

# ANÁLISIS EPIDEMIOLÓGICO DEL VIRUS DE LA MANCHA ANULAR DEL PAPAYO BAJO DIFERENTES DENSIDADES, APLICACIÓN DE EXTRACTOS ACUOSOS DE SEMILLAS DE NIM (*Azadirachta indica* A. Juss.) Y ELIMINACIÓN DE PLANTAS ENFERMAS DEL cv. MARADOL ROJA

E. Hernández-Castro<sup>1¶</sup>; D. Riestra-Díaz<sup>2†</sup>; J. A. Villanueva-Jiménez<sup>2</sup>; R. Mosqueda-Vázquez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Chilpancingo. CIRPS-INIFAP-SAGARPA. Av. Rufo Figueroa s/n, Col. Burócratas. Tel/Fax (747) 472-7359, Chilpancingo, Guerrero, México. Correo-e: ehernandezcastro@yahoo.com.mx (¶Autor responsable).

<sup>2</sup>Campus Veracruz. Colegio de Postgraduados. Km 26.5 Carretera Federal. Veracruz-Xalapa. Apdo. Postal 421, Veracruz, Veracruz, C.P. 91700. México. Correo-e: javj@colpos.mx

## RESUMEN

Se analizaron 48 epidemias del virus de la mancha anular del papayo (VMAP) en cultivar Maradol Roja en Paso de Ovejas, Veracruz, México, bajo diferentes densidades de plantas, aplicación de extracto acuoso de nim 2.5 %, y eliminación de plantas con síntomas iniciales del VMAP. El modelo logístico fue el que mejor ajustó a 47 epidemias. El análisis del "área bajo la curva de progreso de la enfermedad" y la "tasa ajustada de la curva logística Rho", tanto para incidencia como para severidad, presentaron resultados altamente significativos ( $P \leq 0.0009$ ) en cuanto a las densidades y la eliminación de plantas enfermas. La menor incidencia acumulada del VMAP se presentó en la densidad de 2,734 plantas-ha<sup>-1</sup>. La eliminación de plantas con síntomas iniciales disminuyó y retrasó los daños causados por el VMAP. La aplicación del extracto de nim presentó diferencias significativas con respecto a la no aplicación del extracto, pero no fueron tan contundentes como las otras dos tácticas de manejo.

**PALABRAS CLAVE ADICIONALES:** *Carica papaya* L., incidencia de enfermedad, severidad de enfermedad, manejo integrado del cultivo, VMAP.

## EPIDEMIOLOGICAL ANALYSIS OF THE PAPAYA RINGSPOT VIRUS ON cv. MARADOL ROJA UNDER DIFFERENT DENSITIES, APPLICATION OF NEEM (*Azadirachta indica* A. Juss.) SEED EXTRACT SPRAYS, AND ELIMINATION OF DISEASED PLANTS

## SUMMARY

Forty-eight epidemic outbreaks of the papaya ringspot potyvirus (PRSV-p) in cv. Maradol Roja in Paso de Ovejas, Veracruz, Mexico, were analyzed, under different plant densities, application of 2.5 % neem aqueous extract, and roguing of plants with initial symptoms of the PRSV-p. The logistic model had the best fit to 47 epidemic curves. Analysis of variance of incidence and severity data based on "area under the curve of disease progress" and "adjusted rate for the logistic curve Rho" variables, resulted in highly significant differences ( $P \leq 0.0009$ ) in the variables density and elimination of plants with initial symptoms. Plant density of 2,734 plant-ha<sup>-1</sup> obtained the lowest accumulated incidence. Roguing of plants with initial symptoms lowered and delayed damage caused by the PRSV-p. Although neem extract application was significant compared to no extract application, it was not as decisive as the other two management tactics.

**ADDITIONAL KEY WORDS:** *Carica papaya* L., disease incidence, disease severity, integrated crop management, PRSV-p.

## INTRODUCCIÓN

El papayo es un frutal de importancia económica en varios países tropicales; México ocupa el quinto lugar mundial en producción con 460,000 t (INEGI-CP, 1998). Entre los factores que la limitan, el más importante es la enfermedad causada por el virus de la mancha anular del papayo (VMAP), transmitida de manera no persistente por

varias especies de áfidos (Homoptera: Aphididae); esta enfermedad se encuentra en todas las zonas papayeras del país. En Veracruz ha causado grandes pérdidas económicas (De León y Becerra, 1991).

