



Fluctuación poblacional de *Bactericera cockerelli* Sulcer e incidencia de *Candidatus Liberibacter Solanacearum* en papa, Jinotega 2014

Population fluctuation of Bactericera cockerelli Sulcer and incidence of Candidatus Liberibacter Solanacearum in potato, Jinotega 2014

Edgardo Jiménez-Martínez¹
Alcides René Moncada Casco²

Resumen

El cultivo de papa representa en nuestro país una fuente de divisas y genera gran cantidad de empleos. Hasta la fecha no existe un estudio formal sobre la fluctuación poblacional de *Bactericera cockerelli* y *Candidatus liberibacter*. Este estudio se realizó con el propósito de determinar la dinámica poblacional de *Bactericera cockerelli* y la incidencia de *Candidatus liberibacter* en papa, el cual se llevó a cabo en los municipios Jinotega, La Concordia, San Rafael del Norte y Yalí, del departamento de Jinotega, en el periodo comprendido de febrero a septiembre del 2014.

El levantamiento de datos se desarrolló en 4 fincas de papa. En cada finca se ubicaron 30 trampas amarillas pegajosas y 30 estaciones para el muestreo visual. Los insectos *Bactericera cockerelli* encontrados, así como los síntomas de la enfermedad detectados en campo, se identificaron con ayuda de la guía temática utilizada por los especialistas fitosanitarios del Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA).

Se evaluó el número de insectos capturados en las trampas amarillas y el número de insectos observados, el número de plantas con síntomas de *Candidatus liberibacter* y la incidencia de daño en tubérculos en las fincas de papa. De acuerdo a los resultados obtenidos se demostró que las poblaciones de *Bactericera cockerelli* se presentaron en papa, desde marzo 14 hasta mayo 23, con el máximo pico poblacional en abril 25, en el ciclo de primera y de junio 23 hasta septiembre 02, con el máximo pico poblacional en julio 22, en el ciclo de postrera; la incidencia de *Candidatus liberibacter* en papa fue mayor en el ciclo de primera que en postrera y la incidencia de *Candidatus liberibacter* en tubérculos fue mayor en la finca Buenos Aires con 72%, El Aguacate 1 presentó 32%, Las Piedras 23% y El Aguacate 2, 16%.

Palabras clave: insectos vectores, *Candidatus liberibacter*, solanáceas, *Bactericera*

Abstract

Potato crop represent a source of foreign exchange in our country and generate a large number of jobs. To this date, there is no formal study on the population fluctuation of *Bactericera cockerelli* and *Candidatus liberibacter*. This study was conducted to determine the population dynamics of *Bactericera cockerelli* and the incidence of *Candidatus liberibacter* in potatoes, which was carried out in Jinotega, La Concordia, San Rafael del Norte, and Yalí municipalities, in the department of Jinotega, from February to September 2014.

The data collection was carried out in 4 potato farms. Thirty yellow sticky traps and 30 stations for visual sampling were located on each farm. The *Bactericera cockerelli* insects found, as well as the symptoms of the

¹ PhD en Entomología, Docente Investigador, Director de Investigación, Extensión y Posgrado, Universidad Nacional Agraria, Nicaragua. Correo: edgardo.jimezez@ci.una.edu.ni, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1086-7380>

² MSc en Sanidad Vegetal. Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA). Correo: renemoncada@hotmail.es, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8921-531X>

disease detected in the field were identified with the help of the thematic guide used by the phytosanitary specialists of the Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA).

The number of insects captured in the yellow traps and the number of insects observed, the number of plants with symptoms of *Candidatus liberibacter*, and the incidence of tuber damage in potato farms were evaluated. According to the results obtained, it was shown that the populations of *Bactericera cockerelli* were present in potato from March 14th to May 23rd, with the maximum population peak on April 25th, in the first cycle, and from June 23rd to September the 2nd, with the maximum population peak on July 22nd, in the postrainy season; the incidence of *Candidatus liberibacter* in potato was higher in the first cycle than in the postrera cycle, and the incidence of *Candidatus liberibacter* in tubers was higher in Buenos Aires farm with 72%, El Aguacate 1 with 32%, Las Piedras with 23% and El Aguacate 2 with 16%.

Keywords: insect vectors, *Candidatus liberibacter*, Solanaceae, *Bactericera*

I. Introducción

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial (Gopal y Khurana, 2006). Ocupa el cuarto lugar en producción para consumo humano, superado por el trigo, arroz y maíz (Ross, 1986). Actualmente, la papa cultivada es conocida con el nombre de *Solanum tuberosum* L. (Spooner y Salas, 2006; Andre *et al.*, 2007).

