

# Fluctuación Poblacional de Cicadélidos positivos a Fitoplasma Asociado a Punta Morada en Maleza Aledaña a Cultivo de Papa, en Arteaga, Coah., México

Iván Isaias Vargas-Caamal<sup>1\*</sup>, Oswaldo García-Martínez<sup>1</sup>, Alberto Flores-Olivas<sup>1</sup>, Patricia Herrera-Pérez<sup>1</sup>, José Ángel Villarreal-Quintanilla<sup>2</sup>, Emilio Padrón-Corral<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Parasitología Agrícola, <sup>2</sup>Departamento de Botánica, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista. 25315. Saltillo, Coah., México. Fax: (844) 4 11 02 28. E-mail: ivanisaiaasv@yahoo.com.mx (\*Autor responsable). <sup>3</sup>Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas, Universidad Autónoma de Coahuila. Unidad Campo Redondo. 25280. Saltillo, Coah., México.

## Abstract

Leafhoppers (Cicadellidae) are vector insects that may transmit up to 40 different viruses belonging to the Rhabdoviridae and Reoviridae families. The main vector of the potato purple top is the leafhopper *Macrostelus fascifrons* (Hemiptera: Cicadellidae) along with other leafhoppers. In the important potato region of Coahuila-Nuevo Leon, producers don't even know that Cicadellidae species are present, and also ignore some facts about this presence like population fluctuation, and in what weed species can they be found. Taking all this into account the objectives of this assay were expressed as: a) to detect species of Cicadellidae positive to phytoplasmas associated to the potato purple top, in weeds bordering the commercial potato fields, b) to determine the population fluctuation of Cicadellidae positive to phytoplasmas associated to the potato purple top and c) to determine what weed species bordering the potato fields are positive to phytoplasmas. Samplings of leafhoppers and weeds were performed every week from January to December 2004 in Huachichil, Arteaga, Coah., Mexico. In order to detect phytoplasma, extractions of DNA of each one of the collected Cicadellidae species and weeds were made and PCR tests were realized. Fifty three different Cicadellidae species were collected, and phytoplasma was detected in *Macrostelus fascifrons*, *Empoasca fabae*, *Oncometopia nigricans* and one non identified species. The highest populations of adults of Cicadellidae altogether, were observed from November to February. Solely species of weeds: *Flourensia cernua* (Asteraceae), *Parthenium incanum* (Asteraceae), *Prunus cercocarpifolia* (Rosaceae) and *Reseda luteola* (Resedaceae), from the total of the 22 where Cicadellidae adults were found, were positive to phytoplasma.

**Key words:** Arvenses, *Empoasca fabae*, *Macrostelus* spp., *Oncometopia nigricans*.

## Resumen

Las chicharritas (Cicadellidae) son insectos vectores que pueden transmitir hasta 40 virus distintos de las familias Rhabdoviridae y Reoviridae. El principal vector de la punta morada de la papa es la chicharrita *Macrostelus fascifrons* (Hemiptera: Cicadellidae) y otras chicharritas pequeñas. En la importante región papera de Coahuila-Nuevo León se desconoce que especies de cicadélidos están presentes, cuál es su fluctuación poblacional y en qué especies de maleza puedan encontrarse; por lo que los objetivos de este estudio fueron: a) Detectar especies de cicadélidos positivos a fitoplasma asociado a la punta morada, en maleza aledaña a cultivo comercial de papa, b) Determinar la fluctuación poblacional de cicadélidos positivos a fitoplasma asociados a la punta morada de papa y c) Determinar que especies de maleza aledaña al cultivo de papa son positivas a fitoplasma. Se realizaron muestreos de chicharritas y maleza cada ocho días de enero a diciembre de 2004 en Huachichil, Arteaga, Coah., México. Para detectar fitoplasmas, se hicieron extracciones de ADN de cada una de las especies de cicadélidos y maleza colectadas y se realizaron pruebas de PCR. Se capturaron 53 especies diferentes de cicadélidos, detectándose fitoplasma en *Macrostelus fascifrons*, *Empoasca fabae*, *Oncometopia nigricans* y una especie no identificada. Las poblaciones más altas de los adultos de cicadellidae en conjunto, se observaron de noviembre a febrero. Únicamente especies de maleza: *Flourensia cernua* (Asteraceae), *Parthenium incanum* (Asteraceae), *Prunus cercocarpifolia* (Rosaceae) y *Reseda luteola* (Resedaceae), del total de las 22 en donde se capturaron adultos de cicadélidos resultaron positivas a fitoplasma.