Para manejar esta enfermedad se han realizado una serie de prácticas culturales, así como aspersiones de

aceites, las cuales se han estudiado de manera aislada o semi-integrada en diferentes experimentos. Los resultados han contribuido al diseño del manejo integrado del papayo (MIP) a fin de retrasar y disminuir los daños causados por el VMAP. Las prácticas que combinan la estrategia son: protección del semillero con malla de polipropileno, densidad de 2,800 plantas-ha<sup>-1</sup>, eliminación de plantas con síntomas iniciales del VMAP, aplicación del aceite mineral citrolina al 1.5 %, y establecimiento de barreras vegetales de maíz y jamaica (GIP, 1994; García *et al.*, 1995). Debido a que la eliminación de plantas con síntomas iniciales puede ser una de las prácticas más importantes para evitar la fuente de inóculo del VMAP en la parcela, se ha aumentado la densidad de plantas inicial, con lo que no se reduce la productividad (GIP, 1995). Para Burdon y Chilvers (1982), el incremento de las densidades de plantas puede tener efectos directos e indirectos en la enfermedad. Los efectos directos se deben al cambio en el número de plantas que pueden ser interceptadas por los vectores a través del espacio y el tiempo, además de las distancias que el vector tiene que atravesar de una planta a otra. Cambios en el distanciamiento entre plantas dentro de una hilera o entre hileras, afectan el microclima, lo cual puede tener efectos indirectos sobre el hospedante, el inóculo y el vector.

Por otro lado, se consideró necesario explorar la aplicación de extractos de semillas de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), para el manejo de los vectores bajo el contexto MIP. Esta planta produce efectos repelentes, antialimentarios, o bien regula la fecundidad y la oviposición de algunas especies de insectos plaga (Holmes y Hassan, 1996). Pérez *et al.* (2000), realizaron un ensayo preliminar de campo en el estado de Veracruz, México, donde evaluaron dos concentraciones de extractos acuosos de semilla escarificada de nim (2.5 y 5 %) y un testigo en el cultivo del papayo bajo la propuesta MIP. Sin embargo, los resultados no mostraron diferencias significativas en la disminución de la incidencia de la enfermedad. Los resultados negativos motivaron a una segunda evaluación de campo.

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar, epidemiológicamente el comportamiento del VMAP, bajo cuatro densidades de plantas combinadas con la eliminación de plantas con síntomas iniciales y la aplicación del extracto acuoso de semillas de nim al 2.5 %, en plantas de papayo del cv. Maradol Roja.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación, establecimiento del cultivo y materiales vegetales utilizados

El experimento se condujo de mayo de 1998 a enero de 1999, en una parcela ubicada en el municipio de Paso de Ovejas, en la parte central del estado de Veracruz, México a 20 msnm. Se presenta un clima Aw''o(w)(i')g, el más seco de los cálidos subhúmedos con lluvias en verano y temperatura

media anual de 27.8 °C (Gov. Edo. Veracruz, 1987).

Se sembraron de dos a tres semillas de papayo cultivar Maradol Roja en bolsas de plástico de 0.5 kg de volumen, los días 17 al 20 de mayo. Los semilleros se cubrieron con malla de polipropileno. El trasplante de las plántulas al terreno definitivo, se realizó ocho semanas después de su germinación.

Con la finalidad de establecer las diferentes distancias y arreglos topológicos del cultivo del papayo, el terreno se surcó a 75 o 90 cm entre surcos. Como barreras vegetales se establecieron dos ciclos de maíz elotero en las calles de los diferentes arreglos topológicos. El primer ciclo se sembró en la misma fecha de trasplante del papayo y el segundo a los 95 días después de la cosecha del primero.

### Sistemas de manejo y diseño experimental

Se establecieron cuatro densidades de plantas con base en diferentes arreglos topológicos, tal y como se muestran en el Cuadro 1. En cada densidad se estudiaron dos prácticas de manejo. Las prácticas evaluadas fueron: (E), eliminación de plantas con síntomas iniciales de VMAP. Se realizó a partir de la aparición de la enfermedad y hasta el inicio del amarre de los frutos, a dos niveles: (E1), con eliminación de plantas y, (E2), sin eliminación de plantas; y (N), aplicación de extracto acuoso de semilla escarificada de nim al 2.5 %. La aplicación se realizó a cada 15 días durante los primeros cinco meses (10 aplicaciones) a dos niveles: (N1), con aplicación de nim y, (N2), sin aplicación de nim.