Según Spooner y Hettterscheid (2005), las primeras variedades de papa produjeron gran cantidad de variantes, las cuales fueron cosechadas en las montañas de los Andes. Actualmente China es el primer productor mundial de papa seguido por la India, ubicándose entre los principales productores de ese producto (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2008). Nicaragua ha experimentado un aumento muy significativo en su producción de papa, pasando de 2,318 manzanas en el 2011 a 3,400 manzanas en el 2016 (FAO, 2018) y de ser un país importador, para abastecer el consumo nacional, a ser autosuficiente con su producción nacional.

La producción nacional de papa en el año 2011 fue de 2,318 manzanas, en el 2012 fue de 1,864; en el 2013 fue de 2,514; en el 2014 fue de 2,817; en el 2015 fue de 2,670 y en el 2016 fue de 3,400 manzanas, distribuidas principalmente en tres departamentos de Nicaragua: Jinotega, Matagalpa y Estelí (FAO, 2018).

Este cultivo a partir del año 2012 se ha visto afectado por la enfermedad conocida como Punta Morada de la Papa (PMP), también conocida como Zebra Chip (ZC) (Ministerio Agropecuario y Forestal [MAGFOR], 2012) y actualmente es uno de los problemas fitosanitarios más importantes en el cultivo, que dependiendo del grado de infestación los daños varían desde el 20 al 100% en la pérdida del rendimiento comercial de los tubérculos (Cadena, 1996).

En México se ha relacionado a *Bactericera cockerelli* Sulzer con dos enfermedades contagiosas: perma-nente del tomate (Garzón, *et al.*, 2009) y punta morada de la papa-manchado del tubérculo (Salas, 2006), y recientemente con la enfermedad de la papa denominada Zebra chip, la cual se le ha relacionado a la bacteria recién descrita *Candidatus Liberibacter Solanacearum* como agente causal (Munyanza *et al.*, 2007).

B. cockerelli muestra una fuerte relación con la enfermedad punta morada, ya que es el insecto más común y abundante en cultivos afectados (Marín *et al.*, 2009), entre el 53 y 57% de cultivos expuestos a este triozido presentaron síntomas típicos (Munyanza *et al.*, 2007), donde las plantas más jóvenes son más susceptibles a su ataque (Feng *et al.*, 2009).

Bactericera (Paratrioza) cockerelli es un insecto que pertenece al Orden Hemiptera; Sub-orden Sternorrhyncha; Superfamilia Psylloidea y la Familia, Psyllidae, por lo que se le conoce también con el nombre de psílido. Algunas especies de esta familia junto con la Cicadellidae y Fulgoridae, se han descrito como vectores de procariontes (Pilkington *et al.*, 2004).

Los síntomas de la punta morada de la papa se caracterizan por un achaparramiento de la planta, abultamiento del tallo en los lugares de inserción de las hojas, formación de tubérculos aéreos y las hojas superiores tienden a adquirir una coloración morada en algunas variedades. Los tubérculos provenientes de plantas con síntomas de punta morada de la papa desarrollan un pardeamiento interno y generalmente no brotan, o si lo hacen, sus brotes son muy delgados o ahilados (Munyanza *et al.*, 2008; Secor *et al.*, 2009).

El síndrome punta morada de la papa, es desarrollado principalmente por el ataque de la bacteria *Candidatus liberibacter Solanacearum* y fitoplasmas (organismos pleomórficos sin pared celular que habitan en el floema de las plantas) (Cadena, 2003). La bacteria *C. liberibacter* está causando daños severos a la producción agrícola en solanáceas.

Esta enfermedad causada por esta bacteria es denominada Zebra chip, provoca el oscurecimiento interno del tubérculo de papa al momento de freírlas, síntoma similar al “amarillamiento por psílicos”. Se observó por primera vez en la localidad de Auckland, Nueva Zelanda; ambas enfermedades son provocadas por la bacteria *C. liberibacter*, que manifiesta síntomas del rayado del tubérculo y en tomate expresa síntomas de enrollamiento y amarillamiento de folíolos, forma asimétrica del fruto, así como disminución en el crecimiento de la planta, identificándose como vector al psílido *B. cockerelli* [Sulc] (=Paratrioza) (Hemíptera; Triozidea). (Workneh, *et al.*, 2012, p.943)

Debido a que esta problemática no se ha estudiado a profundidad en el país, se realizó este estudio con el objetivo de describir la fluctuación poblacional de *B. cockerelli* en el cultivo de papa y la incidencia de *C. liberibacter*, finalmente se busca contribuir con nuevos conocimientos en el desarrollo de mejores estrategias de manejo integrado de plagas en las plantaciones de papa de Nicaragua.

II. Materiales y métodos

Ubicación del estudio

El estudio se realizó en el departamento de Jinotega, comprendido entre las coordenadas 13° 05', de latitud norte y 86° 00', de longitud oeste, y a una altura de 1003.87 msnm (Instituto Nacional de Información de Desarrollo [INIDE], 2008). En el 2014 se realizó monitoreo de *B. cockerelli* e incidencia de *C. liberibacter* en 4 plantaciones de papa, además de muestreo de tubérculos en 4 plantaciones de papa ubicadas en las zonas hortaliceras de 4 municipios del departamento de Jinotega.

