



CONTROL DE *DIAPHORINA CITRI* EN CÍTRICOS

Responsable:

Edgardo Cortez Mondaca

Institución Ejecutora:

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,
Agrícolas y Pecuarias

Colección



Tecnologías
para el
productor



Control de *Diaphorina citri* en cítricos

Edgardo Cortez Mondaca*
Jesús Pérez Márquez**
Heidi Melania Montenegro**
Víctor Manuel González*

*Campo Experimental Valle del Fuerte del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

**Campo Experimental Valle de Culiacán.

ÍNDICE

Introducción.....	7
Objetivos.....	9
Metodología.....	10
PAQUETE TECNOLÓGICO VALIDADO DE MANEJO INTEGRADO DE <i>D. CÍTRI</i> , CON HUERTAS COMERCIALES DE PRODUCTORES COOPERANTES.....	13
Resultados obtenidos	15
Productos obtenidos	21
Conclusiones	22

INTRODUCCIÓN

En julio de 2009 el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) en México, a través de la Dirección General de Sanidad Vegetal, diagnosticó seis muestras positivas al HLB¹ en árboles de traspatio originarios de la localidad El Cuyo, Tizimín, en el norte de Yucatán, México.

En noviembre de 2009, el HLB fue detectado en los municipios de Bahía de Banderas, Compostela y San Blas, en Nayarit, así como en el municipio de Puerto Vallarta, Jalisco, y en junio de 2010 se detectó en Sinaloa.

El objetivo de continuar con este proyecto es corroborar los resultados obtenidos durante dos años consecutivos [determinar la preferencia (abundancia) y dinámica poblacional de *D. citri* en diferentes especies de cítricos en el valle de Culiacán, Sinaloa] y definir qué especie de cítrico es más reproductora de *D. citri*, en el norte de Sinaloa y en el valle de Culiacán.

Resultados norte de Sinaloa 2008-2009

Información sobre la dinámica poblacional de *D. citri* en las etapas de adulto, huevecillo, ninfas chicas y ninfas grandes: el insecto se presentó de forma constante en todos los estados de desarrollo en las especies de cítricos monitoreadas (limón, naranja, toronja, clementina y mandarina),

¹ *Huanglongbing*: enfermedad producida por bacterias, que afecta diversas especies de plantas del género *Citrus*, entre ellos limón, naranja, mandarina. También se le conoce por las iniciales HLB y por el nombre inglés *Greening* o *Ex-Greening*.



Figura 1. Brote de limón infestado con ninfas de *D. citri*.

mostrando mayor abundancia por determinadas especies de cítricos de acuerdo a la etapa de desarrollo biológico.

Los picos poblacionales del insecto ocurrieron en las épocas de brotación de los árboles, principalmente iniciado el periodo de lluvia en la región: en la cuarta semana de agosto; primera semana de octubre; segunda y tercera de noviembre; primera semana de diciembre (2008); primera semana de enero; y segunda y tercera semana de marzo (2009).

La abundancia del insecto plaga difirió en las distintas huertas: en La Despensa, Ahome, presentó la mayor infestación, respecto a la huerta Cuchujaqui y Sinaloa de Leyva. Esto se debió a una abundante brotación que se generó en La Despensa después de daños provocados por un huracán en agosto de 2008, en el municipio de Ahome, próximo a Higuera de Zaragoza.

El insecticida biorracional (por su efecto sistémico) Thiametoxam a dosis de 0.5 mililitros por litro (mL/L) de agua, fue el más efectivo (86.6 %) para matar ninfas de primer instar (más susceptibles) de *D. citri*. Pero con el extracto de canela se obtuvo la mayor incidencia de parasitoides. Los insecticidas clorpirifos y Thiametoxam no permitieron emergencia de parasitoides.

Avance de resultados ejercicio 2009-20010

El comportamiento del insecto se corroborará con los del ciclo anterior en

el norte de Sinaloa, la presencia del insecto en los cítricos es permanente, mostrando en general las mismas tendencias respecto a la preferencia por especie de cítrico (limón y toronja principalmente), así como los mismos incrementos poblacionales respondiendo a la brotación de los frutales, a fines de agosto, inicio de octubre, mitad de noviembre, inicio de diciembre, pero especialmente en la brotación de primavera (2009) entre marzo y abril, principalmente.

En el valle de Culiacán, los picos poblacionales de huevecillos y ninfas chicas detectados correspondieron a épocas de brotación de los frutales: principalmente en la cuarta semana de agosto; cuarta semana de septiembre; primera semana de octubre; segunda y tercera semana de noviembre; todas en 2009 (Figuras 1 y 2), lo cual concuerda con el comportamiento del insecto. Las hembras solo ovipositan (depositan huevecillos) en ramas tiernas, y en la ausencia de estas cesan la oviposición temporalmente.

Durante el desarrollo de este proyecto se registró en forma constante, en todos los muestreos, los diferentes estados de desarrollo del insecto, en las cuatro especies de cítricos muestreados (limón, toronja, naranja y mandarina) en el valle de Culiacán, de acuerdo con resultados reportados en el norte de Sinaloa.

La abundancia de *D. citri* en cada etapa de desarrollo varió de acuerdo a las especies de cítricos. Los resultados relacionados con la preferencia del insecto por especie de cítrico, y de la dinámica poblacional en el valle de Culiacán, coinciden con los obtenidos por otros autores en diferentes regiones. Y, aunque son parciales —ya que corresponden solo a una fracción de tiempo del estudio completo—, presentan tendencias definidas y homogéneas.

