

Abundancia estacional de *Diaphorina citri* asociada a la fenología del cultivo de cítricos

Ricardo Álvarez-Ramos¹
Ausencio Azuara-Domínguez¹
Jorge Homero Rodríguez-Castro¹
Vidal Zavala-Zapata¹
Maricarmen Sánchez-Borja²
Jesús Armando Vargas-Tovar^{1§}

¹Tecnológico Nacional de México-IT de Cd. Victoria. Boulevard Emilio Portes Gil núm. 1301, Poniente, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. CP. 87017. Tel. 834 1532000, ext. 180. (rialra@yahoo.com; azuarad@gmail.com; rodriguezjh@hotmail.com; vidal.convergens@gmail.com). ²Insectos Benéficos del Norte. Carretera Interejidal, Camino Ejidal Libertad s/n, Ciudad Victoria, Tamaulipas. CP. 87260. Tel. 834 2755452. (sanborjam@gmail.com).

§Autor para correspondencia: armandoobiol@gmail.com.

Resumen

En la presente investigación se determinó la participación de la fenología del cultivo de naranja valencia (*Citrus sinensis* L. Osbeck) y limón italiano (*Citrus limon* L. Burn f.) en la abundancia estacional de *Diaphorina citri* Kuwayama. El estudio se realizó durante los años 2015 al 2018 en tres áreas regionales de control (ARCO'S), ubicadas en los municipios de Padilla, El Barretal, El Carmen, Estación Santa Engracia, Güémez y Victoria, Tamaulipas. En estas áreas se registró la abundancia de *D. citri* en cada fase fenológica del cultivo de naranja (ARCO 1 y 2) y limón (ARCO 3). El cultivo de limón italiano produjo brotes todo el año. Mientras que, el cultivo de naranja valencia presentó una fase de dormancia. En los cuatro años la abundancia estacional de *D. citri* se comportó de manera diferente en los tres ARCO'S. La mayor abundancia del insecto se presentó en la fase de producción de brotación en los árboles. El resultado obtenido en el presente trabajo podría servir para definir el periodo de aplicación de los insecticidas recomendados para el control de *D. citri* en los ARCOS.

Palabras clave: *Diaphorina citri*, arco, brotes, HLB.

Recibido: noviembre de 2021

Aceptado: febrero de 2022

Introducción

En México, el primer reporte del HLB o Huanglongbing ocurrió en julio de 2009 y para noviembre de 2015 la enfermedad se registró en 347 municipios de 18 estados productores de cítricos en México (Garza *et al.*, 2017). El impacto económico y social estimado por la presencia de esta enfermedad, en tan solo tres años de su llegada, fue de 1.7 millones de toneladas de frutos y 112.1 millones de jornales perdidos (Díaz *et al.*, 2014). Para mitigar lo anterior, se diseñó e implementó la campaña fitosanitaria contra el HLB. Las actividades realizadas en la campaña contra el HLB al inicio estuvieron enfocada a la detección y búsqueda de síntomas que ocasiona el agente causal de la enfermedad, la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* Jagoueix (Rhizobiales: Rhizobiaceae).

Posteriormente, se enfocaron al monitoreo del insecto vector, *Diaphorina citri*, de la bacteria con el fin de conocer la distribución poblacional del insecto plaga en tiempo y espacio (Flores *et al.*, 2017), y medir el impacto de los insecticidas contemplados en la estrategia contra el HLB en las poblaciones regionales del insecto. En Tamaulipas, *D. citri* fue registrado en 2003 (López-Arroyo, 2005). En 2014, el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Tamaulipas (CESAVETAM) estableció un programa de monitoreo con trampas amarillas pegajosas bajo el esquema de áreas regionales de control (ARCO'S) con el fin de controlar la dispersión del insecto plaga y de la enfermedad bacteriana en 33 272.12 ha de naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) (Sapindales: Rutaceae) y 3 339.31 ha de limón (*Citrus limon* L. Burn f.) (Sapindales: Rutaceae) (SIAP, 2019), ubicadas en Padilla, El Barretal, El Carmen, Estación Santa Engracia, Güémez y Victoria (Mora *et al.*, 2014).

Por la importancia económica de la producción de cítricos en estos municipios, es necesario analizar la abundancia estacional de *D. citri* en árboles de naranja valencia y limón italiano con el fin de evitar la presencia del HLB. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue determinar la abundancia estacional de *D. citri* asociada a la fenología de la naranja valencia y limón italiano.

Materiales y métodos

Área de estudio

El experimento se estableció durante 2015 al 2018 en tres áreas regionales de control (ARCO'S) ubicadas en el municipio de Padilla, El Barretal, El Carmen, Estación Santa Engracia, Güémez y Victoria, Tamaulipas (Figura 1).

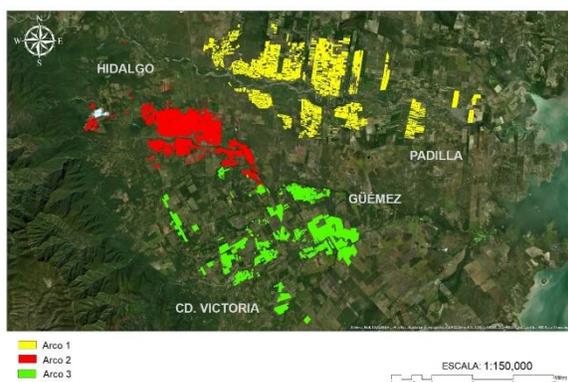


Figura 1. Ubicación geográfica de las áreas regionales de control (ARCO'S) en Tamaulipas, México.

