

**ESPECIES Y FLUCTUACION POBLACIONAL DE CICADELIDOS Y
PSILIDOS POSITIVOS A FITOPLASMA EN EL CULTIVO DE LA PAPA Y
MALEZA ALEDAÑA EN ARTEAGA, COAHUILA.**

IVÁN ISAIAS VARGAS CAAMAL

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

EN PARASITOLOGIA AGRÍCOLA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

Noviembre de 2005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

**ESPECIES Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE CICADELIDOS Y
PSILIDOS POSITIVOS A FITOPLASMA EN EL CULTIVO DE LA PAPA Y
MALEZA ALEDAÑA EN ARTEAGA, COAHUILA, MÉXICO.**

TESIS

POR

IVÁN ISAIAS VARGAS CAAMAL

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como
requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA**

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal: _____

Dr. Oswaldo García Martínez

Asesor: _____

Dr. Alberto Flores Olivas

Asesor: _____

Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla

Asesor: _____

M. C Emilio Padrón Corral

Dr. Jerónimo Landeros Flores
Subdirector de Postgrado

Buenvista, Saltillo, Coahuila, Noviembre de 2005.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, Por darme la vida y la oportunidad de disfrutar de ella.

A MI ALMA MATER: Por darme los medios necesarios para terminar la maestría

AL CONACYT: Por el apoyo económico durante la maestría.

**AL DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA Y AL PERSONAL QUE EN EL
LABORA.** Gracias por el apoyo brindado durante mi estancia.

Al Dr. Oswaldo García Martínez por aceptar ser mi asesor, por su apoyo y paciencia durante la realización de este trabajo.

Al Dr. Alberto Flores Olivas por su apoyo brindado en la realización del trabajo en laboratorio.

Al Dr. José Angel Villarreal Quintanilla por su gran ayuda y sus valiosas sugerencias brindadas durante la realización de este trabajo.

Al M.C. Emilio Padrón Corral por su apoyo y sugerencias en la realización de este trabajo

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Sr. Pedro Isaias Vargas Chan

Sra. Irma Leticia Caamal Uc

Gracias por darme la vida, por sus consejos y palabras de aliento, por estar siempre conmigo en todo momento y por apoyarme a alcanzar mis metas y sueños.

A MIS HERMANOS:

Cindy, Javier, Manuel y Luis

Por todo el cariño y confianza depositados en mi.

EN ESPECIAL, A MI QUERIDA ESPOSA:

Patricia Herrera Pérez

Por estar siempre conmigo, por todo el amor, confianza y sobre todo por el apoyo que me brindó durante la realización de los estudios de Maestría y también por darme siempre ánimos para alcanzar nuestros sueños y metas.

COMPENDIO

ESPECIES Y FLUCTUACION POBLACIONAL DE CICADELIDOS Y PSILIDOS POSITIVOS A FITOPLASMA EN EL CULTIVO DE LA PAPA Y MALEZA ALEDAÑA EN ARTEAGA, COAHUILA.

POR

IVÁN ISAIAS VARGAS CAAMAL

MAESTRÍA EN CIENCIAS

PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. NOVIEMBRE 2005.

Dr. Oswaldo García Martínez -Asesor-

Palabras claves: arvenses, Cicadélidos, Psílidos.

En los últimos años el cultivo de la papa ha sido muy afectado por la punta morada, enfermedad que se considera es ocasionada por varios factores, entre los cuales se encuentran fitoplasmas, transmitidos por insectos Hemipteros, de las familias Cicadellidae (Auchenorrhyncha) y Psyllidae (Sternorrhyncha). Durante los años 2003 y 2004, la incidencia de ésta enfermedad se incrementó considerablemente, afectando al 100 por ciento de las plantas, en algunas áreas productoras de papa, como ocurrió en la región papera de Coahuila-Nuevo León, ocasionando pérdidas millonarias, ya que el rendimiento de tubérculos sanos se redujo hasta en un 90 por ciento. En esta área productora, se desconoce que especies de cicadélidos y psílidos están presentes, su fluctuación poblacional y las especies de maleza en que pueden encontrarse. Este trabajo pretende detectar que cicadélidos y psílidos son positivos a fitoplasma, su fluctuación poblacional en papa y maleza aledaña, y especies de maleza positivas a fitoplasma. Con los procedimientos utilizados se capturaron 53 especies diferentes de cicadélidos, detectando fitoplasma en *Macrostelus fascifrons*, *Empoasca fabae*, *Oncometopia nigricans* y una especie no identificada. Las poblaciones más altas de adultos conjuntando todos los individuos de las especies capturadas ocurrieron de noviembre a

febrero. Se encontraron tres especies de psílidos, detectándose fitoplasma en *Carsidara* sp. y *Bactericera cockerelli*, así mismo, durante enero y marzo se observaron las poblaciones más altas de los tres psílidos en conjunto; únicamente *B. cockerelli* estuvo presente en papa. Las especies de maleza en donde se capturaron adultos de cicadélidos y psílidos, que resultaron positivas a fitoplasma fueron *Flourensia cernua*, *Parthenium incanum*, *Prunus cercocarpifolia* y *Reseda luteola*.

ABSTRACT

**SPECIES AND POPULATION FLUCTUATION OF LEAFHOOPER AND
PSYLIDS POSITIVES TO FITOPLASMA IN THE POTATO CROP AND
ADJACENT WEEDS IN ARTEAGA, COAHUILA.**

BY

IVÁN ISAIAS VARGAS CAAMAL

MASTER IN SCIENCES

AGRICULTURAL PARASITHOLOGY

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. NOVEMBER 2005 .

Dr. Oswaldo García Martínez -Advisor-

Keys words: weeds, Leafhoppers, Psilids.

In the last years the potato crop was very affected by the purple top disease that it is considered it is caused for various factors, between the that are find phytoplasmas, it transmited by insects hemipters of the families Cicadellidae (Auchenorrhyncha) and Psyllidae (Sternorrhyncha). During the years 2003 and 2004, the incident of this disease was increased considerably affecting to 100 percent of the plants in some areas producing of potato, as happened in the potato region of Coahuila- Nuevo Leon, causing millionairess losses, because the yield of healthy tubers was reduced until 90 percent. In this producing area is unknown the species of leafhoppers and psyllids are present, they fluctuation and species of weeds in that they can find; in function of previous , this work try to detect which leafhoppers and psyllids are positive to phytoplasma, they population fluctuation in potato and adjacent weed, and species of weed positive to phytoplasma .

With the methods used 53 different species of leafhoppers were captured detecting phytoplasma in *Macrosteles fascifrons*, *Empoasca fabae*, *Oncometopia nigricans* and one specie not identificated. The more high populations of adults coordinating all members of the species captured happened of november to february. Three species of psyllids were found, detecting phytoplasma in *Carsidara* sp. and *Bactericera cockerelli*, so, during january and march the populations more high of the three species of psyllids in coordinate were observed; only *B. cockerelli* was present in potato. The species of weeds where the adults of leafhoppers and psyllids were captured, that resulting positive to phytoplasma were *Flourensia cernua*, *Parthenium inacnum*, *Prunus cercocarpifolia* y *Reseda luteola*.

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN -----	1
Objetivos -----	4
REVISION DE LITERATURA -----	5
Punta Morada de la Papa -----	5
Sintomatología -----	6
Tubérculos-----	6
Plantas-----	7
Familia Psyllidae -----	8
<i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc) -----	8
Descripción morfológica-----	9
Huevo-----	9
Estadios ninfales-----	9
Adulto-----	11
Biología y hábitos-----	12
Hospederos-----	12
Daños-----	13
Daños originados por la toxina-----	14
Daños originados por el fitoplasma-----	14
Familia Cicadellidae -----	16
<i>Empoasca fabae</i> (Harris) -----	16
Descripción morfológica-----	16
Huevo-----	16
Estadios ninfales-----	17
Adulto-----	18
Biología y hábitos-----	18
Hospederos-----	20
Daños-----	20
<i>Macrosteles fascifrons</i> (Stal) (= <i>Macrosteles quadrilineatus</i> Forbes) -----	21
Descripción morfológica-----	22
Ninfa-----	22
Adulto-----	22
Biología y hábitos-----	22
Hospederos-----	24
Daños-----	24
Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) -----	25
Usos del PCR -----	26
ARTICULO 1.ESPECIES Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE PSILIDOS POSITIVOS A FITOPLASMA EN EL CULTIVO DE LA PAPA Y MALEZA ALEDAÑA EN ARTEAGA, COAHUILA -----	28
ARTICULO 2. FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE CICADELIDOS POSITIVOS A FITOPLASMA ASOCIADO A LA PUNTA MORADA EN	

MALEZA ALEDAÑA AL CULTIVO DE PAPA, EN ARTEAGA, COAHUILA -----	49
CONCLUSIONES GENERALES -----	70
LITERATURA CITADA -----	72
APÉNDICE -----	78

INTRODUCCIÓN

La papa cultivada, *Solanum tuberosum* L., pertenece a la familia Solanáceae y en la República Mexicana existen varias regiones agrícolas donde se cultiva. La producción nacional para el año 2002 fue de 1, 221, 983 Ton, siendo los principales estados productores en porcentaje: Sinaloa (24), Sonora (14), Chihuahua (13), Guanajuato (9), Veracruz (7), Michoacán (6), México (6), Jalisco (6) y Coahuila (5). En este último estado se reporta una producción de 52, 266 Ton, en el año 2002. (SAGARPA, 2002).

En los últimos años el cultivo de la papa ha sido muy afectado por la enfermedad llamada punta morada, que se considera es ocasionada por varios factores, entre los cuales se encuentran fitoplasmas. Este síndrome, entre otros aspectos, disminuye la calidad de los tubérculos al inducir acumulación de metabolitos, ocasionándoles un manchado interno que los hace inadecuados para la industria. Los fitoplasmas son transmitidos por insectos del Orden Hemiptera, entre los que se encuentran insectos de las familias Cicadellidae

(Auchenorrhyncha) y Psyllidae (Sternorrhyncha) (Cadena, 1996; Triplehorn y Johnson, 2005).

La familia Psyllidae está constituida por 180 géneros y en el mundo existen más de 3,000 especies descritas, que en su mayoría se alimentan de plantas dicotiledóneas (Marín, 2003). Los psílidos son conocidos como "piojos saltones" o "pulgonos saltadores" por la similitud con estos insectos y por la forma de moverse (Kaloostian, 1980).

Tanto las ninfas como los adultos se alimentan de la savia de sus hospederas, con su aparato bucal en forma de pico, y al hacerlo, inyectan saliva con una toxina que causa malformaciones, formación de agallas o necrosis. También son vectores de patógenos causantes de enfermedades (Cranshaw, 1989; Richards, 1928).

Richards (1928), determinó que la enfermedad conocida como "amarillamiento de la papa" tiene como vector al psílido *Bactericera* (= *Paratrioza*) *cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Psyllidae), y Richards y Blood (1933), señalaron que la enfermedad esta asociada con los procesos de alimentación de las ninfas.

La familia cicadellidae constituye un grupo muy grande (cerca de 2500 especies norte americanas) (Triplehorn y Johnson, 2005). La publicación del catálogo cicadoidea de Metcalf enlista 4378 especies ubicadas en 591 géneros y 54 subgéneros (DeLong, 1971). Oman *et al.*, (1990) mencionan que la familia cuenta con 2 476 géneros y 21 305 especies. A los cicadélidos se les conoce como chicharritas y son insectos saltadores muy comunes.

Los adultos miden de 2 a 15 mm de largo y presentan diferentes formas, colores y tamaños. Algunas especies se parecen a cercópodos, pero tienen el cuerpo más alargado y una o más hileras de espinas en las tibias traseras. Viven y se alimentan de plantas y flores (Lorus y Margery, 1980).

Las chicharritas son vectores importantes ya que pueden transmitir hasta 40 virus distintos pertenecientes a las familias Rhabdoviridae y Reoviridae, además de un grupo de geminivirus. Los géneros más importantes son *Empoasca*, *Dalbulus* y *Dicrella* (Harris, citado por Ruiz, 1994; Metcalf y Flint, 1984)

En el área productora de papa Arteaga-Coahuila no se conoce que especies de psílidos y cicadélidos están presentes, su movimiento poblacional, ni especies de maleza visitadas por estos organismos. Existe información de especies de psílidos y chicharritas positivas como vectores de fitoplasmas asociados a la punta morada, que es necesario confirmar y determinar, además, si otras especies de estos insectos y de maleza son positivas a fitoplasma, razones por las que este trabajo busca generar información al respecto.

Objetivos:

1. Confirmar la presencia de fitoplasma asociado a la punta morada en las especies de psílidos y cicadélidos reportadas como positivas.
2. Determinar si otras especies de psílidos y cicadélidos son positivos a fitoplasma.
3. Determinar la fluctuación poblacional de adultos de psílidos y cicadélidos presentes en el cultivo de la papa y maleza aledaña y de las especies positivas a fitoplasma, respectivamente.
4. Determinar que especies de maleza aledaña al cultivo de papa son positivas a fitoplasma asociado a la punta morada.

REVISION DE LITERATURA.

Punta Morada de la Papa

La punta morada de la papa (PMP), fue reconocida inicialmente en Canadá durante 1933, pero fue hasta 1953, cuando se registraron incidencias de 20 a 75 por ciento en papa. En 1954 las pérdidas en la producción comercial de papa fueron cuantiosas en Canadá y Estados Unidos de Norte América (USA), ya que los tubérculos utilizados como semilla produjeron el síntoma de “Brote de Hilo” (BH), causando que las plantas que lograron desarrollar no produjeran tubérculos adecuadamente (Cadena, 1993).

En parte, la descripción del síndrome del amarillamiento de la papa reportado por Hartaman (1937), coincide con lo que en México se ha reportado como el efecto de al menos los fitoplasmas PMP y BH en papa (Leyva y Martínez, 2001).

Garzón *et al.*, (2004), afirman que los fitoplasmas de la PMP y BH se introdujeron a México en semilla proveniente de USA, posiblemente en los años 50's del siglo pasado, y aunque la literatura reporta que el fitoplasma que causa la PMP en papa, no se transmite por semilla vegetativa, estudios recientes

realizados en México, lo evidencian.

El fitoplasma causal de la punta morada de la papa, ha sido asociado al grupo I del amarillamiento del aster (Wester aster yellow). Leyva y Martínez (2001), concluyeron que las enfermedades PMP y BH, son causadas por diferentes fitoplasmas, basándose en el análisis de la secuencia del gen 16S ribosomal de fitoplasmas, que al ser comparadas con otras secuencias de éste grupo de patógenos en el banco de datos, permitió asociar a la PMP con el amarillamiento del aster del grupo I, y a “BH” con fitoplasmas del grupo II, de la clasificación internacional de fitoplasmas (Garzón, 2003a; Garzón *et al.*, 2004)

Sintomatología

Flores *et al.* (2004), mencionan que los síntomas provocados por esta enfermedad, varían, dependiendo del órgano de la planta afectado, estado fenológico del cultivo y condiciones de medio ambiente que rodean al mismo.

Tubérculos

Cuando están infectados pueden mostrar síntomas. En los tubérculos infectados, se observa un rayado generalizado conocido como papa rayada o papa manchada. Estas rayas o manchas pueden ser leves o cubrir totalmente el interior del tubérculo. Los tubérculos infectados, con síntomas o asintomáticos, cuando se usan como semilla, manifiestan tres características: a) producen un

brote normal, b) no brotan, c) brotan con “brote de hilo” (Flores *et al.*, 2004). Se ha demostrado que los síntomas descritos previamente pueden ser causados por fitoplasmas y también por el efecto de la toxina del psílido de la papa (Maramorosch; Arslan; Asscherman *et al.*, Citados por Almeyda *et al.*, 2004).

Plantas

Pueden manifestar la enfermedad desde los 20 días después de la emergencia, dependiendo de las condiciones de nutrición, y humedad. Muestran acortamiento de entrenudos, coloración amarilla y/o morada en los márgenes de las hojas apicales principalmente, proliferación de brotes axilares con una hinchazón basal y el tallo tiene forma de raquis (Flores *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2004).

Estos síntomas son más evidentes 40 días después de la emergencia y en adelante, lo que quizá tenga que ver con el arribo previo de insectos vectores de fitoplasmas que se alimentan de la savia de plantas de papa, y al hacerlo inoculan el o los fitoplasmas. En síntomas muy avanzados, los tallos subterráneos, estolones y raíces, manifiestan una coloración café oscura del sistema vascular (Flores *et al.*, 2004). La producción de tubérculos aéreos, pequeños y deformes como producto del taponeamiento del sistema vascular, es muy común (Arslan *et al.*, 1985).

La planta enferma toma al final una apariencia de marchites con un tono amarillento a morado apagado y muere prematuramente (Cadena y Galindo, 1985).

El diagnóstico visual es difícil puesto que los síntomas causados por fitoplasmas y el psílido de la papa, son similares (Maramorosch, 1998; Arslan *et al.*, 1985; Asscherman *et al.*, 1996). Actualmente se ha implementado un método para el diagnóstico de los fitoplasmas utilizando la metodología de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), (Almeyda *et al.*, 1999).

Familia Psyllidae

***Bactericera cockerelli* (Sulc)**

También llamado pulgón saltador, psílido de la papa o del tomate o psílido del nuevo mundo (Crawford, 1914), fue originalmente nombrado como *Trioza cockerelli* en 1909.

En México hay antecedentes de este insecto desde 1947, cuando Pletsch reportó haberlo encontrado en los Estados de Durango, Tamaulipas y Michoacán; posteriormente se le detectó en los Estados de México y Guanajuato, donde se le bautizó como “Pulgón saltador” (Garzón *et al.*, 2005).

Descripción morfológica

Huevo. Es ovoide, anaranjado-amarillento, con corion brillante y presenta en uno de sus extremos un pequeño pedicelo corto, que se adhiere a la superficie de las hojas (Garza y Rivas, 2003; Marín, 2003).

Estadios ninfales. Presenta cinco estadios ovales, aplanados dorso-ventralmente, con ojos rojos bien definidos, que se asemejan a escamas (Lorus y Margery, 1980). Las antenas tienen sencillas placoides, que aumentan en número y son más notorias conforme el insecto alcanza los diferentes estadios. En el perímetro del cuerpo hay estructuras cilíndricas que contienen filamentos cerosos, los cuales forman un halo alrededor del cuerpo (Marín, 2003).

