

DIVERSIFICACIÓN DEL CULTIVO DE PAPAYO Y CAPTURA DE ÁFIDOS ALADOS (HEMIPTERA: APHIDIDAE) EN TRAMPAS DE COLOR EN TABASCO

NADIA LANDERO-VALENZUELA¹, HIPÓLITO CORTEZ-MADRIGAL¹, CARLOS FREDY ORTIZ-GARCÍA¹, MEPIVOSETH CASTELÁN-ESTRADA¹ Y GUSTAVO MORA-AGUILERA²

¹/Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Periférico Carlos A. Molina s/n, 86500 Cárdenas, Tabasco. México. landerovn@colpos.mx, hcortezm@ipn.mx, cfortiz@colpos.mx, mcastelan@colpos.mx

²/Colegio de Postgraduados, km 36.5 carr. México-Texcoco. Montecillo, Estado de México. morag@colpos.mx

DIVERSIFICACIÓN DEL PAPAYO Y CAPTURA DE ÁFIDOS ALADOS EN TABASCO

RESUMEN. Diferentes grados de diversificación vegetal en el cultivo de papayo fueron evaluados para conocer su efecto sobre la incidencia de áfidos alados en trampas de color en Cárdenas, Tabasco tomando en cuenta las condiciones climáticas durante el periodo de observación. Se estudiaron los sistemas: Papayo-Maleza (PM), Papayo-yuca (*Manihot esculenta* Krantz)-maíz (PYM), Papayo-albahaca (*Ocimum basilicum* L.) (PA) y Papayo en monocultivo (Testigo). Semanalmente se colectaron áfidos mediante trampas de color amarillo y verde tipo Möericke con agua; se capturaron 23 especies de áfidos, potenciales vectores del Virus Mancha Anular del Papayo (VMAP), con la siguiente abundancia relativa *A. spiraecola* (= *citricola*) (Patch, 1914) (34.8%), *A. gossypii* (Glover, 1877) (15.1%), *A. nerii* (Boyer de Fonscolombe, 1841) (4.5%), *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (1.3%) y *A. craccivora* (Koch, 1854) (0.4%). Los resultados indican una fluctuación poblacional similar en los cuatro sistemas evaluados. Dos periodos de mayor incidencia fueron registrados: febrero a junio y agosto a octubre, con los mayores picos en el primero. La diversificación vegetal influyó en la densidad de áfidos capturados; el mayor número de ejemplares (15.2) se capturaron en el monocultivo y el menor número (6.6) en el sistema Papayo-Maleza. No se detectó correlación entre variables climáticas y número de áfidos. La incidencia de áfidos, la diversidad vegetal y las condiciones climáticas son elementos determinantes para el manejo del VMAP en papayo, en Tabasco.

PALABRAS CLAVE: Áfidos, diversificación vegetal, papaya, trampas de color.

DIVERSIFICATION OF PAPAYA CROP AND CAPTURE OF WINGED APHIDS (HEMIPTERA: APHIDIDAE) IN COLOR TRAPS AT TABASCO, MEXICO.

ABSTRACT. In order to know the effect of vegetal diversification over incidence of winged aphids on a plantation of papaya at Tabasco, different level of plant diversification were evaluated; climatic conditions were considered. Essayed systems were: Papaya-weed (PM), Papaya-cassava-corn (PYC), Papaya-sweet basil (PA), and Papaya-monoculture (Control). By means of color traps Möericke type yellow and green with water, weekly collects of aphids were carried out. A total of 23 species were registered with relative abundances; *Aphis spiraecola* (= *citricola*) (Patch, 1914) (34.8%), *A. gossypii* (Glover, 1877) (15.1%), *A. neri* (Boyer de Fonscolombe, 1841) (4.5%), *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (1.3%) and *A. craccivora* (Koch, 1854) (0.4%) were the species of collected aphids. Result shows that population fluctuation was similar in the four evaluated systems. Two periods of major incidence were registered: Feb-Jun and Aug-Oct., with the highest picks at the first period. The vegetal diversity of the papaya crop affected the capture of aphids. The highest number (15.24) of capture occurred in the system Monoculture and the lowest (6.62) in the treatment Papaya-Weeds. Correlation between climatic variables and number of aphids was not detected. To know the periods of the highest incidence of aphids, the effect of vegetal diversity and climatic conditions over populations are important for management of the PRSV-p at Tabasco, Mexico.

KEY WORDS: Aphids, color traps, papaya, plant diversity.

INTRODUCCIÓN

Las características que sitúan a los áfidos entre los grupos de insectos de mayor importancia agrícola a nivel mundial, son su forma de alimentación, su alto ritmo de reproducción, su habilidad para migrar a grandes distancias y sobre todo su habilidad para transmitir enfermedades de origen viral (Holman, 1974). Una de estas enfermedades, causada por el Virus Mancha Anular del Papayo (VMAP) es el principal problema epidemiológico del cultivo de papayo en el mundo (Lima *et al.* 2001).

El VMAP es transmitido en forma no persistente por más de 21 especies de áfidos, incluyendo *Aphis gossypii* Glover, 1877; *A. craccivora* Koch, 1854; *A. fabae* Scopoli, 1763; *A. neri* Boyer de Fonscolombe, 1841; *A. spiraecola* (= *citricota*) Patch, 1940; *Myzus persicae* Sulzer, 1776; *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe, 1841 y *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, 1878 (Marín, 1969; Purcifull *et al.*, 1984). Se ha determinado que ninguna de estas especies es colonizadora del papayo (Lima *et al.*, 2001).