El ARCO 1 estuvo conformado por 5 402.38 ha, 65 huertas comerciales (Cuadro 1) sembradas con árboles de naranja valencia. La edad promedio de los árboles fue de 15 años, la separación entre los árboles y líneas fue de cuatro y siete metros. Los árboles fueron regados con un sistema de riego rodado.

Cuadro 1. Superficie y localización geográfica de las huertas de naranja valencia *Citrus sinensis* (L.) Osbeck del ARCO 1 ubicadas en el municipio de Padilla y El Barretal.

Huerta comercial	Superficie (ha)	Latitud	Longitud
Ejido La Soledad 6	57	24.086535	-99.057106
Ejido Mártir de Chinameca 2	125.75	24.113646	-99.09361
Ejido Conrado Castillo 4	14.5	24.08759	-99.02356
Ejido José López Portillo 7	4	24.04135	-99.00219
Ejido La Soledad 2	57	24.118633	-99.070244
Ejido La Soledad 9	64	24.104939	-99.054146
Ejido San Patricio 2	132	24.060936	-99.079445
Huerta El Tejón 2	50	24.03793	-98.886696
Ejido Conrado Castillo 3	14.5	24.070562	-99.03035
Ejido José López Portillo 6	34	24.048689	-99.0219
Ejido La Soledad 4	57	24.132109	-99.067894
Ejido Conrado Castillo 10	15.39	24.056007	-99.03695
Ejido Conrado Castillo 5	14.5	24.077688	-99.02941
Ejido Plan de Ayala 3	192.83	24.043032	-99.09813
Ejido Plan de Ayala 1	192.84	24.032415	-99.10381
Ejido Guadalupe Victoria 1	41	24.063482	-99.12173
Ejido La Soledad 5	57	24.134998	-99.06753
Ejido Guadalupe Victoria 5	41	24.064547	-99.14512
Ejido San Patricio 3	132	24.058231	-99.07481
Ejido La Soledad 7	57	24.09412	-99.055435
Ejido Guadalupe Victoria 9	41	24.072016	-99.15731
Ejido Conrado Castillo 7	14.5	24.050945	-99.03912
Ejido Marte R. Gómez 7	72.95	24.09832	-99.03486
Ejido José López Portillo 4	34	24.041721	-99.00998
Ejido San Patricio 1	132	24.042892	-99.085311
Ejido José López Portillo 5	34	24.041246	-99.02064
Ejido Mártir de Chinameca 1	125.75	24.104736	-99.11817
Ejido Marte R. Gómez 6	72.95	24.08675	-99.0412
Ejido Guadalupe Victoria 8	41	24.065233	-99.145355
Ejido La Soledad 8	57	24.08344	-99.0645
Ejido La Concepción 2	83	24.106049	-99.05002

Huerta comercial	Superficie (ha)	Latitud	Longitud
Huerta El Paraíso	100	24.08466	-99.08274
Ejido Marte R. Gómez 5	72.95	24.082705	-99.04501
Ejido Marte R. Gómez 1	5	24.072016	-99.044785
Ejido La Concepción 1	83	24.09197	-99.04489
Ejido La Concepción 4	83	24.082035	-99.05381
Ejido Guadalupe Victoria 2	41	24.065823	-99.12232
Ejido Cruz y Cruz 1	382	24.09858	-99.18552
Ejido José López Portillo 2	34	24.0361	-99.0126
Ejido Conrado Castillo 8	14.5	24.050976	-99.01905
Ejido Guadalupe Victoria 3	41	24.067486	-99.131035
Ejido Guadalupe Victoria 6	41	24.054068	-99.13169
Ejido Guadalupe Victoria 4	41	24.06885	-99.13532
Ejido José López Portillo 1	34.13	24.035378	-99.01616
Ejido La Concepción 5	83	24.076841	-99.05645
Huerta Lote 47	45	24.057177	-98.88358
Ejido Guadalupe Victoria 10	41	24.070724	-99.15082
Ejido Nuevo San Juan 1	258	24.047245	-99.04309
Ejido Guadalupe Victoria 11	41.96	24.077404	-99.16936
Ejido Plan de Ayala 2	192.83	24.041084	-99.105446
Ejido La Soledad 3	57	24.127895	-99.07232
Ejido Marte R. Gómez 3	72.95	24.068739	-99.04935
Ejido Conrado Castillo 6	14.5	24.051632	-99.04219
Ejido Carmen Galindeño 1	681.7	24.094416	-99.141716
Ejido Conrado Castillo 1	14.5	24.075184	-99.02093
Ejido Conrado Castillo 9	14.5	24.056099	-99.02827
Huerta El Tejón 1	50	24.038193	-98.889534
Ejido Marte R. Gómez 2	72.95	24.06817	-99.0434
Ejido Marte R. Gómez 4	72.95	24.076044	-99.05218
Ejido Guadalupe Victoria 7	41	24.056377	-99.13623
Huerta El Lucero	100	24.096743	-98.98633
Ejido José López Portillo 3	34	24.041996	-99.01711
Ejido José Silva Sánchez 2	233	24.124647	-99.05361
Ejido José Silva Sánchez 1	233	24.08227	-99.07351
Ejido Conrado Castillo 2	14.5	24.06979	-99.02477

El ARCO 2 estuvo conformado por 3 491.23 ha, 49 huertas comerciales (Cuadro 2) sembradas con naranja valencia. La edad promedio de los árboles fue de 15 años, la separación entre los árboles y líneas fue de cuatro y siete metros. Los árboles fueron regados con un sistema de riego rodado.

