV-2); Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV).

método de ELISA para detectar los virus directamente de las plantas silvestres colec-

tadas en el campo con infección natural. El uso de una metodología sensible y específica

como ELISA, facilita el análisis e identificación de los virus en un gran número de muestras y provee resultados más precisos y confiables que los obtenidos mediante serología y ámbito de hospedantes (DAVIS y MIZUKI, 1987). Esta información es un paso crítico para formular estrategias de control y reducir las pérdidas económicas producidas por las enfermedades virales en cucurbitáceas de exportación. El control de las especies silvestres positivas a estos virus en los alrededores de los campos de cultivo es importante para reducir el inóculo de virus.

Además, el control de otras especies de plantas colonizadas por los áfidos (*Aphis gossypii* Glover), aunque no sean hospedantes de virus, ayudaría a reducir la presencia de áfidos vectores en las áreas de producción comerciales (GARCÍA, 1997). El melón de exportación es un cultivo que se siembra en campo solo en la época seca, por lo tanto, para que se desarrolle la epifitía deben existir plantas hospedantes alternas para los virus y para los áfidos vectores.

La epifitía depende del triángulo virus-planta hospedante-áfido vector, por lo tanto, para controlar la misma es necesario intervenir en alguno de estos componentes. El conocer los reservorios naturales de los virus que infectan el melón de exportación en Panamá en condiciones de clima tropical, permitirá desarrollar y probar diferentes medidas de control

preventivo para estas virosis. La erradicación de plantas hospedantes de virus en el área de cultivo y su vecindad durante todo el año podrían reducir las fuentes naturales de inóculo inicial. En general, para el control de enfermedades virales no es suficiente la aplicación de una sola medida de control, sino la utilización de una serie de medidas de control integrado y así minimizar los daños que puedan producir en el cultivo del melón.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los taxónomos Rafael Rincón, Carmen Vergara y Elida Wong [Universidad de Panamá (UP)], y Carmen Galdámes [Smithsonian Tropical Research Institute (STRI)], por su colaboración en la identificación taxonómica de las especies de plantas presentadas en este trabajo; a los productores de melón Ing. Danilo Medina, Ramiro Vergara, Héctor Ortega y Julio Moreno, por permitir realizar en sus parcelas esta investigación; a la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal (DNSV) del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) de Panamá por haber financiado parcialmente el presente trabajo; a la Dra. M^a Concepción Jordá Gutiérrez del Instituto Agroforestal Mediterráneo (IAM) de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), España, por la revisión del manuscrito.

ABSTRACT

HERRERA J.A., J.M. OSORIO, L.C. SALAZAR, O. FERNÁNDEZ (†). 2006. Hosts of the Potyvirus of melon (*Cucumis melo* L.) to the Santos State, Panama. *Bot. San. Veg. Plagas*, 32: 95-107.

The present work is about the determination of three important viruses of the group of the Potyvirus that infect the crop of melon for the export: Papaya ringspot virus-W (PRSV-W), Watermelon mosaic virus-2 (WMV-2) and Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV), in different hosts species natural collected in commercial plantations from five parcels located to the Santos State, Panama, during the January-April period of 1999. In these parcels the melon was grown under the system of drip irrigation (with fertirrigation and I.P.M. practices).

In each parcel five quadrants of 100 m² each were sampled, making a total of 500 m² by parcel. The quadrants were located in the area of culture and the edges of the parcel, to include the different existing vegetal communities. 97.2% of the plants collected in each quadrant were identified until the species level and their analysis was made by means of DAS-ELISA technique to determine the presence of the three mentioned viruses.

The positive plant species were used in the artificial mechanical inoculation of melon, in order to verify this result. 148 species of plants, represented in 40 families were iden-

tified, in the five parcels. 26 species, belonging to 11 families of plants were positive at least for one of the three viruses analyzed. Several wild hosts species of these viruses have not previously been reported in literature.

The adequate elimination of the alternating hosts species, combined to other practices of integrated management, will contribute to delay the development of the epidemic and to reduce the losses produced by viruses in melon crops.

Key words: PRSV-W, WMV-2, ZYMV, Virus disease, Hosts, ELISA.

REFERENCIAS

ADLERZ, W.C., PURCIFULL, D.F., SIMONE, G.M., HIEBERT, E. 1983. Zucchini yellow mosaic virus: a pathogen of squash and other cucurbits in Florida. *Proc. Fla. St. Hort. Soc.*, **96**: 72-74.

AGRIOS, G.N. 1997. *Plant Pathology*. Fourth Edition. San Diego, California, USA. Academic Press, Inc. 635 p.

BLANCARD, D., LECOQ, H., PITRAT, M. 1991. Enfermedades de las Cucurbitáceas: observar, identificar, luchar. INRA. Paris, Francia. Mundi Prensa. 301 p.