**Palabras clave:** Arvenses, *Empoasca fabae*, *Macrostelus* spp., *Oncometopia nigricans*.

## Introducción

El cultivo de papa es uno de los más importantes de la República Mexicana y en los últimos años, se ha visto muy afectado por las enfermedades conocidas como punta morada y bola de hilo, las cuales son ocasionadas por fitoplasmas (Martínez, 1999), parecidos a los clasificados como 16SrI y 16SrII (Lee *et al.*, 1998; Leyva y Martínez, 2001). La punta morada se ha constituido en el factor limitante más importante, tanto para la producción de papa, como de semilla (Cadena, 1987). Durante 2003 y 2004, esta enfermedad afectó al 100 % de las plantas cultivadas, en algunas áreas productoras de papa, como ocurrió en la región Sur de Coahuila y Nuevo León, donde causó pérdidas millonarias, ya que redujo el rendimiento hasta en 90 % en algunos lotes, y cuando se logró obtener cosechas razonables, la calidad de los tubérculos fue afectada por un manchado interno, ocasionando que las pérdidas fueran del 100 %. (Flores *et al.*, 2004).

El cultivo de papa es susceptible a más de 300 plagas y enfermedades; estas últimas se pueden propagar por semilla, suelo, implementos de labranza, insectos y otros medios (Horton, 1992). Los insectos conocidos como chicharritas (Cicadellidae) son vectores importantes ya que pueden transmitir hasta 40 virus distintos de las familias Rhabdoviridae y Reoviridae, además de un grupo de geminivirus (Triplehorn y Jonson, 2005). Los cicadélidos son el segundo grupo de insectos vectores de virus fitopatógenos, después de Aleyrodidae (moscas blancas) (Metcalf y Flint, 1984). Los géneros más importantes son *Empoasca*, *Dalbulus* y *Dicrella*.

El principal vector de la punta morada es la chicharrita *Macrostelus fascifrons* (Hemiptera: Cicadellidae) (Triplehorn y Jonson, 2005) y otras chicharritas pequeñas. Son insectos saltadores muy comunes, que constituyen un grupo muy grande de cerca de 2,500 especies norteamericanas (Lorus y Margery, 1980; Arce, 1996). El catálogo cicadoidea de Metcalf enlista 4,378 especies ubicadas en 591 géneros y 54 subgéneros (DeLong, 1971).

Desde el punto de vista económico, a una planta que es inapropiada se le considera maleza; ya sea porque son tóxicas a los animales, desplazan a plantas más útiles, o por que son huéspedes alternos de patógenos de plantas o de insectos vectores de enfermedades (Huffaker, 1987).

En la región productora de papa de Coahuila-Nuevo León, una de las más importantes en México, se desconoce que especies de cicadélidos están presentes, y por lo tanto no se tiene información acerca de su densidad y movimiento poblacional, como tampoco de las especies de maleza frecuentadas por estos organismos, y especies de maleza positivas a fitoplasma. Existe información de especies de cicadélidos que han resultado positivas a

fitoplasmas asociados a la punta morada, que es prudente confirmar y además determinar si otras especies son positivas a fitoplasma, por lo que los objetivos de este estudio fueron: a) Detectar especies de cicadélidos positivos a fitoplasma asociado a la punta morada, en maleza alemana a cultivo comercial de papa, b) Determinar la fluctuación poblacional de cicadélidos positivos a fitoplasma asociados a la punta morada de papa y c) Determinar que especies de maleza alemana al cultivo de papa son positivas a fitoplasma.