Después de dos evaluaciones de efectividad biológica de insecticidas biorracionales, el jabón AgroSoap Plus arrojó una efectividad de 96 % de mortalidad de ninfas grandes, y una mezcla de hongos entomopatógenos² (*Metharrizium*, *Beuveria* y *Paecilomyces*) provocó 73 % de muerte de ninfas).

OBJETIVOS

1.Determinar el potencial reproductivo de *Diaphorina citri* en diferentes especies de cítricos en el norte de Sinaloa y en el valle de Culiacán, Sinaloa.

2.Documentar el efecto de otros insecticidas biorracionales³ que se evalúen, sobre la presencia y abundancia de enemigos naturales (el parasitoide *Tamarixia radiata*) de *D. citri*.

2 Entomopatógenos: organismos causantes de enfermedades en los insectos.

3 Biorracional: a diferencia de los plaguicidas sintéticos tradicionales clasificados por sus características químicas, los plaguicida biorracionales se caracterizan por no presentar ningún riesgo al ambiente; al aplicarse tienen una rápida descomposición por lo que su residualidad es muy baja; presentan un control efectivo y se requieren concentraciones bajas de producto; son muy seguros para los operadores y son compatibles con sistemas de manejo integrado de plagas debido a su selectividad y corta residualidad.



Figura 3. Hoja con ninfas de *D. citri*.

METODOLOGÍA

Componente tecnológico generado para el manejo fitosanitario del psílido de los cítricos (*Diaphorina citri*) en Sinaloa

Programa de estrategias de manejo basado en la dinámica poblacional de *Diaphorina citri*, insecticidas biorracionales con efecto agudo superior a 80 % de mortalidad, insecticidas convencionales de amplio espectro para aplicación en picos poblacionales de la plaga, conservación de enemigos naturales de *D. citri*, liberaciones de crisopa comanche, podas y deschupone periódico de árboles de frutales, y monitoreo de la plaga (31 de agosto de 2010).

Dinámica poblacional de *D. citri* corroborada, en diferentes especies de cítricos en Sinaloa

1. Corroboración de dinámica poblacional de *D. citri* en diferentes especies de cítricos por tercer año consecutivo en el norte de Sinaloa (Valle de El Fuerte) y por segundo año en el centro del estado (valle de Culiacán), inspeccionando la presencia del insecto plaga, en estado adulto, huevecillo, ninfas chicas y ninfas grandes, en trampas de impactación y brotes tiernos de 5 centímetros (cm) de longitud. Se tomó en cuenta la fenología o etapa de desarrollo de cada especie de cítrico (naranja, limón, toronja, clementina y mandarina), especialmente las épocas de brotación (31 de agosto de 2010).

2. Se realizaron alrededor de 24 monitoreos, entre junio y noviembre de 2010 en el centro y norte de Sinaloa (30 de noviembre de 2010).

3. Además, se han obtenido datos de la capacidad de brotación por especie de cítrico, para correlacionarla con la presencia y abundancia del insecto plaga. Se realizaron alrededor de 36 monitoreos de la dinámica poblacional del insecto y 18 monitoreos de la capacidad de brotación por especie de cítrico durante junio y febrero en el centro y norte de Sinaloa (28 de febrero de 2011).

4. Se concluyeron las actividades programadas en el proyecto, se realizaron alrededor de 50 monitoreos de la dinámica poblacional del insecto y 25 monitoreos de la capacidad de brotación por especie de cítrico, entre junio de 2010 y mayo de 2011, en el centro y norte de Sinaloa (31 de mayo de 2011).

Preferencia corroborada y potencial de reproducción de *D. citri* generada por especie de cítrico en Sinaloa

1. De junio de 2010 a mayo de 2011 se corrobora la preferencia del insecto por alguna de las especies de cítricos en las que se monitorea *D. citri*, y se determina la capacidad de brotación de cada especie de cítrico monitoreada, contabilizando cada 15 días el número de brotaciones tiernas (hasta 5 cm de longitud), para definir si las especies preferidas son también las mismas que tienen mayor capacidad de reproducción del insecto plaga (31 de agosto de 2010).

2. Durante el trimestre de septiembre a noviembre de 2010 se corrobora la preferencia de *D. citri* por especie de cítrico. Los datos para definir la capacidad de brotación de cada especie de cítrico, muestran una mayor en las especies de limón, seguida por toronja. La mandarina muestra la menor capacidad de brotación. Lo anterior se correlaciona positivamente con el comportamiento del insecto (30 de noviembre de 2010).

3. Durante el trimestre diciembre 2010 a febrero 2011 se repiten los resultados del trimestre de septiembre a noviembre de 2010 (28 de febrero de 2011).

4. Durante el trimestre marzo-mayo 2011 se repiten los resultados del trimestre diciembre 2010 a febrero 2011 (31 de mayo de 2011).

Efectividad biológica determinada de otros insecticidas biorracionales para el control de *D. citri* y efecto sobre enemigos naturales

1. De junio de 2010 a mayo de 2011 se evaluaron insecticidas con efectividad biológica aguda para control de *D. citri*, no evaluados en ejercicios anteriores, determinando la efectividad de cada insecticida biorracional de acuerdo a diferentes estados de desarrollo del insecto plaga, así como el efecto sobre el depredador crisopa (31 de agosto de 2010).

2. Se evaluaron cinco jabones domésticos (Salvo, Foca, Ariel, Blanca Nieves y Vel Rosita) para probar la efectividad biológica sobre *D. citri*, incluyendo el testigo insecticida comercial Talstar (bifentrina). La efectividad biológica mostrada por los jabones fue muy reducida, por debajo del



Figura 5. Huevecillos de *D. citri*.

