

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



**Fluctuación poblacional de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en Huachichil, Arteaga,
Coahuila.**

Por:

SANDRA BELEM BARRAZA CHAVIRA

TESIS

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

MARZO 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Fluctuación poblacional de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en Huachichil, Arteaga,
Coahuila.

Presentada por:

Sandra Belem Barraza Chavira

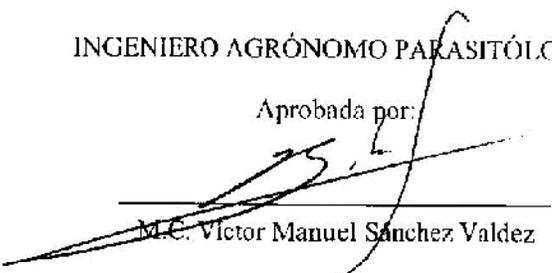
TESIS

Presentada como requisito parcial para

Obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada por:


M.C. Victor Manuel Sanchez Valdez

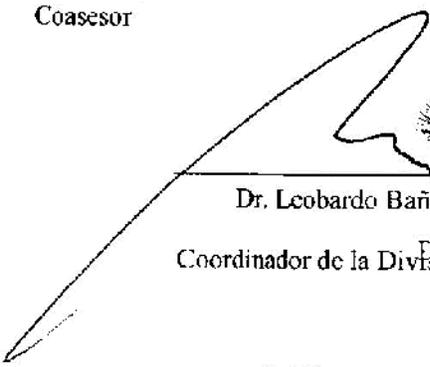
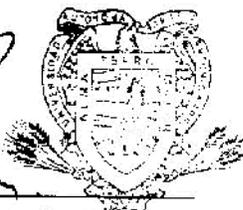
Asesor Principal


Dr. Jorge Luis Quezada Martínez

Coasesor


Dr. Mariano Flores Dávila

Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinación
División de Agronomía
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Marzo, 2012

AGRADECIMIENTOS

*Antes que nada mi mayor agradecimiento a **Dios** por haber puesto en mi camino a todos esos angelitos que han ayudado y compartido las diferentes etapas de mi vida.*

*Al pueblo de México que gracias a sus impuestos existen universidades como lo es mi Alma Mater la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** la cual me ha formado profesionalmente y representaré siempre con orgullo.*

*Al M.C. **Víctor Manuel Sánchez Valdez** por creer en mí, permitirme ser parte de esta investigación, por todo el tiempo que ha dedicado al presente proyecto, a la revisión y corrección del mismo, así como todas las facilidades que dio para su realización, por compartirme un poco de el conocimiento que posee, por la confianza y sobre todo por la amistad que me ha brindado a lo largo de la carrera.*

*Al Dr. **Jorge Quezada** por su participación en la revisión del manuscrito y valiosas sugerencias en modificaciones del presente trabajo, pero sobre todo por ser también un gran amigo y por el apoyo que me ha brindado desde que nos conocimos.*

*Al M.C. **Jorge Corrales** y al Dr. **Mariano Flores** por el apoyo brindado durante el desarrollo de la presente tesis y sobre todo por aceptar ser parte de este trabajo de investigación.*

*Al todo el personal del Departamento de Parasitología sobre todo al M.C. **Antonio Cárdenas** y al Ing. **Cesar Estrada** por sus sabios consejos y su gran amistad.*

*A la empresa **SERVESA S.A. de C.V.** por permitirme hacer mis prácticas profesionales ahí, así como al Dr. **Gustavo Frías** que me dio la oportunidad de conocer nuevas perspectivas de trabajo.*

*A mis amigas que extraño y quiero desde muy pequeña **Yesi** y **Yudi***

A mis amigos de la UACH:

***Brissa, Valeria, Nallely, Lulú, Karina, Cesar, Arturo, Marcos, Diego, Eugenio, Noel, Chubis, Álvaro, Memo,** gracias por todos los momentos que hemos vivido momentos llenos de sentimientos y pensamientos compartidos, sueños y anhelos, secretos, risas y lágrimas, y sobre todo, amistad. Cada preciado segundo quedará atesorado eternamente en mi corazón.*

A mis compañeros del grupo de Parasitología:

Nasheli** por ser una gran amiga preocuparte por mí, escucharme, ayudarme y mostrarme siempre tu afecto. **Bere** porque gracias a esta tesis nos unimos mas, pasamos tantas anécdotas juntas siempre lo recordaré somos el mejor equipo amiga te quiero. Al **Chango, Hippie, Jimmy, Pardin, Raúl, Tavito, Las divis, Braulio, Robert, Adán, Efrén, Poncho, Limones, Acapulco, Ecmas, Mayo, Babidi, Vero.

A mis íntimos del grupo de danza Macehualiztli:

***Aby, Erika, Mónica, Juanito, Víctor, Thomas,** por tantos momentos llenos de alegría, de diversión, de triunfos, de risas, de lagrimas, de satisfacción, de retos, gracias por no dejarme caer nunca porque tienen el poder de levantarme siempre el ánimo, porque pasamos tanto tiempo juntos que ahora que veo tan cerca una posible separación me llena de tristeza, los quiero mucho y siempre les pertenecerá un pedacito de mi corazón.*

*Al Profe **Juan Manuel** por sus sabios consejos, por compartir con nosotros sus conocimientos, pero sobre todo por ser un gran amigo y por todos esos momentos tan agradables que hemos pasado juntos.*

DEDICATORIAS

A mis padres:

Crisóstomo Barraza Veleta y María de los Ángeles Chavira Díaz

Porque son las únicas personas que están a mi lado siempre, han creído en mí a pesar de mis errores, por esta familia tan extraordinaria que somos, por tantos esfuerzos que han hecho, que han entregado todo lo que tienen por nosotros sus hijos, por esta visión que tengo sobre el estudio no se la debo más que a ustedes con todo el amor de mi alma.

“A veces el hombre más pobre deja a sus hijos la herencia más rica”

A mis hermanos:

Maricruz, Tory y Alejandro: *porque cada uno tiene una parte de mi corazón los amo de diferente manera pero siempre a los tres por igual, siempre querré lo mejor para ustedes y no hay cosa que no haga por ustedes.*

A mis abuelos:

(†) Ezequiel Barraza: *por haber sido el abuelo más consentidor, por esas historias que me contaba y aún recuerdo, por defenderme siempre de los regaños de mis papás, siempre lo recordaré. ***Adelaida Veleta*** mi abuelita hermosa que siempre nos ha dado todo lo que tiene que se preocupa tanto por nosotros sus hijos y nietos.*

Demetrio Chavira y (†) Leonarda Díaz: *por darme la oportunidad de conocerlos aunque siempre los tuve lejos.*

*A mis tíos: ***Margarita, Ezequiel, Rigo, Concha, Nono*** por que han formado una parte muy importante de mi vida desde niña, por todo el cariño de siempre, y el apoyo que nos han dado a toda mi familia siempre los querré y nunca me olvidaré de ustedes.*

*A mis primos: ***Beto, Aidé, Ezequielito, Ana, Yuri, Lauro, Moy, Alondra, Chuyin*** porque son mis segundos hermanos, compartimos una niñez muy linda siempre la atesoré.*

*A mi hermano **Ángel** y a su nueva familia que aunque no crecimos juntos siempre tendrás un lugar en nuestra casa.*

*A mi novio: **Juan Buenrostro** por haberme acompañado durante toda mi estancia en la carrera, porque me has ayudado tanto, eres la persona inteligente y madura en la que me puedo apoyar siempre eres una gran pareja, gracias por amarme, porque yo te amo de la misma manera.*

Este trabajo es de todos ustedes porque ustedes son lo que yo soy, estoy orgullosa de la familia que tengo es lo único que siempre voy a presumir a donde quiera que vaya...

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Cultivo de la papa.....	3
Origen y Distribución.....	3
Importancia Económica.....	3
Plagas de la Papa.....	3
<i>Bactericera Cockerelli</i> (Sulc).....	4
Origen.....	4
Ubicación Taxonómica.....	5
Descripción Morfológica.....	5
Biología y Hábitos.....	8
Ciclo de vida.....	8
Hospederos.....	9
Importancia Económica.....	10
Control.....	11
Técnicas de Monitoreo.....	13
MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
Ubicación del Experimento.....	14
Muestreo de Ninfas y Huevecillos.....	14
Muestreo de Adultos.....	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
CONCLUSIONES.....	23
LITERATURA CITADA.....	24
APÉNDICE.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ciclo Biológico de <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc).....	9
Figura 2. Ubicación del experimento.....	14
Figura 3. Planta de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) donde se indican las partes muestreadas.....	15
Figura 4. Fluctuación poblacional de los diferentes estadios de <i>B. cockerelli</i> a lo largo del ciclo en la parcela norte del pivote establecido en el Huachichil, Arteaga, Coahuila.....	16
Figura 5. Fluctuación poblacional de los diferentes estadios de <i>B. cockerelli</i> a lo largo del ciclo en la parcela poniente del pivote establecido en el Huachichil, Arteaga, Coahuila.....	18
Figura 6. Fluctuación poblacional de los diferentes estadios de <i>B. cockerelli</i> a lo largo del ciclo en la parcela sur del pivote establecido en el Huachichil, Arteaga, Coahuila.....	20
Figura 7. Fluctuación poblacional de los diferentes estadios de <i>B. cockerelli</i> a lo largo del ciclo en la parcela este del pivote establecido en el Huachichil, Arteaga, Coahuila.....	21

RESUMEN

El psílido de la papa, *Bactericera cockerelli* (Sulc) es una de las plagas más importantes que ataca solanáceas de interés comercial, como chile (*Capsicum* spp.), tomate (*Lycopersicon esculentum* L.), tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.) y papa (*Solanum tuberosum* L.) en México; además es un problema muy serio en Estados Unidos, no solo por los daños directos que ocasiona al inyectar toxinas, sino también por la transmisión de fitoplasmas como la punta morada en papa y el permanente del tomate. Sin embargo, existe poca información acerca de su comportamiento. El objetivo del presente trabajo fue determinar la fluctuación poblacional de *Bactericera cockerelli* en sus diferentes estadios. Se realizaron muestreos con trampas amarillas y red entomológica, inspeccionando las partes de la planta de papa *Solanum tuberosum* L. Se estableció la relación entre eventos pico a nivel campo, expresando la duración del ciclo de vida de *Bactericera cockerelli* en unidades calor. Se encontró que a una humedad relativa por debajo del 30 %, la población disminuye.

