

ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR “Dr. Enrique Ampuero Pareja”

Boletín Técnico No. 137

EPIDEMIOLOGÍA Y MANEJO DEL VIRUS DE LA MANCHA ANILLADA DE LA PAPAYA (PRSV-P) EN CULTIVO DE PAPAYA EN ECUADOR



LENIN M. C. / INIAP-EELS

**INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INIAP
ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR "Dr. Enrique Ampuero Pareja"**

Km 26 vía Durán - Tambo

P. O. Box: 09-01-7069, GUAYAQUIL, ECUADOR

Impresión: Grafiservi

Tiraje: 1000 ejemplares

Impreso en Ecuador

Enero del 2010

Comité de Publicación:

Dra. Carmen Triviño

Ing. Myriam Arias de López

Ing. Alfonso Espinoza

Cita correcta de la publicación:

Paz, L; Solis, D; Martínez, W. 2010. Epidemiología y manejo del Virus de la Mancha Anillada de la Papaya (PRSV-P) en cultivo de papaya en Ecuador. Yaguachi, EC, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental del Litoral Sur "Dr. Enrique Ampuero Pareja". 15 p. (Boletín Técnico No. 137).

Derechos de autor INIAP 2010. Todos los derechos reservados.

Lenin Paz Carrasco, Ing. Agr. M.S. 1/
Darwin Solis Moyano 2/
Washington Martínez Ruíz 2/

1/ Responsable del Proyecto SENACYT/ PIC-2006-1-014.

2/ Egresados y Becarios que participaron en actividades de investigación del proyecto.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Dr. Yasuji Amano Konno, asesor científico permanente del Instituto Nacional de Higiene y Medicina Tropical "Leopoldo Izquieta Pérez" por el procesamiento y análisis de las muestras de tejido de papaya por microscopía electrónica. Al Ingeniero Agrónomo Ignacio Viteri Moggia por su participación técnica en actividades del proyecto.

INTRODUCCIÓN

La papaya (*Carica papaya L.*) es una fruta de aceptación en la dieta de los ecuatorianos y fuente de ingresos de divisas que se generan por su exportación.

La planta de papaya es susceptible a enfermedades principalmente a las provocadas por virus; el principal de importancia económica en Ecuador es el Virus de la Mancha Anillada de la Papaya biotipo Papaya (*Papaya Ringspot Virus - P*, PRSV-P), su presencia también se reporta en otros países donde se siembra este cultivo.

El PRSV-P es capaz de diezmar las plantaciones comerciales de papaya, e inclusive, a unidades productivas aisladas.

En el 2003, el Área de Fitopatología de la Estación Experimental Boliche y con nueva denominación en el 2008 como Estación Experimental del Litoral Sur "Dr. Enrique Ampuero Pareja" del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones

Agropecuarias (INIAP) inició investigaciones de diagnóstico por transmisión mecánica, transmisión biológica, serología, microscopía electrónica, amplificación del ácido nucleico viral y secuenciación. En algunas técnicas de diagnóstico citadas se tuvo la colaboración del Instituto Nacional de Higiene y Medicina Tropical Leopoldo Izquieta Pérez y del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Los resultados corroboraron la presencia del PRSV-P en nuestro país.

En el 2007 se continuó con la investigación del PRSV-P con financiamiento del Gobierno Nacional con objetivos de conocer factores que favorecen la presencia de la enfermedad, propiedades de la transmisión biológica, especies vegetales que hospedan al virus y analizar el efecto de prácticas agronómicas que permitan reducir la incidencia de la enfermedad a través de su vector.

REVISIÓN DE LITERATURA

El PRSV es un virus que posee dos biotipos el PRSV-P y el PRSV-W. El PRSV-P (P=Papaya) causa infecciones a plantas de papaya y a especies de cucurbitáceas y chenopodiáceas; el PRSV-W (W=Watermelon/Sandía) sólo induce infecciones a las cucurbitáceas y no a plantas de papaya (Gonsalves, 1998; Ventura *et al.*, 2004).

El PRSV-P está agrupado en la familia *Potyviridae*, Género *Potyvirus*. Las partículas virales son de morfología filamentosa y flexuosa y no poseen envoltura; tienen un promedio en longitud de 760-800 nm y de ancho 12 nm. El ácido nucleico viral es el ribonucleico (ARN) que constituye el 5.5 % del virión; el 94.5 % corresponde a la proteína del cápside. El ARN es de cadena sencilla, lineal y de polaridad positiva. En su extremo 5' posee una proteína terminal (VPg) y una cola de poliadenina (Poly A) en el extremo 3'. El virus codifica proteínas no estructurales denominadas inclusiones que pueden tomar forma cilíndrica a manera de un molinillo o un cuerpo amorfo (Purcifull *et al.*, 1996).

La transmisión del PRSV-P se da por procedimientos mecánicos con la frotación a las hojas de las plantas sanas de papaya con savia que proceda de plantas infectadas. La expresión de los síntomas puede darse entre los 12 y 70 días (Sánchez de Luque y Martínez, 1976).