25 % de mortalidad, en cambio el insecticida convencional mató del 84 al 100 % de la *Diaphorina* en diferentes estados de desarrollo aplicados (8 de octubre de 2010).

3. Durante el tercer trimestre (diciembre de 2010 a febrero de 2011) no se realizó ninguna prueba de la efectividad biológica de insecticidas contra *D. citri*. Las próximas pruebas de efectividad, al menos dos más, se realizaron en el periodo del cuarto trimestre (28 de febrero de 2011).

4. Durante el cuarto trimestre (marzo-mayo de 2011) se practicaron dos evaluaciones de efectividad biológica de insecticidas: en la primera se probaron insecticidas novedosos sistémicos. En la segunda se probaron insecticidas naturales y tres de los insecticidas novedosos que mostraron elevada efectividad a dosis reducidas; además, se probó el efecto sobre el depredador crisopa (31 de mayo de 2011).

Efectividad determinada de de programa de manejo integrado de *D. citri* en huertos comerciales de productores cooperantes

1. Al final del ejercicio (junio de 2010 a mayo de 2011) se conocerá la efectividad del programa de manejo de *D. citri* validado actualmente en tres huertas de cítricos de productores cooperantes en Sinaloa. Hasta la fecha se han establecido las parcelas de validación en los municipios: Culiacán, Mocorito y Salvador Alvarado, realizando acciones de podas y deschupone de árboles (31 de agosto de 2010).

2. Al final del ejercicio 2010-2011 se conocerá la efectividad del programa de manejo de *D. citri*, validado actualmente en tres huertas de cítricos. La efectividad o vialidad del programa de Manejo Integrado

de Plagas (MIP) se determinará comparando la incidencia de la plaga entre las parcelas de validación y las del resto de la huerta, con manejo comercial de acuerdo con el criterio del productor cooperante. Hasta esta fecha se han establecido las parcelas de validación en los municipios de Culiacán, Mocorito y Salvador Alvarado. Realizando acciones de podas y deschupones de árboles (31 de agosto de 2010).

PAQUETE TECNOLÓGICO VALIDADO DE MANEJO INTEGRADO DE *D. CITRI* EN CÍTRICOS, EN HUERTOS COMERCIALES DE PRODUCTORES COOPERANTES

Fluctuación poblacional del psílido asiático de los cítricos

El estudio se realizó en tres huertas de cítricos durante un año completo, en el norte y en el centro de Sinaloa, de la primera semana de junio de 2009 hasta la última semana de mayo de 2010.

Huertas ubicadas en el norte de Sinaloa:

- Campo Experimental La Despensa, carretera San Miguel Zapotitlán-La Higuera de Zaragoza, kilómetro (km) 24.
- Campo Experimental Sinaloa, Carretera Guasave-Sinaloa de Leyva, km 38.
- Huerta comercial Agrícola Cuchujaqui, carretera Campo 35-La Arrocera, km 11, Ahome, Sinaloa.

Huertas ubicadas en el centro de Sinaloa:

- Huerta Citrípolis, km 14 de la carretera Culiacán-La Palma, Culiacán, Sinaloa.
- La Guamuchilera, poblado La Guamuchilera, carretera a El Tamarindo, Mocorito, Sinaloa.
- La Herradura. Carretera México 15, a 2 km de El Limón de los Ramos, Culiacán, Sinaloa.

El trabajo se realizó con cinco especies de cítricos en el norte del estado:

1. Limón mexicano (*Citrus limon* L. Burm).
2. Naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck).
3. Mandarina (*Citrus reticulata* Blanco)
4. Clementina (*Citrus clementina* Tanaka).
5. Toronja (*Citrus paradisi* Macfad).

Y en cuatro especies en el centro de Sinaloa:

1. Limón persa y mexicano.
2. Naranja.
3. Mandarina.
4. Toronja.

Se monitoreó la dinámica poblacional del psílido asiático de los cítricos durante un año, mediante la captura de adultos y registro de los diferentes estados de desarrollo en brotes tiernos, como se indica a continuación.

Las capturas de adultos se realizó con trampas amarillas fosforescente de cartulina, forradas con papel Contac®, de 23 cm de largo por 14 de

ancho, con pegamento entomológico; estableciendo 20 trampas por huerto (cuatro trampas por especie de cítrico). Fueron colgadas en árboles a una altura de 1.5 a 2 metros sobre el nivel del suelo, en dirección noroeste.

Las trampas se expusieron durante una semana, reponiéndolas con nuevas cada dos semanas. Al mismo tiempo, en cada muestreo semanal se recolectaron cinco brotes tiernos de 5 cm de largo por planta por especie por huerta, susceptibles de estar infestados con el insecto plaga.

Las trampas con adultos capturados y los brotes tiernos, se introducían en bolsas debidamente etiquetadas y se llevaban al laboratorio del INIFAP-CEVACU, donde se inspeccionaban bajo microscopio estereoscópico, contabilizando y registrando los especímenes de acuerdo al estado de desarrollo: huevecillos, ninfas chicas (de primero y segundo instar), ninfas grandes (de cuarto y quinto instar) y adultos, de este modo se definió la dinámica poblacional del insecto.

Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones (huertas), cuatro especies de cítricos y 22 muestreos en total, realizando análisis de varianza y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) para definir la preferencia.