**CUADRO 1. Densidades y distancias establecidas en el cultivo de papayo cv. Maradol Roja.**

Densidades (d) (plantas-ha <sup>-1</sup> )	Distancias y arreglos topológicos
d1 = 2,734	1.80 m entre plantas x 1.80 m entre hileras (en grupos de cuatro hileras) y una calle de 2.70 m entre los grupos de cuatro hileras
d2 = 3,280	1.50 m entre plantas x 1.80 m entre hileras (en grupo de cuatro hileras) y una calle de 2.70 m entre los grupo de cuatro hileras
d3 = 3,555	1.50 m entre plantas x 1.50 m entre hileras (en grupos de cuatro hileras) y una calle de 3.00 m entre los grupo de cuatro hileras
d4 = 2,963	1.50 m entre plantas x 1.50 m entre hileras (en grupos de dos hileras) y una calle de 3.00 m entre los grupo de dos hileras

El diseño experimental fue de parcelas divididas con arreglo factorial, las cuatro densidades como parcelas grandes, con tres repeticiones. En cada parcela grande se establecieron en arreglo factorial dos niveles de aplicación del extracto acuoso de nim y dos de eliminación de plantas enfermas; en cada unidad experimental se establecieron 80 plantas. La distribución de parcelas chicas dentro de la parcela grande fue al azar.

## Variables de respuesta

Se registró semanalmente la incidencia y severidad de la enfermedad causados por el VMAP durante todo el ciclo. Se anotó un valor nominal de severidad por planta de acuerdo a la escala anotada en el Cuadro 2.

Con esta calificación nominal de severidad por planta, se obtuvo el índice poblacional de severidad al aplicar la siguiente fórmula:

$$IS = \frac{\sum_{i=1}^k X_{ki} (N_{ki})}{N_j}$$

donde:  $IS$  = índice de severidad;  $X_{ki}$  = nivel del daño en el momento  $i$ ;  $N_{ki}$  = número de plantas con el nivel del daño en el momento  $i$ , y  $N_j$  = número total de plantas evaluadas.

Los valores del índice de severidad se transformaron a porcentaje, con la finalidad de ajustarlos y analizar el comportamiento de la curva.

La incidencia de la enfermedad se determinó mediante la fórmula:

$$I(\%) = \left( \frac{n_i}{N_j} \right) (100)$$

donde:  $I$  (%) = incidencia de la enfermedad en porcentaje;  $n_i$  = número de plantas enfermas en el momento  $i$ , y  $N_j$  = número total de plantas evaluadas.

## Análisis estadístico

Los datos de incidencia y severidad se sometieron al ajuste de los modelos monomolecular, Gompertz y logístico, a fin de explicar el comportamiento de la epidemia (Mora *et al.*, 1992). Se seleccionó el mejor modelo tomando como

criterio el mayor coeficiente de determinación ( $r^2$ ) obtenido. Para incidencia y severidad se realizó un análisis de varianza, utilizando para cada parcela, el área total bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) y la tasa de crecimiento de las curvas ajustadas al mejor modelo (Mora *et al.*, 1992). Con la finalidad de comparar la diferencia presente entre tipos de epidemias, éstas se homologaron al mejor modelo, mediante el cálculo de la tasa absoluta media ponderada (Campbell y Maden, 1990):

$$Rho = \frac{r^*}{2m + 2}$$

donde:  $Rho$  = tasa absoluta media ponderada;  $r^*$  = adquiere los valores de la tasa de infección aparente del modelo monomolecular, Gompertz y logístico, según sea el caso;  $m$  = constante que adquiere los valores de 0 (monomolecular), 1 (Gompertz), y 2 (logístico), según sea el caso (Campbell y Maden, 1990).