La transmisión biológica que es la más importante para la diseminación del virus, se produce por la inoculación que realizan

los áfidos de las especies *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *A. medicaginis*, *A. rumicis*, *Macrosiphum solanifolii* y *Micromyzus formosanus* (Jensen, 1949b; Sánchez de Luque y Martínez, 1976). Otras especies con capacidad de transmisión son: *A. fabae*, *A. coreopsidis*, *Aphis sp*, *Toxoptera citricidus* y *Uroleucon sp*. (Dos Santos y Ventura, 2007; Ventura *et al.*, 2004).

El tipo transmisión biológica que realizan los áfidos es de manera no persistente con una sinonimia de virus no persistente o virus de estilete, esto implica, que el virus es adquirido de la planta enferma en pocos segundos y transmitido inmediatamente a plantas sanas. Durante el tiempo de adquisición del virus y la transmisión del mismo, el estilete no penetra más allá de las células de la epidermis, si esto sucediera, el estilete llegaría a las células del mesófilo y al tejido vascular, por lo que el porcentaje de la transmisión se declinaría rápidamente (Hull, 2004). Vegas *et al.* (1985) demostraron esta característica biológica de transmisión del PRSV-P al utilizar una población de *M. persicae* ayunados por 30 minutos y que luego insertaron cada uno su estilete en tejido enfermo de papaya por 10 segundos a 1 minuto para posteriormente trasladarlos a plantas sanas de papaya. Las plantas inoculadas de esta forma, manifestaron síntomas del PRSV-P entre los 6 y 14 días después de este procedimiento de transmisión.

La planta infectada desarrolla en las hojas síntomas de moteado y de malformación. En la superficie de los frutos se mani-

fiestan unas figuras con forma de anillos; en el peciolo y en el tallo un rayado. También, la planta detiene su desarrollo y producción de frutos (Jensen, 1949a; Purcifull *et al.*, 1996; Maoka, 2002). Vegas *et al.* (1985) cuando demostraron la capacidad vectora de los áfidos en condiciones de invernadero; las plantas de papaya que se infectaron expresaron síntomas de un encrespamiento suave, acopamiento y aclaramiento de las nervaduras primarias y secundarias de las primeras hojas, con el posterior desarrollo de moteado, ampollas y deformación. La nueva emisión de hojas se caracterizó por manifestar un encrespamiento hasta el desarrollo de una patología de hoja filamentosas, este cuadro sintomatológico se evidenció entre los 30 a 45 días después de la inoculación.

Citrullus vulgaris, *Cucurbita pepo* y *Cucumis melo* son especies que hospedan al PRSV-P y se las utilizan como fuente de inóculo, para la transmisión con áfidos a plantas sanas de papaya (Sánchez de Luque y Martínez, 1977).

En una siembra de papaya la enfermedad del PRSV-P se presentó a los 150 días después del trasplante (ddt), su incidencia tuvo un comportamiento sigmoide con ajuste al modelo logístico que permitió determinar y comparar la tasa de dispersión de la enfermedad en el tiempo. Dependiendo de la localidad, la tasa de infección del PRSV-P se presentó en 0.0358 plantas por día con una infección inicial del 2.3 % que después se extendió a toda la plantación a los 270 ddt (Mora y Téliz, 1987).

En otros casos, se menciona que los primeros síntomas del PRSV-P se presentó a los 55 ddt y que llega al 100 % de plantas infectadas a los 164 ddt con un comportamiento sigmoide. Estas incidencias se transformaron a Proporción de Plantas Enfermas (PPE) y su ajuste al modelo logístico. Así, se determinó que la tasa de infección aparente en el tiempo es de 0.045 plantas por día y la tasa de incremento máxima fue a los 110 ddt cuando la PPE fue de 0.47. La población de áfidos vectores se presentó con un comportamiento irregular; fue máxima entre los 76 a 93 ddt y disminuyó a los 93 hasta los 161 ddt. A los 188 ddt la población ascendió y luego disminuyó y ascendió a los 205 ddt y decreció a los 250 ddt (Rivas y Larios, 1994).

Para reducir la incidencia de la enfermedad se reportan trabajos de prácticas de manejo integrado que incluyen la protección al semillero con malla de polipropileno, barreras de jamaica y maíz, densidad de siembra de 2 400 plantas/ha, eliminación de plantas con síntomas iniciales del virus, control de malezas y aplicación de citrolina. Estas prácticas favorecieron para que la incidencia final del PRSV-P llegue hasta un 88 % comparado con el manejo del agricultor que alcanzó el 100 % (Hernández *et al.*, 2000).

Experiencias en Taiwan, las plantas de papaya se rodearon con barrera viva y como complemento a la protección, las plantas de papaya y la barrera viva recibieron aspersiones de insecticidas, este manejo permitió controlar los áfidos vectores al lograr una reducción de la incidencia del PRSV-P (Green, 1991).