Efectividad biológica de insecticidas biorracionales evaluados contra el psílido asiático de los cítricos

La evaluación de efectividad biológica de insecticidas biorracionales se realizó en condiciones de campo en huertas comerciales de cítricos de productores cooperantes.

Se llevaron a cabo ensayos de efectividad biológica, evaluando diferentes insecticidas (tratamientos) a diferentes dosis o concentraciones, entre los cuales se contemplaron los siguientes:

- 1.Extractos de nim.
- 2.Aceite mineral.
- 3.Insecticidas sistémicos (Imidacloprid).
- 4.Extractos vegetales varios.
- 5.Inhibidores de la alimentación (Pymetrozine).
- 6.Insecticidas minerales.
- 7.Jabones y Detergentes.
- 8.Insecticidas biológicos (hongos entomopatógenos).
- 9.Insecticida convencional (clorpirifos, bifentrina, Thiamteoxam + Cyflutrina) como tratamiento testigo comercial.
- 10.Testigo absoluto, sin insecticida.

Para lo anterior, se utilizaron brotes tiernos infestados con *D. citri* los cuales, de acuerdo al modo de acción de los insecticidas, se contaminaron, y se realizó el conteo de mortalidad a las 48 horas después de la aplicación, sobre adultos, huevecillos, ninfas chicas (N1 y N2) y ninfas grandes (N4 y N5).

Inmediatamente después de la aspersión de los insecticidas, se cubrieron con una bolsa de tela de polipropileno (Agribon®), para evitar el ingreso o salida de los insectos. Para evaluar el efecto sobre la crisopa



Figura 6. Ninfas de *D. citri* y hormigas.

(*Chrysoperla carnea* Stephens) uno de los más comunes depredadores de *D. citri*, se confinaron dos ejemplares adultos del depredador en cada bolsa de Agribon inmediatamente después de la aspersión de los insecticidas.

El criterio de mortalidad fue la ausencia de movimiento y la deshidratación en el caso de los huevecillos. Se contempló que cuando la mortalidad en el testigo absoluto fuera igual o menor a 10 % se corregiría, y en caso de que resultara mayor el ensayo se descartaría.

El diseño fue completamente aleatorio, con seis repeticiones por tratamiento; el análisis estadístico se realizó de acuerdo al diseño utilizado y en su caso las medias aritméticas se compararon por Tukey (5 %).

RESULTADOS OBTENIDOS

1.Se determinó la dinámica poblacional de *D. citri* por tercer año consecutivo en el norte de Sinaloa y por segundo en el centro del estado.

Las poblaciones más elevadas de huevecillos en el norte y en el centro se presentaron de agosto a octubre de 2010. El limón presentó el pico poblacional más alto, con 40 ejemplares en promedio por brote tierno en el norte; en el centro del estado, de nuevo el limón presentó el máximo incremento: 46 huevecillos en promedio por brote tierno.

Las poblaciones más elevadas de ninfas chicas ocurrieron de julio a diciembre de 2010 en el norte, con un pico poblacional máximo en limón de 21.5 especímenes en promedio por brote tierno; en el centro del estado ocurrieron de julio a octubre, y el limón presentó el pico poblacional

máximo: 60 ejemplares en promedio por brote tierno.

Las poblaciones mayores de ninfas grandes se presentaron de julio a noviembre en el norte de Sinaloa, con el pico poblacional más alto para el limón: un promedio de 15 ejemplares por brote tierno; y en el centro del estado, las poblaciones más elevadas ocurrieron de agosto a enero, siendo la toronja la que mayor número de ninfas grandes registró en un pico poblacional: 40 especímenes en promedio por brote tierno.

La mayor presencia de adultos en brotes tiernos fue en julio y septiembre para el norte; nuevamente el limón presentó el pico poblacional más alto de especímenes por brote tierno, en promedio 1.1 ejemplares; para el centro de Sinaloa las poblaciones más abundantes ocurrieron de julio a enero, el limón registró 1.3 adultos en promedio por brote tierno.

Para adultos en trampas amarillas con pegamento, en el norte del estado no se apreció una tendencia definida, es decir, ocurrieron picos de capturas a lo largo del año en forma intermitente, los picos poblacionales más elevados fueron para limón: de 20 a 40 ejemplares por trampa; mientras que en el centro se registraron las mayores capturas de agosto a diciembre de 2010 y de marzo a mayo de 2011, el pico de captura más alto fue de 31 especímenes capturados por trampas en promedio, a finales de diciembre.

El limón, la toronja y la naranja presentaron entre ocho y diez picos poblacionales de *D. citri* en sus diferentes estados de desarrollo, la mandarina mostró entre cinco y siete incrementos, y la clementina se ubicó en un término medio.

Las poblaciones más reducidas del psílido asiático de los cítricos en sus diferentes estados de desarrollo ocurrieron de enero a marzo de 2011, con otras reducciones en julio y septiembre.

2. Se corroboró la preferencia de *D. citri* por especie de cítrico por tercer año consecutivo en el norte de Sinaloa y por segundo año consecutivo en el centro. En este ejercicio se documentó por primera ocasión el potencial de reproducción de *D. citri* por especie de cítrico en el norte y en el centro del estado.

Para el caso de la preferencia de *D. citri* por especie de cítrico en el norte de Sinaloa, el limón en la huerta La Despensa presentó el promedio más alto (10.86 huevecillos por brote en promedio), pero sin diferenciarse significativamente respecto a la mandarina, la naranja y la clementina en la misma huerta, o sea: solo se detectó diferencia significativa ($p < 0.0001$) respecto de limón con toronja y clementina.