Las ninfas del primer estadio son anaranjadas o amarillas (Garza y Rivas, 2003); antenas con segmentos basales cortos y gruesos, que se van adelgazando hasta finalizar en un pequeño segmento con dos setas sensoriales. Los ojos son notorios, tanto en vista dorsal como ventral, y tienen tonalidad anaranjada. El tórax tiene paquetes alares poco notables (Marín, 2003).

A partir del segundo estadio, se aprecian claramente las divisiones entre cabeza, tórax y abdomen. La cabeza es amarillenta, con antenas gruesas en la base que se estrechan hacia su parte apical, presentando en estas dos setas sensoras. Los ojos son naranja oscuro y el tórax verde-amarillento con los

paquetes alares visibles; la segmentación en las patas es notoria. El abdomen es amarillo con un par de espiráculos en cada uno de los cuatro primeros segmentos (Marín, 2003).

En el tercer estadio, la segmentación entre cabeza, tórax y abdomen es notoria. La cabeza es amarilla y las antenas presentan las mismas características que el estadio anterior. Los ojos son rojizos. El tórax es verde-amarillento y se observan con facilidad los paquetes alares en el mesotórax y metatórax. El abdomen es amarillo (Marín, 2003).

En el cuarto estadio la cabeza y antenas presentan las mismas características del estado anterior. El tórax es verde-amarillento, la segmentación de las patas está bien definida y se aprecian en la parte terminal de las tibias posteriores dos espuelas, así como los segmentos tarsales y un par de uñas; estas características se ven fácilmente en ninfas aclaradas y montadas. Los paquetes alares están bien definidos (Garza y Rivas, 2003). El abdomen es amarillo y cada uno de los cuatro primeros segmentos abdominales tienen un par de espiráculos (Marín, 2003).

En el quinto estadio la segmentación entre cabeza, tórax y abdomen está bien definida. La cabeza y el abdomen son verde claro y el tórax tiene una tonalidad más oscura. Las antenas están seccionadas en dos partes por una hendidura localizada cerca de la parte media; la parte basal es gruesa y la apical filiforme, observándose seis sencillas placoides visibles en ninfas

aclaradas y montadas. Los ojos son guindas. Los tres pares de patas tienen segmentación bien definida y la parte terminal de las tibiae posteriores presenta las características anteriormente señaladas. Los paquetes alares están claramente diferenciados, sobresaliendo del resto del cuerpo. El abdomen es semicircular y con un par de espiráculos en cada uno de los cuatro primeros segmentos (Marín, 2003).

Adulto. Es muy parecido a una cigarra, de tamaño pequeño; mide de 2 a 6 mm de longitud. Tienen tarsos de dos segmentos y antenas usualmente de diez segmentos. (Lorus y Margery, 1980). Su color cambia gradualmente de amarillo claro a verde pálido recién emergido, a café o verde dos o tres días después, hasta alcanzar un color gris o negro a los cinco días de edad (Garza y Rivas, 2003).

Cabeza: De un décimo del largo del cuerpo, con una mancha café que marca la división con el tórax; los ojos son grandes, cafés y las antenas filiformes; tórax blanco amarillento con manchas café bien definidas; la longitud de las alas es aproximadamente 1.5 veces el largo del cuerpo, y la venación es propia de la familia. El abdomen de las hembras tiene cinco segmentos visibles más el segmento genital que es cónico en vista lateral; en la parte media dorsal hay una mancha en forma de "Y" con los brazos hacia la parte terminal del abdomen. Los machos tienen seis segmentos visibles más el genital que está plegado sobre la parte media dorsal del abdomen; al ver al insecto dorsalmente,

se distinguen las valvas genitales con estructuras en forma de pinza que caracteriza a este sexo (Marín, 2003).

Biología y hábitos

La hembra ovípara deposita más de 500 huevecillos en el envés y bordes de las hojas, adheridos por un pequeño pedicelo; requieren de tres a 15 días para incubar; la ninfa pasa por 4 instares en 14 a 17 días, requiriéndose alrededor de 30 días desde la cópula hasta la formación del nuevo adulto (Garza y Rivas, 2003).

Los estudios de este insecto como vector del fitoplasma en tomate, indican que puede adquirir el patógeno a partir de 15 minutos de permanecer alimentándose de la planta infectada y que la mayor eficiencia se tiene a partir de las dos horas. Se desconoce el tiempo que requiere el insecto para transmitir el patógeno una vez que lo ha adquirido (Garzón *et al.*, 2005).

Hospederos

El psílido tiene un amplio rango de hospedantes cultivados y silvestres. Ataca a las solanáceas, aunque el cultivo de la papa es de los más preferidos por las hembras para depositar sus huevecillos. Se considera que el ciclo biológico del insecto no varía en los cultivos de papa y tomate, sin embargo, el

estado ninfal es más prolongado en especies de plantas que no pertenecen a la familia antes señalada, como es el caso de maleza (Avilés *et al.*, 2003).

Aunque el psílido se encuentra principalmente en la familia Solanaceae, también ataca algunas especies de las siguientes familias: Amaranthaceae, Asclepiadaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Violaceae, Chenopodiaceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Lycophyllaceae, Malvaceae, Menthaceae, Pinaceae, Poaceae, Polygonaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Salicaceae, Scrophulariaceae y Zygophyllaceae (por Avilés *et al.*, 2003).

Daños

Este insecto ocasiona dos tipos de daños: el toxinífero o directo y el indirecto, como transmisor de fitoplasmas. El primero se manifiesta cuando el insecto se alimenta de la planta y succiona sus jugos ocasionando que esta no se desarrolle y se torne de color amarillo (Avilés *et al.*, 2003). La toxina del psílido daña a células que producen clorofila en las hojas por lo que las plantas se tornan amarillentas y raquílicas. Por otro lado, el fitoplasma es un organismo infeccioso, submicroscópico, más grande que un virus. México es el único país donde se ha reportado al pulgón saltador como vector de fitoplasmas ya que en el resto del mundo se le conoce únicamente por su efecto toxinífero en papa y tomate (Garzón, 2003a). Las enfermedades conocidas como “punta morada” en

papa y “Permanente del jitomate” en tomate, en los últimos años han ocasionado pérdidas en la producción de estas hortalizas, hasta de un 45por ciento (en tomate) a nivel nacional (Garza y Rivas, 2003).

Daños originados por la toxina. Richards (1928), mencionó que el "amarillamiento de la papa" se debía a los procesos de alimentación de las ninfas en la planta, que inyectan toxinas por el estilete, lo que se confirma al retirar las ninfas de las hojas, pues los síntomas desaparecen lentamente y la planta tiende a recuperar su color verde normal. Entre los años 30 y hasta los 90 del siglo pasado, diversos investigadores han venido aportando mayores elementos sobre el efecto de las toxinas de *B. cockerelli* en las plantas de papa y tomate (Garzón, 2003b).

En 1934, se dijo que esta misma toxina era la causante de una nueva enfermedad en los tomates del sur de Texas, que disminuyen el rendimiento y la calidad de los frutos, ya que éstos eran pequeños, amarillentos, ásperos y correosos, con escaso contenido de jugo, originando graves pérdidas económicas. Daniels (1934), separó los síntomas en primarios: retraso en el crecimiento de la planta con hojas de color púrpura y secundarios: distorsión de follaje, clorosis, estímulo en la floración, menor cantidad de frutos y de tamaño pequeño (Garzón, 2003b).

Daños originados por el fitoplasma. Al menos cinco enfermedades se han asociado a fitoplasmas en tomate y papa; cuatro de éstos son transmitidos por

chicharritas y uno por *B. cockerelli*. En tomate se han descrito al amarillamiento del aster, transmitido por una chicharrita y la macroyema del tomate, cuyo fitoplasma es transmitido por la chicharrita café; un tercer fitoplasma es el que en México causa la enfermedad "permanente del tomate", que es transmitido por el pulgón saltador; éste, al igual que su vector, fue descubierto por investigadores mexicanos en los años 80's y en este siglo XXI, se demostró científicamente que era un fitoplasma (Garzón, 2003a).

Una cuarta enfermedad recientemente denominada "declinamiento del tomate", y de la cual se desconoce el agente causal y sus vectores, se ha reportado en el Valle Imperial e invernaderos del sur de Texas y cuyos síntomas coinciden con los descritos para el permanente del tomate en lo que respecta al aborto de flor, hojas quebradizas y enrolladas hacia arriba (Garzón, 2003b).

La principal enfermedad que afecta al cultivo de la papa es la "punta morada", que originalmente fue descrita en el cultivo de papa en USA. En México, a una enfermedad similar en papa, se le dio el mismo nombre, pero estudios moleculares del ADN recientes, demostraron que es causada por un fitoplasma, aunque, a diferencia de los reportes de USA, en México la punta morada de la papa, parece ser que es transmitida por el pulgón saltador y no por chicharritas como en aquel país, y que tanto el fitoplasma del permanente del tomate como el de la punta morada de la papa, pueden ser parientes cercanos (Garzón, 2003a).

Familia Cicadellidae

Empoasca fabae (Harris)

Poos y Wheeler, (1943), mencionan que Harris en 1898 describió por primera vez a esta chicharrita como *Tettigonia*, sobre frijol. DeLong, (1931) nombró al Género *Empoasca* sobre bases más firmes para su clasificación usando las estructuras genitales internas. De la Fuente (1955), menciona que Osborn fue el primero en notar que *Tettigonia* era una plaga de la papa en el año 1899.

Se encuentra en Argentina, Bermudas, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa rica, Cuba, México, Puerto rico y Guatemala. En USA, en los estados de Alabama, Arizona, Arkansas, California, Florida, Georgia, Illinois, Indiana, Iowa, entre otros (De la Fuente, 1955).

Descripción morfológica

Huevo. Pequeño y difícil de localizar, ya que son ovipositados en hendiduras de las venas de las hojas, pecíolos y tallos de la planta. Es alargado, subcilíndrico, ligeramente curvado, redondeado en ambos extremos y de color verde traslúcido. Recién ovipositados son transparentes, pero más tarde las manchas

de los ojos desarrollan un tono rojizo visible. Miden 0.82 mm de longitud y 0.25 mm de ancho (DeLong, 1938).

Estadios ninfales. Son semejantes a los adultos, pero carecen de alas y estructuras reproductoras bien desarrolladas. Presentan cinco estadios. De Long (1938) describe los estadios como sigue:

El primer estadio es blancuzco medio amarillento con ojos saltones y rojos. El abdomen tiene dos hileras longitudinales de espinas dorsales y ventrolaterales, correspondiendo cuatro a cada segmento del abdomen. También hay espinas en la cabeza y tórax. Miden 1mm de longitud.

El segundo estadio es verde amarillento con los bordes del metatórax agudos. Miden 1.30 mm de longitud.

El tercer estadio es verde amarillento y se pierde el color rojizo de los ojos. Presenta los primeros paquetes alares y mide 1.85 mm de longitud.

El cuarto estadio tiene coloraciones amarillentas, sobre todo en la cabeza y tórax; el abdomen es más amarillento. Las alas son rudimentarias y se extienden hasta el margen posterior del tergo del segundo segmento abdominal. Tiene espinas prominentes y miden 2.10 mm de longitud.

En el quinto estadio aumenta la coloración amarillenta en el abdomen, parte del tórax y cabeza. Las alas rudimentarias se extienden hasta el margen

posterior del tergum del cuarto segmento abdominal. Miden 2.16 mm de longitud.

Adulto: Es un insecto pequeño, verde, con una hilera de seis manchas blancas, localizadas detrás de la cabeza. Miden de 3.12 a 3.5 mm de longitud (De la Fuente, 1955; Cook *et al.*, 2004).

El primer par de alas es largo y delgado, translucidas o blanquecinas, y el pronotum es más ancho que largo. La cabeza tiene forma triangular, y los ojos ocupan aproximadamente la quinta parte de cada uno; el vértice es más ancho que largo (DeLong, 1938). El cuerpo es más ancho que la cabeza y más estrecho que las puntas de las alas. Cuando son molestados, saltan rápidamente o vuelan. Patas posteriores tipo saltadoras (Cook *et al.*, 2004).

La genitalia de la hembra tiene el último segmento ventral prolongado y trincadura redonda. Los machos presentan una válvula prolongada y redondeada, además placas triangularmente afiladas, ápices agudos frecuentemente vueltos hacia adentro, procesos laterales de los pigóferos redondeados en los márgenes internos y anchos en la región apical. Las espinas del décimo segmento están prolongadas y tienen extremos angostos, dirigidos hacia abajo (DeLong, 1938).

Biología y hábitos

Metcalf y Flint (1979), mencionan que este insecto pasa el invierno en varios estadios, algunos como huevecillos en los tallos de las plantas, otros como ninfas.

En el sureste de Louisiana y norte de Florida invernan como adultos y en primavera vuelan hacia el norte aprovechando los vientos que se presentan en las capas superiores de la atmósfera pudiendo llegar hasta Wisconsin e Illinois, para arribar durante la etapa de desarrollo del cultivo de papa (Pavlista, 2002).

El período de preoviposición de *E. fabae* es en promedio de 6.4 días. Oviposita alrededor de 200 huevos por hembra y puede producir 2.7 huevos en promedio cada día (DeLong, 1971; Marín, 2004).

Las ninfas eclosionan de siete a diez días y se ubican en el envés de las hojas de papa y son incapaces de moverse de cultivo a cultivo (Cook *et al.*, 2004; Marín, 2004).

DeLong (1971) señala que *E. fabae* requiere de siete a ocho días, para completar su desarrollo ninfal, teniendo como máximo 15 a 26 días y Pavlista (2002), menciona que el tiempo de desarrollo ninfal es de 12 a 30 días, dependiendo de las condiciones ambientales.

Pasan a través de cinco estadios ninfales, tomándoles aproximadamente dos semanas para llegar a adultos. Las hembras de los nuevos adultos pueden ovipositar seis días después de la emergencia. Los adultos viven de 30 a 40

días, pero se ha reportado que puede vivir hasta 90 días. Esta especie puede tener de una a tres generaciones traslapadas en el norte y centro de USA (Pavlista, 2002; Cook *et al.*, 2004).

Hospederos

La chicharrita de la papa *E. fabae* es indudablemente la plaga más importante del cultivo en muchas regiones del mundo, pero dado que es polífaga, no es específica de dicha solanácea y ataca también a otras plantas como el frijol (De la Fuente, 1955).

Aunque esta chicharrita se encuentra principalmente en papa, también ataca a otras plantas, tales como leguminosas (Leguminosae) *Medicago sativa*, *Phaseolus vulgaris* y *Glycine max* entre otras (Appleton *et al.*, 2003; Emmen *et al.*, 2004)

Daños

Metcalf y Flint (1979), mencionan que cuando las chicharritas son abundantes, las plantas muestran falta de vigor y crecimiento retardado, debido a la extracción de savia. Como consecuencia de la alimentación se produce un efecto de quemado en la planta y ocasiona que las plantas se marchiten y mueran.

Los adultos de *E. fabae* causan daño al alimentarse en el envés de las plantas de papa causando un amarillento a lo largo del margen de las hojas y de un ligero enrollamiento de las mismas. Este daño, es seguido por un oscurecimiento café que inicia en la punta y margen de la hoja y se extiende hacia la base de la misma, cuando esto sucede, la hoja esta muerta y disecada. (Pavlista, 2002).

Tanto las ninfas como los adultos se alimentan insertando sus partes bucales picadoras, succionadoras dentro del tejido vascular de la planta extrayendo savia, dañando células del floema que se tapan por la saliva que se produce durante la alimentación, evitando la traslocación de productos fotosintetizados por las hojas (Delahaut, 2000). Además introducen toxinas, que aumentan el efecto dañino en la planta. También transmiten enfermedades fitoplásmicas a la papa como el amarillamiento del aster y la escoba de brujas (Ardi, 1996).

Macrosteles fascifrons (Stal) (=Macrosteles quadrilineatus Forbes)

La chicharrita de seis manchas se puede encontrar desde México hasta Alaska y esta presente en la mayor parte de Norteamérica (DeLong, 1971; Martínez, 1999).

Los hábitats son variados, pudiéndose encontrar en maleza, pantanos y praderas. Tienen poca movilidad, ya que no se desplazan a más de 100 m en cuatro semanas (DeLong, 1971).

Descripción morfológica

Ninfa: Miden de 0.6 a 3 mm de longitud y tienen las mismas manchas en la cabeza que los adultos, pero varían en color, desde amarillo a café claro, a gris verdusco pálido (Heu *et al.*, 2003).

Adulto: El adulto es amarillo verdoso y mide de 3.5 a 4mm de longitud; tiene alas transparentes, amarillo verdosas con algunas manchas oscuras. Algunos le llaman chicharrita de seis manchas, debido a que presenta seis líneas o manchas oscuras en la punta de la cabeza. El abdomen es oscuro y las patas tienen algunas líneas de espinas. Las partes bucales son del tipo picador-chupador (succionador) a través del cual en el proceso de alimentación adquieren y transmiten el patógeno a la planta. El desarrollo de huevo a adulto es menor a un mes (Lehr, 1988; Heu *et al.*, 2003).

Biología y hábitos

La densidad de población de *M. fascifrons* depende de la fecha de arribo al cultivo y de la temperatura ambiental. No se reproduce en el cultivo y sobrevive como adulto, a veces a grandes distancias de las áreas de producción de papa; también sobreviven como huevecillos. Las gramíneas son sus hospedantes preferidos, pudiendo generar altas poblaciones en avena y trigo. Cuando las condiciones del clima son favorables, especialmente el viento, se transportan a largas distancias de sur a norte, y parece no haber migración en sentido contrario (Martínez, 1999).

En primavera los adultos migran hacia otras plantas hospederas. Adquieren el patógeno del amarillamiento del aster al alimentarse de plantas infectadas, pero no pueden transmitirlo, hasta después de un período de incubación de diez a 18 días, el cual es transmitido usualmente por los adultos (DeLong, 1971).

M. fascifrons hiberna como adulto en el noreste de Texas, Oklahoma y Arkansas y vuela, ayudada por el viento hacia el norte de Kansas, Nebraska, las Dakotas, Minnesota y Wisconsin. Los adultos utilizan la maleza para hibernar; no se ha reportado que puedan hibernar en estado de huevecillo. Bennet *et al.*, (2002), mencionan que en Minnesota anualmente se presenta una pequeña población de *M. quadrilineatus* que hiberna como huevecillo en diversas especies de pastos y trigo. El ciclo de vida es similar al de *E. fabae* con la importante diferencia que no oviposita en cultivo de papa (Pavlista, 2002).