Descripción del estudio

El estudio se llevó a cabo en los ciclos de primera y postrera, entre los meses de marzo y septiembre del 2014 en 4 fincas de papa que eran parte de la ruta de vigilancia del IPSA para el monitoreo de la Zebra Chip, plaga reglamentada en nuestro país. Se escogieron 2 fincas de papa en el ciclo de primera y postrera. Las fincas fueron consideradas como las parcelas experimentales sin ejercer ningún tratamiento y dejando que los productores las manejaran según su conocimiento.

Metodología de muestreo para determinar la fluctuación poblacional de *B. cockerelli*, en los cultivos de papa

El muestreo para determinar la fluctuación poblacional de *B. cockerelli* en el cultivo de papa, se realizó durante el ciclo vegetativo del cultivo, entre el 14 de marzo y el 16 de septiembre del 2014; se realizó utilizando dos formas: uno a través de trampas amarillas pegajosas y el otro a través del muestreo visual, utilizando las guías técnicas de campo que diseñó el IPSA en el año 2014 para la identificación y muestreo.

Metodología de muestreo para determinar la fluctuación poblacional de *B. cockerelli*, en papa a través de capturas con trampas amarillas pegajosas

Para realizar las capturas de los insectos adultos de *B. cockerelli* se usaron trampas amarillas pegajosas en ambas caras de 12.5 x 7.5 centímetros clavadas en estacas de 60 cm de alto; para ello en cada finca seleccionada se ubicaron 5 trampas amarillas en forma de cinco de oro, en el interior de la parcela (4 en los extremos y 1 en el centro), estas fueron revisadas y cambiadas cada quince días, donde se contó el número de adultos de *B. cockerelli* capturados durante el tiempo comprendido del 14 de marzo al 16 de septiembre del 2014; los muestreos se realizaron cada quince días después de realizada la siembra del cultivo. Para la identificación en campo del insecto se utilizó la guía técnica IPSA (2016).

Metodología de muestreo para determinar la fluctuación poblacional de *B. cockerelli* en papa a través de muestreo visual

Para medir la fluctuación de adultos en plantas, se utilizó el método de muestreo aleatorio, en cada parcela se seleccionaron al azar 5 sitios de muestreo, en cada sitio de muestreo se seleccionaron a su vez 20 plantas (10 a la izquierda y 10 a la derecha), se revisaron las plantas y se contabilizaron el número de adultos de *B. cockerelli* presentes en las plantas; para su identificación se utilizó la guía técnica IPSA (2016).

Metodología de muestreo para medir la incidencia de *C. liberibacter* en plantas del cultivo de papa

El muestreo para medir la incidencia de *C. liberibacter* en plantas de papa se realizó en parcelas de las mismas fincas mencionadas anteriormente, en cada parcela se utilizó el muestreo aleatorio, donde se seleccionaron al azar 5 sitios de muestreo, en cada sitio se seleccionaron 20 plantas, 10 plantas a la izquierda y 10 plantas a la derecha de cada surco, donde se observó y se anotó el número de plantas con los síntomas siguientes: retraso del crecimiento, amarillamiento o clorosis, enrollamiento de las hojas hacia el haz, coloración morada en las hojas apicales, entrenudos cortos, presencia de tubérculos aéreos en lugares con ausencia de lesiones o ramas quebradas, pardeamiento del sistema vascular y muerte temprana de la planta; para determinar el porcentaje de incidencia se utilizó la fórmula general planteada por Vanderplank (1963).

$$\% \text{ incidencia de } C. \text{ Liberibacter} = \frac{\text{Total plantas con síntomas de } C. \text{ Liberibacter} \times 100}{\text{Total de plantas muestreadas}}$$

Metodología de muestreo para medir la incidencia de *C. liberibacter* en tubérculos del cultivo de papa

Para medir la incidencia de *C. liberibacter* en tubérculos de papa, se utilizó el método de muestreo aleatorio, en cada parcela se seleccionaron al azar 5 sitios de muestreo en cada sitio de muestreo se seleccionaron 20 tubérculos de la planta seleccionada, se partieron y se observaron, buscando manchas causadas por *C. liberibacter* en el tubérculo como un síntoma característico de afectación por la bacteria, según lo descrito por Garzón *et al.* (2009) y la guía técnica de campo del IPSA (2016) tales como: Síntomas del Manchado del tubérculo, posteriormente se procedieron a freír en aceite para identificar mejor el manchado; para el cálculo del porcentaje de incidencia de *C. liberibacter* se utilizó la fórmula de Vanderplank (1963).

$$\% \text{ incidencia de } C. \text{ Liberibacter en tubérculos} = \frac{\text{Total de tubérculos manchado} \times 100}{\text{Total de tubérculos muestreados}}$$

Variables evaluadas en el estudio

Número de adultos de *B. cockerelli* por trampa amarilla pegajosa en papa en el ciclo de primera por finca.