El análisis de parcelas divididas con arreglo factorial para cada variable, tanto para incidencia como para severidad, se hizo mediante el procedimiento MIXED de SAS (Littell *et al.*, 1996), indicado para modelos estadísticos mixtos, es decir aquellos con variables fijas (tratamientos) y aleatorias (bloques, muestreos).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Incidencia del VMAP

El porcentaje de plantas enfermas en el tiempo tuvo un comportamiento sigmoidal, característico de enfermedades virales transmitidas por áfidos, ya que ésta se considera una enfermedad policíclica, en la cual la planta infectada sirve como fuente de inóculo para otras infecciones en la misma parcela y estación de crecimiento. En 47 de las 48 parcelas experimentales de la combinación de tratamientos, la incidencia del VMAP se ajustó al modelo logístico, con  $r^2$  mínima de 0.791 (Cuadro 3); sin embargo, la primera repetición de la epidemia sin aplicación de nim, sin eliminación de plantas enfermas y con densidad de 3,280 plantas·ha<sup>-1</sup>,

**CUADRO 2. Indicadores de evaluación experimental del valor nominal de severidad por planta de papayo, de acuerdo a los síntomas que describe; su índice de severidad poblacional equivalente, y porcentaje estimado de infección de referencia, para el virus de la mancha anular del papayo.**

Valor nominal de severidad por planta y descripción de síntomas	Índice poblacional de severidad	Porcentaje estimado de infección (%)
1. Planta sana	1	0 a 9
2. Inicio de síntomas en hojas nuevas, pecíolos, tallos y/o frutos	2	10 a 20
3. Síntomas bien definidos: clorosis en hojas nuevas o mosaico, y manchas aceitosas	3	21 a 40
4. Severos: clorosis en la mayoría de hojas, anillos concéntricos en frutos, distorsión del cogollo, y hojas con inicio de deformación	4	41 a 60
5. Muy severos: malformación de hojas y mal aspecto general de planta y frutos por la formación de anillos concéntricos	5	61 a 80
6. Muy severos con detención de crecimiento y muerte de planta	6	81 a 100

obtuvo el valor más alto de  $r^2$  (0.929) bajo el modelo Gompertz (tasa de incremento = 0.0449, ABCPE = 4,025 días·%). El que la mayoría de las epidemias se ajustaran al modelo logístico, indica que la máxima incidencia de la enfermedad fue tardía (Figura 1), ya que el punto de inflexión para este modelo se encuentra en 50 % de la curva del progreso de la enfermedad, a diferencia del modelo Gompertz, el cual se encuentra en 37 %. Estos resultados difieren a lo reportado

por Mora *et al.* (1996) en un estudio de epidemias del VMAP en papayo 'Cera' en Veracruz, donde 35 se ajustaron al modelo de Gompertz, 15 al monomolecular y sólo diez al logístico; la mayoría de las epidemias alcanzaron la incidencia final más rápido que en este ensayo, debido quizá a que estos autores no implementaron medidas de manejo que fueran capaces de retrasar hasta en dos meses la incidencia final (GIP, 1994; 1995).

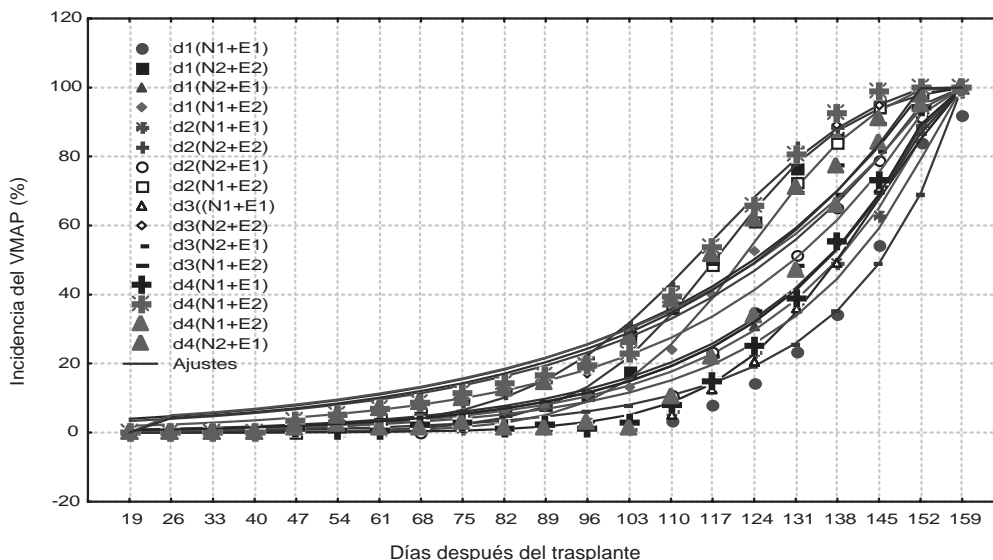


FIGURA 1. Desarrollo temporal de la incidencia del virus de la mancha anular del papayo cv. Maradol Roja, establecidas bajo cuatro densidades (d1 a d4), con y sin aplicación de nim (N1 y N2), y con eliminación o no de plantas enfermas (E1 y E2).