Los huevecillos eclosionan en casi diez días, y presentan cinco estadios ninfales en su ciclo de vida antes de alcanzar la etapa adulta, la cual generalmente requiere de ocho a 28 días (Marín, 2004).

Hospederos

Se alimenta de más de 100 especies de plantas y es frecuente encontrarla sobre cereales de grano pequeño (Martínez, 1999). Ataca un amplio rango de vegetales, frutales y maleza. Algunos vegetales comunes y maleza hospederas incluyen, lechuga, zanahoria, apio, cebolla, chile, tomate, papa, pepino y maíz (Sinha, 1983).

Daños

Las ninfas extraen la savia de las plantas desde el envés de las hojas y causan un amarillamiento general del follaje, sin embargo, los adultos también dañan a las plantas y son importantes por la transmisión de enfermedades como el amarillamiento del aster en la zanahoria, lechuga. Estas chicharritas son los únicos vectores conocidos de estas enfermedades en el este de USA. Las plantas infectadas presentan una ramificación excesiva y desarrollan internudos cortos. Las plantas jóvenes son las más afectadas por esta enfermedad (Beanland *et al.*, 1999).

Marín (2004), menciona que el daño ocasionado por *M. fascifrons* al alimentarse es mínimo y no tiene importancia económica. El problema reside en que es vector del “aster yellow” también llamado punta morada, organismo parecido a un micoplasma. Se requiere de altas poblaciones de *M. fascifrons* para tener daño económico. Los tubérculos de plantas infectadas presentan manchas al ser fritas lo cual no es aceptado por la industria consumidora.

Cuando la chicharrita ingiere al patógeno deben transcurrir de diez a 21 días para que exista una réplica suficiente para que pueda ser inyectada en otra planta (Pavlista, 2002; Hutchison, 2002). Debido al extenso periodo de tiempo en la incubación, la enfermedad raramente se propaga de planta a planta dentro de campos comerciales (Marín, 2004).

Marín (2004), menciona que, *M. fascifrons* puede alimentarse en un hospedero por ocho horas antes de que el patógeno sea transmitido.

Aunque no se sabe con exactitud el porcentaje de adultos que puedan estar infectados en un momento determinado, se asume que del 2.5 al 5 por ciento de chicharritas son agentes vectores de la enfermedad (Hutchison, 2002).

Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR)

El PCR ha mostrado ser una técnica sensible y específica basada, en el uso de oligonucleótidos como iniciadores de polimerización, flanqueando a la región de DNA de interés en detectar (Faloona y Mullis, 1987).

Una serie repetitiva de variaciones de temperatura (ciclos) que incluye desnaturalización del templado, alineamiento de los oligos y la extensión de los oligos alineados por la polimerasa de ADN, da como resultado una acumulación del fragmento específico, donde el producto de la extensión del primer ciclo sirve como temple en el siguiente. En este método también se puede variar la especificidad utilizando oligos “degenerados” que tienen el potencial de unirse a varios tipos de ADN/ARN (Ibáñez *et al.*, 1993).

Usos del PCR

La técnica de PCR es usada para diversos propósitos. Zhu y Greenstone. (1999), utilizaron esta técnica para distinguir especies de Aphelínidos, debido a que son, en muchos casos difíciles de distinguirlos morfológicamente. Los primer utilizados para la primera amplificación fueron 58SF y el primer final el 28SR de Porter y Collins (1991).

Almeyda *et al.* (2001), utilizaron esta técnica para detectar la presencia de fitoplasma en diferentes especies de plantas en México, utilizando los pares de iniciadores MMF/MMR, R16F2/R16R2, P1/Tint, P1/Bltvaint, P1/Ayint, P1/P7 y P3/P7.

Almeyda *et al.* (2004), utilizaron la técnica de PCR, en su modalidad de PCR secuencial; a esta técnica también se le conoce como “PCR anidado” o “Nested-PCR”, para detectar fitoplasma en insectos. En el primer ciclo de amplificaciones se utilizaron los iniciadores P1/P7 y en el segundo ciclo de amplificación se utilizaron los pares de iniciadores R16mF2/R16mR1, R16F2/R16R2 y R16F2/MMR.

**ESPECIES Y FLUCTUACION POBLACIONAL DE PSILIDOS POSITIVOS A
FITOPLASMA EN EL CULTIVO DE LA PAPA Y MALEZA ALEDAÑA EN
ARTEAGA, COAHUILA.**

**PSYLLID POPULATION FLUCTUATION AND SPECIES POSITIVE TO
PHYTOPLASMA IN POTATO AND ADJACENT WEEDS IN ARTEAGA,
COAHUILA.**

Iván Isaias **Vargas-Caamal**¹, Oswaldo **García-Martínez**¹, Alberto **Flores-Olivas**¹,

Ángel **Villarreal-Quintanilla**², Emilio **Padrón-Corral**³ y Patricia **Herrera-Pérez**¹.

¹Departamento de Parasitología Agrícola. ²Departamento de Botánica. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila. C.P. 25315, México. Fax: (844) 4 11 02 28. (ivanisaiasv@yahoo.com.mx). ³Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas. Universidad Autónoma de Coahuila. Unidad Campo Redondo. Saltillo, Coahuila. C.P. 25280, México. Fax: (844) 4 10 12 42.

RESUMEN

En la región papera de Coahuila-Nuevo León, se desconocen que especies de psílidos están presentes, su fluctuación poblacional y especies de maleza en que pueden encontrarse; este trabajo pretende detectar psílidos positivos a fitoplasma, su fluctuación poblacional en papa y maleza alledaña, y especies de maleza positivas a fitoplasma. El trabajo se realizó durante todo el año de 2004 en Huachichil, Arteaga, Coahuila, muestreando psílidos en maleza, cada ocho días, dando 20 redazos en cinco puntos tomados al azar. En el cultivo de papa con la técnica de Knockdown se muestreó de agosto a noviembre. Para coleccionar especies de maleza, se tomaron cinco especies diferentes cada ocho días en los puntos donde se capturaban a los psílidos, durante todo el año. Para la detección de fitoplasmas, se realizaron extracciones de DNA de cada especie de psílidos y maleza coleccionadas; posteriormente se efectuaron pruebas de reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Se encontraron tres especies de psílidos,

detectándose fitoplasma en *Carsidara* sp. y *Bactericera cockerelli*. En los meses de enero y marzo se observa las poblaciones más altas de los tres psílidos en conjunto, encontrándose solo a *B. cockerelli* en papa. Las especies de maleza en donde se capturaron psílidos, que resultaron positivas a fitoplasma fueron *Flourensia cernua*, *Parthenium incanum*, *Prunus cercocarpifolia* y *Reseda luteola*.

Palabras clave: Arvenses, *Bactericera cockerelli*, *Carsidara* sp., *Heteropsylla texana*.

ABSTRACT

In the potato region of Coahuila-Nuevo León, are unknown that species of psyllids are present, they population fluctuation and species of weeds where the psyllid can find; this work aspire to detect positive psyllids to phytoplasma, they population fluctuation in potato and adjacent weeds, and species of positive weeds to phytoplama. This work was conducted during all year of 2004 in Huachichil, Arteaga, Coahuila, sampling psyllids in weed, every eight days, giving 20 redazos in five points randomly chosen. In the potato crop with the knockdown tecnica was sampled of august to November. To collect species of weeds, were taken five different species every eight days in the points where the psyllids were captured, fact that was carried during all year. For the detection of phytoplasma, were carried extractions of DNA of each collected species of psyllids and weeds; subsequently were carried test of Polymerase Chain Reaction (PCR). Three species of psyllids were found, detecting phytoplasma in *Carsidara* sp. and *Bactericera cockerelli*. In the months of January and march are observed the populations more high of the three psyllids injoint, only *B. cockerelli* was found in potato. The species of weeds where the psyllids were captured, that were positive to phytoplasma were *Flourensia cernua*, *Parthenium incanum*, *Prunus cercocarpifolia* and *Reseda luteola*.

Key words: Arvenses, *Bactericera cockerelli*, *Carsidara* sp., *Heteropsylla texana*.

INTRODUCCIÓN

La papa, *Solanum tuberosum* L, es un alimento básico que aporta carbohidratos, almidón y potasio en la nutrición humana (Hernández, 2000., Kolasa, 1993). La producción nacional de este tubérculo para el año 2002 fue de 1, 221, 983 ton, siendo los principales estados productores, Sinaloa (24%), Sonora (14%), Chihuahua (13%), Guanajuato (9%), Veracruz (7%), Michoacán, México, Jalisco (6%) y Coahuila (5%). En este último estado se reporta una producción de 52, 266 ton, para el 2002 (SAGARPA, 2002).

En los últimos años, el cultivo de la papa ha sido muy afectado por la enfermedad llamada punta morada, que se considera es ocasionada por varios factores, entre los cuales se encuentran fitoplasmas; este síndrome, entre otros aspectos, disminuye la calidad de los tubérculos al inducir acumulación de metabolitos, ocasionándoles un manchado interno que los hace inadecuados para la industria; además, causa graves pérdidas en rendimiento por unidad de superficie (Cadena, 1996).

Las enfermedades ocasionadas por organismos parecidos a micoplasmas, ahora denominados fitoplasmas, se consideraban causadas por virus con características poco usuales, hasta 1967, cuando Doi *et al.* (1967), demostraron la presencia de organismos tipo micoplasmas en el floema de plantas infectadas. Estos organismos se localizan en las células cribosas del floema y raras veces en células del parénquima floemático de las plantas atacadas (Salazar, 1996).

Los fitoplasmas son transmitidos por insectos del Orden Hemiptera, entre los que se encuentran especies de las Familias Cicadellidae (Auchenorrhyncha) y Psyllidae (Sternorrhyncha) (Triplehorn y Johnson, 2005).

La Familia Psyllidae esta constituida por 180 géneros y en el mundo existen más de 3000 especies descritas, que en su mayoría se alimentan de plantas dicotiledóneas (Marín, 2003). Tanto las ninfas como los adultos se alimentan de la savia de sus hospederos y al hacerlo inyectan saliva con una toxina que causa malformaciones, formación de agallas o necrosis, actuando además como vectores de patógenos causantes de enfermedades (Richards, 1928; Cranshaw, 1989).

En cuanto a la maleza, se considera como tal, desde el punto de vista económico, a aquella planta que se encuentra en un lugar inapropiado y que en otras situaciones por si mismas, pueden ser plantas valiosas (Huffaker, 1982). Ruíz (1988), señala que el concepto de malas hierbas se origina con la agricultura, por lo que son producto de la actividad del hombre a quien afectan en su bienestar físico y económico, ya que reducen la producción y calidad de los productos agropecuarios por competencia, alelopatía, parasitismo, y al dificultar e incrementar el costo de las cosechas. DeBach (1987), menciona que sirven también como huéspedes alternativos de insectos vectores de enfermedades.

En el área productora de papa de Coahuila-Nuevo León no se conocen todas las especies de psílicos presentes, ni su movimiento poblacional, como tampoco la maleza hospedante de estos organismos. Existe información que refiere a especies de psílicos positivas como vectores de fitoplasmas asociados a la punta morada que es prudente confirmar; además, determinar si otras especies son positivas a fitoplasma. Este trabajo busca generar información al respecto, por lo que se plantearon los siguientes objetivos; A) Detectar especies de psílicos positivos a fitoplasma asociado a la punta morada. B) Determinar la fluctuación poblacional de psílicos asociados al cultivo de la papa y

maleza aleadaña y C) Determinar que especies de maleza aleadaña al cultivo de papa son positivas a fitoplasma asociado a la punta morada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el período de enero a diciembre de 2004, en el rancho el Poleo, localizado en Huachichil, Arteaga, Coahuila, y en el Insectario del Departamento de Parasitología Agrícola (DPA) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Se muestreo cada ocho días, durante 12 meses en maleza aleadaña, y de agosto a octubre del 2004 en un lote comercial de 2 ha de papa, respectivamente.

Muestreo de Psílicos

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

Para el muestreo en el cultivo de la papa, que se sembró la primera semana de agosto y se desvaró en la primera semana de noviembre, se utilizó la técnica de Knockdown, colocando 2m² de manta blanca en el suelo, debajo de las plantas de papa, en cinco puntos tomados al azar dentro del cultivo. En todos los casos, para evitar que la tela se moviera por el viento, esta se afianzaba al suelo con ganchos de metal que se colocaban en todas las puntas de la manta, hecho lo cual se asperjaban las plantas con un insecticida piretroide (Cipermetrina 500 CE, en la dosis de 85 CC/15 litros de agua), dejándolo actuar por 30 minutos; pasado este tiempo, se procedía a recoger todos los insectos derribados en la tela de manta con un pincel.

Todos los insectos colectados, tanto en maleza, como en el cultivo de la papa, se colocaban en frascos de plástico de 50 ml que contenían alcohol etílico al 70 % para su preservación, debidamente etiquetados (fecha, lugar de colecta, hospedera, colector), y el mismo día se trasladaban al Insectario del DPA de la UAAAN. Los psíidos colectados en maleza aledaña y en el cultivo de papa, fueron primero separados del total de insectos capturados e identificados a nivel de especie, con la ayuda del M.C. Antonio Marín Jarillo, del INIFAP-Celaya. Posteriormente se realizaron las pruebas de reacción en cadena de la polimerasa (PCR en inglés) correspondientes.

Análisis Estadístico

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 psíidos, tanto en el cultivo de la papa, como en maleza aledaña, se realizaron análisis de regresión y correlación múltiple. Por tal efecto, el promedio de adultos capturados cada ocho días se consideró como la variable dependiente y a los cuatro factores abióticos mencionados, como variables independientes. Se utilizó el programa estadístico, Estadística (StatSoft, 2005).

Muestreo de Maleza

Se colectaron diferentes especies de maleza aledaña al lote de papa comercial, durante todo el año de muestreo; cada ocho días se tomaban cinco especies de maleza diferentes en cinco puntos al azar (donde se muestreaba para capturar insectos), teniendo como criterio obtener la mayor diversidad posible de especies de maleza. Los especímenes de maleza colectados, se colocaban en prensas de madera, para su traslado y secado al Departamento de Botánica (DB) de la UAAAN. El total de especies de

maleza colectadas durante el año de muestreo, fue identificada a nivel de especie, por el Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla del DB de la UAAAN.

Para la detección de fitoplasma en maleza, se tomaron en campo muestras de raíz, tallo, hojas y flores de las cinco malezas muestreadas cada ocho días, que se metían en bolsas de plástico transparente, debidamente etiquetadas, las cuales se colocaron en una hielera de unicel, que contenía hielo en la parte inferior, cubierto con plástico, para mantener frescas las muestras y evitar su deshidratación durante su traslado, el mismo día, al Laboratorio de Parasitología Molecular del DPA de la UAAAN, donde se mantenían a $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ para posteriormente realizar las pruebas de PCR.

Detección de fitoplasma

Para determinar la presencia de fitoplasma en psíidos y en especies de maleza aleña al cultivo de papa, respectivamente, primero se llevaron a cabo extracciones de DNA de todas las muestras obtenidas en campo. Posteriormente se efectuó la primera reacción en cadena de la polimerasa (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: $94\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante dos minutos, $94\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 45 segundos (35 ciclos), $72\text{ }^{\circ}\text{C}$ por dos minutos y $72\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante cinco minutos.

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Psílicos en maleza

Durante 12 meses de muestreo, se capturó a un total de 4008 adultos de psílicos, de los cuales el 94.3 % (3, 779), estuvieron presentes en la maleza aledaña al cultivo de papa y el 5.7 % (229) en el cultivo de papa. El Cuadro 1 muestra el número de psílicos colectados.

Cuadro 1. Géneros, especies y número de adultos de psílicos colectados en papa comercial y maleza aledaña de enero a diciembre de 2004 en Huachichil, Arteaga, Coahuila.

Situación	Subfamilia	Géneros	Especies	Número de adultos capturados
Maleza	Triozinae	<i>Bactericera</i>	<i>cockerelli</i>	847
		<i>Carsidara</i>	sp.	2, 767
	Psyllinae	<i>Heteropsylla</i>	<i>texana</i>	<u>165</u>
				3, 779
papa	Triozinae	<i>Bactericera</i>	<i>cockerelli</i>	<u>229</u>
				<u>229</u>
			Total:	<u>4, 008</u>

Del número total de adultos de psílicos colectados en maleza aledaña al cultivo de papa, *Carsidara* sp. (Hemiptera: Psyllidae), representó el 73.2 % de los organismos capturados; *Bactericera* (=Paratrioza) *cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae), significó el 22.4 % y *Heteropsylla texana* (Hemiptera: Psyllidae), solo representó el 4.4 %. Jensen *et al.* (2004), en Columbia, Estados Unidos de Norteamérica (USA), colectaron adultos de psílicos en maleza y papa, incluyendo a *B. cockerelli*, durante el 2003.

Considerando el total de adultos de psílidos colectados en maleza aleña, se dibuja la Figura 1A, que muestra la fluctuación poblacional de dichos organismos durante todo el año, siendo en los meses de enero a marzo cuando se capturó el mayor número de adultos, reduciéndose paulatinamente las capturas el resto de los meses.

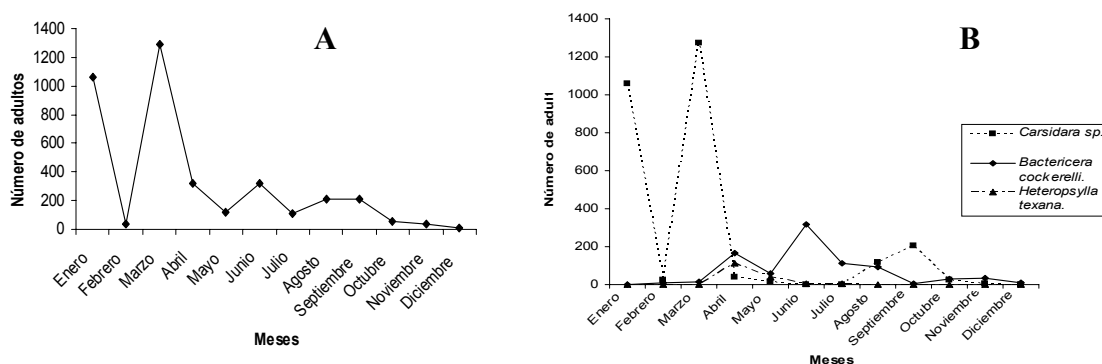


Figura 1. A). Fluctuación poblacional del total de adultos de psílidos capturados durante el año 2004 en maleza aleña a papa comercial en Huachichil, Arteaga, Coahuila. B). Fluctuación poblacional de tres especies de psílidos colectados en maleza aleña a papa comercial de enero a diciembre de 2004 en Huachichil, Arteaga, Coahuila.

