



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

**DISPERSIÓN DE *DIAPHORINA CITRI*
(HEMIPTERA: PSYLLIDAE) FRENTE A
DIFERENTES ESTADIOS FENOLÓGICOS
DE BROTAÇÃO EN PLANTAS CÍTRICAS
Y BARRERAS VEGETALES**

Virginia Pereira das Neves Rusconi

Magíster en Ciencias Agrarias opción
Ciencias Vegetales

Noviembre 2022

**DISPERSIÓN DE *DIAPHORINA CITRI*
(HEMIPTERA: PSYLLIDAE) FRENTE A
DIFERENTES ESTADIOS FENOLÓGICOS
DE BROTAÇÃO EN PLANTAS CÍTRICAS
Y BARRERAS VEGETALES**

Virginia Pereira das Neves Rusconi

Magíster en Ciencias Agrarias opción
Ciencias Vegetales

Noviembre 2022

Tesis aprobada por el tribunal integrado por Ing. Agr. Dra Valentina Mujica (), Biologo Dr Juan Pedro Bouvet y Ing. Agr. M. Sc Gerardo Gastaminza el (día) de (mes) de (año). Autora: Ing. Agr. Virginia Pereira das Neves. Director: PhD. Martín Bollazzi. Codirectores: PhD. Jorge Franco y PhD. Fernando Rivas.

AGRADECIMIENTOS

A mis tutores Martín Bollazzi, Fernando Rivas y Jorge Franco por todos los aportes realizados, a José Buenahora quien desde un principio confió en mí para realizar la maestría y me enseñó muchísimo durante todo este proceso.

A Facultad de Agronomía, por permitirme seguir formándome académicamente.

Al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, por la beca de maestría.

A Verónica Galván, Abel Rodríguez y Juan Amaral, por su colaboración en todos los trabajos realizados en la maestría.

A Andrés Gabrielli, por permitirme realizar uno de los ensayos en la empresa en la cual trabajaba.

A Maru, por ayudarme en las traducciones.

A mi familia, pilar fundamental en todo este proceso.

TABLA DE CONTENIDO

	página
PÁGINA	DE
APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
RESUMEN.....	VI
SUMMARY.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>.....	1
1.1. <i>Diaphorina citri</i>	2
1.1.1 <u>Descripción</u>	2
1.1.2. <u>Biología</u>	5
1.1.3. <u>Diversidad genética de <i>Diaphorina citri</i></u>	6
1.1.4. <u>Dispersión de <i>Diaphorina citri</i></u>	7
1.1.4.1. Factores que afectan la dispersión	8
1.2 MÉTODOS DE MONITOREO DE <i>DIAPHORINA CITRI</i>	9
1.3. CORTINAS ROMPEVIENTOS EN URUGUAY	10
1.4. OBJETIVOS	12
1.5. HIPÓTESIS.....	12
<u>2.MATERIALES Y MÉTODOS</u>	13
2.1. CRÍA DE ADULTOS DE <i>DIAPHORINA CITRI</i>	13
2.2. TINCIÓN DE ADULTOS DE <i>DIAPHORINA CITRI</i>.....	14
2.3. DISPERSIÓN DE ADULTOS DE <i>Diaphorina citri</i> FRENTE A BROTES TIERNOS Y MADUROS DE PLANTAS CÍTRICAS	15
2.4. EFECTO BARRERA DE LA CORTINA ROMPEVIENTOS SOBRE LA DISPERSIÓN DE ADULTOS DE <i>DIAPHORINA CITRI</i>.....	17
2.5. EFECTO DEL PIGMENTO EN LA MOVILIDAD DE <i>DIAPHORINA CITRI</i>.....	19
2.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	20

3. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	22
3.1. DISPERSIÓN DE ADULTOS DE <i>DIAPHORINA CITRI</i> FRENTE A BROTOS TIERNOS Y MADUROS DE PLANTAS DE CÍTRICOS	22
3.1.2 <u>Dispersión en brotes tiernos y desarrollados de primavera</u> ...	22
3.1.3. <u>Dispersión en brotes tiernos y desarrollados en verano</u>	29
3.2. EFECTO BARRERA DE LA CORTINA ROMPEVIENTOS SOBRE LA DISPERSIÓN DE ADULTOS DE <i>DIAPHORINA CITRI</i>	36
3.3. EFECTO DEL PIGMENTO EN LA MOVILIDAD DE <i>DIAPHORINA CITRI</i>	43
3.3.1. <u>Proporción de adultos encontrados</u>	43
3.3.2. <u>Velocidad de dispersión</u>	44
4. <u>CONCLUSIONES</u>	46
5. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	47

RESUMEN

El huanglongbing (HLB) es actualmente la enfermedad más destructiva de los cítricos en el mundo, causada por la bacteria *Candidatus Liberibacter* spp asociada al floema de las plantas. El psílido asiático *Diaphorina citri*, uno de los insectos vectores, se encuentra presente en el norte de nuestro país; sin embargo, hasta el momento no se ha reportado la presencia de la enfermedad. Algunos estudios nacionales determinaron que tanto la distribución espacial de las poblaciones de adultos como la de los estadios inmaduros de *D. citri* es agregada; sin embargo, nuevos estudios de dispersión son necesarios para que aporten al manejo integrado de plagas en condiciones de Uruguay. El objetivo del trabajo de maestría fue estudiar la dispersión de *D. citri* dentro de cuadros de cítricos, frente a diferentes estadios de brotación de plantas (brotes tiernos y maduros) y cortinas vegetales.

Los adultos de *D. citri* fueron teñidos con polvo fluorescente (DAY GLO, Cleveland, OH, EE. UU.) 24 horas previas a su liberación. Las liberaciones se realizaron en los flujos de brotación de primavera 2018 y verano 2019, en una planta en el centro de un cuadro al momento de presentar brotes tiernos y maduros. Además, se realizaron liberaciones de adultos en una planta ubicada en la primera fila de cuadros contiguos, próximo a la cortina vegetal (*Grevillea robusta*). Las liberaciones se realizaron: 1) cuando las plantas de ambos cuadros presentaban brotes tiernos, 2) cuando las plantas de ambos cuadros presentaban brotes desarrollados y 3) cuando las plantas de uno de los cuadros presentaban brotes tiernos (estimulada mediante poda mecánica 15 d previos a la liberación) y las plantas del otro no presentaban brotes. También se estudió si el pigmento utilizado para el monitoreo de los insectos afectaba la movilidad de estos.

Los resultados de la presente tesis indican que *D. citri* en condiciones climáticas de Uruguay presenta muy baja movilidad dentro y entre cuadros de cítricos, independientemente del estado fenológico de las plantas. El pigmento utilizado para el monitoreo de adultos no parece presentar efectos negativos en el movimiento del psílido.

Palabras clave: dispersión *D. citri*, brotes tiernos y maduros, barreras vegetales

SUMMARY

***Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) dispersion of through different phenological shoot stages in citrus plants and plant barriers**

Huanglongbing (HLB) is currently the most destructive citrus disease worldwide, caused by the phloem associated bacter *Candidatus Liberibacter* spp. The Asian psyllid, *Diaphorina citri*, one of the insect vectors, is present in our country; however, the presence of the disease has not been reported so far. Some national studies determined that the spatial distribution of adult populations such as that of immature stages of *D. citri* is aggregated; however, new studies that contribute to integrated pest management under Uruguayan conditions are necessary. The objective of this thesis was to study the dispersion of *D. citri* within citrus plots, through different phenological stages of plant shoots (tender and mature) and plant windbreaks.

Diaphorina citri adults were stained with fluorescent powder (DAY GLO, Cleveland, OH, USA) 24 hours prior to the release. The releases were performed on a centric plant of the plot, when they presented tender and mature shoots, during the sprouting flows of spring 2018 and summer 2019 respectively. In addition, adult releases were carried out on a citrus plant located in the first row of the citrus plot, next to the vegetal windbreak (*Grevillea robusta*); when the plants of both adjacent plots presented tender shoots, another when the plants of both plots presented developed shoots. Finally, dispersion was evaluated when the plants of one of the two plots presented tender shoots (stimulated by mechanical pruning 15 d prior to release) and the plants of the other did not present shoots. It was also studied whether the pigment used to stain the insects affected their mobility.

The results of this thesis indicate that *D. citri* presents very low mobility within and between citrus plots under Uruguayan climatic conditions, regardless of the phenological state of the plants.

Keywords: *D. citri* dispersion, tender and mature shoots, plant barriers

1. INTRODUCCIÓN

La producción de fruta cítrica en Uruguay se destina a la exportación para consumo en fresco y, en menor proporción, para consumo interno e industria. La superficie en producción es de 14.107 ha efectivas; en 2019, la producción total fue de 242.645 toneladas, de las cuales el 43 % se exportó, el 35 % se destinó al mercado interno y pérdidas y el 22 %, a la industria (MGAP-DIEA, 2020).

Huanglongbing (HLB) es, actualmente, la enfermedad más devastadora de los cítricos a nivel mundial, las plantas una vez afectadas, no se recuperan y se tornan comercialmente improductivas (Burdyn, 2019). Es ocasionada por un complejo de 3 especies de bacterias asociadas al floema: *Candidatus Liberibacter asiaticus*, *Candidatus Liberibacter africanus* y *Candidatus Liberibacter americanus*. En las Américas, se reportó por primera vez en Brasil en 2004; al siguiente año, en EE. UU. (Caletta-Filho et al., 2004; Halbert, 2005); luego, se expandió por México, Belize, Costa Rica y gran parte del Caribe y América del Sur (Grafton-Cardwell et al., 2013). Desde su reporte, la expansión de la enfermedad ha sido muy importante en la mayoría de los países productores de cítricos y ha ocasionado pérdidas de aproximadamente 100 millones de árboles en 40 países; por lo tanto, resulta fundamental mitigar la expansión de la enfermedad mediante el control de sus vectores (Boina y Bloomquist, 2015). La bacteria esta limitada al floema de las plantas, obstruyendo los vasos de conducción e impidiendo el flujo de savia elaborada (Burdyn et al. 2019), las raíces de las plantas son un importante reservario de dicha bacteria (Bouvet et al. 2014).

Existen dos especies de psílidos vectores del HLB, *Diaphorina citri* y *Trioza erytreae*, que ocupan diferentes nichos medioambientales. *T. erytreae* es el vector de *Ca. L. africanus* y *D. citri* es el vector de *Ca. L. asiaticus* y *Ca. L. americanus* (Teixeira et al., 2005b). Dichos insectos son los responsables de la propagación de la enfermedad entre plantas al alimentarse de brotes tiernos.



Diaphorina citri



Trioza erytreae

Figura 1: especies de adultos vectores mundiales de HLB: a) *Diaphorina citri*, b) *Trioza erytreae*.

El psílido asiático *D. citri* fue reportado por primera vez en Brasil en la década de 1940 (Abdullah et al., 2009; Halbert y Manjunath, 2004); en Uruguay, se detectó en 1991 en el departamento de Salto (Bernal, 1991); posteriormente, en Florida en 1998 (Abdullah et al., 2009; Halbert y Manjunath, 2004), en 1999, en Venezuela (Cermeli, 2000). Durante 2001, *D. citri* fue encontrada en Cuba, República Dominicana (Halbert y Nuñez, 2004), Puerto Rico (Pluke et al., 2008) y Texas (EE. UU.) (French et al., 2001). En nuestro país, la primera detección de la bacteria en tejido vegetal fue en enero de 2023 en un traspatio de la ciudad de Bella Unión (departamento de Artigas) y en junio 2024 en quintas productivas (departamento de Artigas).

Actualmente, las tácticas tendientes a evitar la dispersión de los vectores del HLB son una gran herramienta para prevenir la expansión de la enfermedad. La mayoría de las plantaciones comerciales de cítricos en Uruguay tienen cortinas rompevientos vegetales, las cuales tienen como especies predominantes eucaliptus y casuarinas, seleccionadas, básicamente, por su altitud y velocidad de crecimiento en sus primeros años de implantación. La utilización de cortinas rompevientos artificiales con densidad homogénea ha dado muy buenos resultados, disminuyendo la energía del viento, bajando los descartes por rameado y aumentando el porcentaje de fruta exportable entre un 11 y un 28 % (Gravina et al., 2011). Debido a esto, el presente proyecto de tesis pretende estudiar tanto la dispersión intra e intercuadros de la plaga frente a la presencia y/o ausencia de brotes tiernos y evaluar el efecto de las cortinas rompevientos sobre el movimiento poblacional a nivel predial como táctica de manejo del vector y la enfermedad.

1.1. *Diaphorina citri*

1.1.1. Descripción

Los psílidos (Hemiptera, Psyllidea) son insectos pequeños y se caracterizan por un alto grado de especificidad de hospedero (Burckhardt, 1994). Las rutáceas, principalmente de los géneros *Citrus* y *Murraya*, son hospederas de *Diaphorina citri* (Halbert y Manjunath, 2004). La supervivencia de *D. citri*, su desarrollo y reproducción varían en función del hospedero (Alves et al., 2014; Liu y Tsai, 2000), existiendo una estrecha relación entre tejidos en crecimiento (básicamente, brotes tiernos) y aumento de las poblaciones mediante oviposición y desarrollo ninfal (Nava et al., 2007). El psílido se alimenta exclusivamente de la savia que circula en el floema de las plantas donde se aloja la bacteria (Augier et al. 2006), sin embargo, los instares ninfales se alimentan exclusivamente sobre brotes en crecimiento (Grafton-Cardwell et al., 2006; Mead, 1977).

Diaphorina citri presenta 3 estados de desarrollo: huevo, ninfa y adulto. Los huevos son alargados, presentan una coloración pálida inmediatamente a su puesta, que se torna amarillenta a medida que transcurren las horas y, finalmente, naranja cerca de la emergencia de las ninfas. La oviposición se da exclusivamente sobre la extremidad de brotes en crecimiento y yemas axilares (Grafton-Cardwell et al., 2006), con el eje longitudinal dispuesto verticalmente en relación con la superficie. Las ninfas pasan por 5 estadios hasta completar su ciclo con la emergencia de adultos. Las ninfas de primer instar miden 0,25 mm de longitud, las del segundo instar, de 0,49 a 0,72 mm, las de tercer instar, de 0,69 a 0,72 mm, las de cuarto instar, de 0,98 a 1,05 mm y, finalmente las de quinto instar alcanzan de 1,5 a 1,7 mm (Mead, 1977).



A



B



C



D



E



F



G

Figura 2: estadios de desarrollo de *Diaphorina citri*: huevos (A), ninfas del 1.º al 5.º estadio (B-F) y adulto (G). Fotografías: Verónica Galván (INIA Salto Grande).

Los adultos tienen un tamaño de, aproximadamente, 3 o 4 mm, su cuerpo es de color marrón amarillento, las alas son transparentes con manchas de color blanco y marrón claro y presentan una banda longitudinal ancha de color beige en el centro. Los adultos se alimentan con la cabeza tocando la superficie del vegetal y el cuerpo formando un ángulo de 45° con respecto a la horizontal (Grafton-Cardwell et al., 2006). Los machos y hembras son aparentemente semejantes: las hembras presentan gonapófisis puntiaguda y curvada hacia atrás, mientras que en los machos el ápice está doblado hacia arriba (Costa Lima, 1942). Pueden moverse cuando se las perturba, pero, normalmente, son sedentarias y viven en grupos (Grafton-Cardwell et al., 2006; Mead, 1977).

1.1.2 Biología

Diaphorina citri se caracteriza por presentar actividad diurna (Wenninger y Hall, 2007). Se ha reportado que la luz es un factor esencial para colonizar plantas y oviponer (Sánchez, 2008). Las hembras presentan una alta capacidad reproductiva, copulan varias veces (Wenninger y Hall, 2008), llegan a poner alrededor de 800 huevos, pudiendo variar el número dependiendo del hospedero (Tsai y Liu, 2000). Las hembras presentan un período de oviposición de 30-80 d (Chen, 1998). Al tercer día de la puesta, las ninfas comienzan a eclosionar, aunque dicha eclosión depende, básicamente, de la temperatura (Liu y Tsai, 2000).

El ciclo biológico varía en función a la temperatura, desde 14,4 d a 28 °C hasta 49,3 d a 15 °C (Asplanato et al., 2011; Liu y Tsai, 2000; Pande, 1971; Tsai y Liu, 2000). El rango óptimo de temperatura en el que existe un crecimiento poblacional es entre 15 y 28 °C (Liu y Tsai, 2000; Nava et al., 2007), mientras que a temperaturas de 10 °C y 33 °C no llegan a completar su ciclo (Liu y Tsai, 2000) dado que las hembras dejan de oviponer cuando la temperatura alcanza 34 °C durante 5 d (Skelley y Hoy, 2004) y las ninfas disminuyen significativamente la viabilidad a 32 °C (Nava et al., 2007).