Número de adultos de *B. cockerelli* por muestreo visual en papa en el ciclo de primera por finca.

Número de adultos de *B. cockerelli* por trampa amarilla pegajosa en papa en el ciclo de postrera por finca.

Número de adultos de *B. cockerelli* por muestreo visual en papa en el ciclo de postrera por finca.

Porcentaje de incidencia de *C. liberibacter* en plantas en el cultivo de papa.

Porcentaje de incidencia de *C. liberibacter* en tubérculos de papa por finca.

Análisis estadístico de los datos

Se realizó una base de datos en Excel (2013) para cada variable evaluada en el estudio, a cada variable se le realizó un análisis de t de Student con un nivel de confianza del 95%; para la variable incidencia de *C. liberibacter* en tubérculos en fincas de Jinotega 2014, se realizó un ANDEVA seguido de Tukey al 5% de significancia; con los datos de incidencia se realizó un análisis del Área Bajo la Curva Progreso de la Enfermedad (ABCPE).

La fórmula utilizada fue la propuesta por Shaner y Finney (1977):

$$ABCPE = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^{n-1} x_{i+1} + x_i}{2} \right\} (t_{i+1} - t_i)$$

$i=1$

Donde:

x_i = Porcentaje de tejido afectado

t = Tiempo (días)

Para el análisis de los datos se usó el programa estadístico INFOSTAT.

III. Resultados y discusión

Fluctuación poblacional de *B. cockerelli* en trampas amarillas y muestreo visual en fincas con cultivos de papa y tomate en los ciclos de primera y postrera

Se observó que las poblaciones de *B. cockerelli* se presentaron a partir de la segunda fecha de muestreo, marzo 14, para las dos fincas. Se observa en la Figura 1 que la finca Buenos Aires presentó un pico poblacional mayor en la fecha abril 25, y la finca El Aguacate1 presentó un pico poblacional mayor en la fecha mayo 23. En la fecha marzo 14 se presentó los promedios más bajos en las dos fincas con 0.4 *B. cockerelli* por trampa. La finca Buenos Aires presentó las poblaciones más altas con un promedio de 2.8 *B. cockerelli* por trampa.

Los factores externos ayudaron a tener una variación grande de los datos entre las fincas evaluadas; la finca Buenos Aires, presenta mayor altura que la finca El Aguacate1 y está ubicada en una zona de muy alta producción de papa, lo que hace que haya mayor presión del insecto sobre el cultivo al cosechar papa la mayor parte del año; en la finca Buenos Aires las capturas fueron mayores de insectos adultos de *B. cockerelli* que en la finca El Aguacate1, aunque las condiciones agroecológicas son bastante parecidas el manejo es diferente, depende del grado de conocimiento de cada productor, la finca Buenos Aires tuvo un manejo muy deficiente, en cuanto a plagas, el productor no podía identificar al insecto *B. cockerelli* en campo y eso dificultó su manejo, presentando mayores poblaciones.

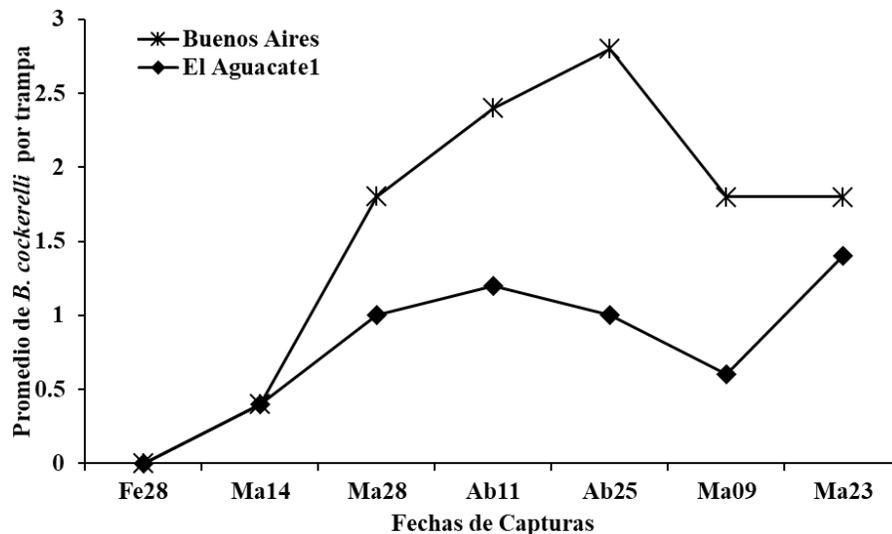


Figura 1. Fluctuación poblacional de *B. cockerelli*, con trampas amarillas en dos fincas de papa, en el periodo comprendido entre febrero a mayo 2014, Jinotega

Fuente: elaboración propia

Número de adultos de *B. cockerelli* por muestreo visual en papa en el ciclo de primera por finca

Se observó que las poblaciones de *B. cockerelli* se presentaron a partir de la segunda fecha de muestreo, marzo 14, para las dos fincas. En la Figura 2 se puede observar que la finca Buenos Aires presentó un pico poblacional en marzo 28 con un promedio de 4.3 *B. cockerelli* por sitio de muestreo, y la finca Aguacate1 en abril 11 con un promedio de 3.8 *B. cockerelli* por sitio de muestreo. En la fecha mayo 23 las fincas Buenos Aires y El Aguacate1 presentaron los promedios más bajos con 1.2 y 0.7 *B. cockerelli* por sitio de muestreo, respectivamente.

