

VECTORES CAUSANTES DE PUNTA MORADA DE LA PAPA EN COAHUILA Y NUEVO LEÓN, MÉXICO*

VECTORS CAUSAL OF POTATO PURPLE TOP IN COAHUILA AND NUEVO LEON, MEXICO

Isidro Humberto Almeyda-León^{1§} José Alfredo Sánchez-Salas² y José Antonio Garzón-Tiznado³

¹Campo Experimental General Terán, INIFAP, km 31 carretera Montemorelos-China, C. P. 67400, General Terán, Nuevo León, México. ²Campo Experimental Saltillo, INIFAP. ³Campo Experimental Valle de Culiacán, INIFAP. §Autor para correspondencia: halmeida@fcb.uanl.mx

RESUMEN

El cultivo de papa en la región noreste de México es afectado por un complejo de plagas, donde destacan los insectos vectores de virus y fitoplasmas. El objetivo de este estudio fue realizar el diagnóstico de las diferentes especies de insectos asociados a la papa y maleza, y que pueden ser vectores del agente causal de la enfermedad punta morada, se seleccionaron seis sitios de muestreos, tres en el estado de Coahuila (El Tunal, Emiliano Zapata y Huachichil) e igual número en el estado de Nuevo León (San Rafael, Cristal y Raíces). Desde diciembre de 2003 hasta agosto de 2004, en cada sitio se realizaron colectas de insectos, plantas de papa (cultivada y plantas mostrencas), con los síntomas característicos de infección por punta morada, así como de maleza (dentro y aledaña al cultivo), las cuales se trasladaron al laboratorio para ser analizadas mediante la técnica de reacción en cadena de la polimerasa-secuencial (PCR-Secuencial), utilizando los iniciadores P1/P7 y R16mF2/R16mR1 para determinar su asociación con fitoplasmas considerados como los agentes causales de la enfermedad punta morada. Las especies de insectos con mayor población en los seis sitios de muestreo fueron: los psílidos *Bactericera cockerelli* y *Heteropsylla texana* y las chicharritas *Aceratagallia* spp. y *Empoasca* spp. La asociación de *H. texana* con el cultivo de la papa es considerada como un nuevo registro en la región. *B. cockerelli*, además de ser la especie con mayor población

en todos los sitios, mostró la mayor asociación (52%) con fitoplasmas de acuerdo a los resultados obtenidos en las PCR-Secuenciales. El fitoplasma también fue encontrado en *H. texana*, *Aceratagallia* spp. y *Empoasca* spp., así como en la papa y en las malezas girasolillo y correhuela. El mayor porcentaje de asociación de *B. cockerelli* con fitoplasmas, ubica a esta especie como el posible principal vector del agente causal de la punta morada de la papa en la zona de estudio.

Palabras clave: *Aceratagallia* spp., *Bactericera cockerelli* (Sule), *Convolvulus arvensis* L., *Empoasca* spp., *Helianthus annuus* L., *Heteropsylla texana* (Crawford).

ABSTRACT

Potato crop production in the northeast of Mexico is affected by a complex of insect pests, where the most important insects are those that are vectors of virus and phytoplasmas. The objective of this study was to examine the different insect species associated with potato crop and weeds in the region and determine the species with potential to transmit the phytoplasma causing potato purple top. The study was conducted from december of 2003 to august of 2004, in six sites: three in the state of

* Recibido: Enero de 2006
Aceptado: Marzo de 2007

Coahuila (El Tunal, Emiliano Zapata and Huachichil) and three in the state of Nuevo León (San Rafael, Cristal and Raíces). In the six sites there were collections during both years of insects, potato plants with typical symptoms of phytoplasma infection and weed plants growing around the potato crop field. In order to determine presence of the potato purple top phytoplasmas, all the collections were analysed in laboratory through the technique Nested-Polymerase Chain Reaction (Nested-PCR), using the primers P1/P7 and R16mF2/R16MR1. The insect species that showed high populations were: the psyllids *Bactericera cockerelli* and *Heteropsylla texana*, as well as the leafhoppers *Aceratagallia* spp. and *Empoasca* spp. The association of *H. texana* with the potato crop in the northeast of Mexico is considered as a new record. *B. cockerelli* was the most abundant species in all the experimental sites; furthermore, according with the results from Nested-PCR, this insect had the highest association with the potato purple top phytoplasma (52%). The pathogen was also found in the insects *H. texana*, *Aceratagallia* spp. and *Empoasca* spp., and in plants of potato, wild sunflower and correhuella. These results, to point at *B. cockerelli* how the vector principal possible of potato purple top phytoplasma in the study region.

Key words: *Aceratagallia* spp., *Bactericera cockerelli* (Sule), *Convolvulus arvensis* L., *Empoasca* spp., *Helianthus annuus* L., *Heteropsylla texana* (Crawford).

INTRODUCCIÓN

En los estados de Coahuila y Nuevo León, ubicados en el noreste de la república mexicana, anualmente se siembra una superficie aproximada a 6 000 ha de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones de riego, con un rendimiento promedio de 31 t ha⁻¹ que es uno de las más importantes a nivel nacional. La producción de papa es afectada por diversos problemas parasitológicos, entre los que está la baja calidad fitosanitaria de la semilla y se constituye como fuente de inóculo primario de enfermedades, principalmente las de origen viral y las ocasionadas por fitoplasmas como la punta morada que actualmente es la de mayor importancia en la región. Los insectos son relevantes, ya que son los vectores de patógenos como virus y fitoplasmas que causan enfermedades de importancia y reducen el rendimiento además, que ocasionan la pérdida del valor comercial de la cosecha; los psílidos y las chicharritas de la familia Cicadellidae son los insectos

de mayor importancia a nivel regional y nacional (Flores *et al.*, 2004). En muestreos realizados por Comité Estatal de Sanidad Vegetal (CESV) de Coahuila en 2001 se detectaron poblaciones de hasta 1 000 psílidos por trampa por semana (Durán, com. pers.), niveles poblacionales que no han sido observados en otras regiones a nivel nacional; sin embargo, se desconoce las especies de psílidos y chicharritas que están asociadas a la papa en Coahuila y Nuevo León. En muestreos realizados en 2002 por el Campo Experimental Saltillo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y el CESV de Coahuila, se detectó la presencia de diversas especies de la familia Psilidae. Se desconoce si estas especies son vectores del agente causal de la enfermedad punta morada y los períodos infectivos de estos psílidos.