## Materiales y Métodos

Se realizaron muestreos semanales durante los meses de enero a diciembre de 2004 en maleza alemana a un cultivo comercial de papa, en el rancho el Poleo, localizado en Huachichil, Arteaga, Coah., México. La identificación de los insectos se realizó en el Insectario del Departamento de Parasitología Agrícola (DPA) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

## Muestreo de Cicadélidos

Para muestrear en maleza se utilizó una red entomológica de golpeo de 30 cm de diámetro; en cada muestreo se consideraron cinco puntos al azar, en un área de aproximadamente 2 ha, adjunta a un terreno programado para sembrar papa, dando 20 golpes en cada punto, para tener así un total de 100 golpes cada ocho días.

Los insectos colectados, se guardaron en frascos de plástico de 50 ml, con alcohol etílico al 70 % para su preservación; los frascos se etiquetaron y se trasladaron el mismo día al insectario del DPA de la UAAAN, para su posterior identificación y para realizar las pruebas de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) correspondientes.

Los insectos colectados en maleza alemana, primero fueron separados del total de insectos capturados en cada muestreo, posteriormente se identificaron a nivel de especie, utilizando las claves de Lehr (1988) y Dietrich (1999).

## Muestreo en Maleza

Se colectaron durante todo el año de muestreo diferentes especies de maleza alemana al lote de papa, cada ocho días se tomaron cinco especies de maleza diferentes en cinco puntos al azar (donde se muestreó para capturar adultos de cicadélidos), teniendo como criterio obtener la mayor diversidad posible de maleza. Los especímenes de maleza colectados, se colocaron en prensas de madera, para su traslado y secado al Departamento de Botánica (DB) de la UAAAN. Los

especímenes de maleza colectados fueron identificados a nivel de especie, por el Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla, especialista en taxonomía vegetal y florística, de la UAAAN en Saltillo, Coah., México.

### Muestreo para Detección de Fitoplasma

Para la detección de fitoplasma en maleza, se tomaron muestras de raíz, tallo, hojas y flores de las cinco malezas muestreadas cada ocho días. Las muestras se guardaron en bolsas de plástico transparente de 1 kg de capacidad, debidamente etiquetadas; posteriormente se colocaron en una hielera, para su traslado el mismo día de muestreo, al laboratorio de Parasitología Molecular del DPA de la UAAAN, donde se mantuvieron a -70 °C.

### Detección de Fitoplasma

Se realizaron pruebas con la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) para determinar la presencia de fitoplasma en adultos de cicadélidos y en especies de maleza aleña al cultivo de papa, respectivamente, para lo cual, primero se llevaron a cabo extracciones de ADN de todas las muestras obtenidas en campo. Posteriormente se efectuó la primera PCR utilizando las secuencias (5'-3') de los oligonucleótidos: P1 TCAGGCGTGTGCTCTAACCAGC; TINT AAGAGTTTGSTCCTGGCTCAGGATT. Después se hizo la segunda reacción en cadena de la polimerasa, utilizando las secuencias (5'-3') de los oligonucleótidos: R16mR2 TGACGGGCGGTGTGTACAAACCCCG; R16mF2 ACGACTGCTGCTAAGACTGG. Para la amplificación se utilizó el siguiente programa en el termociclador: 94 °C durante 2 min, 94 °C y 55 °C por 45 s (35 ciclos), 72 °C por 2 min y 72 °C durante 5 min.

Todos los pasos previamente descritos se realizaron utilizando el protocolo establecido para la detección de fitoplasmas de Martínez (2000).

### Análisis Estadístico

**Cuadro 1.** Superfamilias, géneros, especies y número de adultos de cicadélidos colectados en maleza aleña a cultivo de papa de enero a diciembre de 2004 en Huachichil, Arteaga, Coahuila.