CUADRO 3. Parámetros promedio del modelo logístico, para la incidencia y severidad de las epidemias del virus de la mancha anular del papayo en plantas de papayo cv. Maradol Roja, y coeficientes de determinación mínimos, obtenidos bajo tratamientos de eliminación de plantas enfermas, aplicaciones de extractos acuosos de nim, y cuatro densidades de plantas.

Parcelas con (N1) y sin (N2) nim, con (E1) y sin (E2) eliminación, densidades d1 a d4	Parámetros del Modelo Logístico					
	Incidencia			Severidad		
	c	$r^{2z}$	ABCPE (días·%)	c	$r^{2z}$	ABCPE (días·%)
N1*E1 (d1)	0.0810	0.895	1934	0.0551	0.879	924
N2*E1 (d1)	0.0722	0.913	2656	0.0564	0.893	1438
N1*E2 (d1)	0.0767	0.905	3286	0.0688	0.969	2446
N2*E2 (d1)	0.0893	0.888	3601	0.0692	0.957	2228
N1*E1 (d2)	0.0773	0.845	2414	0.0585	0.920	1395
N2*E1 (d2)	0.0704	0.843	2858	0.0579	0.930	1638
N1*E2 (d2)	0.0717	0.891	3878	0.0658	0.968	2552
N2*E2 (d2)	0.0733 <sup>y</sup>	0.893	4091	0.0641	0.919	2688
N1*E1 (d3)	0.0658	0.791	2474	0.0553	0.946	1381
N2*E1 (d3)	0.0659	0.833	2998	0.0604	0.970	1854
N1*E2 (d3)	0.0677	0.897	4471	0.0632	0.962	2487
N2*E2 (d3)	0.0715	0.883	3988	0.0673	0.954	2635
N1*E1 (d4)	0.0646	0.841	2613	0.0617	0.968	1944
N2*E1 (d4)	0.0676	0.837	2953	0.0619	0.968	1959
N1*E2 (d4)	0.0677	0.896	4508	0.0661	0.955	2569
N2*E2 (d4)	0.0709	0.862	3888	0.0705	0.945	3061

<sup>z</sup>El coeficiente de determinación presentado es el menor de las tres epidemias, representativas de cada repetición.  
<sup>y</sup>Esta tasa de incremento promedio incluyó transformación a la tasa absoluta media ponderada (Rho) de la repetición uno en N2\*E2 (d2), debido a que ajustó mejor al modelo Gompertz.  
 C: tasa de incremento promedio en plantas por día, de la incidencia del virus de la mancha anular del papayo en las tres repeticiones;  $r^2$ : coeficiente de determinación; ABCPE: Promedio de tres repeticiones del área total bajo la curva del progreso de la enfermedad.