Para el manejo del VMAP se han planteado dos estrategias: una la de tipo biotecnológico (Fermin *et al.* 2004); y la otra, desde la perspectiva agroecológica, que incluye eliminación de plantas enfermas, uso de cultivos barrera, aplicación de aceite mineral, manejo de fechas de siembra y protección de viveros, entre otras prácticas (Rivas-Valencia *et al.* 2003). Sin embargo, poco se sabe del efecto de la diversificación del cultivo sobre la incidencia de los áfidos vectores (Hernández, 2001).

La presente investigación se basa en tres consideraciones: 1) el cultivo del papayo no es colonizado por áfidos; 2) la relativa polifagia de los áfidos vectores del VMAP (Peña-Martínez *et al.* 2001) y 3) la transmisión no persistente del VMAP. Además, Tabasco presenta condiciones de temperatura y precipitación favorables para el manejo de la vegetación en el agro-ecosistema papayo con fines de manejo de plagas. Sin embargo, para el

diseño de un manejo integrado de áfidos y de las enfermedades que transmiten es necesario primero identificar las especies, las épocas de vuelo y los hospederos (Taylor y Palmer, 1972). No obstante la presencia del VMAP en Tabasco (Méndez, 1999) y la importancia de los áfidos en su transmisión, no se cuenta con trabajos documentados sobre las especies asociadas al cultivo del papayo y los aspectos básicos para su manejo. Por ello, los objetivos de este estudio son: conocer el efecto de la diversificación vegetal y de las condiciones climáticas sobre las poblaciones de áfidos alados en una plantación de papayo (*Carica papaya* L.), con énfasis en los vectores del Virus Mancha Anular del Papayo (VMAP).

MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio se localiza a los 19°49'03" latitud Norte, 93°23'03" longitud Oeste y a una altitud de 11 m snm. El clima es del tipo Am (f)W(i), (García, 1988). La precipitación media anual es 2,164.4 mm; 85% se presenta de junio a febrero y 15% de marzo a mayo, siendo éste el período de mínima humedad. La temperatura media anual es de 26° C y la evaporación media anual de 1,234 mm (Trujillo y Palma-López, 1988).

El estudio se realizó de febrero a noviembre de 2003, en una plantación de papayo (*Carica papaya* L.) cv. Maradol, en Cárdenas, Tabasco, México. Un terreno de 1 ha se dividió en cuatro parcelas de 2500 m², con calles de 8 m de ancho, donde se establecieron los tratamientos bajo estudio: Papayo-albahaca (*Ocimum basilicum* L.) (PA), Papayo-yuca (*Manihot esculenta* Crantz)-maíz (PYM), Papayo-Maleza (PM) y monocultivo (Testigo) (Figura 1).

Se consideraron los siguientes criterios para seleccionar las especies a asociar al cultivo del papayo: facilidad de propagación, conocimiento regional, potencial repelente, barrera e incremento de enemigos naturales de los áfidos (Hernández, 2001).