Se registró un umbral de desarrollo de 13,5 °C y 210,9 grados días como constante térmica para el desarrollo de ciclo (huevo-adulto) (Nava et al., 2007) para huevos 13,7 °C y 50 grados días, mientras que para las ninfas es de 11,6 °C y 192,3 grados días (Nakata, 2006). La fecundidad de las hembras es de 180-800 huevos/hembra (Pande, 1971; Nava et al., 2007), y se ha registrado un máximo de 1900 huevos en un período de 2 meses.

En condiciones de bajas temperaturas, los adultos pueden sobrevivir entre 35 y 100 d, mientras que con altas temperaturas viven alrededor de 20 a 30 d (Pande, 1971; Wennier y Hall, 2007). Las hembras viven, aproximadamente, 5 d más que los machos (Pande, 1971), siendo su máxima longevidad 117, 60, 56, 52 y 51 d a 15 °C, 20 °C, 25 °C, 28 °C y 30 °C, respectivamente (Liu y Tsai, 2000). Una vez emergidos, los adultos necesitan, 10 d para alcanzar la madurez sexual; luego de este período, comienzan a oviponer (Nava et al., 2007).

D. citri utiliza los brotes tiernos y maduros de las plantas de cítricos para alimentarse. En invierno sólo se encuentran adultos hibernantes y, a medida que avanza la primavera y comienza la nueva brotación, salen de la diapausa reproductiva (Monzó et al., 2014).

Como se mencionó anteriormente, se ha encontrado una correlación positiva entre la población del psílido y la temperatura (Arora et al., 1997; Singh et al., 2018), pero también se ha reportado una correlación negativa con la humedad relativa y presión de vapor (Arora et al., 1997; Singh et al., 2018), así como un muy bajo impacto de la velocidad del viento en los adultos (Singh et al., 2018). Por lo tanto, *D. citri* se adapta mejor a ambientes con altas temperaturas y baja humedad relativa que a ambientes con temperaturas medias a altas y alta humedad relativa (Beattie y Barkley, 2009).

1.1.3. Diversidad genética de *Diaphorina citri*

En América del Sur, *D. citri* se encontró por primera vez en 1942; actualmente, es común encontrarla en Brasil, Argentina, Venezuela, Paraguay y Uruguay (Fuentes et al., 2018). *D. citri* no invadió América del Norte vía Sudamérica, sino que cada región pudo ser invadido por una fuente diferente. Estudios de poligenética identifican

dos grupos de *D. citri*: uno en América del Sur y otro en América del Norte y Hawaii. Entre los grupos encontrados no se observó un intercambio de haplotipos; dichos haplotipos indican una fuerte estructura geográfica (De León et al., 2011). Estudios de estructura poblacional de *D. citri* indican que existen 3 grupos de *D. citri* genéticamente homogéneos y geográficamente aislados, por lo tanto, las poblaciones están estructuradas con una historia demográfica de expansión poblacional reciente (Sartori Guidolin, 2011). El haplotipo Dcit-2 pertenece a Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, el Dcit-6, a Colombia, y el Dcit-1, a Brasil. Se sugiere que el haplotipo Dcit-6 se encuentra en expansión, posiblemente causado por una introducción reciente. El Dcit-1 fue el haplotipo que presentó una mayor distribución geográfica y es el más frecuente en poblaciones de América del Norte. El haplotipo Dcit-2 es el más común en América del Sur y se sugiere que estas poblaciones son originarias de Asia. En Brasil también se encontró el haplotipo Dcit-1 y se estima que en dicho país ocurrieron dos introducciones diferentes (Fuentes et al., 2018; Sartori Guidolin, 2011); un grupo está distribuido más al centro-sur del estado de San Pablo y el otro grupo en la región noreste del mismo estado (Sartori Guidolin, 2011).

1.1.4. Dispersión de *Diaphorina citri*

Las fluctuaciones de las poblaciones de *D. citri* dependen de la disponibilidad de brotes y de las condiciones climáticas, básicamente, la temperatura (Aubert, 1987; Halbert y Manjunat, 2004; Hall et al., 2008; Pluke et al., 2008; Tsai et al., 2002; Bouvet et al., 2014). Estudios nacionales determinaron que *D. citri* no presenta un patrón definido en las fluctuaciones poblacionales, encontrándose altas poblaciones tanto en brotaciones de primavera-verano como de otoño; dicho patrón se observa también entre años (Asplanato et al., 2011).

La distribución espacial de las poblaciones tanto de adultos como de estadios inmaduros de *D. citri* es agregada (Amuedo, 2011; Dharajothi et al., 1989), asociándose dicho comportamiento a que los adultos presentan una baja movilidad (Asplanato et al., 2011). Los adultos colonizan al azar y a medida que aumenta la población, se genera una distribución agregada (Dharajothi et al., 1989; Veronezzi, 2006).

El estado fenológico de las plantas puede influenciar la dispersión de la plaga, considerando que esta tiene alta capacidad de encontrar sus hospederos, lo que se acentúa cuando hay presencia de brotes tiernos (Tomaseto, 2012). El desplazamiento de los adultos generalmente ocurre cuando las poblaciones son abundantes y las plantas hospederas comienzan a brotar (Aubert, 1987; Catling, 1970; Catling, 1969). En cítricos, se produce una dispersión rutinaria de pocos adultos y, ocasionalmente, pueden ocurrir migraciones masivas. Las distancias de desplazamiento pueden variar de 8 a 150 m (Boina et al., 2009; Hall y Hentz, 2011; Hall, 2008), siendo la distancia máxima registrada de 1241 m para machos (Arakawa y Miyamoto, 2007). Las hembras pueden volar hasta 3 h, alcanzando distancias de 2,4 km (Martini et al., 2014), y la velocidad más baja de desplazamiento que se ha registrado es de 75m/d (Lewis Rosenblum et al., 2015).

Cuando las condiciones del hospedero son desfavorables, *D. citri* tiende a migrar (Johnston et al., 2019) y logra trasladarse luego de 6 h de su liberación, unos 140 m o 45 m en condiciones de brotes desarrollados o de brotes tiernos, respectivamente (Tomaseto et al., 2015). Los vuelos del psílido dependen del viento, de los músculos y el tamaño de sus alas (Sakamaki, 2005). Se ha demostrado que se mueve más rápido en las primeras horas de su liberación, cuando alcanza las máximas distancias de desplazamiento. A medida que transcurre el tiempo, logran establecerse, y alcanzan distancias de 1,7 m después de 6 h de la liberación; se estabilizan a los 10 m después de 5 d de su liberación (Tomaseto, 2012).

Muchos de los estudios que han determinado la capacidad de dispersión de *D. citri* se han basado en el marcaje de adultos con pigmentos (polvo fluorescente). Existen reportes que mencionan que estos pigmentos ejercen un efecto negativo en la capacidad de vuelo y mortalidad de los adultos de *D. citri* (Messing et al., 1993), aunque otros autores reportan específicamente que dichos marcadores no afectan su capacidad de vuelo después de 5 h de su aplicación. (Nakata, 2008).

1.1.4.1. Factores que afectan la dispersión

Existen factores bióticos y abióticos que influyen en el movimiento y dispersión de la plaga, tal es el caso de la velocidad e intensidad del viento (Blackmer et al., 2004,

Kobori et al., 2011b), las precipitaciones (Morsello et al., 2010), la intensidad de la luz (Sétamou et al., 2012), la temperatura del aire y la humedad relativa. Cuando la presión atmosférica y la temperatura del aire aumentan, la dispersión es mayor, siendo el umbral mínimo para el inicio de vuelo de 16,5 °C (Isaacs y Byrne, 1998; Martini y Stelinski, 2017). Si bien, como se mencionó anteriormente, la humedad relativa se correlaciona negativamente con la dispersión de *D. citri* (Hall y Hentz, 2011), otros autores reportan que los cambios de esta no afectan la dispersión del psílido (Martini y Stelinski, 2017). La radiación solar, la velocidad del viento, el fotoperíodo y el estímulo visual también tienen un efecto positivo en el movimiento y la dispersión de *D. citri* (Johnston et al., 2019; Paris et al., 2015).

D. citri es orientada por la emisión de volátiles de los brotes tiernos (Patt y Sétamou, 2010), por tanto, existe una respuesta de la plaga a los estímulos visuales y olfativos de los brotes (Norohna, 2010; Patt y Sétamou, 2010; Sanchez, 2008; Wenninger et al., 2009), como también al gusto y la audición (Stockton et al., 2016), ejerciendo un papel importante para la detección y localización de varias especies del género *Citrus* y *Murraya* (Norohna, 2010; Patt y Sétamou, 2010; Sanchez, 2008; Wenninger et al., 2009).

Los aromas emitidos por los brotes tiernos dependen básicamente de la composición de volátiles, proporciones y concentración (Patt y Sétamou, 2010); de hecho, existe una combinación de terpenos sintéticos encontrados en *Murraya paniculata* que actúan como atrayentes para *D. citri*.

Los factores previamente mencionados hacen que se haya constatado un comportamiento diferencial en la biología del insecto en diferentes especies de Rutáceas (Alves et al., 2014; Chan Teck et al., 2011). El naranjo dulce (*Citrus sinensis*) y pomelo Duncan (*Citrus paradisi*) están entre las especies más preferidas por *D. citri* para oviponer (Alves et al., 2014; Buenahora et al., 2015; Liu y Tsai, 2000; Pereira das Neves et al., 2015a; Pereira das Neves et al., 2015b; Sétamou et al., 2008). Casi todas las actividades de *D. citri* se dan entre las 12:00 a 15:00 h (Paris et al., 2015; Sétamou et al., 2012). Los adultos de *D. citri* tienden a moverse en contra a la dirección

del viento (Johnston et al., 2019) y se ha reportado que las cortinas rompevientos disminuyen la población de *D. citri* en los bordes de los huertos (Martini et al., 2015).

1.2. MÉTODOS DE MONITOREO DE *DIAPHORINA CITRI*

Se han evaluado diferentes métodos de monitoreo de *D. citri* en experimentos a corto y largo plazo. Dentro de ellos se encuentran: inspección visual, *tap* (golpear enérgicamente una rama tres veces seguidas colocando debajo de la misma una tabla blanca tamaño A4), aspiradora (dispositivos de succión) y trampas pegajosas de diferentes colores (amarillo, verde claro, verde oscuro y verde). Si bien la inspección visual de los adultos en el follaje de las plantas es una buena opción para el monitoreo de la plaga, en condiciones de baja población es difícil detectar al psílido y, por tanto, este método requiere un mayor tiempo para ser implementado (Hall, 2009; Hall et al., 2008), lo que se traduce en mayores costos. Si bien las trampas amarillas son una alternativa capaz de detectar a la plaga (Miranda et al., 2017), algunos autores reportan que estas tampoco serían confiables en condiciones de bajas poblaciones (Godfrey et al., 2013). Cuando existen bajas poblaciones y agregadas (Asplanato et al., 2011), el método más eficiente es el *tap* (Amuedo, 2011; Buenahora et al., 2016). El *tap* es un método fácil de implementar: detecta árboles infestados y es un buen estimador de la abundancia de los adultos de *D. citri* en la planta (Hall et al., 2007).

La eficiencia de captura de las trampas amarillas se ve afectada por la densidad de las poblaciones y todos aquellos factores bióticos y abióticos que influyen en la capacidad de vuelo del insecto, entre ellos, como ya mencionamos, temperatura, clima, momento del año, sexo, edad o estatus reproductivo (Horton, 1999). Las trampas amarillas capturan más adultos cuando la brotación está desarrollada, probablemente debido a que el insecto podría estar más activo buscando brotes aptos para oviponer; cuando predominan los brotes tiernos, las capturas descienden (Buenahora et al., 2015). Al contrastar la eficiencia de captura de diferentes trampas amarillas tales como la trampa Alfa Scents (TAS), trampa Susbin y una trampa control (trampa confeccionada artesanalmente), se encontró en reiterados experimentos que las

trampas tipo Susbin resultaron ser más eficientes en la captura de adultos de *D. citri* (Amorós et al., 2019).

1.3. CORTINAS ROMPEVIENTOS EN URUGUAY

Las especies vegetales que se utilizan en un cortaviento deben estar adaptadas a las condiciones de clima y suelo del lugar donde crecerán. Se seleccionan por su resistencia a factores abióticos, arquitectura, follaje, velocidad de crecimiento, longevidad, bajas necesidades de mantenimiento y resistencia a las plagas y enfermedades (Oberschelp et al., 2020).

Teóricamente, un rompevientos con cortinas vegetales densas logra una reducción máxima en la velocidad del viento del 85 % a una distancia de una vez su altura, mientras que una cortina semipermeable tiene una protección horizontal máxima con reducción del viento del 75 % a cuatro veces su altura (Peri, 1998); por lo tanto, un rompevientos con densidad media puede proteger mayor área. La separación mínima y máxima recomendada entre las plantas, dentro de la fila que constituyen la cortina vegetal, dependerá de la arquitectura y las características de crecimiento de la especie; para cortinas en una sola hilera se recomienda una distancia de 2 a 4,5 m. Las cortinas deben estar orientadas en ángulo recto en la dirección del viento predominante para proteger la mayor superficie terrestre posible (Oberschelp et al., 2020).

El viento tiende a ingresar alrededor de los extremos de la cortina debido al efecto de baja presión que se genera; por lo tanto, los rompevientos deben ser largos en relación con su altura; lo recomendable es una longitud de al menos 10 veces la altura de la cortina (Oberschelp et al., 2020).

Las cortinas deben disminuir la velocidad del viento predominante que acompañan las lluvias, sin cortar totalmente la circulación del aire (Canteros, 2000). La reducción de la velocidad del viento y los cambios microclimáticos generados en la zona de protección se traducen en mejores condiciones para el crecimiento y desarrollo de los cultivos, es decir, mayor producción.

Existen algunos países como Argentina y Uruguay que, a diferencia del resto, se caracterizan por la producción de cítricos en quintas que tienen implantadas cortinas rompevientos vegetales entre las parcelas de plantas cítricas. Las especies vegetales que se han ido implantando se caracterizan por su altura y velocidad de crecimiento en los primeros años de desarrollo, predominando los eucaliptus y las casuarinas (Gravina et al., 2011).

La implementación de dichas cortinas se enmarca dentro de las prácticas culturales con el fin disminuir la velocidad del viento para evitar los daños por rameado (heridas por el rozamiento con hojas y ramas) y la propagación de ciertas enfermedades tales como la cancrrosis de los cítricos (Messina et al., 2015).

El daño en frutos cítricos causado por el viento está asociado a elevados valores de velocidad media (mayores a 5 m/s) (Green, 1968). El viento causa que las hojas y ramas rocen la fruta joven (fase I del crecimiento del fruto), lo que la daña antes de que desarrolle una cutícula fuerte (Davies y Albrigo, 1994; Freeman, 1973; Roger, 1988). La apariencia de la fruta se ve dañada dejando manchas y cicatrices en la piel (Gravina et al., 2011). Esta es la principal causa de daño abiótico en la producción citrícola mundial (Davies y Albrigo, 1994; Green, 1968,).

En Uruguay, entre el 10 % y 40 % del daño de frutos cítricos es causado por la acción del viento, lo que resulta en el descarte de las frutas para exportación y provoca grandes pérdidas económicas (Gravina, 1999; Martínez, 1995). Se descarta, mínimo, un 10 % en las naranjas Valencia, los tangores Ortanique y Ellendale, mientras que en variedades más sensibles como la naranja W. navel y el limón Lisbóa el descarte ha sido de hasta un 40 % de la fruta producida (Gravina et al., 2011).

En segundo lugar, pero no menos importante, las cortinas vegetales son efectivas para la prevención de infecciones de cancro (*Xanthomonas axonopodis* pv. Citri), pero poco se sabe sobre el efecto de la cortina rompevientos en la dispersión de diferentes plagas de cítricos.

1.4. OBJETIVOS

El objetivo general del presente trabajo fue estudiar la dinámica de dispersión de *Diaphorina citri* en diferentes estadios fenológicos de la brotación en plantaciones de cítricos con cortinas vegetales.

Los objetivos específicos planteados fueron:

1. Determinar la dispersión de adultos de *D. citri* frente a brotes tiernos y maduros en plantas de cítricos en Uruguay.
2. Evaluar el efecto barrera de la cortina rompevientos sobre la dispersión de adultos de *D. citri* en nuestro país frente en diferentes estímulos de brotes tiernos y desarrollados.
3. Evaluar el efecto del pigmento en la movilidad de *D. citri*.