Epidemiología del PRSV-P

La epidemiología del PRSV-P se investigó en las localidades de San Juan del Morro (SJM) y La Esperanza (LE) con jurisdicción en la provincia del Guayas y en La Concordia (LC), con asentamiento en la provincia de Esmeraldas. Para este propósito se establecieron parcelas de observación con plantas de papaya de cultivares de la zona. Las semillas se depositaron en cubetas germinadoras y las plantas que se desarrollaron se mantuvieron al interior de una cámara de madera provista de un toldo entomológico hasta el trasplante. Desde el trasplante se evaluaron las variables: tiempo de aparición de síntomas, tipo de síntomas, incidencia de la enfermedad, dinámica poblacional de áfidos e identificación de malezas hospederas del PRSV-P mediante análisis serológico y por pruebas de patogenicidad.

El dato de incidencia de la enfermedad en el tiempo se transformó a Proporción de Plantas Enfermas (PPE) con valores entre 0 y 1 en la que 1 correspondió el 100 %. Los datos así transformados, sirvieron para su aplicabilidad con los modelos matemáticos Gompertz, Monomolecular y Logístico. La selección del mejor modelo matemático que provee la linealización de la curva, se consideró con el mayor coeficiente de determinación (R^2) que se lo obtuvo a partir del análisis de regresión lineal simple. El cálculo del área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) que establece la acumulación de

la enfermedad en el tiempo se realizó con el empleo de los valores de la PPE.

En condiciones de invernadero con temperatura ambiente se realizaron transmisiones del virus en forma mecánica y biológica con áfidos a plantas sanas de papaya y a especies de cucurbitáceas comestibles y silvestres. Para proceder a la transmisión mecánica, se utilizó un extracto de savia de la planta enferma homogeneizada en agua y que sirvió para frotar el tejido foliar de las plantas sanas de papaya. Para la transmisión biológica se seleccionó al áfido *M. persicae* para la transmisión del PRSV-P. Las poblaciones de *M. persicae* se multiplicaron en plantas de pimiento (*Capsicum annum* L.) que se mantuvieron confinadas en jaulas de polietileno provisto de una abertura y con una cubierta de tela entomológica.

Esta especie de artrópodo se sometió a un período de abstinencia de alimentación por 60 minutos, luego de este proceso, se permitió a cada insecto de los 30 áfidos a que insertaran su estilete por 10, 15, 30 y 60 segundos en tejido infectado con el PRSV-P. Después de esta inserción, los insectos en grupos de 30 para cada tiempo, se trasladaron a grupos de plantas sanas de papaya para que procedan a la transmisión del PRSV-P. También, se realizó un estudio para determinar la transmisión por semilla a partir de frutos que procedieron de plantas enfermas con el virus. Los síntomas del PRSV-P se corroboraron por microscopía electrónica y serología en las plantas de papaya. La

capacidad hospedera del virus en especies de cucurbitáceas silvestres y comestibles se confirmó por serología y por pruebas de patogenicidad.

Manejo de áfidos vectores del PRSV-P

Para estudiar alternativas de manejo del PRSV-P, se estableció un estudio para conocer el impacto de la reducción de la incidencia de este virus con el manejo de sus áfidos vectores al utilizar alrededor de

las parcelas de plantas de papaya barreras con: pasto de gran altura y plástico de polietileno de color amarillo. La barrera viva y las plantas de papaya que se protegieron con la barrera viva y física, se asperjaron con insecticidas en las parcelas que se establecieron en las localidades de Roberto Astudillo (RA), San Juan del Morro (SJM), La Esperanza (LE) y Villao (V) de la provincia del Guayas y, en la provincia de Esmeraldas, en el cantón La Concordia (LC).

RESULTADOS

Epidemiología del PRSV-P

Identificación del PRSV-P

Por microscopía electrónica de transmisión se observaron partículas virales flexuosas y alargadas relacionadas al PRSV-P en los tejidos de las plantas de papaya que se infectaron naturalmente y en condiciones controladas de transmisión (Figura 1) y, con reacción positiva al análisis serológico.

Síntomas

En condiciones naturales de campo los síntomas del PRSV-P se manifestaron a los 53 ddt de las plantas de papaya para las tres localidades SJM, LE y LC. Los síntomas iniciales se presentaron con un aclarado de las nervaduras de las hojas superiores (Figura 2), después, se desarrolló en el limbo un moteado localizado hasta difundirse (Figura 3). Hay una tendencia de las hojas a manifestar una distorsión en el borde. Hubo la presencia de mosaico y de unas vejigas o ampollas de color verde intenso (Figura 4). Este síntoma se acompañó de un recogimiento y estiramiento vertical del tejido del limbo con la presencia en la mayoría de los casos, de una

reducción del tejido hasta quedar sólo las nervaduras que formaron filamentos (Figura 5). Los peciolo se caracterizaron por presentar una distorsión severa a manera de un viraje que permitió la salida de látex, y provocó, que en la superficie se denote una aspereza por la solidificación del mismo (Figura 6). En el tallo se observó en toda la superficie un derramamiento en una mancha verde intenso acompañado en ciertos sectores de manchas circulares (Figura 7). Este manchado difuso puede extenderse hasta el peciolo, y antes que se de esta manifestación, se observó la presencia de unas estrías que se prolongaron por todo el peciolo. Los cojinetes florales se redujeron en tamaño e incluso su caída. Los frutos que alcanzaron a desarrollarse presentaron deformación y una variación en el peso, longitud y circunferencia, hubo casos de caída de frutos inmaduros. En el pericarpio se evidenció unas manchas circulares en toda su superficie y pérdida de la dulzura del endocarpio (Figura 8). La disminución de la altura de la planta se evidenció cuando las infecciones fueron tempranas.