Palabras clave: *Bactericera cockerelli*, Fluctuación poblacional, Unidades Calor

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) es una planta de la familia de las solanáceas, cultivada casi en todo el mundo por su tubérculo comestible. Es originaria de los Andes, en el área del lago Titicaca cerca de la frontera actual entre Perú y Bolivia. En México empezó a tomar importancia a partir de 1940, actualmente la superficie sembrada es de 55,193 ha con una producción anual aproximada de 1, 462, 729 t y un rendimiento promedio de 27.27 ton/ha (SIAP y SAGARPA 2010).

Dentro de los principales estados productores de papa destaca la región de Coahuila y Nuevo León, obteniendo altos rendimientos, siendo de hasta 50 t/ha (Inés, 2007). Este cultivo cumple sin duda una función importante, tanto como buena fuente de energía como fuente de ingreso para productores y jornales de las diferentes regiones productoras.

Las altas producciones se han visto mermadas en los últimos años por diferentes plagas entre las que destaca por su importancia el psílido de la papa, *Bactericera cockerelli* Sulc., (Cadena y Galindo, 1985; SENASICA, 2004). Este insecto causa dos tipos de daños: directo e indirecto. El directo es ocasionado cuando el insecto se alimenta succionando la savia del floema e inyectando toxinas, daño que es conocido como “amarillamiento por psílido”. El daño indirecto es cuando el insecto funciona como vector de enfermedades como el permanente del tomate (*Lycopersicon sculentum* L.) y la punta morada de la papa (*Solanum tuberosum*) (Marín *et al.*, 2002). La enfermedad de la punta morada de la papa puede destruir el 95 % de la producción (Ramírez *et al.*, 1978), debido a que disminuye la calidad de los tubérculos al provocar manchado interno.

Para determinar el momento de realizar medidas de control, ya sea aplicación de pesticidas, liberación de enemigos naturales u otras es importante conocer los cambios que ocurren en la población así como los factores que las regulan. Esto se puede lograr mediante un estudio de fluctuación poblacional tomando en cuenta la humedad relativa y la temperatura ambiente como factor externo responsable de la velocidad de desarrollo de la biología del insecto. Asimismo, es posible predecir el tiempo de desarrollo de los estadios juveniles, longevidad de los adultos, y producción de huevos en la hembra.

Lamentablemente los productores, por temor a sufrir la pérdida de su cultivo destinan numerosas aplicaciones de insecticidas semanalmente, aplicando aspersiones al detectarse el vuelo de los primeros adultos. Sin embargo, se desconoce un valor de densidad crítica o umbral económico, ya que el insecticida se aplica al registrar cualquier captura, ya sea en trampas amarillas o golpes en red entomológica; o bien, al detectar los primeros huevecillos o ninfas en los folíolos de la papa. Esta situación pone en riesgo la rentabilidad del cultivo, ya que se incrementan considerablemente los costos de control. Durante los años 2003 y 2004 la incidencia de la enfermedad de la punta morada se incrementó considerablemente, llegando al 100 %, ocasionando una reducción en la calidad y cantidad de la cosecha. El presente trabajo nace de la importancia que ha alcanzado este problema en la región de Coahuila y Nuevo León, y con base en la información recopilada, se plantean los siguientes objetivos:

Determinar la fluctuación poblacional de los diferentes estadios del psílido de la papa *Bactericera cockerelli* Sulc. en Huachichil, Arteaga, Coahuila en el año 2011.

Establecer la relación entre eventos pico a nivel de campo expresando la duración del ciclo de vida de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en unidades calor en Huachichil, Arteaga, Coahuila y San Juan del Prado, Galeana, Nuevo León en el año 2011.

REVISIÓN DE LITERATURA

Cultivo de la papa

Origen y distribución.

El género *Solanum* es muy diverso (alrededor de 1000 especies) y ampliamente distribuido en el mundo; sin embargo, hay una fuerte concentración de especies en América del Sur y América Central. No obstante, las solanáceas tuberosas no representan más de 10 % del género *Solanum* (Rousselle *et al.*, 1999).

Existen dos centros de biodiversidad de especies silvestres, uno en la región central de México y otro en la región alta Andina, desde Perú hasta el noroeste Argentino, según el Botánico John Gregory (Hawkes, 1990). El centro de origen de la papa está localizado en la tierra alta de Perú, habiéndose extendido por el sur de Bolivia, Argentina y Chile; por el norte, hacia Ecuador, Colombia, Guatemala y México. De estas regiones fue introducida a Europa por los conquistadores españoles a finales del siglo XVI, de donde se extendió al mundo en pocos siglos (Huaman *et al.*, 1988).

Importancia económica.

La papa es un cultivo muy importante como fuente de alimentación humana ocupando el cuarto lugar entre los principales cultivos alimenticios del mundo. En México, la superficie sembrada es de 55,193 ha con una producción anual aproximada de 1,462,729 t y un rendimiento promedio de 27.278 t/ha (SIAP y SAGARPA 2010).

En la región papera del sur de Coahuila y Nuevo León, se obtienen los rendimientos más altos por unidad de superficie a nivel nacional, llegando a obtener algunos productores hasta 50 ton /ha. Además de generar un buen ingreso económico para los agricultores, proporciona numerosas fuentes de empleo para los campesinos de la región (Inés, 2007).

Plagas de la Papa.

El rendimiento del cultivo se ve seriamente dañado por un gran número de plagas, las cuales atacan al follaje, tallos, estolones y tubérculos. Además a través de estas heridas pueden invadir al cultivo enfermedades causadas por hongos, bacterias y nematodos. Otro

aspecto importante son las plagas que succionan la savia y transmiten enfermedades difíciles de controlar (Calderón, 1978).

El áfido de la papa *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) se sitúa sobre los brotes tiernos, en hojas, pecíolos y guías, donde succiona la savia. Es vector de más de 40 virus no persistentes y 5 persistentes. Infesta generalmente hojas del tercio superior, succionando savia continuamente, debilitando a las plantas. Un daño indirecto es la transmisión del virus del enrollamiento de la hoja de papa (PLRV por sus siglas en inglés) (Bayer, 2008).

El pulgón verde *Myzus persicae* (Sulzer) es el áfido más ampliamente distribuido y el vector más importante de los virus de la papa. Normalmente, se alimenta de las partes inferiores de la planta de papa (Raman, 1985).

La chicharrita de la papa *Empoasca fabae* (Harris) causa daño tanto por las ninfas como por los adultos, alimentándose principalmente en el envés de las hojas chupándole los jugos y se manifiesta por una ligera coloración amarillenta en la punta de las hojas, después, ésta paulatinamente se vuelve oscura, se arruga hacia arriba y finalmente muere. En climas secos estos síntomas se detectan rápidamente (CIP, 1985).

La mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) pertenece a la orden Hemiptera, de la familia Aleyrodidae. Los adultos colonizan las partes jóvenes de la planta, realizando las posturas en el envés de la hoja, de donde emergen las primeras ninfas que son móviles. Los daños directos que ocasionan son amarillamiento y debilitamiento de la planta, al alimentarse de la savia de las hojas los adultos y las ninfas. Los daños indirectos se deben a la formación de fumagina generada por la melaza que producen al alimentarse, manchando y dañando hojas y frutos (Theodoracopoulos, 2008). No obstante la plaga más importante actualmente en el cultivo de la papa es:

***Bactericera cockerelli* (Sulc)**

Origen.

Esta especie también conocida como: pulgón saltador, psílido de la papa, psílido del tomate, o salerillo, fue descubierto en 1909 por Cockerelli en el estado de Colorado, por esta razón se considera que el centro de origen de *B. cockerelli* es el Oeste de los Estados

Unidos de Norteamérica, a excepción de Oregon y Washington (Richards 1927). Como reconocimiento, el Dr. Sulc lo nombró científicamente como *Trioza cockerelli*, y Crawford (1911) asignó más adelante la especie al género *Paratrioza* que él propuso en 1910 (Stoetzel, 1989). Recientemente, el género de esta especie se ha revisado y asignado el nombre de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Burckhardt y Lauterer, 1997; Millar *et al.*, 2000).

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

Ubicación taxonómica.

De acuerdo a Triplehorn y Johnson (2005) la clasificación del psílido de la papa es la siguiente.

Orden: Hemiptera

Suborden: Sternorrhyncha

Superfamilia: Psylloidea

Familia: Psyllidae

Género: *Bactericera*

Especie: *cockerelli*

Descripción Morfológica.

Huevecillos. Son pedunculados de forma oval anaranjado-amarillento, con corion brillante y un pequeño filamento en uno de sus extremos con el que se adhiere a las superficies de las hojas (Marín *et al.*, 2002).