BLUA, M.J., PERRING, T.M. 1989. Effect of Zucchini yellow mosaic virus on development and yield of cantaloupe (*Cucumis melo* L.). *Plant Disease*, **73**: 317-320.

CLARK, M.F., ADAMS, A.N. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *J. Gen. Virol.*, **34**: 475-483.

DAVIS, R.F., MIZUKI, M.K. 1987. Detection of cucurbit viruses in New Jersey. *Plant Disease*, **71**: 40-44.

FERNÁNDEZ, O. 1987. Enfermedades de algunos cultivos importantes en Panamá. In Curso de áfidos. CATIE-UP-IDIAP. Panamá. 45-50.

GARCÍA, J. C. 1997. Evaluación de Estrategias para el Manejo Integrado de Virosis en Melón de Exportación (*Cucumis melo* L.). Ing. Agro. Tesis. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá, Panamá. 76 p.

GUERRA, J. A., FERNÁNDEZ, O., OSORIO, N. 1995. Uso de aceite agrícola y de insecticida en el control de virus no persistente en melón. (WMV-1). 1995-1996. IDIAP. 7 p.

JØRGENSEN, G. 1985. Levantamiento de malezas en cultivos agrícolas. In Resúmenes del Seminario Manejo Integrado de Malezas. *PLITS*, **3** (2): 85-104.

LISA, V., BOCCARDO, G., D'AGOSTINO, G., DELLAVALLE, G., D'AQUILIO, M. 1981. Characterization of a Potyvirus that causes zucchini yellow mosaic. *Phytopathology*, **71**: 667-672.

MAKKOUK, K. M., LESSEMANN, D. E. 1980. A severe mosaic of cucumbers in Lebanon caused by watermelon mosaic virus-1. *Plant Disease*, **64**: 799-801.

MATTHEWS, R. E. F. 1991. *Plant Virology*. Third edition. San Diego, California, USA. Academic Press, Inc. 835 p.

MERRITT, R. N., TUTTLE, D. M. 1969. The epidemiology of cucumber mosaic and watermelon mosaic 2 of cantaloupes in an arid climate. *Phytopathology*, **59**: 849-856.

MIDA. 1998. Sección de Cultivos de Exportación, Dirección Nacional de Desarrollo Agrícola. Panamá.

MIDA. 2005. Unidad de Agro Exportación, Departamento de Planificación y Agricultura. Dirección Ejecutiva Regional (Región 8). Panamá.

NAMEETH, 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.

PURCIFULL, D. E., HIEBERT, E., EDWARDSON, J. R. 1984a. Papaya ringspot virus. CMI/AAB. *Descriptions of Plant Viruses*, **292**: 7 p.

PURCIFULL, D. E., EDWARDSON, J. R., GONSALVES, D. 1984b. Watermelon mosaic virus 2. CMI/AAB. *Descriptions of Plant Viruses*, **293**: 8 p.

RIVERA, C., VILLALOBOS, W., SÁNCHEZ, M.V., ZUMBADO, C., RODRÍGUEZ, C. M. 1993. Identification and distribution of viruses infecting melon and their vectors in Costa Rica. *Turrialba*, **43**: 210-215.

SÁNCHEZ, M. V., AGÜERO, R., RIVERA, C. 1998. Plantas hospederas de los virus más importantes que infectan el melón, *Cucumis melo* L. (Cucurbitaceae) en Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, **46** (1): 13-25.

SMITH, I. M., DUNEZ, J., LEHLOTT, R. A., PHILLIPS, D. H., ARCHER, S. A. 1992. *Manual de Enfermedades de las Plantas*. Mundi-Prensa. Castelló, Madrid. Traducción de European Handbook of Plant Diseases. Blackwell Scientific Publications Ltd, Osney Mead, Oxford, Inglaterra. 671 p.

THRESH, J. M. 1981. The role of weeds and weed plants in the epidemiology of plant virus diseases. In: J.M. Thresh (ed.). *Pests, pathogens and vegetation*. Pitman, Londres. 53-70.

ULI-MAN, D. E., CHO, J. J., GERMAN, T. L. 1991. Occurrence and distribution of cucurbit viruses in the Hawaiian Islands. *Plant Disease*, **75**: 367-370.

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

WANG, H. L., GONSALVES, D., PROVIDENTI, R., ZITTER, T. A. 1992. Comparative biological and serological properties of four strains of zucchini yellow mosaic virus. *Plant Disease*, **76**: 530-535.

XU, Z., BARNETT, O. W. 1984. Identification of a cucumber mosaic virus strain from naturally infected peanuts in China. *Plant Disease*, **68**: 386-389. www.esri.com: ArcGIS® 9 ArcMAP™ versión 9.1 (1999-2005).

(Recepción: 19 diciembre 2005)
(Aceptación: 6 enero 2006)