1.5. HIPÓTESIS

Las hipótesis de trabajo planteadas fueron las siguientes:

1. La dispersión de *D. citri* se ve más estimulada en presencia de brotes tiernos que con brotes maduros.
2. Las cortinas vegetales condicionan la dispersión de *D. citri*.
3. El pigmento utilizado para el marcaje de los adultos de *D. citri* no afecta la movilidad de estos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. CRÍA DE ADULTOS DE *DIAPHORINA CITRI*

La cría de los adultos se realizó en la estación experimental INIA Salto Grande, en cámara hermética, con temperatura, humedad relativa y luz controlada (25 °C, 60 % HR, fotoperíodo 16:8) de acuerdo con el método de Skelley y Hoy (2004). Para la multiplicación de la plaga, se utilizaron jaulas de 46 cm x 46 cm de base y 56 cm de alto construidas con caños de PVC y cerramientos con malla 50 mesh. En su interior, se colocaron 5 macetas de plástico negro de 3 litros con 2 plantas de limón Cravo

(*Citrus limonia* L Osbeck) de 8 meses de edad cada una, de no más de 30-40 cm de altura y tallos de, aproximadamente, 1 cm de diámetro. Las plantas fueron podadas una semana previa a la liberación de adultos con el fin de obtener brotes aptos para la postura de huevos (figura 3, poda de plantas). Se liberaron 120 adultos por jaula con un período preoviposición de, al menos, 10 d. Estos se retiraron al séptimo día de su liberación, lo que determinó el período de postura de huevos (figura 3).

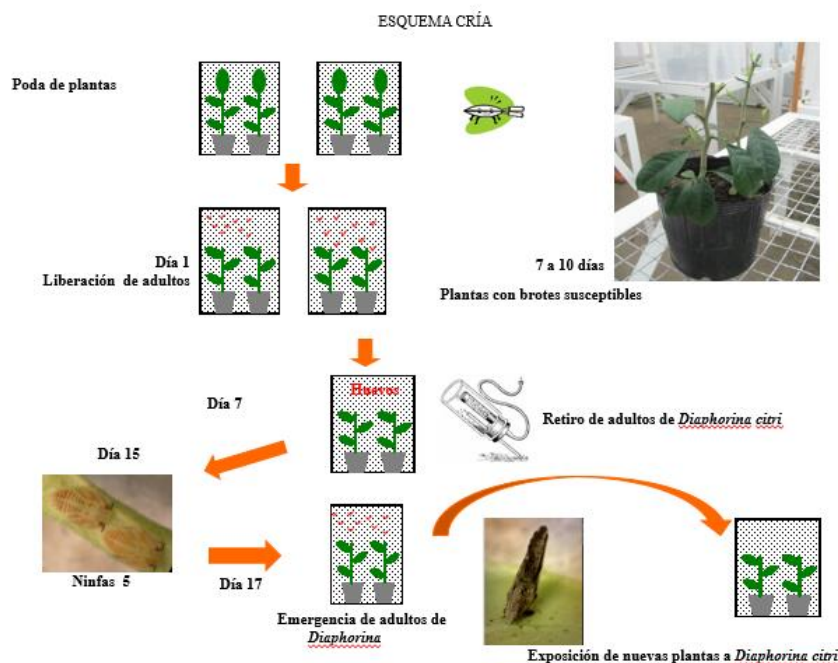


Figura 3: esquema de la cría de *Diaphorina citri*. Poda de plantas para generar brotes aptos para postura de huevos, liberación de adultos de *D. citri* (maduros sexualmente), oviposición y desarrollo ninfal; finalmente, emergencia de adultos (nueva generación).

El ciclo duró, aproximadamente, 15 d desde huevo hasta la primera emergencia de los adultos. Una vez emergidos, los adultos fueron colectados con aspirador eléctrico, contabilizados y estoqueados en jaulas con plantas (sin brotes tiernos) con el objetivo de proporcionarles alimento. La producción total fue de 500 a 600 adultos por jaula.

2.2. TINCIÓN DE ADULTOS DE *DIAPHORINA CITRI*

La técnica de tinción fue adaptada de lo descrito por Nakata (2008). Se agruparon 100 adultos en tubos de plástico transparentes de 45 ml, se le agregaron 30 mg de polvo fluorescente (DAY GLO, Cleveland, OH, EE. UU.); finalmente, se agitó el tubo durante 5 segundos. Una vez culminado el proceso de tinción, los adultos fueron confinados en 2 jaulas conteniendo 3 macetas. Cada maceta contenía 2 plantas de limón Cravo (*Citrus limonia* L Osbeck) con el fin de alimentarlos durante 24 h. Las jaulas permanecieron en invernadero de vidrio con malla, en condiciones

semicontroladas, en un rango de temperaturas de 12 °C a 28 °C, de acuerdo con el método de Ferreira Diniz (2013).

2.3 DISPERSIÓN DE ADULTOS DE *DIAPHORINA CITRI* FRENTE A BROTES TIERNOS Y MADUROS DE PLANTAS CÍTRICAS

Los ensayos fueron realizados en monte cítrico de la Estación Experimental de INIA Salto Grande sobre plantas de la variedad Lanelate, implantado en el año 1997 con un marco de plantación 7 x 3,5 m. Las liberaciones se realizaron en dos flujos de brotación: en primavera 2018, en estado de brotes tiernos (18/09/18) y desarrollados (03/10/18), y en verano 2019 en estado de brotes tiernos (04/01/19) y desarrollados (24/01/19). Los brotes tiernos medían entre 2 a 5 cm de largo, con hojas apicales iniciando su desarrollo y hojas basales extendidas (figura 4, brotes tipo 1 y tipo 2). Los brotes desarrollados medían entre 6 a 10 cm de largo, con la mayoría de las hojas expandidas (figura 4, brotes tipo 3 y tipo 4).

Brotes tiernos



Brote tipo 1

Aprox. 2 cm

Hojas no expandidas



Brote tipo 2

Aprox. 5 cm

Hojas basales expandidas



Brote tipo 3

Mayoría de las hojas
expandidas



Brote tipo 4

Todas las hojas expandidas
Mayoría en tamaño

Figura 4: tipos de brotes. Brote tierno: brotes tipo 1 y 2. Brote desarrollado: brotes tipo 3 y 4.

En las liberaciones realizadas en estado de brote tierno, los adultos fueron marcados de color rojo, mientras que en la de brote desarrollado se utilizó el color azul. En cada oportunidad se trabajó con 2000 adultos, a excepción de la liberación de primavera 2018 en estado de brotes tiernos (18/9/18), cuando fueron 3000 adultos. En cada liberación se trasladaron al campo las jaulas con las plantas y adultos marcados, para su liberación en la planta central del cuadro (latitud: 31°16'45.47"S, longitud 57°53'55.92"O). Allí, las plantas con psíidos se ubicaron a ambos lados de la planta definida como punto de liberación dentro del cuadro de cítricos. No se perturbaron por 30 min y, luego, se removió el follaje con un tubo de PVC para estimular el vuelo de estos.

El área de muestreo estuvo conformada por 3 círculos concéntricos: el círculo 1 fue el más cercano al punto de liberación, el círculo 2, a una distancia intermedia, y el círculo 3, el más lejano, manteniendo una distancia equidistante desde el punto de liberación y entre ellos de 25 m (figura 5). Para evaluar la dispersión de *D. citri* en el área, se utilizaron 3 métodos: observación visual, trampas amarillas con adherente y *tap*, inspeccionados cada 48 h durante 14 d. Por cada círculo se colocaron 8 trampas amarillas con adherente (14 x 11 cm) manteniendo una distancia equidistante entre ellas; mientras que próximo a cada trampa amarilla se seleccionaron al azar dos plantas

para realizar los métodos de observación visual y el *tap*. Durante la observación visual, dos personas, situadas a cada lado de la planta seleccionada, observaron durante 100 segundos (tiempo requerido para observar detenidamente el follaje de la planta) contabilizando los insectos marcados.

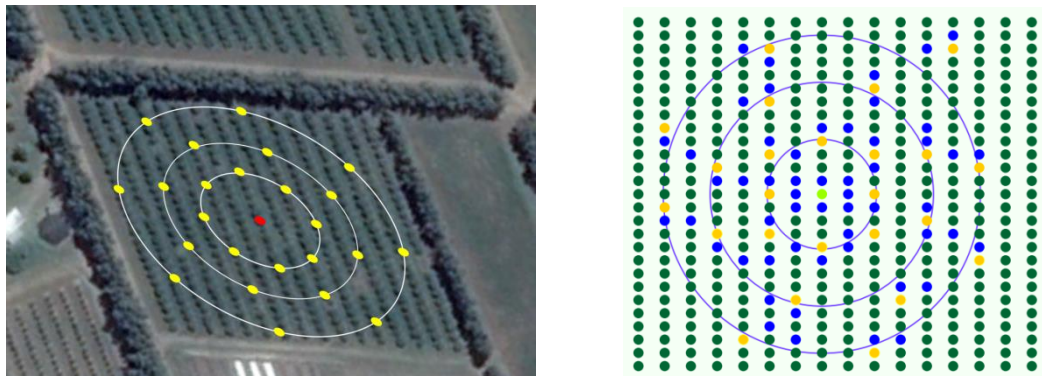


Figura 5: diseño experimental: punto de liberación y círculos concéntricos en el cuadro de cítricos (A). Puntos de muestreos: amarillos (trampas), azules (observación visual y *tap*).

2.4. EFECTO BARRERA DE LA CORTINA ROMPEVIENTOS SOBRE LA DISPERSIÓN DE ADULTOS DE *DIAPHORINA CITRI*

El experimento se realizó en Colonia Itapebí, departamento de Salto (latitud: 31°15'43.46``S, longitud 57°49'41.43``O); los cuadros seleccionados fueron de la variedad Navelina, con plantas de 13 años de edad, implantadas a 6 x 4 m; las plantas presentaban buen estado sanitario. Se realizaron 3 liberaciones de adultos de *D. citri* teñidos. La primera liberación se realizó cuando las plantas presentaban brotes tiernos a ambos lados de la cortina vegetal (*Grevillea robusta*; figura 7). La segunda liberación se realizó con brotes desarrollados a ambos lados de la cortina vegetal. Finalmente, la tercera liberación se realizó cuando las plantas de uno de los cuadros presentaban brotes tiernos y las plantas del otro cuadro no presentaban brotes (descripción de tipos de brotes en 2.3). Para lograr dicha situación, las plantas del cuadro 1 se podaron 15 d previos a la liberación con una podadora mecánica Stoll de 5 discos con brazo mecánico flexible. En cada liberación se marcaron 1000 adultos de cada tonalidad

(rojos y azules) y, luego de 24 h de su tinción, se liberaron al mismo tiempo en puntos opuestos y separados por la cortina vegetal.

Para la evaluación de la dispersión de *D. citri*, se seleccionaron las 4 filas más próximas a la cortina en cada cuadro. En cada fila se seleccionaron 12 plantas, a excepción de la primera fila en la que fueron 13 plantas contabilizando la planta en la que se liberaron psílidos marcados. Del total de las 12 plantas en evaluación, de manera intercalada, en 6 de ellas se realizó la observación visual y el *tap* mientras que en el resto se instalaron trampas amarillas (figura 6).

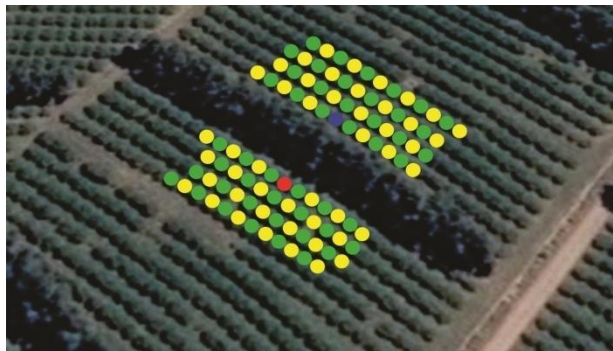


Figura 6: diseño experimental: En cada cuadro, los puntos de liberación están representados por los puntos rojo y azul; los muestreos se realizaron en los puntos amarillos (trampas) y verdes (observación visual y *tap*) de cada cuadro.



Figura 7: cortina vegetal (*Grevillea robusta*).

Las evaluaciones se realizaron en todas las plantas marcadas de cada fila a las 24 y 48 h y a la semana de las liberaciones

2.5 EFECTO DEL PIGMENTO EN LA MOVILIDAD DE *DIAPHORINA CITRI*

Se trabajó en una cámara hermética de 4 x 4 m en la estación experimental de INIA Salto Grande, en condiciones controlada con fotoperíodo 14:10 luz/oscuridad, 8500 luxes, 26 °C y 60 % de HR. El área de trabajo estuvo delimitada por dos círculos concéntricos de macetas con plantines de limón Rugoso (*Citrus jambhiri*) de 8 meses de edad. Cada círculo estaba compuesto por 18 macetas separadas entre sí a una distancia equidistante. Uno de los círculos estaba a 0,75 m y el otro, a 1,5 m del punto central de liberación de adultos de *D. citri* (figura 8). Se instalaron 3 trampas amarillas con adherente (14 x 11 cm) entre el círculo 1 y 2, con el objetivo de identificar si dicha trampa era capaz de capturar los adultos teñidos. El experimento se repitió 2 veces. La liberación de los adultos de *D. citri* teñidos y sin teñir se realizó al mismo tiempo, los 1000 adultos estaban posados en una planta macetera, la cual se ubicó en el centro ambos círculos; 500 de ellos fueron teñidos. Para evaluar la movilidad del psílido, se contabilizó el número de adultos teñidos y sin teñir posados en las plantas de cada círculo y adheridos en las trampas amarillas a las 2, 4, 6, 24, 48 y 72 h de la liberación.



Figura 8: diseño experimental. Dos círculos concéntricos establecidos con plantas maceteras de limón rugoso (*Citrus jambhiri*) al punto de liberación (una planta macetera) a 0,75 y 1,5 m.

2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En los ensayos de dispersión de adultos de *D. citri* frente a brotes tiernos y maduros de plantas de cítricos y en el estudio del efecto barrera de la cortina rompevientos sobre la dispersión de adultos de *D. citri* los resultados no permitieron analizar los datos estadísticamente debido a que en todos los muestreos y en la mayoría de los puntos de muestreos los datos fueron 0, es decir que no se contabilizaron adultos marcados en dichos puntos de muestreos.

En los experimentos en los que se estudió el efecto del pigmento en la movilidad de *D. citri*, cada ensayo y cada círculo se analizaron en forma separada. Las variables dependientes fueron:

- 1- proporción de *D. citri* que se movilizaron en cada círculo ([número de insectos teñidos (tratados) / total de insectos] y [número de insectos no teñidos (control) / total en el círculo]),
- 2- número de insectos (tratados y no tratados) movilizadas por unidad de tiempo (hora).

Se trabajó con un modelo lineal generalizado mixto, con función de enlace logit y distribución binomial (número de éxitos en n ensayos). El modelo utilizado para la comparación de las proporciones fue:

$$\text{logit}(p_{ij}) = \log\left(\frac{p_{ij}}{1 - p_{ij}}\right) = \mu + \tau_i + \beta_j$$

donde p_{ij} es la proporción de insectos en el tratamiento i ($i = 1 =$ tratado, $i = 2 =$ control), en el momento j ($j = 2, 4, 6, 24, 48, 72$ h), definido como efecto fijo y es el efecto del momento de observación, definido como efecto aleatorio, y se considera que estos efectos pueden estar correlacionados (puesto que son medidas repetidas en el tiempo). La hipótesis nula de interés para el modelo 1 fue H_0 : en cada círculo y cada ensayo, la proporción de insectos tratados que se moviliza es igual a la proporción de insectos no tratados. Para el modelo 2, la hipótesis nula es H_0 : el número de insectos movilizadas por hora es igual para los insectos tratados y no tratados.

Los análisis usaron el sistema de análisis estadístico SAS, versión académica (referencia) paquetes GLIMMIX y MIXED, para los modelos 1 y 2, respectivamente.

En los dos modelos se probó primero un modelo «completo» (tratamiento, momento y correlación entre momentos) con el que se encontró significancia de la correlación. Se probó un segundo modelo que no la considera; finalmente, al no encontrar efecto del momento, se probó un tercer modelo que considera sólo tratamiento (teñido vs. no teñido). Los resultados se tomaron en el segundo modelo. El modelo utilizado para el análisis de la velocidad fue un modelo lineal mixto:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + residual$$

en donde y_{ij} es el número de insectos en el tratamiento i que se movilizaron por hora en el momento j ; β_j es el efecto del momento, considerado aleatorio y con una posible estructura de correlación como en el modelo 1. En este caso, la distribución se supone normal.

La hipótesis nula de interés para el modelo 1 fue H_0 : en cada círculo y cada ensayo, la proporción de insectos tratados que se moviliza es igual a la proporción de insectos no tratados. Para el modelo 2, la hipótesis nula es H_0 : el número de insectos movilizadores por hora es igual para los insectos tratados y no tratados. Para los análisis, se utilizó el sistema de análisis estadístico SAS, versión académica (referencia) paquetes GLIMMIX y MIXED, para los modelos 1 y 2, respectivamente.