La eclosión ocurre en tres a ocho días (Davidson, 1992). Davis, (1931) menciona que el periodo de incubación fue de siete a ocho días. Sin embargo, Wallis (1951) reportó que éstos incuban en un período de 4 a 15 días dependiendo de la temperatura. Una hembra

deposita 1257 huevecillos durante 24 horas (Knowlton y Janes, 1931). La incubación varía de tres a nueve días, pero la mayor eclosión ocurre en el quinto o sexto día. Lo más destacable es su gran capacidad reproductiva por hembra lo que permite irrupciones exponenciales en el crecimiento de la población.

Estados ninfales. Presenta cinco estadios ninfales de formas ovales, aplanados dorsoventrales, con ojos rojos bien definidos, que se asemejan a escamas (Lorus y Margery, 1980). Las antenas tienen placoides sencillas, 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, 2004).

Primer estadio ninfal. Es aplanado dorsoventralmente, de forma oval, cabeza y cefalotórax redondeado. Presentan una coloración anaranjada o amarilla, 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, 2004). Abdomen bien definido con segmentación poco evidente, setas a la periferia del tegumento y la división del cuerpo no está bien diferenciada (Marín, *et al.*, 2002).

Segundo instar. Aplanado dorsoventralmente, 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, con segmentación no diferenciada, presentan dos setas sensorias. Los ojos son naranja oscuro, tórax verde amarillento con los paquetes alares visibles; la segmentación en las patas es notoria. Presenta abdomen amarillo con un par de espiráculos en cada uno de los primeros segmentos (Marín, 2004).

Tercer instar. La segmentación entre cabeza, tórax y abdomen es notoria. La cabeza es de color amarilla y las antenas presentan las mismas características que el estadio anterior. Los ojos rojizos. El tórax es verde-amarillento y se observan muy bien los paquetes alares en el mesotórax y metatórax. El abdomen es verde amarillento (Marín *et al.*, 2002;) y se presenta la segmentación en las patas (Becerra, 1989).

Cuarto instar. La cabeza y las antenas presentan las mismas características del estadio anterior. El tórax es verde-amarillento, la segmentación de las patas está bien definida y se aprecia en la parte terminal de las tibias posteriores dos espuelas, así como los segmentos tarsales y un par de uñas; éstas características se observan fácilmente en ninfas aclaradas y montadas. Los paquetes alares están bien definidos (Garza y Rivas, 2003). El abdomen es amarillo y los cuatro primeros segmentos abdominales presenta un par de espiráculos (Marín, 2004).

Quinto instar. La segmentación entre la 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 placoides sencillas visibles en ninfas aclaradas y montadas. Los ojos son de color guinda. Los tres pares de patas presentan segmentación bien definida. Los paquetes alares están claramente diferenciados, sobresaliendo del resto del cuerpo. Abdomen semicircular con un par de espiráculos en cada uno de los cuatro primeros segmentos (Marín, 2004).

Adulto. Parecido a una cigarra, de tamaño pequeño; mide de 2 a 6 mm de longitud tiene tarsos de dos segmentos y antenas usualmente de diez segmentos y filiformes (Lorus y Margery, 1980). Cabeza de un décimo de largo del cuerpo, con una mancha café que marca la división con el tórax; los ojos son grandes. El tórax blanco amarillo con manchas café bien definidas. Su color cambia gradualmente de amarillo claro a verde pálido recién emergido, a café o verde de dos o tres días después, hasta alcanzar un color gris o negro a los cinco días de edad (Garza y Rivas, 2003). Las hembras presentan cinco segmentos visibles, mas el segmento genital, este es de forma cónica en vista lateral y en la parte media dorsal se presenta una mancha en forma de “Y”. Los machos presentan seis segmentos visibles mas el genital; al ver este insecto dorsalmente se distingue las valvas genitales con estructuras en forma de pinza que caracteriza a este sexo (Marín, 2004).

Biología y Hábitos

Ciclo de vida.

Este insecto presenta metamorfosis incompleta o paurometabola, es decir, que pasa por los estadios de huevo, ninfa y adulto (Wallis, 1951). Las hembras depositan huevecillos que se sujetan a las hojas por un pedicelo. Las ninfas pasan por cinco estadios que transcurren en el envés de las hojas, para después transformarse en adultos (Bayer, 2008).

El ciclo biológico de *B. cockerelli* varía de acuerdo a las condiciones ambientales por lo que algunos autores difieren en sus reportes: La hembra oviposita más de 500 huevecillos en el envés y borde de las hojas, los cuales requieren de 3 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). Cada hembra deposita entre 1 y 11 huevecillos por día (Becerra, 1989). Carter (1961) establece que el psílido de la papa oviposita 300 huevecillos durante su ciclo vital.

Knowlton y Janes (1931) registraron un período de incubación de 3 a 15 días y la totalidad del desarrollo ninfal de 14 a 17 días. Después de la eclosión, la ninfa pasa por cinco estadios, requiriendo de 1 a 5, 1 a 4, 1 a 5 y de 3 a 9 días, respectivamente, sumando alrededor de 30 días desde la copulación hasta el adulto. List (1939) afirma que el insecto completa su ciclo biológico en aproximadamente 30 días, sin mencionar temperatura ni unidades calor requeridas por el insecto; la proporción sexual obtenida, fue de 1:1.

Montero (1994) determina su edad fisiológica en unidades calor (UC) obteniendo de huevecillos a adulto 139.5 UC calculados con un umbral de temperatura inferior de 15.5°C, requiriendo de 20 a 23 días aproximadamente, dándose la máxima emergencia de adultos a los 21 y 22 días.

Marín *et al.*, (2002) reportaron que el ciclo biológico requiere un promedio de 355.81 UC (huevecillo-adulto) con una temperatura mínima base de 7 °C; el primer instar requiere 71.72 UC, el segundo 53.68 UC, 47.58 UC para el tercero, 54.40 UC para el cuarto, 47.92 UC para el quinto y, finalmente, 80.51 UC para el adulto.

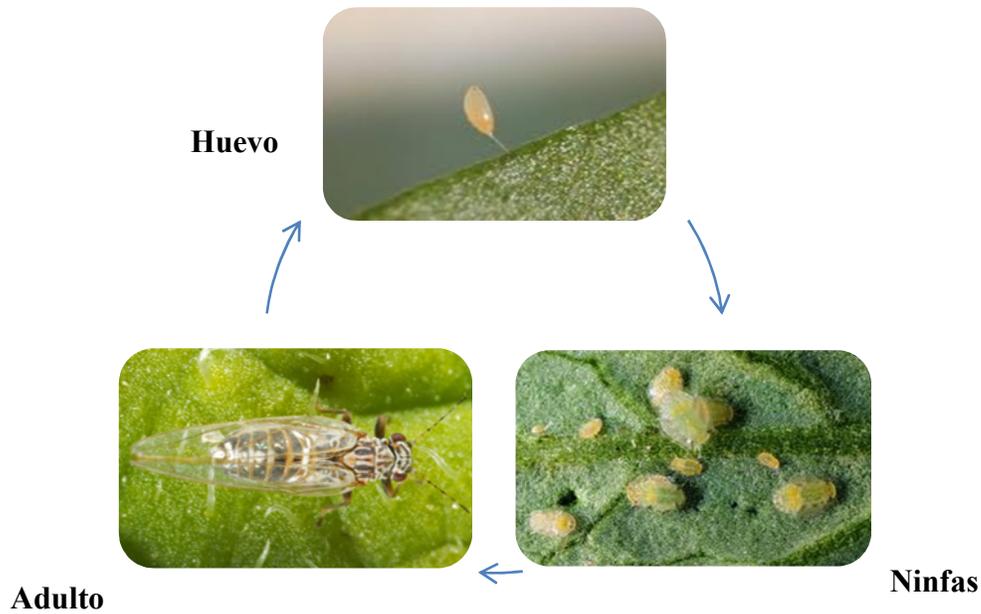


Figura 1. Ciclo biológico de *Bactericera cockerelli* (Sulc).

Hospederos

El psílido del tomate tiene un amplio rango de hospederos cultivados y silvestres. Ataca a las solanáceas, chile, tomate y papa, ya que son los cultivos más preferidos por la hembra para depositar sus huevecillos (Garzón, 2003). Existen tres importantes plantas hospederas nativas de *B. cockerelli*, tal como *Lycium carolinianum* Walt, var *quadrifidum*, *Physalis mollis* Nutt. y *Solanum triquetrum* (Janes, 1938).

Las plantas hospederas preferidas son las de ornato que se conocen como farol chino *Physalis francheti* y el cardo equino *Solanum carolinense*, cardo búfalo *Solanum rostratum*, la cereza silvestre *Physalis* sp. y viña matrimonial *Lycium* spp. (Wallis, 1951). En Texas y Nuevo México, los psílidos invernan como adultos sobre la maleza sombra de noche (Howard y Marion, 1979).

Vargas (2005), encontró 32 especies de malezas donde capturó adultos de *B. cockerelli* durante un año de muestreo en malezas aledañas al cultivo de la papa, las cuales fueron: *Gimnosperma glutinosu*, *Brickellia veronicaefolia*, *Sonchus oleraceus*, *Heliantus laciniatus*, *Partenium incanum*, *Siguiera dentata*, *Conyza bonariensis*, *Tithonia tubaeformis*, *Flourensia cernua*, *Hymenoxys odorata*, *Ageratina wrightii*, todas las anteriores de la familia Asteraceae; Además se encontró a *Forestiera angustifolia*

(Oleaceae), *Asistida curvifolia* (Poaceae), *Stipa eminens* (Poaceae), *Triticum aestivum* (Poaceae), *Eruca sativa* (Brassicaceae), *Salvia lanceolata* (Lamiaceae), *Asphodelus Fistulosus* (Liliaceae), *Reseda luteola* (Resedaceae), *Ipomoea purpurea* (Convolvulaceae), *Salsola tragus* (Chenopodiaceae) *Pronus cercocarpifolia* (Rosaceae), *Mentzelia multiflora* (Loasaceae), *Larrea tridentata* (Zygophyllaceae). De las malezas anteriores *Flourensia cernua*, *Partenium incanum*, *Pronus cercocarpifolia* y *Reseda luteola* resultaron positivas a fitoplasma.