En el muestreo visual disminuyó la variación, sin embargo, siempre fue alta y considero que los factores externos ayudaron a tener una variación grande de los datos entre las fincas evaluadas, en la finca Buenos Aires se observaron 184 insectos adultos de *B. cockerelli* en el ciclo del cultivo y en la finca El Aguacate1 se observaron 136, menos de la mitad; el mal manejo agronómico, en el monitoreo, ayudó que las poblaciones se incrementen y resulten relativamente altas, cuando no se pudo hacer un buen control del insecto.

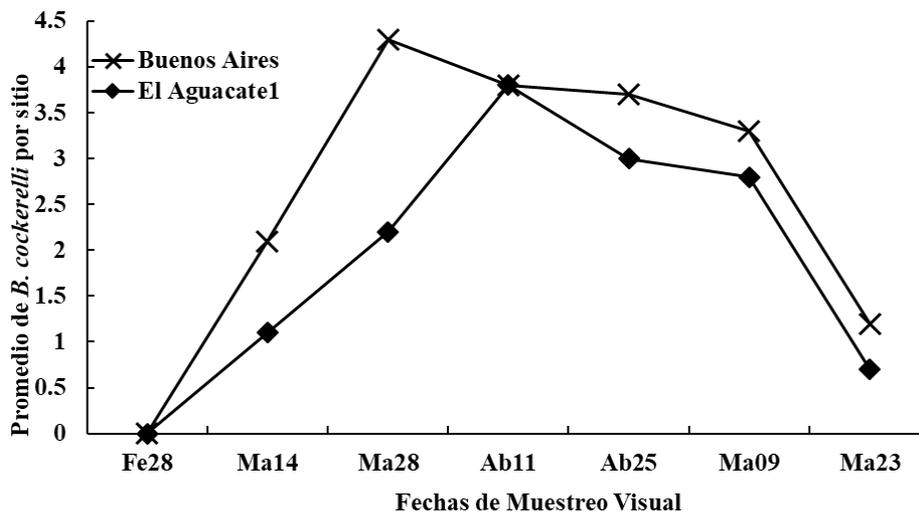


Figura 2. Fluctuación poblacional de *B. cockerelli*, muestreadas visualmente en dos fincas de papa, en el periodo comprendido entre febrero a mayo 2014, Jinotega

Fuente: elaboración propia

Número de adultos de *B. cockerelli* por trampa amarilla pegajosa en papa en el ciclo de postrera por finca

Se comparó la fluctuación poblacional de *B. cockerelli*, desde junio 06 hasta septiembre 02 del 2014 (Figura 3), se observó en la finca Las Piedras las poblaciones de *B. cockerelli* se presentaron a partir de la segunda fecha de muestreo junio 24, y en la finca El Aguacate 2 a partir de la tercera fecha de muestreo, julio 08.

Se observa en la Figura 5 que la finca Las Piedras presentó tres picos poblacionales en las fechas julio 08, agosto 05 y 09 con un promedio de 1.2 *B. cockerelli* por trampa, la finca El Aguacate 2 presentó un pico poblacional en la fecha julio 22 con un promedio de 1.8 *B. cockerelli* por trampa. En la fecha septiembre 02 se presentó los promedios más bajos en las dos fincas con 0.4 *B. cockerelli* por trampa.

Los factores externos ayudaron a tener una variación grande de los datos entre las fincas evaluadas; la finca Las Piedras, está ubicada en una zona donde se cultiva papa todo el año, lo que hizo que existiera mayor presión del insecto sobre el cultivo al estar presente la mayor parte del año, en la finca Las Piedras se capturaron más insectos adultos de *B. cockerelli* que en la finca El Aguacate 2; las condiciones agroecológicas son diferentes en la finca Las Piedras existen muchas corrientes de viento que favorecen el traslado del insecto desde zonas más bajas; el manejo del cultivo fue parecido, los dos productores tienen conocimiento sobre la plaga y lograron identificarla en campo, de ahí que se presentaron poblaciones más bajas en el ciclo de postrera.