En los dos modelos se probó primero un modelo «completo» (tratamiento, momento y correlación entre momentos); con dicho modelo no se encontró significancia de la correlación. Se probó un segundo modelo que no la considera; finalmente, al no encontrar efecto del momento, se probó un tercer modelo que considera sólo tratamiento (teñido vs. no teñido). Los resultados se tomaron en el segundo modelo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DISPERSIÓN DE ADULTOS DE *DIAPHORINA CITRI* FRENTE A BROTES TIERNOS Y MADUROS DE PLANTAS DE CÍTRICOS

3.1.2. Dispersión en brotes tiernos y desarrollados de primavera

La dispersión de *D. citri* fue muy baja dentro del cuadro en los ensayos de primavera (figura 9). En la liberación en brotes tiernos, sólo se encontraron adultos en el círculo 1 (más interno), en la que la mayoría permaneció cerca del punto de liberación al final del período de monitoreo (figura 9). En total, se detectaron 175 individuos de los 3000 liberados, lo que constata las dificultades que ofrece este trabajo cuando se intenta evaluar a campo, y por distintos métodos de monitoreo, el desplazamiento del psílido en montes de producción con plantas adultas (cuadro 1).

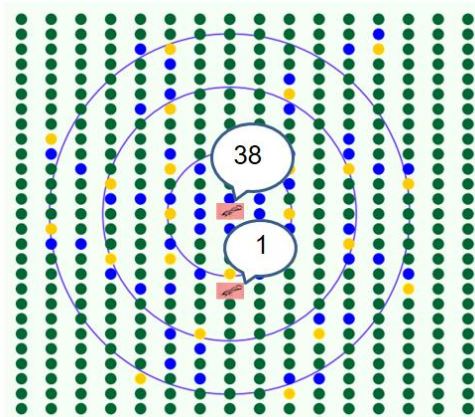
Durante los 14 días de evaluación, la máxima distancia que recorrieron fue de 17,5 m (5 plantas) desde el punto de liberación en la misma fila con dirección norte, y 7 m hacia cada lado en la planta de la fila contigua.

Se han reportado distancias de desplazamientos de adultos de *D. citri* entre 8 a 60 m (Hall, 2008). El desplazamiento observado de *D. citri* en estado de brotes tiernos está de acuerdo con el rango de desplazamiento citado por dichos autores, lo que coincide con lo citado por Asplanato et al. (2011), quienes indican que los adultos de *D. citri* tienen baja movilidad. Sin embargo, otros autores reportan distancias máximas de desplazamiento de 350 m con medias de 73 m (Nakata, 2005), mientras que Boina et al. (2009) concluyeron que *D. citri* puede moverse bidireccionalmente entre montes a distancias de 60-100 m.

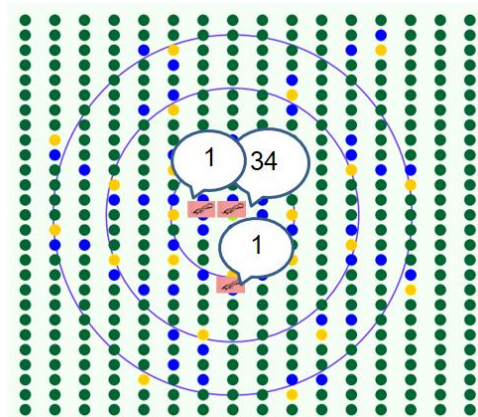
Los estudios a nivel nacional reportan que las trampas amarillas no detectan la presencia de adultos de *D. citri* en árboles donde el *tap* y la inspección de ramas sí lo hacen (Rubio et al., 2009). Coincidentemente con dichos autores, en nuestros experimentos, los adultos de *D. citri* fueron detectados mediante observación visual y *tap*, mientras que las trampas amarillas no capturaron adultos.

En condiciones de bajas poblaciones (Asplanato et al., 2011), el método más eficiente es el *tap* (Amuedo, 2011; Buenahora et al., 2016); sin embargo, nuestros resultados indican que el método con el que se ha detectado la mayor proporción de adultos liberados fue la observación visual, coincidiendo con Hall (2009) y Hall et al. (2008). Estos autores mencionan que este método es una muy buena opción para el monitoreo de la plaga, aunque requiere de un mayor tiempo para ser implementado.

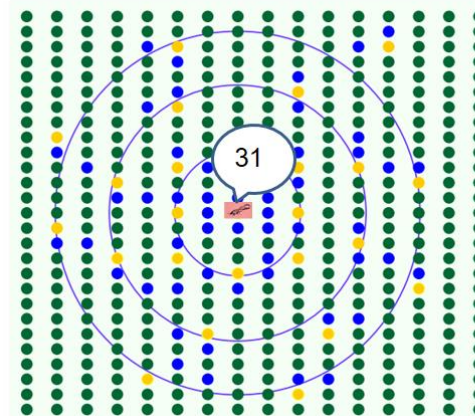
Los adultos liberados (marcados con pigmento rojo) se encontraron en el campo hasta un mes después de su liberación.



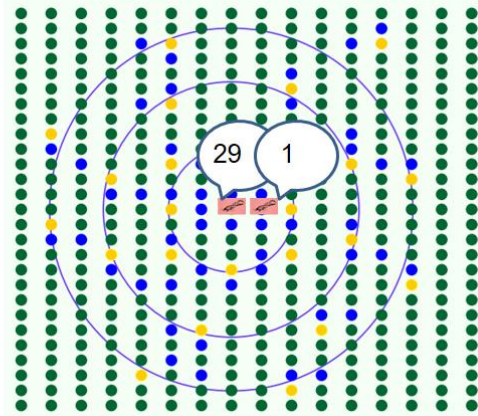
2 días: 39 adultos observados en total



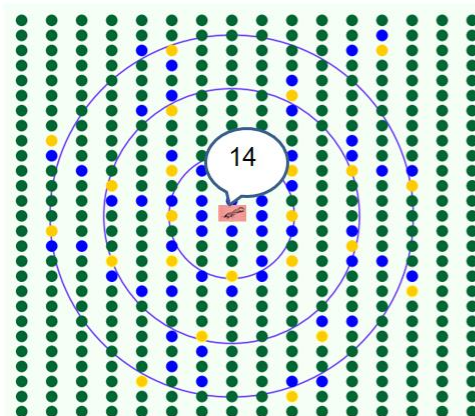
4 días: 36 adultos observados en total



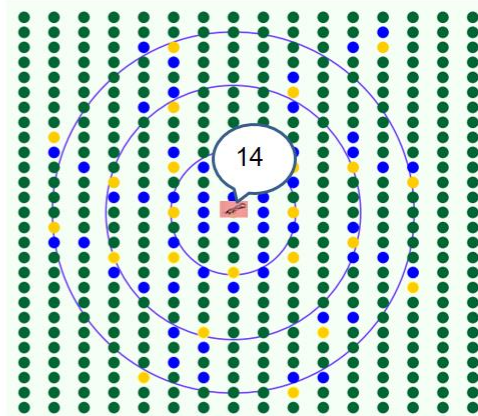
6 días: 31 adultos observados en total



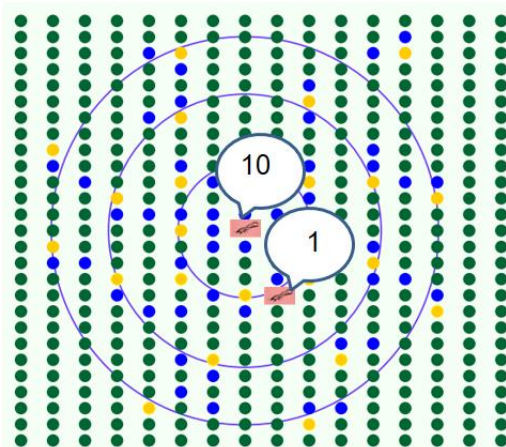
8 días: 30 adultos observados en total



10 días: 14 adultos observados en total



12 días: 14 adultos observados en total



14 días: 11 adultos observados en total

Figura 9: resultados de la liberación de primavera en estado de brotes tiernos (18/09/18) a los 2, 4, 6, 8, 10, 12 y 14 d de la liberación. Puntos de muestreos: amarillos (trampas), azules (observación visual y *tap*).

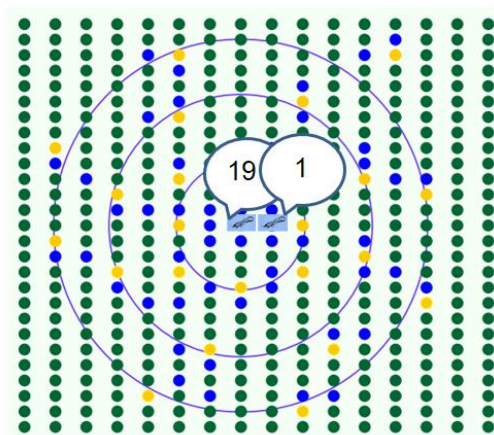
Los registros de captura y movimiento de adultos de *D. citri* liberados en brotes desarrollados (03/10/19) (figura 10) fueron menores que lo observado en brotes tiernos. En el período de monitoreo, se detectaron un total de 60 individuos que se movieron 3,5 m dentro de la fila (planta inmediata al punto de liberación), 7 m entre filas hacia ambos lados y, aproximadamente, 9 m a la planta más próxima en dirección diagonal al suroeste (figura 10, día 4); dicha distancia fue calculada mediante Google Earth. La velocidad registrada fue de 2,25 m/d. Estos resultados no coinciden con lo reportado por Tomaseto et al. (2015), donde los adultos de *D. citri* lograron dispersarse a mayor distancia sobre brotes desarrollados respecto a brotes tiernos; las distancias de desplazamiento fueron 140 m y 45 m en la primera y segunda condición, respectivamente. Otros autores mencionan que el desplazamiento de los adultos generalmente ocurre cuando las poblaciones son abundantes y las plantas hospederas comienzan a brotar (Aubert, 1987; Catling, 1969, 1970). En cítricos se produce una dispersión rutinaria de pocos adultos y, ocasionalmente, pueden ocurrir migraciones masivas (Hall, 2008).

D. citri presenta una gran velocidad de dispersión en ausencia de brotes tiernos (Tomaseto et al., 2015); dicha teoría está sustentada en que los adultos tienden a migrar cuando el hospedero presenta condiciones desfavorables para reproducirse (Johnston

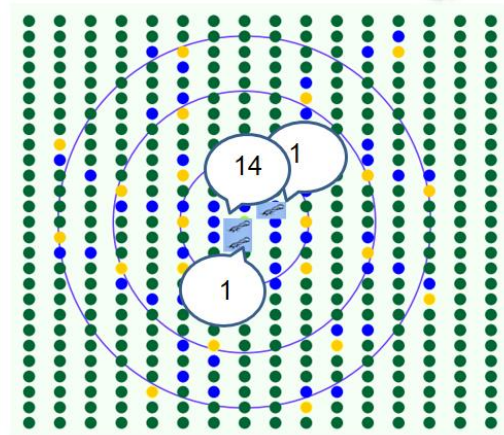
et al., 2019). Stockton et al. (2016) reportaron que *D. citri* utiliza la visión, el gusto, la audición y el olfato para seleccionar su hospedero.

Coincidentemente con la liberación en brotes tiernos, se detectó la mayoría de los individuos mediante observación visual, muy pocos con el *tap* y ninguno en trampas amarillas.

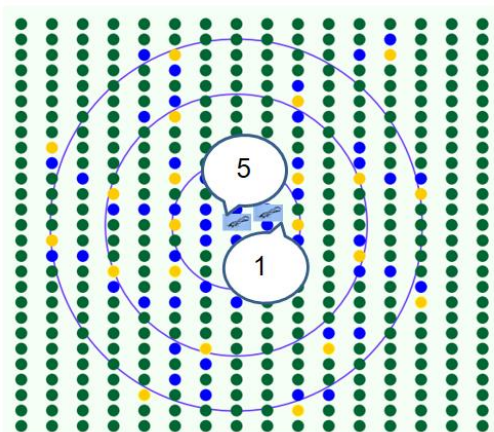
Las velocidades medias de dispersión que se han reportado rondan los 300 m en 4 d (75 m/d) y 2000 m en 12 d (167 m/d) (Lewis-Rosenblum et al., 2015). Nuestros resultados indican menores registros mostrando un movimiento de 17,5 m en 48 h, lo que significa una velocidad de 8,75 m/d en el flujo de brotación de primavera, en estado de brotes tiernos.



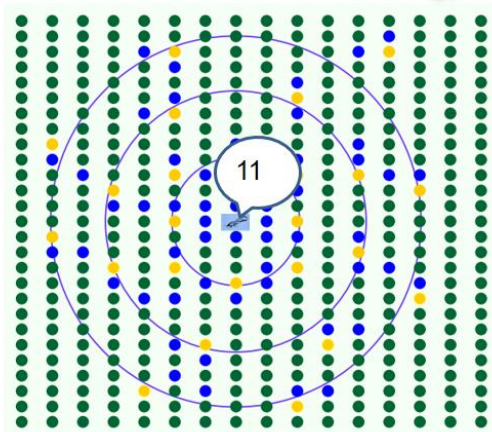
2 días: 20 adultos observados en total



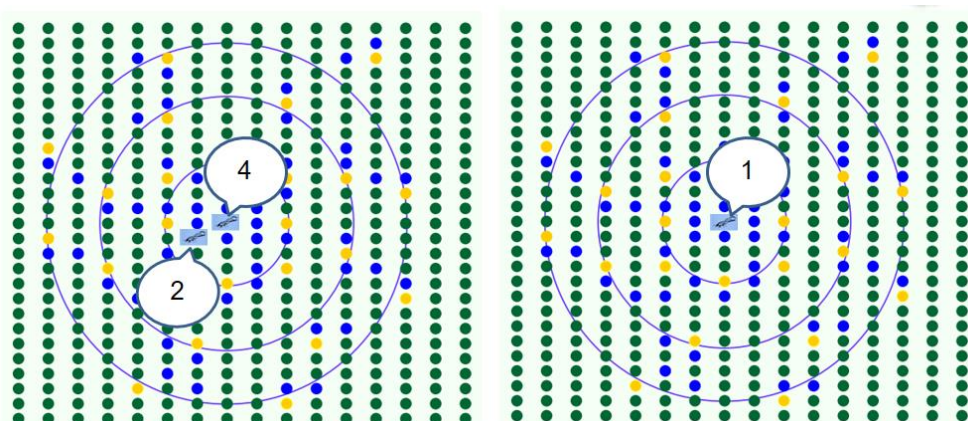
4 días: 16 adultos observados en total



8 días: 6 adultos observados en total



10 días: 11 adultos observados en total



12 días: 6 adultos observados en total 14 días: 1 adulto observado en total

Figura 10: resultados de la liberación de primavera en estado de brotes desarrollados (03/10/18) a los 2, 4, 8, 10, 12 y 14 d de la liberación. Puntos de muestreo: amarillos (trampas), azules (observación visual y *tap*).

Algunos autores indican que el umbral mínimo de temperatura reportado para el inicio de vuelo de *D. citri* es de 16,5 °C (Martini y Stelinski, 2017). Los registros de temperatura media diaria del período de las liberaciones en el flujo de brotación de primavera tanto en estado de brotes tiernos como en desarrollados muestran que la temperatura fue igual o superior a 16,5 °C (figura 11). Sólo un día en la primera liberación, donde las plantas presentaban brotes tiernos (02/10/2018), y 2 d en la segunda liberación, donde las plantas presentaban brotes desarrollados (11/10/2018 y 12/10/2018) la temperatura media diaria fue inferior a ese registro, por lo que parecería que este factor no fue una limitante para la movilidad de *D. citri*.