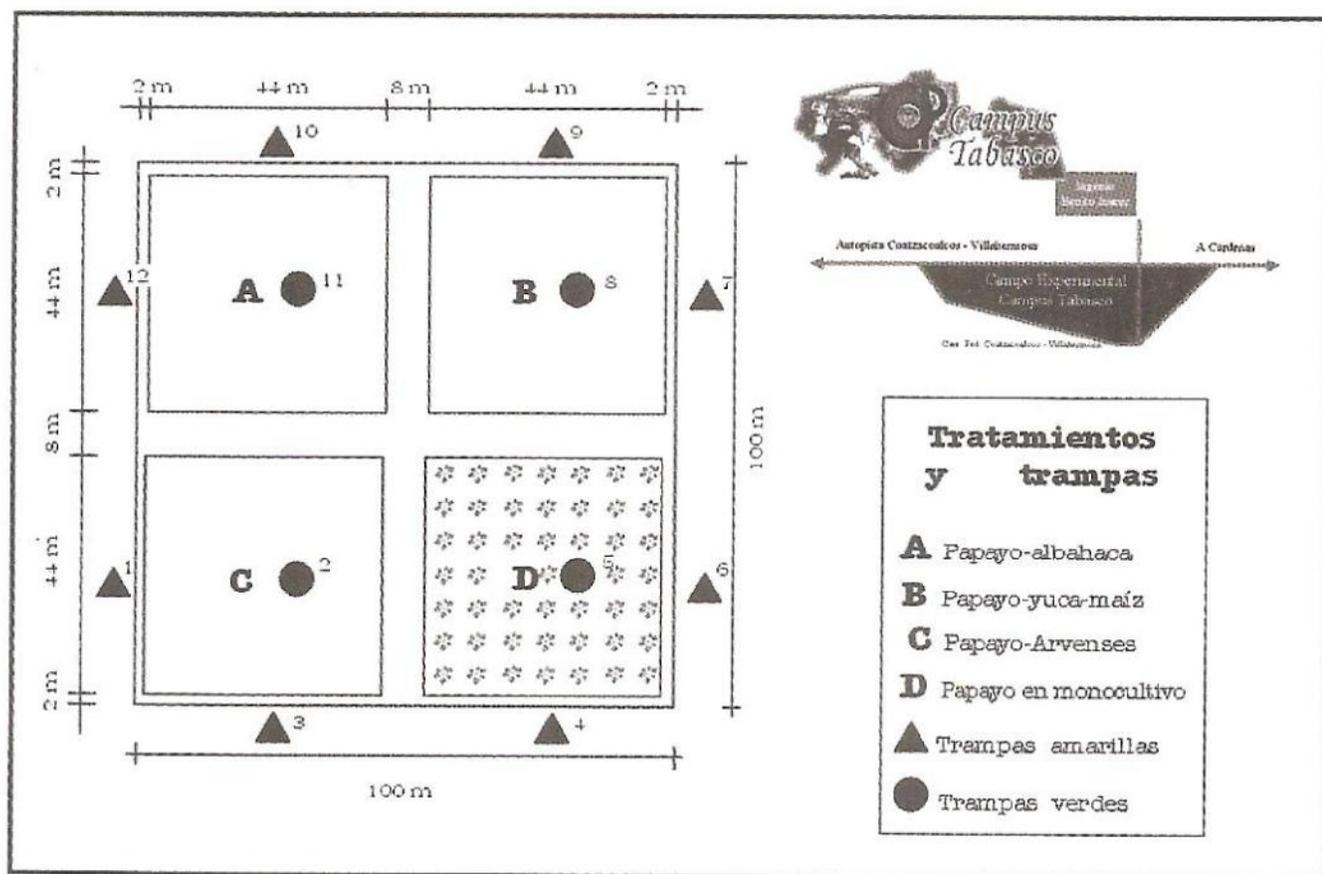


FIGURA 1. Distribución de Tratamientos con diferentes grados de diversificación vegetal en un cultivo de papayo (*Carica papaya*) en Cárdenas, Tabasco, durante el ciclo 2002-2003. A) Papayo-albahaca; B) Papayo-yuca-maíz; C) Papayo-arvenses, D) Papayo en monocultivo. Trampas amarillas; Trampas verdes

Para conocer la fluctuación poblacional de áfidos, trampas de color tipo Möericke de 30 cm de diámetro y 15 cm de profundidad con agua se colocaron sobre sendos soportes a fin de mantenerlas al nivel del dosel. Se utilizaron dos trampas amarillas fuera y una verde en el centro de cada tratamiento.

Los áfidos atrapados semanalmente se depositaron en frascos con alcohol al 75% para preservarlos. La identificación taxonómica se realizó en el Laboratorio de Entomología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, del Instituto Politécnico Nacional mediante claves pictóricas y dicotómicas.

La temperatura y humedad relativa se registraron durante el ciclo del cultivo con un higrotermógrafo electrónico marca HOBO® instalado en la parcela,

mientras que los datos de precipitación fueron obtenidos de la estación meteorológica del Colegio de Postgraduados, Campus-Tabasco.

El efecto de tratamientos sobre las poblaciones de áfidos se realizó mediante análisis de varianza, bajo un diseño de bloques con repeticiones en el tiempo, en donde estas correspondieron a cada fecha de muestreo (Brinkman y Gardner, 2001). Además, análisis de correlación lineal fueron corridos entre poblaciones de áfidos y las variables climáticas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Afidofauna. Un total de 1607 especímenes fueron capturados, de los que 1546 (92.2%) fueron capturados en trampas amarillas y 61 (3.8%) en

trampas verdes. De las capturas en trampas amarillas, el 36.5% (564) se registró en el Testigo; el 26.6% (412) en el tratamiento PYM; el 21.0% (325) en el tratamiento PA y el 15.9% (245) en PM (Cuadro 1).

Solo 1482 individuos se identificaron a nivel específico; el resto no se logró identificar debido al deterioro de los ejemplares. *Aphis spiraecola* fue la especie principal, con 516 ejemplares (34.8%), seguida de *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach, 1843) con 331 (22.3%) individuos y *Aphis gossypii* con 224 (15.1%) ejemplares. El resto de las especies fluctuaron en un rango de 0.07 a 4.5% (Cuadro 2). *A. spiraecola* ha sido registrada como la especie de mayor captura en trampas de color en regiones tropicales (Cermeli, 1970; Peña-Martínez *et al.*, 2001), lo cual coincide con los resultados encontrados en este estudio.

Entre las principales especies registradas como vectores del VMAP, seis fueron encontradas: *Aphis spiraecola* (34.8%), *A. gossypii* (15.1%), *A. nerii* (4.5%), *A. fabae* (3.1%), *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (1.3%) y *A. craccivora* (0.4%) que en conjunto representaron el 60.1% de los ejemplares capturados. Otras especies capturadas en este estudio y registradas como vectores del VMAP fueron *Pentalonia nigronervosa* (Coquerel, 1859), *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) y *Uroleucon* spp. (Wall, 2000), (Cuadro 2).

Toxoptera aurantii y *Macrosiphum. euphorbiae*, importantes vectores del VMAP (Marín, 1969; Purcifull *et al.* 1984; Lima *et al.* 2001), no fueron recolectados en esta ocasión, aun cuando se sabe cuentan con importantes hospederos en la región. *T. aurantii*, es una plaga importante del cultivo de cacao y cítricos en Tabasco, mientras que *M. euphorbiae* se ha registrado con frecuencia en la maleza *Parthenium hysterophorus* L. (Asteraceae).

Existe controversia sobre la importancia relativa como vectores del VMAP de las especies citadas; por ejemplo, Villanueva y Villanueva (1994) no obtuvieron transmisión del virus con *Pentalonia nigronervosa* en Veracruz, mientras que Wall (2000) si la obtuvo en Hawai. Aunque *A. spiraecola* ha sido reconocido como vector del VMAP (Purcifull *et al.* 1984), Mora *et al.* (1993) encontraron que dicha especie es de poca importancia en la predicción de la enfermedad, en donde las especies principales fueron *A. nerii* y *A. gossypii*, no obstante sus bajas capturas.