Con ninfas chicas, nuevamente en la huerta La Despensa, se detectó mayor incidencia también en limón (6.1 por brote en promedio), pero no se detectó diferencia significativa ($p > 0.0001$) con naranja y clementina en la misma huerta, y toronja en Sinaloa de Leyva.

En la Despensa y en Sinaloa de Leyva se obtuvo la mayor media de ninfas grandes en limón (4.2 por brote en promedio) ($p < 0.0001$), toronja (en La Despensa) y naranja (en Sinaloa de Leyva) mostraron las medias más chicas. La mandarina mostró cantidades reducidas de ejemplares.

En el caso de adultos en brotes tiernos no hubo diferencia significativa



Figura 7. Ninfas de *D. citri* a través de una lupa.

($p > 0.0001$), el promedio más alto 0.09 ejemplares por brote tierno en promedio se observó en limón en la huerta de Sinaloa de Leyva; mientras que para adultos en trampas se detectó diferencia significativa del limón ($p < 0.0001$) en La Despensa, con 18.3 ejemplares por brote tierno; le siguió el limón en la huerta Sinaloa de Leyva, pero en cantidades reducidas (8.3 por brote tierno), sin diferenciarse de la naranja (3.3 por brote tierno en promedio) en la misma huerta y del resto de especies en La Despensa. La toronja y la mandarina mostraron la menor media de adultos en trampas.

En los diferentes estados de desarrollo la mandarina mostró los valores más reducidos de especímenes por brote tierno en promedio, salvo para adultos en trampa donde la toronja fue la que mostró ligeramente menos ejemplares (toronja 0.28, y mandarina 0.98, adultos en trampas por brote tierno).

Por otra parte, la menor cantidad de especímenes de *D. citri* en todos los estados de desarrollo observados se registró en la huerta Cuchujaqui, ya que en esta se realizó un combate intensivo con insecticidas.

En el centro de Sinaloa el limón mostró la mayor cantidad de huevecillos en La Guamuchilera (26 especímenes por brote tierno) ($p < 0.0001$) aunque sin diferenciarse significativamente de naranja en las tres huertas, ni con toronja en La Guamuchilera y en La Herradura. En cada huerta, la mandarina mostró la menor media de huevecillos.

Para ninfas chicas la toronja manifestó la mayor cantidad de especímenes en La Herradura (35.9 ejemplares por brote tierno) ($p < 0.0001$), sin diferenciarse significativamente de naranja en Citrípolis, limón en La Guamuchilera, y naranja y toronja en La Herradura. Las medias más reducidas de ninfas chicas fueron para mandarina en las tres huertas

aunque en algunos casos sin diferencia significativa ($p > 0.001$) con las otras especies de cítricos.

Con ninfas grandes de nuevo la toronja mostró la media más alta (25.7 por ejemplares por brote tierno) en la huerta La Herradura, sin diferenciarse significativamente ($p < 0.0001$) de naranja y limón. En las tres huertas, la mandarina presentó la menor cantidad de ninfas grandes, aunque sin diferencia significativa con otras especies.

Los adultos en brotes tiernos fueron más abundantes en naranja en La Herradura (0.70 especímenes por brote tierno), sin diferenciarse significativamente ($p < 0.0001$) del resto de las especies en la misma huerta y de naranja en Citrípolis. En el caso de adultos capturados en trampas, las medias más altas ocurrieron en limón en La Herradura (14.8 ejemplares por trampa); la toronja mostró las cantidades más bajas en las tres huertas, pero sin diferencia significativa con las otras especies, especialmente con mandarina.

Para huevecillos, ninfas chicas y grandes, los valores menores de incidencia de *D. citri* ocurrieron en mandarina; los adultos en brotes y trampas, se observaron en toronja.

La huerta La Herradura mostró mayor incidencia de *D. citri* en sus diferentes estados de desarrollo.

El potencial de reproducción de *D. citri*, respecto a la capacidad de brotación por especie de cítrico, en el norte de Sinaloa fue mayor para limón, con 2.29 brotes tiernos en promedio por muestreo; le siguió naranja con 2.24; diferenciándose significativamente ($p < 0.0001$) de toronja (1.46), clementina (1.18) y mandarina (1.3), sin embargo, de estos brotes tiernos, se registró 51.7 % de brotes infestados para clementina; 48.5 % para limón; 41.5 para mandarina; 35.6 % para toronja; y 26.3 % para naranja.

Al relacionar la cantidad de especímenes del psílido asiático por brote tierno contra capacidad de brotación por especie de cítrico, se infiere que la diferencia de las poblaciones del psílido fue debida a la preferencia de infestación, pues aunque el porcentaje de infestación fue más alto en clementina que en limón, en este último la abundancia del insecto fue mayor; asimismo, aunque el porcentaje de infestación fue mayor para mandarina que para toronja y naranja, las poblaciones de *D. citri* fueron más altas en estas últimas.

En el centro de Sinaloa la mayor capacidad de brotación correspondió a mandarina, con un promedio de 7.9 brotes tiernos por muestreo, una diferencia significativa sobre el resto de las especies de cítricos ($p < 0.0001$); le siguió el limón (6.2), que se diferenció significativamente ($p < 0.0001$) del resto de las especies; toronja (5.39); y naranja (4.1). El porcentaje de infestación fue de 65.9 para naranja, 55.7 para mandarina, 48.2 para toronja, y 46.8 para limón. Igual que en el caso del norte del estado, el mayor porcentaje de brotes infestados por el insecto no se correlacionó con la mayor preferencia (abundancia) de la plaga, como tampoco con la mayor capacidad de brotación.