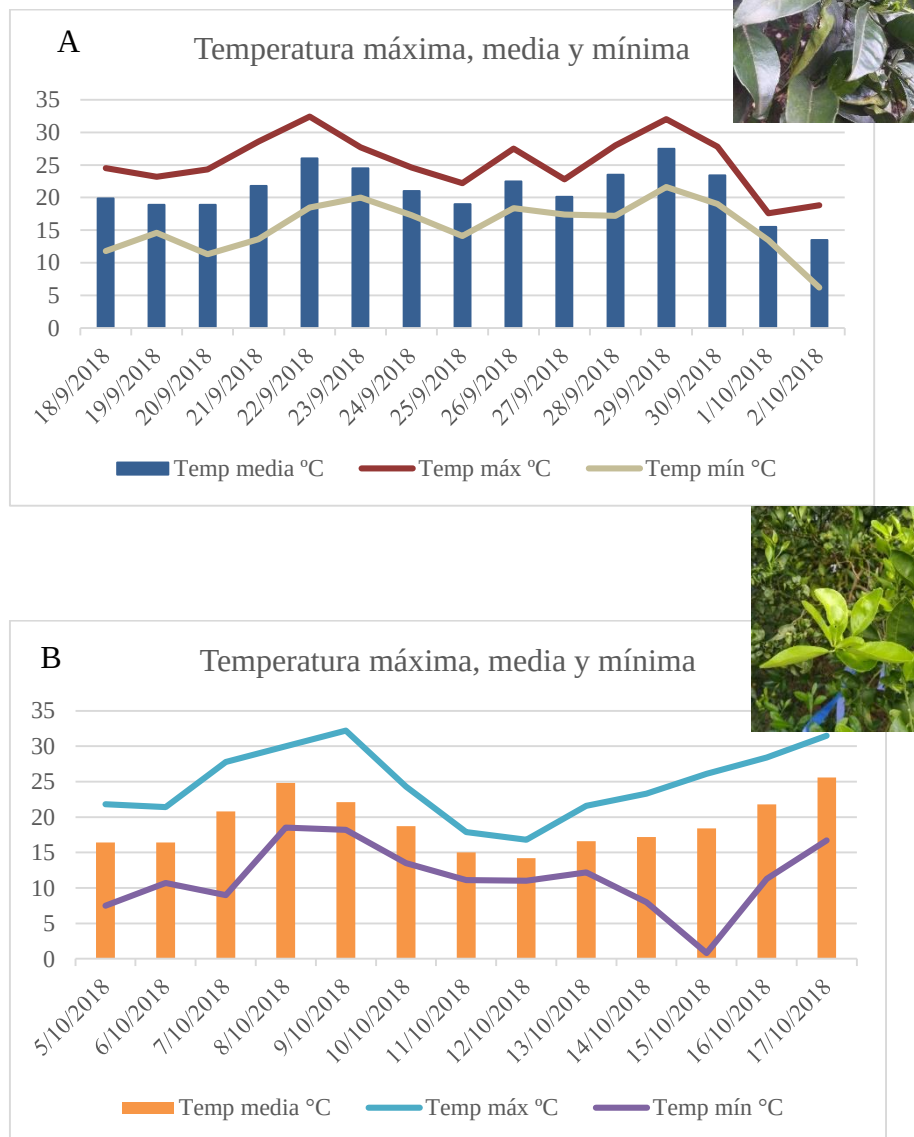


Figura 11: registros de temperatura máxima, media y mínima diaria en los experimentos de la primera liberación en estados de brotes tiernos (18/9/18) (A) y brotes desarrollados (3/10/18) (B)

Los adultos de *D. citri* alcanzan distancias de 1,7 y 10 m después de 6 h y 5 d de su liberación, respectivamente (Tomaseto, 2012). Otros autores reportan distancias medias de dispersión del psílido de 5,83 m en el primer día y 12,13 m a los 14 días de su liberación; dichos resultados corresponden a diferentes experimentos (Kobori et al., 2011a).

Cuadro 1: total de adultos observados en cada muestreo en las liberaciones de primavera de 2018 sobre 3000 y 2000 liberados. Brotes tiernos (18/9/18) (3000 adultos) y brotes desarrollados (3/10/18) (2000 adultos).

Primavera	Total de adultos observados	
Días de su liberación	Brotes tiernos	Brotes desarrollados
2	39	20
4	36	16
6	31	s/d
8	30	6
10	14	11
12	14	6
14	11	1

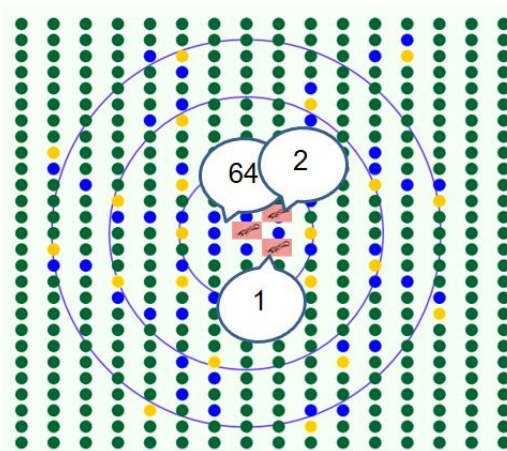
En los experimentos de primavera, del total de adultos liberados en estado de brotes tiernos (3000 liberados) (18/09/18), sólo se encontró en el campo un 5,8 % considerando los adultos contabilizados en el punto de liberación de cuadro de plantas de cítricos (5,6 % mediante observación visual y 0,2 % mediante *tap*). Coincidentemente con la liberación de brotes tiernos (18/9/18), en la liberación en estado de brotes desarrollados (2000 adultos) (03/10/18), se encontraron la mayoría de los individuos mediante observación visual, muy pocos con el *tap* y ninguno en trampas amarillas, lo que confirma nuevamente que el método de observación visual fue el que detectó la mayoría de las *Diaphorina* marcadas. Del total de adultos liberados, sólo se encontró en el campo un 2,55 % (2,45 % mediante observación visual y 0,1 % mediante *tap*) (cuadro 3).

3.1.3. Dispersión en brotes tiernos y desarrollados en verano

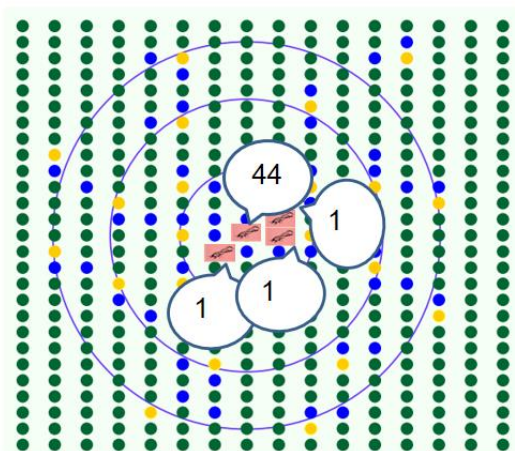
Los resultados de los experimentos de verano (figura 12) fueron muy similares a los experimentos de primavera. En la liberación de adultos con brotes tiernos (2000 adultos) (4/01/19), a los 2 días, se detectaron adultos marcados a 7 m del punto central, establecidos sobre la planta de la fila de enfrente, con la velocidad de dispersión de 3,5 m/d. Luego, a los 6 d, se encontraron adultos marcados sobre la misma fila, a 3,5 m a

cada lado del punto central de liberación, lo que implica una velocidad de dispersión de 0,58 m/d.

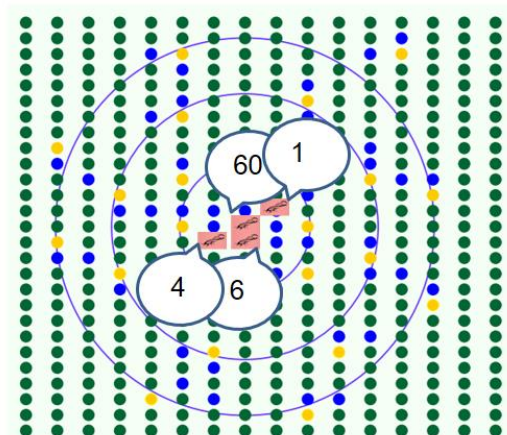
La máxima distancia que recorrieron los adultos fue de 9 m, en diagonal y en ambos sentidos, a los 4 d de su liberación (figura 12). Se desplazaron al suroeste y noreste; dicha distancia fue calculada mediante Google Earth. La velocidad de dispersión calculada fue de 2,25m/d. Así, los adultos fueron encontrados en dos plantas próximas al punto de liberación en dirección diagonal, pero en sentido opuesto; la velocidad de dispersión calculada fue de 2,25 m/d.



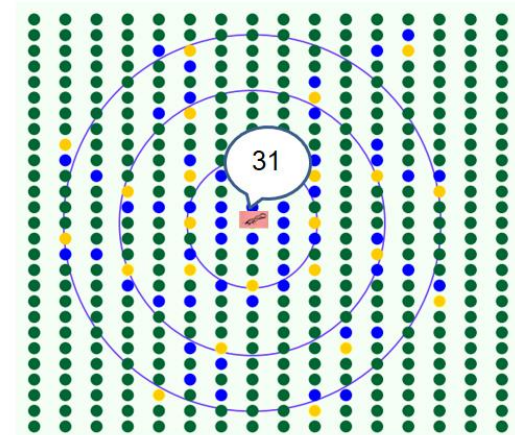
2 días: 67 adultos observados en total



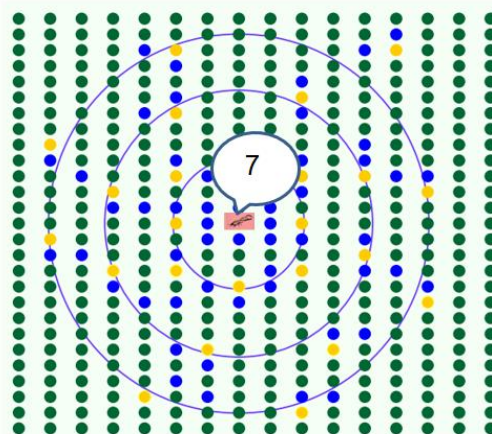
4 días: 47 adultos observados en total



6 días: 71 adultos observados en total



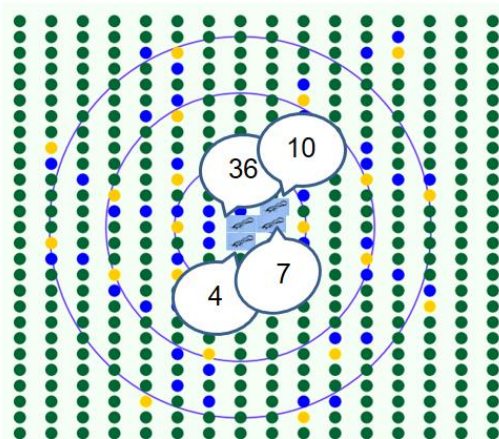
8 días: 31 adultos observados en total



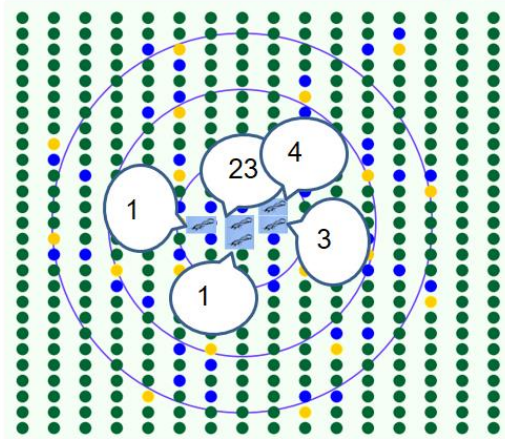
12 días: 7 adultos observados en total

Figura 12: resultados de la liberación de verano en estado de brotes tiernos (4/1/19). A los 2, 4, 6, 8 y 12 d de su liberación. Puntos de muestreos: amarillos (trampas), azules (observación visual y *tap*).

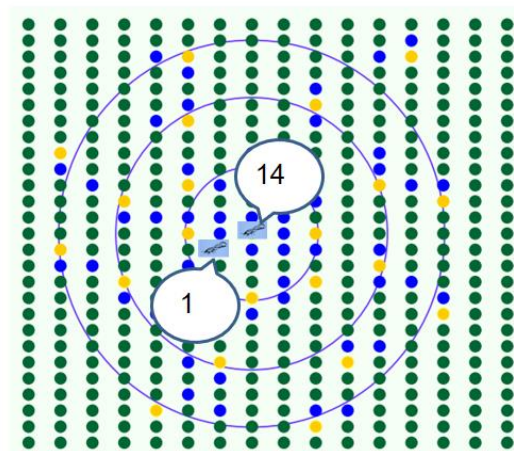
En la condición de brotes desarrollados (24/1/19; figura 13), los psílidos sólo se movieron hacia las plantas contiguas, tanto en la fila como en la entrefila, durante el período de monitoreo. Así, las máximas distancias que recorrieron fueron de 3,5 m y 7 m, respectivamente, lo que implica una velocidad de 3,5 m/d y 1,75 m/d a los 2 días de su liberación.



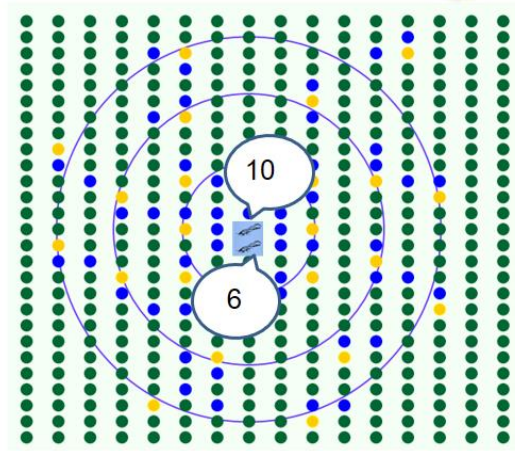
2 días: 57 adultos observados en total



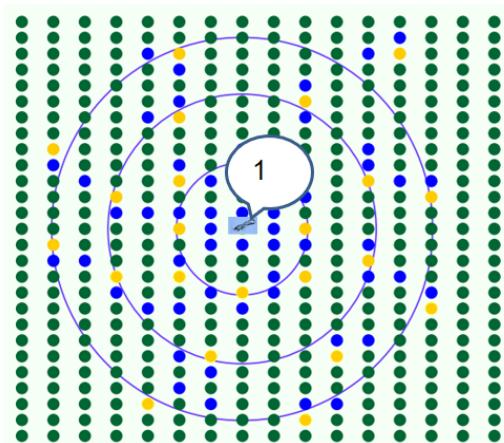
4 días: 32 adultos observados en total



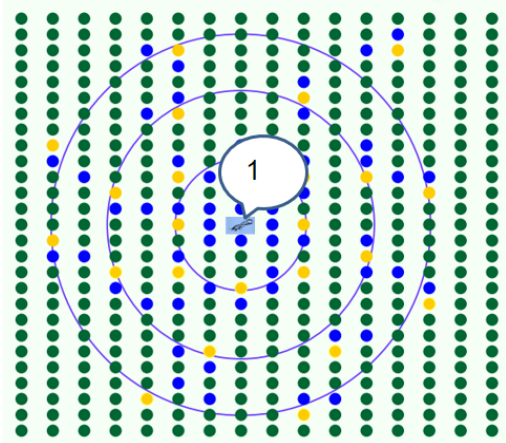
6 días: 15 adultos observados en total



10 días: 16 adultos observados en total



12 días: 1 adultos observados en total



14 días: 1 adultos observados en total

Figura 13: resultados de la liberación verano en estado de brotes desarrollados (24/1/19). A los 2, 4, 6, 10, 12 y 14 d de su liberación. Registros de puntos de muestreos: amarillos (trampas), azules (observación visual y *tap*).

Los registros de temperatura media diaria del período de las liberaciones de adultos en el flujo de brotación de verano tanto en estado de brotes tiernos (04/01/19) como desarrollados (24/01/19; figura 14) indican una temperatura superior a 16,5 °C todos los días; de acuerdo a la bibliografía, parecería que este factor no fue limitante para la movilidad del psílido.

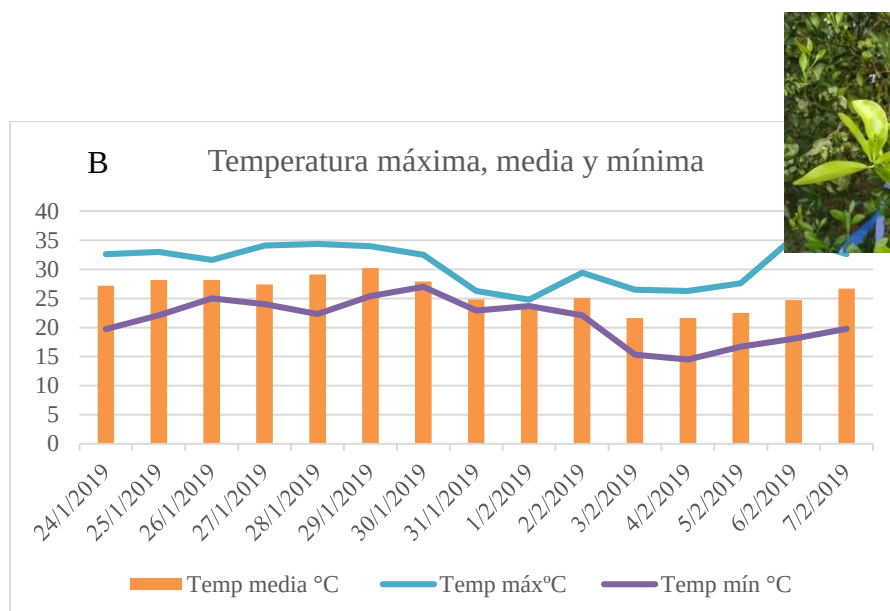
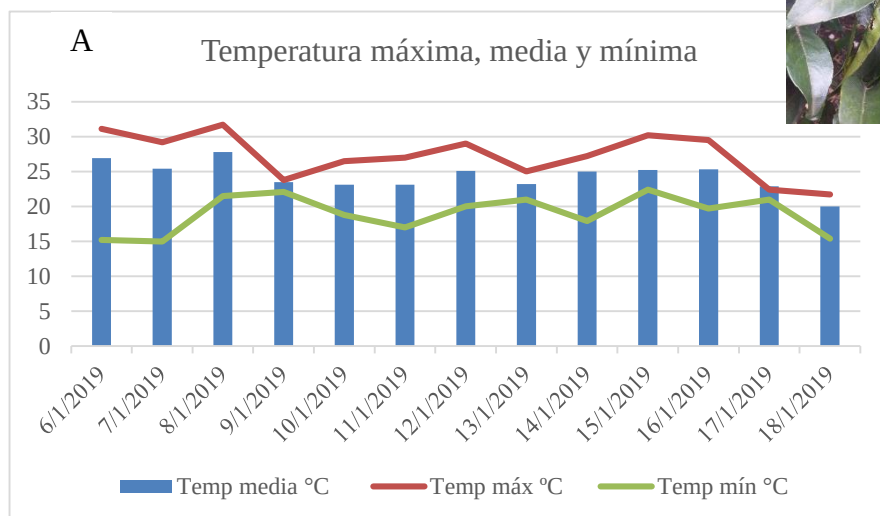


Figura 14: registros de temperatura máxima, media y mínima diaria en los experimentos de la segunda liberación en estados de brotes tiernos (4/1/19) (A) y brotes desarrollados (24/1/19) (B).