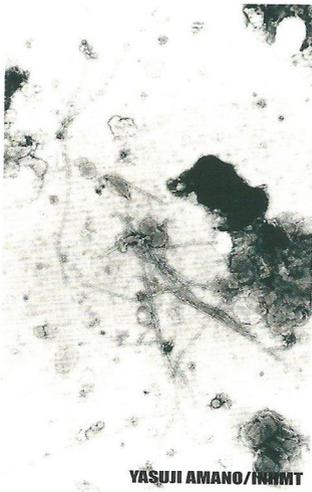


Figura 1. Partículas virales del PRSV-P.



Figura 2. Aclarado de nervaduras.



Figura 3. Moteado en hojas.



Figura 4. Mosaico y vejigas en hojas.



Figura 5. Formación de filamento en la lámina foliar.

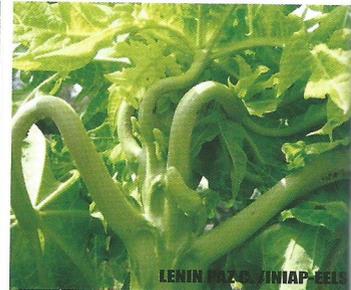


Figura 6. Distorsión del peciolo



Figura 7. Manchado en tallo



Figura 8. Manchas circulares en fruto.



Figura 9. Áfido vector.

Transmisión

Las plantas de papaya sanas que se inocularon por procedimiento mecánico manifestaron síntomas de la enfermedad a los 12 días. En transmisión con *M. persicae* (Figura 9), los síntomas del PRSV-P se expresaron a los siete días con 100 % de plantas enfermas. Lo importante de esta transmisión es que con sólo 10 segundos de inserción de su estilete en el tejido de las plantas de papaya con el PRSV-P, se transmitió el virus a plantas sanas de papaya.

El síntoma del PRSV-P no fue evidente externamente en las plantas de papaya, cuando se utilizó semilla de un fruto de planta enferma para su siembra durante los 40 días que se mantuvieron en observación al interior de una jaula de madera

con malla entomológica. Sin embargo, el 8.0 % de las 534 semillas que se cosecharon del fruto fueron vanas; otro aspecto importante, fue el porcentaje bajo de germinación sobre el total de 491 semillas que quedaron dispuestas para la siembra; a los 12 días después de la siembra (dds) fue de 12.2 % y a los 25 dds 66.2 % de semillas germinadas.

Incidencia de la enfermedad

La población promedio de los áfidos alados en las hojas de las plantas de papaya fue menor e irregular en las diferentes fechas que se evaluaron en SJM, LE y LC y que difiere de una población promedio mayor de áfidos que se capturaron en charolas de polietileno de color amarillo acompañado de una mezcla de especies de áfidos, en el campo (Figura 10).

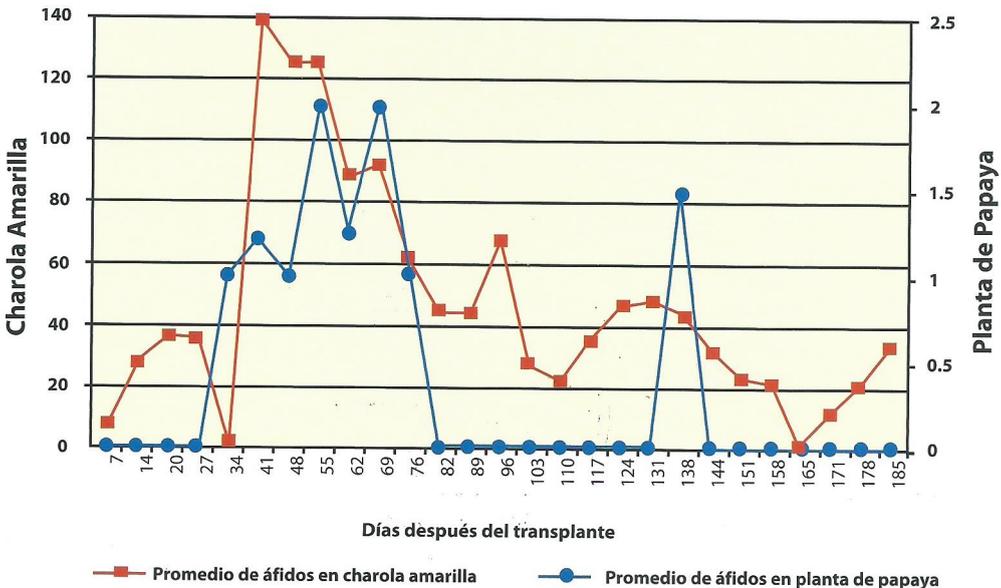


Figura 10. Áfidos colectados en charola amarilla y en planta de papaya en campo. La Esperanza, Guayas. 2008

Los áfidos alados estaban presentes en las plantas de papaya en visitas que se realizaron a los 7 (SJM), 34 (LE) y 28 (LC) ddt. La incidencia (%) inicial del PRSV-P se

evidenció a los 41 ddt (SJM) – 5.2 %, 48 ddt (LE) – 1.0 % y 69 ddt (LC) - 0.9 %. Las plantas se afectaron en su totalidad a los 116 (SJM), 185 (LE) y 165 (LC) ddt.