Cuadro 2. Superficie y localización geográfica de las huertas de naranja valencia *Citrus sinensis* (L.) Osbeck del ARCO 2 ubicadas en el El Carmen y Estación Santa Engracia.

Huerta comercial	Superficie (ha)	Latitud	Longitud
Ejido El Arco 8	22.65	23.99976	-99.25969
Ejido El Arco 1	22.65	24.009975	-99.256165
Ejido El Arco 4	22.65	24.011806	-99.26059
Ejido San Isidro 2	43	24.015835	-99.24684
Ejido El Arco 6	22.65	24.018017	-99.26326
Ejido El Arco 3	22.65	23.988935	-99.171196
Ejido El Porvenir 3	18.5	23.99402	-99.259415
Ejido El Porvenir 2	18	23.984842	-99.17778
Ejido El Arco 10	22.65	23.991343	-99.254845
Ejido San Isidro 1	43.28	24.008848	-99.24169
Ejido El Arco 9	22.65	24.020386	-99.25239
Ejido El Arco 7	22.65	24.008661	-99.248955
Ejido El Arco 2	22.65	24.012655	-99.24023
Ejido Guillermo Zúñiga 6	74.14	24.044983	-99.20357
Ejido El Arco 5	22.65	24.018524	-99.25535
Ejido Guillermo Zúñiga 3	74.14	24.019312	-99.19423
Ejido Vicente Guerrero 1	61	24.035128	-99.21106
Ejido Emiliano Zapata 3	90.51	24.035948	-99.23369
Ejido Guillermo Zúñiga 7	74.14	24.033747	-99.18054
Ejido Emiliano Zapata 1	90.51	24.037302	-99.22089
Ejido Emiliano Zapata 4	90.51	24.048454	-99.19514
Ejido Benito Juárez 3	94	24.04681	-99.220184
Ejido Guillermo Zúñiga 8	74.14	24.02302	-99.24403
Ejido Balconcitos 4	27.92	24.016384	-99.216675
Ejido San José de Santa Engracia 1	728.11	24.024101	-99.236465
Ejido Vicente Guerrero 2	61	24.044575	-99.211586
Ejido El Porvenir 1	18.5	23.984312	-99.181885
Ejido Vicente Guerrero 3	61	24.041195	-99.21406
Ejido La Diana 1	374.42	23.995256	-99.14137
Ejido Guillermo Zúñiga 5	74.14	24.033224	-99.19679
Ejido Benito Juárez 1	94	24.049835	-99.23015
Ejido Guillermo Zúñiga 9	74.14	24.050026	-99.20151
Ejido Guillermo Zúñiga 1	85.99	24.017195	-99.1816
Ejido Guillermo Zúñiga 2	74.18	24.025429	-99.1884
Ejido Balconcitos 6	27.92	24.018547	-99.2217

Huerta comercial	Superficie (ha)	Latitud	Longitud
Ejido Balconcitos 3	27.92	24.015446	-99.229996
Huerta las Enramadas	50	24.023846	-99.21707
Ejido Benito Juárez 2	94	24.042488	-99.244865
Ejido La Rosita 1	43.07	24.0049	-99.2263
Ejido La Rosita 3	43.07	24.008351	-99.22203
Ejido Balconcitos 1	27.92	24.011097	-99.20382
Ejido Guillermo Zúñiga 4	74.14	24.027617	-99.198105
Ejido Balconcitos 5	27.92	24.016468	-99.23209
Ejido Balconcitos 2	27.92	24.013247	-99.21983
Ejido Emiliano Zapata 2	90.51	24.042408	-99.2314
Ejido La Rosita 2	43.07	24.004097	-99.232506
Ejido Ceylán 1	34	23.97847	-99.14093
Ejido Acatlán	100	23.96543	-99.13133
Ejido Ceylán 2	34	23.9817	-99.14491

El ARCO 3 estuvo conformado por 1 575.75 ha, 18 huertas comerciales (Cuadro 3) sembradas con árboles de limón italiano. La edad promedio de los árboles fue de cinco años, la separación entre los árboles y líneas fue de cuatro y siete metros. Los árboles fueron regados con un sistema de riego por microaspersión.

Cuadro 3. Superficie y localización geográfica de las huertas de limón italiano *Citrus limon* (L.) Burn f. del ARCO 3 ubicadas en el municipio de Güémez y Ciudad Victoria.

Huerta comercial	Superficie (ha)	Latitud	Longitud
Huerta La Viuda	55	23.915712	-99.09632
Huerta La Providencia 3	50	23.914999	-99.07397
Huerta Tres Sabinos	30	23.900478	-99.05132
Huerta Macabeos 4	56	23.925621	-99.02932
Ejido Esfuerzo Del Campesino 2	2	23.937151	-99.12753
Huerta El Filósofo	53.25	23.916235	-99.06931
Huerta Najita	116	23.922585	-99.046234
Huerta La Ilusión	127.4	23.928032	-99.05204
Huerta La Querencia	60	23.917574	-99.050766
Ejido La San Juana 3	3.4	23.924044	-99.133865
Huerta El Contador	21	23.929514	-99.24125
Huerta El Cuatro	19	23.936605	-99.23088
Huerta El Jericob	74.61	23.885063	-99.13875
Huerta La Pomarosa	40	23.889816	-99.04195
Huerta Nuevo Guadalupe	181	23.884377	-99.031525
Huerta El 12	101.45	23.821293	-99.0759
Huerta Teresitas	251	23.899931	-99.183525
Huerta Laborcitas	334.64	23.851086	-99.09927

Registro de la fenología de los árboles de cítricos

El registro de la fenología de los cultivos de naranja valencia y limón italiano se realizó cada ocho días tomando como referencia lo publicado por Robles y Delgadillo (2010); Lozano y Jasso (2012).