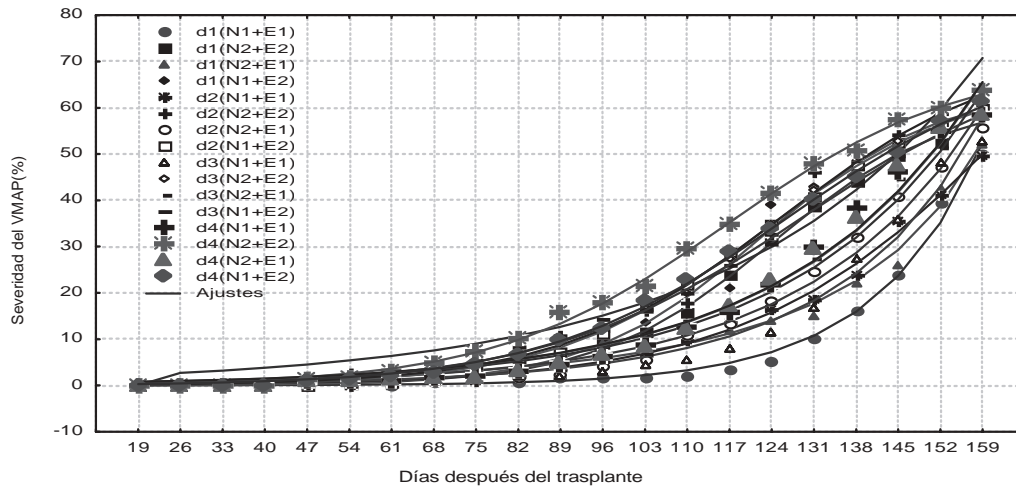


Figura 2. Desarrollo temporal de la severidad del virus de la mancha anular del papayo en plantas de papayo cv. Maradol Roja, establecida bajo cuatro densidades (d1 a d4), con o sin aplicación de nim (N1 y N2), y con o sin eliminación de plantas enfermas (E1 y E2).

### Severidad del VMAP

Los datos de severidad del VMAP, en todas las epidemias, se ajustaron al modelo logístico (Figura 2), reflejo del avance sigmoideal de síntomas, a partir de la incidencia viral del mismo tipo, presentados con anterioridad. Los parámetros promedio de la curva logística se presentan en el Cuadro 3. En general, las curvas más lentas en el desarrollo de síntomas son aquellas con eliminación de plantas enfermas. Tal situación también fue reportada por GIP (1995) en una comparación de una parcela con manejo regional donde no incluía la eliminación de plantas enfermas, con otra parcela que incluía varios elementos de manejo integrado del cultivo del papayo para retrasar la enfermedad, entre ellos la eliminación de plantas enfermas.

### Tratamientos evaluados

En el análisis de varianza (ANVA) de ambas variables (ABCPE y tasa Rho), tanto para incidencia como para severidad del VMAP, se observó que para las diferentes fuentes de variación del ANVA existieron resultados contrastantes: algunos fueron altamente significativos ( $P \leq 0.0009$ ), otros significativos a una  $P \leq 0.05$ , y otros más que no fueron inferiores a este nivel de significancia (Cuadro 4). Los efectos principales en densidad y eliminación lograron el mayor número (3) de pruebas altamente significativas, con densidades como la única prueba que obtuvo diferencias significativas en las cuatro variables. Del mismo modo, tanto la interacción eliminación nim, como el efecto principal en nim, lograron dos pruebas significativas y una altamente significativa. Cabe aclarar que ninguna

CUADRO 4. Nivel de significancia de las prueba de efectos fijos para las variables área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) y tasa absoluta media ponderada (Rho), tanto para incidencia como severidad de 48 epidemias del virus de la mancha anular del papayo bajo cuatro densidades de plantas, eliminación de plantas enfermas, y aspersión de extractos acuosos de semilla de nim.

Fuentes de Variación	Incidencia		Severidad		Total de Variables Altamente significativas
	ABCPE	Rho	ABCPE	Rho	
Densidad	**	**	**	*	3
Eliminación	**	NS	**	**	3
Densidad x eliminación	NS	NS	NS	*	0
Nim	*	NS	**	*	1
Densidad x nim	*	NS	NS	*	0
Eliminación x nim	**	*	*	NS	1
Densidad x eliminación x nim	*	NS	**	NS	1

NS, \*, \*\*; no significativa, significativa a una  $P \leq 0.05$  y 0.01.

prueba arrojó una variable no significativa en todas las variables (Cuadro 4), por lo que de manera conservadora se consideró como tratamientos con diferencias robustas, aquellos con la mayor cantidad de variables altamente significativas, es decir tanto densidades como eliminación.

Para la variable “eliminación de plantas enfermas”, el tratamiento donde se realizó la eliminación obtuvo una menor área bajo la curva promedio, tanto para incidencia (2,612 días.%) como para severidad (1,566 días.%), comparada con el tratamiento sin eliminación (3,963 y 2,583 días.%, respectivamente). Lo anterior indica que los daños ocasionados por la enfermedad fueron más lentos en presentarse, y menores hasta el momento de la evaluación. Esta situación es deseable para lograr que la carga de fruta amarrada pueda desarrollarse libre de deformaciones virales hasta la cosecha, y que la enfermedad no impida el amarre y desarrollo del fruto por un periodo más prolongado. GIP (1995) reportaron la eliminación de plantas enfermas, como una práctica eficiente de manejo integrado del cultivo de papayo.