En SJM la Máxima Tasa de Incremento de la Enfermedad (dy/dt) fue de $0.027 = 2.7\%$ que se dio a los 69 ddt con una PPE = 0.54. En LE el dy/dt fue de $0.015 = 1.5\%$ a los 110 ddt con una PPE = 0.49. En LC el dy/dt fue de $0.017 = 1.7\%$ a los 135 ddt con una PPE = 0.46. En las tres localidades, a medida que transcurrió el tiempo la tasa de incremento de la enfermedad llegó a cero (0) cuando la PPE se aproximó a 1

La Tasa de Infección Aparente (TIA) en SJM fue de 0.11 (Logit = $-7.54 + 0.11$ días; $R^2 = 0.96$), LE 0.06 (Logit = $-7 + 0.06$ días; $R^2 = 0.98$) y LC 0.07 (Logit = $-8.14 + 0.07$ días; $R^2 = 0.88$) planta por día.

El ABCPE en SJM se calculó en 46.9, LE 71.5 y en LC 34.2 unidades de proporción de PRSV-P en el tiempo (Figura 11).

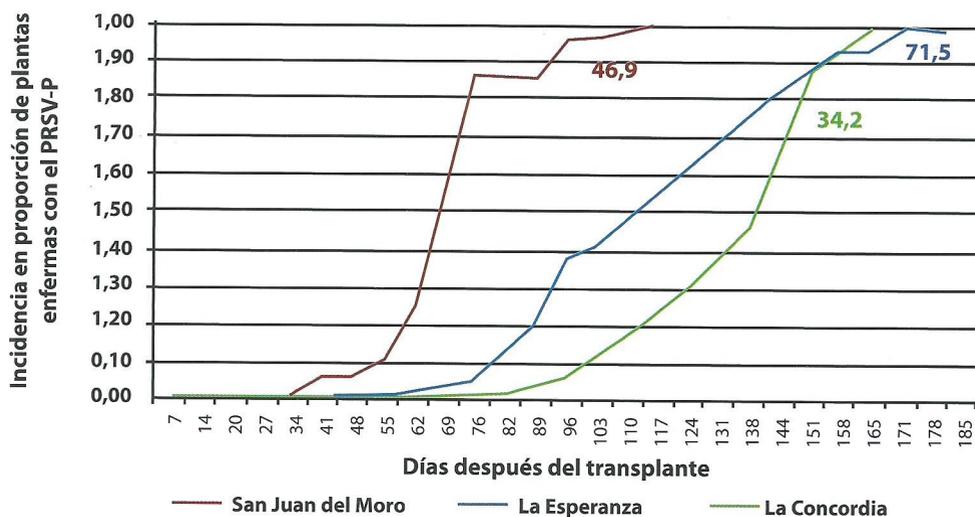


Figura 11. Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE) del PRSV-P en la localidad de La Esperanza, San Juan del Morro y La Concordia, 2008.

El análisis de varianza estableció que no hubo diferencias estadísticas del ABCPE en las localidades donde se estudió el PRSV-P, esto indica, que la cantidad de enfermedad acumulada en cada fecha es igual o no difiere para los tres ambientes donde se establecieron las parcelas de observación epidemiológica del PRSV-P.

Especies vegetales hospederas del PRSV-P

Tejido foliar de *Cucumis dipsaceus*, *Cyclanthera pedata*, *Luffa* sp. y *Melothria* sp. que se colectaron del campo, tuvieron reacción positiva al anticuerpo que se utilizó para el diagnóstico del PRSV a través de la técnica

serológica doble sandwich de anticuerpo (DAS-ELISA). Para comprobar esta capacidad hospedera se procedió a transmitir el PRSV-P con *M. persicae* sobre *C. dipsaceus*, *Melothria* sp. y a la especie de consumo común *Cucurbita pepo*. Estas especies manifestaron síntomas de aclaramiento de nervaduras, moteado, mosaico y reducción de la lámina foliar (Figuras 12, 13 y 14). La identidad viral del PRSV-P se confirmó con la misma técnica serológica. Posteriormente, se utilizó el inóculo de *C. dipsaceus*, *C. pepo* y *Melothria* sp. para la transmisión biológica del PRSV-P a plantas sanas de papaya (Figura 15).



Figura 12. Transmisión biológica del PRSV-P en planta de *Carica papaya* a *C. dipsaceus*.