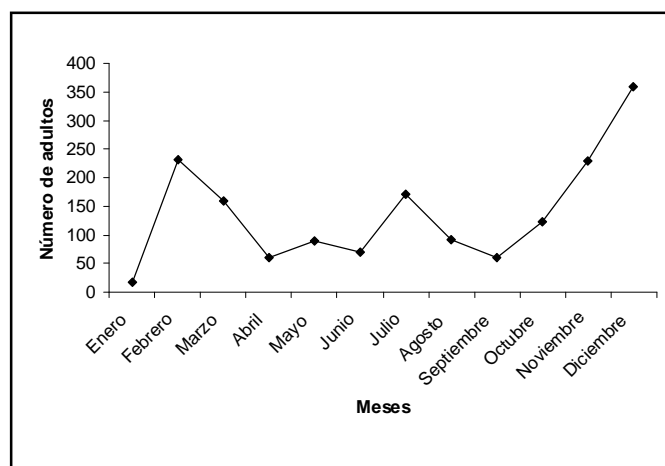
Situación	Subfamilia	Géneros	Especies	Número de adultos capturados
Maleza	Typhlocybinae	<i>Empoasca</i>	<i>fabae</i>	66
		<i>Macrostes</i>	<i>fascifrons</i>	73
	Deltoccephalinae	<i>Oncometopia</i>	<i>nigricans</i>	54
			Sp. 48	13
			49 especies	1452
			Total:	1658

Con el fin de determinar si los factores ambientales, temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura ambiente y precipitación pluvial, tuvieron algún efecto sobre las poblaciones de cicadélidos, se realizaron análisis de regresiones y correlaciones múltiples. Por tal efecto, el promedio de adultos capturados cada ocho días se consideró como la variable dependiente y los cuatro factores abióticos mencionados como variables independientes. Se utilizó el paquete estadístico Statistica de StatSoft para Windows.

### Resultados y Discusión

#### Cicadélidos en Maleza

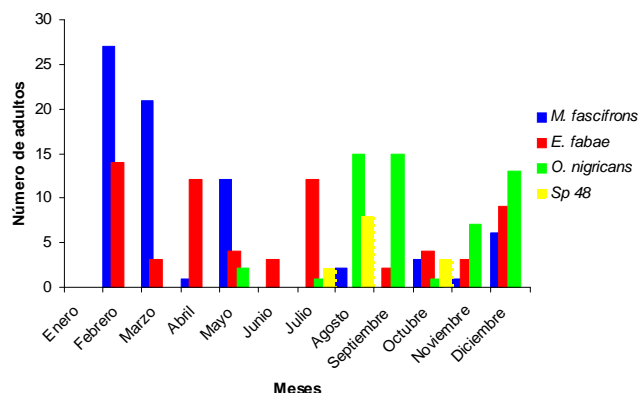
Se colectaron un total de 1,658 adultos de chicharritas en maleza aleña al cultivo de papa, de este material biológico, por comparaciones morfológicas se separaron 53 especies, de las cuales algunas se identificaron con las claves taxonómicas ya referidas. El Cuadro 1 resume el



**Figura 1.** Fluctuación poblacional mensual de adultos de cicadélidos en maleza aleña al cultivo de papa en Huachichil, Arteaga, Coah., México durante 2004.

número de adultos colectados en maleza alemana al cultivo de papa, por géneros y especies.

Las especies positivas a fitoplasma en conjunto representaron el 12.4 % del total de adultos capturados. La Figura 1 muestra la fluctuación poblacional que se refleja al considerar el número total de capturas de adultos



**Figura 2.** Fluctuación poblacional de adultos de cicadélidos positivos a fitoplasma colectados en maleza alemana a papa comercial de enero a diciembre de 2004 en Huachichil, Coah., México.

de las 53 especies atrapadas; se puede apreciar que estos insectos estuvieron presentes durante todo el año, presentándose picos altos de captura en los meses de febrero y julio, así mismo, a partir de octubre hubo también un crecimiento paulatino, que culminó con el máximo crecimiento poblacional del año en el mes de diciembre.