Importancia económica

Este insecto se constituyó por primera vez como plaga de importancia primaria en la Comarca Lagunera durante el ciclo agrícola de 1997. En esta temporada, prácticamente todas las huertas de tomate fueron severamente afectadas por esta plaga teniendo niveles de incidencia arriba del 50 % en plantas dañadas (Nava- Camberos *et al.*, 2004) y un 60 % de pérdidas en Villa de Arista San Luis Potosí en 1999 (Garzón, 2002).

El psílido de la papa es ahora una plaga importante que bajo infestaciones severas provoca serios daños. Durante los años 2003 y 2004, la incidencia de esta enfermedad se incrementó considerablemente, llegando al 100% en algunas zonas productoras de papa, como ocurrió en el sur de Coahuila y Nuevo León, las perdidas fueron millonarias ya que el rendimiento se redujo hasta en un 90% en algunos lotes, y cuando se logró tener rendimientos razonables, la producción careció de valor comercial, pues su calidad fue afectada por el manchado interno de los tubérculos, por lo que las pérdidas fueron del 100% (Flores, 2004).

Existen dos tipos de daños causados por *Bactericera cockerelli*.

Directo. 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, al succionar la savia en los conductos del floema 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. Los síntomas se manifiestan 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). Las plantas atacadas por *B. cockerelli* muestran una disminución en el crecimiento, desarrollo prematuro, clorosis o amarillamiento (Munyanza *et al.*, 2007).

Indirecto. Como vector, incubador y transmisor de patógenos, tales como fitoplasmas, uno de los agentes que provocan el síntoma del complejo “punta morada” (Garzón *et al.*, 2005), donde las plantas más jóvenes son más susceptibles a su ataque. 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 del “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 que el agente causal es un fitoplasma (Garzón, 2003a).

Otros síntomas son la formación de tubérculos aéreos, entrenudos cortos, enrollamiento apical, coloración purpura en los folíolos y oscurecimiento en el interior de los tubérculos (Munyanza *et al.*, 2007).

Control

Control cultural. Algunos autores señalan que en el cultivo de la papa en las etapas tempranas los daños son mas severos al cultivo, mientras que en los tardíos son menos dañinos (Avilés *et al.*, 2002). Las prácticas culturales empleadas en el manejo de los insectos vectores es la destrucción de fuentes de infestación, eliminando plantas hospederas que están en el margen del cultivo y lotes adyacentes destruyendo plantas viejas después de la cosecha. Las características del suelo, la riqueza del mineral y del fertilizante puede ayudar a reducir el efecto de la infestación (Eyer, 1937).

Control biológico. Este control ayuda a equilibrar el medio ambiente, ya que mantiene las poblaciones de las principales plagas reguladas por los parasitoides, depredadores y entomopatógenos. Los principales entomopatógenos a considerar para el control de *B.cockerelli* son el uso de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces fumosoroseus*. Se han encontrado parasitoides como *Tetrastichus triozae* (Hymenoptera: Eulophidae) principalmente ataca a ninfas de cuarto estadio de los psílicos

en otoño. Así mismo la chinche ojona *Geocoris decoratus* (Hemiptera: Lygaeidae) y *Nabis ferus* (Hemiptera: Nabidae) depredan a los psílidos adultos y ninfas (Wallis, 1951).

El león de los áfidos *Chrysoperla carnea* es un depredador de las ninfas de *B. cockerelli* (Knowlton, 1931). Se ha observado que larvas y adultos de *Hippodamia convergens* han atacado adultos y ninfas de *B. cockerelli*. Rojas (2009) reportó a *Tamarixia triozae* (Hemiptera: Eulophidae) como un agente de control biológico dentro de un manejo integrado.

Control legal. Aun no existe una norma oficial para evitar la proliferación y dispersión de *B. cockerelli*, pero se ha considerado la Norma Oficial Mexicana (NOM-081-FITO-2001), referente al manejo y eliminación de focos de infestación de plagas, mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos debido a que los daños de esta plaga repercuten en forma directa sobre los rendimientos obtenidos por unidad de superficie y en la calidad fitosanitaria y comercial (SAGARPA, 2001).

Control químico. El pulgón saltador *B. cockerelli* aún tiene algunos hábitos desconocidos. Esto ha provocado que el control de las poblaciones no se realice con oportunidad y que a pesar de tener éxito en el control de las poblaciones, éste no se haya efectuado a tiempo, para evitar la transmisión del fitopatógeno. La experiencia ha mostrado que para la implementación de toda estrategia efectiva del manejo de la resistencia a plaguicidas se debe buscar minimizar la selección o el uso de un solo tipo o grupo químico de productos. En la práctica, la alternancia, secuencias o rotaciones de compuestos de diferente modo de acción proporciona un enfoque sustentable y efectivo del manejo de la resistencia. Entre estos están: Inhibidores de la acetilcolinesterasa (ACE): Carbamatos (1A) y Organofosforados (IB). Antagonistas de los canales de cloruro GABA: Endosulfan (2A). Moduladores de los canales de sodio: Piretroides rápidamente interfieren con esta acción, con lo que ocasionan hiperactividad y el bloqueo del nervio. Antagonistas de los receptores de la acetilcolina (AC): Neonicotinoides (4A). Antagonistas de los receptores acetilcolina nicotínicos: Spinosad. Activadores de los canales de cloro: Avermectinas. Mímicos de la hormona juvenil (HJ): Pyriproxyfen (7C). Inhibidores de la biosíntesis de quitina (tipo 1):

Buprofezin. Inhibidores del transporte de electrones a nivel del complejo I mitocondrial: Piridabén, Fenpiroximato. Inhibidores de la síntesis de lípidos: Spiromesifen (IRAC, 2007).

Técnicas de monitoreo

La inspección cuidadosa semanal de la planta se debe hacer para detectar si hay huevecillos y ninfas de *P. cockerelli* que pueden ocurrir en las superficies superiores o más bajas de la hoja. Los métodos comunes para supervisar el psílido en cosechas al aire libre han incluido el uso de redes para detectar adultos, si se captura un individuo o más en 100 redadas es recomendable iniciar el tratamiento con plaguicidas (Davidson, 1992).

Las trampas pegajosas amarillas colocadas en los márgenes del campo cerca de las plantas se pueden utilizar como indicador del movimiento del psílido. Si se observa psílicos en las trampas, examine el follaje de la planta. Si los adultos están presentes, un tratamiento puede ser autorizado (Wallis, 1946).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

El presente trabajo se realizó en el municipio Huachichil, Arteaga, Coahuila, que se ubica a una latitud de $25^{\circ} 07' 25.824''$ norte y a una longitud $-100^{\circ} 43' 32.7''$ poniente, a una altura de 2100 msnm, bajo condiciones de campo durante el ciclo de cultivo del año 2011.

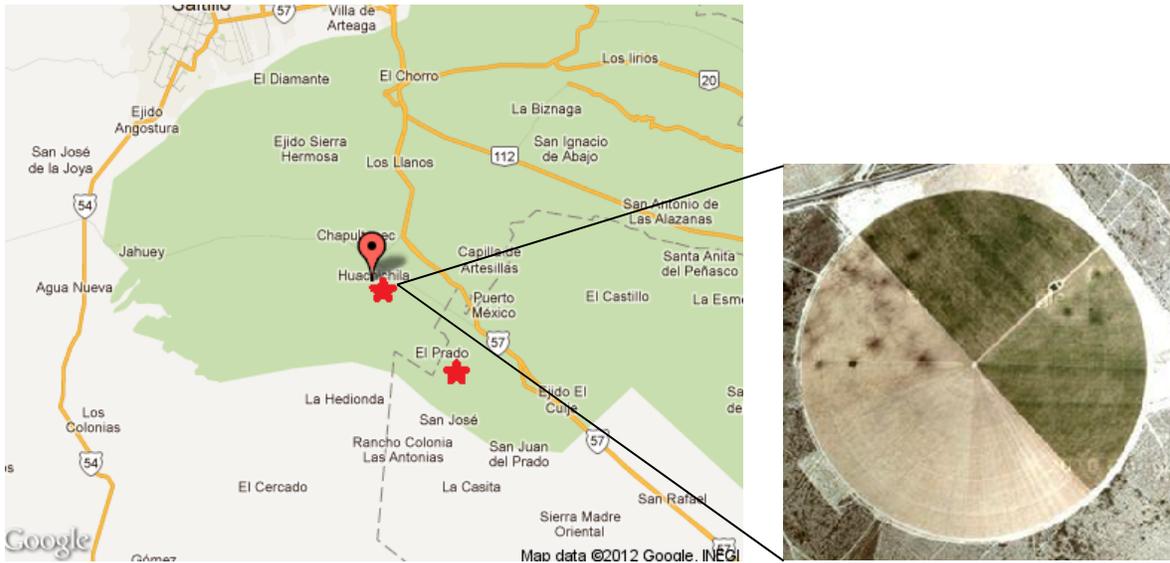


Figura 2. Ubicación del experimento

Se monitoreó un lote cultivado con papa, identificando parcelas ubicadas en los bordes de los pivotes que medían 10 surcos por 10 metros. Fueron 4 puntos de monitoreo ubicados hacia los cuatro puntos cardinales.

Las parcelas fueron muestreadas cada 7 días durante el ciclo fenológico del cultivo, iniciando con la fecha 8 de abril en Huachichil, terminando el 1 de julio.