Cranshaw (2002), indica que el psílido *Bactericera cockerelli* (Sulc), anteriormente *Paratrioza cockerelli*, es un insecto altamente migrante que causa daño a la papa al alimentarse y succionar la savia de la planta e inyectar una toxina sistémica, causando una enfermedad denominada amarillamiento del psílido; sin embargo, Garzón (1986) y Becerra (1989), consignan que este psílido en México está relacionado con la enfermedad “permanente del tomate” y consideraban que su agente causal era de etiología viral. En estudios posteriores realizados por Delgadillo (1999), estableció que esta enfermedad estaba relacionada con organismos del tipo fitoplasmas. Almeyda *et al.* (2002b) indican que el psílido *B. cockerelli* colectado en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), en el estado de Morelos y que presentaba los síntomas del permanente fue positivo a un fitoplasma del grupo I, el cual es considerado como uno de los agentes causales de la enfermedad punta morada de la papa. Por otra parte, Maramorosch (1998), menciona que la punta morada se ha atribuido a un fitoplasma, el cual es transmitido por insectos vectores de la familia Cicadellidae, en el que se incluye a *Macrostelus quadrilineatus* (Stal). Beres *et al.* (1998), reportan la detección del fitoplasma de la punta morada en plantitas y tubérculos de papa enfermos al igual que en chicharritas del género *Aceratagallia* spp.

La chicharrita de la remolacha *Circulifer tenellus* (Baker), también ha sido reportada como vector del agente causal de la punta morada de la papa y recientemente ha sido encontrada en los estados de Washington y Oregon en los Estados Unidos de América (Lee *et al.*, 2004; Crosslin *et al.*, 2005; Munyaneza, 2005; Munyaneza and Upton 2005; Munyaneza *et al.*, 2006).

En lo que respecta a las plantas hospederas de *B. cockerelli*, se reporta que ataca principalmente a la familia Solanaceae. Pletesch (1947) y Wallis (1955), mencionan que *B. cockerelli* también se ha detectado en algunas especies de las familias Amaranthaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Malvaceae, Pinaceae, Poaceae, Polygonaceae, Rosaceae, Salicaceae, y Zygophyllaceae.

Cranshaw (1989), menciona que los síntomas de la enfermedad se detectan primeramente en los bordes del lote de cultivo y posteriormente hacia el centro, por lo tanto las capturas de los vectores se deberán realizar en las orillas del cultivo, principalmente mediante redazos. Ploaie (1981), consigna que los principales vectores de fitoplasmas son cicadélidos del suborden Auchenorrhyncha. García y Rodríguez (1998), en un estudio sobre transmisión de la enfermedad punta morada, realizado en el Estado de México, señalan que los cicadélidos de los géneros *Graminiella* spp., *Deltocephalus* spp., *Dalbulus maidis*, *D. elimatus* y *Empoasca* spp., no tenían efectos positivos en la transmisión de la enfermedad. Zavala y Cadena (1998), mencionan que la punta morada de la papa es una de las enfermedades más importantes de este cultivo en México, la cual se encuentra distribuida en gran parte de las zonas paperas, afectando la calidad y rendimiento al grado que dificulta o imposibilita la comercialización para consumo en fresco o su uso como semilla. En estudios realizados por Béres *et al.* (1998), reportan que la enfermedad punta morada y bola de hilo, son causadas por el mismo agente causal que es un fitoplasma y que éste también se detectó en un cicadélido del género *Aceratagallia* spp., por tal razón, se considera que este insecto pudiera ser uno de los vectores de esta enfermedad en nuestro país.

González y Fernández (1998), llevaron a cabo un estudio en las regiones paperas de Coahuila y Nuevo León, para identificar posibles vectores de enfermedades, detectando la presencia de dos especies de chicharritas, *Empoasca fabae* (Harris) y *Dalbulus maidis* (Delong y Wolcott) y pulgones de los géneros *Aphis gossypii* (Glover), *Myzus persicae* (Sulzer) y *Uroleucon* spp. Almeyda *et al.* (2002a, 2002b, 2004), en trabajos realizados en los estados de Coahuila y Nuevo León, determinaron que son dos los fitoplasmas que están implicados como agentes etiológicos en el síndrome de la punta morada de la papa, también señalan que el psílido *Bactericera cockerelli* incuba a estos fitoplasmas, por lo cual se considera que este insecto se constituye como un vector potencial e igual este mismo patógeno se detectó en plantas de girasol silvestre (*Helianthus annuus*

L.). Garzón *et al.* (2004), reportan a *B. cockerelli*, como un vector de los fitoplasmas que infectan a la papa causándole la enfermedad punta morada.

En Coahuila y Nuevo León, el control de plagas en especial de psílidos y chicharritas, se realiza solamente durante el ciclo del cultivo; sin embargo, existen reportes que durante el período de otoño-invierno las poblaciones se incrementan en las hospederas alternas aledañas al cultivo (González y Fernández, 1998) y se desconoce si estas poblaciones son infectivas, lo cual de ser cierto repercutiría desfavorablemente en el siguiente ciclo del cultivo, debido a que la nueva población de estos insectos estaría infectiva y sería fuente de inóculo de la enfermedad punta morada desde el inicio del cultivo. Tomando en cuenta lo anterior, se consideró la importancia de realizar este trabajo cuyo objetivo fue realizar el diagnóstico de las diferentes especies de insectos asociados a la papa y la maleza y que pueden ser vectores del agente causal de la punta morada ocasionada por fitoplasmas esta constituida como la principal enfermedad que afecta a la papa en la región noreste de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

De diciembre de 2003 hasta agosto de 2004, se realizaron muestreos de insectos, papa y maleza en las localidades de El Tunal, Emiliano Zapata y Huachichil, Coahuila, y San Rafael, Cristal y Raíces de Nuevo León. La selección de los sitios fue con base en la cercanía a estaciones climatológicas y a los ambientes agroecológicos para el cultivo de la papa. Los muestreos se realizaron durante el tiempo señalado anteriormente con la finalidad de capturar a los insectos dentro y fuera del ciclo de cultivo.