Monitoreo de adultos de *D. citri* en los ARCO'S

Los adultos fueron capturados con trampas de color amarillo de 7.5 cm por 12.5 cm, estampadas con una cuadrícula negra de 1.5 cm y acompañadas de una base cubierta con el adherente Stick Bug 50%®. En las huertas, las trampas fueron colocadas con base en el manual operativo de la campaña del HLB. Se colocaron 10 trampas en la periferia (sur-este) y 10 trampas en línea transversal a esta, a una distancia entre trampas de 12 m y 1.2 m del nivel del suelo. Las trampas fueron remplazadas cada ocho días y el número de adultos fue cuantificado en el laboratorio. En el ARCO 1, ARCO 2 y ARCO 3 se instalaron 1 300, 980 y 360 trampas.

Análisis estadístico

El número de individuos de *D. citri* fueron agrupados en seis categorías con rangos de 0 a 100 individuos tomando como referencia que el número menor de adultos capturados por mes es de 20 y el mayor de 134 (Flores *et al.*, 2017). Las categorías de las densidades poblacionales del insecto fueron: plaga 1 (0 individuos), plaga 2 (1 a 100 individuos), plaga 3 (100 a 200 individuos), plaga 4 (200 a 300 individuos), plaga 5 (300 a 400 individuos) y la plaga 6 (400 a 500 individuos). Las categorías fueron asociadas con las fases de brotación, brotación-fructificación, brotación-floración, brotación-desarrollo y dormancia de huertos comerciales de naranja valencia (ARCO 1 y 2) y limón italiano (ARCO 3).

Finalmente, las categorías fueron sometidas a un análisis multivariado de correspondencia múltiple (Benzécri, 1973; Greenacre, 1983). El análisis considera el porcentaje de inercia de los ejes X y Y interpretándose el que presenta el mayor porcentaje de inercia. La interpretación de los resultados consiste en asociar las categorías con mayor cercanía considerando datos de frecuencia sin perder la identidad u origen de los sitios muestreados (Rencher, 2002).

Resultados y discusión

Fenología del cultivo de naranja valencia y limón italiano

Los árboles de naranja valencia presentaron la siguiente fenología: producción de brotes, floración, desarrollo del fruto, dormancia y fructificación. La producción de brotes se presentó de enero a julio y de octubre a diciembre, la fructificación ocurrió en enero y en diciembre. La floración inicio a finales de marzo y finalizó en la tercera semana de abril, la fase de desarrollo inició a finales de abril y finalizó en julio y la fase de dormancia ocurrió a finales de julio y finalizó en la primera semana de octubre. Por otro lado, los árboles de limón italiano presentaron la siguiente fenología: producción de brotes, floración, desarrollo del fruto y fructificación. La producción de brotes ocurrió todo el año, la fructificación se presentó en enero y en diciembre, la floración inició a finales de marzo y finalizó en la tercera semana de abril y la fase de desarrollo inició a finales de abril y finalizó en julio.

Abundancia estacional de *D. citri* asociada a las fases fenológicas de los cítricos en los ARCO'S

En 2015, la población de *D. citri* presentó dos asociaciones significativas con las fases fenológicas en los tres ARCO'S $X^2= 1664.78$, $df= 121$ (Figura 2). Poblaciones de 1 a 100 individuos se asociaron con la fase de brotación-desarrollo en el ARCO 1 (A1). Mientras que, poblaciones de 1 a 100 individuos se asociaron con la fase de brotación-desarrollo, brotación-floración y dormancia en el ARCO 2 (A2) y las densidades poblacionales de 100 a 200 individuos se asociaron con la fase de brotación en el ARCO 3 (A3).