La Figura 1B, desglosa la fluctuación poblacional por especies de psílidos colectados en maleza aleña. Se observa que adultos de *Carsidara sp.* y *B. cockerelli* se capturaron durante todo el año y que *Carsidara sp.* fue más abundante en el mes de enero (1,057 individuos) y en marzo (1,275), disminuyendo drásticamente su población en el resto de los meses del año. *B. cockerelli* tuvo un crecimiento poblacional a partir del mes de abril, cuando se colectaron 165 individuos. El pico máximo para esta especie durante el año fue de 318 en el mes de junio. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Hill (1947), quien menciona la presencia de altas infestaciones de *B. cockerelli* en Nebraska (USA) durante los meses de junio y julio. *H. texana* se presentó

en Huachichil a partir de marzo con tan solo dos individuos, siendo en abril cuando tuvo mayor abundancia, ya que se colectaron 112 adultos. Hernández *et al.* (1997) reportan que colectaron el mayor número de adultos de *H. cubana* (Hemiptera: Psyllidae), durante el mes de abril en la planta forrajera *Leucaena leucocephala* en Cuba.

La regresión y correlación múltiple realizada, indican que para *Carsidara* sp. no hubo significación para los factores abióticos considerados, ya que se obtuvieron correlaciones muy bajas. En el caso de *B. cockerelli*, se obtuvo una regresión significativa de 0.024783 con la variable de precipitación pluvial y por lo tanto una correlación positiva de 0.411970 entre dichos factores. En *H. texana* se obtuvieron regresiones altamente significativas con respecto a la temperatura ambiente (0.003993) y a la temperatura mínima (0.003456), sin embargo, presentó una correlación positiva de 0.161366 con respecto a la temperatura ambiente. En el área de trabajo durante los meses de enero, febrero, marzo y abril se presentan temperaturas muy bajas (debajo de cero), ocurriendo lo mismo durante noviembre y diciembre, lo que provoca correlaciones negativas.

Psílicos en papa

B. cockerelli fue la única especie de Psyllidae colectada en el cultivo de la papa, desde la emergencia de las plantas hasta la cosecha, con pocas capturas en los meses de agosto y septiembre, presentando un aumento poblacional a partir del 2 de octubre, que culminó el 30 de octubre, cuando se presentó el número más alto de capturas (112 insectos) (Figura. 2). Las poblaciones de *B. cockerelli* en el cultivo comercial de papa fueron relativamente altas a pesar del elevado número de aplicaciones de insecticidas que se realizaron después de la emergencia de las plántulas, lo que indica que esta especie es tolerante a altas dosis de insecticidas. Este patrón de fluctuación poblacional

de *B. cockerelli* se observa en los lotes de papa comercial del área, independientemente de la fecha de siembra, es decir, los primeros 45-48 días se manifiestan poblaciones bajas, como reflejo de las aplicaciones de insecticidas, para luego repuntar hasta que el desvare rompe la presencia de adultos. Es claro que el manejo de insecticidas fue un factor determinante en la expresión de la densidad y fluctuación poblacional de los psílicos. Edmundson (1940), reportó altas poblaciones del psílido en el cultivo de la papa a partir de las últimas semanas del mes de septiembre en la región de Rocky Mountain (USA).

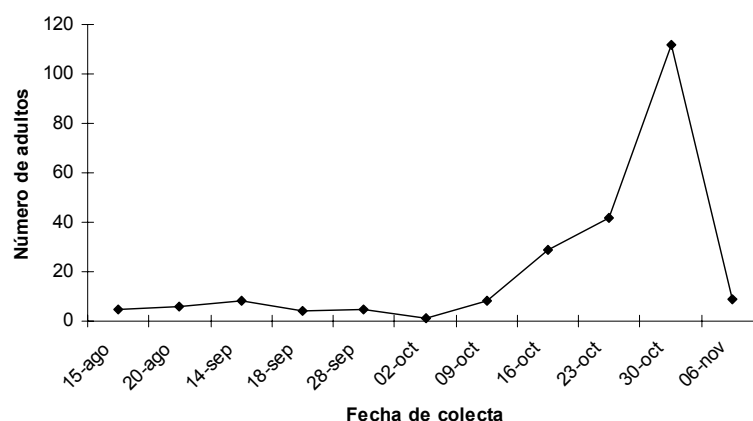


Figura 2. Fluctuación poblacional de adultos de *B. cockerelli* colectados en papa comercial de agosto a noviembre de 2004 en Huachichil, Arteaga, Coahuila.

Los análisis estadísticos realizados para esta especie, no fueron significativos para los factores abióticos ya señalados, sin embargo, se obtuvo una correlación significativa de 0.282381 con la temperatura máxima.

Maleza

Se colectaron 32 especies de maleza donde se capturaron adultos de psílicos durante el año de muestreo, siendo *Brickellia veronicaefolia* (Asteraceae), donde se

colectó el mayor número, con un total de 2359 psílicos, que significan el 62.4 % del total capturado, 2352 de los cuales fueron *Carsidara* sp. En *Flourensia cernua* (Asteraceae) se capturaron 516 adultos de psílicos, que representan el 13.5 % del total; de este porcentaje, *B. cockerelli* fue la especie más colectada con 486 adultos. En *Conyza bonariensis* (Asteraceae), se obtuvieron 310 adultos, que representan el 8.2 % y de los cuales 309 fueron *Carsidara* sp. De *H. texana* se capturaron solo 165 adultos, de los cuales 39 se obtuvieron en plantas de trigo, *Triticum eastivum* (Poaceae). El 15.9 % restante de adultos de psílicos colectados en especies de maleza, se mencionan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Especies de maleza en las que se capturaron adultos de psílicos y número de individuos en Huachichil, Arteaga, Coahuila.

Familia	Maleza	Especies		
		<i>Carsidara</i> sp.	<i>Bactericera</i> <i>cockerelli</i>	<i>Heteropsylla</i> <i>texana</i>
Asteraceae	<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng) Less	0	38	17
Asteraceae	<i>Brickellia veronicaefolia</i> Gray	2352	3	4
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	0	1	0
Asteraceae	<i>Helianthus laciniatus</i> A. Gray	0	5	2
Asteraceae	<i>Parthenium incanum</i> HBK.	1	9	3
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng	1	30	0
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i> (L) A. Gray	309	1	0
Asteraceae	<i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.) Cass.	0	1	0

Asteraceae	<i>Bidens odorata</i> Cav.	1	0	0
Asteraceae	<i>Flourensia cernua</i> DC.	0	486	30
Asteraceae	<i>Hymenoxys odorata</i> DC.	0	16	14
Verbenaceae	<i>Verbena ciliata</i> L.	2	2	5
Oleaceae	<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	1	2	1
Asteraceae	<i>Ageratina wrightii</i> (A. Gray)King et H. Rob.	3	0	0
Poaceae	<i>Aristida curvifolia</i> Fourn.	20	4	4
Poaceae	<i>Stipa eminens</i> Cav.	11	83	12
Poaceae	<i>Avena sativa</i> L.	0	10	18
Poaceae	<i>Triticum eastivum</i> L.	7	57	39
Brassicaceae	<i>Brassica kaber</i> (DC.) Wheeler	1	0	2
Brassicaceae	<i>Eruca sativa</i> Mill.	2	31	0
Brassicaceae	<i>Sisymbrium irio</i> L.	22	0	0
Lamiaceae	<i>Salvia lanceolata</i> Willd.	10	9	0
Lamiaceae	<i>Salvia tiliaefolia</i> Vahl.	1	0	0
Lamiaceae	<i>Marrubium vulgare</i> L.	3	0	0
Liliaceae	<i>Asphodelus fistulosus</i> L.	13	14	10
Resedaceae	<i>Reseda luteola</i> L.	5	14	0
Convolvulaceae	<i>Ipomea purpurea</i> (L.) Roth.	0	6	0
Chenopodiaceae	<i>Salsola tragus</i> L.	1	1	0
Solanaceae	<i>Lycium berlandieri</i> Dunal.	0	0	1
Rosaceae	<i>Prunus cercocarpifolia</i> Villarreal	1	8	4
Loasaceae	<i>Mentzelia multiflora</i> (Nutt) A. Gray	0	7	1
Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i> (DC.) Cav.	0	5	0

Arispe (1995), identificó 16 especies de maleza asociadas al cultivo de papa en el Cañón de Emiliano Zapata, Coahuila, de las cuales seis están presentes en Huachichil, siendo las más abundantes, la hierba amargosa (*Parthenium hysterophorus*) y el polocotillo (*Helianthus laciniatus*); en menor densidad se encontró al nabo silvestre (*Eruca sativa*), a la alfombrilla de campo (*Verbena ciliata*), al falso diente de león (*Sonchus oleraceus*), a la correhuela (*Ipomoea purpurea*) y a la rodadora (*Salsola tragus*).

En Navidad, Nuevo León, se identificaron 15 especies de maleza asociadas al cultivo de papa, siendo las más importantes, el polocote (*Helianthus annuus*), la escobilla (*Gymnosperma glutinosum*), el nabo silvestre (*Eruca sativa*), la colesilla (*Sisymbrium irio*), el falso diente de león (*Sonchus oleraceus*) y la gobernadora (*Larrea tridentata*) (Arispe, 1995), siendo los primeros reportes que se hicieron referentes a especies de maleza aledaña al cultivo de papa.

Villarreal (1983), identificó a las especies de maleza de Buenavista, Coahuila, de las cuales 17 están presentes en el área de estudio. Romney (1939), encontró abundantes adultos de *B. cockerelli* alimentándose sobre *Lycium andersonni* y *L. macrodon* en los estados de Arizona, Nuevo México y Texas (USA), de enero a mayo; al respecto, *Lycium berlandieri* se colectó en Coahuila, capturando solo un adulto, en esta especie, en el mes de abril.

Detección de fitoplasmas

Con la técnica PCR se detectó la presencia de fitoplasmas en adultos de *Carsidara* sp. y *B. cockerelli*, al utilizar en el primer ciclo de amplificación los iniciadores P1/TINT y en la segunda reacción los iniciadores R16mR2/R16mF2 (Figura 3).

Almeyda *et al* (2004), reportaron la presencia de fitoplasmas en adultos de *B. cockerelli* determinando a este insecto como vector potencial de la punta morada de la papa, e inclusive como el insecto vector del fitoplasma causante del permanente del tomate; dichos resultados concuerdan con los obtenidos en laboratorio, en este estudio. *H. texana* resultó negativa para fitoplasmas en la región papera de Huachichil, Coahuila. Al respecto, Sánchez y Almeyda (2004), reportaron a este psílido como positivo a fitoplasma en regiones paperas de Coahuila, por lo que dichos resultados no concuerdan con los obtenidos.

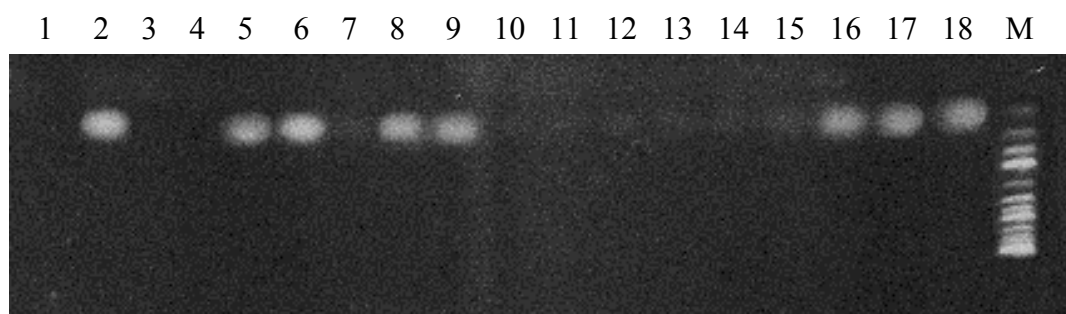


Figura 3. Amplificación de secuencias de ADN específicas a fitoplasma de punta morada de la papa. Carriles: 1 Testigo negativo (Agua desionizada estéril), 2 Especie de cicadélido no identificada (Positivo), 3-4 cicadélidos negativos, 5 *Oncometopia nigricans* (Positivo), 6 *Empoasca fabae* (Positivo), 7 cicadélido negativo, 8 *Macrosteles fascifrons* (Positivo), 9 *B. cockerelli* en papa (Positivo), 10-14 cicadélidos negativos, 15 *H. texana* (Negativo), 16 *B. cockerelli* (Positivo), 17 *Carsidara* sp. (Positivo), 18 Testigo positivo (*B. cockerelli*), M marcador de peso molecular 1kb.

En el caso de las especies de maleza aleña al cultivo de papa, se determinó la presencia de fitoplasmas en cuatro de las 32 especies en que fueron capturados adultos de psíidos, siendo estas *Parthenium incanum* (Asteraceae), *Prunus cercocarpifolia* (Rosaceae), *Reseda luteola* (Resedaceae) y *Flourensia cernua* (Asteraceae) (Figura 4), en esta última especie fue donde se colectaron más adultos de *B. cockerelli* (486), que se ha demostrado ser vector de fitoplasmas.

Almeyda *et al.* (2004), reportaron a *Helianthus annuus*, como positiva a fitoplasma por medio de PCR's secuenciales, al utilizar en el primer ciclo de amplificación los iniciadores P1/P7 y en el segundo ciclo a los iniciadores R16mF2/R16mR1; dichos primers también dieron positivos a *B. trigonito* en plantas de zanahoria (Font *et al.*, 1999). Almeyda *et al.* (2001), detectaron la presencia de fitoplasmas en plantas de coco (*Cocos nucifera*), cempazúchitl (*Tagetes erecta*) y teresita (*Catharanthus roseus*).

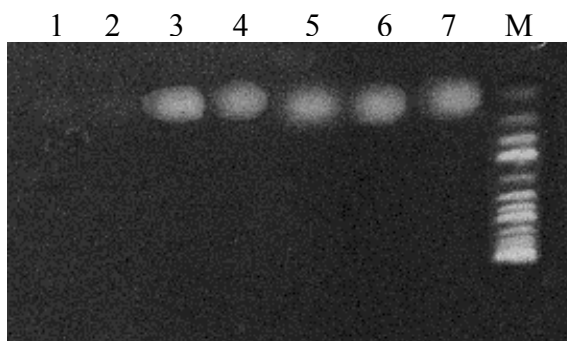


Figura 4. Amplificación de secuencias de ADN específicas a fitoplasma de punta morada de la papa. Carriles: 1 Testigo negativo (Agua desionizada estéril), 2 *Viguiera dentata* (Negativa), 3 *Prunus cercocarpifolia* (Positiva), 4 *Flourensia cernua* (Positiva), 5 *Parthenium incanum* (Positiva), 6 *Reseda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

CONCLUSIONES

Se detectaron dos especies de psílidos positivos a fitoplasma asociado a la punta morada de la papa: *B. cockerelli* y *Carsidara* sp. De estas solo *B. cockerelli* se colectó en el cultivo de la papa. *B. cockerelli*, *Carsidara* sp. y *H. texana*, mostraron las poblaciones más altas, en enero y marzo, predominando significativamente *Carsidara* sp. De las tres especies de psyllidae colectadas en maleza, solo *B. cockerelli* estuvo presente durante todo el año, *Carsidara* sp. de enero a mayo y de agosto a diciembre y *H. texana* de marzo a julio. La población de *B. cockerelli* en papa se mantuvo a muy bajas densidades los primeros 45-48 días y posteriormente la población de adultos se disparó progresivamente a altas densidades en los siguientes 28 días hasta el desvare del cultivo. De las 32 especies de maleza donde se colectaron adultos de psyllidae, *Flourensia cernua*, *Parthenium incanum*, *Prunus cercocarpifolia* y *Reseda luteola* resultaron positivas a fitoplasma.