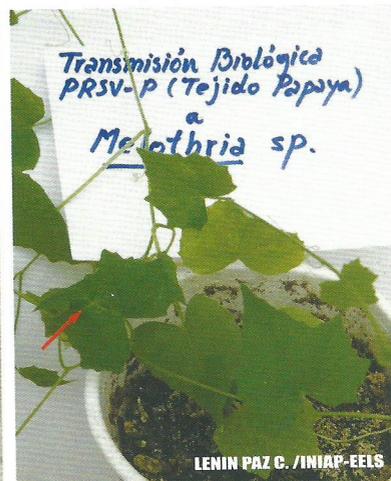


Figura 13. Transmisión biológica del PRSV-P en plantas de *C. papaya* a *Melothria* sp.

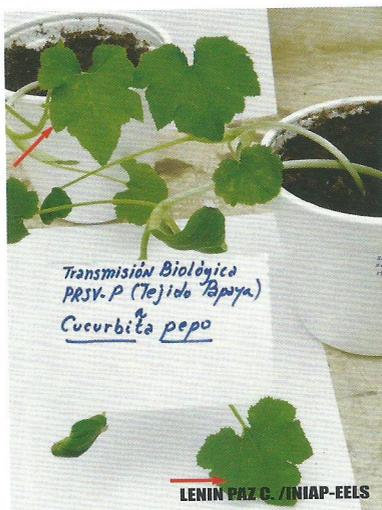


Figura 14. Transmisión biológica del PRSV-P en *C. papaya* a *C. pepo*

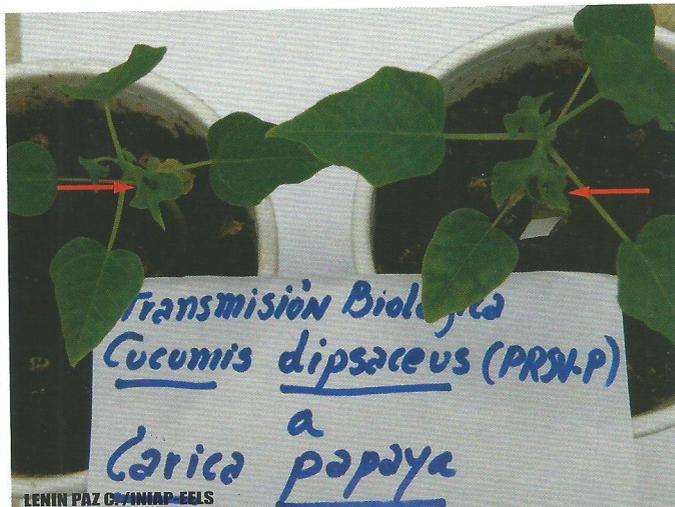


Figura 15. Transmisión biológica del PRSV-P en *C. dipsaceus* a *C. papaya*.

Manejo de áfidos vectores del PRSV-P

En el ensayo que se estableció en la localidad de Santa Marta del cantón La Concordia con el cultivar de papaya Hawaiana, la enfermedad del PRSV-P se presentó a los 63 ddt con incidencia del 2.3 % en plantas de papaya que no recibieron protección con barrera viva ni con el plástico de polietileno de color amarillo; en plantas de papaya que se sometieron a un cerra-

miento parcial con plástico de polietileno de color amarillo la incidencia fue del 4.9 % a los 83 ddt y, a los 95 ddt la incidencia fue del 4.4 % cuando las plantas de papaya recibieron una protección total en todos los lados de la parcela con un pasto de gran altura que actuó como barrera viva (Figura 16).