Para la captura de insectos se colocaron trampas amarillas (charolas de plástico con agua y con pegamento) una de cada una por sitio de muestreo. También se realizaron muestreos mediante redazos (40), directamente a la planta, los redazos al igual que la revisión de las trampas amarillas se realizaron cada 15 días. Los insectos capturados se colocaron en frascos de plástico con alcohol al 70% y se trasladaron al laboratorio del Campo Experimental de Saltillo perteneciente al Centro de Investigación Regional Noroeste del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), para su identificación. Posteriormente con la ayuda del microscopio de disección se separaron y clasificaron por ordenes, familia, género y especie.

Detección de fitoplasmas. Todas las muestras de papa, insectos y maleza colectadas en todos los sitios de muestreo, se trasladaron para su análisis molecular a la Unidad de Investigación en Biología Celular y Molecular del INIFAP, ubicado en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Se utilizó la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR), en la modalidad de PCR secuencial, utilizándose en un primer ciclo de amplificación los iniciadores P1/P7 (Smart *et al.*, 1996) y en el segundo ciclo de amplificación a los iniciadores R16mF2/R16mR1 (Gundersen y Lee, 1996). Las reacciones de PCR se realizaron de acuerdo a lo reportado por Almeyda *et al.* (2004), en tubos de 0.5 ml; el volumen total de la reacción fue de 25 μ L y se conformaron de la manera siguiente: 50 ng de DNA; para el segundo ciclo de amplificación se hicieron diluciones 2:40 del primer ciclo de amplificaciones y se utilizaron 2 μ L de la dilución como DNA molde, 0.5 μ M de cada iniciador, 200 μ M de cada dNTP (A-T-C-G), 2.0 mM de MgCl₂ y 1.5 Unidades de la Taq DNA polimerasa marca Gibco®. Las PCR's se llevaron a cabo en un termociclador MJ Research con el programa: 1 ciclo de desnaturalización a 94 °C de 2 min y 35 ciclos adicionales con el siguiente programa: 1 min de desnaturalización a 94 °C; 30 seg de apareamiento a 55 °C; 1 min y 30 seg de polimerización a 72 °C; y una extensión final de 72 °C durante 10 min. Los productos de PCR se fraccionaron en geles de agarosa al 1.5% a 100 V por h-1, se tiñeron con bromuro de etidio (0.5 μ g/ml) y se visualizaron bajo luz ultravioleta.

Análisis del polimorfismo en la longitud de los fragmentos de restricción (RFLP's). Con la finalidad de establecer la identidad de los fitoplasmas detectados en papa, insectos y maleza, se realizó el análisis del polimorfismo en la longitud de los fragmentos restricción (RFLP's), para tal efecto, los fragmentos amplificados en las PCR's utilizando los iniciadores R16mF2/R16mR1 fueron sometidos a tratamiento con la endonucleasa AluI acorde a las indicaciones del fabricante (Bio Labs Inc).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Detección de fitoplasmas. En las PCR's secuenciales, se obtuvo la amplificación de fragmentos de un tamaño molecular aproximado de 1.45 Kb a partir del Ácido desoxirribonucleico (ADN) genómico de papa mostrenca con síntoma típico de infección por punta morada, insectos y maleza. No se obtuvo amplificación a partir del ADN

genómico de papa sana desarrollada a partir de minitubérculo y bajo condiciones de invernadero la cual fue usada como testigo negativo (Figura 1). Estos resultados confirman la presencia de fitoplasmas en papa mostrenca, insectos y maleza colectada en los 6 sitios de muestreo y confirman su asociación con el síndrome de punta morada.

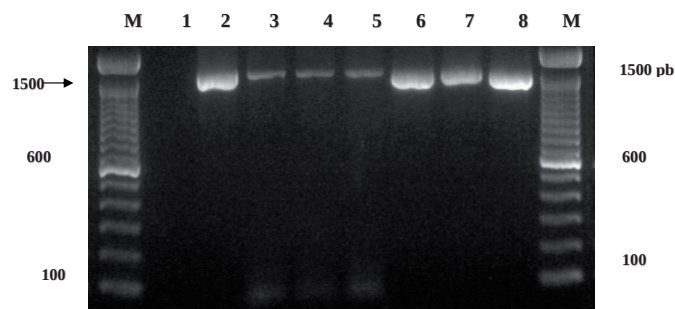


Figura 1. Fragmentos amplificados por PCR secuencial usando en un primer ciclo de amplificación los iniciadores P1/P7 y en un segundo ciclo de amplificación los iniciadores R16mF2/R16mR1 y DNA de papa, insectos y maleza. Línea M= marcador de peso molecular escalera 100; línea 1= papa sana; línea 2= papa mostrenca con síntoma típico de infección por punta morada; línea 3= *B. cockerelli*; línea 4= *H. texana*; línea 5= *Empoasca* spp.; línea 6= *Aceratagallia* spp.; línea 7= *Convolvulus arvensis* y línea 8= *Helianthus annuus*.

Análisis de restricción de los fragmentos amplificados por PCR. Al digerir con la endonucleasa AluI a los fragmentos de 1.45 Kb amplificados en las PCR's secuenciales, se observaron dos perfiles de restricción (Figura 2). Los dos perfiles observados corresponden a los fitoplasmas que pertenecen a los grupos I y II de acuerdo con Lee *et al.* (1998), como se puede observar en la Figura 2, los dos perfiles se observan tanto en las plantas de papa como en los insectos y en la maleza, lo cual confirma que se detectaron a los fitoplasmas que ocasionan la enfermedad y refuerza la posibilidad de que estos insectos sean los potenciales vectores del agente causal de la punta morada y que la maleza sea un hospedero alternante del mismo patógeno. No se descarta la posibilidad de mezcla de los fitoplasmas tanto en plantas como en insectos.