Muestreo de ninfas y huevecillos

Para este muestreo se colectaron 5 folíolos por cada estrato de la planta: bajo, medio y alto de plantas elegidas al azar en cada parcela, siendo un total de 15 folíolos por parcela.

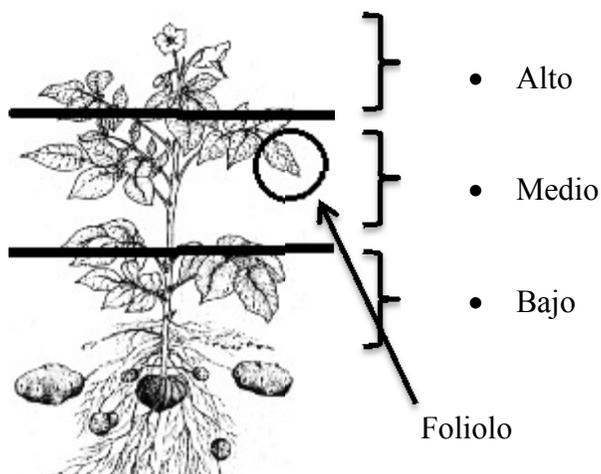


Figura 3. Planta de papa (*Solanum tuberosum* L.) donde se indican las partes muestreadas.

Las hojas se introdujeron en bolsas de plástico de medio kilogramo, debidamente etiquetadas (fecha, estrato de la planta, parcela, lote etc.) y el mismo día se trasladaron al Departamento de Parasitología de La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro para ser contabilizadas las muestras. Se utilizó la variable de número de oviposuras y ninfas observadas bajo un microscopio estereoscópico, capturando los datos en un libro de campo.

Muestreo de adultos

El muestreo se realizó con red entomológica dando 20 golpes al azar en cada parcela, contabilizando los insectos atrapados y se registraron los datos en el libro de campo. Paralelamente se colocaron trampas amarillas con pegamento (stickem) en cada uno de los puntos cardinales del pivote, para cuantificar el número de adultos que arribaron al lote y corroborar o reforzar los registros obtenidos con la red entomológica.

Con los datos de registro de huevecillos, estadios ninfales y adultos por fecha y punto de monitoreo se construyeron gráficas de fluctuación poblacional para cada parcela y localidad. Se recurrió al monitoreo climático para relacionar eventos entre estadios en escala de tiempo fisiológico, para lo cual se utilizó el modelo de vida de *B. cockerelli* propuesto por Marín, *et al.*, 2002. Los datos de temperaturas máximas y mínimas se tomaron de las estaciones agrometeorológicas más cercanas a las parcelas experimentales. Se utilizó la Estación Rancho Guadalupe de INIFAP en Huachichil, Arteaga, Coahuila.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez llevado a cabo se obtuvieron los siguientes resultados

Punto de monitoreo norte.

Tal como se muestra en la figura 4 en las primeras fechas de muestreo (8 y 15 de abril) se encontraron altos números de huevecillos y ninfas de *B. cockerelli* provenientes de oviposturas de las primeras hembras que arribaron por dicho margen del pivote. Aun cuando la gráfica no indica presencia de adultos atrapados con red, las trampas amarillas sí reportaron arribos de adultos desde la emergencia del cultivo el 8 de abril.

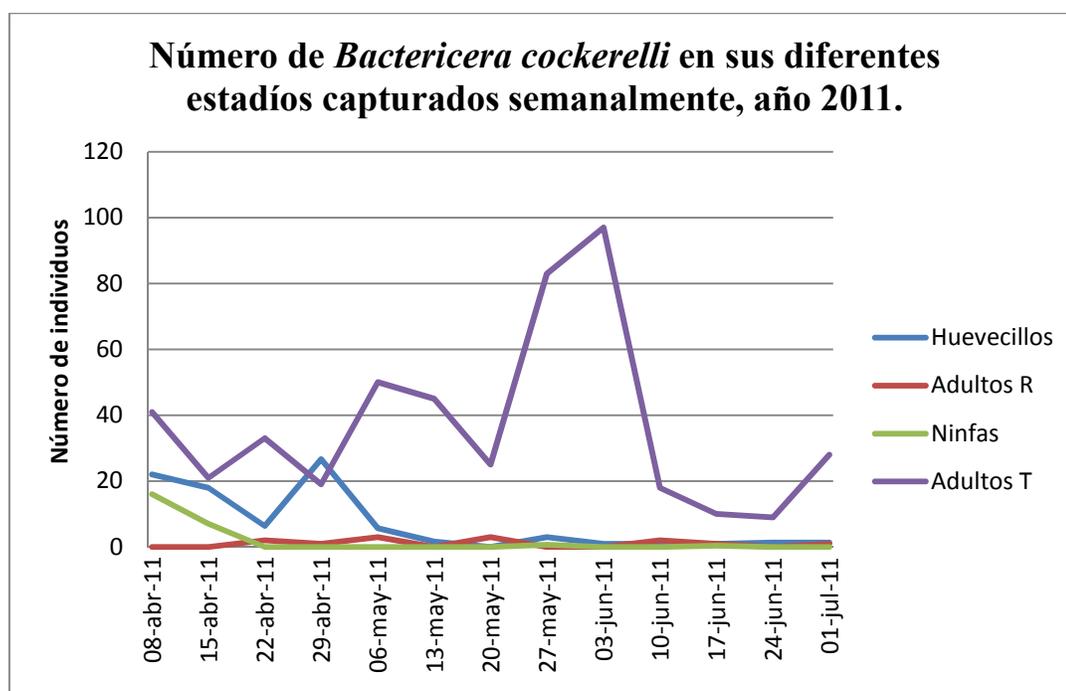


Figura 4. Fluctuación poblacional de los diferentes estadios de *B. cockerelli* a lo largo del ciclo del cultivo en la parcela norte. **Adultos R:** adultos atrapados con red entomológica. **Adultos T:** adultos atrapados con trampas pegajosas amarillas.

Para el 15 de abril se registró una caída de la población de adultos, ninfas y huevecillos. Lo anterior como resultado de las acciones de control del productor cooperante. La población de adultos monitoreada en trampas se recuperó de inmediato para el 22 de abril, donde aún con la red entomológica se presenta el primer pico de adultos en

baja proporción. Este primer pico trajo como consecuencia el segundo pico de huevecillos contabilizados una semana después (29 de abril), siendo este el más alto, para posteriormente descender y mantenerse en una densidad baja y constante hasta el final del ciclo.

Las poblaciones de ninfas muestreadas en los foliolos y los adultos en vuelo atrapados con red fueron muy bajas manteniéndose así durante el resto del ciclo. Ambos efectos se deben al control químico ejercido por el productor evitando que la plaga se estableciera. En dicho lote se realizaron aplicaciones de insecticida dos veces por semana.

Las capturas de adultos de *B. cockerelli* se presentaron en tres picos poblacionales durante todo el ciclo del cultivo, desde abril hasta julio. Los picos se registraron los días 22 de abril, 6 y 20 de mayo, para el muestreo con red entomológica. En cambio, con las trampas amarillas se registraron picos los días 8 y 22 de abril, del 6 al 13 de mayo, del 27 de mayo al 3 de junio y finalmente el 1 de julio. Es importante discutir la magnitud de los picos en relación a la técnica de muestreo utilizada, ya que existe coincidencia en la mayoría de las fechas de ocurrencia, mas no en el número de adultos registrados. Mientras que la red detecta capturas promedio de 1 a 4 adultos; la trampa fue más efectiva para reflejar el vuelo de los adultos con capturas de 20 a 100 individuos por semana.

Martin *et al.* (2002) reportaron el ciclo de vida de *B. cockerelli* en 355.81 UC, valor similar al encontrado en este estudio (352.15 UC), tomando en cuenta los siguientes picos: Del 8 de abril al 6 de mayo transcurren 312.35 UC, mientras que del pico del 6 de mayo al 3 de junio se registran 381.85 UC y finalmente del 3 de junio al 1° de julio ocurren 362.25 UC. Los resultados nos permiten confirmar la constante térmica observada en campo, la cual coincide con la literatura, aunado al registro de 4 vuelos generacionales dentro de la fenología del cultivo. Lo transcurrido entre vuelo de adultos y aparición de ninfas en tres eventos arroja 96.18 UC. También resalta el hecho de que el insecto declina poblacionalmente cuando la humedad relativa (HR) se encuentra en valores bajos (20- 42 %).

Punto de monitoreo poniente.

En el punto de monitoreo poniente se presentó un comportamiento similar de poblaciones de huevecillos, ninfas y adultos al encontrado en el punto norte, esto en las dos primeras fechas de muestreo (Figura 5). El conteo arrojó un pico inicial que descendió para el 15 de abril, sin embargo, los adultos capturados en trampas amarillas se incrementan después de esta fecha. La población de huevecillos, ninfas y adultos atrapados con red entomológica presentaron una baja población a lo largo del ciclo. La población de ninfas disminuyó hasta cero y así se mantuvo solo con dos pequeños picos casi imperceptibles el 6 de mayo y 10 de junio.