Reiteradamente, en cada muestreo de las liberaciones de verano (cuadro 2), se observaron pocos adultos marcados en el campo respecto a la cantidad de adultos liberados. Muchos adultos permanecieron en la planta macetera (planta de liberación) durante todo el experimento; dichos adultos no fueron contabilizados. Coincidentemente, en ambas temporadas (primavera-verano) se encontraron, en su

totalidad, más adultos marcados cuando las plantas presentaban brotes tiernos respecto a brotes desarrollados, durante todo el período de los experimentos.

Cuadro 2: total de adultos observados en cada muestreo en las liberaciones de verano de 2019 sobre los 2000 liberados. Brotes tiernos (4/1/19) y brotes desarrollados (24/1/19).

Verano Días de su liberación	Total de adultos observados	
	Brotes tiernos	Brotes desarrollados
2	67	57
4	47	32
6	71	15
8	31	s/d
10	s/d	16
12	7	1
14	s/d	1

Respecto a los métodos de monitoreo, en los experimentos de verano en estado de brotes tiernos (04/01/19), del total de adultos liberados (2000 adultos) en el campo, se detectó un 11,1 % de *D. citri* (10,8 % mediante observación visual y 0,4 % mediante *tap*). En estado de brotes desarrollados (24/01/19), del total de adultos liberados en el campo, se detectó un 6,1 % (5,9 % mediante observación visual y 0,2 % mediante *tap*) (cuadro 3). Sin embargo, las trampas amarillas no capturaron adultos en ambas liberaciones.

Cuadro 3: proporción de adultos encontrados sobre 3000 (brotación primavera, brotes tiernos) y 2000 liberados (brotación primavera, brotes desarrollados; brotación verano, brotes tiernos y desarrollados) en cada experimento mediante observación visual y *tap* y distancias máximas de dispersión de *D. citri*.

Liberaciones		Adultos encontrados (%)			Distancia máxima recorrida
		Observación visual	Ta p	Trampas amarillas	
Brotes tiernos		5,6	0,2	0	17,5
primavera 2018					
Brotes desarrollados		2,4	0,1	0	9,0
primavera 2018					
Brotes tiernos		10,8	0,4	0	9,0
verano 2019					
Brotes desarrollados		5,9	0,2	0	7,0
verano 2019					

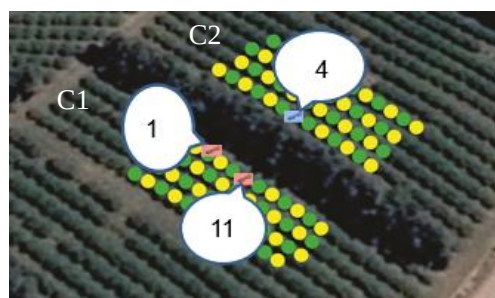
D. citri presenta una gran velocidad de dispersión en ausencia de brotes tiernos (Tomaseto et al., 2015) y tiende a migrar cuando el hospedero presenta condiciones desfavorables (Johnston et al., 2019). Sin embargo, en nuestros experimentos en las liberaciones de primavera y verano en estado de brotes tiernos (18/9/18 y 04/01/19), se registraron las mayores distancias de dispersión respecto a las liberaciones con brotes desarrollados (03/10/18 y 24/01/19).

Los resultados indican que las distancias medias de desplazamiento, en el flujo de brotación de primavera, fueron de 10,5 m, y en el flujo de brotación de verano, fueron de 6,25 m (cuadro 3). La diferencia entre las medias de desplazamiento de *D. citri* en primavera y verano probablemente esté influenciada por la capacidad de brotación de las plantas cítricas en diferentes flujos de brotación; en primavera la brotación fue más importante que en verano. La mayoría de los adultos permanecieron posados en el punto de liberación dentro del cuadro durante los experimentos en todos los casos.

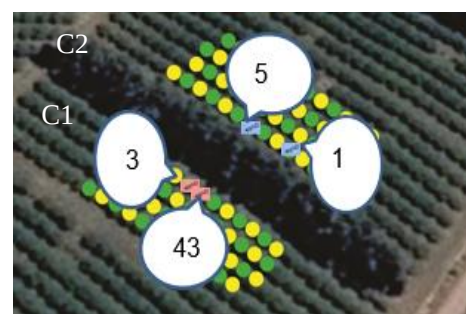
3.2. EFECTO BARRERA DE LA CORTINA ROMPE VIENTO SOBRE LA DISPERSIÓN DE ADULTOS DE *DIAPHORINA CITRI*

En el primer experimento con brotes tiernos en las plantas de ambos cuadros, los adultos de *D. citri* recorrieron 8 m dentro de cada uno (C1 y C2); se ubicaron en dos plantas contiguas a la planta en la que se liberaron las *Diaphorinas*, dentro de la misma fila. Durante todo el período de evaluación, los adultos liberados no lograron cruzar la cortina de grevilleas (figura 15, A, B y C). En los tres muestreos realizados, se contabilizó mayor número de individuos teñido de color rojo (cuadro 1) que de color azul (cuadro 2); esto puede ser debido a que las plantas del cuadro 1 reciben más horas de sol durante la tarde respecto a las plantas del cuadro 2. A las 24 h de su liberación, se encontraron en campo 16 adultos teñidos, 12 de ellos de color rojo, mientras que a las 48 h se contabilizaron 52 adultos, 46 de ellos de color rojo. Finalmente, a la semana, se registraron 31 adultos, 25 de ellos de color rojo (figura 15, A, B y C).

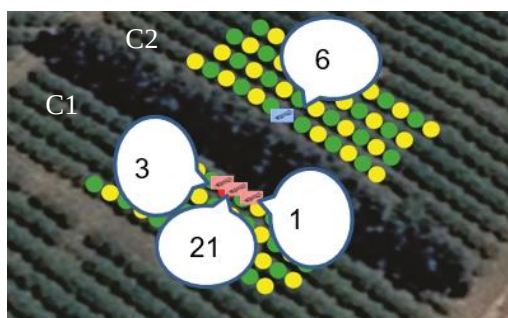
El método de monitoreo con el que se observó la mayor proporción de adultos marcados en el campo, al igual que en los anteriores experimentos, fue el de observación visual, lo que coincide con lo reportado por Hall (2009) y Hall et al. (2008), quienes indican que dicho método es una buena opción para el monitoreo de la plaga en campo. Mediante el *tap* se identificó una menor proporción de adultos marcados en tanto que las trampas amarillas no fueron un buen indicador en el monitoreo de los adultos marcados, ya que durante todo el experimento no mostraron capturas.



A



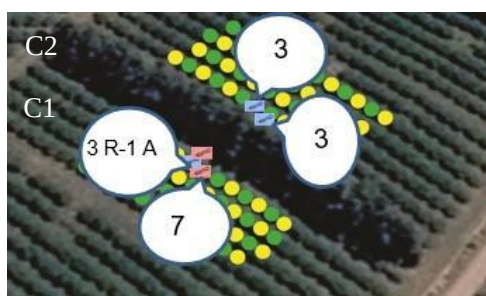
B



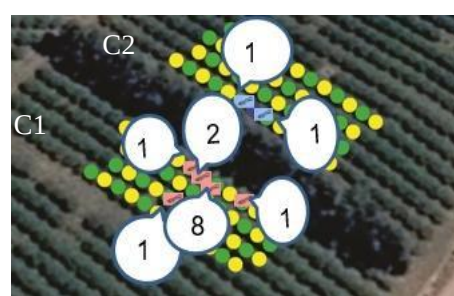
C

Figura 15: adultos de *D. citri* (rojos y azules) contabilizados en los puntos de muestreos en la liberación en estado de brotes tiernos en ambos cuadros (C1 y C2). (A): 1 d, (B): 2 d, (C): 1 semana de su liberación.

En el segundo experimento con brotes desarrollados en las plantas de ambos cuadros (figura 16), la máxima distancia a la que se encontraron los adultos fue de 12 m del punto de liberación; los individuos cruzaron dos entrefilas hacia el centro del cuadro 1. Al igual que en la liberación de brotes tiernos, se encontraron más adultos de la liberación (figura 16 A). Los adultos marcados fueron detectados por la observación visual y el *tap* en mayor y menor proporción, respectivamente, mientras que las trampas amarillas no lograron capturar ningún adulto.



A



B

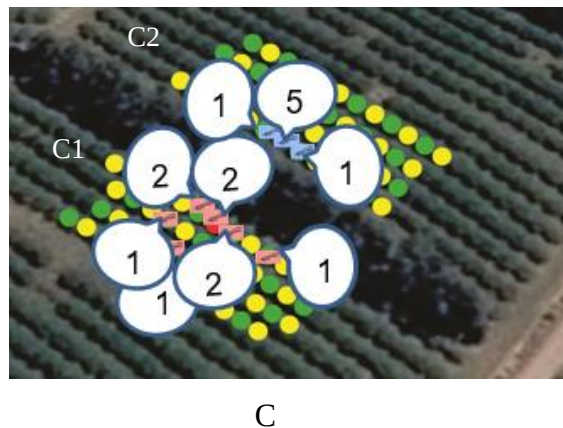


Figura 16: adultos de *D. citri* (rojos y azules) contabilizados en los puntos de muestreos en la liberación en estado de brotes desarrollados en ambos cuadros (C1 y C2). (A): 1 d, (B): 2 d, (C): 1 semana de su liberación.

Finalmente, en el tercer experimento, se trabajó con las plantas del cuadro 1 con brotes tiernos mientras que en el cuadro 2 no había brotación. Para lograr esta situación, las plantas del cuadro 1 se podaron 15 d previos a la liberación. Al igual que en los anteriores experimentos, se contabilizaron más *Diaphorinas* rojas que azules; 13 de un total de 21, 8 de un total de 12 y 10 de un total de 12, a las 24, 48 horas y una semana de su liberación, respectivamente.

Los resultados indican que en 2 de los 3 muestreos realizados se encontró un adulto de *D. citri* que cruzó del cuadro 2 al cuadro 1 (figura 17, A y B). Probablemente, lo que estimuló su desplazamiento fue la búsqueda de tejidos tiernos con el fin de oviponer, ya que se menciona que *D. citri* es orientada por la emisión de volátiles (Patt y Sétamou, 2010).

La máxima distancia que recorrieron en los movimientos dentro del cuadro fueron 10 m (distancia estimada mediante Google Earth), cambiándose de una fila hacia la siguiente fila, a una planta ubicada en sentido diagonal al punto de liberación (figura 17, C).

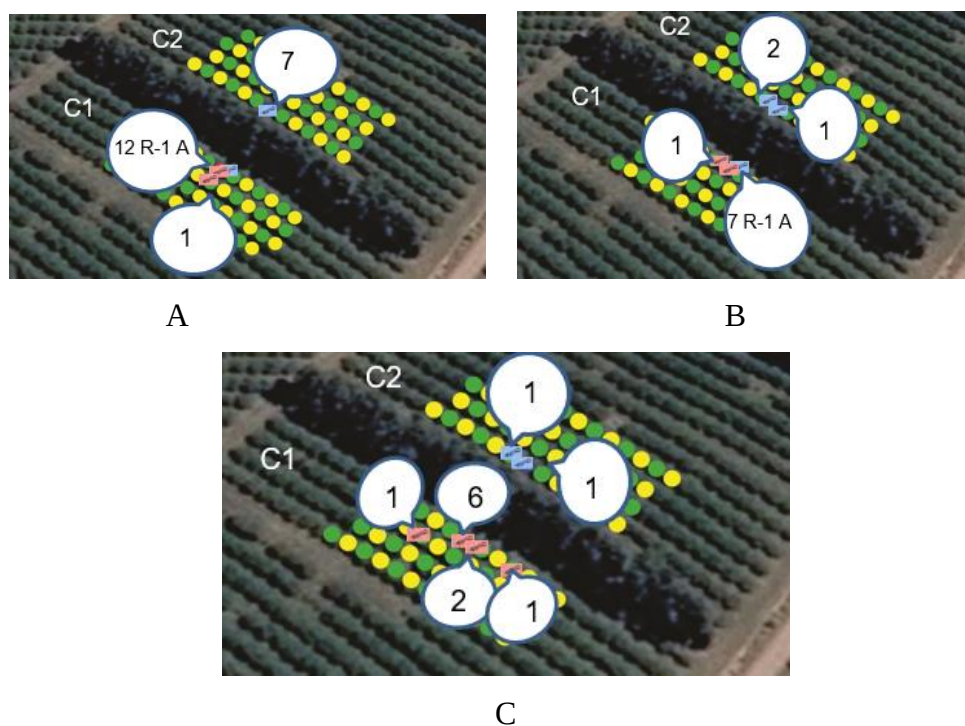


Figura 17: adultos de *D. citri* (rojos y azules) contabilizados en los puntos de muestreos en la liberación en estado de brotes tiernos, cuadro 1 (C1), y sin brotes, cuadro 2 (C2). (A): 1 d, (B): 2 d, (C):1 semana de su liberación. Resultados de la liberación. (A): 1 d, (B): 2 d, y (C): 1 semana de la liberación.

Los registros de temperatura media diaria del período liberaciones (figura 18) indican que la temperatura fue superior a 16,5 °C en la mayoría de los casos, a excepción del primer experimento, en el cual, durante 3 d, la temperatura media fue inferior a este valor (17, 20 y 21 de setiembre).