Dinámica poblacional y presencia de fitoplasmas en los insectos colectados. En las Figuras 3, 4, 5, 6, 7 y 8, se indica la dinámica poblacional de las principales especies de insectos colectados en las distintas localidades de los

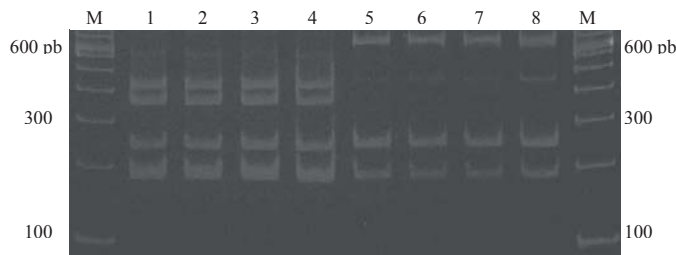


Figura 2. Perfil de restricción de diferentes fragmentos sometidos a tratamiento con la endonucleasa *AluI* y amplificados por PCR secuencial utilizando a los iniciadores P1/P7 y R16mF2/R16mR1 y el DNA extraído de papa, insectos y maleza. Línea M= marcador de peso molecular escalera 100; línea 1= *H. texana*; línea 2= *Aceratagallia* spp.; línea 3= *Helianthus annuus*; línea 4= papa con síntoma típico de infección por punta morada; línea 5= papa mostrenca; línea 6= *B. cockerelli*; línea 7= *Empoasca* spp.; línea 8= *Convolvulus arvensis*.

estados de Coahuila y Nuevo León durante el año 2004 (no se muestran los datos del 2003 que fueron muy similares). La zona sombreada en dichas figuras, corresponde a muestreos en maleza y las fechas posteriores son poblaciones de insectos detectados en el cultivo.

Se realizó la detección de una nueva especie de la familia Psilidae cuyo nombre científico es *Heteropsylla texana* (Crawford) (Homoptera: Psyllidae). En el estado de Coahuila se detectó desde la primera semana de marzo hasta la tercera semana de junio; sin embargo, el período de mayor incremento poblacional fue de abril a mayo, período

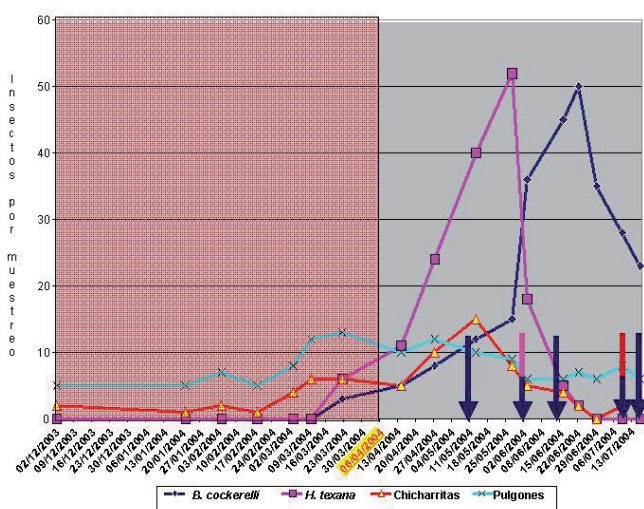


Figura 3. Incidencia poblacional de vectores de punta morada de la papa en el Tunal, Coahuila.

en el cual las poblaciones de *Bactericera cockerelli* [Sulc] (Homoptera: Psyllidae) fueron bajas (Figuras 3, 4 y 5).

Las poblaciones de *H. texana*, en el estado de Nuevo León se detectaron de la tercera semana de abril a la segunda semana de junio (Figuras 6, 7 y 8), las poblaciones fueron menores que en el estado de Coahuila, lo cual se atribuye a que las temperaturas fueron más altas en las localidades muestreadas en Nuevo León. Las poblaciones de *B. cockerelli* aumentaron considerablemente de junio a septiembre, y las de *H. texana* disminuyeron, incluso a cero, lo cual concuerda en todas las localidades y se asume que esto es debido a que *B. cockerelli* es más tolerante a altas temperaturas que *H. texana*. En el predio el Tunal, Coahuila, las poblaciones de *B. cockerelli*, fueron positivas al fitoplasma desde la primera semana de

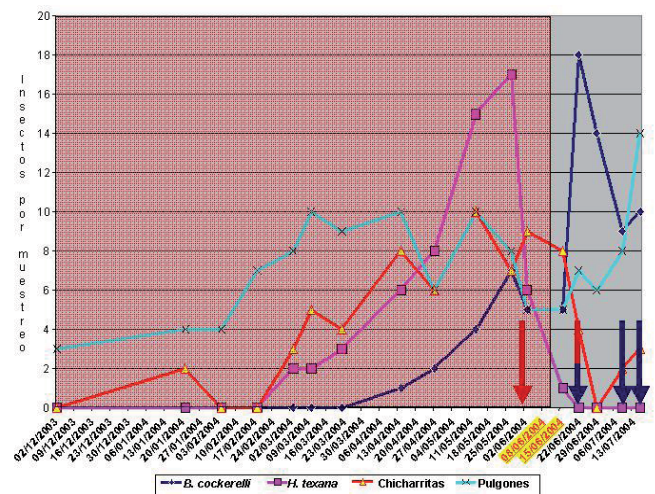


Figura 4. Incidencia poblacional de vectores de la punta morada de la papa en E. Zapata, Coahuila.

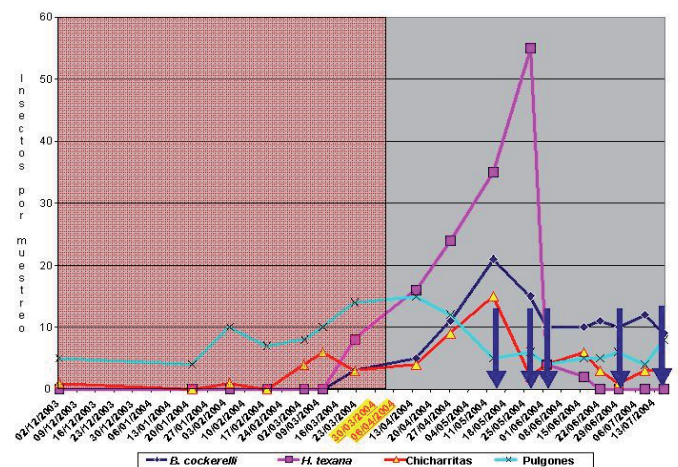


Figura 5. Incidencia poblacional de vectores de la punta morada de la papa en Huachichil, Coahuila.

mayo; en la primera semana de junio además de *B. cockerelli*, *H. texana* también fue positiva al fitoplasma. En la primera semana de julio las poblaciones de *B. cockerelli* de nuevo fueron positivas al fitoplasma además de las chicharritas (Figura 3). Como puede observarse en las Figuras 3, 4, 5, 6, 7 y 8 la mayor población entre los insectos corresponde a *B. cockerelli*.