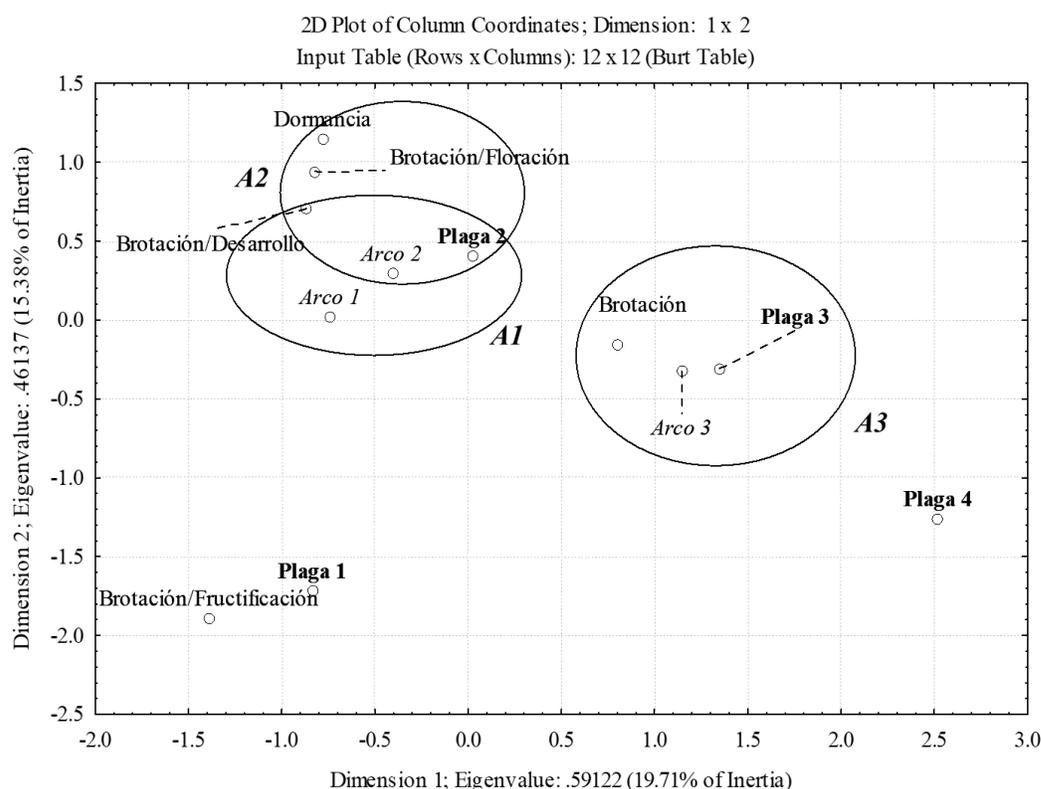


Figura 2. Análisis de la asociación de la abundancia estacional de *Diaphorina citri* en las fases fenológicas del cultivo de naranja valencia y limón italiano en tres áreas regionales de control en 2015. Las categorías de las densidades poblacionales del insecto fueron plaga 1 (0 individuos), plaga 2 (1 a 100 individuos), plaga 3 (100 a 200 individuos), plaga 4 (200 a 300 individuos), plaga 5 (300 a 400 individuos) y la plaga 6 (400 a 500 individuos).

En 2016, los adultos de *D. citri* presentaron asociación significativa con las fases fenológicas en los tres ARCO'S $X^2= 1998.24$, $df= 169$ (Figura 3). Poblacionales de 100 a 200 individuos se asociaron con la fase de brotación-desarrollo en el ARCO 1 (A1). Mientras que, poblaciones de 400 a 500 individuos se asociaron con la fase brotación-desarrollo en el ARCO 2 (A2). Del mismo modo, densidades de 400 a 500 individuos se asociaron con la fase de brotación en el ARCO 3 (A3).

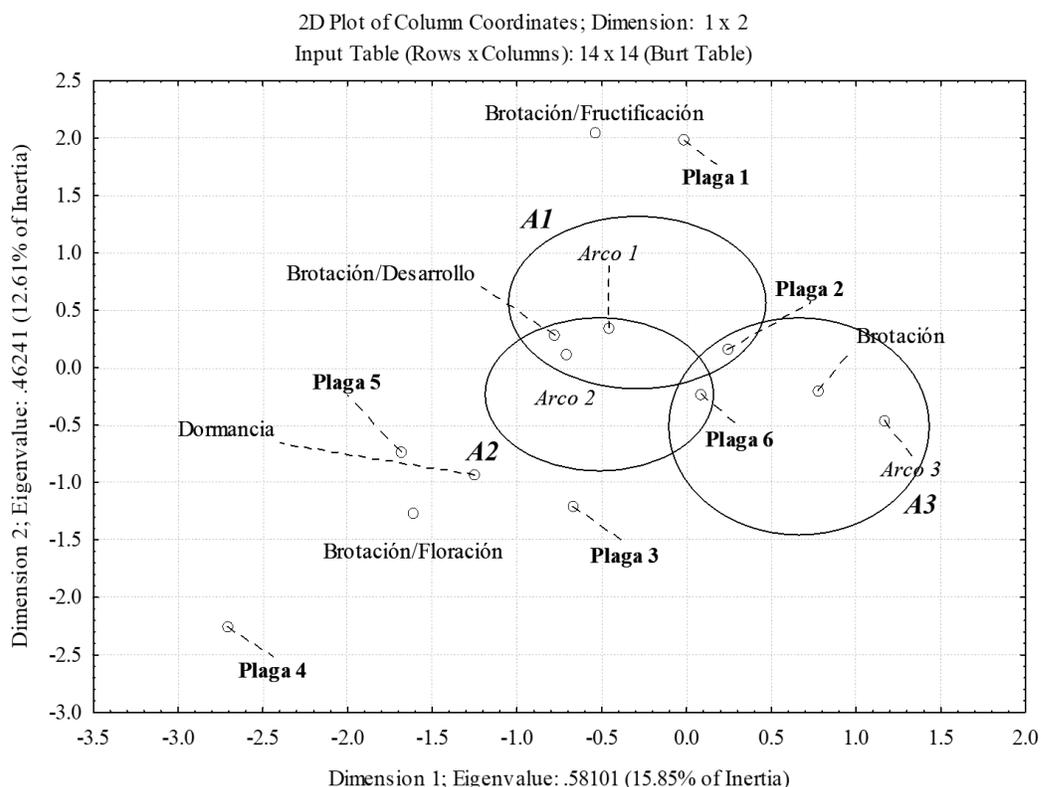


Figura 3. Análisis de la asociación de la abundancia estacional de *Diaphorina citri* en las fases fenológicas del cultivo de naranja valencia y limón italiano en tres áreas regionales de control en 2016. Las categorías de las densidades poblacionales del insecto fueron plaga 1 (0 individuos), plaga 2 (1 a 100 individuos), plaga 3 (100 a 200 individuos), plaga 4 (200 a 300 individuos), plaga 5 (300 a 400 individuos) y la plaga 6 (400 a 500 individuos).