LITERATURA CITADA

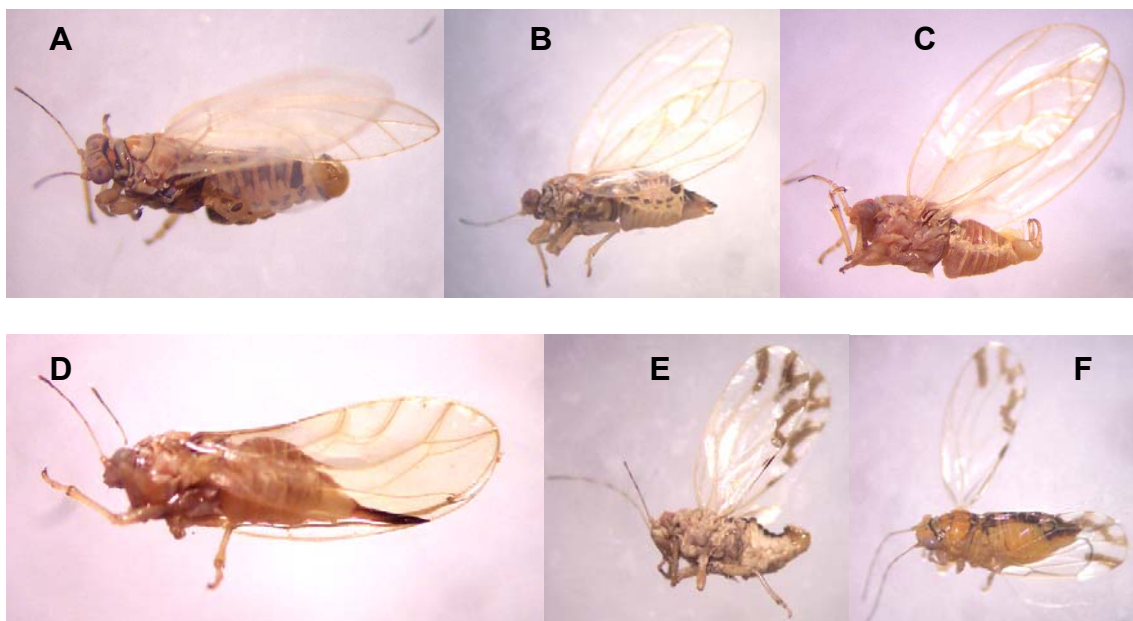
- Almeyda, L. I., P. M. Rocha., R. J. Piña and S. J Martínez. 2001. The use of polymerase chain reaction and molecular hybridization for detection of phytoplasmas in different plant species in México. *Rev. Mex. de Fitopat.* 19 (1): 1-9.
- Almeyda, L. I., S. J. Sánchez y T. J. Garzón. 2004. Detección molecular de fitoplasmas en papa. In Memorias del simposio punta morada de la papa. XXI semana internacional del parasitólogo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Buenavista, Saltillo, Coahuila. pp. 4-14.**
- 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, Coahuila. pp. 34-59.
- Cadena, H. M. 1996. La punta morada de la papa en México: Efecto de cubiertas flotantes, genotipos y productos químicos. *Rev. Mex. de Fitopat.* 14 (1): 20-24.
- Cranshaw, W. S. 1989. The potato/tomato psyllid as a vegetable insect pest. *Proc.*, 18 th Ann. Crop Prot. Inst., Colo. St. Univ. pp. 69-76.
- DeBach, P. 1987. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Compañía editorial Continental, S. A. de C. V. México D. F. pp. 12-24.
- Doi, Y., M. Teranaka., K. Yora and H. Asuyama. 1967. Mycoplasma or PLT group like organisms found in the phloem elements of plants infected with mulberry dwarf, potato witches broom, aster yellows, or paulownia witches broom. *Ann. Phytopathol. Soc. Japan* 33 :259-266 (Tomado de *Rev. of Appl. Mycol.* 47:128).
- Edmundson, W. C. 1940. The effect of psyllid injury on the vigor of seed potatoes. *Am. Potato J.* 17(2):315-317.
- Font, I., P. Abad., M. Albiñana., A. I. Espino., E. L. Rally., R. E. Davis and C. Jorda. 1999. Yellowing and reddning of carrots: disease diagnosis. *Boletín de sanidad vegetal, Plagas.* 25(3): 405-416.
- Hernández, I., O. Toral., C. Matias y G. Francisco. 1997. Evaluación y agronomía de árboles forrajeros en cuba. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 5(Supl. 1):91-94.
- Hernández, H. H. 2000. Asociación de los hongos *Fusarium oxysporum* Schlecht y *Verticillum dahliae* Kleb, en síntomas de la punta morada de la papa en el sur de Coahuila y Nuevo León. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 74p.

- Hill, R. E. 1947. An unusual weather sequence accompanying the severe potato psyllid outbreak of 1938 in Nebraska. *J. Kans. Entomol. Soc.* 20(3):88-92.
- Huffaker, C. B. 1982. Fundamentos del control biológico de malas hierbas. *In* Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Compañía editorial Continental, S. A. de C. V. México D. F. pp. 741-758.
- Jensen, A., P. Hamm, P. Thomas, J. Crosslin., J. Munyaneza., A. Schreiber and K. Pike. 2004. Purple top, BLTVA, and Leafhoppers: An Update. *Potato Progress.* 4(3): 1-3.
- Kolasa, K. M. 1993. The potato and human nutrition. *American potato journal.* 70(5): 370-375.
- Marín, J. A. 2003. Características morfológicas y aspectos biológicos del psílido del tomate *Bactericera cockerelli* (Sulc) (= *Paratrioza cockerelli*). *In* taller de *Paratrioza cockerelli*. Bayer Crop Science. Ixtapa, Zihuatanejo, Gro. pp. 47-55.
- Martínez, S. J. 2000. Curso Biotecnología. Técnicas de extracción de AND y PCR. Departamento de Parasitología Agrícola. UAAAN.
- Richards, B. L. 1928. A new and destructive disease of the potato in Utah and it's relation to the potato psylla. *Phytopathology.* 18:140-141.
- Romney, V. E. 1939. Breeding areas of the tomato psyllid, *Paratrioza cockerelli* (Sulc). *J. Econ. Entomol.* 32:150-151.
- Ruíz, B. R. 1988. El manejo de las malezas en la conservación del suelo como parte del agroecosistema. Resumen. IX CNCM. SOMECIMA: Cd. Juárez. Chihuahua. 5 p.
- SAGARPA, 2002. Avances de siembras y cosechas. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera (siap), con información de las delegaciones de la sagarpa en los estados. (siacap). www.siap.sagarpa.gob.mx.

- Salazar, L. F. 1996. Fitoplasmas: Un factor negativo para la producción de semilla de papa. Centro internacional de la papa (CIP). Lima, Perú. pp. 1-4.
- Sánchez, S. J y L. I. Almeyda. 2004. Diagnostico de las especies de vectores y su interrelación con el fitoplasma agente causal de la enfermedad punta morada en las regiones paperas de Coahuila y Nuevo León. *In* memorias del simposio punta morada de la papa. XXI semana internacional del parasitólogo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Buenavista, Saltillo, Coahuila. pp. 14-23.
- StatSoft, 2005. StatSoft logo, STATISTICA, Sewss Sedas, Data Miner, SEPATH and G Trees.
- Triplehorn, C. H and Johnson N. F. 2005. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. Seventh edition. Thomson books/cole. pp. 268-332.
- Villarreal, Q. J. 1983. Malezas de Buenavista, Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 253 p.

APÉNDICE



A) *B. cockerelli* (Macho), B) *B. cockerelli* (Hembra), C) *Carsidara* sp. (Macho), D) *Carsidara* sp. (Hembra), E) *H. texana* (Macho), y F) *H. texana* (Hembra).

**FLUCTUACION POBLACIONAL DE CICADÉLIDOS POSITIVOS A
FITOPLASMA ASOCIADO A LA PUNTA MORADA EN MALEZA ALEDAÑA
AL CULTIVO DE PAPA, EN ARTEAGA, COAHUILA.**

**CICADELIDS POPULATION FLUCTUATION POSITIVE TO PHYTOPLASMA
IN ADJACENT WEEDS TO POTATO CROP IN ARTEAGA, COAHUILA.**

Iván Isaias **Vargas-Caamal**¹, Oswaldo **García-Martínez**¹, Alberto **Flores-
Olivas**¹, Patricia **Herrera-Pérez**¹, José Ángel **Villarreal-Quintanilla**², Emilio
Padrón-Corral³

¹Departamento de Parasitología Agrícola. ²Departamento de Botánica. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila. C.P. 25315, México. Fax: (844) 4 11 02 28. ³Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas. Universidad Autónoma de Coahuila. Unidad Campo Redondo. Saltillo, Coahuila. C.P. 25280, México. Fax: (844) 4 10 12 42. ivanisaiasv@yahoo.com.mx, drogarcia@prodigy.net.mx, aflooli@uaaan.mx, herrera2677@yahoo.com.mx, javqos@yahoo.com.mx, epadron@cima.uadec.mx.

RESUMEN

En la región papera de Coahuila-Nuevo León se desconoce que especies de cicadélidos están presentes, y como consecuencia, se carece de información sobre su fluctuación poblacional y especies de maleza en que puedan encontrarse, la cual es necesario generar, sin embargo, este trabajo solo pretende detectar especies de cicadélidos positivos a fitoplasmas y su fluctuación poblacional en maleza aleadaña a cultivo comercial de papa; además, también determinar que especies de maleza son positivas a fitoplasmas. El trabajo se realizó de enero a diciembre de 2004 en Huachichil, Arteaga,

Coahuila, muestreando cada ocho días, para lo cual se daban 20 redazos en cinco puntos tomados al azar. Para coleccionar maleza, cada ocho días se tomaban cinco especies diferentes, en los mismos puntos donde se capturaban adultos de chicharritas. Para detectar fitoplasmas, se hicieron extracciones de DNA de cada una de las especies de cicadélidos y maleza coleccionadas; posteriormente se realizaron pruebas de reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Se capturaron 53 especies diferentes de cicadélidos, detectándose fitoplasma en *Macrosteles 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. Del total de las 22 especies de maleza en donde se capturaron adultos de cicadélidos positivos a fitoplasma, únicamente *Flourenzia cernua* (Asteraceae), *Parthenium incanum* (Asteraceae), *Prunus cercocarpifolia* (Rosaceae) Y *Reseda luteola* (Resedaceae), resultaron positivas a fitoplasma.

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

ABSTRACT

In the potato region of Coahuila-Nuevo León, are unknown that species of leafhoppers are present, and don't have information about they population fluctuation and species of weeds where the leafhoppers can find; The which is importat to generate, however, this work aspire to detect leafhoppers positive to phytoplasma and they population fluctuation in potato and adjacent weeds; moreover, to determine species of weeds are positive to phytoplasmas. This

work was conducted during January to December of 2004 in Huachichil, Arteaga, Coahuila, sampling leafhoppers each eight days giving 20 redazos in five points randomly chosen. For to collect weeds, each eight days five different species were collected, in the same points where the leafhoppers were collected. For to detect phytoplasmas, were realized extractions of DNA of each one of the species of leafhoppers and weeds; subsequently were carried test of Polymerase Chain Reaction (PCR). 53 species of leafhoppers were found, detecting phytoplasma in *Macrosteles fascifrons*, *Empoasca fabae*, *Oncometopia nigricans* and one specie don't identificate. The populations more high of the leafhoppers in joint, were observed of november to february. Of the 22 species of weeds where the leafhoppers positive to phytoplasma were captured, only *Flourensia cernua* (Asteraceae), *Parthenium incanum* (Asteraceae), *Prunus cercocarpifolia* (Rosaceae) and *Reseda luteola* (Resedaceae), were positive to phytoplasma.

Key words: *Empoasca fabae*, *Macrosteles fascifrons*, *Oncometopia nigricans*, weeds.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la 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 16Srl y 16SrlI (Lee *et al.*, 1998; Leyva y Martínez, 2001), siendo la punta morada la que se ha constituido como el factor mas importante que limita tanto la producción de

papa, como de semilla (Cadena, 1987). Durante 2003 y 2004, ésta 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 semilla, suelo, implementos de labranza, insectos y otros medios (Horton, 1992). Insectos conocidos como chicharritas (Cicadellidae), son vectores importantes ya que pueden transmitir hasta 40 virus distintos pertenecientes a las familias Rhabdoviridae y Reoviridae, además de un grupo de geminivirus (Triplehorn y Johnson, 2005), siendo los géneros más importantes *Empoasca*, *Dalbulus* y *Dicrella*, los cicadélidos son el segundo grupo de insectos vectores de virus fitopatógenos, después de Aleyrodidae (moscas blancas) (Metcalf y Flint, 1984).

El principal vector de la punta morada es la chicharrita *Macrostelus fascifrons* (Hemiptera: Cicadellidae) (Triplehorn y Johnson, 2005) y otras pequeñas chicharritas. Son insectos saltadores muy comunes, que constituyen un grupo muy grande de cerca de 2500 especies norte americanas. (Lorus y Margery, 1980; Arce, 1996).

El catálogo cicadoidea de Metcalf enlista 4378 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 por que son toxicas 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 el área productora de papa Coahuila-Nuevo León 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, 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, razón por la que este trabajo busca generar información al respecto, a través de los siguientes objetivos; 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.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el período de enero a diciembre de 2004 en el rancho el Poleo, localizado en Huachichil, Arteaga, Coahuila, y en el Insectario del Departamento de Parasitología Agrícola (DPA) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), muestreando cada ocho días, durante 12 meses en maleza aledaña a un cultivo comercial de papa.

Muestreo de Cicadélidos

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

Todos los insectos colectados, se introducían en frascos de plástico de 50 ml que contenían alcohol etílico al 70% para su preservación, que estaban debidamente etiquetados (fecha, sitio, colector etc.), y el mismo día se trasladaban al insectario del DPA de la UAAAN, para su posterior separación de familias e identificación y para realizar las pruebas de reacción en cadena de la polimerasa (PCR en inglés) correspondientes.

Los cicadélidos colectados en maleza aledaña, fueron primero separados del total de insectos capturados en cada muestreo con los criterios morfológicos señalados por Borrór y White (1970). Posteriormente algunos individuos se identificaron a nivel de especie, utilizando las claves de Lehr (1988) y Dietrich (1999).

Análisis Estadístico

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 regresión y correlación múltiple. Por tal efecto, el promedio de adultos capturados cada ocho días se consideró como la variedad dependiente

y los cuatro factores abióticos mencionados como variedades independientes, utilizando el programa estadístico Estadística (StatSoft, 2005).

Muestreo de Maleza

Se colectaron diferentes especies de maleza aledaña al lote de papa durante todo el año de muestreo, para lo cual, cada ocho días se tomaban cinco especies de maleza diferentes en cinco puntos al azar (donde se muestreaba para capturar adultos de cicadélidos), teniendo como criterio obtener la mayor diversidad posible de maleza. Los especímenes de maleza colectados, se colocaban en prensas de madera, para su traslado y secado al Departamento de Botánica (DB) de la UAAAN. El total de los especímenes de maleza colectadas durante el año de muestreo, fueron identificadas a nivel de especie, por el Dr. José Angel Villarreal Quintanilla adscrito al DB de la UAAAN.

Para la detección de fitoplasma en maleza, se tomaron muestras de raíz, tallo, hojas y flores de las cinco malezas muestreadas cada ocho días, material que se metía en bolsas de plástico transparentes de 1kg de capacidad, debidamente etiquetadas que se colocaban en una hielera de unicel, que contenía en la parte inferior hielo, cubierto con plástico transparente, con el objeto de mantener frescas las muestras y evitar su deshidratación durante su traslado, el mismo día de muestreo, al laboratorio de Parasitología Molecular del DPA de la UAAAN, donde se mantenían a -70 °C.

Detección de fitoplasma

Se realizaron pruebas con la técnica PCR para determinar la presencia de fitoplasma en adultos de cicadélidos y en especies de maleza aledaña al cultivo de papa, respectivamente, para lo cual, primero se llevaron acabo

extracciones de DNA de todas las muestras obtenidas en campo. Posteriormente se efectuó la primera reacción en cadena de la polimerasa (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 dos minutos, 94 °C y 55 °C por 45 segundos (35 ciclos), 72 °C por dos minutos y 72 °C durante cinco minutos.

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cicadélidos en maleza

Se colectaron un total de 1658 adultos de chicharritas en maleza aledaña al cultivo de papa, De este material biológico, por comparaciones morfológicas se separaron 53 especies, de las cuales se identificaron algunas especies, con las claves taxonómicas ya referidas, mismas que están en corroboración por el Doctor Christopher Dietrich de la Universidad de Illinois. El Cuadro 1 resume el número de adultos colectadas en maleza aledaña al cultivo de papa, por géneros y especies.

Cuadro 1. Superfamilias, géneros, especies y número de adultos de cicadélidos colectados en maleza aledaña 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
	Deltocephalinae	<i>Macrosteles</i>	<i>fascifrons</i>	73
		<i>Oncometopia</i>	<i>nigricans</i>	54
			Sp. 48	13
			49 especies	1452
			Total:	1658

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 de las 53 especies atrapadas; se puede apreciar que estos insectos estuvieron presentes durante todo el año, presentándose picos altos de capturas 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.

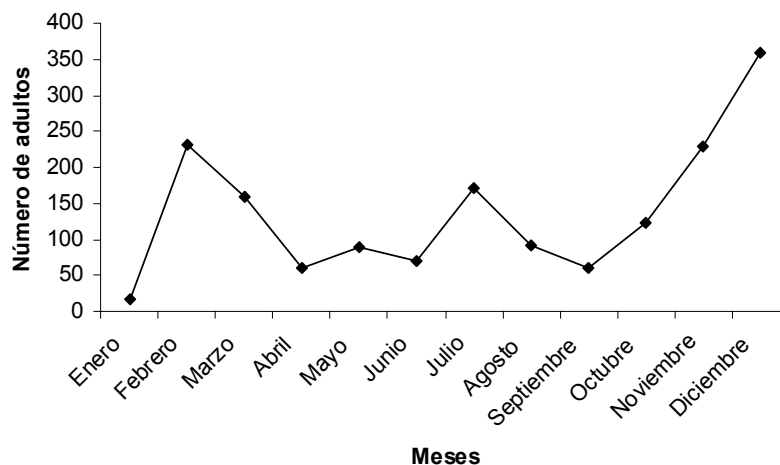


Figura 1. Fluctuación poblacional mensual de adultos de cicadélidos en maleza aledaña al cultivo de papa en Huachichil, Arteaga, Coahuila, durante 2004.

La Figura 2, desglosa 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) adultos, 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.

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 ocho adultos en el mes de agosto, y muy pocas capturas en el resto de los meses.

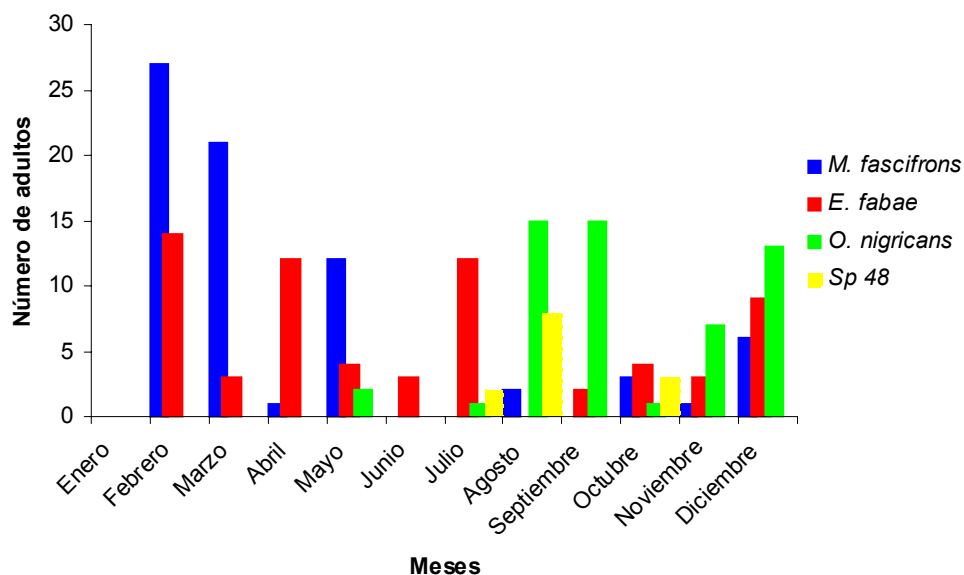


Figura 2. Fluctuación poblacional de adultos de cicadélidos positivos a fitoplasma colectados en maleza aledaña a papa comercial de enero a diciembre de 2004 en Huachichil, Coahuila.