Lo anterior (tanto para el norte como para el centro) significa que más allá de la capacidad de brotación de la especie de cítrico y del porcentaje

de brotes que infesta el insecto, la abundancia por especie de cítrico está determinada, probablemente, por la calidad del alimento que el insecto obtiene en cada especie.

1. Se realizaron cuatro evaluaciones de insecticidas biorracionales, tres para determinar la efectividad biológica sobre *D. citri* y una para determinar la toxicidad aguda letal sobre crisopa en la etapa de larva.

En la primera prueba de efectividad biológica se evaluaron los jabones domésticos:

- Blanca Nieves
- Ariel
- Foca
- Salvo
- Vel Rosita
- El jabón insecticida Agrosoap Plus
- Testigo comercial Talstar
- Y el testigo absoluto

La dosis para todos los insecticidas fue de 6 mililitros (mL) por litro de agua. El insecticida Talstar fue el único con efectividad biológica significativa de 84, 85, 89 y 100 % de mortalidad de huevecillos, ninfas chicas, ninfas grandes y adultos, respectivamente. El Agrosoap Plus en pruebas anteriores con mortalidades por arriba del 80 %, en este caso mostró una mortalidad máxima de 30 %, debido posiblemente a la reducción en la dosis de 8 mL/L de agua a 6 mL/L.

En la segunda prueba de efectividad biológica se evaluaron insecticidas biorracionales sistémicos novedosos en dosis reducidas:

- Dinotefuran (Venom) 300 gramos
- Spinetoram (Exalt) 500
- Imidacloprid (Confidor) 500 mL
- Testigo comercial (de contacto) bifentrina (Talstar®) 500 mL
- Tiametoxam (Actara) 500 gramos
- Spirotetramat (Movento) 300 gramos
- Thiamethoxam + Cyhalotrina (sistémico y de contacto, Engeo) 300 gramos
- Clotianidina (Clutch) 300 gramos
- Testigo absoluto

Todos en dosis por hectárea. En los resultados sobresalieron con efectividad biológica significativa sobre ninfas chicas: Venom, Confidor, Talstar, Actara, Engeo y Clutch, con mortalidades del 89 a 100 %.

Para ninfas grandes sobresalieron los mismos insecticidas, pero con rangos de mortalidad un poco menor: de 78 a 90 %; se corrobora así que las ninfas son el estado de desarrollo más susceptible de controlar con insecticidas, y sobre todo ninfas chicas.

En la tercera prueba de efectividad biológica se evaluaron tres de los insecticidas sistémicos evaluados en la segunda prueba: Engeo, Clutch y Movento, pero a dosis de 200 gramos o mL, además se evaluó a un inhibidor

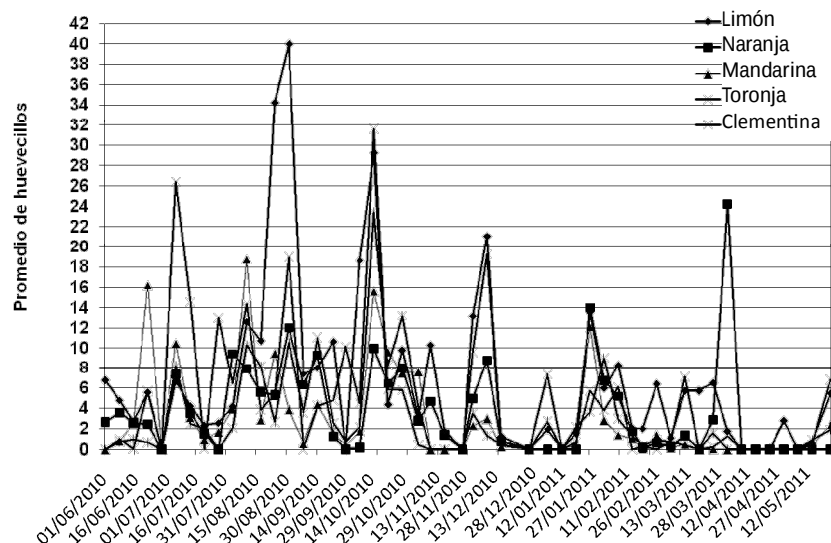


Figura 1. Fluctuación poblacional de huevecillos de *D. citri* en el norte de Sinaloa. 2010/2011.

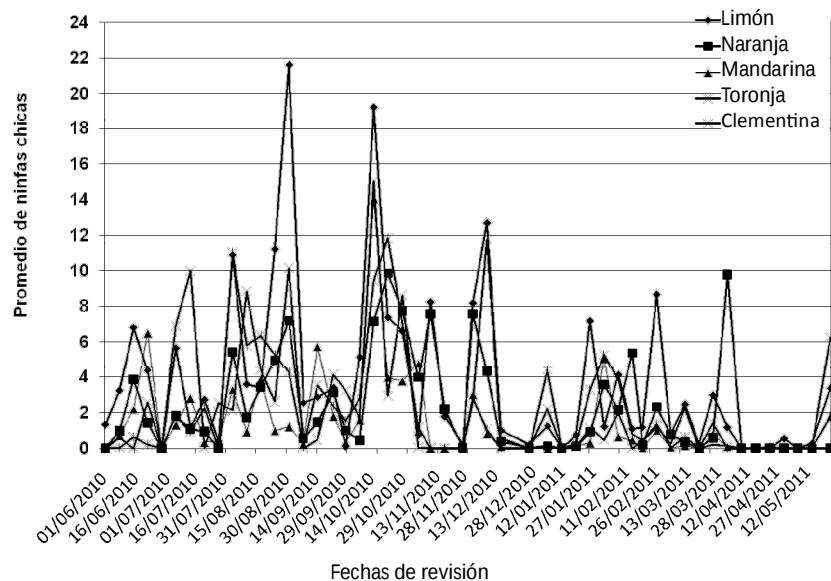


Figura 2. Fluctuación poblacional de ninfas de *D. citri* en el norte de Sinaloa. 2010/2011.