En 2017, se presentaron dos asociaciones entre el número de individuos de *D. citri* con las fases fenológicas en los tres ARCO'S ($X^2 = 2087.39$, $df = 169$ (Figura 4). La primera asociación se llevó a cabo con densidades poblacionales de 1 a 200 individuos en la fase de brotación en el ARCO 3 (A3). Para la segunda asociación, poblaciones de 200 a 300 individuos se asociaron con las fases de brotación-floración y brotación-desarrollo en los ARCO'S 1 y 2 (A1, A2).

En 2018, la población de *D. citri* presentó asociaciones significativas con las fases fenológicas en los tres ARCO'S ($X^2 = 2313.21$, $df = 196$ (Figura 5). Densidades poblacionales de 1 a 100 individuos se asociaron con las fases de brotación, brotación-floración, brotación-fructificación y dormancia en el ARCO 1 (A1). Densidades poblacionales de 100 a 200 individuos se asociaron con la fase brotación-desarrollo en el ARCO 2 (A2). Por último, densidades de 200 a 300 individuos fueron asociadas con la fase de brotación en el ARCO 3 (A3).

La abundancia de *D. citri* fue diferente en los ARCO'S y en los años de estudio. De acuerdo con Razeto (2005), la variedad del cultivar y la producción de brotes en los árboles de cítricos influye en la abundancia de *D. citri*. En el presente trabajo, la diferencia en la abundancia de *D. citri* posiblemente fue debido a la cantidad y al período de producción de brotes en el cultivo de naranja valencia y limón italiano, ya que el cultivo de naranja produce menos brotes (38.70 brotes/mes) al año que el cultivo de limón (673.5 brotes/mes) (Medina *et al.*, 2007; Chávez *et al.*, 2016).

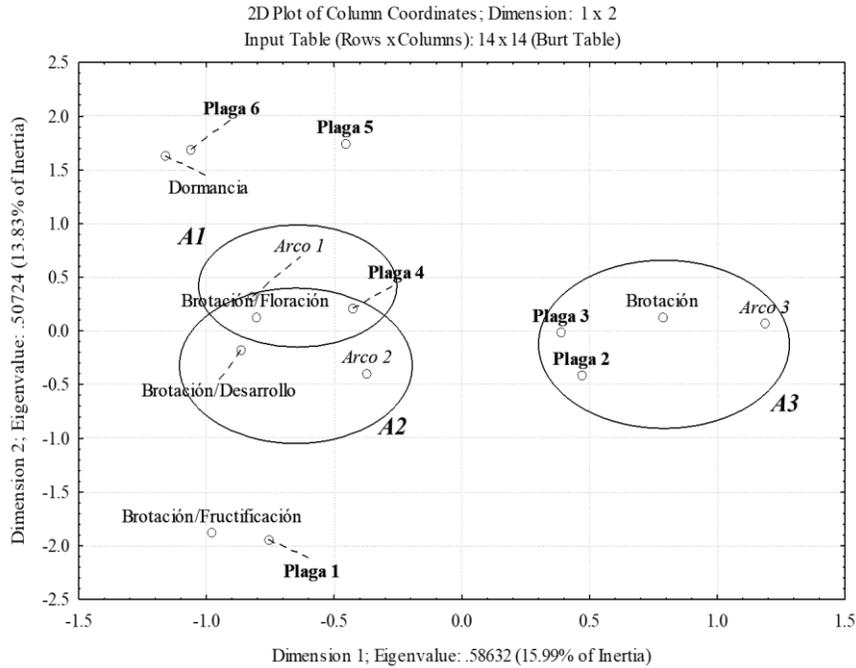


Figura 4. Análisis de la asociación de la abundancia estacional de *Diaphorina citri* en las fases fenológicas del cultivo de naranja valencia y limón italiano en tres áreas regionales de control en 2017. Las categorías de las densidades poblacionales del insecto fueron plaga 1 (0 individuos), plaga 2 (1 a 100 individuos), plaga 3 (100 a 200 individuos), plaga 4 (200 a 300 individuos), plaga 5 (300 a 400 individuos) y la plaga 6 (400 a 500 individuos).