Las regresiones y correlaciones múltiples realizadas, indican que para *M. fascifrons* no hubo significancia para los factores abióticos considerados, y correlaciones negativas muy bajas entre dichos factores. Para *E. fabae*, se obtuvo una regresión altamente significativa, de $P < 0.005020$ con la variable de temperatura ambiente y de $P < 0.007453$, con la variable temperatura mínima, sin embargo presentaron correlaciones negativas muy bajas, debido a que se

presentaron temperaturas muy bajas (debajo de cero), en el área de trabajo de noviembre hasta abril. Para *O. nigricans* no hubo significancia 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.

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

Familia	Maleza	<i>M. fascifrons</i>	<i>E. fabae</i>	<i>O. Nigricans.</i>	Especi 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

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 hospederas 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.

Para el Cañon de Emiliano Zapata, Coahuila, Arispe (1995), describe 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, utilizando los iniciadores P1/Tint en el primer ciclo de amplificación y los iniciadores R16mR2/R16mF2 durante la segunda reacción (Figura 3). 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 *Macrosteles* 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* solo se había reportado como vector de la bacteria causal de la clorosis colorida en cítricos, enfermedad reportada en Brazil (Milanez *et al.*, 2003).

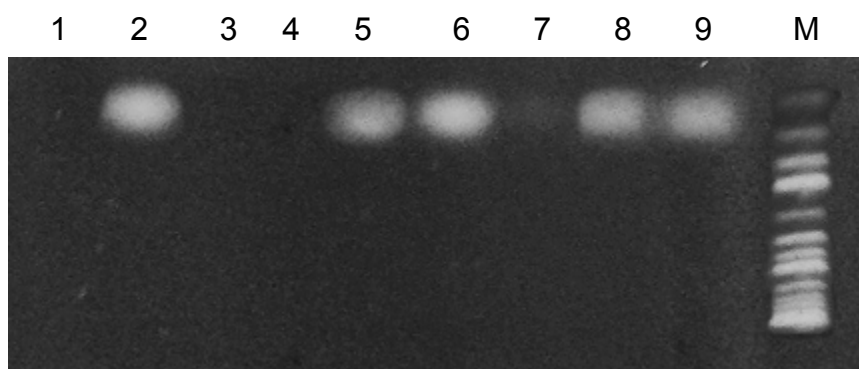


Figura 3. Amplificación de secuencias de ADN específicas a fitoplasma de punta morada de la papa. Carriles: 1 Testigo negativo (Agua desionizada estéril), 2 Especie de cicadélido No. 48 (Positivo), 3-4 cicadélidos negativos, 5 *Oncometopia nigricans* (Positivo), 6 *Empoasca fabae* (Positivo), 7 cicadélido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

Se determinó la presencia de fitoplasmas en cuatro especies de maleza donde se capturaron adultos de cicadélidos, siendo estas *Flourenzia cernua*, *Parthenium incanum*, *Prunus cercocarpifolia* Y *Reseda luteola* (Figura 4). Aunque se capturaron muy pocos adultos de chicharritas en estas especies de maleza, estas 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 del aster en el sureste de Texas, y Almeyda *et al.* (2004), reportan a *Helianthus anunn*, como posible hospedero alternante del agente causal de la punta morada de la papa.

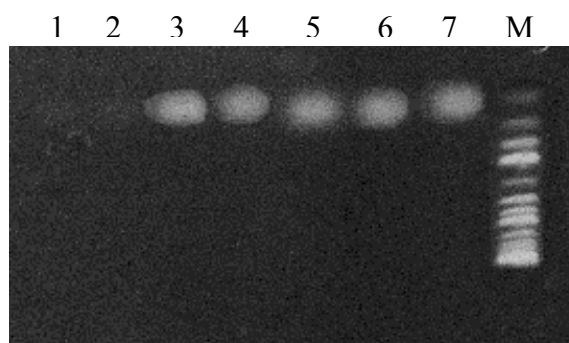


Figura 4. Amplificación de secuencias de ADN específicas a fitoplasma de punta morada de la papa. Carriles: 1 Testigo negativo (Agua desionizada estéril), 2 *Viguiera dentata* (Negativa), 3 *Prunus cercocarpifolia* (Positiva), 4 *Flourenzia cernua* (Positiva), 5 *Parthenium incanum* (Positiva), 6 *Reseda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

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. En memorias simposio punta morada de la papa. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. pp. 4-11.
- 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, Coahuila. 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.
- Borror D. J and R. E. White. 1970. A field guide to Insects America north of Mexico. Houghton Mifflin Company. Boston, New Cork. pp. 4-22.
- Cadena, M. A. 1987. Efecto de genotipos de plantas, aplicaciones de antibióticos e insecticidas en el control de la "Punta morada de la papa". *Agricultura Técnica en México.* 13:3-13.
- DeLong, D. M. 1971. The bionomics of leafhoppers. *Annual Review of entomology.* Vol. 16. Palo anto. California. U.S.A. pp. 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, Coahuila. 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, Coahuila, México. 104 p.

- Horton, D. 1992. La papa: producción, comercialización y programas. Copublicación 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. 10 impresión. México D. F. pp. 740-756.
- Hutchinson, B. 2002. Potato or Aster Leafhopper. Minnesota Vegetable IPM Newsletter. Vol. (4): 1.
- Lee, I. M., D. E. Gunderson and A. Bertaccini. 1998. Phytoplasma: Ecology and genomic diversity. Symposium. New perspectives on phytopathogenic Mollicutes. *Phytopatology* 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. In six Volumes. Vol. II. Homoptera and Heteroptera. Leningrad, Nauka Publishing House. pp. 32.
- Leyva, L. N y J. S. Martínez. 2001. Detección, caracterización y aspectos ecológicos de fitoplasmas asociados a enfermedades de la papa.

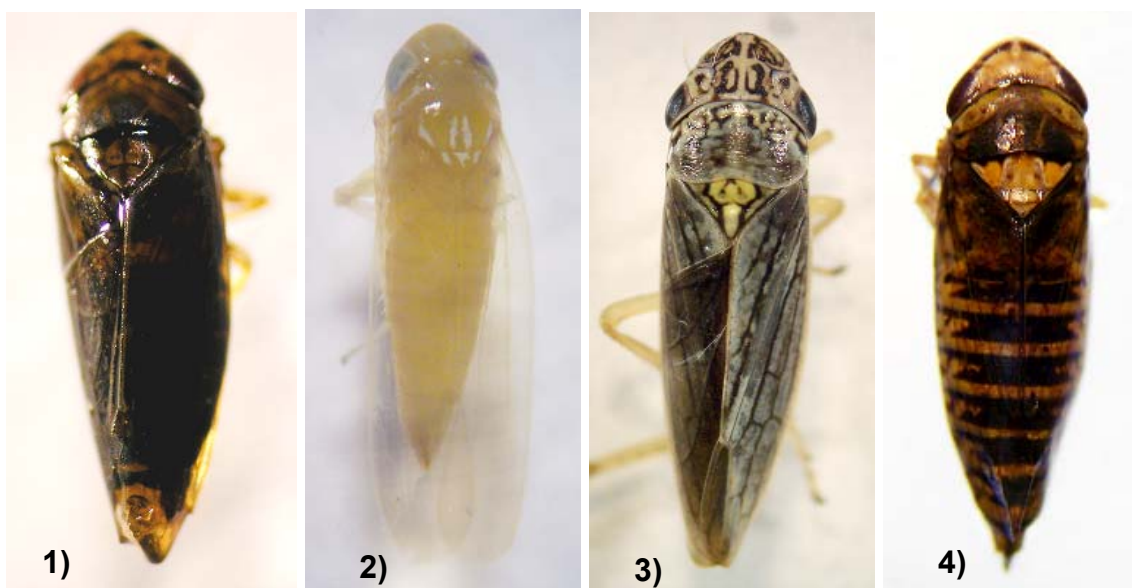
- Memorias del XXVIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Querétaro, Querétaro, México. Resumen F-18.
- Lorus, M and M. Margery. 1980. Field guide to North American insects and spiders. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, New York. p.499.
- Martínez, S. J. P., 1999, La punta morada de la papa IX Congreso Nacional de Productores de papa, Memorias, León Guanajuato, México.
- Martínez, J. S. 2000. Curso Biotecnología. Técnicas de extracción de DNA y PCR. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- 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. Vol. 24. No. 7. pp. 263-266.
- Metcalf, C. L y W. P. Flint. 1984. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y control. 4ª Edic. Edit. Continental , México. 1208p.
- 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 especies in potato. Universite it Gent, 2002. Vol. 67, No. 3. pp. 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.

ANEXO

A1. Especies de cicadélidos positivos a fitoplasma colectados en maleza aledaña a cultivo comercial de papa en huachichil, Arteaga, Coahuila.



1) *M. fascifrons*, 2) *E. fabae*, 3) *O. nigricans*, 4) Especie 48.

CONCLUSIONES GENERALES

Solo el 7.5 por ciento de las 53 especies de cicadélidos colectados en maleza aledaña a cultivo de papa comercial resultaron positivas a fitoplasma, concretamente, *Macrosteles fascifrons*, *Empoasca fabae*, *Oncometopia nigricans* y una especie no identificada. Esta información refleja que la diversidad de especies de cicadélidos es importante y que las especies señaladas tienen potencialidad para ser vectores de fitoplasma asociado a la punta morada de la papa. Las poblaciones más altas de cicadélidos, considerando las 53 especies colectadas, se presentaron de noviembre a febrero, en rangos de temperatura que oscilan entre 25 y -6 °C, siendo los meses más fríos del año, hecho que implica que estos insectos son tolerantes a temperaturas bajas.

Las únicas especies de Psyllidae detectadas fueron *Bactericera cockerelli*, *Carsidara* sp. y *Heteropsylla texana*, resultando positivas a fitoplasma asociado a la punta morada de la papa, las dos primeras. Únicamente *B. cockerelli* estuvo presente en el cultivo de la papa. Lo anterior refleja poca diversidad de especies de estos insectos, con alta tolerancia a temperaturas bajas, sobre todo *Carsidara* sp. que se presentó de enero a marzo.

B. cockerelli fue el único psílido que estuvo presente todo el año en las arvenses alledañas a cultivo comercial de papa, principalmente sobre *Flourensia cernua*, *Stipa eminens* y *Triticum eastivum*, es decir esta especie tolera las condiciones ambientales que se presenta en el área, siendo más abundante en junio y julio, cuando se registran las precipitaciones pluviales más altas.

La población de adultos de *B. cockerelli* en papa, se mantuvo a muy bajas densidades los primeros 45-48 días de desarrollo del cultivo, que fue sometido a aplicaciones constantes de insecticidas; posteriormente la población creció progresivamente a altas densidades, independientemente de las aplicaciones de insecticidas, hasta el desvare. Este patrón de fluctuación poblacional del insecto en papa se presenta independientemente de la época de siembre, lo que indica que el insecto se ha vuelto muy tolerante a los insecticidas.

Se registraron 32 especies de maleza alledaña a cultivo de papa, que no necesariamente agota la presencia de otras, denotando la existencia de diversidad de arvenses en el área productora de papa y de las cuales solo *Flourensia cernua*, *Parthenium incanum*, *Prunus cercocarpifolia* y *Reseda luteola*, resultaron positivas a fitoplasma, es decir, solo un bajo porcentaje de arvenses podrían considerarse como posibles reservorios de estos organismos.

LITERATURA CITADA

- Almeyda, L. I., C. O. Rubio., Q. T. Zavala. 1999. Determinación de la implicación de fitoplasmas con la expresión sintomatológica de punta morada en papa (*Solanum tuberosum*). IV Simposio de Ciencia y Tecnología. Desarrollo Agropecuario. SEP-CONACYT. Monterrey, Nuevo León. p. 45.
- Almeyda, L. I., P. M. Rocha., R. J. Piña y S. J. Martínez. 2001. The use of polimerase Chain reaction and molecular hybridization for detection of phytoplasmas in different plant species in Mexico. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 19(1): 1-9.
- Almeyda, L. I., J. A. Sánchez y J. A. Garzón. 2004. Detección molecular de fitoplasmas en papa. En memorias del Simposio punta morada de la papa. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila. pp. 4-5.
- Appleton, E. S., C. Gillard and A. W. Schaafsma. 2003. Biology and management of the potato leafhopper, *Empoasca fabae* (Harris) (Homoptera: Cicadellidae) on field crops in Ontario. *Journal of the entomological society of Ontario*. Vol. 134, pp. 3-17.
- Ardi, B. 1996. Principales enfermedades, nematodos e insectos de la papa. Centro internacional de la papa. Asociación editorial Stella. Lima, Perú. pp. 26-36.
- Arslan, A., P.M. Bessey., K. Matsuda y N. F. Oebker. 1985. Physiological effects of psyllid (*Paratrioza cockerelli*) on potato. *American Potato Journal*. 62(1): 9-22.
- Asscherman, E., J. A. Bokx., H. Brinkman., C. B. Bus., P. H. Hostma., C. P. Meijers., A. Mulder., K. Scholte., L. J. Turkensteen., R. Wustman., and D. E. Van der Zaag. 1996. *Potato Diseases*. NIVAA (Netherlands Potato Consultive Institute). Deen Haag, Holand. p. 52.

- Avilés, G. M., J. A. Garzón., A. Marín y P. H. Caro. 2003. El psílido del tomate *paratrioza cockerelli* (sulc): biología, ecología y su control. En Taller de *paratrioza cockerelli*. Ixtapa, Zihuatanejo, Guerrero. pp. 22-23.
- Beanland, I., C. W. Hoy., S. A. Miller and L. R. Nault. 1999. Leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) transmission of aster yellows phytoplasma: Does Matter?. Entomological Society of America. 28(6): 1101-1106.
- Bennet, K. Van W., Burkness, E. C. & Hutchison, W. D. 2002. University of Minesota Department Entomology. Potato Leafhopper. <http://www.Vegedge.umn.edu/vegpest/plh.htm>.
- Cadena, H. M y A. J. Galindo. 1985. Reducción de la incidencia de la "Punta morada de la papa" por medio de fechas de siembra, genotipo de la planta y aplicaciones de insecticidas. Revista Mexicana de Fitopatología. 3:100-104.
- Cadena, H. M. A. 1993. La punta morada de la papa en México: I. Incidencia y Búsqueda de Resistencia. Agrociencia 4(2): 247-256.
- Cadena, H. M. 1996. La punta morada de la papa en México: Efecto de cubiertas flotantes, genotipos y productos químicos. Revista Mexicana de Fitopatología. 14 (1): 20-24.
- Cook, K. A., S. T. Ratcliffe., M. E. Gray and K. L. Steffey. 2004. Potato Leafhopper (*Empoasca fabae* Harris). Integrated pest management. Department of crop sciences. University of Illinois.
- Cranshaw, W. S. 1989. The potato/tomato psyllid as a vegetable insect pest. Proc., 18th Ann. Crop Prot. Inst., Colo. St. Univ. pp 69-76.
- Crawford, D. L. 1914. *Paratrioza cockerelli* Sulc. The jumping plant-lice or psyllidae of the new Word. Bulletin 85. United States National Museum. p.p. 70-73.
- Daniels, L.B. 1934. The tomato psyllid and the control of psyllid yellows of the potatoes. Colorado Agricultural College. Bulletin 410. June.
- De la Fuente, V. J. 1955. Estudios preliminares de la biología y daños de la *Empoasca* (Harris). Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, Nuevo León. pp. 3-23.
- Delahaut, K. A. 2000. Potato Production in Wisconsin. <http://ipcm.wisc.edu/piap/potato.htm>.
- DeLong, D. M. 1931. A successful method for sampling populations of quick-moving insects. J. Econ. Entomol. 24:1108-1109.

- DeLong, D. M. 1938. Biological studies on the Leafhoppers *Empoasca fabae* as a bean pest. U.S. Dep. Agr. Tech. Bull. 618.
- DeLong, D. M. 1971. The bionomics of leafhoppers. Annual Review of entomology. Vol. 16. Palo Alto, California. U.S.A. pp. 179-183.
- 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.
- Faloon, F. and K. B. Mullis. 1987. Specific synthesis of DNA in vitro via polymerase chain reaction. Methods in enzymol. 155: 335-350.
- Flores, O. A., I. A. Alemán y M. I. Notario. 2004. Alternativas para el manejo de la punta morada de la papa. En memorias del Simposio punta morada de la papa. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila. pp. 40-44.
- Garza, U. E. y A. Rivas M. 2003. Manejo integrado de las plagas del chile y jitomate en la zona media de San Luis Potosí. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Ebano. Folleto para productores Núm. 5. San Luis Potosí, México. 47 p.
- Garzón, T. J. A. 2003a. Asociación de *Paratrioza cockerelli* Sulc con enfermedades en papa (*Solanum tuberosum* y tomate (*Lycopersicon lycopersicum* Mil. Ex Fawnl) en México. En Taller de *paratrioza cockerelli*. Ixtapa, Zihuatanejo, Guerrero. pp. 79-82.
- Garzón, T. J. A. 2003b. El "pulgón saltador" o la *paratrioza*, una amenaza para la horticultura de Sinaloa. En Taller de *paratrioza cockerelli*. Ixtapa, Zihuatanejo, Guerrero. pp. 10-11.
- Garzón, T. J. A., M. R. Bujanos., F. S. Velarde., J. A. Marín., V. Parga., G. M. C. Aviles., L. H. Almeyda., A. Sánchez., C. J. L. Martínez y C. J. A. Garzón. 2004. *Bactericera (Paratrioza) cockerelli* Sulc, vector de fitoplasmas en México. En memorias del Simposio punta morada de la papa. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila. pp. 64-79.
- Garzón, T. J. A., C. J. A. Garzón., F. S. Velarde., J. A. Marín y O. G. Cárdenas. 2005. Ensayos de transmisión del fitoplasma asociado al "permanente del tomate" por el psílido *Bactericera cockerelli* Sulc. En México. En Entomología mexicana. Vol. 4. Tapachula, Chiapas, México. pp. 672-675.
- Hartman, G. 1937. A study of psyllids yellows. Wyoming Agricultural Experiment Station. Bulletin 220. May.