La Figura 2 muestra la fluctuación poblacional de las especies de cicadélidos que resultaron positivas a fitoplasma. *M. fascifrons* se detectó en ocho meses (de febrero a mayo, en agosto y de octubre a diciembre), aunque en bajos números, siendo en febrero cuando se capturó el mayor número de adultos (27). *E. fabae* se registró en la mayoría de los meses (de febrero a julio y de septiembre a diciembre) en muy bajas densidades, en febrero se colectó el máximo de adultos (14), además se capturaron 12 adultos en los meses de abril y julio. Polgar *et al.* (2002), reportan en Hungría la presencia de adultos de varias especies de *Empoasca* sobre papa, a partir de mayo, alcanzando el máximo poblacional en julio y agosto. Emmen *et al.* (2004), comentan que en Pennsylvania (USA) el comportamiento de *E. fabae* es similar en alfalfa, donde las más altas poblaciones se presentan en julio, seguidas de pequeñas explosiones poblacionales durante agosto.

**Cuadro 2.** Especies de maleza en las que se capturaron adultos de cicadélidos positivos a fitoplasma y número de individuos en Huachichil, Arteaga, Coah., México.

Familia	Maleza	<i>M. fascifrons</i>	<i>E. fabae</i>	<i>O. Nigricans</i>	Especie 48
Resedaceae	<i>Reseda luteola</i>	6	12	7	0
Poaceae	<i>Aristida curvifolia</i>	8	1	0	1
Brassicaceae	<i>Brassica kaber</i>	1	2	0	0
Poaceae	<i>Stipa eminens</i>	16	0	0	0
Poaceae	<i>Triticum eastivum</i>	28	12	0	0
Asteraceae	<i>Brickellia veronicaefolia</i>	1	2	0	0
Brassicaceae	<i>Eruca sativa</i>	5	3	5	0
Liliaceae	<i>Asphodelus fistulosus</i>	1	1	2	1
Poaceae	<i>Avena sativa</i>	1	2	0	0
Asteraceae	<i>Flourenzia cernua</i>	0	6	0	0
Asteraceae	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	0	9	1	0
Asteraceae	<i>Hymenoxys odorata</i>	0	5	0	0
Asteraceae	<i>Helianthus laciniatus</i>	1	3	2	2
	<i>Mentzelia multiflora</i>	0	3	0	0
Rosaceae	<i>Pronus cercocorpitelia</i>	0	4	3	0
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	1	3	22	8
Asteraceae	<i>Conyza bonoriensis</i>	0	0	1	0
Lamiaceae	<i>Marrubium vulgare</i>	1	0	1	0
Lamiaceae	<i>Salvia tiliaefora</i>	0	1	1	0
Lamiaceae	<i>Salvia lanceolata</i>	2	0	2	0
Asteraceae	<i>Parthenium incanum</i>	0	0	1	0
Asteraceae	<i>Verbena ciliata</i>	0	0	1	0

Se capturaron muy pocos adultos de *Oncometopia nigricans*, siendo los meses de agosto y septiembre cuando se obtuvo el máximo número de adultos capturados (15) y la especie 48 fue en la que el menor número de adultos fueron capturados, con tan solo 8 adultos en el mes de agosto, y muy pocas capturas en el resto de los meses.



**Figura 3.** Especies de cicadélidos positivos a fitoplasma colectados en maleza aleña a cultivo comercial de papa en Huachichil, Arteaga, Coah. México: *M. fascifrons* (A); *E. fabae* (B) *O. nigricans*, (C); Especie 48 (D).

Las regresiones y correlaciones múltiples realizadas, indican que para *M. fascifrons* no hubo significación para los factores abióticos considerados, y correlaciones negativas muy bajas entre dichos factores. Para *E. fabae*, se obtuvo una regresión altamente significativa, de 0.005020 con la variable de temperatura ambiente y de 0.007453, con la variable temperatura mínima, sin embargo presentaron correlaciones negativas muy bajas, debido a que se presentaron temperaturas muy bajas (abajo de cero), en el área de trabajo de noviembre hasta abril. Para *O. nigricans* no hubo significación para los factores considerados, ya que se obtuvieron correlaciones muy bajas. La especie 48, no identificada hasta el momento, presentó regresiones no significativas, así como correlaciones muy bajas entre dichos factores.

### Maleza

Se colectaron 22 especies de maleza en donde se capturaron adultos de cicadélidos, que resultaron positivos a fitoplasma, siendo *Triticum eastivum* (Poaceae), donde se capturó el mayor número de adultos con un total de 40, de los cuales 28 fueron *M. fascifrons*. En *Viguiera dentata* (Asteraceae) se capturaron 34 adultos, de los cuales 22 pertenecen a *O. nigricans*.