Durante el trabajo de campo, las escasas capturas de *A. craccivora* y *M. persicae* pudieran deberse a que dichas especies fueron poco atraídas por los colores usados en las trampas. La ausencia de *T. aurantii* y *M. euphorbiae*, podría obedecer a la nula atracción de los colores empleados. Al respecto, se sabe que los áfidos responden a longitudes de onda larga, preferentemente al color amarillo

Cuadro 1.

Captura total de áfidos alados en trampas de color en diferentes tratamientos diversificados de papayo en Cárdenas, Tabasco.

| Trampa | Tratamientos | | | | Total | % |
|----------|--------------|----------|-----------|--------|-------|-------|
| | Monocultivo | Albahaca | Yuca-Maíz | Maleza | | |
| Amarilla | 564 | 325 | 412 | 245 | 1 546 | 96.2 |
| Verde | 25 | 17 | 13 | 6 | 61 | 3.8 |
| Total | 589 | 342 | 425 | 251 | 1 607 | 100.0 |

Las cifras indican el número absoluto de áfidos colectados

Cuadro 2.

Especies de áfidos capturadas con trampas de color en una plantación de Papayo (*C. papaya*) en Cárdenas, Tabasco.

| Especie | Áfidos capturados en trampas | | Total de capturas | |
|--|------------------------------|--------|-------------------|--------|
| | Amarillas | Verdes | Absoluto | % |
| <i>Aphis spiraecola</i> Patch, 1914 | 503 | 13 | 516 | 34.82 |
| <i>Lipaphis erysimi</i> (Kaltenbach, 1843) | 325 | 6 | 331 | 22.33 |
| <i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877 | 219 | 5 | 224 | 15.11 |
| <i>Aphis nerii</i> B. de F., 1841 | 62 | 4 | 66 | 4.45 |
| <i>Rhopalosiphum ruftabdominale</i> (Sasaki, 1899) | 49 | 12 | 61 | 4.12 |
| <i>Pentalonia nigronervosa</i> Coquerel, 1859 | 56 | 4 | 60 | 4.05 |
| <i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763 | 42 | 4 | 46 | 3.10 |
| <i>R. maidis</i> (Fitch, 1856) | 43 | 3 | 46 | 3.10 |
| <i>Tetraneura nigriabdominalis</i> (Sasaki, 1899) | 28 | 3 | 31 | 2.09 |
| <i>Aphis nasturtii</i> Kaltenbach, 1843 | 21 | 4 | 25 | 1.69 |
| <i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776) | 19 | 0 | 19 | 1.28 |
| <i>Sipha flava</i> (Forbes, 1884) | 8 | 2 | 10 | 0.67 |
| <i>Uroleucon</i> spp. | 9 | 0 | 9 | 0.61 |
| <i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854 | 6 | 0 | 6 | 0.40 |
| <i>Picturaphis brasiliensis</i> (Moreira, 1952) | 6 | 0 | 6 | 0.40 |
| <i>Tinocallis kahawaluokalani</i> (Kirkaldy, 1907) | 6 | 0 | 6 | 0.40 |
| <i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy) | 5 | 0 | 5 | 0.34 |
| <i>Aphis coreopsidis</i> (Thomas, 1878) | 4 | 0 | 4 | 0.27 |
| <i>Capitophorus eleagni</i> (del Guercio) | 2 | 1 | 3 | 0.20 |
| <i>Geopemphigus floccosus</i> (Moreira, 1925) | 3 | 0 | 3 | 0.20 |
| <i>Schizaphis graminum</i> (Rondan, 1852) | 2 | 0 | 2 | 0.13 |
| <i>Aphis helianthi</i> Monell, 1879 | 2 | 0 | 2 | 0.13 |
| <i>Brachycaudus</i> sp. | 1 | 0 | 1 | 0.07 |
| Totales | 1421 | 61 | 1482 | 100.00 |

(Boiteau, 1990). Por ejemplo, Peña-Martínez *et al.* (2001) señalan que bajo condiciones tropicales *M. euphorbiae* ha sido pobremente capturado en trampas de color, mientras que Webb *et al.* (1994) encontraron baja atracción de *A. craccivora* por el color amarillo; ambos reportes coinciden con los resultados hallados en este trabajo.

Los resultados encontrados sugieren entonces que las trampas de color son ineficientes para la detección de *A. craccivora*, *M. persicae*, *T. aurantii* y *M. euphorbiae* bajo las condiciones de estudio, por lo que en futuros trabajos, trampas "neutras" o que no usen el color como atractivo, debieran ser evaluadas. Complementariamente deben ser

considerados muestreos directos de áfidos colonizadores. Por ejemplo, de 74 especies de áfidos identificadas en Cuernavaca, 65 se recolectaron sobre plantas y solo 32 mediante trampas amarillas (Trejo-Loyo *et al.* 2004).

Lipaphis erysimi no ha sido mencionada como vector del VMAP; sin embargo, se sabe que transmite en forma no persistente alrededor de 10 tipos de virus (Blackman y Eastop, 1984). Dada su relativa abundancia registrada en el presente estudio, es necesario evaluar en trabajos futuros su capacidad transmisora del VMAP.

El número total de especies de áfidos registradas coincide con lo señalado por Peña-Martínez *et al.*

(2001), en el sentido que en regiones tropicales la diversidad de áfidos es relativamente baja (alrededor de 30 especies), pero su importancia como vectores de enfermedades virales es considerable.