En la Figura 9 se indica la presencia del fitoplasma en insectos, papa y maleza, la cual fue determinada mediante las pruebas de PCR-secuencial. En los insectos la asociación con fitoplasmas ocurre desde la primera quincena de mayo hasta la segunda quincena de agosto. El psílido *B. cockerelli*

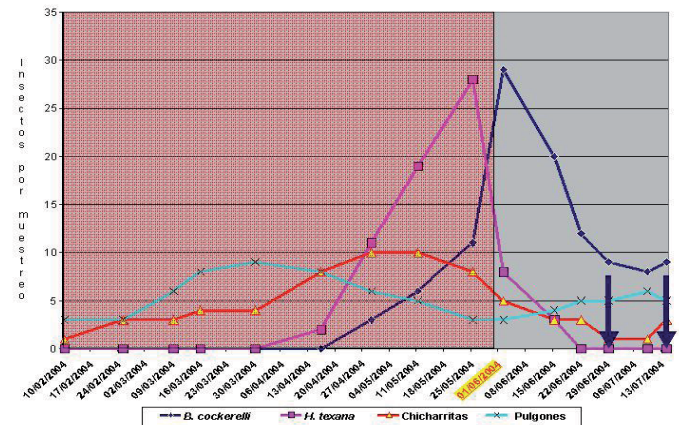


Figura 8. Incidencia poblacional de vectores de la punta morada de la papa en Raíces, Nuevo León.

presenta el mayor porcentaje de asociación con fitoplasmas en todos los predios muestreados. El psílido *H. texana*, se detectó positivo a fitoplasma solamente en las poblaciones colectadas en la primera quincena de junio en el predio el Tunal, Coahuila.

Las especies de chicharritas y pulgones que tuvieron mayor incidencia tanto en el cultivo como en la maleza aledaña fueron, *Empoasca* spp. (26%), *Aceratagallia* spp. (14%), (Homoptera: Cicadellidae), *Myzus persicae* (32%) y *Aphis gossypii* (28%). De estas cuatro especies, sólo se detectaron positivas a fitoplasmas la chicharrita verde *Empoasca* spp. y chicharrita gris *Aceratagallia* spp. Lo anterior ocurrió desde la primera quincena de junio a la primera quincena de agosto en los predios de Emiliano Zapata y el Tunal, Coahuila. Los pulgones y los especímenes pertenecientes al orden Thysanoptera de la familia Thripidae (trips), no se encontraron positivos a fitoplasmas.

En las plantas mostrenas de papa, el fitoplasma solamente se detectó en las plantas que presentaban el síntoma típico de punta morada en la primera quincena de julio y en la segunda de agosto. De la maleza analizada, la presencia de fitoplasmas se detectó en el girasol o polocote (*Helianthus annuus* L.) (Compositae) y en la correhuela (*Convolvulus arvensis* L.) (Convolvulaceae) (Figura 9).

En estudios preliminares sobre insectos asociados a la papa indican que el psílido *B. cockerelli* fue el más común y abundante en las zonas productoras de papa que presentaban daños similares a los producidos por la punta morada de la papa en los Estados Unidos de América (Munyanza et al., 2007). Datos similares han sido reportado en México por Garzón et

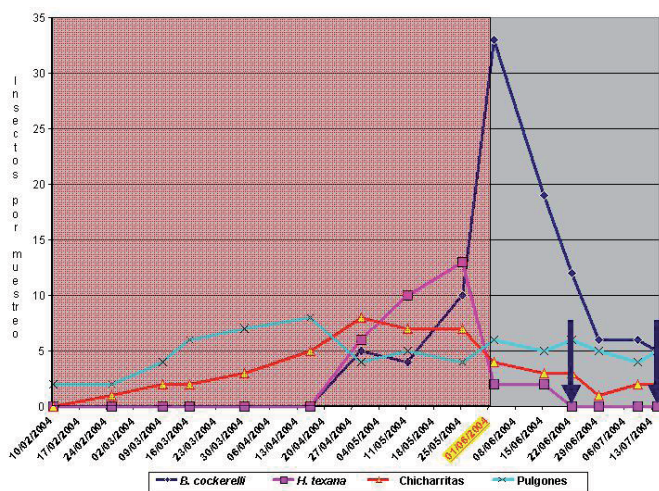


Figura 6. Incidencia poblacional de vectores de la punta morada de la papa en San Rafael, Nuevo León.

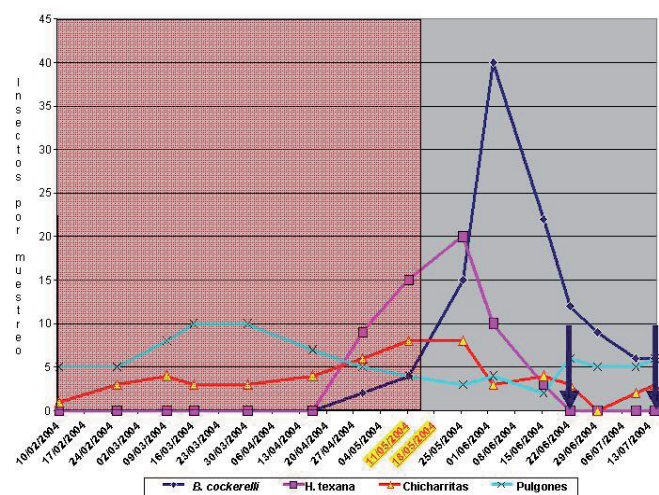


Figura 7. Incidencia poblacional de vectores de la punta morada de la papa en el Cristal, Nuevo León.