de la alimentación: pymetrozine (Plenum); dos insecticidas naturales: nim + tierra de diatomeas (1 % + 2 kg), y nim + jabón insecticida + azufre (1.8, 8 mL/L de agua aplicada). Testigo comercial Talstar 400 mL, y testigo absoluto. Todos en dosis por hectárea, excepto nim + jabón azufre por litro de agua aplicada.

El Clutch, Engeo y Talstar resultaron significativamente más efectivos, con mortalidades de 82 a 94 % sobre ninfas chicas. Para ninfas grandes sobresalieron Engeo y Talstar con mortalidades de 75 a 90 %.

En la prueba de toxicidad aguda sobre larvas de segundo instar de crisopa *Chrysoperla carnea*, con los tratamientos insecticidas evaluados en la tercera prueba de efectividad biológica, Engeo y Talstar, ambos con efecto tóxico de contacto fueron significativamente los más tóxicos, con el 75 y el 83 % de mortalidad, respectivamente. El Clutch mostró 25 % de mortalidad de crisopa; el resto de los insecticidas mostraron mortalidad máxima del 17 %.

2.La validación no se concluyó debido a que el colaborador principal, y responsable de la campaña contra HLB-*D.citri*, dejó de laborar en el Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Sinaloa (CESAVESIN). Lo anterior se notificó oportunamente a Fundación Produce Sinaloa, A.C., y se asentó por escrito en el tercer informe trimestral del ejercicio 2010-2011. Solo se realizaron algunas actividades, como aplicación de insecticidas sistémicos al suelo (Actara), deschupone de árboles y liberación de huevecillos del depredador crisopa *Chysoperla comanche*. Cabe señalar que esta última actividad se continuó haciendo hasta marzo de 2011, por iniciativa propia de productores de huertas cooperantes del área de La Guamuchilera, Mocorito, quienes dieron testimonio del efecto benéfico de las liberaciones en la reducción de *D. citri*, y sobre todo respecto a la reducción de fruta dañada con el ácaro de la negrilla de la naranja (*Phyllocoptrutes oleivora*).

El Programa de Manejo Integrado de *D. citri* se propuso como proyecto de validación a Fundación Produce Sinaloa, A. C., para el ejercicio 2011-2012, en el cual se integran tácticas de manejo resultado del presente proyecto de investigación, así como otras medidas de recomendación general.

PRODUCTOS OBTENIDOS

1.Los productos obtenidos en el presente proyecto:

a.Registro de la dinámica poblacional de *D. citri* por especie de cítrico, incluyendo la preferencia del insecto por especie de cítrico, con base en el número de especímenes del insecto-plaga en sus diferentes estados de desarrollo (huevo, ninfas chicas, ninfas grandes y adultos), y en potencial reproductivo de *D. citri* por especie de cítrico de acuerdo a la capacidad de brotación de los cítricos, en el norte y centro de Sinaloa.

b. Identificación de los insecticidas biorracionales determinados efectivos para el control de *D. citri*, determinando además la etapa de desarrollo más susceptible del insecto plaga, incluyendo la evaluación del efecto tóxico agudo letal de insecticidas efectivos, sobre crisopa (depredador de *D. citri*) permiten integrar un componente tecnológico

para el manejo del psílido asiático de los cítricos en Sinaloa, para retrasar la infección del HLB y su diseminación.

2.Documento técnico que contiene:

a.Dinámica poblacional del psílido asiático de los cítricos, indicando fechas de incrementos y decrementos poblacionales.

b.Preferencia de *D. citri* por especies de cítricos en Sinaloa, indicando la mayor capacidad de brotación de cada una, así como el porcentaje de infestación por especie cítrico.

c.Efectividad biológica de insecticidas biorracionales y convencionales, señalando dosis, así como el mayor efecto sobre ninfas chicas de *D. citri* y el efecto tóxico sobre el depredador crisopa.

d.Control biológico por conservación y aumento de enemigos naturales, mencionando la relación de enemigos naturales de *D. citri* en Sinaloa y la importancia que tienen en la regulación poblacional de la plaga.

e.Fechas óptimas de control químico de *D. citri* a través del año por especie de cítrico alternando insecticidas por modo de acción, biorracionales y convencionales.

CONCLUSIONES

- Las poblaciones más elevadas de huevecillos de *D. citri* en cinco y cuatro especies de cítricos, en el norte y centro de Sinaloa se registraron de agosto a octubre.

- Las poblaciones más elevadas de ninfas chicas y grandes de *D. citri* en cinco especies de cítricos, en el norte de Sinaloa, se registraron de julio a noviembre.

- Las poblaciones más elevadas de ninfas chicas y grandes de *D. citri* en cuatro especies de cítricos, en el centro de Sinaloa, se registraron de agosto a diciembre de 2010. Las poblaciones más elevadas de adultos de *D. citri* en cinco especies de cítricos en el norte, se registraron de julio a septiembre.