Fluctuación poblacional. Dada la baja captura de áfidos en las trampas de color verde, este análisis se basa sobre todo en las capturas con trampas amarillas. En éstas se registró actividad de áfidos alados durante todo el periodo de estudio (10 meses). Sin embargo, dos periodos con alta ocurrencia fueron claramente identificados; el primero, de febrero a junio, compuesto de tres picos principales: uno en febrero-marzo, otro en abril-mayo y otro más en mayo-junio. Un segundo periodo de menor incidencia ocurrió en agosto-octubre; en este caso, compuesto por dos picos importantes: agosto-septiembre y octubre-noviembre. El primer periodo coincidió con la época de sequía en Tabasco (Figura 2). Al respecto, se sabe que una de las causas que propician el vuelo de los áfidos es la escasez del alimento (Peña-Martínez *et al.* 2001), por lo que la mayor cantidad de áfidos capturados en ese periodo se puede explicar por la escasez de hospederos en la región y consecuentemente por la migración de los áfidos hacia hospederos secundarios.

Por otro lado, las menores poblaciones de alados se capturaron durante la temporada de lluvias, ya que estas favorecieron el crecimiento de vegetación herbácea dentro y fuera del cultivo; consecuentemente hubo mayor diversidad y abundancia de hospederas para los áfidos. A partir de agosto, se observó un nuevo incremento en las migraciones (Figura 2 B) quizá debidas, por un lado, a la sobrepoblación de áfidos, pero también a la reaparición de hospederos primarios. En esos periodos ocurre en la región la brotación de algunas especies arbóreas, entre las que destacan los cítricos y el cacao (*Theobroma cacao* L.) como hospederos primarios de áfidos (Cortéz, 2001). La fluctuación de áfidos vectores, incluyendo *A. spiraecola*, *A. gossypii*, *A. nerii* y *M. persicae*, fue similar a la fluctuación general de áfidos. De igual manera, la fluctuación

se comportó de manera similar en los cuatro sistemas de diversificación de papayo evaluados (Figura 2 C); pero los niveles poblacionales si variaron en cada uno.

Efecto de la diversificación vegetal. El análisis estadístico de la captura de áfidos reveló diferencias altamente significativas ($P = 0.0001$) entre tratamientos, tanto en trampas amarillas como verdes. Las mayores capturas (15.24 ± 16.32) se hicieron en el sistema menos diversificado (Monocultivo) con las trampas amarillas, mientras que las capturas más bajas (6.62 ± 7.19) fueron en el tratamiento con mayor diversificación vegetal (PM). El tratamiento PA (8.78 ± 8.94) solo mostró diferencias con el monocultivo, mientras que el tratamiento PYM (11.13 ± 10.31) fue diferente solo respecto al tratamiento PM. Aunque en más bajo número, una relación similar fue observada con las capturas de las trampas verdes. Es claro que existió una relación inversa entre la diversificación del cultivo y el número de áfidos alados capturados en trampas de color (Cuadro 3), de modo que las diferencias en capturas se explican por la diversidad vegetal de los tratamientos.

En el tratamiento PM, aparte del cultivo, se identificaron 16 especies de malezas de hoja ancha, dis-

Cuadro 3.

Efecto de diferentes tratamientos de diversificación vegetal en papayo (*C. papayo*) en la captura de áfidos alados con trampas de color. Cárdenas, Tab. 2003.

| Tratamientos | Medias ¹ | |
|------------------|---------------------|----------------|
| | Trampas Amarillas | Trampas Verdes |
| Monocultivo | 15.24 ± 16.32 A | 0.68 ± 1.42 A |
| Papayo-yuca-maíz | 11.13 ± 10.31 AB | 0.35 ± 0.95 AB |
| Papayo-albahaca | 8.78 ± 8.94BC | 0.46 ± 1.21 AB |
| Papayo-maleza | 6.62 ± 7.19 C | 0.16 ± 0.55 B |

¹ Medias ± Desviación seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey, 0.05).