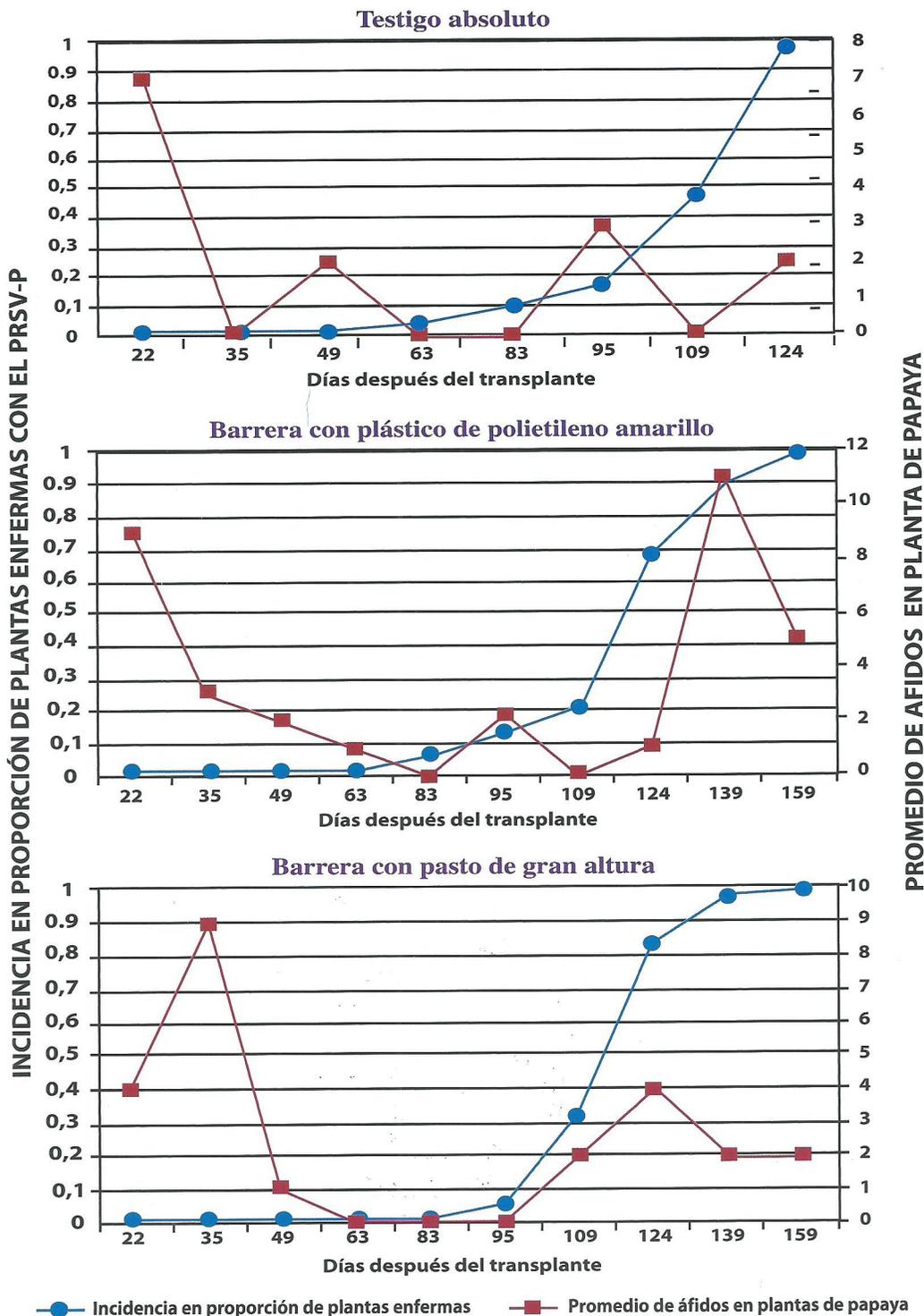


Figura 16. Incidencia en proporción de plantas enfermas con el PRSV-P y áfidos en planta de papaya en tratamiento testigo absoluto y en tratamiento con barreras de plástico de polietileno amarillo y con pasto de gran altura. Santa Martha, La Concordia, 2009.

DISCUSIÓN

El PRSV-P es un virus de morfología flexuosa y filamentosa que se transmitió por procedimiento mecánico con la frotación de la savia infectada sobre las hojas de plantas sanas que expresaron síntomas a los 12 días. Otro método con el que se logró transmitir el virus, fue con el áfido *M. persicae*, que en condiciones controladas, la enfermedad se manifestó a los siete días, mientras que, en condiciones naturales de infección los síntomas se evidenciaron a los 53 días después del trasplante de las plantas de papaya. Purcifull *et al.* (1996) y Gonsalves (1998) describieron las mismas características morfológicas del virus que se observaron en las muestras locales analizadas por microscopía electrónica. Los resultados de la transmisión mecánica del virus se asemejaron a los de Sánchez de Luque y Martínez (1976), al mencionar que los primeros síntomas de la enfermedad se expresaron entre los 12 y 70 días; y la transmisión por áfidos, concordaron con el tiempo de la expresión de la enfermedad en trabajos de investigación realizados por Jensen (1949b) y Vegas *et al.* (1985), en los que estos se manifestaron a los siete días.

Los períodos de infecciones que acontece en el campo fueron similares a lo expuesto por Rivas y Larios (1994) que a los 55 días después que se trasplantó las plantas de papaya comenzaron a expresar los síntomas del PRSV-P.

En consideración a que los áfidos son los principales artrópodos de diseminación

de la enfermedad, la dinámica poblacional promedio de cada fecha fue diferente según la técnica de evaluación de éste parámetro. El promedio de áfidos alados presentes en las plantas de papaya fue menor comparado con el promedio de los áfidos capturados en charolas de polietileno de color amarillo, en este último método se observó una gran diversidad de especies de áfidos. Además, en ambas metodologías se presentó variación en los promedios de la presencia de los áfidos en el tiempo. La abundancia y diversidad de especies de áfidos capturados en las charolas de polietileno son expuestos por Rivas *et al.* (1991), quienes además, mencionan que la dinámica de los áfidos en el tiempo se presentaron con fluctuaciones de picos altos y bajos.

Los síntomas manifestado por la infección del PRSV-P y evaluados en este estudio en ambientes de invernadero y campo, correspondieron a los descritos por Jensen (1949a); Purcifull *et al.* (1996); Maoka (2002) y Vegas *et al.* (1985) al referirse de la presencia de aclaramiento de nervaduras, formación de vejigas en el limbo, pérdida de lámina foliar con la exposición solo de las nervaduras, distorsión de los limbos y peciolo, manchas circulares en tallo y frutos y enanismo de plantas.