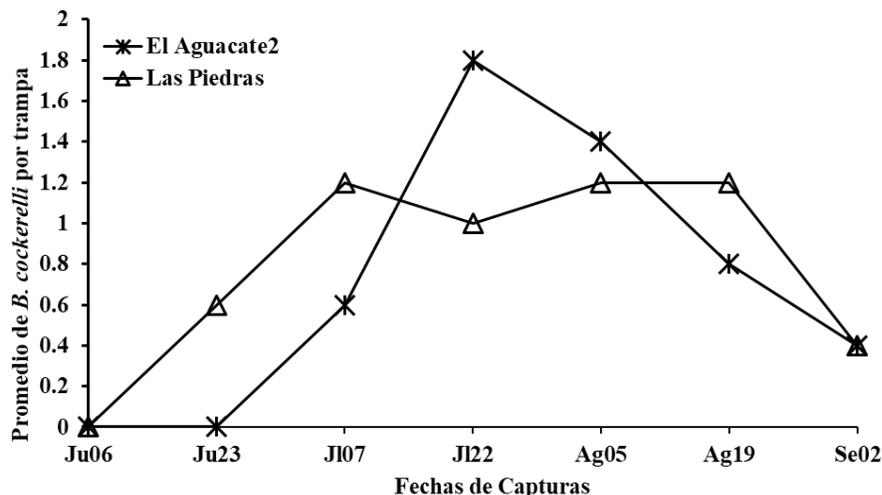


Figura 3. Fluctuación Poblacional de *B. cockerelli*, con trampas amarillas en dos fincas de papa, en el período comprendido entre junio a septiembre 2014, Jinotega

Fuente: elaboración propia

Número de adultos de *B. cockerelli* por muestreo visual en papa en el ciclo de postrera por finca

Se comparó la fluctuación poblacional de *B. cockerelli*, desde junio 06 hasta septiembre 02 del 2014 (Figura 4), observándose que en la finca El Aguacate 2 las poblaciones de *B. cockerelli* se presentaron a partir de la segunda fecha de muestreo junio 24 y en la finca Las Piedras a partir del tercer muestreo, julio 08.

En la finca El Aguacate 2 se presentaron dos picos poblacionales en las fechas julio 08 y agosto 19, con promedios de 1.3 y 2 *B. cockerelli* por sitio de muestreo y en la finca Las Piedras un pico poblacional en agosto 05 con un promedio de 1.1 *B. cockerelli* por sitio de muestreo. En la fecha septiembre 02 las fincas El Aguacate 2 y Las Piedras presentaron los promedios más bajos con 0.5 y 0.3 *B. cockerelli* por sitio de muestreo, respectivamente.

Los factores externos ayudaron a tener una variación grande de los datos entre las fincas evaluadas; la finca Las Piedras, está ubicada en una zona de muy alta producción de papa, El Volcán municipio de San

Sebastián de Yalí, lo que hizo que existiera mayor presión del insecto sobre el cultivo al estar presente la mayor parte del año; en la finca Las Piedras se observaron más insectos adultos de *B. cockerelli* en el ciclo del cultivo que en la finca El Aguacate 2; las condiciones agroecológicas son diferentes en la finca Las Piedras existen muchas corrientes de viento que favorecen el traslado del insecto desde zonas más bajas; el manejo del cultivo fue parecido, los dos productores tienen conocimiento sobre la plaga y lograron identificarla en campo, de ahí que se presentaron poblaciones más bajas en el ciclo de postera, si se comparan con las fincas evaluadas en el ciclo de primera.

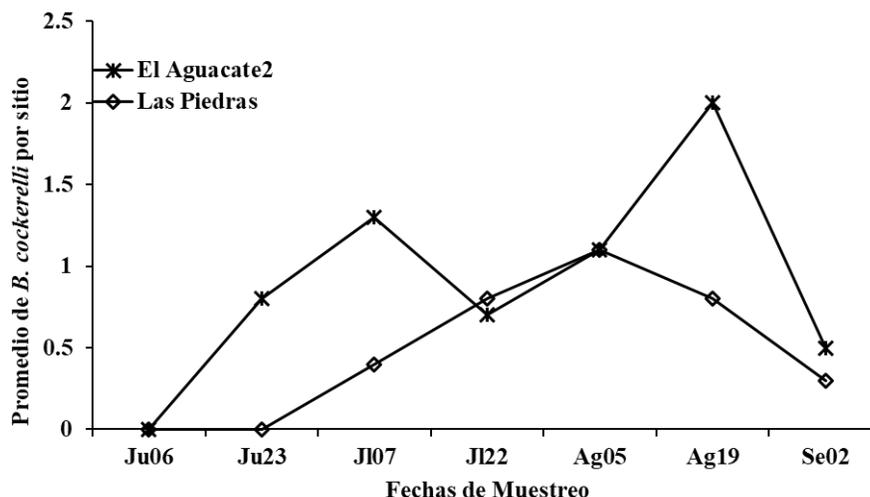


Figura 4. Fluctuación poblacional de *B. cockerelli*, muestreadas visualmente en dos fincas de papa, en el periodo comprendido entre junio a septiembre 2014, Jinotega

Fuente: elaboración propia

Comparación del Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) de *C. liberibacter* en cuatro fincas de papa del departamento de Jinotega 2014

Se comparó y describió el área bajo la curva de progreso de *C. liberibacter* en el cultivo de papa, en cuatro fincas del departamento de Jinotega, en el período comprendido de febrero 28 a septiembre 16 del 2014 (se presenta en la Figura 5).