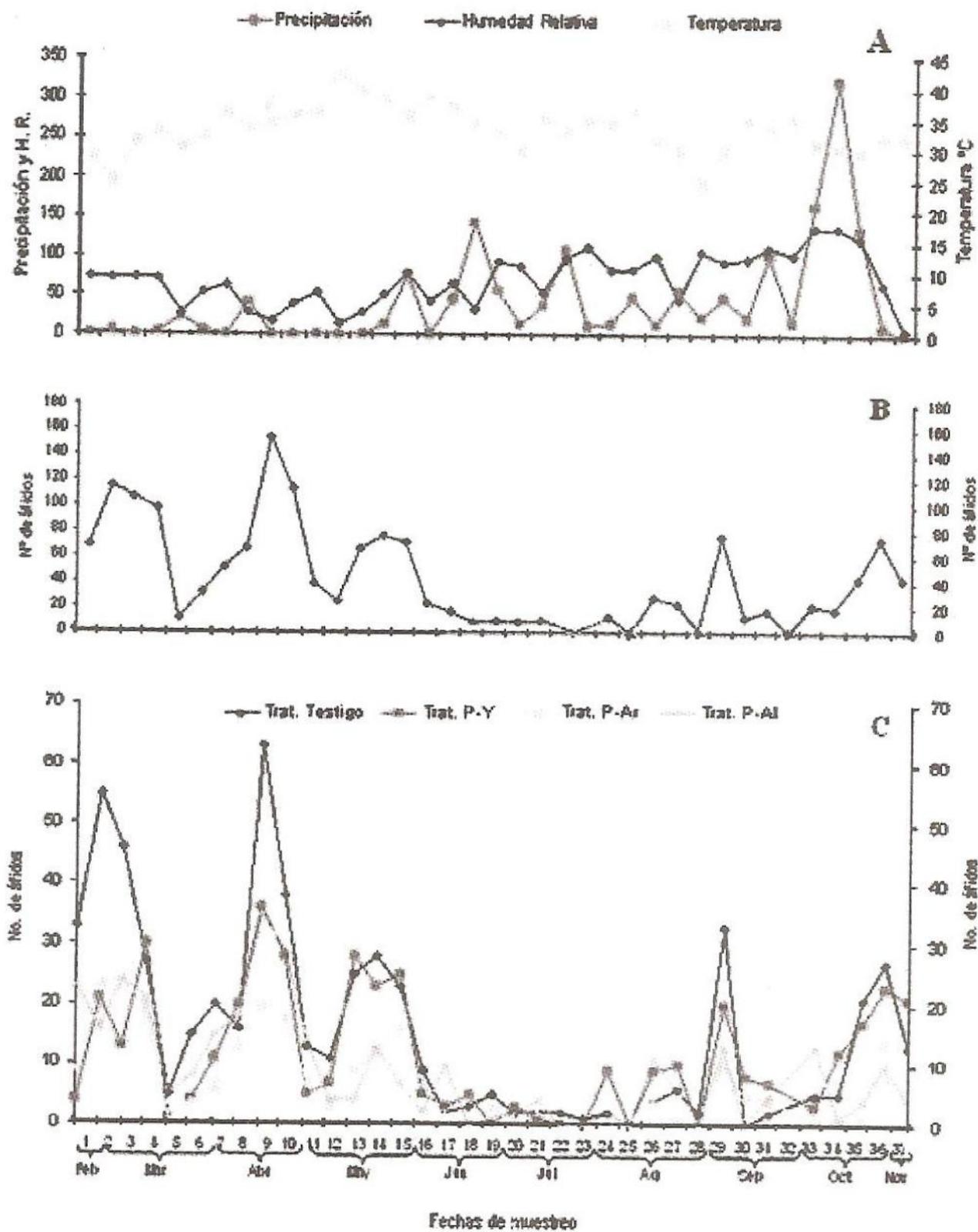


FIGURA 2. (A) Condiciones climáticas; (B) Fluctuación poblacional de Febrero-Octubre 2003 y (C) Fluctuación poblacional de áfidos por tratamiento en papayo (*C. papaya*) en Tabasco.

tribuidas en nueve familias (Cuadro 4). Varias de ellas son reportadas como importantes hospederas de áfidos (Blackman y Eastop, 1984). El Testigo, en cambio, fue el sistema menos diverso, conformado solo por *Carica papaya* L. Se sabe que las principales especies de áfidos aquí registradas son de hábitos polífagos (Peña-Martínez *et al.*, 2001) por lo que al haber mayor diversidad y cobertura vegetal hubo mayor atracción; la atracción de las trampas se redujo, resultando en menor captura de áfidos. Al respecto pudo constatar la presencia de áfidos en malezas como *Asclepias curassavica* L., *Solanum ptycanthum* Dun y *Parthenium hysterophorus* L. Contrariamente, en el tratamiento Monocultivo, con menor cobertura vegetal, la captura de áfidos fue mayor. Precisamente una de las recomendaciones para la utilización de trampas de color es mantener el suelo desnudo de vegetación (Peña-Martínez *et al.* 2001). Lo anterior pareciera ser un error de muestreo, pero en este caso se hizo de

manera deliberada para identificar indirectamente el efecto de la vegetación en la captura con trampas de color y, bajo el supuesto que al existir mayor diversidad de hospederas hay mayor distribución de alimento y enmascaramiento del cultivo (Quarles y Grossman, 2002), consecuentemente la incidencia en el cultivo del papayo debería ser menor.

Lo anterior fue verificado en un trabajo donde se evaluó la incidencia de la enfermedad VMAP y la producción del cultivo; uno de los sistemas con la menor incidencia de la enfermedad y mayor rendimiento fue el establecido con maleza (Landro, 2004). Se supone que en los virus de tipo no persistente, como lo es el VMAP, la vegetación no hospedera del virus juega un papel muy importante como "limpia-estilete", de manera que cuando el áfido llega al cultivo ya no es virulífero. Esta es una estrategia que se ha aplicado con el uso de barreras vegetales en el manejo del VMAP (Hernández, 2001).

Cuadro 4.

Especies de malezas registradas en el sistema Papayo-maleza (PM) en Cárdenas, Tabasco.

| Familia | Nombre científico | Nombre local |
|-------------------------|---|-------------------------|
| Capparidaceae | <i>Capparis baduca</i> L. | Guincillo, Ospi |
| Asteraceae | <i>Melanthera aspera</i> (Jacq) Steud | Mulito |
| | <i>Parthenium hysterophorus</i> L. | Adelfa |
| | <i>Melapodium divaricatum</i> (L.) Rich-ex Pers | Cutumbuy |
| Euphorbiaceae | <i>Acalypha arvensis</i> OPEP & Endl | Hoja de araña |
| | <i>Croton glabellus</i> | Cascarilla |
| | <i>Euphorbia hirta</i> L. | Golondrina, riñonina |
| | <i>Euphorbia postrata</i> A. T. | Golondrinilla |
| Lamiaceae | No identificada | |
| Solanaceae | <i>Solanum hirtum</i> Vahl | Huevo de gato |
| | <i>S. ptycanthum</i> Dun | Yerbamora |
| | <i>Solanum torvum</i> Sw | Berenjena, berenjenilla |
| Malvaceae | <i>Malacra alceifolia</i> Jacq | Malva |
| Phytolacaceae | <i>Rivinia humilis</i> L. | Coralillo |
| Apiaceae (=Umbeliferae) | <i>Erygium carlinae</i> Delaware | |
| Asclepiadaceae | <i>Asclepias curassavica</i> L. | Rompe muelas |
| Cucurbitaceae | <i>Momordica charantia</i> L. | Cundeamor |

Efecto de las condiciones climáticas. Aunque no se encontraron correlaciones significativas ($P = 0.05$) entre poblaciones de áfidos y factores climáticos, se observó una tendencia entre tres variables del clima con las especies reportadas como vectores de la enfermedad VMAP; la humedad relativa (HR) cuando esta se expresó en número de horas con HR superior a 90% se observó una correlación inversa con diferentes especies de áfidos (Cuadro 5).