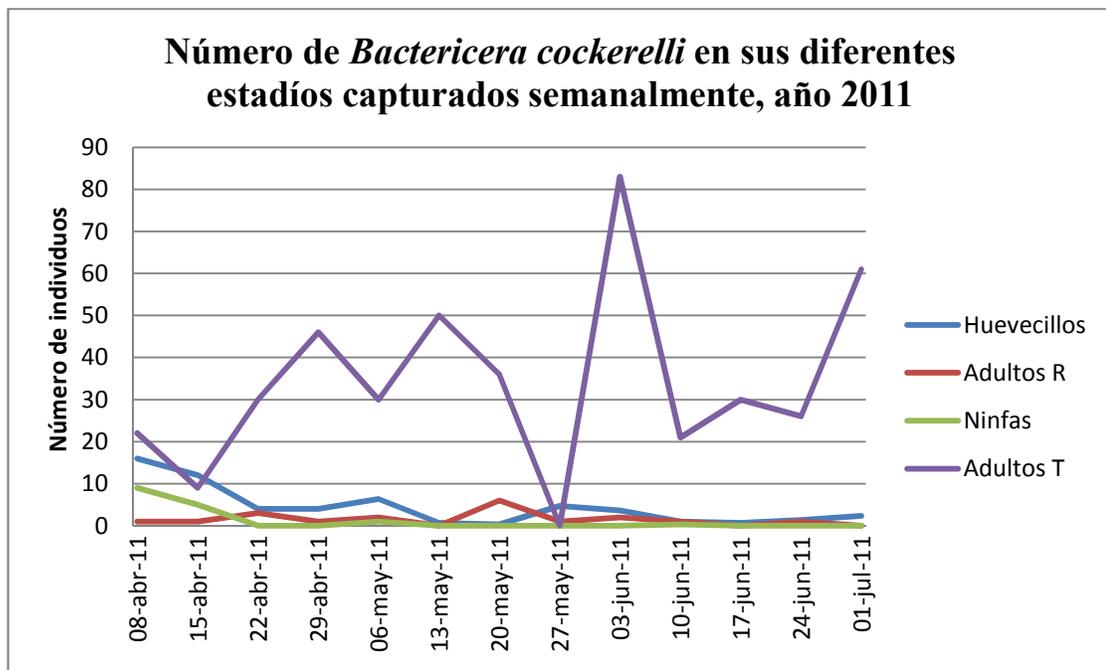


Figura 5. Fluctuación poblacional de los diferentes estadios de *B. cockerelli* a lo largo del ciclo del cultivo en la parcela poniente. **Adultos R:** adultos atrapados con red entomológica. **Adultos T:** adultos atrapados con trampas pegajosas amarillas.

La población de huevecillos tuvo otros tres picos de menor proporción, el 6 y 27 de mayo, y finalmente, el 1 de julio, cabe mencionar que esta población a pesar de mantenerse baja nunca llegó a cero. Lo anterior es producto de la población de adultos atrapados con red, la cual presentó cinco picos los días 22 de abril, 6 y 20 de mayo, 3 de junio y 24 de julio a lo largo del ciclo. Se observó una población constante, con picos muy similares de

baja proporción que oscilan de 1 a 4 adultos, presentando un pico el 20 de mayo con 6 adultos, el cual excede el rango establecido. El monitoreo de adultos fue contrastante cuando se realizó con trampas amarillas con pegamento, ya que se incrementó notablemente el registro de adultos en comparación al ejercicio de muestreo con 20 golpes de red entomológica. Las gráficas son concluyentes en recomendar el esquema de monitoreo a utilizar en este insecto donde es más efectivo el uso de trampas amarillas.

El ciclo biológico de *B. cockerelli* en unidades calor acumuladas se determinó de acuerdo a los intervalos de los eventos pico de captura de adultos con trampas amarillas. Se encontró que entre los picos del 3 de junio al 1 de julio se acumularon 362.25 UC; mientras que entre los picos del 13 de mayo al 17 de junio se registraron 392 UC. Finalmente, se alcanzaron hasta 374.25 UC en el período del 20 de mayo al 17 de junio. Al promediar las unidades calor obtenidas se obtienen 376.16 ± 14.96 UC, valor muy cercano a las 355.81 U. C reportadas por Marín *et al.* (2002) con una temperatura mínima base de 7°C . Cabe señalar la presencia de otros picos que no son coincidentes con lo reportado por Marín *et al.*, (2002) lo que señala que hay un arribo constante de adultos al interior del lote de diferentes edades lo que abre la posibilidad de generaciones traslapadas.

Cabe destacar que transcurren 87.32 UC entre un vuelo de adultos y la aparición de síntomas, aunado a una caída en los picos que coincide con el descenso de la HR por debajo del 40 %.

Punto de monitoreo sur.

En el punto de monitoreo sur del pivote (Figura 6), se presentó un registro alto de la población de huevecillos y ninfas similares al pivote norte y poniente (Figura 4 y 5, respectivamente) durante los dos primeros muestreos. Después se presentó una caída drástica, teniendo solo dos picos pequeños de ninfas y hasta cuatro de huevecillos. Lo anterior se mantuvo en un número bajo durante todo el ciclo del cultivo en comparación al registro de adultos capturados en trampas amarillas. Los huevecillos presentaron cuatro picos, presentándose el 8 de abril, del 6 al 13 de mayo, el 27 de mayo y el 1 de julio, teniendo una baja drástica el 20 de mayo, coincidente en los otros puntos de monitoreo. Sin

embargo, la población de huevecillos se mantuvo más alta en comparación con las parcelas norte y poniente.

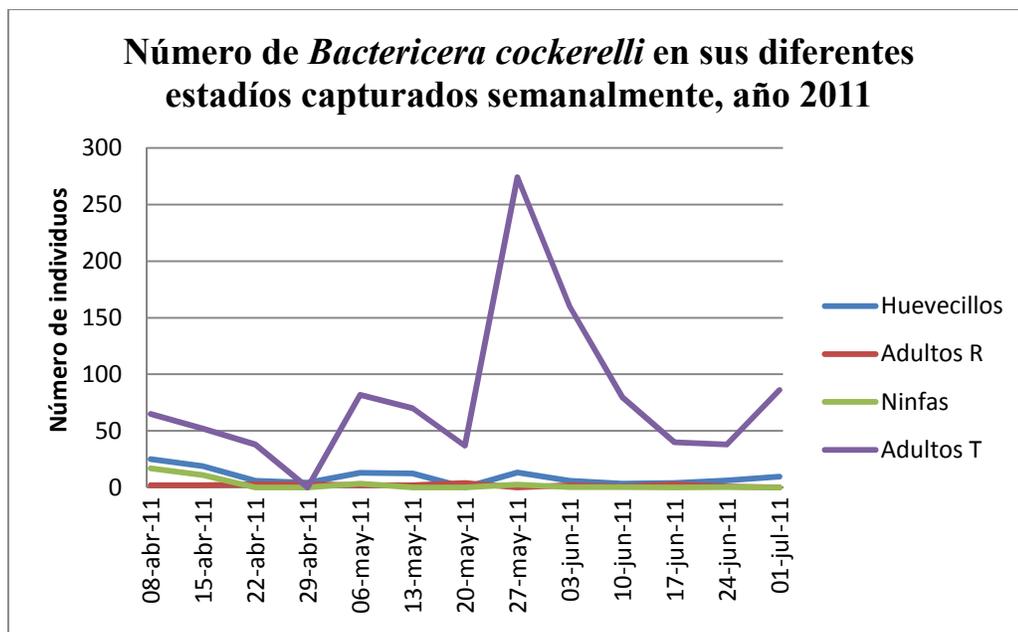


Figura 6. Fluctuación poblacional de los diferentes estadios de *B. cockerelli* a lo largo del ciclo del cultivo en la parcela sur. **Adultos R:** adultos atrapados con red entomológica. **Adultos T:** adultos atrapados con trampas pegajosas amarillas.

Con respecto a las caídas poblacionales tanto de adultos como de huevecillos en ésta y las gráficas anteriores, se percibe que éstas ocurren cuando la humedad relativa del ambiente cae por abajo del 30 %. Así, los días 11, 26 y 27 de abril y 20 de mayo se registraron en el ambiente del Huachichil humedades relativas que oscilaron entre el 21 al 27 % con temperaturas altas de 32 °C.

La población de adultos capturados con red entomológica se comportó de manera inconspicua donde con dificultad se pueden apreciar tres eventos pico los días 6 y 27 de mayo y 24 de junio.

Al registrar en esta parcela las capturas en trampas amarillas, se identificaron cuatro picos poblacionales los días 8 de abril, 6 y 27 de mayo, 3 de junio y 1 de julio. Expresado en unidades calor del evento pico del 8 de abril al registrado el 6 de mayo transcurren 312.35 UC; mientras que del 6 de mayo al 3 de junio se obtienen 381.85 UC y finalmente

del 3 de junio al primero de julio se acumularon 362.25 UC, dando un promedio de 352.14 ± 35.83 lo cual es similar a 355.81 U. C reportado por Marín *et al.*, (2002) con una temperatura mínima base de 7 °C. También se estima que entre los picos de vuelo y presencia de ninfas transcurrieron en promedio 101.9 UC

Punto de monitoreo este.

En la figura 7 es posible apreciar que existe una coincidencia en las fechas de los eventos picos de *B. cockerelli*, tanto en adultos atrapados con red entomológica como en trampas pegajosas amarillas. Estos picos se dan en las fechas 15 de abril, 6 y 27 de mayo y 24 de junio. No obstante, a partir del 3 de junio la población se declina hasta el final del ciclo de cultivo, donde el último pico es casi imperceptible el 24 de junio. Como resultado de los vuelos de los adultos se observó la presencia constante de huevecillos al menos hasta el 27 de mayo, donde declina su población conforme decrece la población de adultos. El pico de huevecillos detectado el 24 de junio está débilmente representado.