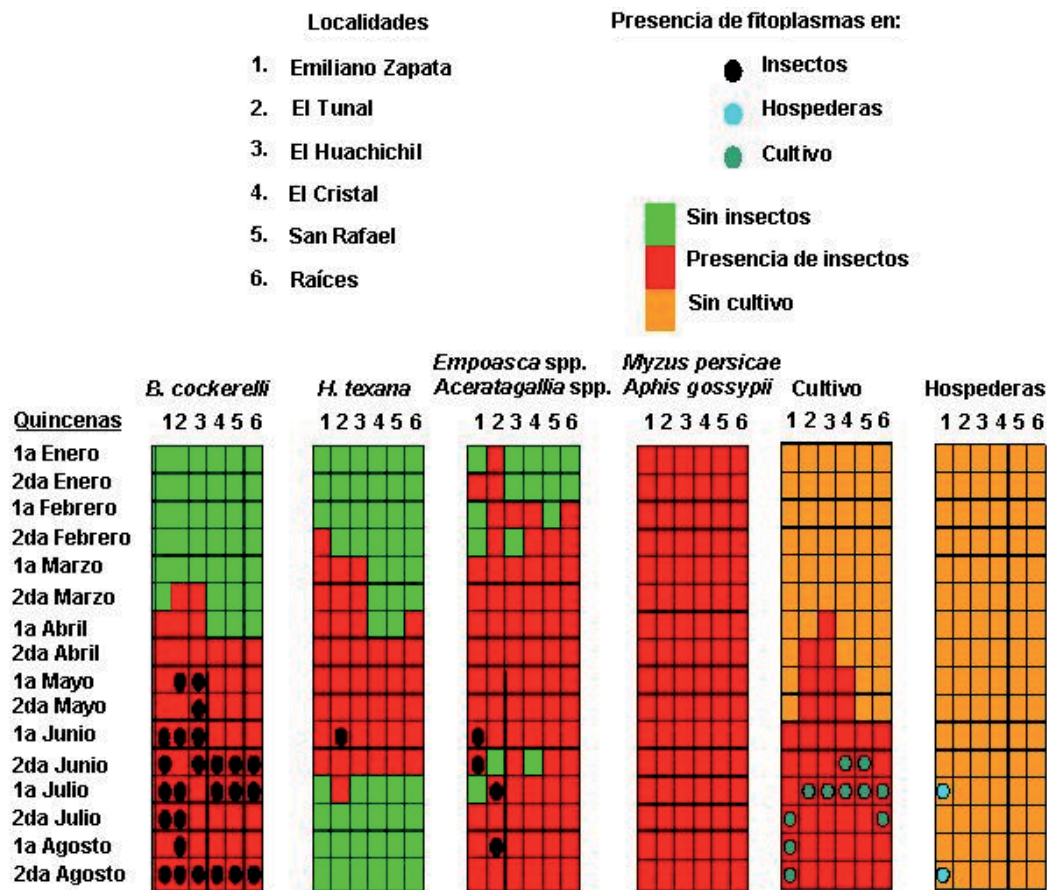


Figura 9. Incidencia del fitoplasma por insecto, localidad, cultivo y hospedero.

al. (2004) y Hernández-García *et al.* (2006), lo que pone de manifiesto que *B. cockerelli* juega un rol preponderante en la diseminación de la punta morada de la papa en el noreste de México. Munyaneza *et al.* (2007), al no detectar la presencia de fitoplasmas en plantas y/o tubérculos provenientes de plantas de papa con síntomas de la enfermedad conocida como “zebra chip” (ZC), sugieren que la sintomatología observada fue debido a la posible inyección de una toxina por el psílido al momento de alimentarse, aunque también sugieren que la sintomatología pudo ser ocasionada por un patógeno de etiología desconocida.

Sin embargo, en estudios recientes realizados por Lee *et al.* (2006) y Secor *et al.* (2006), detectaron tres fitoplasmas diferentes (yellows phytoplasma 16SrI-A, clover proliferation phytoplasma 16Sr VI y un fitoplasma anteriormente conocido como stolbur phytoplasma group 16SrXII y que recientemente fue llamado “*Candidatus* phytoplasma americanum”) en tubérculos infectados con ZC aunque en bajas concentraciones. Si bien es cierto que los

psílicos inyectan toxina a las plantas cuando se alimentan, ocasionando disturbios en el desarrollo y metabolismo de la planta (Eyer y Crawford, 1933; Eyer, 1937; Eyer y Miller 1938; Carter, 1950; Wallis, 1955; Abernathy, 1991; Purcel *et al.*, 1997; Liu y Trumble, 2004; Liu *et al.*, 2006), también es cierto que algunas especies de psílicos pueden transmitir patógenos de plantas incluyendo bacterias, fitoplasmas y virus (Davies *et al.*, 1992; Carraro *et al.*, 1998; Blomquist y Kirkpatrick 2002; Tedeschi y Alma 2004; Salazar, 2006).

En el caso de la enfermedad del amarillamiento del psílido Binkley (1929), sugirió que esta era una enfermedad causada por un virus más que las posibles toxinas inyectadas por el psílido. En el caso particular de la papa, hasta la fecha no ha sido posible aislar la toxina que se sospecha es inyectada por el psílido y tampoco ha sido detectada usando técnicas moleculares modernas (Munyaneza *et al.*, 2007), lo que imposibilita concluir con seguridad que la sintomatología observada en las plantas de papa donde se alimentan los psílicos sea debida exclusivamente a una posible inyección

de toxinas o si también un patógeno esta involucrado. La evidencia de que *B. cockerelli* puede transmitir fitoplasmas fue demostrada por Salas *et al.* (2006), aunque con menor eficiencia que algunas especies de chicharritas.