De igual manera, una tendencia similar fue registrada entre la precipitación (Ppt) y diferentes especies vectores. Otros autores han reportado casos semejantes, en donde Ppt y HR se han correlacionado inversamente, sobre todo con especies de áfidos vectores de virus (Sánchez *et al.* 2000).

Por otro lado, la temperatura máxima (Temp) mostró tendencia hacia una correlación positiva con *A. gossypii* e inversa para *M. persicae* (Cuadro 4). Como organismos poiquilotermos, los insectos

no pueden regular su temperatura corporal, por lo tanto, la temperatura es una de las variables climáticas que más afectan el desarrollo de los áfidos, tal como ha sido señalado por diversos autores (Asin y Pons, 2001). Así, *A. gossypii* es un áfido con un intervalo climático más amplio, comparado con *M. persicae* que se desarrolla mejor en climas templados (Blackman y Eastop, 1984).

Los resultados encontrados en este estudio aportan elementos para el manejo de los áfidos en el cultivo del papayo, principalmente de los transmisores del VMAP. Conocer las fechas de mayor incidencia y los factores que influyen en la migración y colonización de alados permiten llevar a cabo acciones de manejo de la enfermedad; entre ellas: programación de fechas de siembra, protección de viveros con malla anti-áfidos; e incluso, la implementación de la diversificación del cultivo del papayo.

Cuadro 5.

Valores de correlación entre factores climáticos y poblaciones de áfidos vectores del VMAP en un cultivo de papayo (*C. papaya*) en Cárdenas, Tabasco.

| Tratamiento | Variables | Especies del género <i>Aphis</i> | | | | |
|------------------------|-----------|----------------------------------|-----------------|--------------|-----------------|------------------|
| | | <i>spiraecola</i> | <i>gossypii</i> | <i>nerii</i> | <i>persicae</i> | <i>raccivora</i> |
| Papayo-Albahaca (PA) | HR | -0.15 ¹ | -0.19 | -0.35 | 0.00 | 0.05 |
| | Ppt | -0.06 | -0.10 | -0.21 | -0.11 | -0.07 |
| | T | 0.22 | 0.33 | 0.27 | -0.07 | 0.21 |
| Papayo-Yuca-Maíz (PYM) | HR | -0.06 | -0.48 | -0.14 | -0.15 | -0.20 |
| | Ppt | 0.21 | -0.22 | -0.17 | -0.15 | -0.10 |
| | T | 0.04 | 0.43 | -0.15 | -0.23 | -0.13 |
| Papayo-Maleza (PM) | HR | -0.27 | -0.41 | -0.31 | -0.04 | -0.28 |
| | Ppt | -0.12 | -0.12 | -0.13 | -0.14 | -0.11 |
| | T | 0.03 | 0.26 | 0.27 | -0.22 | 0.05 |
| Monocultivo (T) | HR | -0.01 | -0.34 | -0.48 | -0.09 | -0.14 |
| | Ppt | 0.04 | -0.17 | -0.24 | -0.16 | -0.03 |
| | T | -0.01 | 0.30 | 0.37 | -0.42 | -0.15 |

^{1/} Todos los valores son referidos a índices de correlación ($P = 0.05$), $n = 37$.

HR = Humedad relativa.

T = temperatura.

Ppt = Precipitación.

CONCLUSIONES

Fueron identificadas 23 especies de áfidos asociadas al cultivo de papayo en Tabasco. Los áfidos potencialmente vectores del VMAP fueron: *A. spiraecola* (= *citricola*) (34.8 %), *A. gossypii* (15.1%), *A. neri* (4.5%), *Myzus persicae* (1.3%) y *A. craccivora* (0.4%).

Durante este estudio no se registraron ejemplares de *Macrosiphum euphorbiae* ni *Toxoptera aurantii* en trampas de color.

La diversificación vegetal del cultivo de papayo influyó netamente sobre la densidad de áfidos alados capturados en trampas de color. Las mayores poblaciones promedios del ciclo (15.2) fueron registradas en el sistema menos diversificado (Monocultivo) y las menores poblaciones (6.6) en el más diversificado (PM), lo cual tiene implicaciones en la incidencia de áfidos sobre las plantas de papayo.

Asociados a factores climáticos, se registraron dos periodos de mayor incidencia de áfidos: febrero a junio y agosto a octubre, con los mayores picos en el primer periodo, correspondiente a la época de menor precipitación, aunque no existe correlación entre los factores climáticos y el tamaño de las muestras colectadas de áfidos alados vectores del VMAP.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación PRODUCE-Tabasco por el apoyo financiero para la realización de este estudio. A la M. en C. Rebeca Peña Martínez, de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN, por la asistencia técnica para la identificación taxonómica de las especies de áfidos.