La mayor área bajo la curva se presentó en la finca Buenos Aires, seguido de Aguacate 1 y Las Piedras, esto significa mayor oportunidad o mejores condiciones de la enfermedad para que progrese una epifitía mucho más rápido en estas fincas que en las otras, en cambio la menor área bajo la curva se presentó en la finca Aguacate 2.

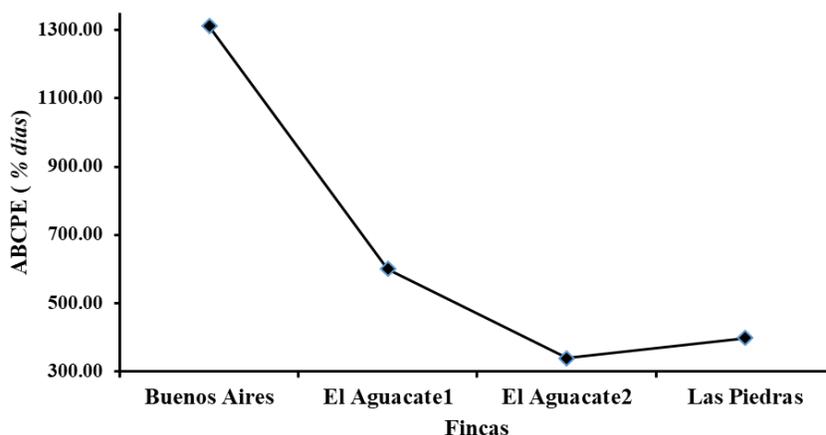


Figura 5. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) de *C. liberibacter* en cuatro fincas de papa de Jinotega, 2014

Fuente: elaboración propia

Incidencia de *C. liberibacter* en tubérculos de papa en fincas de Jinotega 2014

El análisis de varianza de la incidencia de daño de *C. liberibacter* en tubérculos, indica que hay diferencia significativa ($P < 0.0001$) entre las fincas de papa, donde la finca El Aguacate₂ presentó una media de 1.60, Las Piedras 2.30, El Aguacate₁, 3.20 y la finca Buenos Aires presentó un promedio de 7.20 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza de la incidencia de *C. liberibacter* en tubérculos de papa, en cuatro fincas de papa, Jinotega 2014

Variables	Promedio de <i>C. liberibacter</i> por finca
Fincas	Media \pm ES
El Aguacate ₂	1.60 \pm 0.37 a
Las Piedras	2.30 \pm 0.37 a b
El Aguacate ₁	3.20 \pm 0.37 b
Buenos Aires	7.20 \pm 0.37 c
C.V	32.87
P	<0.0001S
(F;df; n)	45.41; 3; 39

C.V= Coeficiente de variación; E.S= Error estándar; P= Probabilidad; F= Fisher calculada;
df= grados de libertad; n= número de datos usados; S= Significativo

Fuente: elaboración propia

IV. Conclusiones

La fluctuación poblacional de *B. cockerelli*, en el cultivo de papa, muestra que los picos poblacionales se presentaron entre el 28 de marzo y el 09 de mayo del 2014, teniendo como máximo pico poblacional el 25 de abril del 2014, en el ciclo de primera y entre el 24 de junio y el 19 de agosto del 2014, teniendo como máximo pico poblacional el 22 de julio del 2014, en el ciclo de postrera.

La Incidencia de *C. liberibacter*, en el cultivo de papa fue mayor en el ciclo de primera que en el de postrera.

La Incidencia de *C. liberibacter*, en tubérculos de papa fue mayor en la finca Buenos Aires, seguido de El Aguacate₁, Las Piedras y El Aguacate₂.

V. Lista de referencias

- Andre, C. M., Ghislain, M., Bertin, P., Oufir, M., Herrera, M., Hoffmann, L., Hausman, J. F., Larondelle, Y., & Evers, D. (2007). Andean potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) as a source of antioxidant and mineral micronutrients. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(2), 366–378. <https://doi.org/10.1021/jfo62740i>
- Cadena Hinojosa, M. A. (1996). La punta morada de la papa en México: II Efecto de cubiertas flotantes, cultivares y productos químicos. *Revista Mexicana de Fitopatología* 14: 20-24.
- Cadena, H. (2003). Distribución, incidencia y severidad del pardeamiento y la brotación anormal en los tubérculos de papa en Valles Altos y Sierras del Estados de México, Tlaxcala y Distrito Federal, México. *Rev. Mex. Fitopatol.* 21:248-259.
- Feng-Gao, J. J., Xiangbing, Y., & Tong-XianLiu. (2009). Zebra chip disease incidence on potato is influenced by timing of potato psyllid infestation, but not by the host plants on which they were reared. *InsectScience*16: 399–408.