Hutchison (2002), menciona que en Minnesota (USA) anualmente se presentan poblaciones de *M. quadrilineatus* [= *Macrosteles fascifrons* (Stal)] que hibernan como huevecillos en diversas especies de pastos y trigo, lo cual concuerda con lo obtenido al respecto en este trabajo.

Los adultos de cicadellidae restantes se capturaron en las 20 malezas, que se mencionan en el Cuadro 2.

González (1995) menciona que los principales insectos vectores de enfermedades que atacan al cultivo de papa en Coahuila y Nuevo León, son las chicharritas y reporta como hospedadoras principales a la gobernadora (*Larrea tridentata*), el alfilerillo (*Erodium cicutarium*), el falso diente de León (*Sonchus oleraceus*) y el polocotillo (*Helianthus laciniatus*); este último se encuentra en el área de estudio.

Arispe (1995) describe para el Cañón de Emiliano Zapata, Coah., México, 16 especies de maleza asociados al cultivo de papa, de las cuales tres están presentes en Huachichil, siendo las más abundantes, el polocotillo (*Helianthus laciniatus*), la alfombrilla (*Verbena ciliata*) y la hierba amargosa (*Parthenium hysterophorus*).

### Detección de Fitoplasmas

Con la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR), se detectó la presencia de fitoplasmas en adultos de *M. fascifrons*, *E. fabae*, *O. nigricans* y la especie 48

(Figura 3), utilizando los iniciadores P1/Tint en el primer ciclo de amplificación y los iniciadores R16mR2/R16mF2 durante la segunda reacción (Figura 4). Lee *et al.* (2003), identificaron a insectos vectores de fitoplasma en zanahoria, siendo *M. fascifrons* uno de los más importantes vectores en Texas (USA).

Beanland *et al.* (1999) reportaron a *M. fascifrons* como vector de fitoplasmas en lechuga, siendo las hembras más eficientes en la transmisión que los machos.

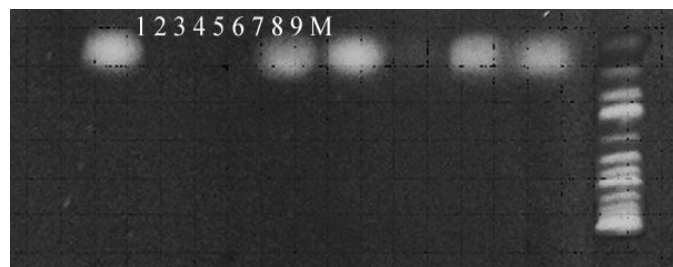
Se han mencionado algunas especies del género *Macrostes* como vectoras de fitoplasmas como es el caso de *M. quadripunctulatus* que ocasiona el amarillamiento en el crisantemo (Marzachi y Bosco, 2005), que también es reportada como vectora de fitoplasmas en localidades viñeras de Italia (Mazzoni *et al.*, 2001).

Almeyda *et al.* (2004), reportaron al género *Empoasca*, asociado a la punta morada de la papa en los estados de Coahuila, Guanajuato, Edo. de México, Nuevo León. y Tlaxcala.

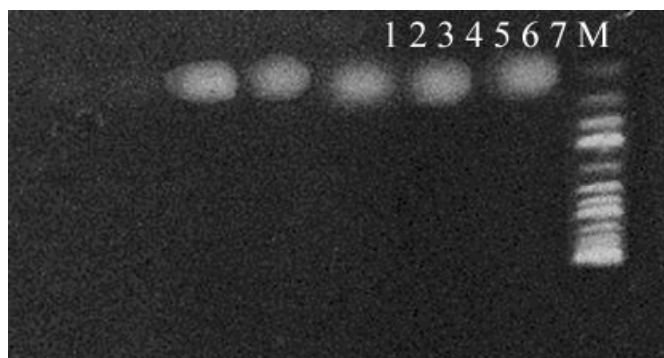
Este trabajo reporta por primera vez a *O. nigricans* como vector de fitoplasma asociado a la punta morada; el género *Oncometopia* sólo se había reportado como vector de la bacteria causal de la clorosis colorida en cítricos, enfermedad reportada en Brasil (Milanez *et al.*, 2003).