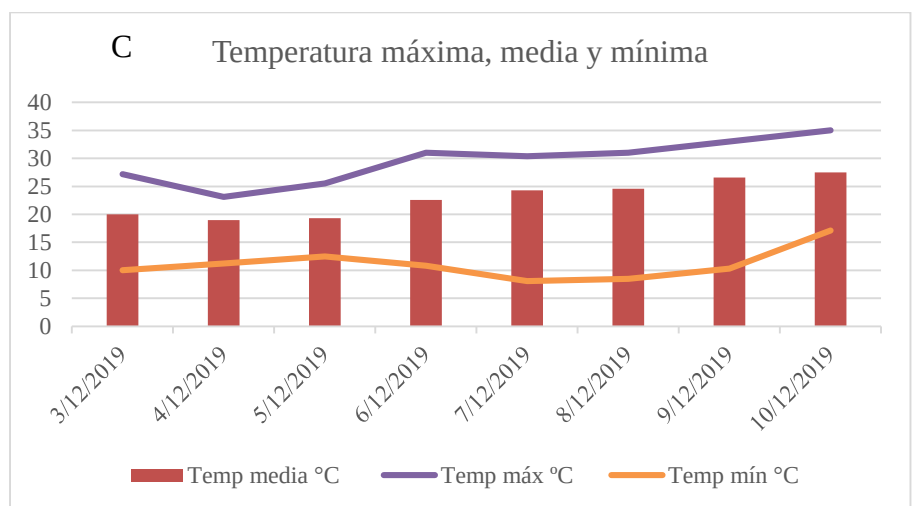
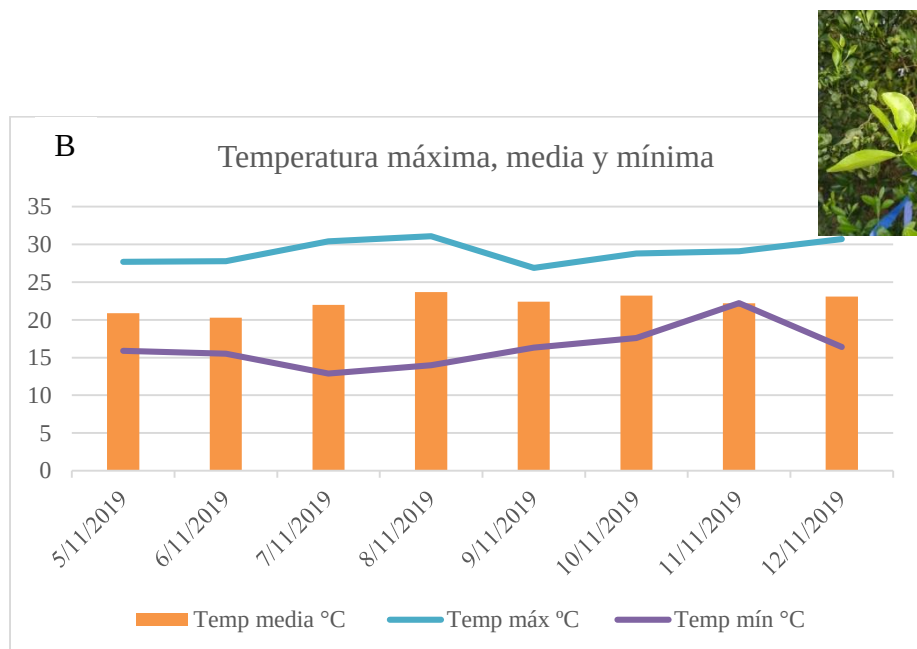
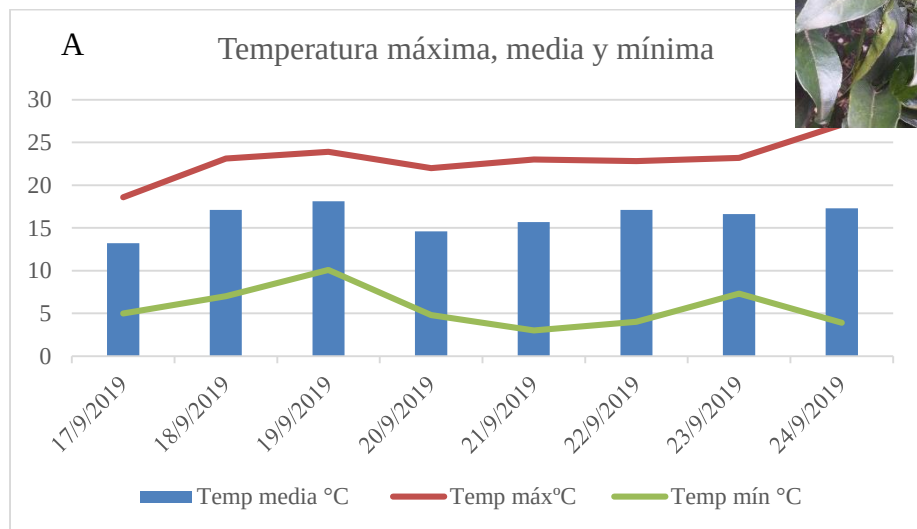


Figura 1b: registros de temperatura máxima, media y mínima diaria en los experimentos con liberaciones en estado de brotes tiernos (A), brotes desarrollados (B) y brotes tiernos (cuadro 1), brotes desarrollados (cuadro 2) (C).

Cuadro 4: proporción de adultos encontrados sobre los 2000 liberados y distancia máxima recorrida en cada experimento (brotes tiernos/brotes tiernos; brotes desarrollados/brotes desarrollados y sin brotes/brotes tiernos).

Liberaciones	Adultos encontrados (%)			Distancia máxima recorrida (m)
	Observación visual	Tap	Trampas amarillas	
Brotes tiernos/brotes tiernos	4,50	0,50	0	8
Brotes desarrollados/brotes desarrollados	1,25	1,15	0	12
Sin brotes/brotes tiernos	1,75	0,50	0	10

Se ha reportado que las cortinas rompevientos disminuyen la población de *D. citri* en los bordes de los huertos (Martini et al., 2015). Nuestros resultados indican que aun liberando 2000 adultos marcados muy próximo a la cortina rompevientos, pocos fueron capaces de cruzarla. Por lo tanto, se puede sugerir que las cortinas rompevientos de Grevillea, en las condiciones de producción de nuestro país, parecen

ser una barrera útil para evitar la dispersión de la plaga, aun cuando las condiciones de las plantas del cuadro vecino son óptimas para la oviposición de *D. citri*.

El movimiento de la plaga fue similar en todas las liberaciones realizadas, independientemente de las diferencias en el estado fenológico de las plantas para cada liberación.

La producción de cítricos con implantación de cortinas rompevientos entre los cuadros es una condición particular de producción de algunos países como Argentina y Uruguay. Si bien no existen estudios previos del movimiento de *Diaphorina citri* entre cuadros de cítricos separados por una cortina vegetal, los resultados de los experimentos realizados en campo sugieren que las cortinas vegetales condicionan el desplazamiento de *D. citri* entre cuadros.

En lo referente a los métodos de monitoreo, el *tap* y la observación visual son las herramientas más eficientes para detectar la plaga. Sin embargo, otros autores reportan que las trampas amarillas son el mejor método para cuantificar adultos *Diaphorina citri*, su eficiencia parece estar relacionada con la tonalidad del color amarillo (Miranda et al., 2017) y a la superficie de esta (Amorós et al., 2019); tal vez, estos factores influyeron en los resultados de este experimento.

3.3. EFECTO DEL PIGMENTO EN LA MOVILIDAD DE *DIAPHORINA CITRI*

3.3.1. Proporción de adultos encontrados

Los resultados de los experimentos indican que, para ambas liberaciones, del total de insectos que se movieron al círculo 1, la mayor proporción estaban teñidas, diferenciándose significativamente de los insectos sin teñir. Para el círculo 2, en la primera liberación se mantiene el mismo resultado; sin embargo, en la segunda liberación no se encontraron diferencias significativas; se movió la misma cantidad de *Diaphorinas* teñidas y sin teñir (cuadro 5).

Cuadro 5: diferencias estadísticas de la proporción de adultos de *D. citri* tratados (teñidos) y control (testigo) en ambas liberaciones.

Proporciones				
Liberación 1	Círculo 1	Control	21,8	A
		Tratadas	78,1	B
	Círculo 2	Control	23,1	A
		Tratadas	76,9	B
Liberación 2	Círculo 1	Control	21,9	A
		Tratadas	78,0	B
	Círculo 2	Control	49,1	A
		Tratadas	50,9	A

En lo que respecta al pigmento que se utilizó para el marcaje de los adultos de *D. citri*, existen diferentes reportes en cuanto a su efecto sobre la actividad de los insectos. Por un lado, se observaron efectos negativos al marcar adultos de *Diaschasmimorpha longicaudata* (Ashmead) y *Diaschasmimorpha tryoni* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae) con polvos fluorescentes (DAY GLO, Cleveland, OH, EE. UU.), ya que incrementaron la mortandad y disminuyeron la capacidad de vuelo (Messing et al., 1993). Por otra parte, Nakata (2008) mencionan que el polvo fluorescente (DAY GLO, Cleveland, OH, EE. UU.) no afecta la capacidad de vuelo de adultos de *D. citri* luego de las 5 h de teñirlos; sugiere que, luego de dicho tiempo, los adultos se adaptan al pigmento en su cuerpo. Nuestros resultados indican que la capacidad de vuelo no fue afectada negativamente; por el contrario, los psíidos teñidos lograron moverse más.

3.3.2. Velocidad de dispersión

Los adultos de *D. citri* que fueron teñidos presentaron mayor velocidad de dispersión (n.º de individuos/h) en la primera liberación en el círculo 1 (2,44 adultos/h) y círculo 2 (0,42 adultos/h), lo que los diferencia significativamente de los insectos control. Los resultados de la segunda liberación coinciden con lo anteriormente descrito para el círculo 1, donde se encontraron diferencias significativas de las Diaphorinas tratadas (2,33 adultos/h) respecto al control. Sin embargo, para los

individuos contabilizados en el círculo 2 no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, control (0,48 adultos/h) y tratados (0,32 adultos/h) (cuadro 6).

Cuadro 6: diferencias estadísticas en velocidad de dispersión (n.º de individuos/h) de adultos de *D. citri* tratados (teñidos) y control (testigo) en ambas liberaciones.

			Velocidad (n.º individuos/h)	
Liberación 1	Círculo 1	Control	0,87	A
		Tratadas	2,44	B
	Círculo 2	Control	0,05	A
		Tratadas	0,42	B
Liberación 2	Círculo 1	Control	0,57	A
		Tratadas	2,33	B
	Círculo 2	Control	0,48	A
		Tratadas	0,32	A

El pigmento utilizado para marcar los adultos probablemente les genere la necesidad de intentar quitárselo de su cuerpo; por tal motivo, los psílicos se desplazaron más y a mayor velocidad.

Comparando los resultados de la presente tesis con las informaciones surgidas de los trabajos revisados, probablemente las condiciones en las que se realizan los experimentos, como la edad de las plantas y el volumen de copa, contribuyan a explicar las diferencias observadas. Dichas condiciones repercuten directamente en la intensidad de brotación de las plantas. Además, las condiciones ambientales, básicamente temperatura y humedad relativa, inciden tanto en la brotación de las plantas como en la movilidad de la plaga, promoviendo una mayor o menor actividad de estas. El clima de nuestro país, al tener inviernos marcados y primaveras frescas, impacta de manera distinta en la movilidad de *D. citri* observada en la región de San Pablo, en Brasil, donde las condiciones son otras. Parecería que, en nuestra región, el psílido se mueve poco en los cuadros de cítricos y, cuando lo hace, las velocidades son más bajas que en otras regiones del mundo con más temperatura. Esto posibilita más

oportunidades a la hora de efectuar el control localizado, además de propiciar un escenario conveniente para el control biológico introducido.

4. CONCLUSIONES

- La dispersión de adultos *D. citri* es estimulada por la presencia de brotes tiernos.
- Las cortinas vegetales entre cuadros de cítricos contribuyen a disminuir la dispersión de la plaga en las quintas de producción de Uruguay. La presencia de brotación no fue un estímulo suficiente para que *D. citri* logre desplazarse activamente de un cuadro a otro cuando los separa este tipo de barrera.
- El pigmento utilizado para el marcaje de los adultos de *D. citri* en los presentes trabajos no afectó negativamente el movimiento ni la velocidad de estos, por lo que resulta una herramienta muy útil para estudiar el movimiento de la plaga.
- Las conclusiones de la presente tesis de maestría confirman las tres hipótesis planteadas del trabajo.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Abdullah, T. L., Shokrollah, H., Sijam, K. y Abdullah, S. N. A. (2009). Control of huanglongbing (HLB) disease with reference to its occurrence in Malaysia. *African Journal of Biotechnology*, 8, 4007-4015.
- Alves, G. R., Diniz, A. J. F. y Parra, J. R. P. (2014). Biology of the huanglongbing vector *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) on different host plants. *Journal of Economic Entomology*, 107, 691-696.
- Amorós, M. E., Galván, V., Rodríguez, A., Amaral, J. y Buenahora, J. (2019). Mejora de la eficiencia del monitoreo de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae): evaluación a campo de distintas trampas amarillas. En *IX Congreso Argentina de Citricultura* (Tucumán, Argentina, 2019), 69.
- Amuedo, S. (2011). Abundancia y agregación de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) [Tesis de Maestría, Facultad de Agronomía, Universidad de la República]. Montevideo, Uruguay.
- Arakawa, K. y Miyamoto, K. (2007). Flight ability of Asiatic citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae), measured by a flight mill. *Research Bulletin Plant Protection Service, Japan*, 43, 23-26.
- Arora, P. K., Thind, S. K., Nirmaljit, K., Grewal, I. S. y Kaur, N. (1997). Population dynamics of citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuwayama on Kinnow mandarin in relation to temperature and relative humidity. *Indian Journal of Ecology*, 24(2), 179-183.
- Asplanato, G., Pazos, J., Buenahora, J., Amuedo, S., Rubio, L. y Franco, J. (2011). El psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae): Primeros estudios bioecológicos en Uruguay (INIA Serie FPTA no. 28). Montevideo, Uruguay: INIA.
- Aubert, B. (1987). *Trioza erytrae* Del Guercio and *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae), the two vectors of citrus greening disease: biological aspects and possible control strategies. *Fruits*, 42(3), 149-162.
- Augier, L., Gastaminza, G., Lizondo, M., Argañaraz, M. y Willink, E. (2006). Presencia de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) en el noroeste argentino (NOA). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 65, 67-68.
- Beattie, G. A. C. y Barkley, P. (2009). Huanglongbing and its vectors. A pest specific contingency plan for the citrus and nursery and garden industries (version 2, 272 p.).

<https://researchdirect.westernsydney.edu.au/islandora/object/uws:31219>

- Bernal, R. (1991). *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) nuevo insecto detectado en montes cítricos en el área de Salto, Uruguay. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Hoja de Divulgación, 1 p.
- Blackmer, J. L., Hagler, J. R., Simmons, G. S. y Cañas, L. A. (2004). Comparative dispersal of *Homalodisca coagulata* and *Homalodisca liturata* (Homoptera: Cicadellidae). *Environmental Entomology*, 33, 88–99.
- Boina, D. R. y Bloomquist, J. R. (2015). Chemical control of the Asian citrus psyllid and of Huanglongbing disease in citrus. *Pest Management Science*, 71(6), 808-823. <https://doi.org/10.1002/ps.3957>
- Boina, D. R., Meyer, W., Onagbola, O. y Stelinsky, L. (2009). Quantifying dispersal of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) by immunomarking and potential impact of unmanaged groves on commercial citrus management. *Entomological Society of America*, 38, 1250-1258.
- Bouvet, J. P., Vanaclocha, P., Stansly, P. A., Urbaneja, A. y Monzó, C. (2014). El psílido asiático de los cítricos y la enfermedad de HLB, el gran desafío para nuestra citricultura. *Agricultura: Revista agropecuaria*, 972, 278-284.
- Buenahora, J., Pereira das Neves, V., Galván, V., Amorós, M., Rodríguez, A. y Amaral, J. (2016). Manejo integrado de *Diaphorina citri* con énfasis en control biológico. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), Avances de investigación en *Diaphorina citri*: Jornada de divulgación (Publicación técnica No. 769, pp. 22–44). INIA. <https://www.inia.uy/index.php/avances-de-investigacion-en-diaphorina-citri-jornada-de-divulgacion-7>
- Buenahora, J., Pereira das Neves, V., Franco, J., Galván, V. y Amorós, M. (2015). Preferencia de oviposición de *Diaphorina citri*, con chance de elección en círculos, en 6 especies de cítricos. En VIII Congreso Argentino de Citricultura (2015, Bella Vista, Corrientes), pp. 117-118.
- Burckhardt, D. (1994). Generic key to Chilean jumping plant-lice (Homoptera: Psylloidea) with inclusion of potential exotic pests. *Revista Chilena de Entomología*, 21, 57-67.

- Burdyn, L., Hochmaier, V., Bouvet, J. P., Giusti, A. F. y Gabás, C. Á. M. (2019). Guía para identificar Huanglongbing (HLB) y su insecto vector. INTA EEA Concordia, Entre Ríos. 70 p.
- Caletta-Filho, H. D., Tagon, M. L. P. N., Takita, M. A., De Negri, J. D., Pompeu, J. J. y Machado, M. A. (2004). First report of causal agent of huanglongbing (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) in Brazil. *Plant Disease*, 88, 1382.
- Catling, H. D. (1970). The bionomics of the South African psylla *Trioza erythrae* Del Guercio (Homoptera: Psyllidae). 4. Influence of predators. *Journal of the Entomological Society Africa*, 33, 341-348.
- Catling, H. D. (1969). The bionomics of the South African psylla *Trioza erythrae* Del Guercio (Homoptera: Psyllidae). 3. The influence of extremes of weather on survival. *Journal of the Entomological Society Africa*, 32, 273-290.
- Canteros, B. L. (2000). Manejo de la Cancrosis de los cítricos en lotes de sanidad controlada. EEA INTA Bella Vista, Hoja de divulgación No. 14.
- Cermeli, I. (2000). Presencia del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en Venezuela. *Boletín de Entomología Venezolana*, 15(2), 235-243.
- Costa Lima, A. M. (1942). Hompteros, Insetos do Brasil. Río de Janeiro: Oficinas de obras do Jornal do Commercio. 327 p.
- Chan Teck, S., Fatimah, A., Beattie, A., Heng, R. y King, W. (2011). Influence of Host Plant Species and Flush Growth Stage on the Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 6, 536-543.
- Chen, C. N. (1998). Ecology of the insect vectors of Citrus systemic diseases and their control in Taiwan. *Boletín. Department of Entomology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC*. 5 p.
- Davies, F. S. y Albrigo, L. G. (1994). *Citrus*. C.A.B. International. Florida, USA. 254 p.
- De León, J. H., Sétamou, M., Gastaminza, G. A., Buenahora, J., Cáceres, S., Yamamoto, P. T., Bouvet, J. P. y Logarzo, G. A. (2011). Two separate introductions of Asian Citrus Psyllid populations found in the American continents. *Annals of the Entomological Society of America*, 104(6), 1392-1398.