- Garzón, T. J. A., Cárdenas, V. O. G., Bujanos, M. R., Marín, J. A., Becerra, F. A., Velarde, F. S., Reyes, M. C., González, C. M., y Martínez, C. J. L. (2009). Asociación de Hemíptera: Triozidae con la Enfermedad 'Permanente del Tomate' en México. *Revista Agricultura Técnica en México*. Vol. 35 (1). 61-72 p.
- Gopal, J., y Khurana, S. M. P. (2006). *Handbook of potato production, improvement and postharvest management*. The Haworth Press, Inc., 10 Alice Street, Binghamton, NY. 1-50 pp.
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo. (2008). *Extensión territorial por departamentos y municipios, posición geográfica y altitud de sus cabeceras municipales*. http://www.inide.gob.ni/Anuarios/Anuario2008/ModuloI-Geografico/ModuloI_SeccionI.1.pdf
- Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria. (2016). *Guía Técnica de Campo No. 4, Identificación de Punta Mora de la Papa (Candidatus liberibacter Solanacearum)*. Dirección de Sanidad Vegetal y Semillas.
- Ministerio Agropecuario y Forestal. (2012). Acuerdo Ministerial 004-2012: Establecer medidas fitosanitarias para el manejo integrado de la punta morada y su vector el psilido Paratriozia en los cultivos de solanáceas. *La Gaceta Diario Oficial* N° 37. Managua, NI. 1461-1462p.
- Marín J. A., Bujanos, M. R., y Delgadillo, S. F. (2009). Psiloideos y cicadélidos en el cultivo de la papa en el Bajío, Guanajuato, México. *Agricultura Técnica en México*, Vol. 35, Núm. 1, enero-marzo, 2009. Pp. 117-123.
- Munyanza, J. E., Crosslin, J. M., y Upton, J. E. (2007). *Association of Bactericera cockerelli (Homoptera: Psyllidae) with "Zebra Chip," a new potato disease in southwestern united states and Mexico*. *J. Econ. Entomol.* 100:656.663.
- Munyanza, J. E., Buchman, J. L., Upton, J. E., Goolsby, J. A., Crosslin, J. M., Bester, G., Miles, G. P., & Sengoda, V. G. (2008). Impact of Different Potato Psyllid Populations on Zebra Chip Disease Incidence, Severity, and Potato Yield. *Subtropical plant science*, 60, 27-37.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2008). *Consultado 6 de febrero 2018*. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *Consultada 6 de febrero 2018*. <http://http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Pilkington, L., Gurr, G., Fletcher, M., Nikandrow, A., & Elliot, E. (2004). Vector status of three leafhopper species for Australian Lucerne yellows phytoplasm. *Aust. J. Entomol.* 43:366-373.
- Ross, H. (1986). *Potato breeding - problems and perspectives*. *J. Plant Breed. Supplement.* 13:1-132.
- Salas Marina, M. A. (2006). *Eficiencia de insectos vectores en la transmisión de fitoplasma de la punta morada de la papa. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.* 49
- Secor, G. A., Rivera, V. V., Abad, J. A., Lee, I. M., Clover, G., Liefting, L. W., Li, X., & De Boer, S. H. (2009). Association of 'Candidatus Liberibacter solanacearum' with Zebra Chip Disease of Potato Established by Graft and Psyllid Transmission, Electron Microscopy, and PCR. *Plant disease*, 93(6), 574-583. <https://doi.org/10.1094/PDIS-93-6-0574>
- Shaner, G., y Finney, R. (1977). The Effect of Nitrogen Fertilization on the Expression of Slow-Mildewing Resistance in Knox Wheat. *Phytopathology* 67: 1051- 1056.

- Spooner, D.M., y Hetterscheid, W.L.A. (2005). *Origins, evolution, and group classification of cultivated potatoes*. pp. 285-307. En: Motley, T.J., N. Zerega y H. Cross (eds.). *Darwin's harvest: new approaches to the origins, evolution and conservation of crops*. Columbia University Press, New York, NY.
- Spooner, D.M. y Salas, A. (2006). *Structure, biosystematics, and genetic resources*. pp. 1-39. En: Gopal, J. y S.M.P. Khurana (eds.). *Handbook of potato production, improvement, and postharvest management*. Haworth's Press, Inc., Binghamton, NY.
- Vanderplank, J.E. (1963). *Disease Resistance Plants*. 2 ed. EU. v. 191 p.
- Workneh, F., Charles, D. H., Casey, A. C., Li, M. P., y Rush, C. M. (2012). Assessments of the edge effect in intensity of potato zebra chip disease. *Plant Disease* 6: 11-0480.