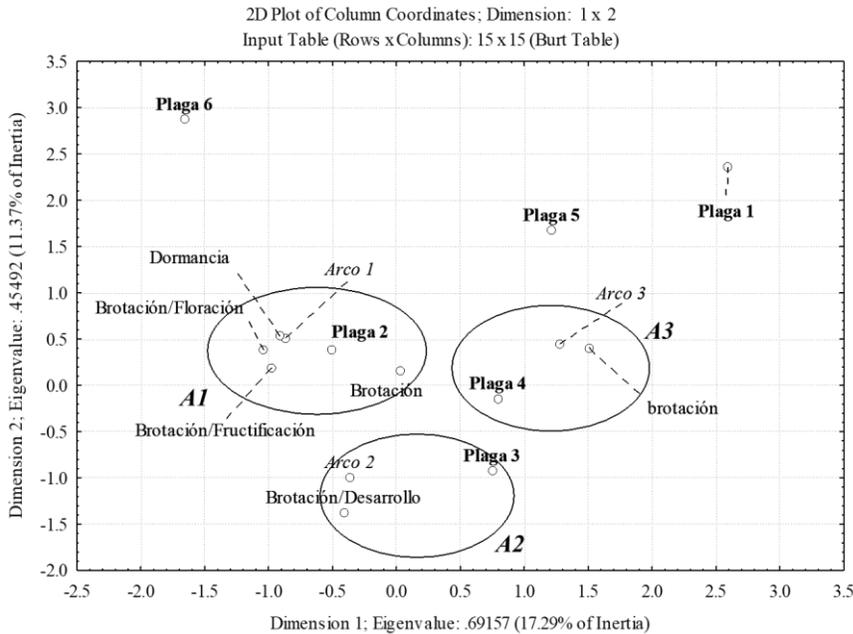


Figura 5. Análisis de la asociación de la abundancia estacional de *Diaphorina citri* en las fases fenológicas del cultivo de naranja valencia y limón italiano en tres áreas regionales de control en 2018. Las categorías de las densidades poblacionales del insecto fueron plaga 1 (0 individuos), plaga 2 (1 a 100 individuos), plaga 3 (100 a 200 individuos), plaga 4 (200 a 300 individuos), plaga 5 (300 a 400 individuos) y la plaga 6 (400 a 500 individuos).

En los ARCOS, los árboles del cultivo de naranja valencia produjeron brotes de enero a julio y de octubre a diciembre. Mientras que, los árboles del cultivo de limón italiano presentaron brotes todo el año, posiblemente por el sistema de riego por microaspersión, uso de fertilizantes, poda de los árboles y porque los árboles de limón son más jóvenes (cinco años) que los árboles de naranja (Pluke *et al.*, 2008). Mientras que, las huertas del cultivo de naranja no cuentan con un sistema de riego, el uso de fertilizantes es limitado y los árboles tienen en promedio 15 años.

En los tres años, la mayor abundancia de *D. citri* registrada en el ARCO 3 estuvo asociada a la fase de brotación del cultivo de limón italiano. Mientras que, la mayor abundancia registrada en el ARCO 1 y ARCO 2 estuvo asociada a la fase de brotación y brotación-desarrollo del cultivo de naranja valencia. En ambos cultivos, *D. citri* ocurre en la fase de producción y desarrollo de brotes, debido a que los adultos y las ninfas se alimentan de estos para madurar sus huevos y completar el desarrollo (Ortega *et al.*, 2013). Aunque también, los adultos se alimentan y sobreviven por varios meses en las hojas desarrolladas (Tsai *et al.*, 2002; Fernández y Miranda, 2005; Stansly y Qureshi, 2007; Qureshi y Stansly, 2008). Hall *et al.* (2008) indicaron que los picos poblacionales de *D. citri* ocurren cuando existen condiciones ambientales favorables y disponibilidad de brotes.

Al respecto, el cultivo de limón italiano produjo brotes todo el año (de diciembre a marzo se observó la abundancia mayor de brotes) y *D. citri* estuvo presente en los árboles. De forma similar, esto ha ocurrido en el cultivo de limón mexicano en el municipio de Apatzingán, Michoacán (Luna *et al.*, 2018). *D. citri* está presente durante todo el año debido a que el cultivo produce brotes de forma constante. Sin embargo, el pico poblacional máximo ocurre en el mes de agosto a causa de las condiciones ambientales favorables para el insecto. Resultado similar fue determinado en el limón persa (*C. latifolia*) en el municipio de Huimanguillo, Tabasco (García *et al.*, 2013).

Al igual que en las huertas de limón mexicano, este cultivo produce brotes de forma constante y la abundancia mayor de *D. citri* ocurren de marzo a julio. De forma contraria, en el limón mexicano en Acapulco, Guerrero, la población menor de adultos de *D. citri* se presentó en febrero, cuando los árboles estaban en la etapa de producción de brotes. Mientras que, la abundancia mayor ocurrió en abril y en noviembre, en la etapa de amarre y desarrollo del fruto, respectivamente. En este caso la baja precipitación (Botero *et al.*, 2014) y temperatura óptima jugaron un papel importante en la ocurrencia de picos poblacionales altos de *D. citri* en los árboles (25 a 28 °C) (Liu y Tsai, 2000; Paris *et al.*, 2017).

De forma contraria al cultivo de limón italiano, los árboles del cultivo de naranja valencia no produjeron brotes todo el año. Sin embargo, la mayor abundancia de *D. citri* ocurrió en fase de producción de brotes y en el desarrollo de estos. Resultado similar fue reportado por Ortega *et al.* (2013) en Cazonas, Veracruz. Los autores registraron los periodos de mayor abundancia de *D. citri* en los árboles de naranja (*C. sinensis cv* Mars, *C. sinensis cv* Valencia) y lima de chiche (*C. limetta*) de febrero a abril y en julio, que coinciden con la fase de producción y desarrollo de brotes.

Conclusiones

Durante los años 2015 al 2018 el tamaño poblacional de *D. citri* fue diferente en los tres ARCO'S. En este resultado la fenología del cultivo jugó un papel importante. Debido a que, la abundancia mayor del insecto se registró en la fase de producción de brotes vegetativos.

Agradecimientos

Al Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Tamaulipas (CESAVETAM) por el apoyo en la realización de la presente investigación y, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada al C. Ricardo Álvarez Ramos para realizar el Doctorado en Ciencias en Biología en el Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Tamaulipas.