LITERATURA CITADA

- ASIN, L. AND X. PONS. 2001. Effect of high temperature on the growth and reproduction of corn aphids (Homoptera: Aphididae) and implications for their population dynamics on the North-Eastern Iberian Peninsula. *Environmental Entomology*, 30(6):1127-1134.
- BLACKMAN, R. L. AND V. F. EASTOP. 1984. *Aphids on the world's crops. An identification and Information guide*. 2nd Edition. John Wiley & Sons. LTD. London, UK. 466 pp.
- BOITEAU, G. 1990. Effect of trap color and size on relative efficiency of water-pan trap for sampling alate aphids (Homoptera: Aphididae) on potato. *Journal of Economic Entomology*, 83:937-942.
- BRINKMAN, M. A. AND W. A. GARDNER. 2001. Use of diatomaceous earth and entomopathogen combinations against the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae). *Florida Entomologist*, 84(4):84-92.
- CERMELI L., M. 1970. Notas preliminares sobre la fluctuación de áfidos en Cagua, estado de Aragua, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 20(5): 311-321
- CORTÉZ M., H. 2001. *Selección de aislamientos del hongo Verticillium lecanii (Zimm) Viegas, para el manejo del pulgón negro del cacao Toxoptera aurantii Boyer en Tabasco, México*. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 128 pp.
- FERMIN, G., V. INGLESSES, C. GARBOZO, S. RANGEL, M. DAGERT, AND D. GONSALVES. 2004. Engineered Resistance Against Prsv In Venezuelan Transgenic Papayas. *Plant Disease*. 88 (5):516-522.
- GARCÍA, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación de Köeppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Inst. de Geografía, UNAM, México, D. F. 25-33p.
- HOLMAN, J. 1974. *Los áfidos de Cuba*. Instituto Cubano del Libro. Ed. Organismos. La Habana, Cuba. 304 pp.
- LIMA, R. C. A., J. A. A. LIMA, M. T. SOUZA JR., G. PIO-RIBEIRO, Y G. P. ANDRADE. 2001. Etiología e estrategias de controle de viroses do mamoeiro no Brasil. *Fitopatologia Brasileira*, 26(4):689-702.
- LANDERO V., N. 2004. *Diversificación vegetal y el progreso de la enfermedad VMAP en un cultivo de papayo en Tabasco*. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco, Cárdenas. Tab. 98 pp.
- MÉNDEZ, M. R. 1999. *Incidencia y distribución del Virus Mancha Anular del Papayo en Tabasco*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Teapa, Tabasco. 41 pp.
- MORA A., G., D. NIETO A. AND D. TÉLIZ O. 1993. Development of a prediction model for Papaya-Ringspot Virus in Veracruz, Mexico. *Plant Disease*, 77:1205-1211.
- PEÑA-MARTÍNEZ, M. R., J. R. LOMELÍ F., A. G. TREJO L. Y N. VILLEGAS J. 2001. *Monitoreo de áfidos y afidófagos de importancia agrícola*. ENCB-IPN, IFIT-CP Y CIB-UAEM. México, D. F. 89 pp.
- PURCIFULL, D. E., J. R. EDWARDSON, E. HIEBERT AND D. GONSALVES. 1984. Papaya Ring Spot Virus. CMI/AAB. *Descriptions of Plant Viruses*, N° 292.
- QUARLES, W. AND J. GROSSMAN. 2002. Insectary plants, intercropping and biological control. *The IPM Practitioner*, 23(3): 1-11.
- RIVAS-VALENCIA, P., G. MORA-AGUILERA, D. TÉLIZ-ORTIZ, Y A. MORA-AGUILERA. 2003. Influencia de variedades y densidades de plantación de papayo (*Carica papaya* L.) sobre las epidemias de Mancha Anular. *Revista-Mexicana de Fitopatología*, 21(2): 109-116.

- SÁNCHEZ M., C., M. CERMELI, W. MACHADO, F. CENTENO Y E. BROWN. 2000. Diversidad de áfidos capturados con trampas amarillas en el cultivo del pimentón (*Capsicum annuum*) y su relación con los factores climáticos. Universidad Central de Venezuela. *Boletín de Entomología Venezolana*, 15(1):61-83.
- TREJO-LOYO, A. G., R. PEÑA-MARTÍNEZ, Y N. VILLEGAS-JIMÉNEZ. 2004. Afidofauna (Hemiptera: Aphididae) de Cuernavaca, Morelos, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 43(2):191-202.
- TAYLOR, L. R. AND J. M. PALMER. 1972. Aerial sampling. pp. 188-230. In: H.H. Van Emdem (Ed.). *Aphid technology*. Academic Press, London.
- TRUJILLO N., A. Y D. J. PALMA-LÓPEZ. 1988. *Estudio agro-lógico detallado del CEICADES-CP. Área del Trapecio* Km. 21. Colegio de Postgraduados. H. Cárdenas, Tabasco, México. 159 pp.
- VILLANUEVA B., J. Y J. A. VILLANUEVA J. 1994. Transmisibilidad del Virus de la Mancha Anular del Papayo (VMAP) entre hospedantes, por medio de áfidos (Homoptera: Aphididae). Memorias XXIX Congreso Nacional de Entomología, SME. Monterrey, Nuevo León. 142-143 p.
- WALL, C. G. 2000. *Papaya Ringspot Virus. Agricultural Pests of the Pacific*. University of Guam. Hawaii, USA. 48 pp.
- WEBB, E. S., L. M. YOKOMON AND J. D. VOEGTLIN. 1994. Effect of trap color on species composition of alate aphids (Homoptera: Aphididae) caught over watermelon plants. *Florida entomologist*, 77(1):146-149.