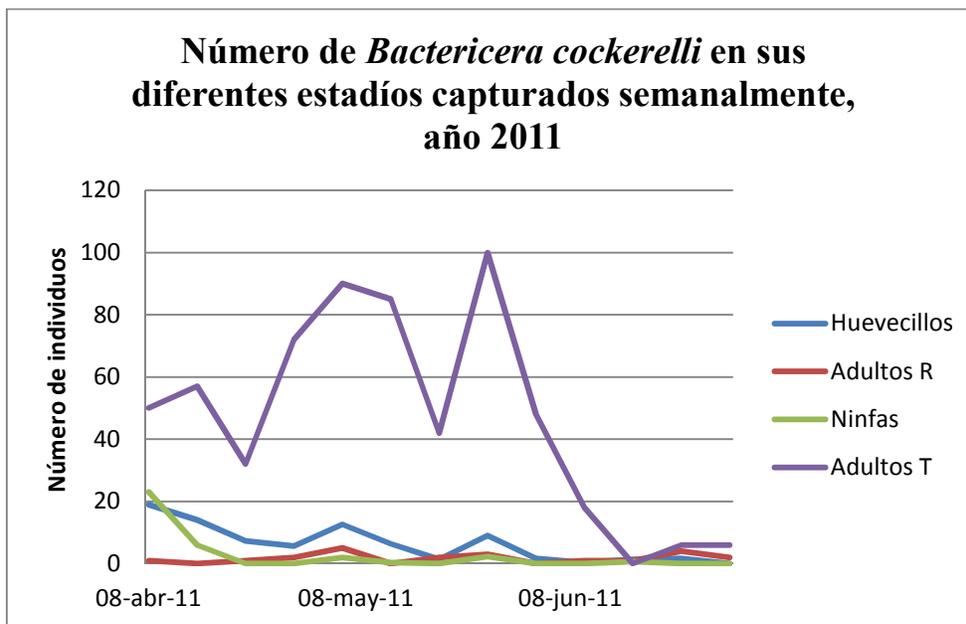


Figura 7. Fluctuación poblacional de los diferentes estadios de *B. cockerelli* a lo largo del ciclo del cultivo en la parcela este del pivote este. **Adultos R:** adultos atrapados con red entomológica. **Adultos T:** adultos atrapados con trampas pegajosas amarillas.

La presencia de ninfas es muy escasa a lo largo del ciclo, a excepción de las dos primeras semanas del mes de abril. Lo anterior nos permite afirmar que la baja población está en relación al número de aplicaciones realizadas por el productor cooperante el cual tuvo al menos una frecuencia semanal.

La determinación de las unidades calor nos sirve como referencia para expresar la duración de un ciclo de vida de *B. cockerelli* en escala de tiempo fisiológico. En el tiempo transcurrido entre eventos pico del 8 de abril al 6 de mayo se acumularon 312.35 UC; del 6 de mayo al 27 de mayo fueron 290.75 UC y por último del 27 de mayo al 24 de junio 372 UC. El valor promedio (325.03 ± 42.08) es inferior a lo reportado por Marín *et al.* (2002).

Tomando como referencia la aparición de adultos al pico inmediato de aparición de ninfas transcurren en promedio 99.34 UC. Nuevamente resaltó el efecto de la caída de la humedad relativa con el abatimiento de la población de adultos y otros estadios como ninfas y huevos. En la figura 7 se observa la caída poblacional de todos los estadios los días próximos al 11 de abril, 20, 26 y 27 de mayo, así como 15 de junio, donde la HR estuvo por debajo del 30 % y las temperaturas oscilaron entre 27 y 32 °C.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, es posible concluir que:

- El control químico y la humedad relativa fueron las variables que influenciaron directamente en la fluctuación poblacional de *Bactericera cockerelli* (Sulc).
- Una humedad relativa por debajo del 30-40 % es un factor para que la población del psílido de la papa *Bactericera cockerelli* (Sulc) disminuya considerablemente.
- Se estableció que la relación entre eventos pico a nivel de campo expresando la duración del ciclo de vida de *Bactericera cockerelli* (Sulc) es de 351.37 UC.
- También se logró establecer que en promedio transcurren 94.68 UC tomando como referencia la aparición de adultos al pico inmediato de aparición de ninfas.

LITERATURA CITADA

- Avilés, G., M. C.; J. A. Garzón. T.; A. Marín. J. A. y Caro M.P.H. 2002. El Psílido del tomate *Bactericera cockerelli* (Sulc): biología, ecología y su control. Memorias del taller sobre *Bactericera cockerelli* (Sulc): Como plaga y vector de fitoplasma en hortalizas. Culiacán, Sinaloa, México. Pp. 21-35.
- Avilés G.M.C.; J. A. Garzón T.; A. Marín. J.; P. H. Caro. M. 2003. El psílido del tomate *Paratrioza cockerelli* (Sulc): Biología, ecología y su control. Memoria. Campos experimentales Bajío y Norte de Guanajuato. Pp. 21-35.
- Bayer. 2008. <http://www.bayercropscience.com.pe/web/index.aspx?articulo=515>.
- Burckhardt, D. And P. Lauterer. 1997. A taxonomic reassessment of the trioqid genus B. (Hemiptera: *Psyllidae*). *Journal of Natural History*. U. K. 31 (1): 99-153 pp.
- Cadena, H., M. y J. Galindo. A. 1985. Reducción de la incidencia de la punta morada de la papa por medio de fechas de siembras, genotipo de la planta y aplicaciones de insecticidas, *Revista Mexicana de Fitopatología*, 3: 100-1004
- Calderón, V. A. 1978. Enfermedades de la papa y su control. Ed. Hemisferio sur. Argentina.
- Centro Internacional de la Papa (CIP). 1985. Principales enfermedades, insectos, nematodos y ácaros de la papa. Lima, Perú. 3-36p.
- Davidson, R. H. 1992. Plagas de insectos agrícolas y de jardín. Ed. Limusa. México. p. 350.
- Davis, A. C. 1931. Observations on the life history of *P. cockerelli* (Sulc) in Southern California. *J. Econ. Entomology* 30:891-898.
- Eyer, J. R. 1937. Physiology of the yellows of psyllid of potatoes. *J. Econ. Entomol.* 30: 891-898.
- Flores, O., A.; I. Alemán. N. M. Notarios. Z. 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.

- Garza, E., U. y A. Rivas M. 2003. Manejo Integrado de las Plagas del Chile y Jitomate en la Zona Media de San Luis Potosí.
- Garzón, T., J. A. 2003a. Asociación de *Bactericera cockerelli* Sulc con enfermedades en papa (*Solanum tuberosum*) y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mil. Ex Fawn) en México. Taller de *Bactericera cockerelli*. Ixtapa, Zihuatanejo, Guerrero. pp. 19-82.
- Hawkes, J.G 1990. The Potato: Evolution, Biodiversity and Genetic Resources. Smithsonian Institution Press. Washington D.C.
- Howard, D. R. and Marion, P. L. 1979. Insect. Pest of farm, garden and orchard. 6th Edition. Pp 302-303.
- Huaman, Z., Schmieliche, P. y Wissar, R. 1988. Los recursos Genéticos de la Papa y su conservación en el centro Internacional de la papa. Toluca, Estado de México. 15-26 de agosto.
- Inés, J. J 2007. Crecimiento y producción de papa infestada con *Bactericera cockerelli* (Sulc) e inoculadas con *Verticillium dahliae* Kleb y *Fusarium oxysporum* Schlecht bajo condiciones de invernadero, Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 56 pp.
- IRAC, E. 2007. Manejo de insecticidas en mosca blanca y paratrioza en México. <http://www.horticultivos.com/component/content/article/42-rokstories/516-manejo-de-insecticidas-en-mosca-blanca-y-paratrioza-en-mexico>. Consultada el 15 de febrero del 2012.
- Janes, M. J. 1938. Observations on the potato psyllid in Southwes Texas. *J. Econ. Ent.* 32 No. 3. P. 468.
- Knowlton, G. F. & Janes, M. J. 1931. Studies on the biology of *Paratrioza cockerelli* (Sulc). *Ann. Entomol. Of America Soc.* 24:283-291.
- List, G.M. 1939. The effect of the temperature upon egg the position, egg hatch and nymphal development of *Paratrioza cockerelli* (Sucl). *Jour. Econ. Ent.* 32: 30-36.

- Lorus, M. and M. Marguery. 1980. Field guide to North American insects and spiders. Nacional Audubon Society. Alfred A. Knopf, New Cork. p. 499.
- Marín, J. A. 2004. Biología, ecología e identificación de insectos vectores en el cultivo de papa. Memorias de la XXI Semana Internacional del Parasitólogo; Simposium Punta Morada de la Papa, Saltillo, Coahuila, México. pp 84-96.
- Marín, J. A. Garzón, A. Becerra, C. Mejía, R. Bujanos, y K.F. K Byerly 2002. Ciclo biológico y morfología del salerillo *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Homóptera: Psyllidae), como vector de la enfermedad “permanente del jitomate” en el Bajío. En Memoria del taller sobre *Paratrioza cockerelli* (Sulc) como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, Sinaloa, México. pp. 37-45.
- Montero R. L., 1994. Ciclo de vida y factores de mortalidad del psyllido del tomate *Patrioza cockerelli* (Sulc) (Homóptera: Psyllidae). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Tesis de Licenciatura. 55 pp.
- Munyanza, J. E.; Corsslin, J. M. and Upton, J. E. 2007. Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) whit “Zebra Chip,” a new potato disease in southwestern United States and México. *J. Econ. Entomol.* 100:656.663.
- Nava-Camberos U., M. C. Avilés, A. A. Fu-Castillo. 2004. Muestreo y umbrales de acción de plagas en hortalizas. En: Memoria de manejo de plagas en los Cultivos de tomate, chile y pepino. Culiacán, Sinaloa. México. pp: 17-24.
- Raman, K. V. 1985. Trasmisión de virus de papa por áfidos. Boletín de Información Técnica 2. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. (Tercera edición, revisada).11p.
- Ramírez, M. M. Ramos, E. C. J. 1978. Populations of leafhoppers (Homoptera-Cicadellidae) on 12 varieties of potato in Chicago, México, and their possible relation to “purple-top wilt” disease. *Agrociencia.* 34: 79-90.
- Richards, B.L. 1928. A new and destructive disease of the potato in Utah and its relation to the potato psyllid. *Proc, Potato assoc. Amer.* 14:94.