La curva de incidencia del PRSV-P en el tiempo tuvo un comportamiento sigmoide en las localidades de SJM, LE y LC. Esta interpretación matemática corresponde a un virus de transmisión no persistente

relacionado a los áfidos (Mora y Téliz, 1987). La transformación de la incidencia a PPE y la selección del modelo logístico permitió en forma adecuada el cálculo de la TIA a partir de la estimación de la recta a través del método de mínimo cuadrado. Esto concuerda con lo expuesto por Mora y Téliz (1987) y Rivas y Larios (1994), al estudiar la epidemiología de este potyvirus.

En condiciones locales se identificaron especies de cucurbitáceas comestibles y silvestres que se infectaron con el PRSV-P cuando se inocularon por medio de áfidos y se demostró la capacidad que tienen en hospedar el virus al utilizarlas como fuente de inóculo para la transmisión biológica a plantas sanas de papaya, en una investigación relacionada Sánchez de Luque y

Martínez (1977) se refieren a la susceptibilidad de las cucurbitáceas comestibles para el PRSV-P, y que sirvieron como hospedantes virales para provocar con *M. persicae* la transmisión a plantas sanas de papaya.

La protección de los áfidos con toldo entomológico al semillero de papaya y establecimiento previo al trasplante de barrera con plástico de polietileno de color amarillo y pasto de gran altura acompañado con aspersiones de insecticidas provocaron infección tardía de las plantas, casos similares de manejo redujeron la incidencia del PRSV por efecto de control a los áfidos vectores según lo reportado por Hernández *et al.* (2000) y Green (1991).

LITERATURA CITADA

Dos Santos, D.; Ventura, JA. 2007. Vectores de doenças do mamoneiro: monitoramento e controle. *In* Papaya Brasil: manejo, qualidade e mercado do mamão. Eds. D. dos Santos Martins; A. Nogueira da Costa; A. Santana da Costa. Vitória-ES, BR. p. 115-117.

Gonsalves, 1998. Papaya Ringspot. *In* Compendium of tropical fruit diseases. Eds. RC, Ploetz; GA, Zenmyer; WT, Nishijima; KG, Rohrbach; HD, Ohr. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, US. p. 67-68.

Green, SK. 1991. Guidelines for diagnostic work in plant virology. Asian Vegetable Research and Development Center. Technical Bulletin No. 15, 63 p., Second Edition.

Hernández, E.; Riestra, D.; García, E. Ortega, L.; Mosqueda, R. 2000. Respuesta del virus de la mancha anular del papaya (PRSV) en tres sistemas de manejo. Manejo Integrado de Plagas, CR. no 58:20-27.

Hull, R. 2004. Transmission 1: By Invertebrates, Nematodes and Fungi. *In* Matthews' Plant Virology. UK, Elsevier Academic Press. p. 493-498.

Jensen, DD. 1949a. Papaya virus disease with special reference to papaya ringspot. Phytopathology 39:191-211.

Jensen, DD. 1949b. Papaya ringspot virus and its insect vector relationships. Phytopathology 39:212-220.

- Maoka, T. 2002. The incidence of papaya's viruses in the Southeastern Asia. *Agrochemicals Japan*. no. 80 p. 22 – 26.
- Mora, G.; Teliz, D. 1987. Incidencia de la Mancha Anular del Papayo en Veracruz. *In* XIV Congreso Nacional de Fitopatología. Morelia, Michoacan, MX. p. 10.
- Purcifull, DE; Edwarson, JR; Hiebert, E; Gonsalves, D. 1996. Papaya ringspot potyvirus. *In* Viruses of plants: descriptions and lists from the VIDE Database. Eds. A. Brunt; K. Crabtree; M. Dallwitz; A. Gibbs; L. Watson. Wallingford, Oxon, UK. CAB International. p. 874-877.
- Rivas, G.; Larios, J. 1994. Epidemiología del Virus de la Mancha Anular del Papaya (VMAP) en Zapotitán, El Salvador. *Manejo Integrado de Plagas*, CR. no. 32: 5-7.
- Sánchez de Luque, C.; Martínez, G. 1976. Algunas observaciones sobre el Virus de la Mancha Anular de la Papaya en Colombia. *Noticias Fitopatológicas*, CO. 5(2):62-73.
- Sánchez de Luque, C.; Martínez, G. 1977. Identificación de plantas hospedantes del Virus de la Mancha Anular de la Papaya. *Fitopatología Colombiana*, CO. 6(2):112-121.
- Vegas, A.; Trujillo, G.; Cermeli, M. 1985. Importancia, distribución e incidencia de los virus que afectan la lechosa (*Carica papaya* L.), en algunas zonas productoras, del país. *Rev. Fac. Agron*, VE. 14(1-2):213-233.
- Vegas, A.; Cermeli, M.; Trujillo, G. 1985. Áfidos relacionados con el Virus de la Mancha Anillada de la Lechosa en Venezuela. Presencia, transmisión y eficiencia. *Agronomía Tropical*, VE. 35(1-3): 21-31.
- Ventura, JA; Costa, H.; Da Silva, J. 2004. Papaya diseases and integrated control. *In* Diseases of fruits and vegetables. Ed. S.A.M.H. Naqvi. Dordrecht, NL. Kluwer Academic Publishers. V. 2, p. 234-242.



**INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**