Literatura citada

- Benzécri, J. P. 1973. L'Analyse des données. l'analyse des correspondances. Ensieta. Paris. 119 p.
- Botero, V.; Ochoa, A.; Gastón, J. Z.; Ortiz, R. A.; Fuel, T. S. M.; Moná, F. E.; Marcela, M. L.; Guarín, H. J.; Orduz, R. J. O.; Chaparro, Z. H. N. y Arévalo, P. E. 2014. Identificación de la dinámica poblacional de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en los cultivos de cítricos de Colombia: una herramienta para implementar un sistema piloto de seguimiento de poblaciones del insecto vector del HLB. Universidad nacional de Colombia. Medellín, Colombia. 89 p.
- Chávez, J. A.; Flores, G. L.; Góngora, A. M.; Gómez, R. L. y García, C. B. 2016. Distribución temporal de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) en el municipio de Sinaloa, Sinaloa. Entomol. Mex. 3(1):324-329.
- Díaz, G.; López, J. I.; Sánchez, I.; Guajardo, R. A.; Mora, G. y Quijano, J. A. 2014. Áreas de abundancia potencial en México del vector del Huanglongbing, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). Rev. Mex. Cienc. Agríc. 5(7):1137-1153.
- Fernández, M. y Miranda, I. 2005. Comportamiento de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). Parte III. Relación entre el ciclo de vida y el brote vegetativo foliar. Rev. Protección Vegetal. 20(3):161-164.
- Flores, J. C.; Aguilar, C.; Alcántara, J. A.; Ayvar, S. y Catalán, G. 2017. Fluctuación poblacional del psílido *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) en limón mexicano en Acapulco, Guerrero. Acta Agrícola y Pecuaria. 3(2):58-60.
- García, D.; Sánchez, S.; Romero, J. y Pérez, J. 2013. Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en limón persa (*Citrus latifolia*), en Huimanguillo, Tabasco, México. Rev. Colomb. Entomol. 39(2):201-204.
- Garza, J. J.; Varela, S. y Gómez, W. 2017. Métodos para la detección presuntiva de Huanglongbing (HLB) en cítricos. CienciaUAT. 2(2):93-104.
- Greenacre, J. 1983. Theory and applications of correspondence analysis. London. Academic Press. 364 p.
- Hall, D. G.; Hentz, M. G., and Aldair, R. C. 2008. Population ecology and phenology of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in two Florida citrus groves. Entomological Society of America. 37(4):914-924.
- Liu, Y. H. and Tsai, J. H. 2000. Effects of temperature on biology and life table parameters of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). Annals Appl. Biol. 137(3):201-206.
- López-Arroyo, J. I.; Peña, M. A.; Rocha-Peña, M. A. y Loera, J. 2005. Ocurrencia en México del psílido asiático *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). In: Memorias del VII congreso internacional de fitopatología. Chihuahua, Chih. México. 86 p.
- Lozano, M. G. y Jasso, J. 2012. Identificación de enemigos naturales de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en el estado de Yucatán, México. Fitosanidad. 16(1):5-11.

- Luna, A.; Escamilla, J. L.; Barrera, S. I. y Loera, E. 2018. Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) en el Valle de Apatzingán, Michoacán. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie). 34(1):1-4.
- Medina, V. M.; Zapiaín, G.; Robles, M. M.; Pérez, O.; Orozco, M.; Williams, T. y Becerra, S. 2007. Fenología, eficiencia productiva y calidad de fruta de cultivares de naranjo en el trópico seco de México. Rev. Fitotec. Mex. 30(2):133-143.
- Mora, G.; Robles, P.; López, J. I.; Flores, J.; Acevedo, G.; Domínguez, D. y González, R. 2014. Situación actual y perspectivas del manejo del HLB de los cítricos. Rev. Mex. Fitopatol. 32(2):108-119.
- Ortega, L. D.; Ramírez, A. J.; Mendoza, E. E. y Villegas, A. 2013. Abundancia estacional de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en plantaciones de cítricos en cazones, Veracruz, México. Acta Zoológica Mexicana. 29(2):317-333.
- Paris, M. T.; Allan, S. A.; Hall, D. G.; Hentz, M. G.; Croxton, S. D.; Ainpudi, N. and Stansly, P. A. 2017. Effects of temperature, photoperiod, and rainfall on morphometric variation of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). Environ. Entomol. 46(1):143-158.
- Pluke, R. W. H.; Qureshi, J. A. and Stansly, P. A. 2008. Citrus flushing patterns, *Diaphorina citri* (Hemiptera: psyllidae) populations and parasitism by *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) in Puerto Rico. Florida Entomologist. 91(1):36-42.
- Qureshi, J. A. and Stansly, P. A. 2008. Rate, placement, and timing of aldicarb applications to control asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), in oranges. Pest Manag. Sci. 64(11):1159-1169.
- Razeto, B. 2005. El limonero. Santiago de Chile. Fundación para la innovación agraria. 21-36 pp.
- Rencher, A. 2002. Methods of multivariate analysis. New York. Wiley-Interscience A John & Sons, Inc. 727 p.
- Robles, P. L. y Delgadillo, I. 2010. Protocolo de actuación para la detección del huanglongbing. Dirección de protección fitosanitaria. 39 p.
- SIAP. 2019. Servicio de información agropecuaria y pesquera. SAGARPA. México.
- Stansly, P. A. and Qureshi, J. A. 2007. Insecticidal control of Asian citrus psyllid through foliar applications on orange, 2006. Arthropod Management Tests. 29(1):14-23.
- Tsai, J. H.; Wang, J. J. and Liu, Y. H. 2002. Seasonal abundance of the asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in southern florida. Florida Entomologist. 85(3):446-451.