- Heu, R. A., B. R. Kumashiro., R. T. Hamasaki and S. K. Fukuda. 2003. Watercress Leafhopper *Macrosteles* sp. Nr. *Severini* Hamilton (Homoptera: Cicadellidae). Plant pest control branch. Division of plant industry, Hawaii Departement of agriculture. Honolulu. Hawaii. <http://www.hawaiiag.org./ndoa/npa/npa02-01-wcleafhopper.pdf>.
- Hutchinson, B. 2002. Potato or Aster Leafhopper. Minnesota Vegetable IPM Newsletter. 4: 1
- Ibáñez, J. T., L. J. Méndez., T. J. Garzón y B. R. Rivera. 1993. Las técnicas de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y la hibridación molecular: su fundamento y aplicación a la detección de patógenos de plantas En XX Congreso Nacional de Fitopatología. Memorias, Sociedad Mexicana de Fitopatología. Zac. Zac. 136p.
- Kaloostian, G. H. 1980. Psyllids. In: Vectors of plant phatogens. Harris, K. F. and K. Maramorosh Ed. New York, Academic Press. pp. 87-91.
- Lee, I. M., K. D. Bother., J. E. Munyaneza., G. A. Secor and N. C. Gudmestad. 2004. Clover proliferation group (16SrVI) subgroup A (16SrVI-A) phytoplasma is a probable causal agent of potato top disease in Washington and Oregon. Plant disease. 88(4): 429.
- Lehr, P. A. 1988. Keys to the insects of the far east of the USSR. In six Volumes. Vol. II. Homoptera and Heteroptera. Leningrad, Nauka Publishing House. pp. 32-186.
- Leyva, L N. E. y S. J. P. Martínez. 2001. Interacción, caracterización y aspectos ecológicos de fitoplasmas asociados a enfermedades de la papa. Memorias. XXVIII Congreso Nacional de Fitopatología. Querétaro, Querétaro, México. Resumen F-85.
- Lorus, M and M. Margery. 1980. Field guide to North American insects and spiders. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, New York. p.499.
- Maramorosch, K. 1998. Current status of potato purple top wilt. International Journal of Tropical Plant Diseases 16:61-72.
- Marín, J. A. 2003. Características morfológicas y aspectos biológicos del Psílido del tomate *Bactericera cockerelli* (Sulc) (= *Paratrioza cockerelli*). En taller de *Paratrioza cockerelli*. Bayer Crop Science. Ixtapa, Zihuatanejo, Gro. pp 47-55.
- Marín, J. A. 2004. Biología, ecología e identificación de insectos vectores en cultivo de papa. En memorias del Simposio punta morada de la papa. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila. pp. 93-94.

- Martínez, S. J. P., 1999, La punta morada de la papa IX Congreso Nacional de Productores de papa, Memorias, León Guanajuato, México.
- Metcalf, C. L and W. P. Flint. 1979. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. Ed. Continental. México, D. F. 10ª impresión. pp. 1204-1209.
- Metcalf, C. L y W. P. Flint. 1984. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y control. 4ª Edic. Edit. Continental , México. 1208p.
- Oman, P. W., W. J. Knight, and M. W. Nielson. 1990. Leafhoppers (Cicadellidae): A bibliography, generic checklist and index to the world literature 1956 – 1985. C.A.B. international, Wallingford, UK. 368 pp.
- Pavlista, A. D. 2002. Leafhoppers. U. Nebraska Panhandle Research and Extension Center. Nebraska Potato Eyes. 14: 4
- Porter, C. H and F. H. Collins. 1991. Species-diagnostic difference in a ribosomal DNA internal transcribed spacer from the sibling species *Anopheles freeborni* and *Anopheles hermsi* (Diptera: Culicidae). Am. J. Trop. Med. Hyg. 45: 271-279.
- Poos, E. W and N. H. Wheeler. 1943. Studies on host plants of the Leafhopper of the genus *Empoasca*. U. S., Dep. Agr. Tech. Bull. 850p.
- Richards, B. L. 1928. A new and destructive disease of the potato in Utah and it's relation to the potato psylla. Phytopathology 18:140-141.
- Richards, B. L and H. L. Blood. 1933. Psyllid yellows of the potato. Jour. Agr. Research. 46:189-216.
- Ruiz, N. R. 1994. Efecto del color de acolchado y cintas reflejantes sobre insectos vectores de virus y el desarrollo fenológico del chile serrano *Capsicum annum* L. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 8p.
- SAGARPA, 2002. Avances de siembras y cosechas. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera (siap), con información de las delegaciones de la sagarpa en los estados. (siacap). www.siap.sagarpa.gob.mx.
- Sinha, R. C. 1983. The aster yellows controversy: Current status. Yale Journ. Biol. Med. 56 (5-6): 737-743.
- Triplehorn, C. A and N. F. Johnson. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the study of insects. 7th edition. Thomson books/cole. United States of America. pp. 310.

Zhu, Y. C. and M. H. Greenstone. 1999. Polymerase chain reaction techniques for distinguishing three species and two strains of aphelinus (Hymenoptera: Aphelinidae) from *Diuraphis noxia* and *Schizaphis graminum* (Homoptera: Aphididae). *Annals of the Entomological Society of America*. 92(1): 71-79.

APÉNDICE A

INDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE A

Cuadro A 1.- Regresión múltiple de adultos de *B. cockerelli*, colectados en maleza alledaña a papa comercial en Huachichil, Arteaga, Coahuila.-----80 Cuadro A1.

Cuadro A 2.- Correlaciones múltiples de adultos de *B. cockerelli*, colectados en maleza alledaña a papa comercial en Huachichil, Arteaga, Coahuila.----- 80 Cuadro A2.

Cuadro A 3.- Regresión múltiple de adultos de *H. texana*, colectados en maleza alledaña a papa comercial en Huachichil, Arteaga, Coahuila.-----81 Cuadro A 3.

Cuadro A 4.- Correlaciones múltiples de adultos de *H. texana*, colectados en maleza alledaña a papa comercial en Huachichil, Arteaga, Coahuila.-----81 Cuadro A 4.

Cuadro A 5.- Regresión múltiple de adultos de la especie 3, colectada en maleza alledaña a papa comercial en Huachichil, Arteaga, Coahuila.-----82 Cuadro A 5.

Cuadro A 6.- Correlaciones múltiples de adultos de la especie 3, colectada en maleza alledaña a papa comercial en Huachichil, Arteaga, Coahuila.-----82 Cuadro A 6.

Cuadro A 7.- Regresión múltiple de adultos de *Empoasca fabae*, colectados en maleza alledaña a papa comercial en Huachichil, Arteaga, Coahuila.-----83 Cuadro A 7.

Cuadro A 8.- Correlaciones múltiples de adultos de *Empoasca fabae*, colectados en maleza alledaña a papa comercial en Huachichil, Arteaga, Coahuila.-----83 Cuadro A 8.

Cuadro A 9.- Regresión múltiple de adultos de la especie 42, colectados en maleza alledaña a papa comercial en Huachichil, Arteaga, Coahuila.-----84 Cuadro A 9.

Cuadro A 10.- Correlaciones múltiples de adultos de especie 42, colectados en maleza alledaña a papa comercial en Huachichil, Arteaga, Coahuila.-----84 Cuadro A 10.

PSYLLIDAE

Cuadro A 1.- Regresión múltiple de adultos de *B. cockerelli*, colectados en maleza aledaña a papa comercial en Huachichil, Arteaga, Coahuila.

Resumen de la Regresión para la Variable Dependiente: <i>Bactericera</i>				
R = 0.41630739 R ² = 0.17331184 R ² ajustada = 0.09641062				
F(4, 43) = 2.2537 p < 0.07895 Error Estándar del estimador: 39.972				
N = 48	B	Error Estándar de B	t (43)	p-level
Intercepto	6.505995	46.01759	0.141381	0.888230
T° ambiente	1.154599	5.36848	0.215070	0.830730
T° máxima	- 0.452676	2.95694	- 0.153089	0.879044
T° mínima	0.105993	3.90331	0.027155	0.978462
Lluvia	3.017504	1.29712	2.326309	0.024783*

* Regresión significativa

Cuadro A 2.- Correlaciones múltiples de adultos de *B. cockerelli*, colectados en maleza aledaña a papa comercial en Huachichil, Arteaga, Coahuila.

Variable	T° ambiente	T° máxima	T° mínima	Lluvia
<i>B. cockerelli</i>	0.245115	0.158314	0.249690	0.411970

Cuadro A 3.- Regresión múltiple de adultos de *H. texana*, colectados en maleza aledaña a papa comercial en Huachichil, Arteaga, Coahuila.

Resumen de la Regresión para la Variable Dependiente: <i>H. texana</i>				
R = 0.47542157 R ² = 0.22602567 R ² ajustada = 0.15402806				
F(4.43) = 3.1393 p < 0.02374 Error Estándar del estimador: 11.149				
N = 48	B	Error Estándar de B	t (43)	p-level
Intercepto	- 9.92427	12.83527	- 0.77320	0.443632
T° ambiente	4.55532	1.49738	3.04219	0.003993**
T° máxima	- 0.43107	0.82475	- 0.52267	0.603887
T° mínima	- 3.36952	1.08872	- 3.09495	0.003456**
Lluvia	- 0.36179	0.36179	- 0.74322	0.461391

** Regresiones altamente significativas

Cuadro A 4.- Correlaciones múltiples de adultos de *H. texana*, colectados en maleza aledaña a papa comercial en Huachichil, Arteaga, Coahuila.

Variable	T° ambiente	T° máxima	T° mínima	Lluvia
<i>H. texana</i>	0.161366	0.139560	- 0.038336	- 0.068357

CICADELLIDAE

Cuadro A 5.- Regresión múltiple de adultos de la especie 3, colectada en maleza aleña a papa comercial en Huachichil, Arteaga, Coahuila.

Resumen de la Regresión para la Variable Dependiente: sp 3				
R = 0.53333455 R ² = 0.28444575 R ² ajustada = 0.21788256				
F(4, 43) = 4.2733 p < 0.00533 Error Estándar del estimador: 9.3543				
N = 48	B	Error Estándar de B	t (43)	p-level
Intercepto	22.24996	10.76908	2.06610	0.044877
T° ambiente	1.01473	1.25634	0.80769	0.423714
T° máxima	-0.68746	0.69199	-0.99345	0.326046
T° mínima	-1.82690	0.91346	-1.99999	0.051844*
Lluvia	-0.05551	0.30355	-0.18287	0.855758

* Regresión significativa

Cuadro A 6.- Correlaciones múltiples de adultos de la especie 3, colectada en maleza aleña a papa comercial en Huachichil, Arteaga, Coahuila.

Variable	T° ambiente	T° máxima	T° mínima	Lluvia
Sp 3	-0.454174	- 0.424349	- 0.516751	- 0.258761

Cuadro A 7.- Regresión múltiple de adultos de *Empoasca fabae*, colectados en maleza aledaña a papa comercial en Huachichil, Arteaga, Coahuila.

Resumen de la Regresión para la Variable Dependiente: <i>E. fabae</i> (Cicadellidae)				
R = 0.47493001 R ² = 0.22555852 R ² ajustada = 0.15351745				
F(4, 43) = 3.1310 p < 0.02401 Error Estándar del estimador: 2.1774				
N = 48	B	Error Estándar de B	t (43)	p-level
Intercepto	1.492434	2.506760	0.59536	0.554721
T° ambiente	0.864956	0.292443	2.95770	0.005020**
T° máxima	- 0.199124	0.161076	- 1.23621	0.223091
T° mínima	- 0.597205	0.212629	- 2.80867	0.007453**
Lluvia	- 0.114929	0.070659	- 1.62653	0.111145

** Regresiones altamente significativas

Cuadro A 8.- Correlaciones múltiples de adultos de *Empoasca fabae*, colectados en maleza aledaña a papa comercial en Huachichil, Arteaga, Coahuila.

Variable	T° ambiente	T° máxima	T° mínima	Lluvia
<i>E. fabae</i>	0.000690	- 0.040059	- 0.169730	- 0.231125

Cuadro A 9.- Regresión múltiple de adultos de la especie 42, colectados en maleza aledaña a papa comercial en Huachichil, Arteaga, Coahuila.

Resumen de la Regresión para la Variable Dependiente: sp 42				
R = 0.41013141 R ² = 0.16820778 R ² ajustada = 0.09083175				
F(4, 43) = 2.1739 p < 0.08803 Error Estándar del estimador: 2.0594				
N = 48	B	Error Estándar de B	t (43)	p-level
Intercepto	6.484981	2.370891	2.73525	0.009020
T° ambiente	-0.040626	0.276592	-0.14688	0.883912
T° máxima	-0.298652	0.152346	-1.96036	0.056454*
T° mínima	0.340324	0.201104	1.69228	0.097828
Lluvia	0.017475	0.066829	0.26149	0.794964

* Regresión significativa

Cuadro A 10.- Correlaciones múltiples de adultos de especie 42, colectados en maleza aledaña a papa comercial en Huachichil, Arteaga, Coahuila.

Variable	T° ambiente	T° máxima	T° mínima	Lluvia
Sp 42	0.059695	-0.131685	0.177747	0.140698

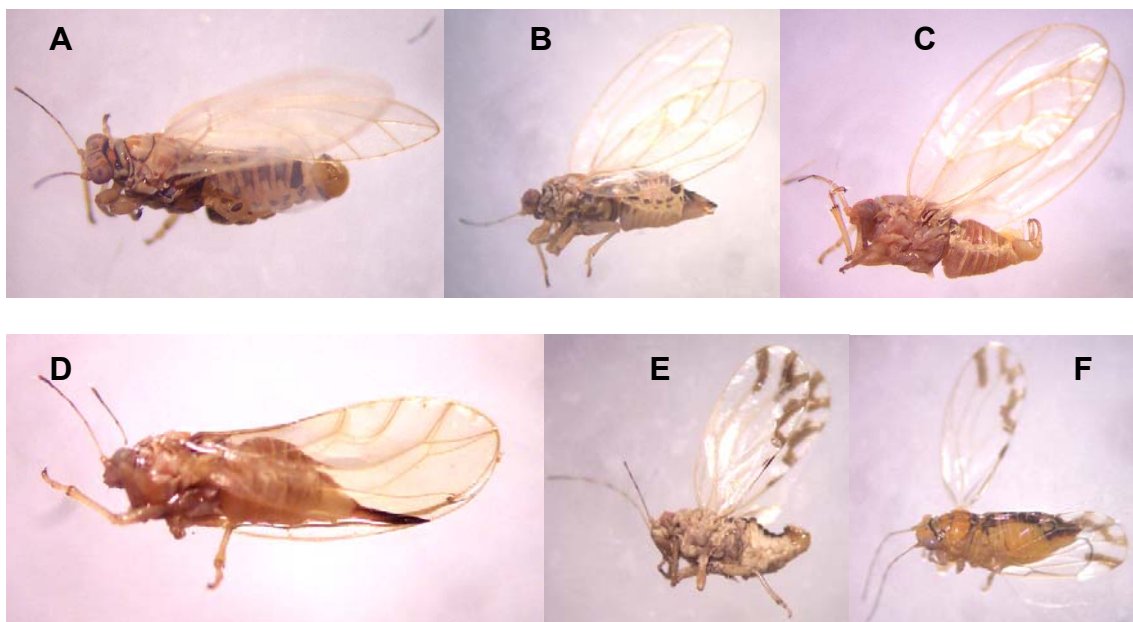
APÉNDICE B

INDICE DE FIGURAS DEL APÉNDICE B

Figuras B 1.- Especies de psílidos colectados en 2004, en Huachichil, Arteaga, Coahuila.-----87 Figuras B 1.

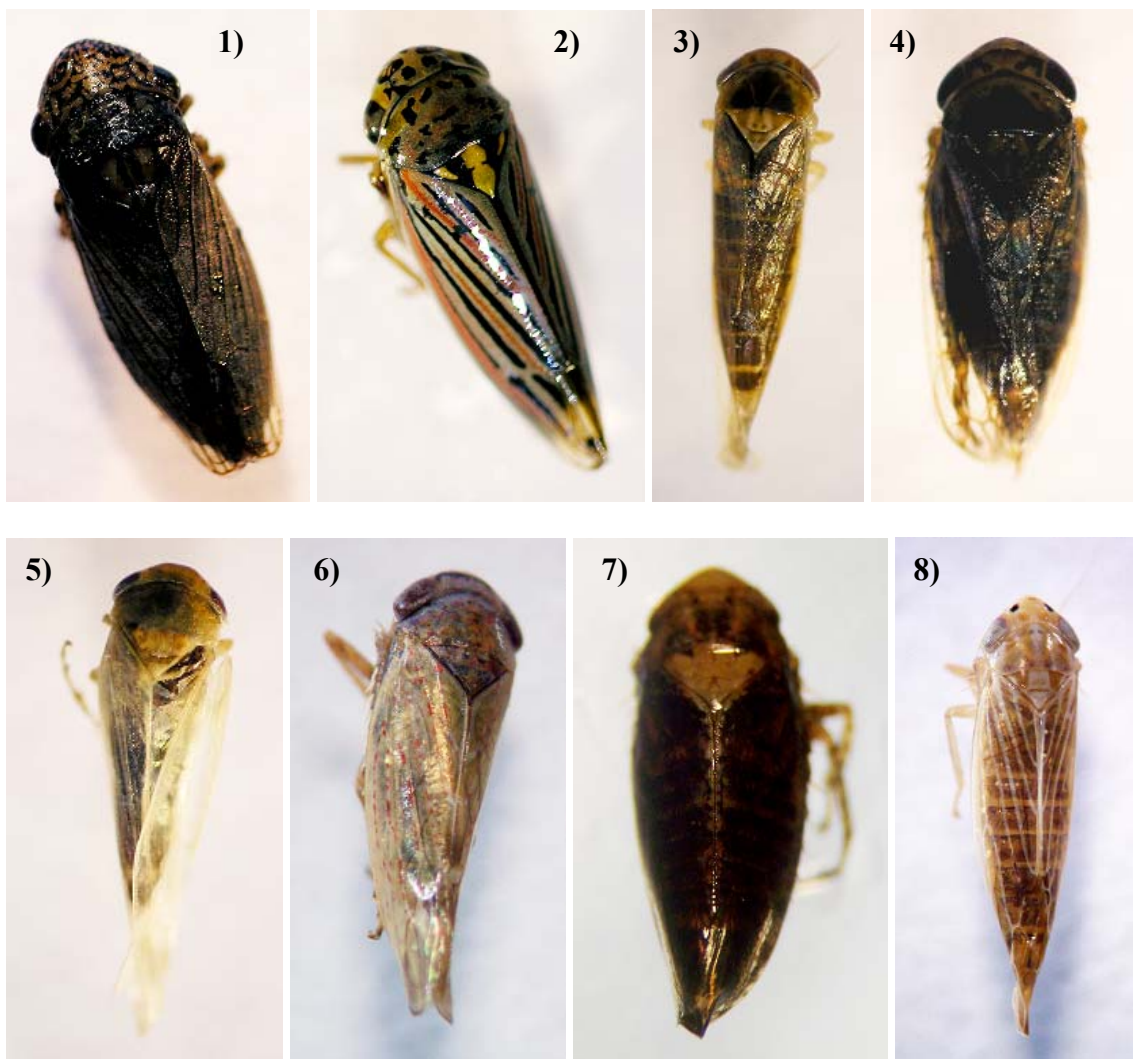
Figuras B 2.- Especies de cicadélidos colectados en 2004, en Huachichil, Arteaga, Coahuila.-----88 Figuras B 2.