Por consecuencia, en la estrategia del manejo de la enfermedad en esta región, se debe considerar prioritario el control de *B. cockerelli*, tanto como posible inector de toxina como por ser un posible vector de los dos grupos de fitoplasmas detectados en Coahuila y Nuevo León, sin olvidar a las especies de chicharritas *Empoasca* spp. y *Aceratagallia* spp., las cuales también fueron detectadas positivas a fitoplasmas.

CONCLUSIONES

Heteropsylla texana se detectó como una nueva especie asociada al cultivo de la papa en los estados de Coahuila y Nuevo León, y se observó positiva para fitoplasma.

Bactericera cockerelli es el insecto con mayor porcentaje de asociación con los fitoplasmas que infectan la papa.

Las chicharritas de los géneros *Empoasca* spp. y *Aceratagallia* spp. fueron positivas a los fitoplasmas que infectan a la papa.

En el *Helianthus annuus*, *Convolvulus arvensis*, y *Solanum tuberosum* (papa mostrenca), se detectó la presencia de los fitoplasmas que infectan a la papa.

Los fitoplasmas detectados en papa, insectos y plantas hospederas, pertenecen a los grupos I y II de fitoplasmas.

LITERATURA CITADA

- Abernathy, R. L. 1991. Investigation into the nature of the potato psyllid toxin. M. S. thesis, Colorado State University, Fort Collins, CO. 87 p.
- Almeyda, L. I. H.; Sánchez S., J. A.; Garzón, T. J. A.; Zavala, Q. T y Rubio, C. O. 2002a. Detección molecular del agente etiológico de la punta morada de la papa. In: CONPAPA (eds.). Memoria del XI Congreso Nacional de Productores de Papa. p. 52-57.
- Almeyda, L. I. H.; Sánchez S., J. A.; Rubio, C. O.; Ramos, V. O. y Rocha P, M. A. 2002b. Detección molecular de fitoplasmas en insectos y maleza asociados al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). In: Fuentes D., G. (ed.). Memorias del XXIX Congreso Internacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Resumen F-141.
- Almeyda, L. I. H.; Sánchez, S. J. A.; y Garzón, T. J. A. 2004. Detección molecular de fitoplasmas en papa. In: Flores, O. A.; Gallegos, M. G. y García, M. O. (eds.). Memorias de Simposio Punta Morada de la Papa. p. 4-14
- Becerra, F. A. 1989. Biología de *Paratrioza cockerelli* y su relación con la enfermedad "permanente del jitomate" en el Bajío. Tesis Químico Agrícola. Universidad Autónoma de Querétaro. 30 p.
- Beres, M.; Zavala, S. M.; Ríos, B. M.; Marín, J. A.; Rocha, R y Leal, K. D. 1998. Etiología y ecología del agente causal de los síndromes bola de hilo y punta morada de la papa en México. Segundo Simposium Internacional de Papa. Toluca, Estado de México. p. 1-3.
- Binkley, A. M. 1929. Transmission studies with the new psyllid yellows disease of solanaceous plants. Science (Wash., D.C.) 70:615.
- Blomquist, C. L. and Kirkpatrick, B. C. 2002. Frequency and seasonal distribution of pear psylla infected with the pear decline phytoplasma in California pear orchards. Phytopathology 92:1218-1226.
- Carraro, L.; Osler, R.; Loi, N.; Ermacorea, P. and Refatti, E. 1998. Transmission of European stone fruit yellows phytoplasma by *Cacopsylla pruni*. Journal Plant Pathology 80:233-239.
- Carter, R. D. 1950. Toxicity of *Paratrioza cockerelli* (Sulc) to certain solanaceous plants. Ph. D. dissertation, University of California, Berkeley, C.A.
- Crosslin, J. M.; Munyaneza, J. E.; Jensen, A. S. and Hamm, P. B. 2005. Association of beet leafhopper (Hemiptera: Cicadellidae) with a clover proliferation group phytoplasma in Columbia Basin of Washington and Oregon. Journal of Economic Entomology 98:279-283.
- Cranshaw, W. S. 1989. The potato-tomato psyllid as a vegetable insect pest. Proc. 18 th Ann. Crio Prot. Inst. Colorado State University p. 69-76.
- Cranshaw, W. S. 2002. Manejo del psílido de la papa-tomate el cultivo de la papa. Memorias del XI Congreso Nacional de Productores de Papa. Septiembre 26-28, 2002. León, Guanajuato, México. p. 46-51.
- Davies, D. L.; guise, C. M.; Clark, M. F and Adams, A. N. 1992. Parry's disease of pears is similar to pear