Se determinó la presencia de fitoplasmas en cuatro especies de maleza donde se capturaron adultos de cicadélidos, siendo estas *Flourensia cernua*, *Parthenium incanum*, *Prunus cercocarpifolia* y *Reseda luteola* (Figura 5). Aunque se capturaron muy pocos adultos de chicharritas en estas especies de maleza, éstas tienen el potencial para transmitir la enfermedad a muchas plantas de papa.

Lee *et al.* (2001) mencionan que la maleza *Brassica oleraceae* resultó positiva al fitoplasma del amarillamiento



**Figura 4.** Amplificación de secuencias de ADN específicas a fitoplasma de punta morada de la papa. Carriles: 1 Testigo negativo (Agua desionizada estéril); 2 Especie de cicadélido No. 48 (Positivo); 3-4 cicadélidos negativos; 5 *Oncometopia nigricans* (Positivo); 6 *Empoasca fabae* (Positivo); 7 cicadélido negativo; 8 *Macrostes fascifrons* (Positivo); 9 Testigo positivo (*B. cockerelli*) y M marcador de peso molecular 1kb.



**Figura 5.** Amplificación de secuencias de ADN específicas a fitoplasma de punta morada de la papa. Carriles: 1 Testigo negativo (Agua desionizada estéril); 2 *Viguiera dentata* (Negativa); 3 *Prunus cercocarpifolia* (Positiva); 4 *Flourensia cernua* (Positiva); 5 *Parthenium incanum* (Positiva); 6 *Reseda luteola* (Positiva); 7 Testigo positivo (*B. cockerelli*) y M marcador de peso molecular 1kb.

del aster en el sureste de Texas, y Almeyda *et al.* (2004), reportan a *Helianthus annuus*, como posible hospedero alternante del agente causal de la punta morada de la papa.

## Conclusiones

Se detectaron cuatro especies de cicadélidos positivos a fitoplasma asociado a la punta morada de la papa: *M. fascifrons*, *E. fabae*, *O. nigricans* y la especie 48. *E. fabae* y *M. fascifrons* se encontraron en la mayoría de los meses, presentándose en febrero el máximo número de adultos para estas dos especies. *O. nigricans* se encontró en siete meses, de los cuales agosto y septiembre fueron los meses de máximas capturas y la especie 48 fue capturada en bajos números, siendo el mes de septiembre, cuando se presentó la población más alta. De las 22 especies de maleza donde se colectaron adultos de cicadélidos positivos, *Flourensia cernua*, *Parthenium incanum*, *Prunus cercocarpifolia* y *Reseda luteola* resultaron positivas a fitoplasma.

## Literatura Citada

- Almeyda, I. L., J. S. Sánchez y J. T. Garzón. 2004. Detección molecular de fitoplasmas en papa. pp. 4-11. In: Memorias simposio punta morada de la papa. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Arce, F. A. 1996. El cultivo de la patata. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España. pp. 171-172.
- Arispe, A. J. 1995. Malezas asociadas al cultivo de la papa *Solanum tuberosum* L. hospederas de insectos transmisores de enfermedades en Coahuila y Nuevo León. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma



- Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México. pp. 34-59.
- Beanland, L., C. W. Hoy., S. A. Miller and L. R. Nault. 1999. Leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) transmission of aster yellows phytoplasma: Does gender matter? *Environ. Entomol.* 28(6): 1101-1106.
- Cadena, M. A. 1987. Efecto de genotipos de plantas, aplicaciones de antibióticos e insecticidas en el control de la punta morada de la papa. *Agric. Téc. Méx.* 13:3-13.
- DeLong, D. M. 1971. The bionomics of leafhoppers. *Annu. Rev. Entomol.* 16: 179-183.
- Dietrich, C. H. 1999. Key to the family group taxa of Cicadellidae. *Illinois Natural History Survey.* 28(10): 5-93.
- Emmen, D. A., S. J. Fleischer and A. Hower. 2004. Temporal and spatial dynamics of *Empoasca fabae* (Harris) (Homoptera: Cicadellidae) in alfalfa. *Environ. Entomol.* 33(4): 890-899.
- Flores, O. A., N. I. Alemán y Z. M. Notario. 2004. Alternativas para el manejo de la punta morada de la papa. En memorias simposio punta morada de la papa. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México. pp. 40-64.
- González, R. A. 1995. Diversidad y dinámica de los insectos vectores de enfermedades del cultivo de la papa en Coahuila y Nuevo León. En memorias. Trabajos presentados en el VI Congreso Nacional de Productores de papa. Saltillo, Coah., México. 104 p.
- Horton, D. 1992. La papa: producción, comercialización y programas. Publicación del Centro internacional de la papa (CIP). Lima Perú. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. pp. 1-42.
- Huffaker, C. B. 1987. Fundamentos del control biológico de malas hierbas. En Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Compañía editorial Continental, S. A. De C. V. 10ª impresión. México D. F. pp. 740-756.
- Hutchinson, B. 2002. Potato or Aster Leafhopper. *Minnesota Vegetable IPM Newsletter.* (4): 1.
- Lee, I. M., D. E. Gunderson and A. Bertaccini. 1998. Phytoplasma: Ecology and genomic diversity. Symposium. New perspectives on phytopathogenic Mollicutes. *Phytopatol.* 88:1350-1366.
- Lee, I. M., R. A. Dane., M. C. Black and N. Troxclair. 2001. First report of an aster yellows phytoplasma associated with cabbage in southern Texas. *Plant Dis.* 85:447.
- Lee, I. M., M. Martín., K. D. Bottner and R. A. Dane. 2003. Ecological implications from a molecular analysis of phytoplasmas involved in an aster yellows epidemic in various crops in Texas.
- Lehr, P. A. 1988. Keys to the insects of the far east of the USSR. pp. 32. In: six Volumes. Vol. II. Homoptera and Heteroptera. Leningrad, Nauka Publishing House.
- Leyva, L. N y J. S. Martínez. 2001. Detección, caracterización y aspectos ecológicos de fitoplasmas asociados a enfermedades de la papa. Memorias del XXVIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Querétaro, Qro., México. Resumen F-18.
- Lorus, M and M. Margery. 1980. Field guide to North American insects and spiders. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, New York. p.499.
- Martínez, S. J. P., 1999, La punta morada de la papa IX Congreso Nacional de Productores de papa, Memorias, León Gto., México.
- Martínez, J. S. 2000. Curso Biotecnología. Técnicas de extracción de ADN y PCR. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah., México.
- Marzachi, C. y D. Bosco. 2005. Relative quantification of chrysanthemum yellows (16Sr I) phytoplasma in its plant and insect host using real-time polymerase Chain reaction. *Mol. Biotechnol.* 30(2): 117-128.
- Mazzoni, V., F. Cosci., A. Lucchi and L. Santini. 2001. Leafhoppers and Planthoppers vectors in Ligurian and Tuscan vineyards. *Bulletin OILB/SROP*, 2001. 24(7): 263-266.
- Metcalf, C. L y W. P. Flint. 1984. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y control. 4ª Edic. Edit. Continental, México. 1208 p.
- Milanez, J. M., J. R. Parra., I. A. Custódio., D. C. Magri., C. Cera and J. R. Lopes. 2003. Feeding and survival of citrus sharpshooters (Hemiptera: Cicadellidae) on host plants. *Florida Entomologist* 86(2): 154-157.
- Polgar, A., G. Kuroli and A. Orosz. 2002. Individual number change of *Empoasca* spp. Cicadas species in potato. *Universite it Gent* 67(3): 547-556.
- StatSoft, 2005. StatSoft logo, Statistica, Sewss Sedas, Data Miner, Sepath and G. Trees.
- Triplehorn, C. H and Jonson N. F. 2005. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. Seventh edition. Thomson books/cole. pp. 268-332.