El efecto de los extractos acuosos de nim fue altamente significativo para una variable, significativo para dos y no significativo para una de ellas, por lo que el efecto observado fue considerado no tan robusto o contundente como en el caso de las variables anteriores (Cuadro 4). El efecto de las aspersiones de nim, a pesar de ser significativo, no asegura la reducción del riesgo de infección viral, la cual no pudo ser evitada, por lo que no es recomendable integrarla como práctica de manejo del VMAP. En las evaluaciones de efectividad de un insecticida, se espera que éste supere no sólo significativamente, sino ampliamente el efecto logrado en el testigo sin aplicación. Aún no se conoce con claridad si el extracto acuoso de nim actúa como insecticida o bien como repelente de los áfidos en campo. Pérez *et al.* (2000) no encontraron diferencias estadísticas entre las epidemias asperjadas y no asperjadas con nim en Veracruz. En pruebas de laboratorio, se ha encontrado que los residuos de nim no repelen suficientemente a los adultos ápteros del áfido vector *Aphis nerii* como para prevenir la transmisión viral del VMAP, aunque pueden ejercer cierto nivel de mortalidad en los áfidos que pudieran arribar a plantas de papayo (Hernández *et al.*, 1999). Además, se requiere evaluar el costo adicional de las aspersiones continuas de nim.

Al comparar las epidemias entre densidades, se observó que la densidad con menor incidencia y severidad fue de 2,734 plantas·ha<sup>-1</sup> (d1); esto indica que las plantas que tuvieron las distancias de 1.5 m entre plantas (d2, d3 y d4) mostraron un mayor número de plantas enfermas que aquella con distancia entre plantas de 1.8 m (Cuadro 5). Estos resultados no concuerdan con los de Mora *et al.* (1996), quienes no encontraron diferencias significativas entre la densidad de plantas y la tasa de incremento del VMAP en papayo tipo ‘Cera’. Es posible que el efecto de la

densidad de 2,743 plantas·ha<sup>-1</sup> en la incidencia y severidad viral, esté más relacionada con un arreglo topológico óptimo, posiblemente constituido por una distancia adecuada para el efecto buscado de “cultivo trampa de virus de estilete” por las barreras de maíz, aunado a una distancia entre plantas adecuada para un buen desarrollo de papayo del cv. Maradol Roja. Las menores distancias entre plantas (1.5 m) pudieron favorecer una mayor movilidad de áfidos infectivos entre plantas aledañas, facilitando la dispersión secundaria de la enfermedad; además, a densidades mayores el color verde de las plantaciones de papayo podrían verse más compactas desde el aire, lo que podría ser más atractivo para los áfidos alados que realizan vuelos de migración (Bottenberg e Irwin, 1992). Se deben realizar estudios más detallados de arreglos topológicos y densidades para dilucidar su efecto en la incidencia y severidad viral.

**CUADRO 5. Comparación de densidades de plantas de papayo cv. Maradol Roja con respecto al área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) y la tasa absoluta media ponderada (Rho) de la incidencia y severidad del virus de la mancha anular del papayo.**

Densidades (d) (plantas·ha <sup>-1</sup> )	Incidencia		Severidad	
	ABCPE (días.%)	Rho (días.%)	ABCPE	Rho
d1 = 2,734	2869 a <sup>z</sup>	0.0798 a	1759 a	0.0624 b
d2 = 3,280	3310 b	0.0732 b	2069 b	0.0616 ab
d3 = 3,555	3483 b	0.0677 c	2089 b	0.0616 ab
d4 = 2,963	3490 b	0.0677 c	2383 c	0.0651 c

<sup>z</sup>Valores con la misma letra dentro de las columnas, son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una P<0.05.

## CONCLUSIONES

Los resultados experimentales obtenidos en la presente investigación permitieron lograr el objetivo planteado, ya que en la densidad de 2,734 plantas·ha<sup>-1</sup> en hileras de cuatro plantas a distancia de 1.8 m entre plantas, y una distancia de 3.0 m entre hileras, presentaron las incidencias y severidades del VMAP más bajas. La eliminación de plantas retrasó la incidencia y severidad del VMAP. La aplicación del extracto acuoso de nim, sin mostrar un efecto contundente, logró retrasar la incidencia y severidad de la enfermedad, lo que indica que se deben llevar a cabo estudios de campo que permitan dilucidar bajo qué condiciones es benéfica su incorporación al manejo integrado del cultivo.