- Rousselle, P., Robert, Y., Crosnier, J.C. 1999. La patata. Ediciones Mundi Prensa. México. España. 30p
- Rojas P. R., Rodríguez- Leyva E., Lomelí- Flores, T-X Liu. 2009. Ciclo de vida de *Tamarixia triozae* (Hymenoptera; Eulophidae) parasitoide de *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) En: Libro de Memorias: XXXII Congreso Nacional de Control Biológico. Pp. 153-156.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Con información de las Delegaciones de la SAGARPA. 2010. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=226. Consultado el 26 de octubre del 2011.
- Stoetzel, M.E. 1989. Common names of the insects and the related organisms. *Entomol. Soc. Amer.* 199 pp.
- Theodoracopoulos M.; Salvador A.; Avila H. 2008. Manual de Producción de papa. Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores. Honduras. Pp. 19-26.
- Triplehorn, C., H. and N. F. Johnson 2005. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. Seventh edition. Thomson books/cole. pp. 268-332.
- Vargas, C., I. I. 2005. Especies y fluctuaciones poblacionales de cicadelidos y psilidos positivos a fitoplasma en el cultivo de papa y maleza alledaña en Artega Coahuila. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 89 p.
- Wallis, R. L. 1951. El psyllido de la papa. Los insectos y las legumbres. Pp 586-591.

APÉNDICE

Fecha	T. Max	T. Min	T. Base	UC
01/03/2011	25.9	-1.5	7	5.2
02/03/2011	29.2	3.6	7	9.4
03/03/2011	28.8	3.8	7	9.3
04/03/2011	29.3	4.6	7	9.95
05/03/2011	21.7	6.7	7	7.2
06/03/2011	20.7	1.1	7	3.9
07/03/2011	26.1	0.2	7	6.15
08/03/2011	27	1.5	7	7.25
09/03/2011	23.6	2.6	7	6.1
10/03/2011	21.5	0.8	7	4.15
11/03/2011	24.7	-0.7	7	5
12/03/2011	25.5	2.3	7	6.9
13/03/2011	26.1	2.6	7	7.35
14/03/2011	24.8	4.2	7	7.5
15/03/2011	20.1	3.8	7	4.95
16/03/2011	25	2.2	7	6.6
17/03/2011	26.4	4	7	8.2
18/03/2011	27.8	5	7	9.4
19/03/2011	27.1	2.4	7	7.75
20/03/2011	27.5	4.1	7	8.8
21/03/2011	29	4.4	7	9.7
22/03/2011	29.6	2.7	7	9.15
23/03/2011	29.8	6	7	10.9
24/03/2011	29.4	4.5	7	9.95
25/03/2011	29.9	7.3	7	11.6
26/03/2011	30.1	6.7	7	11.4
27/03/2011	28.4	6.4	7	10.4
28/03/2011	29.3	6.4	7	10.85
29/03/2011	28.1	5.5	7	9.8
30/03/2011	26.7	5.3	7	9
31/03/2011	28.4	1.2	7	7.8
01/04/2011	29.9	2.8	7	9.35
02/04/2011	29.1	6.3	7	10.7
03/04/2011	30.4	3.2	7	9.8
04/04/2011	29.3	6.8	7	11.05
05/04/2011	28.1	2.2	7	8.15

06/04/2011	29.1	5.4	7	10.25
07/04/2011	30.7	6.1	7	11.4
08/04/2011	30.7	6.9	7	11.8
09/04/2011	32.2	7	7	12.6
10/04/2011	33.3	6.4	7	12.85
11/04/2011	27.2	8.2	7	10.7
12/04/2011	28.6	2.2	7	8.4
13/04/2011	32.1	5.2	7	11.65
14/04/2011	31	6	7	11.5
15/04/2011	28.7	3.9	7	9.3
16/04/2011	25.6	4.6	7	8.1
17/04/2011	28.5	7.7	7	11.1
18/04/2011	30.5	6	7	11.25
19/04/2011	29.8	6.1	7	10.95
20/04/2011	30.4	7.1	7	11.75
21/04/2011	28.8	8.1	7	11.45
22/04/2011	30.6	5.9	7	11.25
23/04/2011	29.5	4.9	7	10.2
24/04/2011	30.3	5.8	7	11.05
25/04/2011	30.9	5.2	7	11.05
26/04/2011	31.9	2.6	7	10.25
27/04/2011	32.2	3.4	7	10.8
28/04/2011	30.4	6.1	7	11.25
29/04/2011	30.6	5.3	7	10.95
30/04/2011	32.2	8.1	7	13.15
01/05/2011	32.7	8.7	7	13.7
02/05/2011	30.3	7.2	7	11.75
03/05/2011	21	7.6	7	7.3
04/05/2011	24.3	1	7	5.65
05/05/2011	27.9	3.8	7	8.85
06/05/2011	29.5	8	7	11.75
07/05/2011	29.3	9.2	7	12.25
08/05/2011	32.7	10.7	7	14.7
09/05/2011	32.5	8.1	7	13.3
10/05/2011	31.3	8.7	7	13
11/05/2011	31.8	10.2	7	14
12/05/2011	30.9	10.9	7	13.9
13/05/2011	30.4	5.6	7	11
14/05/2011	28.3	11	7	12.65

15/05/2011	30.6	8.7	7	12.65
16/05/2011	30.8	8.7	7	12.75
17/05/2011	31.1	7.5	7	12.3
18/05/2011	31.5	7.1	7	12.3
19/05/2011	31.2	5.4	7	11.3
20/05/2011	32	3.7	7	10.85
21/05/2011	32.2	8	7	13.1
22/05/2011	33.8	9.2	7	14.5
23/05/2011	34.2	10.7	7	15.45
24/05/2011	34.7	9	7	14.85
25/05/2011	33.8	9	7	14.4
26/05/2011	32.6	10.9	7	14.75
27/05/2011	34.5	9.5	7	15
28/05/2011	35.4	9.8	7	15.6
29/05/2011	33.5	8	7	13.75
30/05/2011	32.2	8.2	7	13.2
31/05/2011	32.8	8	7	13.4
01/06/2011	30.3	8.3	7	12.3
02/06/2011	31.6	5.5	7	11.55
03/06/2011	30.3	6.3	7	11.3
04/06/2011	27.3	8.4	7	10.85
05/06/2011	29.4	8.8	7	12.1
06/06/2011	29.5	7.2	7	11.35
07/06/2011	29.6	5.6	7	10.6
08/06/2011	30	6.4	7	11.2
09/06/2011	31	7.2	7	12.1
10/06/2011	32.3	5.8	7	12.05
11/06/2011	31.2	6.5	7	11.85
12/06/2011	31.8	6.7	7	12.25
13/06/2011	32.3	9	7	13.65
14/06/2011	31.5	6.8	7	12.15
15/06/2011	32.6	7.2	7	12.9
16/06/2011	33.2	6.9	7	13.05
17/06/2011	32.9	9.4	7	14.15
18/06/2011	33.6	8	7	13.8
19/06/2011	32.7	10.2	7	14.45
20/06/2011	34.6	9.5	7	15.05
21/06/2011	33.6	10.7	7	15.15
22/06/2011	28	12.5	7	13.25

23/06/2011	27.5	8.2	7	10.85
24/06/2011	30.4	9.8	7	13.1
25/06/2011	31.6	9.8	7	13.7
26/06/2011	30.2	9.6	7	12.9
27/06/2011	31.5	8.3	7	12.9
28/06/2011	29.9	9.5	7	12.7
29/06/2011	27.8	8.8	7	11.3
30/06/2011	23.3	11.9	7	10.6
01/07/2011	21.4	14.5	7	10.95
02/07/2011	23.2	14	7	11.6
03/07/2011	25.3	10.7	7	11
04/07/2011	27.1	10.4	7	11.75
05/07/2011	28.8	8.1	7	11.45
06/07/2011	28.4	8.7	7	11.55
07/07/2011	27.8	9.2	7	11.5
08/07/2011	29.2	10.9	7	13.05
09/07/2011	28.8	11.3	7	13.05
10/07/2011	27	11.1	7	12.05
11/07/2011	29.5	10.9	7	13.2
12/07/2011	31.2	9.2	7	13.2
13/07/2011	31.3	8.7	7	13
14/07/2011	31.1	10.6	7	13.85
15/07/2011	30.7	10.2	7	13.45
16/07/2011	29.3	9	7	12.15
17/07/2011	26.7	9.9	7	11.3
18/07/2011	30.2	9.8	7	13
19/07/2011	28.8	10.3	7	12.55
20/07/2011	30.2	10.5	7	13.35
21/07/2011	27.3	13.2	7	13.25
22/07/2011	26	12.4	7	12.2
23/07/2011	27.3	13	7	13.15
24/07/2011	28	11.1	7	12.55
25/07/2011	28.7	9	7	11.85
26/07/2011	29.8	10.3	7	13.05
27/07/2011	28.9	10.7	7	12.8
28/07/2011	28.9	11.4	7	13.15
29/07/2011	29.5	9.5	7	12.5
30/07/2011	26.3	11	7	11.65
31/07/2011	28.4	9.8	7	12.1

02/08/2011	28.5	10	7	12.25
03/08/2011	29.8	9.8	7	12.8
04/08/2011	29.7	9.4	7	12.55
05/08/2011	31.5	13.2	7	15.35
06/08/2011	29.4	13	7	14.2
07/08/2011	29.5	11.4	7	13.45
08/08/2011	30.8	13.1	7	14.95