- Dharajothi, B., Vergheses, A. y Tandon, P. L. (1989). Ecological studies on citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) with special reference to its spatial distribution and sampling plan. *Entomon*, 14(3-4), 319-324.
- Freeman, B. (1973). The effects of wind and wind protection on rind blemish and production of 'Valencia' oranges. *Proc. I Cong. Mund. Citricultura*, Vol. III, 81-93.
- Ferreira Diniz, A. J. (2013). Otimizacao da criacao de *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Liviidae) e de *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922) (Hymenoptera: Eulophidae), visando a producao em larga escala do parasitoide e avaliacao do seu estabelecimiento em campo (Tesis doctoral). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil. 128 p.
- French, J., Kahlke, C. y Graca, D. (2001). First record of the Asian citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homptera: Psyllidae), in Texas. *Subtropical Plant Science*, 53, 14-15.
- Fundectirus. (2009). Manual de greening. 12 p. Recuperado de <http://www.fundecitrus.com.br/Pagina/Manuais-tecnicos.21>
- Fuentes, A., Braswell, W. E., Ruiz-Arce, R., y Racelis, A. (2018). Genetic variation and population structure of *Diaphorina citri* using cytochrome oxidase I sequencing. *PLOS ONE*, 13(6), e0198399. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198399>
- Grafton-Cardwell, E. E., Stelinski, L. L. y Stansly, P. A. (2013). Biology and management of Asian citrus psyllid, vector of the huanglongbing pathogens. *Annual Review of Entomology*, 58, 413-432.
- Grafton-Cardwell, E., Godfrey, K., Rogers, M., Childers, C. y Stansly, P. (2006). Asian citrus psyllid. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 8205. 8 p.
- Gravina, A., Pardo, E., Soria, L., Galiger, S., Fornero, C., Fasiolo, C., Inzaurrealde, C., Gambetta, G., Cataldo, J., Durañona, V., Pienika, R. y Pais, P. (2011). El rameado en frutos cítricos; estudio de sus causas y desarrollo de tecnologías de control. Montevideo, INIA. Serie FPTA n.º 27. 24 p.
- Gravina, A. (1999). Ciclo fenológico-reproductivo en citrus; bases fisiológicas y manejo. Montevideo. Facultad de Agronomía. 55 p.

- Green, G. C. (1968). Windbreaks for citrus orchards. *Farming in South Africa. Citrus and Subtropical Fruit Research Institute Nelspruit*, 44(6), 9-15.
- Godfrey, K. E., Galindo, C., Patt, J. M. y Luque-Williams, M. (2013). Evaluation of color and scent attractants used to trap and detect Asian citrus psyllid (Hemiptera: Liviidae) in urban environments. *Florida Entomologist*, 96, 1406-1416.
- Hall, D. G. Hentz, M. G. (2011). Seasonal flight activity by the Asian citrus psyllid in east central Florida. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 139, 75–85.
- Hall, D. (2009). An assessment of yellow sticky card traps as indicators of the abundance of adult *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in citrus. *Journal of Economic Entomology*, 102(1), 446-452.
- Hall, D. G., Hentz, M. G. y Adair, R. C. (2008). Population ecology and phenology of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in two Florida citrus groves. *Environmental Entomology*, 37, 914-924.
- Hall, D. (2008). Biology, history and world status of *Diaphorina citri*. En I Taller Internacional sobre Huanglongbing de los cítricos (*Candidatus Liberibacter spp.*) y el psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*) (pp. 1-11). Hemosillo, Sonora, México.
- Hall, D. G., Lapointe, S. L. y Wenninger, E. J. (2007). Effects of a particle film on biology and behavior of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) and its infestations in citrus. *Journal of Economic Entomology*, 100, 847-854.
- Halbert, S. E. (2005). The discovery of huanglongbing in Florida. En *International Citrus Canker and Huanglongbing Research Workshop* (2°, Orlando, Florida). Proceedings (p. 50). Orlando, Florida: Florida Citrus Mutual.
- Halbert, S. E. y Nunez, C. A. (2004). Distribution of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Rhynchota: Psyllidae) in the Caribbean Basin. *Florida Entomologist*, 87(3), 401-402.
- Halbert, S. E. y Manjunath, K. L. (2004). Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: A literature review and assessment of risk in Florida. *Florida Entomologist*, 87(3), 330-353.
- Horton, D. R. (1999). Monitoring of pear psylla for pest management decisions and research. *Integrated Pest Management Reviews*, 4, 1-20.

- Isaacs, R. y Byrne, D. (1998). Aerial distribution, flight behavior and eggload: Their inter-relationship during dispersal by the sweetpotato whitefly. *Journal of Animal Ecology*, 67, 630–639.
- Johnston, N., Stelinski, L. L. y Stansly, P. (2019). Dispersal patterns of *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Homoptera: Liviidae) as influenced by citrus grove management and abiotic factors. *Florida Entomologist*, 102, 168-173.
- Kobori, Y., Nakata, T., Ohto, Y. y Takasu, F. A. (2011a). Dispersal of adult Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae), the vector of citrus greening disease, in artificial release experiments. *Applied Entomology and Zoology*, 46, 27-30.
- Kobori, Y., Nakata, T., Ohto, Y. y Takasu, F. (2011b). Dispersal of adult Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae), the vector of citrus greening disease, in artificial release experiments. *Applied Entomology and Zoology*, 46, 27-30.
- Lewis-Rosenblum, H., Martini, X., Tiwari, S. y Stelinski, L. L. (2015). Seasonal movement patterns and long-range dispersal of Asian citrus psyllid in Florida citrus. *Journal of Economic Entomology*, 108(1), 3–10. <https://doi.org/10.1093/jee/tou008>
- Liu, Y. H. y Tsai, J. H. (2000). Effects of temperature and life table parameters of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). *Annals of Applied Biology*, 137, 201-206.
- Martínez, D. (1995). Causas de descarte zafra 1995. *Citrus*, 27, 18-19. C.H.N.P.C.
- Martini, X. y Stelinski, L. L. (2017). Physiological ecology influence of abiotic factors on flight initiation by Asian citrus psyllid (Homoptera: Liviidae). *Environmental Entomology*, 46(2), 369–375.
- Martini, X., Pelz-Stelinski, K. S. y Stelinski, L. L. (2015). Absence of windbreaks and replanting citrus in solid sets increase density of Asian citrus psyllid populations. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 212, 168-174.
- Martini, X., Kuhns, E. H., Hoyte, A. y Stelinski, L. (2014). Plant volatiles and density-dependent conspecific odors are used by Asian citrus psyllid to evaluate host suitability on a spatial scale. *Arthropod-Plant Interactions*, 8, 453-460.

- Mead, F. W. (1977). The Asiatic citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). *Entomology Circular*, No. 180. Florida Department of Agricultural and Consumer Service, Division of Plant Industry, Gainesville, Florida. 4 p.
- Messina, M. A., Tito, M. J., Vera, L. M., Vázquez, D. E., Moschini, R. C., Canteros, B. Agostini, J. P. (2015). Cítricos: *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* (Hasse) Vaut. (Cancrosis de los cítricos). En INTA EEA Alto Valle (Comp.), *Plagas cuarentenarias de frutales de la República Argentina: avances en los resultados* (pp. 163-169). INTA. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/517>
- Messing, R. H., Klungness, L. M., Purcell, M. y Wong, T. T. Y. (1993). Quality control parameters of mass-reared opine parasitoids used in augmentative biological control of tephritid fruit flies in Hawaii. *Biological Control*, 3, 140-147.
- MGAP-DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Económicas Agropecuarias). (2020). *Encuesta citrícola "Primavera 2019"*. Serie de Encuestas N°361. Montevideo, Uruguay: MGAP. 12 p.
- Miranda, M. P., dos Santos, F. L., Bassanezi, R. B., Montesino, L. H., Barbosa, J. C. y Sétamou, M. (2017). Monitoring methods for *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) on citrus groves with different insecticide application programmes. *Journal of Applied Entomology*, 00, 1-8. <https://doi.org/> (si tienes doi, puedes agregarlo)
- Monzó, C., Qureshi, J. A. y Stansly, P. A. (2014). Insecticide sprays, natural enemy assemblages and predation on Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). *Bulletin of Entomological Research*, 104, 576-585. <https://doi.org/10.1017/S0007485314000104>
- Morsello, S. C., Beaudoin, A. L. P., Groves, R. L., Nault, B. A. y Kennedy, G. G. (2010). The influence of temperature and precipitation on spring dispersal of *Frankliniella fusca* changes as the season progresses. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 134, 260–271. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2009.00935.x>
- Nava, D. E., Torres, M. L., Rodriguez, M. D., Bento, J. M. y Parra, J. R. (2007). Biology of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) on different hosts and different temperatures. *Journal of Applied Entomology*, 131(9-10), 709-715. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2007.01217.x>

- Nakata, T. (2008). Effectiveness of micronized fluorescent powder for marking citrus psyllid, *Diaphorina citri*. *Applied Entomology and Zoology*, 43(1), 33-36. <https://doi.org/10.1303/aez.2008.33>
- Nakata, T. (2006). Temperature dependent development of citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psylloidea), and the predicted limit of its spread based on the overwintering in the ninfal stage in temperate regions of Japan. *Applied Entomology and Zoology*, 41, 383-387. <https://doi.org/10.1303/aez.2006.383>
- Nakata, T. (2005). Moving distance a day of the released citrus psyllid, *Diaphorina citri* using a newly developed marking method. *JIRCAS Research Highlights*. Okinawa Subtropical Station.
- Noronha Junior, N. C. (2010). Efeito dos coespecíficos e voláteis das plantas *Murraya paniculata* (L.) Jack, *Psidium guajava* L. e *Citrus sinensis* (L.) Osbeck sobre o comportamento de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) [Tesis doctoral, Universidade de São Paulo]. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/2010/12345/tde-27052010-123456/>
- Oberschelp, G., Harmand, L., Mastrandrea, C., Salto, C. y Flores Palenzona, M. (2020). *Cortinas forestales: rompevientos y amortiguadoras de deriva de agroquímicos*. INTA, Estación Experimental Agropecuaria Concordia. https://inta.gob.ar/sites/default/files/libro_cortinas_rompevientos_2020.pdf ISBN 978-987-8333-42-7.
- Pande, Y. D. (1971). Biology of citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuw. (Hemiptera: Psyllidae). *Israel Journal of Entomology*, 6(2), 307-311.
- Paris, T. M., Croxton, S. D., Stansly, P. A. y Allan, S. A. (2015). Temporal response and attraction of *Diaphorina citri* to visual stimuli. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 155, 137-147. <https://doi.org/10.1111/eea.12306>
- Patt, J. M. y Sétamou, M. (2010). Responses of the Asian citrus psyllid to volatiles emitted by the flushing shoots of its rutaceous host plants. *Environmental Entomology*, 39, 618-624. <https://doi.org/10.1603/EN09301>
- Pereira das Neves, V., Buenahora, J., Jorge, F., Galván, V. y Amorós, M. E. (2015a). Evaluación de la preferencia de oviposición y emergencia de adultos de *Diaphorina*

- citri*, sin chance de elección, en 6 especies de cítricos. En *VIII Congreso Argentino de Citricultura* (pp. 149-150). Bella Vista, Corrientes.
- Pereira das Neves, V., Buenahora, J., Franco, J., Galván, V. y Amorós, M. E. (2015b). Estudio de la preferencia de oviposición de *Diaphorina citri*, con chance de elección, en 6 especies de cítricos. En *VIII Congreso Argentino de Citricultura* (p. 148). Bella Vista, Corrientes.
- Peri, P. (1998). Efectos de parámetros estructurales de cortinas forestales en la reducción del viento en la provincia de Santa Cruz, Argentina. *Revista Quebracho*, 6, 19-26. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/efectos_de_parametros_estructurales_de_cortinas_forestales_en_la_reduccion_del_viento_en_la_provincia_de_santa_cruz_argentina.pdf (Último acceso 22 de septiembre de 2020).
- Pluke, R. W. H., Qureshi, J. A. y 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, 36-42. [https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2008\)91\[36:CFPDCP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2008)91[36:CFPDCP]2.0.CO;2)
- Roger, S. (1988). Defectos y alteraciones de los frutos cítricos en su comercialización. Comité de Gestión para la Exportación de Frutos Cítricos. España. ISBN 84-404-3207-0.
- Rubio, L., Buenahora, J., Amuedo, S. y Asplanato, G. (2009). Evaluación de distintas técnicas de muestreo para adultos y estados inmaduros de *D. citri*. En *Serie de actividades de difusión* No. 569. INIA Salto Grande, Uruguay. 4 pp.
- Sakamaki, Y. (2005). Possible migration of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homóptera: Psyllidae) between and within islands. *Occasional paper*, Kagoshima University Research Center for the Pacific Islands, 42, 121-125.
- Sanchez, A. (2008). Importance of visual stimuli and host plant odor in host finding by the Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae) (Tesis de maestría). Texas A&M University, Kingsville, TX. ProQuest. 112 p.
- Sartori Guidolin, A. (2011). Diversidade genética de *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Psyllidae) e caracterizacao molecular das linhagens de *Wolbachia* associadas (Tesis de maestría). Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”, São Paulo, Brasil. 179 p.

- Singh, N. V., Yadav, G. S. y Devi, M. (2018). Biology of citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuwayama on sweet orange. *Journal of Experimental Zoology India*, 21(2).
- Skelley, L. H. y Hoy, M. A. (2004). A synchronous rearing method for the Asian citrus psyllid and its parasitoids in quarantine. *Biological Control*, 29(1), 14-23. [https://doi.org/10.1016/S1049-9644\(03\)00129-4](https://doi.org/10.1016/S1049-9644(03)00129-4)
- Sétamou, M., Sanchez, A., Patt, J. M., Nelson, S., Jifon, J. y Louzada, E. (2012). Diurnal patterns of flight activity and effects of light on host finding behavior of the Asian citrus psyllid. *Journal of Insect Behavior*, 25, 264–276. <https://doi.org/10.1007/s10905-011-9295-2>
- Sétamou, M., Flores, D., French, J. V. y Hall, D. G. (2008). Dispersion patterns and sampling plans for *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in citrus. *Journal of Economic Entomology*, 101, 1478-1487. <https://doi.org/10.1093/jee/101.5.1478>
- Stockton, D. G., Martini, X., Patt, J. P. y Stelinski, L. L. (2016). The influence of learning on host plant preference in a significant phytopathogen vector, *Diaphorina citri*. *PLoS ONE*, 11(e0149815). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149815>
- Teixeira, D. C., Dane, J. L., Eveillard, S., Martins, E. C., de Jesus Junior, W. C., Yamamoto, P. T., Lopes, S. A., Bassanezi, R. B., Ayres, A. J., Saillard, C. y Bové, J. M. (2005). Citrus huanglongbing in São Paulo State, Brazil: PCR detection of the “Candidatus” Liberibacter species associated with the disease. *Molecular and Cellular Probes*, 19, 173–179. <https://doi.org/10.1016/j.mcp.2005.01.004>
- Tomaseto, A. F., Krugner, R. y Lopes, R. S. (2015). Effect of plant barriers and citrus leaf age on dispersal of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). *Journal of Applied Entomology*, 1-12. <https://doi.org/10.1111/jen.12249>
- Tomaseto, A. F. (2012). Capacidade de dispersao de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) (Tesis de maestría). Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil. 79 p.
- Tsai, J. H., Wang, J. J. y Liu, Y. H. (2002). Seasonal abundance of Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in southern Florida. *Florida Entomologist*, 85, 446-451.

- Tsai, J. H., y Liu, Y. H. (2000). Biology of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on four host plants. *Journal of Economic Entomology*, 93(6), 1721–1725.
<https://doi.org/10.1603/0022-0493-93.6.1721>
- Veronezzi, F. R. (2006). Distribuição espacial e amostragem de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) na cultura de citros (Tesis de maestría). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. 50 p.
- Wenninger, E. J., Stelinski, L. L. y Hall, D. G. (2009). Roles of olfactory cues, visual cues, and mating status in orientation of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) to four different host plants. *Environmental Entomology*, 38, 225-234.
<https://doi.org/10.1603/022.038.0129>
- Wenninger, E. J. y Hall, D. G. (2008). Importance of multiple mating to female reproductive output in *Diaphorina citri*. *Physiological Entomology*, 33, 316-321.
- Wenninger, E. J. y Hall, D. G. (2007). Daily timing of and age at mating in the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). *Florida Entomologist*, 90, 715-722.