- Las poblaciones más elevadas de adultos de *D. citri* en cuatro especies de cítricos en el centro de Sinaloa, se registraron de julio a enero.

- Entre abril y mayo de 2011 se presentaron incrementos de poblacionales de *D. citri* en diferentes especies de cítricos, en el norte y centro.

- Los insectos inmaduros (huevecillos y ninfas) de *D. citri* en el norte, fueron predominantemente abundantes en cítricos de limón y toronja.

- Los insectos inmaduros (huevecillos y ninfas) de *D. citri* en el centro, fueron predominantemente abundantes en toronja, naranja y limón.

- Los adultos de *D. citri* en el centro y norte de Sinaloa fueron predominantemente abundantes en limón y naranja.

- El potencial de reproducción de *D. citri* con base en la capacidad de brotación por especie de cítrico en el norte de Sinaloa, fue mayor para limón (2.29 brotes tiernos en promedio por muestreo), le siguieron naranja (2.24), toronja (1.46), clementina (1.18) y mandarina (1.3).

- En el centro de Sinaloa, la mayor capacidad de brotación correspondió a mandarina (7.9 brotes tiernos en promedio por muestreo), le siguieron limón (6.2), toronja (5.39) y naranja (4.1).

- La abundancia de *D. citri* por especie de cítrico dependió más del número de especímenes que se pueden desarrollar en cada brote, que de la capacidad de brotación de la especie de cítrico y del porcentaje de brotes infestados.

- Se determinaron cuatro insecticidas biorracionales sistémicos con elevada efectividad biológica: dinotefuran (Venom) 300 gramos por hectárea (g/ha), clotianidina (Clutch) a 200 y 300 g/ha, imidacloprid (Confidor) 500 mL, tiamethoxam (Actara) 500 mL, con mortalidades de *D. citri* del 89 al 100 % de ninfas chicas, con ninfas grandes la mortalidad fue de 80 a 90 %.

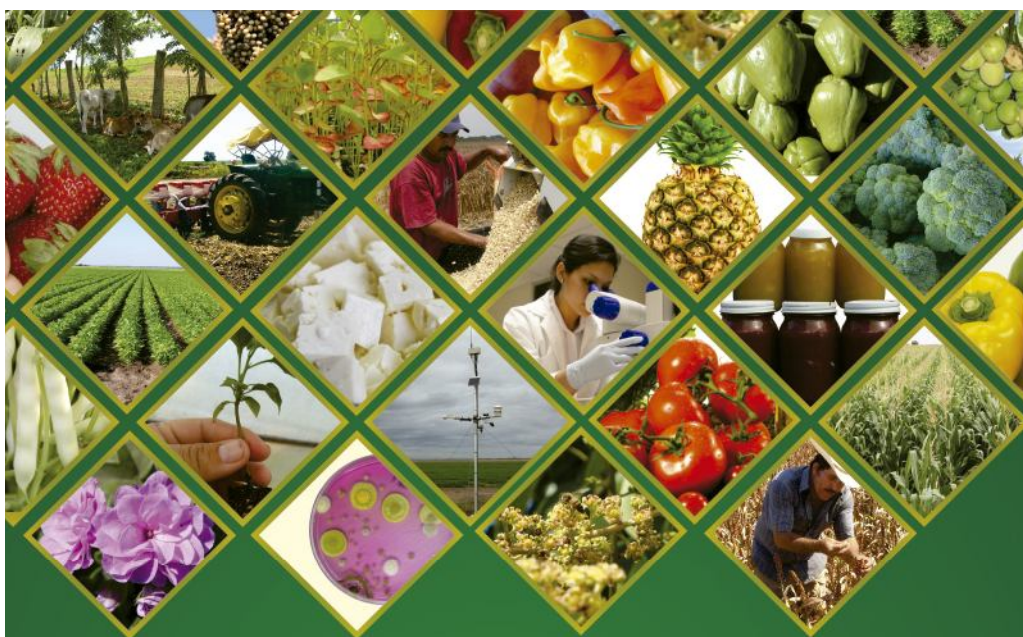
- El estado de desarrollo más susceptible de ser controlado con insecticidas es la ninfa, particularmente ninfas chicas.

- El insecticida sintético convencional tiamethoxam + cyhalotrina (Engeo) a 200 y 300 gramos por hectárea mostró elevada efectividad biológica sobre ninfas de *D. citri*.

- Los insecticidas sintéticos convencionales Engeo y Talstar provocaron 75 % y 83 % de mortalidad de larvas de segundo instar de crisopa *Chrysoperla carnea*, respectivamente. El insecticida sistémico Clutch mostró 25 % de mortalidad de crisopa.

Nombre del proyecto

Fluctuación poblacional de Diaphorina citri Kuwayama e insecticidas biorracionales para su control en cítricos en Sinaloa.



CONSEJO CONSULTIVO ZONA NORTE

Carretera México-Nogales, km 1609
 Juan José Ríos, Guasave
 Sinaloa, México
 Tel. (687) 896-16-70

OFICINAS CENTRALES

Gral. Juan Carrasco Núm. 787 norte
 Culiacán, Sinaloa, México
 Tels./Fax (667) 712-02-16 y 46
 Correos electrónicos:
direcciongeneral@fps.org.mx
divulgacion@fps.org.mx

**FUNDACIÓN
 PRODUCE**
Sinaloa A.C.
 ENLACE, INNOVACIÓN Y PROGRESO

www.fps.org.mx

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
 Forestales, Agrícolas y Pecuarias