Figuras B 1.- Especies de psílidos colectados en 2004, en Huachichil, Arteaga, Coahuila.



***A) B. cockerelli* (Macho), B) *B. cockerelli* (Hembra), C) *Carsidara* sp. (Macho), D) *Carsidara* sp. (Hembra), E) *H. texana* (Macho), y F) *H. texana* (Hembra).**

Figuras B 2.- Especies de cicadélidos colectados en 2004, en Huachichil, Arteaga, Coahuila.



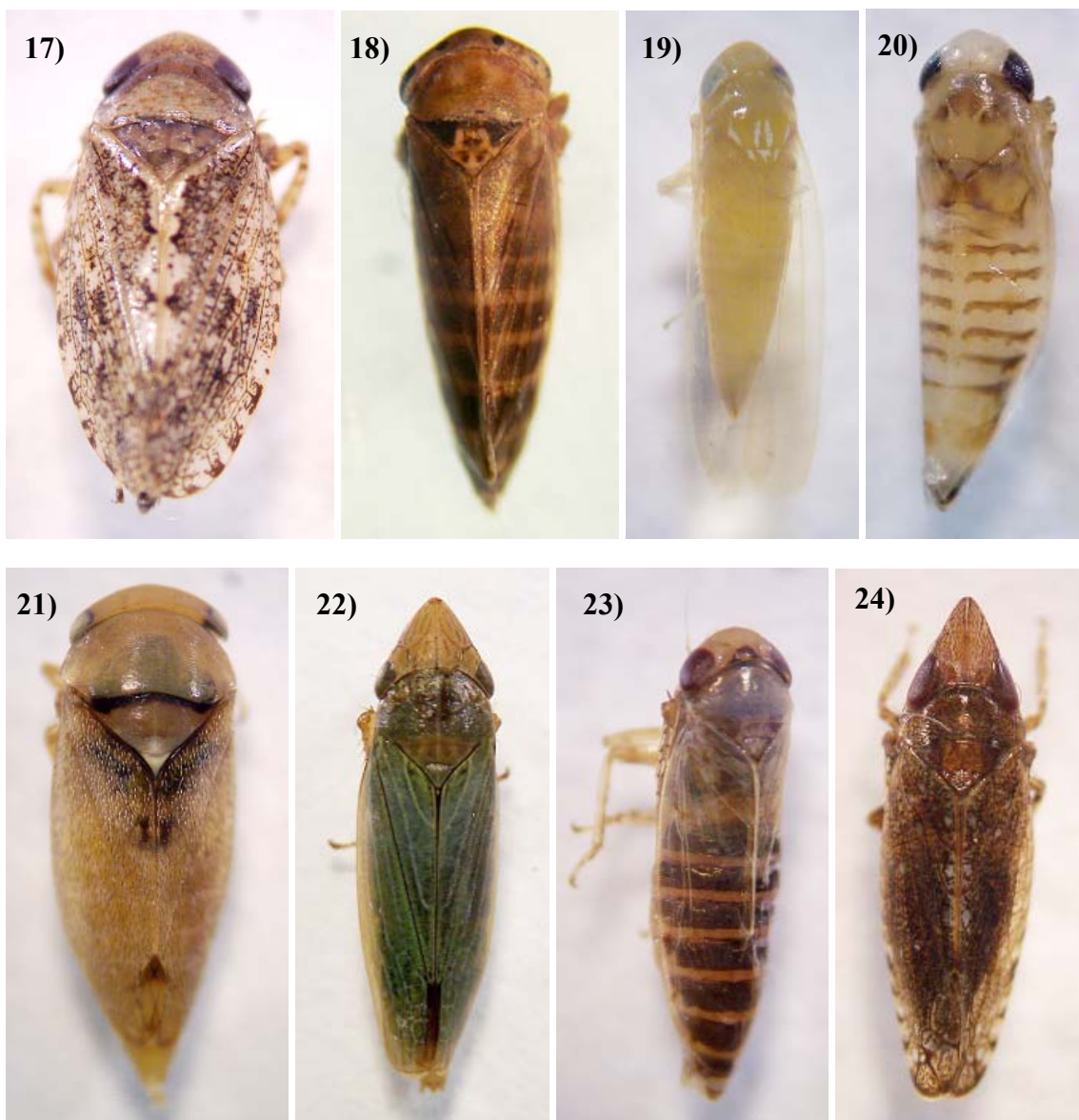
1) Especie 1, 2) Especie 2, 3) Especie 3, 4) Especie 4, 5) Especie 5, 6) Especie 6, 7) Especie 7, 8) *Macrosteles* Sp.

Continuación; Figuras B 2.- Especies de cicadélidos.

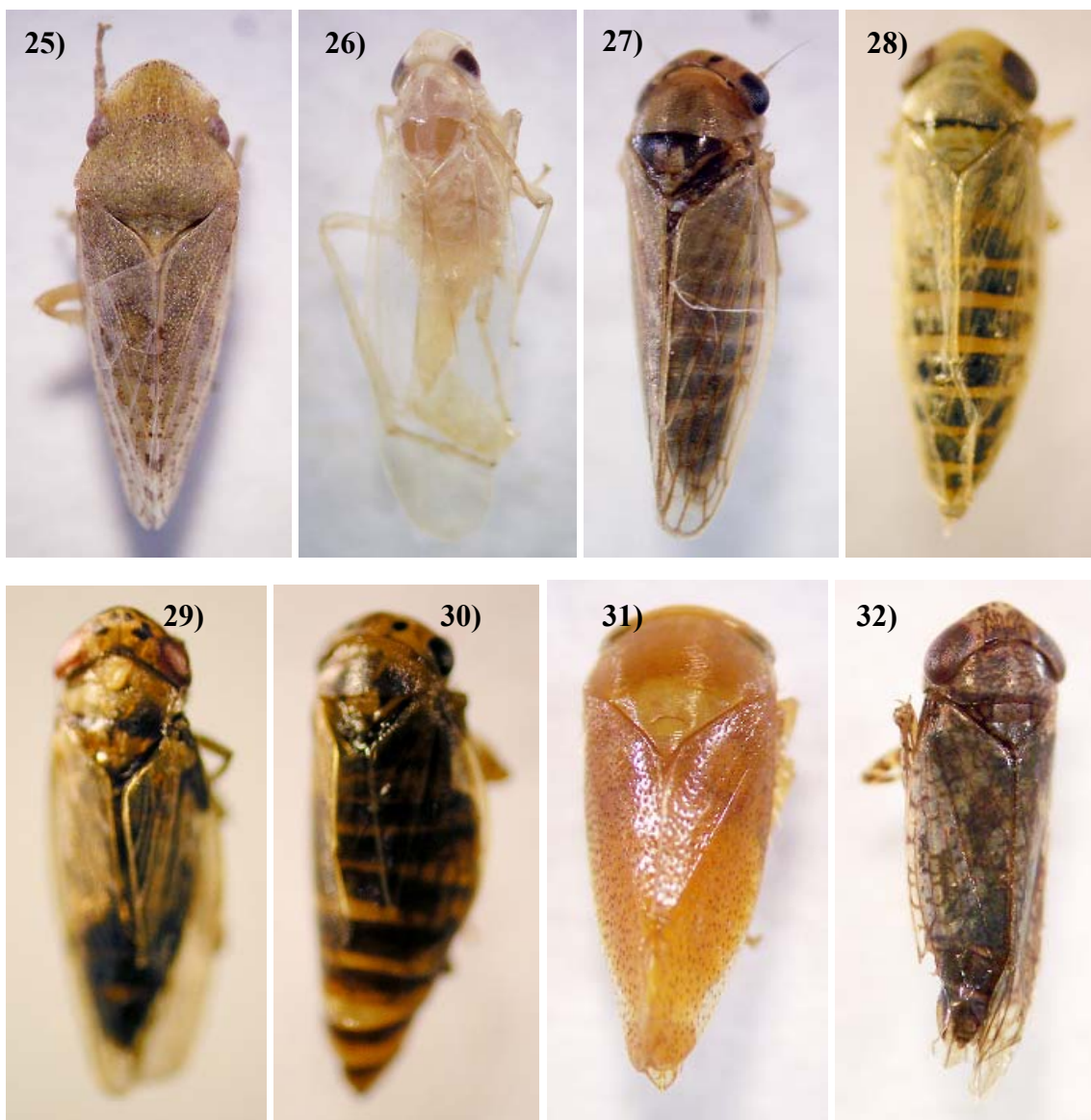


9) Especie 9, **10)** *Macrosteles fascifrons*, **11)** Especie 11, **12)** *Macrosteles quadrimaculatus*, **13)** Especie 13, **14)** Especie 14, **15)** Especie 15, **16)** Especie 16.

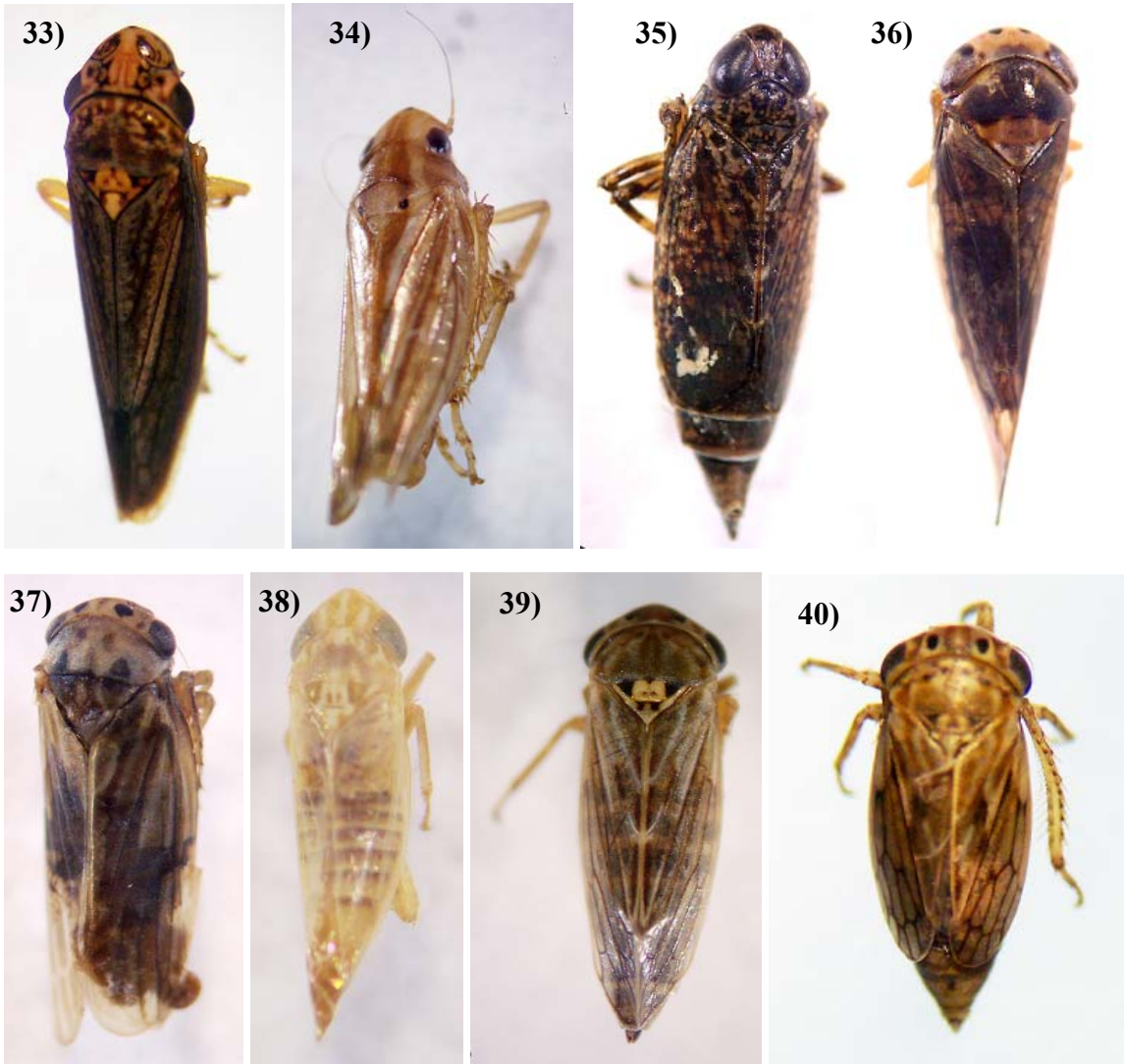
Continuación; Figuras B 2.- Especies de cicadélidos.



17) Especie 17, **18)** Especie 18, **19)** *Empoasca fabae*, **20)** Especie 20, **21)** Especie 21, **22)** *Draeculacephala angulifera*, **23)** Especie 23, **24)** *Aceratagallia* Sp.

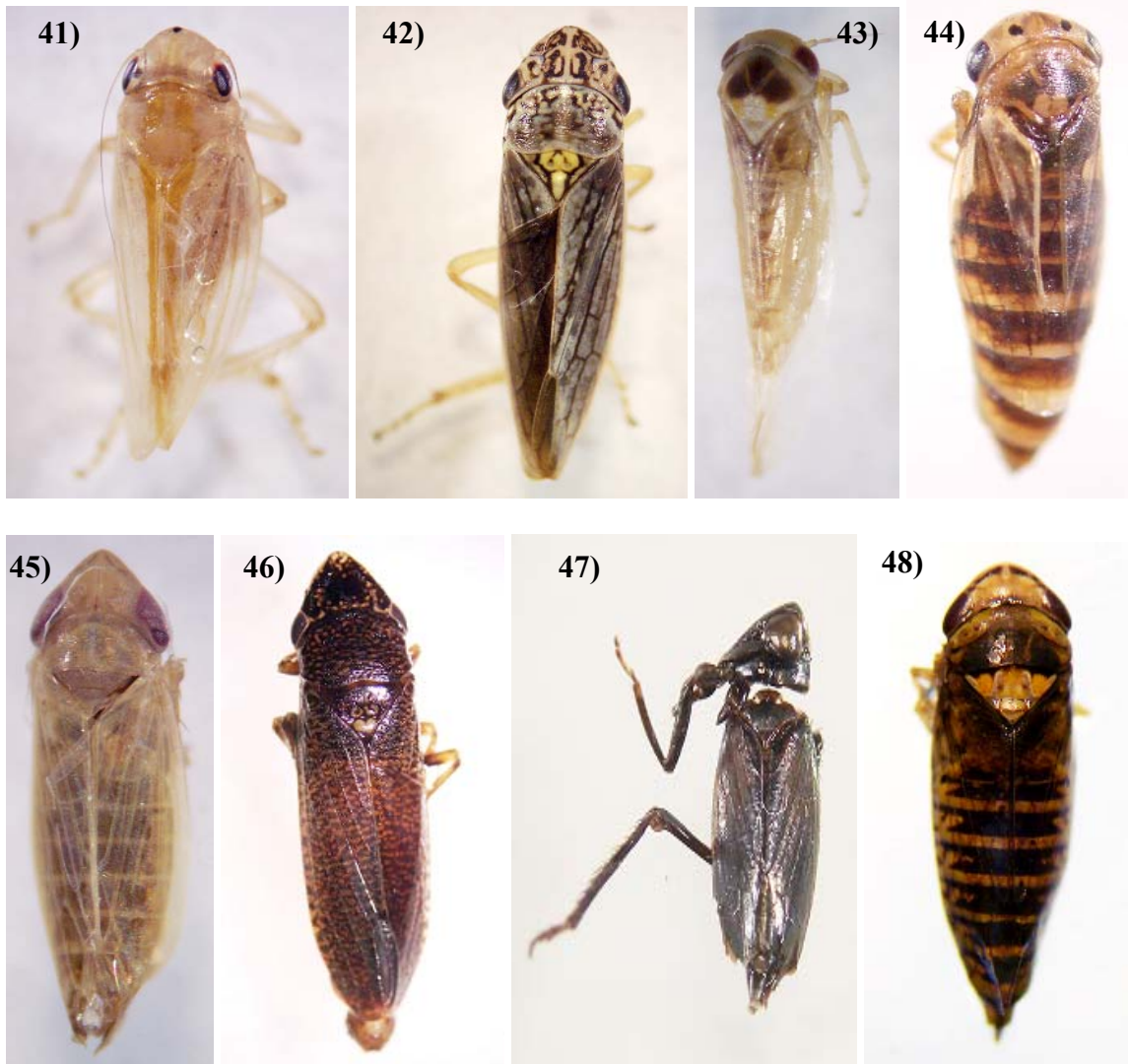
Continuación; Figuras B 2.- Especies de cicadélidos.

25) Especie 25, **26)** Especie 26, **27)** *Agalliopsis novella*, **28)** Especie 28, **29)** Especie 29, **30)** Especie 30, **31)** Especie 31, **32)** Especie 32.

Continuación; Figuras B 2.- Especies de cicadélidos.

33) Especie 33, 34) Especie 34, 35) Especie 35, 36) Especie 36, 37) Especie 37, 38) Especie 38, 39) Especie 39, 40) Especie 40.

Continuación; Figuras B 2.- Especies de cicadélidos.



41) Especie 41, 42) *Oncometopia nigricans*, 43) Especie 43, 44) Especie 44, 45) Especie 45, 46) Especie 46, 47) Especie 47, 48) Especie 48.

Continuación; Figuras B 2.- Especies de cicadélidos.



49) Especie 49, 50) Especie 50, 51) Especie 51, 52) Especie 52, 53) Especie 53.