- decline and is associated with mycolasma-like organisms transmitted by *Cacopsylla pyricola*. *Plant Pathology* 41:195-203.
- Delgadillo S., F. 1999. Alteraciones histológicas causadas por fitoplasmas asociados al “permanente del jitomate” en Guanajuato. XXVI Congreso Nacional de Fitopatología. 320 p.
- Eyer, J. R. and Crawford, R. F. 1933. Observations on the feeding habits of the potato psyllid (*Paratrioza cockerelli* Sul.) and the pathological history of the “psyllid yellows” which it produces. *Journal of Economic Entomology* 26:846-850.
- Eyer, J. R. 1937. Physiology of psyllid yellows of potatoes. *Journal of Economic Entomology* 30:981-898.
- Eyer, J. R., and Miller, M. 1938. A study of the pathological anatomy of psyllid yellows with special references to similar changes in sugar beets affected with curly top. *Phytopathology* 28:669.
- Flores, O. A.; Alemán, N. I. A.; y Notario, Z. M. I. 2004. Alternativas para el manejo de la punta morada de la papa. In: Flores, O. A.; Gallegos, M., G. y García, M., O. (eds.). *Memorias de Simposio Punta Morada de la Papa* p.40-63.
- García, R., J. y Rodríguez, R. 1998. Transmisión y control de la enfermedad punta morada de la papa. *Memoria en Segundo Simposium Internacional de Papa*. Toluca, Estado de México. 135 p.
- Garzón, T. J. A. 1986. Determinación del insecto vector de la enfermedad del tipo viral “permanente del jitomate” en la región del Bajío. XIII Congreso Nacional de Fitopatología. 30 p.
- Garzón, T. J. A.; Bujanos, M. R.; Velarde, F. S.; Marín, J. A.; Parga, T. V. M.; Aviles, G. M. C.; Almeyda I. I. H.; Sánchez, S. J. A.; Martínez, C. J. L. y Garzón, C., J. A. 2004. *Bactericera* (*Paratrioza*) *cockerelli* Sulc, vector de fitoplasmas en México In: Flores, O., A., Gallegos, M., G. y García, M., O. (eds.). *Memorias de Simposio Punta Morada de la Papa*. p. 64-83.
- González, E., A. y Fernández, R., J. 1998. Estudios para el establecimiento del manejo integrado de insectos vectores en el cultivo de papa en Coahuila y Nuevo León. *Memoria en Segundo Simposium Internacional de Papa*. Toluca, Estado de México. 135 p.
- Gundersen, D. E., and Lee, I. M. 1996. Ultrasensitive detection of phytoplasmas by nested-PCR assays using two universal primer pairs. *Phytopathologia Mediterránea* 35:144-151.
- Hernández-García, V.; Sánchez-Arizpe, A.; Frías-Treviño, G. A. y Padrón Corral, E. 2006. Factores bióticos y su reacción con el síndrome de punta morada de la papa. In: *Memoria de XXII Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa*. Toluca, Estado de México. p. C-17.
- Lee, I.-M.; Gundersen-Rindal, D. E., and Bertaccini, A. 1998. Phytoplasma. Ecology and genomic diversity. *Phytopathology* 88:1359-1366.
- Lee, I.-M.; Bottner, K. D.; Munyaneza, J. E.; Secor, G. A. and Gudmestad, N. C. 2004. Clover proliferation group (16SrVI) subgroup A (16SrVI-A) phytoplasma is a probable causal agent of potato purple top disease in Washington and Oregon. *Plant Disease* 88:429.
- Lee, I.-M.; Bottner, K. D., Secor, G. A. and Rivera-Varas, V. 2006. “*Candidatus* phytoplasma americanum”, a phytoplasma associated with potato purple top disease complex. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 56:1593-1597.
- Liu, D. and Trumble, J. T. 2004. Tomato psyllid behavioral responses to tomato plant lines and interactions of plant lines with insecticides. *Journal of Economic Entomology* 97:1078-1085.
- Liu, D.; Trumble, J. T. and Stouthamer, R. 2006. Genetic differentiation between eastern populations and recent introductions of potato psyllid (*Bactericera cockerelli*) into western North America. *Entomological Experimental Application* 118:177-183.
- Maramorosch, K. 1998. Potato purple top wilt. *Segundo Simposium Internacional de Papa*. Toluca, Estado de México. p. 13-15.
- Munyaneza, J. E. 2005. Purple top disease and beet leafhopper-transmitted virescence agent (BLTVA) phytoplasma in potatoes of the Pacific Northwest of the United States, p. 211-220. In: A. J. Haverkort and P. C. Struik (eds.), *potato in progress: Science meets practice*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen. The Netherlands.
- Munyaneza, J. E. and Upton, J. E. 2005. Beet leafhopper (Memiptera: Cicadellidae) settling behavior, survival, and reproduction on selected host plants. *Journal of Economic Entomology* 98:1824-1830.
- Munyaneza, J. E.; Crosslin, J. M. and Upton, J. E. 2006. The beet leafhopper (Hemiptera: Cicadellidae) transmits the Columbia Basin potato purple top phytoplasma to potato, beets, and weeds. *Juornal Economic Entomology* 99:268-172.
- Munyaneza, J. E.; Crosslin, J. M. and Upton, J. E. 2007. Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera:

- Psyllidae) with "Zebra Chip" a new potato disease in Southwestern United States and Mexico. *Journal Economic* 100:656-663.
- Pletsch, D. J. 1947. The potato psyllid *Pratrioza cockerelli* its biology and control. *Montana Agric. Expt. Stn. Bull.* 446: 95.
- Ploaie, P. G. 1981. Plant diseases and vectors ecology and epidemiology. Maramorosch, K and Harris, K. F. (Eds.). Academic Press. New York, USA. 368 p.
- Purcell, M. F.; Balciunas, J. K. and Jones, P. 1997. Biology and host-range of *Boreioglycaspis melaleucae* (Hemiptera: Psyllidae), potential biological control agent for *Melaleuca quinquenervia* (Myrtaceae). *Environmental Entomology* 26:366-372.
- Salas-Marina, M. A.; Flores-Olivas, A.; Sánchez-Arizpe, O.; García-Martínez, O.; Almeyda-León, I. H y Garzón-Tiznado, J. A. 2006. Eficiencia de insectos vectores en la transmisión de fitoplasmas de la punta morada de la papa. *In: Memoria de XXII Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa*. Toluca, Estado de México. p. 0-1.
- Salazar, L. F. 2006. Emerging and re-emerging potato disease in the Andes. *Potato Research* 49:43-47.
- Secor, G. A.; Lee, I.-M.; Bottner, K. D.; Rivera-Varas, V. and Gudmestad, N. C. 2006. First report of a defect of processing potatoes in Texas and Nebraska associated with new phytoplasma. *Plant Disease* 90:377.
- Smart, C. D.; Schneider, B.; Bomquist, C. L.; Guerra, L. J.; Harrison, N. A.; Ahrens, U.; Lorenz, K.-H.; Seemüller, E., and Kirkpatrick, B. C. 1996. Phytoplasma-specific PCR primers based on sequences of the 16-23S rRNA spacer region. *Applied and Environmental Microbiology* 62:2988-2993.
- Tedeschi, R. and Alma, A. 2004. Transmission of apple proliferation phytoplasma by *Cacopsylla melanoneura* (Homoptera:Psyllidae). *Journal of Economic Entomology* 97:8-13.
- Wallis, R. L. 1955. Ecological studies on the potato psyllid as a pest of potatoes. *USDA. Tech Bull.* 1107 p. Washington, DC.
- Zavala-Quintana, T. E. y Cadena-Hinojosa, M. A. 1998. Punta morada de la papa. Resúmenes, tecnología de cultivo de papa. Confederación Nacional de Productores de Papa de la República Mexicana (CONPAPA), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Toluca Estado de México. p. 17-19.