## LITERATURA CITADA

- BOTTENBERG, H.; IRWIN, M. E. 1992. Canopy structure in soybean monocultures and soybean-sorghum mixtures: impact on aphid (Homoptera: Aphididae) landing rates. *Environ. Entomol.* 21: 542-548.
- BURDON, J. J.; CHILVERS, G. A. 1982. Host density as a factor in plant disease ecology. *Ann. Rev. Phytopathol.* 20:143-146.

- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. Ed. John Wiley & Sons. New York, USA. pp. 50-58.
- DE LEÓN M., J. R.; BECERRA L., E. N. 1991. Estudio y Control de la Virosis en Papayo. Public. Esp. Núm. 8 CIFAP-Veracruz. SARH-INIFAP. Veracruz, Veracruz, México. pp. 54-60.
- GARCÍA P., E.; LÓPEZ H., A. Y.; TÉLIZ O., D.; NIETO Á., D. 1995. Fruit set and yield of papaya (*Carica papaya* L.) under integrated management to reduce ringspot viruses effects. *Acta Horticulturae* 370: 145-150.
- GIP (GRUPO INTERDISCIPLINARIO DEL CULTIVO DE PAPAYO. ANDRADE, H.; AVILA, C.; GARCÍA, E.; MORA, A.; NIETO, D.; TÉLIZ, D.; VILLANUEVA, J.). 1994. La mancha anular del papayo en Veracruz, México y su manejo integral. Memoria, VII Reunión Científica Sector Agropecuaria y Forestal del Edo. Veracruz, Veracruz. México. 289 p.
- GIP (GRUPO INTERDISCIPLINARIO DEL CULTIVO DE PAPAYO. FLORES R., C.; GARCÍA P., E.; NIETO A., D.; TÉLIZ O., D.; VILLANUEVA J., J. A). 1995. Integrated management of papaya in México. *Acta Horticulturae* 370: 151-158.
- GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ. 1987. Los Municipios de Veracruz. Gobierno del Estado. Veracruz, México. pp. 328-329.
- HERNÁNDEZ C., E.; UTRERA L., V.; VILLANUEVA-JIMÉNEZ, J. A.; RODRÍGUEZ L., D. A. 2000. Comportamiento de *Aphis nerii* a extractos acuosos de "nim" (*Azadirachta indica* A. Juss) aplicados en plantas de papayo en condiciones de laboratorio. Memorias, XXXV Congreso Nacional Entomología Sociedad Mexicana de Entomología. Acapulco, México. pp. 201-206.
- HOLMES, M. S.; HASSAN, E. 1996. The contact, systemic and repellent action of neem seed extract against green peach aphid *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: Aphididae). 5<sup>th</sup> International Neem Conference. Gatton, Australia. p. 45.
- INEGI-CP. 1998. Recursos Agrícolas del Trópico y Subtrópico Mexicano, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática – Colegio de Postgraduados. D.F., México, 174 p.
- LITTELL, R. C.; MILLIKEN, G. A.; STROUP, W. W.; WOLFINGER, R. D. 1996. SAS System for Mixed Models. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA. pp. 359-379.
- MORA A., G.; NIETO Á., D.; CAMPBELL, C. L.; TÉLIZ, D.; GARCÍA, E. 1996. Multivariate comparison of papaya ringspot epidemics. *Phytopathology* 86: 70-78.
- MORA A., G.; TÉLIZ, D.; CAMPBELL, C. L.; AVILA, C. 1992. Temporal and spatial development of ringspot in Veracruz, México. *J. Phytopathol.* 136: 27-36.
- PÉREZ M., J. E.; RIESTRA D., D.; MOSQUEDA V., R.; RODRÍGUEZ L., D. A.; VILLANUEVA-JIMÉNEZ, J. A.; GARCÍA P., E.; HERNÁNDEZ C., E. 2000. Extractos acuosos de semilla de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) en el manejo integrado del papayo (*Carica papaya* L.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 6: 81-89.
- SAGAR-DDR 006 "LA ANTIGUA". 1995. Programa de Difusión Técnica del Cultivo de Papayo en el Estado de Veracruz. Veracruz, México. 10 p.